

**ERZURUM İLİ ÇEŞME SULARININ
MİKROBİYOLOJİK, FİZİKSEL, KİMYASAL
ANALİZİ VE İZOLE EDİLEN *ESCHERİCHİA*
COLI SUŞLARININ MOLEKÜLER
TİPLENDİRİLMESİ**

Pınar ŞEKERCİ

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Doç. Dr. Mustafa GÜRSES
2012
Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ERZURUM İLİ ÇEŞME SULARININ MİKROBİYOLOJİK,
FİZİKSEL, KİMYASAL ANALİZİ VE İZOLE EDİLEN
ESCHERİCHIA COLI SUŞLARININ MOLEKÜLER
TİPLENDİRİLMESİ

Pınar ŞEKERCİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM
2011

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

Erzurum İli Çeşme Sularının Mikrobiyolojik, Fiziksel, Kimyasal Analizi ve İzole Edilen
Escherichia coli Suşlarının Moleküler Tiplendirilmesi

Doç. Dr. Mustafa GÜRSES danışmanlığında, Pınar ŞEKERCİ tarafından hazırlanan bu çalışma 15/08/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak ~~oybirliği/oy çokluğu (.../...)~~ ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Selahattin SERT

İmza :

Üye : Prof. Dr. Muhammet ATAMANALP

İmza :

Üye : Doç. Dr. Mustafa GÜRSES

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. İhsan EFEÖĞLU
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: 2010/245

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ERZURUM İLİ ÇEŞME SULARININ MİKROBİYOLOJİK, FİZİKSEL, KİMYASAL ANALİZİ VE İZOLE EDİLEN *ESCHERİCHIA COLİ* SUŞLARININ MOLEKÜLER TİPLENDİRİLMESİ

Pınar ŞEKERCİ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mustafa GÜRSES

Bu çalışmada Erzurum il merkezinde tesadüfi olarak seçilen çeşmelerinden alınan su örneklerinin bazı kalite özellikleri standart yöntemlerle analiz edilmiş ve içilebilirlik kalitesi standartlarla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla belirlenen 45 çeşmeye ait su örnekleri bazı mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel analizlere tabi tutulmuştur. Mikrobiyolojik analizler sonucunda 10 örnekte (%22,7) hem toplam hem de fekal koliform bakteriye rastlanmış, sadece bir örnekte ise *C. perfringens* tespit edilmiştir. Bu 10 örnekten standart yöntemle *E. coli* izolasyonu yapılmış ve identifikasyonu yapılanların bu bakteri olup olmadığı moleküler polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) yöntemi ile analiz edilerek doğrulanmıştır. Tipik 45 *E. coli* izolatından 6 tanesinin farklı tip suşlar olduğu belirlenmiştir. Analiz edilen örneklerde ortalama pH 7,26±0,18, çözünmüş oksijen 5,36±0,31, klorür 30,29±10,17, nitrit 0,12±0,16, nitrat 2,09±0,94, sülfat 50,48±9,95, fosfat 22,71±3,02, sodyum 35,91±9,45, amonyum 0,32±0,19, potasyum 14,99±7,62, magnezyum 31,20±8,44, kalsiyum 105,00±27,87, demir 0,16±0,45 ve mangan seviyesinde 2,64±0,93 mg/L, su sıcaklığı 21,43±1,83°C, bulanıklık 0,14±0,10 NTU, iletkenlik 456,80±202,51 µS/cm olarak tespit edilmiştir.

2012, 84 sayfa

Anahtar Kelimeler: Su kalitesi, *E. coli*, koliform bakteri, PZR

ABSTARCT

Master Thesis

MICROBIOLOGICAL, PHYSICAL, CHEMICAL ANALYSIS AND MOLECULAR TYPING OF *E.COLI* ISOLATES FROM FOUNTAIN WATERS, ERZURUM

Pınar ŞEKERCİ

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Doç. Dr. Mustafa GÜRSES

In this study, water samples collected from public fountains in Erzurum centrum were analyzed by using standard methods and their drinking quality was evaluated. Total 45 tap water samples were subjected to microbiological, chemical and physical analyses. Microbiological analysis results showed that total and fecal coliform bacteria were found in 10 samples (22.7%) and *C. perfringens* in only one samples. In addition, *E. coli* were isolated from these 10 samples with standard method. Identified typical *E. coli* strains were confirmed by using Polymerase Chain Reaction (PCR) method. Six of 45 typical *E. coli* isolates were different strains. Average pH, dissolved oxygen, chloride, nitrite, nitrate, sulphate, phosphate, sodium, ammonium, potassium, magnesium, calcium, iron, manganese, temperature, turbidity, electrical conductivity values of the samples were determined as 7.26 ± 0.18 mg/L, 5.36 ± 0.31 mg/L, 3029 ± 10.17 mg/L, 0.12 ± 0.16 mg/L, 2.09 ± 0.94 mg/L, 50.48 ± 9.95 mg/L, 22.71 ± 3.02 mg/L, 35.91 ± 9.45 mg/L, 0.32 ± 0.19 mg/L, 14.99 ± 7.62 mg/L, 31.20 ± 8.44 mg/L, 105.00 ± 27.87 mg/L, 0.16 ± 0.45 mg/L, 2.64 ± 0.93 mg/L, 21.43 ± 1.83 °C, 0.14 ± 0.10 NTU, 456.80 ± 202.51 µS/cm, respectively.

2012, 84 page

Keywords: Drinking water quality, *E. coli*, coliform bacteria, PCR

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca, çalışmanın düzenlenmesi, gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesinde katkılarıyla beni yönlendiren, bana yol gösteren ve destekleyen, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mustafa GÜRSES'e teşekkürlerimi sunarım.

Değerli fikirleri ve öneri ile bana destek olan, yardımlarını esirgemeyen, çalışmalarına katkıda bulunan hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Bülent ÇETİN'e teşekkürü borç bilirim.

Çalışmada gerekli olan verilerin sağlanmasında yardımlarını esirgemeyen tüm Erzurum Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tüm eğitimim süresince maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen başta abim Ali Rıza ŞEKERCİ' ye ve çok değerli aileme teşekkürlerimi sunarım.

Pınar ŞEKERCİ
Ağustos 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTARCT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	16
3. MATERYAL ve METOT	31
3.1. Materyal	31
3.1.1. Su numuneleri	31
3.2. Metot	32
3.2.1. Fiziksel analizler	32
3.2.1.a. pH	32
3.2.1.b. Bulanıklılık ölçümü	32
3.2.1.c. Renk	32
3.2.1.d. Elektriksel iletkenlik	32
3.2.2. Kimyasal analizler	33
3.2.2.a. Sertlik (kalsiyum ve magnezyum) tayini	33
3.2.2.b. Çözünmüş oksijen tayini	33
3.2.2.c. Serbest klor tayini.....	33
3.2.2.d. Nitrat (NO ₃) , nitrit (NO ₂) ve amonyum (NH ₄) tayini	33
3.2.2.e. Mangan ve demir.....	34
3.2.3. Mikrobiyolojik analizler	34
3.2.3.a. Toplam ve fekal koliform sayımı	34
3.2.3.b. <i>Clostridium perfringens</i> sayımı	35
3.2.3.c. <i>Escherichia coli</i> aranması	35
A. İMVİC Testi	36
B. Moleküler Olarak <i>E. coli</i> 'nin Tanımlanması.....	40

3.3. İstatistiksel Analizler.....	42
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	43
4.1. Suyun Fiziksel Özellikleri.....	43
4.1.1. Renk	43
4.1.2. Bulanıklık.....	44
4.1.3. Elektriksel iletkenlik	46
4.1.4. Su sıcaklığı.....	48
4.2. Suyun Kimyasal Özellikleri	49
4.2.1. pH.....	50
4.2.2. Çözünmüş oksijen.....	52
4.2.3. Klorür miktarı	53
4.2.4. Nitrit miktarı	54
4.2.5. Nitrat miktarı.....	56
4.2.6. Sülfat miktarı	57
4.2.7. Fosfat miktarı	58
4.2.8. Sodyum miktarı.....	59
4.2.9. Amonyum miktarı	60
4.2.10. Potasyum miktarı	62
4.2.11. Magnezyum miktarı	63
4.2.12. Kalsiyum miktarı.....	64
4.2.13. Demir miktarı.....	65
4.2.14. Mangan miktarı	66
4.3. Suyun Mikrobiyolojik Özellikleri	67
4.3.1. Toplam koliform	68
4.3.2. Fekal koliform.....	69
4.3.3. <i>Clostridium perfringens</i>	71
4.4. <i>E. coli</i> İzolasyonu Moleküler Tanımlanması	71
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	74
KAYNAKLAR	76
EKLER.....	83
ÖZGEÇMİŞ	85

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

cm ³	Santimetreküp
°C	Santigrad Derece
g	Gram
kg	Kilogram
kb	Kilobaz
L	Litre
mg	Miligram
mL	Mililitre
μ	Mikro
nM	Milimolar
nm	Nanometre
ppm	Parts Per Milion

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
AOK	Asimile Edilebilir Organik Karbon
EPA	Enviromental Protection Agency
GMT	Gıda Maddeleri Tüzüğü
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Point
HBS	Heterotrofik Bakteri Sayısı
HGMF	Hidrofobik Grid Mebran Filtrasyon
İTASH	İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik
MZN	Modifiye Zielh-Neelsen
NF	Nano Filtrasyon
PZR	Polimeraz Zincir Reaksiyon
SMAC	Sorbitollü Macconkey
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TOK	Toplam Organik Karbon
TMAB	Toplam Mezofilik Aerob Bakteri
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. PCR aşamaları.	14
Şekil 3.1. Sulardan Bakteriyolojik Numune Alma	31
Şekil 3.2. EMB besiyerinde üreyen <i>E. coli</i> bakterileri	36
Şekil 3.3. Triptofanlı sıvı besiyerinde mikroorganizmaların pozitif ve negatif görüntüsü	38
Şekil 3.4. MR-VP sıvı besiyerinde mikroorganizmanın pozitif ve negatif görüntüleri..	39
Şekil 3.5. Simmon's sitrat agar besiyerine mikroorganizmaların negatif görüntüsü.....	40
Şekil 4.1. Erzurum çeşme sularından alınan örneklerin PZR sonuçlarının DNA agaroz gel elektroforezi	72

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Türk Standartlar Enstitüsü'ne göre yüzeysel sularda aranan bazı parametrik değerler	6
Çizelge 1.2. Membran Filtrasyonda Kullanılan Enzimler.	11
Çizelge 3.1. Koliform grubuna ait bakterilerin İMVİC reaksiyonları	37
Çizelge 4.1. Suların fiziksel özelliklerinin en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri .	43
Çizelge 4.2. Renk değeri ve diğer parametreler arasındaki korelasyon.....	44
Çizelge 4. 3. Bulanıklık ve diğer parametreler arasındaki korelasyon	45
Çizelge 4.4. İletkenlik ve diğer parametreler arasındaki korelasyon.....	47
Çizelge 4.5. Sıcaklık ve diğer parametreler arasındaki korelasyon.....	48
Çizelge 4.6. Suların kimyasal özelliklerinin en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri	50
Çizelge 4. 7 pH ve diğer parametreler arasındaki korelasyon	51
Çizelge 4.8. Çözünmüş oksijen ve diğer parametreler arasındaki korelasyon	52
Çizelge 4.9. Klorür ve diğer parametreler arasındaki korelasyon	53
Çizelge 4.10. Nitrit ve diğer parametreler arasındaki korelasyon	55
Çizelge 4.11. Nitrat ve diğer parametreler arasındaki korelasyon.....	56
Çizelge 4.12. Sülfat ve diğer parametreler arasındaki korelasyon.....	58
Çizelge 4.13. Fosfat ve diğer parametreler arasındaki korelasyon	59
Çizelge 4.14. Sodyum ve diğer parametreler arasındaki korelasyon.....	60
Çizelge 4.15. Amonyum ve diğer parametreler arasındaki korelasyon.....	61
Çizelge 4.16. Potasyum ve diğer parametreler arasındaki korelasyon	62
Çizelge 4.17. Magnezyum ve diğer parametreler arasındaki korelasyon	63
Çizelge 4.18. Kalsiyum ve diğer parametreler arasındaki korelasyon.....	64
Çizelge 4.19. Demir ve diğer parametreler arasındaki korelasyon.....	65
Çizelge 4.20. Mangan ve diğer parametreler arasındaki korelasyon.....	67
Çizelge 4.21. Su örneklerinin bazı mikroorganizma sayılarına ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri.....	68
Çizelge 4.22. Toplam koliform sayısı ve diğer parametreler arasındaki korelasyon.....	68
Çizelge 4.23. Fekal koliform sayısı ve diğer parametreler arasındaki korelasyon	70

Çizelge 4.24. Cl. perfringens ve diğ er parametreler arasındaki korelasyon 71

1. GİRİŞ

Su, iki hidrojen bir oksijen atomundan oluşmaktadır. Kimyasal formülü H_2O olan su ağırlıkça %11,1 hidrojen ve %88,9 oksijenden meydana gelmektedir. Su molekülleri birbirleri ile aralarında hidrojen köprüsü kurarak düzenli bir yapı oluştururlar. İki hidrojen atomu aynı tarafta yer alarak bu tarafın pozitif yüklü oluşuna neden olmakta, oksijen atomu ise negatif yükü yüklenmektedir. Yüklerin bu şekilde dağılımı, suyu kuvvetli dipolar (iki kutuplu) bir molekül haline getirmektedir. Su molekülleri birbirini çekmekte ve hidrojen bağları yardımı ile kümeleşme olmaktadır. Sudaki hidrojen bağları, suyun pek çok olağan dışı özelliklerinin sorumlusu olmaktadır (Uslu ve Türkman 1987).

Su $0^{\circ}C$ ' de donmakta ve $+4^{\circ}C$ ' den $0^{\circ}C$ 'ye kadar genişlemektedir. Dip kısımlardaki su $+4^{\circ}C$ olduğundan, bu bölgedeki canlıların hayatının devamına olanak sağlamaktadır. Suyun $0^{\circ}C$ ile $100^{\circ}C$ gibi geniş bir sıcaklık aralığında sıvı olarak bulunması, böylece hayatın değişik basamaklarında çok yararlı bir yapıda olması, ayrıca kimyasal yapısı açısından da önem taşımaktadır. Çünkü benzer özelliklere sahip başka hiç bir sıvı bulunmamaktadır (Yenson 1984; Gözükara 1989).

Su, hayatın varlığı ve devamlılığı için vazgeçilmez bir kaynaktır. Su içmede, temizlikte, yıkanmada, tarla ve bahçe sulamada, sanayide, elektrik üretiminde, ulaşımda, taşımada, su ürünleri üretiminde ve sağlık hizmetlerinde (kaplıcalarda) kullanılmaktadır. Canlılar üremeleri, büyümeleri, gelişmeleri ve hastalıklardan korunmaları için suya ihtiyaç duyarlar (Akpınar 2005; Öztürk 2006).

Canlı organizmayı oluşturan hücrelerin yaşam faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için suya gereksinimleri vardır. Yetişkin bir insanın vücut ağırlığının %60-65'ini su oluşturmaktadır. Su yaşam için en zorunlu maddelerden birisidir. Susuzluğa dayanmak oldukça zordur. İnsan, gıda almadan yalnız su içerek yaklaşık 5 hafta hayatını sürdürebildiği halde susuzluğa ancak 7-12 gün dayanır. Bu yüzden vücut büyük miktarda suyu bağlı bulundurmaktadır (Tofan 2008). Serbest su ise ancak organizmanın

sıvılarında büyük miktarlarda bulunmaktadır. Farklı dokular farklı miktarlarda su içermekte, vücut suyun büyük bir kısmını dışarıdan almaktadır. Günlük su ihtiyacı yetişkin insanda kilo başına 30-40 ml iken çocuklarda 5-6 mislidir. Bu hesaplama ortalama su ihtiyacı günlük 2500 ml kadardır. Su vücutta metabolik olaylarda çok önemli rol oynamaktadır. Tüm biyokimyasal reaksiyonlar bu ortamda oluşmakta ve bunun için direkt veya dolaylı olarak suya ihtiyaç duyulmaktadır (Yenson 1984; Gözükara 1989).

Dünyamızda canlılardan önce varolan su, yaşam boyu hayatın, sürekliliğin, yerleşimlerin ve doğanın vazgeçilmez bir elemanı olmuştur. Tarihsel döngü içerisinde ilk başlarda bir gereklilik olarak hayatın içinde yer alan su hızla artan dünya nüfusuna paralel olarak önemini arttırmış fakat gelişen teknik imkânlarla rağmen bilinçsizce kirletilmiş ve bu kirlilik hayatı tehdit eder hale gelmiştir. Bütün canlıların olduğu gibi insanların da temel ihtiyacı olan su içilebilir ve kullanılabilir nitelikte olmalıdır. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de temiz ve hijyenik şartlara uygun suyun sağlanması, bir sağlık problemi olarak gün geçtikçe önemini arttırmaktadır (Aysal 2004).

Bugün kullanılan suyun milyonlarca yıldır dünyada bulunduğu ve miktarının çok fazla değişmediği doğrudur. Hidrolojik döngüde su hareket etmekte, form değiştirmekte, bitkiler ve hayvanlar tarafından kullanılmakta, fakat gerçekte yok olmamaktadır. Yerkürenin hayatı ve yapısında büyük rol oynayan su dere, çay, nehir, göl ve denizlerden güneş ısısı sayesinde buharlaşarak atmosfere yükselmektedir. Daha sonra bulutların yoğunlaşması ile yağış şeklinde yeryüzüne düşmektedir. Bununla birlikte yağış sırasında suların bir kısmı yeryüzüne ulaşmadan atmosferde buharlaşmaktadır. Dünya üzerine erişen yağışların bir kısmı toprağa sızmakta ve yeraltı sularını meydana getirmektedir. Toprağın alamadığı sular ise yüzey sularını oluşturmaktadır (çay, nehir, dere, göl, deniz suları). Yüzey sularından buharlaşma ile su tekrar atmosfere yükselmekte ve hidrolojik döngü (su döngüsü) tamamlanmaktadır (Canik 1998).

Doğada buharlaşarak havaya karışan su, havada buhar halindeyken doğal olarak temizlenmektedir. Fakat bu su yağmur, kar veya dolu şeklinde yeryüzüne düşerken hava tabakalarında bulunan gazları, tozları, dumanları, radyoaktif serpintileri ve

mikroorganizmaları alarak atmosferin kirlilik derecesine göre az veya çok kirlenmektedir. Yeryüzünde akarken veya derinliklere geçerken insan, hayvan ve bitki organik atıkları ile tarım, endüstri, kanalizasyon ve nükleer kirlilikleri de bünyesine almaktadır. Sudan kaynaklanabilecek mikrobiyel risk, sudaki mevcut mikroorganizmaların cins ve miktarına göre değişmektedir. Suyu karışan mikroorganizmalar zaman geçtikçe virulanslarını (bir organizmanın hastalık yapma yeteneklerini) kaybetmektedirler. Bir suyun bakteriyolojik yükü fazla olabilmekte, fakat bu durum insan sağlığı için mutlaka tehlikeli olmamaktadır. Fakat uygulamada suya kontamine olmuş patojen mikroorganizmaların virulanslarını araştırmak söz konusu olmadığı için, bakteriyolojik bakımından kirli bulunan bir su temizlenmeden içilememektedir (Demirer 1995).

Hayatın en gerekli temel maddesi olan su, kimyasal ve fiziksel kirlenmelere son derece elverişli olması nedeniyle su yaşamı tehdit edebilen birçok hastalığın da kaynağı olabilmektedir (Dönderici vd 2010). Sularda bulunabilecek her türlü madde belirli bir derişimin üzerinde sağlık için zararlıdır. Ancak bazı maddeler için bu sınır derişim oldukça yüksektir (sülfat iyonları için 300 g/m^3). Zehirli maddeler ise suda çok küçük derişimlerde bulunmaları halinde bile ($1,0 \text{ g/m}^3$) insan sağlığına zarar vererek hastalıklara ve hatta ölümlere neden olabilirler. Eser miktarda bile sakıncalı olabilen bu maddeler arasında en önemli grubu “ağır metaller” diye adlandırılan Sb, Ag, As, Be, Cd, Cr, Pb, Mn, Hg, Ni, Se ve Zn gibi elementler oluşturur (Dişli vd 2004).

Sağlıklı ve güvenilir bir içme suyunun temin edilerek tüketiciye ulaştırılması toplum sağlığı için son derece önemlidir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre, gelişmekte olan ülkelerde ortaya çıkan tüm hastalıkların %80'i içme suyundan kaynaklanmaktadır (Balkaya ve Açıkgöz 2004). Çünkü su kalitesi ile sağlık arasında yakın bir ilişki mevcuttur. Hijyenik olmayan sularla pek çok hastalık etkeni (*Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* (*E. coli*), *Aeromonas hydrophyla* ve *Shigella*) insanlara geçebilmekte ve önemli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir (Cartwrigh 2003).

Tüm canlıların yaşamı için gerekli unsurların başında yer alan su, yer üstü ve yer altı su kaynaklarından temin edilmektedir. Doğada devamlı sirkülasyon halinde bulunan sular, tüketim noktasına ulaşıncaya kadar bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik ajanlarla kirlenebilmekte ve hijyen yönünden ciddi sağlık problemlerine neden olabilmektedir (Günşen vd 2000).

Günümüzde içme suları ile insan sağlığı arasındaki ilişki açıklıkla saptanmış bulunmaktadır. Bu nedenle, içme suyu temin sistemleri ile tüketiciye ulaştırılan içme sularının istenilen kaliteyi sağlaması son derece önemlidir. Bu konuyla ilgili tüm kuruluşlara büyük sorumluluklar düşmektedir. Tüketiciye ulaştırılan suyun kalitesi su kaynağının kalitesi, arıtımından dağıtıma kadar olan her aşamaya gereken hassasiyetin gösterilmesi ve içme suyu standartlarını dikkate alarak uygun su kalitesinin sağlanmasına bağlıdır (Aktürk 2009).

Su kalitesinin belirlenmesinde sadece kimyasal analiz yöntemlerinin kullanılması tek başına yeterli değildir. Bu nedenle biyolojik ve kimyasal analiz yöntemleri destekleyici olarak geliştirilmiştir. Suda belirli organizma veya organizma gruplarının bulunması belirli bir örnekleme noktasında haftalık veya aylık su kalitesini gösterebilmekte; bu organizma gruplarının bulunmaması ise rutin kimyasal örneklemelerde gözden kaçabilen kesikli bir atık deşarjı veya kirleticinin varlığına işaret edebilmektedir. Birçok canlı organizma yaşadıkları ortamdaki değişikliklere ister insan kaynaklı isterse doğal kaynaklı olsun hassasiyet gösterebilmektedir (Gülboy 2004).

Yeryüzünün %75'i, insan vücudunun %70'i ve kanın %78'i sudur (Mutluay ve Demirak 1996). Yeryüzündeki su kütesinin %97'sini okyanuslar ve denizler, %2'sini göller, akarsular ve yer altı suları, %1'ini ise buzullar ve kar oluşturmaktadır. Su uygarlık tarihi boyunca kişisel hijyen, sulama, endüstriyel üretim ve elektrik enerjisi üretimi gibi birçok farklı amaçla kullanılmıştır. Ancak yirminci yüzyılın başında başlayan hızlı sanayileşme, kentleşme ve nüfus artışı, doğal kaynaklar üzerindeki kullanım baskısının artması, beraberinde çevre kirliliği olarak adlandırılan insan yaşamını ve çevresini tehdit eden büyük bir tehlikenin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Çevreye verilen katı ve sıvı

atıkların çeşidinin ve miktarının günden güne artması toprak, hava ve su kirliliğine neden olmaktadır (Aktürk 2009).

Su kirlenmesi, su kalitesinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik niteliklerinin suyun herhangi bir şekilde kullanımını sınırlayacak şekilde değişim göstermesi olarak da tanımlanabilmektedir. Su kirlenmesinin başlıca nedenleri; hızlı nüfus artışları ve kentleşme ile artan evsel atıklar, endüstriyel tesislerden çıkan atıklar, tarımda kullanılan pestisit, biyolojik çevrim ve doğal taşınmalardır (Samsunlu 1987; Kütük 1989). Kirlenme bir fiil veya aksiyon olmayıp bir su yatağına herhangi bir kirleticinin fazla miktarda girmesi sonucu oluşan bir durumdur (Karpuzcu 1996).

Canlıların yaşaması için mutlak gerekli olan su, kirletici faktörlerle kirlendiğinde canlı yaşamını tehdit etmektedir. Bu nedenle suyun kullanılabilir olması için dünyaca kabul görmüş bazı standartları taşıması gerekmektedir (Aktürk 2009). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Avrupa Birliği (AB) gibi uluslararası kuruluşlarca içme ve kullanma suları ile ilgili belirlenen standartlar birçok ülke tarafından kabul edilmiştir. Ülkemizde de yapılan son değişikliklerle içme suları ile ilgili standart ve yönetmelikler, bu kuruluşlarla uyumlu hale getirilmiştir (Alemdar vd 2009). Sağlık Bakanlığının, insani tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmeliğinde ve Türk Standartları Enstitüsü 29 Nisan 2005 tarihli ve TS 266 sayılı standardında yüzeysel sularda aranması gereken fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kriterler belirtilmiştir (Aktürk 2009). Çizelge 1.1’de TSE’ ye göre yüzey sularında aranan bazı parametre değerler verilmiştir.

Çizelge 1.1. Türk Standartlar Enstitüsü'ne göre yüzeysel sularda aranan bazı parametrik değerler (Yakıcı 2010).

Parametreler	Yönetmelik Değerleri
Renk	Tükeciilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok
Bulanıklık (NTU Birimi)	Tükeciilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok
İletkenlik (20°C'de $\mu\text{s}/\text{cm}$)	400 - 2500
pH	$\geq 6,5$ ve $\leq 9,5$
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	3 - 8
Sıcaklık (°C)	12 - 25
Klorür (mg/L)	25 - 250
Nitrit (mg/L)	0,1 - 0,5
Nitrat (mg/L)	25 - 50
Sülfat (mg/L)	25 - 250
Fosfat (mg/L)	5 - 50
Sodyum (mg/L)	20 - 200
Amonyum (mg/L)	0,05 - 0,5
Potasyum (mg/L)	10 - 12
Magnezyum (mg/L)	10 - 50
Kalsiyum (mg/L)	100 - 200
Demir (mg/L)	0,1 - 0,3
Mangan (mg/L)	0,1 - 50
<i>C. Perfringens</i>	0/250 mL
<i>E. coli</i>	0/250 mL
Toplam koliform	0/250 mL

Suların kirliliğine neden olan faktörleri evsel ve endüstriyel kökenli atık sular şeklinde sınıflandırabiliriz. Evsel kökenli atıkları okul, yurt, otel, ev gibi mesken bölgelerinde günlük ihtiyaçlar sonucu oluşturulan çöpler ve kanalizasyon suları meydana getirmektedir. Kanalizasyon suları ise genellikle insan dışkı ve idrarını içermektedir.

Günümüzde geliştirilen bazı araçlar çöplerin öğütülerek kanalizasyon sularına verilmesini sağladığından büyük oranda organik atığın su kaynaklarımıza girmesine ve bakteri sayısının artmasına neden olmaktadır (Tofan 2008). Mutfak, banyo, diğer temizlik amaçlı kullanılan sular ve kanalizasyon içeriği evsel kökenli atık su karakterinin ana bileşenleridir. Genel anlamda evsel atık sular benzer karakter gösterse de kişilerin hayat farklılıklarına bağlı olarak kirleticiler düzeyinde çeşitlilik ve konsantrasyon farklılığı olabilir (Toroğlu 2003). Endüstriyel işlemler sonucu oluşan ve hiçbir ekonomik değeri olmayan organik veya inorganik zehirli maddelere endüstriyel atıklar denilebilir. Endüstriyel atıklar, miktarı bakımından değil kirletici türleri açısından önemlidir. Bu tür atıklar bileşimleri bakımından problemlidir. Bazı maddeler doğal olmayan yapısal bileşime sahip olup normal şartlarda tabiatta bulunmazlar fakat endüstriyel faaliyetler sonucu oluşup doğaya verilirler (Başbüyük 1998).

19. yüzyıl başlarında Türkiye ve Avrupa'da birçok ülkede kanalizasyon suları nehirlere akıtmaya başlanmış ve böylece yalnız büyük nehirler kirlenmekle kalmamış, aynı zamanda yer altı suları da kirlenmiştir. Bu olaylar sonucu bazen sanayi ve tarım bazen de evlerde kullanılan sular önemli sayılabilecek derecede kirlenmiştir (Toroğlu 2003).

Suya karışan veya içerisinde bulunan bir takım kimyasal maddeler zehirli etki yapabildiği gibi kolera ve tifo gibi hastalıklar da insandan insana su yoluyla bulaşabilmektedir. Bu mikroorganizmalar insan dışkı ile sulara karıştıklarında suyu içen diğer insanların hastalanmasına yol açabilmektedirler. Sularda kirlilik göstergesi olarak yapılan mikrobiyolojik ekimlerde üreyen *E. coli* kullanılmaktadır. *E. coli* insan ve hayvanların bağırsaklarında yaşamaktadır. Bu bakterinin varlığı su içerisine insan veya hayvan dışkısının karıştığını, eğer hastalıklı bir kişinin dışkısı da karışacak olursa büyük salgınların oluşabileceği göz ardı edilmeyecek bir gerçektir (Tofan 2008).

Su ve kaynaklarında yüksek sayıda koliform grubu bakteri bulunması özellikle bebek ve çocuklarda enterik patojenlere yakalanma riskini oldukça artırmaktadır. Zayıf sanitasyon şartları enterik patojenlere maruz kalmada çok önemli olduğundan, içme

suları gelişmekte olan bölgelerde mikrobiyal patojenlerin salgın oluşturmada önemli bir kaynaktır. Hijyenik kalitesi düşük nitelikli sular yüzünden dünyada yaygın olarak başlıca bulaşıcı diyareden dolayı meydana gelen yılda 1,7 milyon ölüm vakasının %90'ı çocuklarda ve hemen hemen hepsi gelişmekte olan ülkelerdedir (Nwachuku and Gerba 2004).

Suyun sağlık açısından kalitesini denetlemenin en iyi yolu suya enterik bakterilerin karıştığına belirtisi olan mikroorganizmaların araştırılmasıdır. Bu amaçla basit yöntemlerle saptanabilecek etkenlerin araştırılması yoluna gidilmektedir. Koliform bakteriler suda kolayca saptanabildiği ve sayılabildiği için suyun kalitesinin belirlenmesinde uygun bir mikrobiyal indikatör olarak kabul edilmiştir (Töreci 1992). Suyun dışkı ile kirlendiğinin belirtisi olan bakteriler *Enterobacteriaceae* familyasının üyesi olan, 44,5°C'de üreyebilen, laktozu asit ve gaz oluşturarak fermente edebilen, indol (+), ısıya toleran *E. coli* ve laktozu 37°C'de fermente edebilen indol (-) *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* gibi total koliformlardır (WHO 1996). Bağırsak bakterilerininin karıştığı suların içilmesi, bu bakterilerin bireyler arasında aktarımına neden olmaktadır. Antibiyotiklere direnç genlerinin bu bakteriler içerisinde yer alan *E. coli* ile taşınması toplumda dirençli su oranını artırmaktadır. Su ile bulaşan enfeksiyonların çoğunluğu, nedeni saptanamayan gastroenterit şeklinde seyretmektedir (Demirtaş 1997).

Koliform grubu bakterilerin doğal habitatları, sıcakkanlı hayvanların bağırsakları olduğu gibi bunlar bitki veya toprak kökenli olabilirler. Koliform grubu bakteriler içinde sadece *E. coli* bağırsak kökenlidir ve dolayısıyla *E. coli* bulunan bir örnek doğrudan veya dolaylı olarak (kanalizasyon suyu aracılığıyla) dışkı ile bulaşmış kabul edilmektedir (Özaslan 2009). *E.coli*, *Enterobacteriaceae* familyasına ait, gram negatif, çubuk şeklinde, fakültatif anaerob, spor oluşturmeyen, peritratik flagellası ile hareketli bir bakteri olup insan ve çoğu sıcakkanlı hayvanların doğal bağırsak florasında bulunmaktadır (Ünlütürk ve Turantaş 1998). Ortalama 1,1-1,5x2,0-6,0 µm boyutlarındadır. Laktozu fermente ederler. Optimum üreme sıcaklığı 37°C olup 7-46°C' ler arasında üreme görülür. pH 4,4 ile pH 9,0 değerlerinde canlılığını

koruyabilmektedir. Minimum a_w (su aktivitesi) değeri 0,95 değerindedir (Çokay 2011). *E. coli* fekal kirlenmenin varlığını göstermek için en uygun bakteri olmakla beraber alternatif olarak fekal koliformlar içme suyunun kalitesinin belirlenmesi ve sürveyansı için izleme programlarının düzenlenmesinde ilk seçilecek mikroorganizmalardır. Ayrıca yapılan arıtma işlemlerinin yetersizliğini göstermek amacı ile de kullanılmaktadır. Dezenfeksiyona enterik virüsler ve protozoonlardan daha duyarlıdırlar. Diğer taraftan total koliform bakteriler fekal patojenlerin veya fekal kirlenmenin varlığını göstermek için değil, su depoları ve dağıtım sistemlerinin temizliği ve güvenliğini değerlendirmek ve su arıtma yöntemlerinin etkisini araştırmak amacıyla indikatör olarak kullanılmaktadırlar (Kısa 2005). Sulardaki fekal kontaminasyonun belirlenmesinde indikatör mikroorganizmalardan *E. coli*'nin izolasyonu önemli bir kriter kabul edilmektedir (Edberg *et al.* 2000).

İçme ve kullanma sularından kaynaklanabilecek en önemli sağlık sorunlarının başında sularda bulunan hastalık yapıcı mikroorganizmalar aracılığı ile geniş halk kitlelerinde salgın hastalıklar meydana gelmesidir. Bu nedenle içme ve kullanma sularının mikrobiyolojik kontrolü halk sağlığının ve çevre mikrobiyolojisinin en önemli faaliyet alanlarından birisidir. Özellikle *E. coli* bakterisinin tanımlanmasından sonra sularda bu mikroorganizmanın varlığının saptanması, diğer mikroorganizmaların da olabileceğini gündeme getirmiş ve 1910'lu yıllardan itibaren, günümüzde de bir takım değişikliklerle kullanılmaya devam edilen "Çok Tüplü Analiz Yöntemi (En Muhtemel Sayı Yöntemi)" kullanılmaya başlanmıştır. Ancak bu analiz yönteminin birtakım sınırlama ve yanlış negatif sonuç verebilme olasılığının bulunmasının anlaşılması üzerine, 1970'li yıllarda "Membran Filtrasyon Yöntemi" olarak adlandırılan yeni bir analiz yöntemini geliştirilmiştir (Hasde vd 2002).

Su kaynaklarının kontaminasyonu ve mikrobiyolojik kalitesi çeşitli yöntemlerle belirlenebilmektedir (Kireççi vd 2006). Bu amaçla hızlı sonuç verebilen, pratik ve tekrarlanabilirliği olan Hidrofobik Grid Membran Filtrasyon (HGFM) tekniği geliştirilmiştir (Rose *et al.* 1975). Hidrofobik grid membran filtrasyon tekniği, 1974 yılında Sharpe ve Michaud adlı araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Araştırmacılar suyu

iten ve toksik olmayan bazı mumsu yapıdaki materyallerin mikroorganizma kolonilerinin büyümesine ve yayılmasına engel olduğunu saptamışlar ve buna dayanarak tek bir hidrofobik grid membran filtre üzerinde çok sayıda bakteri kolonisinin sayılabılmesine olanak tanıyan bu yöntemi geliştirmişlerdir. Bu yöntemle tek bir membran filtre üzerinde 10^4 bakteri kolonisi sayabilmektedir. Hidrofobik grid membran filtreler üzerinde 40x40 olmak üzere 1600 adet küçük bölme bulunmakta ve mikrobiyal gelişme sonucu mikroorganizmalar bu hücreler içinde dairesel koloniler oluşturmaktadırlar. HGMF'lerde hidrofobik hücreler ve bu hücreleri birbirinden ayıran bölmeler kolonilerin yayılmasını ve birbirine karışmasını engellemekte, bu durum sayım kolaylığı sağladığı gibi bir filtre üzerinde yaklaşık 10^4 bakteri kolonisinin bir arada sayımına da olanak tanımaktadır (Durak 2006).

Kullanılan membran filtreler sadece gıda mikrobiyolojisinde mikrobiyolojik kontrol amacı ile değil, sterilizasyon amacı ile de kullanılmaktadır. Isıl işlem uygulanamayan başta antibiyotikler ve vitaminler olmak üzere mikrobiyolojide kullanılan bazı besiyeri bileşenleri membran filtrasyon ile sterilize edilmektedir. Benzer şekilde bakteriyofaj çalışmalarında da faj izolasyonu için membran filtrelerden yararlanılmaktadır. Yeterli deneyim kazandıktan sonra sistemin uygulanışı katı besiyeri kullanılan yöntemler ve En Muhtemel Sayı Yöntemi (EMS) yönteminden daha kolaydır. Bu yöntemde ticari olarak pazarlanan ve besiyeri emdirilip kurutulmuş özel pedlerden oluşan steril besiyerlerinin kullanılması halinde besiyeri hazırlamaya gerek kalmaz. Bunun yanında amaca uygun olarak standart petri kutularında hazırlanan klasik katı besiyerleri de bu uygulamada başarılı bir şekilde kullanılabilir (Çakır 2000).

Membran filtrasyon yönteminde kullanılan filtreler kurutularak ve sterilize edilmiş saydam plastik, cam vb. ambalajlar içinde uzun süre korunabilmekte, hatta mikroorganizmaya zarar vermeden kurutulan filtreler ileri çalışmalarda kullanılmak üzere mektupla dahi başka laboratuvarlara gönderilebilmektedir. Bu gibi üstünlükler diğer sayım ve/veya arama yöntemlerinde yoktur. Tüm bu üstünlüklerine karşın membran filtrasyon yönteminin kullanımında bazı sınırlamalar vardır. Suda tam olarak eriyebilenlerin dışında kalan katı gıdalar ile boza ve şeftali suyu gibi pulplu sıvılar

normal filtrasyon işlemi ile membran filtreden geçirilemezler. Benzer şekilde normal yağlı süt de kolaylıkla filtre edilemez. Bununla beraber, bu gibi gıdaların filtrasyonu için özel çözümler ve/veya enzimler ve/veya ön filtre kullanımı ile membran filtrasyon yöntemi pek çok katı gıda da başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Çizelge 1.2’de filtrasyon aşamasında kullanılan enzimlere örnekler verilmiştir.

Çizelge 1.2. Membran Filtrasyonda Kullanılan Enzimler (Çakır 2000).

Gıda	Enzim	Gıda	Enzim
Yağsız süttozu	Tripsin	Kek karışımları	Amilaz
Çiğ süt	Tripsin	Meyve püreleri	Pektinaz
Yağsız süt dışındaki diğer sıvı süt ürünleri	Tripsin	Lesitin	Lesitinaz
Dondurma; Stabilizer kullanılmamış	Tripsin	Yumurta; sıvı ya da toz	Tripsin
Dondurma; Gum içeren	Hemiselülaz	Peynir tozları; spray dried	Selülaz ya da Proteaz
Dondurma; selülaz türevleri içeren	Selülaz	Gumlar	Hemiselülaz
Süt; spray dried	Tripsin	Turunçgil suları	Pektinaz
Peynirler	Tripsin	Bebek mamaları	Tripsin
Çiğ et	Tripsin	Sodyum kazeinat	Proteaz
Ekşi krema	Diastaz	Çikolata	Amilaz
Yoğurt	Tripsin	Pişmiş et	Tripsin
Tereyağı	Triton X-100	İstiridye	Tripsin
Margarin	Triton X-100	Kahvaltılık tahıllar	Selülaz

Bu enzimler tek başlarına kullanılacakları gibi süt ürünlerinde olduğu gibi somatik hücreleri ve yağları parçalamak amacı ile kombine olarak da uygulanabilmektedirler (Çakır 2000).

Zaman içerisinde suların mikrobiyolojik kontrolüne yönelik çok sayıda analiz yöntemi geliştirilmiş olmakla birlikte, analiz yöntemlerinde kullanılan cihaz veya malzemelerin hemen her mikroorganizma için farklı olması, mevcut analiz yöntemlerinin genelde mikroorganizmaları kültür ortamında üretmeye yönelik olmalarından dolayı uzun zamanda sonuç vermesi ve 1990'lı yıllardan itibaren indikatör mikroorganizma olarak adlandırılan ve suyun mikrobiyolojik kalitesini ortaya koyduğu düşünülen mikroorganizmalar dışında kalan çok sayıda mikroorganizmanın da içme sularında bulunabileceğinin saptanması; güvenilir ve hızlı analiz yöntemlerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır (Hasde 2002).

Su kalitesi tayini çalışmalarında membran filtre tekniği, günümüzde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Çünkü standart tüp tekniğinden daha az laboratuvar teçhizatına gereksinim göstermektedir. Membran filtrelerde, tüp tekniğindeki tamamlama deneyine karşılık gelen besiyeri kullanarak ve istenilen süre ve sıcaklıkta inkübasyon yaparak, bir defada koliform bakteri tayini yapılmaktadır (Muslu 1985).

Sularda mikrobiyal kontaminasyon varlığının saptanması, klasik geleneksel yöntemlerle çok uzun zaman almaktadır ve zordur. Çünkü her bir mikroorganizmanın tek tek izolasyonu, sayımı ve identifikasyonu zaman almaktadır. Bu nedenle mikrobiyal kontaminasyonun saptanması için hızlı yöntemlere gereksinim vardır. Hızlı bir yöntem olan PZR, DNA zincirinin bilinen bir parçası arasında uzanan özel bir DNA bölümünün enzimatik olarak çoğaltıldığı in vitro bir tekniktir. Başlangıçta belli bir genin sadece küçük bir parçası elde edilirken, günümüzde PZR kullanılarak birkaç saat içinde tek bir gen kopyasından milyonlarca kopya çoğaltılabilmektedir. In vivo şartlarda bölünen bir hücrede DNA'nın replikasyonu çeşitli enzimler tarafından düzenlenen ve genomun kopyalanması ile sonuçlanan bir işlemdir. Bir test tüpü içerisinde gerçekleştirilen PZR'da, in vivo çoğalma örnek alınmıştır. Yalnızca DNA polimeraz enzimi yardımı ile genomun tamamı değil, spesifik bölgelerinin kopyalanması gerçekleştirilmektedir. Kullanılan polimeraz enzimine bağlı olarak kopyalanarak çoğaltılacak olan bölgenin uzunluğu Taq DNA polimeraz için iki kilobazdan (kb) küçük, daha komplike enzim veya enzim karışımları ile beş kb'dan daha büyük, hatta 40-50 kb'a kadar

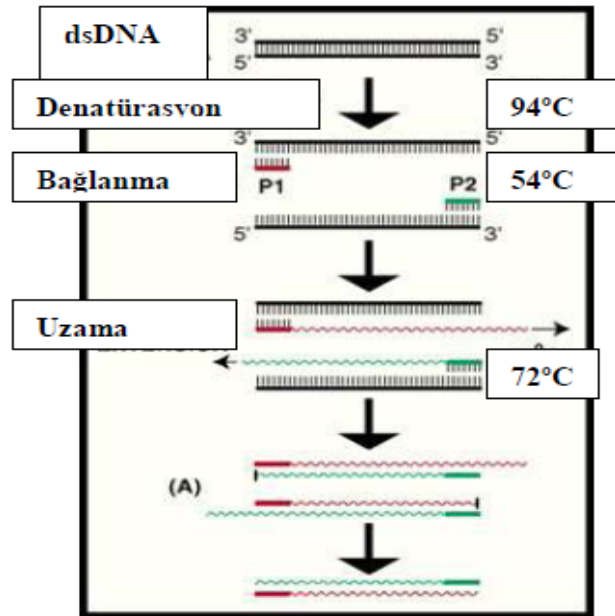
olabilmektedir. In vivo şartlarda DNA replikasyonu esnasında enzimler ilk olarak DNA'nın çift zincirli yapısını bozarak tek zincirli hale geçişini sağlamaktadır. Daha sonra RNA polimeraz sentezlenir ve replikasyon başlangıç bölgesinde, tek zincirli hale dönüştürülmüş DNA zincirlerinden birisine komplementer RNA'nın oluşumu sağlanmaktadır. Bu DNA/RNA heterodupleksi DNA polimerazın saldırısı için bir başlatıcı bölge rolü oynamaktadır. Böylece DNA'nın komplementeri sentezlenmektedir. PZR çalışmalarında reaksiyonun gerçekleşmesi için küçük miktarda hedef DNA (1-100 ng kadar) içeren örnek çalışma solüsyonu içerisine ilave edilmektedir. Daha sonra örnekteki hedef çift sarmal (ds) DNA'nın, tek sarmal (ss) DNA'ya dönüştürülmesi sağlanmaktadır (denatürasyon). Tek sarmal DNA iplikçiklerinin karşısı, 20-30 baz çifti (bç) uzunluğundaki sentetik oligonükleotit diziler, DNA/RNA heterodupleksini oluşturmak üzere primer gibi kullanılmaktadır. Spesifik bir bölgenin amplifikasyonu için hedefi sınırlamak amacıyla ikinci primer kullanılmaktadır. Primerlerden birisi ssDNA zincirinde başlatıcı bölgeyi oluştururken, ikincisi de diğer zincir üzerinde sonlandırıcı bölgeye bağlanmaktadır (annealing). Taq DNA polimeraz enziminin yardımıyla, primerlerin bağlandığı bölgeden itibaren her ssDNA zincirinin komplementeri oluşturulmaktadır (extensiyon). Böylece iki adet dsDNA oluşmaktadır. Oluşan dsDNA'lar, yeni amplifikasyon için kalıp görevini üstlenmektedirler. Bu işlem 30 siklus tekrarlandığında birkaç saat içerisinde, hedefin milyarlarca kopyası elde edilebilmektedir. PZR temel olarak üç aşamalı bir yöntemdir (Atalay 2006) (Şekil 1.1):

1- Denatürasyon: Çift iplikli DNA'nın birkaç saniye 94-96°C ısı ile tek iplikli DNA'ya ayrılmasıdır (Atalay 2006). Bu sıcaklık derecesinde kuvvetli hidrojen bağları kırılır ve eşleşmemiş bazların sayısı artar. Ortamdaki tüm çift sarmal (ds) DNA, tek sarmal (ss) DNA formuna dönüştüğünde reaksiyon tamamlanır. Mevcut dsDNA'nın yarısının tek sarmal haline dönüştüğü sıcaklık T_m (erime sıcaklığı) olarak bilinir. Kullanılan çözücü, tuz derişimleri ve ortam pH'sı denatürasyon işlemini etkiler (Somma and Querci 1999). Bazı çalışmalarda, amplifikasyon siklusları başlamadan önce 3-5 dakikalık bir ön denatürasyon işleminin, özellikle denatürasyonu zor olan kalıp DNA'lar için yararlı olduğu bildirilmiştir (Tomkins 1992).

2- Bağlanma (Annealing): Örnek birkaç dakika 30-60°C'de tutularak primerin ssDNA'daki hedef bölgelere hibridizasyonu sağlanmaktadır. Bu hidrojen bağlarının yardımı ile olmaktadır. Bağlanma ısısı sadece DNA/DNA eşleşmesine imkan sağlayacak kadar yüksek olmalıdır (Atalay 2006). Primerlerin yapısı erime derecelerine göre hesaplanarak optimize edilebilirse de, yaklaşık olarak 20 baz çifti uzunluğa sahip primerlerin kullanılması halinde 54°C olarak belirlenmesi optimal sonuçları vermektedir (Durmaz 2004).

3- Uzama (extensiyon=elongasyon): Polimeraz enzimi yardımı ile ssDNA kalıplarına bağlanan primerlerin 5' _ 3' yönde uzatılmasıdır (Atalay 2006).

DNA zincirinin tamamlayıcısını sentezlemesi için 65-72°C birkaç dakika beklenir. Taq DNA polimerazı optimal uzama ısısında yani 72-78°C arasında 2000 nükleotid/dakika hızında çalışır. Ancak tüm sikluslarda enzimin aynı performansı göstermesi beklenemez. Başlangıç sikluslarında dakikada bir kb uzunluğunda uzama beklenirken, siklus sonlarına doğru uzama hızı bir miktar azalır (Durmaz 2004; Atalay 2006). Şekil 1.1'de PCR aşamaları verilmiştir.



Şekil 1.1. PCR aşamaları (Atalay 2006).

Bu araştırmanın birinci amacı Erzurum il merkezinde bulunan farklı çeşmelerden alınan içme suyu örneklerinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yaparak bu suların içme ve kullanma kalitesinin belirlenmesiydi. Diğer bir amacı ise izole edilecek *E. coli* bakterisinin moleküler tiplendirilmesinin yapılmasıydı.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Hayatın varlığı ve sürdürülmesi için vazgeçilmez olan suyun sağlığa uygun olması önemlidir. Sağlığa uygun su, renksiz, kokusuz, tadı hoş, berrak, nötr ya da hafif alkali olur. Organik madde, amonyak, nitrit, nitrat, deterjan içermez; kurşun, arsenik, kadmiyum, siyanur, krom, civa, nikel gibi ağır metalleri, pestisidleri ve polisiklik aromatik hidrokarbonları içermez. Suda kalsiyum, fosfor, sodyum, potasyum, demir, çinko, bakır, krom, iyot, selenyum ve magnezyum gibi vücuda gerekli olan minerallerin ise uygun miktarlarda bulunması istenir. Suyun bakteriyolojik analizinde *E. coli* ve koliform bakteriler olmamalıdır (Dedeakayoğulları ve Önal 2009).

Tuğrul vd (2005), yaptıkları çalışmada 2001 ile 2005 yılları arasında Antalya Körfezi kıyısında yer alan yüzme ve eğlence amaçlı sulardan örnekler almışlardır. Mavi berrak yüzme suyu ölçütlerine göre, su örneklerinde toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokok analizleri yapmışlar ve koliform bakteri sayısının özellikle son 2 yılda artış eğilimi gösterdiğini belirlemişlerdir.

Alemdar vd (2009), Bitlis merkez ve ilçelerindeki (Adilcevaz, Ahlât, Güroymak, Hizan ve Tatvan) içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerini incelemişlerdir. İlkbahar ve sonbahar mevsimlerinde bölgedeki depo ve musluk sularından alınan toplam 164 örneği materyal olarak kullanılmışlardır. Çalışmada toplam aerob bakteri sayımında dökme plak yöntemi enterokok, koliform, *E. coli* ve sülfid indirgeyen anaerob'ların aranmasında membran filtrasyon yöntemi ve fizikokimyasal analizlerde standart metotlar kullanmışlardır. Örneklerde belirlenen fizikokimyasal verileri standart değerlere göre uygun bulmuşlardır. Ancak, mikrobiyolojik analizler sonucunda örneklerin %30'u enterokok, %12'si koliform, %24'ü sülfid indirgeyen anaerob ve %8'i *E. coli* yönünden standartlarda bildirilen kriterlere uygunluk göstermediğini belirlemişlerdir. Ortalama pH, Na ve Mg düzeyleri ile *E. coli* dışında tüm bakterilerin pozitiflik oranı sonbahar mevsiminde daha yüksek bulunmuştur.

Anar ve Gülşen (1997), Bursa il merkezinde içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada toplam 100 adet içme ve kullanım suyu numunesini mikrobiyal, kimyasal ve fiziksel analizlere tabi tutmuşlardır. Numunelerin %78'nin mikrobiyal, %14,06'sının kimyasal, %3,13'ünün de fiziksel özellikler bakımından TSE'de belirlenmiş kriterlere uygun olmadığını saptanmışlardır.

Yapılan bir çalışmada Ocak-Mayıs 2001 tarihleri arasında Mamasın Baraj Gölü'nü besleyen kaynaklarda belirlenen istasyonlardan ayda bir kez örnek alınmıştır. Kaynakların genelde I. sınıf su kalitesinde olduğu ve arıtma işleminden sonra içme suyu kriterlerine (WHO, AB ve TS266) uygun hale getirildiği belirlenmiştir (Alaş ve Çil 2002).

Arık vd (2008), Bursa ilinin içme ve kullanma sularını 5 yıl boyunca bakteriyel kirlilik bakımından araştırmışlardır. Koliform bakteri ve *E. coli* yüküne bakmışlardır. Laboratuvara bu amaçla getirilen su numuneleri (100 mL'lik steril renkli şişelerle) en muhtemel sayı yöntemiyle üçlü tüpe (3 tüpe 10, 1 ve 0.1 mL'lik ekim) ekilerek pozitif sonuç veren tüplerden doğrulama deneyi için brillant green besiyerine örnek alınmış ve pozitif çıkan tüpler tamamlama deneyine tabi tutularak sonuçlar değerlendirilmiştir. Pozitif çıkan örneklerin içme ve kullanma suyu olarak kullanılmasının uygun olmayacağını rapor etmişlerdir.

Gökçen (2011), Erzurum merkez halk çeşmeleri ve şebeke suları ile ilçe merkez şebeke sularından, tesadüfi olarak seçilmiş ev ve resmi kurumlardan toplandığı 1403 adet su numunesini mikrobiyolojik, 258 adet su numunesinide bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından incelemiştir.

Bursa İli içme suyu dağıtım sisteminde meydana gelen bakteriyel değişimlerin ve bunları etkileyen mikro-çevresel incelendiği bir çalışmada arıtma tesisinin 5 farklı noktasından alınan örneklerde pH, bulanıklık, klor, nitrat, fosfat, amonyum azotu, toplam organik karbon (TOK), heterotrofik bakteri sayısı (HBS), toplam koliform ve asimile edilebilir organik karbon (AOK) ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen verilere göre

TOK, AOK ve amonyum azotu azalırken heterotrofik bakteri sayısı artmış ve mikro-çevresel faktörlerin bakteriyel çoğalmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Teksoy vd 2005).

Erkan ve Vural (2006), Dicle Nehri'nin Diyarbakır'dan geçen bölümünün hijyenik kalitesini saptamak amacıyla Mayıs - Temmuz 2005 ayları arasında seçtikleri 10 istasyondan her ay aldıkları su örneklerini analiz etmişlerdir. Bu amaçla örneklerde toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB), Enterobacteriaceae, koliform, *E. coli*, *Staphylococcus-Micrococcus*, *Staphylococcus aureus*, maya ve küf, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica* ve anaerob bakteri sayımı yapmışlardır. Örneklerdeki koliform ve *E. coli* kontaminasyonunun sırasıyla %100 ve %90 olarak bulmuşlardır.

Çelfiş (2010), 10 farklı firmaya ait toplam 127 adet kaynak suyu örneğinde, toplam aerobik mezofilik bakteri, koliform, enterokok ve sülfid indirgeyen anaerob bakteri sayımı yapmıştır. Örneklerin 75 tanesinin (%59,1) analiz edilen tüm bakteriler yönünden ilgili yöntemliğe uygun olmadığını saptamıştır. Saptadığı bakteri sayılarının halk sağlığı açısından önemli düzeyde olmamakla birlikte kaynak suyu işletmelerinde HACCP sisteminin etkin olarak uygulanmasının önemli olacağı sonucuna varmıştır.

Bulut ve Tüfekçi (2004), Trabzon iline içme ve kullanım suyu sağlaması planlanan Atasu Barajının sularını taşıyan Kalyan Akarsuyunun su kalitesi incelemiştir. 3 ayrı noktadan yaklaşık bir yıl boyunca ayda bir örnek olarak su kalitesi belirlemiştir ve bundan yararlanarak henüz gerçekleşmemiş bir yatırımın çevresel etkilerinin tahmin edilmesi bakımından çok önemli bir araç olan matematiksel modelleme oluşturmuşlardır. Araştırma süresince bazı aylarda ölçülen toplam sertlik, bulanıklık, orto-fosfat, deterjan, toplam krom değerleri standart değerlerin üstünde çıkmış, diğer parametreleri ise normal kalite değerleri seviyesinde bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmalar ışığında incelenen parametrelerin akarsu boyunca nasıl dağılım gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada Elazığ ili ve çevresindeki çeşme sularının iyot seviyelerini araştırılmış ve bazı çeşme sularında iyot eksikliği tespit edilmiştir (Peker 1992).

Şen (2008), Van'a 25 km uzaklıkta Gürpınar ilçesinin 6 km. güneybatısındaki kaynak suyunu ve tarihi bir kanal ve kapalı borularla Van il merkezine gelen Şamran suyunun kalitesi ve mikrobiyolojik özelliklerini yaptığı bir çalışmada incelemiştir. Şamran suyu üzerinde, 2007-2008 yıllarında 4 örnekleme noktasında, yerinde su sıcaklığı, pH, debi, iletkenlik, çözünmüş oksijen, tuzluluk ölçümleri ile alınan su örneklerinde sertlik, alkalinite, kalsiyum, magnezyum, klorür, bikarbonat, ortofosfat, nitrat, nitrit analizleri yapmıştır. Araştırmanın sonucunda, Şamran suyunun akış rejiminin düzensiz olduğunu ve bu düzensizliğin kalite değişimine yansıdığını belirlemiştir.

Koçak ve Güner (2009), araştırmalarında Erzurum şehir merkezinde su dağıtım şebekesinin değişik noktalarından tesadüfî olarak seçtikleri ev, halk çeşmeleri, market, gıda işletmeleri ve resmi kurumlardan toplanan 70 su numunesi alarak bazı kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik analizler yapmışlardır. Su numunelerinin pH, bulanıklılık, sertlik, nitrit, nitrat, kurşun ve flor miktarlarının İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte bildirilen değerlerin üzerinde olduğunu belirlemişlerdir. Örneklerin 34'ünde toplam mezofilik aerobik bakterileri, 9'unda koliform grubu bakteri ve 1 tanesinde ise fekal koliform tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, Erzurum şehir merkezindeki içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesinin İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki (İTASH) Yönetmeliğe uygun olmadığını ve halk sağlığı açısından önemli riskler taşıdığı kanaatine varmışlardır.

Tunç ve Ünlü (2005), atık su örneklerinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin deşarj standartları içinde bulunmayan fakat halk sağlığı açısından önemli olan mikrobiyolojik analizler yapmışlardır. Bu amaçla Elazığ ili atık su arıtma tesisinden aldıkları atık su örneklerinin bakteriyolojik analizlerini yaparak tesisin ve ön çökeltme havuzunun koliform bakteri giderme verimini, tesis çıkış suyu ve alıcı ortam olan Kehli deresinin mikrobiyolojik durumunu belirlemeye çalışmışlardır. Ön çökeltme havuzunda toplam koliformun %43,33-91,87 ve fekal koliformun %44,44 verimle giderildiği ve arıtma

tesisinde toplam koliformun %72,0-99,5 ve fekal koliformun %98,13-99,88 verimle giderildiğini tespit etmişlerdir. Ancak alıcı ortama verilen arıtma tesisi çıkış suyunda mikrobiyolojik kirlenmenin yüksek olduğunu saptamışlardır.

Yapılan bir çalışmada şişe sularının fiziksel ve kimyasal parametreleri, istatistiksel açıdan değerlendirmiştir. Sularda yer alan ve kimi zaman limitleri aşan fiziksel ve kimyasal parametrelerin insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebileceği ifade edilmiştir. Ülkemizdeki şişe ve musluk sularının Ca, Mg ve Na içerikleri Avrupa ve Kuzey Amerika şişe ve musluk suları ile karşılaştırmıştır. Karşılaştırmaya göre şişe sularımızın Ca, Mg ve Na açısından nispeten fakir, musluk sularımızın ise zengin olduğu tespit edilmiştir (Doğdu 2006).

Özkahya (2010), Edirne il merkezi, ilçe ve köylerinde bulunan, içme/kullanım amaçlı kuyu sularının bazı fizikokimyasal özellikleri ile içerdiği makroomurgasız faunasını araştırmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu amaç doğrultusunda, bölgede saptanan 6'sı artezyen, diğerleri yer kuyusu olmak üzere toplam 86 adet kuyuda Nisan 2009 - Mayıs 2010 tarihleri arasında örneklemeler yapmıştır. Her bir lokaliteye ait bazı fizikokimyasal parametrelerin (hava sıcaklığı, su sıcaklığı, pH, elektrik iletkenliği, çözülmüş oksijen, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, sülfat, fosfat, nitrit azotu, nitrat azotu, klorür, tuzluluk ve bikarbonat) ölçülmesinin yanı sıra, kuyu derinlikleri ve su seviyeleri (artezyen kuyuları hariç) de belirlemiştir. Çalışma sonucunda, incelenen kuyuların %65,11'de saptanan yüksek nitrat seviyesi ve %44,1'inin oldukça sert olması nedeniyle bu suların içme ve sulama amaçlı kullanım için uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

Keven (2002), çalışmasında 1988-1995 yılları arasında Elazığ ilinin serbest akan çeşmeleri, Belediye şebekesi ve Harput içme sularında kimyasal ve bakteriyolojik analizler yapmış, nüfus artışına bağlı olarak yerleşim merkezinde bulunan çeşme sularının Gıda Maddeler Nizamnamesine göre kullanılamaz olduğunu rapor etmiştir.

Kıvanç vd (1996), Eskişehir içme ve kullanma sularını bakteriyolojik yönden araştırmışlardır. Gerek toplam bakteri gerekse koliform bakteri yönünden ilkbahar ve yaz aylarında artış tespit etmişlerdir. İçme suyu örneklerinin l'inde, kullanma suyu örneklerinin de 10'unda total bakteri sayısının standartlara uymadığını belirlemişlerdir. Ayrıca içme sularının 88'inde koliform bakteri saptanmışlar ve bu örneklerin tümünde *E. coli* ve fekal koliform belirlemişlerdir. Ayrıca, sadece Nisan ve Haziran aylarında fekal streptokoka rastlamışlardır.

Verep vd (2005), çalışmalarında zengin akarsu kapasitesine sahip Doğu Karadeniz Bölgesinde Trabzon ve Rize illerine sınır olan İyidere'nin su kalitesi araştırmışlardır. Çalışma Kasım 2003-Mayıs 2004 tarihleri arasında yapılmış, numunelerde pH, bikarbonat (HCO_3), karbondioksit (CO_2), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ_5), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), toplam sertlik, nitrit (NO_2), amonyum (NH_4), fosfat (PO_4), askıda katı madde ve alkalinite gibi kimyasal testler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca akış hızı, su sıcaklığı, suda çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve tuzluluk gibi bazı parametreler de değerlendirmiştir. İyidere sularının fiziksel ve kimyasal tüm özellikleri su kirliliği mevzuatında bildirilen kıta içi su kalite standartlarıyla karşılaştırılarak yüksek kaliteli su standartında olduğu tespit edilmiştir.

Kurama and Poetzschke (2002), Eskişehir içme ve kullanma suyu ham su arıtma tesisinde mevsimsel ve endüstriyel tesislerinin üretim ve atık deşarjlarına bağılı olarak zaman zaman belirlenen yüksek amonyum iyon konsantrasyonunun arıtılmış su kalitesinde istenilmeyen kirlenmelere neden olduğunu ve çalışmalarında arıtılmış sudan bu iyonlarını uzaklaştırılması için "Ters Ozmoz (RO)" ve "Nano Filtrasyon (NF)" arıtım yöntemlerini kullanarak bu yöntemlerin etkinliğini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda ters ozmoz yöntemiyle çıkış suyundaki amonyum iyon konsantrasyonunun %95,38 verimle 6,5 mg/L den 0,2 mg/L' ye düştüğünü tespit etmişlerdir.

Kireççi vd (2006), Kars ve Sarıkamış askeri birliklerinde kullanılan içme sularının mikrobiyolojik kalitesi ve *E. coli*'nin varlığını araştırdıkları çalışmalarda membran filtrasyon yöntemini kullanmışlardır. Sulardan fekal koliformların belirlenmesinde

standart yöntemlere alternatif olarak kabul edilen bu yöntemle su kaynaklarından 6 ay süresince toplanan 1469 adet su numunesi analiz edilmiştir. Su numunelerinin %30'unda *E. coli* izole etmişler ve bu durumun su kaynaklı enfeksiyonlara yol açabileceğini rapor etmişlerdir.

Durak vd (2007), Konya Büyükşehir Belediyesi tarafından işletilen 20 adet derin sondaj kuyusu sularında kültürel sayım ve üçlü tüp yöntemi kullanarak total koliform ve *Pseudomonas* sayımı yapmışlardır. Dilüsyon-plak yöntemi ile inceledikleri 98 adet su örneğinde total jerm sayısını 1-100 kob/mL arasında bulmuşlar ve hiçbir su örneğinde *Pseudomonas* tespit edememişlerdir. Üçlü tüp yöntemiyle total koliform sayısını kuvvetle muhtemel sayı tablosuna göre (0) olarak belirlemişlerdir. Bulgular, derin sondaj kuyularından sağlanan Konya içme sularının total koliform ve *Pseudomonas* yönünden temiz, total jerm sayısı yönünden standartlara uygun olduğunu göstermiş ve oda sıcaklığında bekletilen su örneklerinde, total jerm sayısının önemli derecede arttığı gözlemiştir.

Kilis ili şebeke sularının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri içme suyu kalitesi bakımından incelemiş ve bu amaçla, 2009 Ağustos ve 2010 Şubat aylarında, dokuz bölgeden 90 su örneği alınmıştır. İncelenen numunelerin renk, pH, elektriksel iletkenlik, bulanıklık, sertlik, amonyum azotu, nitrit, demir, alüminyum ve arsenik bakımından uygun olduğu belirlenmiştir (Yelekçi 2010).

Dayıoğlu vd (2004), çalışmalarında 2002 yılında Kütahya ili içme suyunun fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik analizlerini yapmışlardır. İçme suyu örneklerini 6 ayrı mahalleden 30 gün aralıklarla almışlardır. Örneklerde fiziksel ve kimyasal olarak bulanıklık, renk, koku, tat, tortu, pH, toplam sertlik, sülfat, klorür, nitrit, amonyak ve nitrat, toplam organik madde ve bakteriyolojik analizleri yapmışlar ve içme sularının WHO, EPA ve TSE içme suyu standartlarına uygun olduğunu saptamışlardır.

Uğur vd (2000), Muğla Üniversitesi atık su arıtma tesisinde, bakteriyolojik (toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokok), protozoolojik (protozoa, helmint, alg ve

mantar) ve fiziko-kimyasal (nitrit, nitrat, fosfat, pH, çözünmüş oksijen, sıcaklık ve BOİ₅) analizler yaparak ve elde ettikleri sonuçları değerlendirmişlerdir. Arıtma tesisi girişindeki bakteriyolojik yükün tesis çıkışında azaldığını, protozoan, alg ve rotifer türlerinden oluşan bir poli-kültürün varlığını tespit etmişlerdir.

Şanlıurfa Balıklı göl sularının bazı kalite özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, iki ayda bir gölün giriş, orta ve çıkış kısımlarından numune alınarak kimyasal analizler yapılmıştır. Mevsimlere göre yapılan değerlendirmede parametrelerin standartlara uygun olduğu rapor edilmiştir (Dişli vd 2004).

Wang and Fiessel (2008), çalışmalarında 174 adet içme suyu örneklerinde membran filtrasyon yöntemi ile *E. coli* ve toplam koliform bakterilerinin araştırmışlardır. Deneyde karmaşık testler olmaksızın toplam koliform ve *E. coli* bakterilerini differential coliform agar (DCA) de gelişimini sağlamışlardır. Sonuçta, hem toplam koliformun hem de *E. coli* bakterilerinin DCA daki standart sapmaları sırasıyla 6.0 ve 6.1 olarak tespit etmişlerdir. DCA ve m-endo arasında 152 içme sularında karşılaştırma aynı olduğunu bulmuşlardır.

Şanlıurfa ve yöresindeki kuyu sularında nitrat ve nitrit düzeylerini belirlemek amacıyla yapılan başka bir araştırmada toplam 83 su örneği spektrofotometrik yöntemle analiz edilmiştir. Analiz edilen kuyu suyu numunelerinde tespit edilen nitrat ve nitrit miktarlarının insani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe uygun olduğu belirlenmiştir (Durmaz vd 2007).

Taş (2006), Derbent Baraj gölünün en geniş rezervuar alanını oluşturduğu yerden seçtiği bir istasyondan aldığı yüzey suyu örneklerini toplam 16 parametre yönünden incelemeye tabi tutmuştur. Böylece göl suyunun su kalitesi ve su ürünleri üretimi açısından verimliliğini saptamaya çalışmıştır. Fiziksel ve kimyasal analiz verilerini değerlendirildiğinde Derbent Baraj gölünün oligotrof-mezotrof göllerle benzer özelliklere gösterdiğini ve su ürünleri yetiştiriciliğine uygun olduğunu rapor etmiştir.

Avcı vd (2006), 2005 yılına ait Tokat ili Halk Sağlığı Laboratuvarına gönderilen 2495 içme suyu örneğini çoklu tp yöntemi ile analiz etmişler ve inceleme sonucunda 2153 (%87,3) rneği içmeye uygun bulurken, 342 (%12,7) rneğin ise uygun olmadığı sonucuna varmışlardır. Toplam 119 (%34,7) rnekte ısıya toleranslı *E. coli*, 223 (%65,3) rnekte ise total koliform tespit etmişlerdir. Ayrıca koliform kontaminasyon seviyelerinin aylara göre değişimini de izlenmişler, şubat ve Haziran aylarında artış olduğunu rapor etmişlerdir.

Van bölgesi su kaynaklarında nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesinin amaçlandığı bir çalışmada Van merkez ve ilçelerindeki (Erciş, zalp, Saray, Muradiye, Çaldıran, Grnar, Gevas ve Edremit) kuyu, dere, eşme, musluk ve depo sularından alınan toplam 366 adet su rneği spektrofotometrik yöntem ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda nitrat düzeyleri kuyu, dere, kaynak/eşme, musluk ve depo sularının sırasıyla 35.927, 5.158, 19.065, 9.609 ve 6.325 olarak saptamıştır. Nitrit düzeyi ise standartlara uygun olarak 0,1 ppm'in altında belirlenmiştir (Ağaoğlu vd 2007).

Kahraman (2007), araştırmasında Konya Garnizonunda yer alan askeri birliklerdeki kullanılan kuyu suları ile şehir şebeke sularının pH, sertlik, iletkenlik, bulanıklık gibi su kalite parametreleri ile bazı ağır metaller yönünden karşılaştırmasını yapmıştır. Bu amaçla 20 farklı noktadan, 5 farklı dönemde aldığı su numunelerini analiz etmiştir. Kuyu suları ile şehir şebeke suları karşılaştırdığında alüminyum, mangan, bulanıklık ve iletkenlik değerleri açısından farklılık olduğunu tespit etmiştir. Kuyu sularında kurşun ve pH'nın, şehir şebeke sularında ise alüminyum ve pH'nın Aralık, Mart, Mayıs, Temmuz ve Eylül aylarında arasında farklılık gösterdiğini belirlemiştir.

Ağaoğlu vd (1999), Van ve yöresinde (Van merkez, Gevaş, Grnar ve Edremit ilçeleri) bulunan kaynak sularının bazı mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kalite parametreleri yönünden Gıda Maddeleri Tüzüğü (GMT) ve İçme Suları Standardına (TS 266) uygunluklarını araştırmışlardır. Çalışmada 15 kaynaktan aldıkları toplam 30 adet su örneğinin mikrobiyolojik olarak %40'nın GMT'ye, kimyasal olarak tamamının GMT ve TSE' ye uygun olmadığını ifade etmişlerdir.

Alışarlı vd (2007), Van ili sularının mikrobiyolojik kirlilik durumunu araştırdıkları bir çalışmada merkez ve ilçelerdeki (Erciş, Özalp, Saray, Muradiye, Çaldıran, Gürpınar, Gevas ve Edremit) kuyu, dere, kaynak/çeşme, musluk ve depo sularından temin ettikleri toplam 366 adet su örneğini analiz etmişlerdir. Bu amaçla mezofil ve psikrofil aerob bakteri, enterokok, koliform, *E. coli* ve sülfid indirgeyen anaerob bakteri sayımları yapmışlardır. Enterokok, koliform, *E. coli* ve sülfid indirgeyen anaerob bakteri sayımında membran filtrasyon, mezofil ve psikrofil aerob bakteri sayımında ise dökme plak yöntemi kullanmışlar ve araştırma sonucunda koliform grubu bakterilerin diğer indeks mikroorganizmalara oranla daha fazla olduğunu ve bazı örneklerde *E. coli* bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Dönderici vd (2010), çalışmalarında Adana Hıfzıssıhha Enstitüsü Müdürlüğü Su Kimyası Laboratuvarına 2009 yılı içerisinde analiz amacıyla gönderilen kaynak sularının fiziksel ve kimyasal kalitelerini araştırmışlardır. Bu amaçla örneklerde renk, tat, koku, bulanıklık, iletkenlik, pH, alüminyum, demir, bor, arsenik, mangan, amonyum, ozon ve bromat parametrelerine yönelik analizler yapmışlardır. Hiçbir örnekte alüminyum, amonyum, demir ve ozon saptayamamışlar. Bromat miktarının yüksekliğini ozonlamaya bağlamışlardır. İçme sularında bor, mangan ve arsenik bulunmasının sağlık açısından risk oluşturabileceğini ifade etmişlerdir.

Abalı vd (2008), Kula ve Gökçeören çevresinde 16 ayrı noktadan aldıkları içme ve kaynak suyu örneklerinde pH, iletkenlik, bulanıklık, toplam sertlik, alkalinite, organik madde, klorür, nitrit, nitrat, SiO₂, sülfat ve demir tayinleri yapmışlardır. Sonuçların TSE 266'ya uygun bulunmakla beraber bazı noktalardaki suların standartlara uymadığını tespit etmişlerdir.

Günşen vd (1997), Bursa Uludağ'da pınar kaynaklarının su kalitesini araştırmak amacıyla kaynakların çıkış noktasından aldıkları toplam 280 adet numuneyi fiziksel olarak renk, bulanık, koku ve tortu, kimyasal olarak pH, toplam sertlik, organik madde, demir ve mangan, klorür, sülfat, nitrit, nitrat, amonyak, arsenik ve siyanür analizine ve mikrobiyolojik olarak toplam aerob bakteri ve koliform bakteri sayımına tabi

tutmuşlardır. Kimyasal analiz sonucunda toplam sertlik ve organik madde yönünden numunelerin %28,57'si ve nitrit bakımından %14,28'inin; mikrobiyolojik analizler sonucunda ise numunelerin %7,69'unun sayımı yapılan mikroorganizmalar bakımında ilgili tüzük ve standartlara uygun olmadığını saptamışlardır.

Adana içme suyundan mevsimsel olarak alınan örneklerde toplam aerob ve toplam koliform sayıları ile izole edilen fekal koliform bakterilerini bilinen bazı antibiyotiklere karşı direncini belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada örneklerde *E. coli*'ye rastlanmamış fakat halkın ortak kullandığı çeşmelerde *Pseudomonas*, *Shigella* ve *Klebsiella pneumonia* tespit edilmiştir (Özaslan 2009).

Adana'da yapılan başka bir çalışmada ise il genelinden İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik hükümlerine göre bölgelerin homojen özelliklerini yansıtacak şekilde köylerde 514, merkez ve beldelerde 142 nokta belirlenmiş ve muhtelif tarihlerde köylerden 899, merkez ve beldelerden 2058 bakteriyolojik su numunesi alınarak bakteriyolojik yönden kirlilik durumu incelenmiştir. Araştırma sonucuna bakılarak bakteriyolojik yönden kirli çıkan bölgelerin su temin sistemleri, kaynağından iç şebeke sistemine kadar araştırılmış ve toplam 407 noktada bakteriyolojik kirlilik tespit edilmiştir. Araştırmada toplam ve fekal koliform bakterilerin tespitinde "Membran filtrasyon tekniği" kullanılmıştır (Acehan 2007).

Yakıcı (2010), Kahramanmaraş'ta 12 adet su kaynağından aldığı numunelerde *Enterobacteriaceae*, toplam aerob ve toplam koliform bakteri sayımı ile fekal koliform bakteri sayımı yapmış elde ettiği toplam 96 izolattan 55'inin *Escherichia coli*, 25'inin *Klebsiella*, 8'inin *Citrobacter* ve 8'ininde *Enterobacter* cinsine ait olduğunu belirlemiştir. İzolatların disk diffüzyon analizi sonuçlarına bakarak bazı suşların amficillin, cefoxitin, ceftriaxone, streptomycin, clarithromycin ve oxacillin gibi antibiyotiklere dirençli olduğunu ifade etmiştir.

Aktürk (2009), Adana - Tufanbeyli arasındaki 15 çeşme suyundan mevsimsel olarak aldığı numunelerde toplam aerob, toplam koliform ve fekal koliform bakteri sayımları

yapmış, izolatların günümüzde sıklıkla kullanılan antibiyotiklere karşı direncini araştırmış ve çoklu antibiyotik dirençliliği (MAR) yüksek çıkan izolatların plazmid profillerini belirlemiştir. İzolatların biyokimyasal analizleri sonucunda, 121'inin *Proteus vulgaris*, 69'unun *E. coli*, 51'inin *Pseudomonas aeruginosa* ve 28'inin de *Citrobacter* cinsine ait olduğu tespit etmiştir ancak 91 izolatu tanımlayamamıştır.

Kasım 2005 ile Eylül 2006 tarihleri arasında Çorum ili sınırları içerisinde yer alan Gölünyazı Gölü'nün su kalitesinin tespiti amacıyla yapılan bir çalışmada periyodik olarak iki ayda bir alınan su örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizler sonucunda fosfat, sülfat, amonyum, nitrat, pH, kalsiyum, magnezyum ve toplam sertlik bakımından suların standartları uygun olduğu fakat BOİ₅, çözünmüş oksijen ve nitrit değerleri bakımından standartlara uygun olmadığı rapor edilmiştir (Özakkoyunlu 2007).

Tan (2006), atık sularda bazı kirlilik parametrelerinin incelendiği başka bir çalışmada 2005 yılında ayda bir olmak üzere dört ay süre ile Çorlu deresinin altı farklı yerinden su örnekleri alınmış ve kimyasal analize tabi tutulmuştur. Örneklerin kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), fenol, amonyum azotu, sülfür, toplam fosfat, pH ve yağ değerlerini belirlemiş ve kimyasal olarak kirlilik seviyesinin sınır değerlerin üzerinde olduğunu ifade etmiştir.

Kanber (2007), araştırmasında, Aydın sulama ana kanalı boyunca seçtiği bir bölgede 15 yer altı ve 4 yerüstü su kaynağından Mayıs, Temmuz ve Eylül aylarında aldığı, toplam 40 örnek üzerinde pH, CO₃⁻², HCO₃⁻¹, NO₂⁻, NO₃⁻, SO₄⁻², Cl⁻¹, sertlik, Na, K, Mg, Ca ve ağır metal (Fe, Mn, B, Zn, Cr, Co, Ni, Cd, Pb) analizleri yapmıştır. Analiz sonucunda Mn, Zn, Br, Co, Cr, Ni, Cd, Pb, organik madde, nitrat, nitrit, karbonat, bikarbonat, geçici sertlik, toplam sertlik, kalıcı sertlik, elektriksel iletkenlik, K, Mg, Na, değerlerinin sulama suları standardında belirtilen sınır değerlerin oldukça üzerinde olduğunu tespit etmiştir.

Erzurum ili şehir merkezinde sosyo-ekonomik ve kültür düzeyi farklı 3 bölgeden seçilen 11 İlköğretim ve 4 Ortaöğretim okulunda tuvalet ve lavabo musluk başları ve

musluklardan akan sulardan örnek alınarak, mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Çalışma sonunda incelenen örneklerin hiçbirisinde koliform bakteriye rastlanmamıştır (Yılmaz 2009).

Dudak (2006), sularda *E. coli*'yi hızlı, güvenilir, hassas ve seçici bir şekilde saptayabilmek için yüzeyi antikor kaplı paramanyetik kürelerden yararlanarak florometrik bir analiz yöntemini geliştirmeyi amaçladığı çalışmasında *E. coli*'ye özgü antikorlarla yüzeyini kapladığı küreleri örneklerle karıştırarak *E. coli*'nin immunomanyetik ayırımını gerçekleştirmiştir.

Aysal (2004), çalışmasında Isparta il sınırları içindeki göl, dere ve çeşmelerden topladığı örneklerde *Cryptosporidium parvum*, *Giardia intestinalis*, Enterohemorajik *E. coli* (EHEC) ve bazı enteropatojen mikroorganizmaları (*Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio cholerae*) araştırmıştır. Ayrıca kuvvetle muhtemel sayımı (KMS) yöntemi ile koliform sayımı yapmıştır. Bu amaçla Haziran-Ekim 2004 tarihleri arasında 7 adet Eğirdir gölünden, 6 adet Gölcük gölünden, 10 adet Karacaören barajına dökülen dereден ve 17 adette şehrin çeşitli bölgelerinden halka açık çeşmelerden olmak üzere toplam 40 adet örnek toplamıştır. Topladığı örnekleri membran filtrasyon sistemi kullanılarak filtreden geçirmiş, santifügasyondan sonra direkt mikroskopi yöntemi ile *Giardia intestinalis* ve Modifiye Zielh-Neelsen (MZN) boyama yöntemi ile *C. Parvum*'u araştırmıştır. Ayrıca toplanan su örneklerinde rutin bakteriyolojik ve biyokimyasal testler uygulayarak Enterohemorajik *E. coli* (EHEC), *Salmonella*, *Shigella* ve *Vibrio cholera* araştırmıştır. Toplanan 40 su örneğinin 13'ünde (%32,5) direkt mikroskopi ve MZN boyama sonrası *C. Parvum* olabileceğini tahmin etmiştir. Direkt mikroskopi sonrası 8 örnekte (%20) *G.intestinalis* kistlerine rastlamıştır. Su örneklerinin 32'sinde (%80) koliform bulunduğunu ve bunlarında 17'sinin de (%42,5) fekal koliform olduğunu saptamıştır. Ayrıca bir örnekte (%2,5) *Shigella sonnei*, bir örnekte (%2,5) *Salmonella* olduğunu tespit etmiştir. Örneklerin hiçbirisinde EHEC ve *Vibrio cholerae*'ya rastlamamıştır.

Öztelli (2004), çalışmasında Bayburt il merkezi içme sularında *E. coli* O157:H7 varlığını araştırmak amacıyla toplam 200 adet içme suyu numunesi toplamıştır.

Koliform bakterileri saymak için en muhtemel sayım (EMS) yöntemini ve *E. coli*'yi tanımlamak için ise İMVİC testini kullanmıştır. Pozitif olan tüplerde *E. coli* O157:H7 serotipini tanımlamak için Sorbitollü MacConkey (SMAC) besiyerini cefixime ve tellurite ile modifiye (CT-SMAC) etmiştir. Araştırma sonucunda hiçbir örnekte *E. coli* O157:H7 izole edememiştir.

Koçak (2007), araştırmasında, Erzurum şehir merkezinde su dağıtım şebekesinin değişik noktalarından tesadüfi olarak seçtiği ev, halk çeşmeleri, gıda işletmeleri ve resmi kurumlardan topladığı 70 su numunesi bazı kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik analizlere tabi tutmuştur. Çalışma sonunda içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesinin oldukça düşük olduğunu ve halk sağlığı açısından önemli riskler taşıdığını ifade etmiştir.

Tofan (2008), yaptığı çalışmada Konya şebeke sularını ağır metal miktarı bakımından analiz etmiş ve kirletici parametreler bakımından su kalitesini belirlemeye çalışmıştır. Bu amaçla bölgeden 2007-2008 arasında üç ayrı dönemde 11 ayrı noktadan numuneler almıştır. Çalışma sonucunda numunelerin bir kısmında ağır metal içeriğinin (Cr, Ni) izin verilen maksimum değerlere yakın olduğunu saptamıştır. En yüksek değerlere özellikle yağışın az olduğu Temmuz-Ağustos döneminde rastlamıştır.

Eraslan (2008), yaptığı bir çalışmada kimyasal oksijen ihtiyacına aktif klor ve klorür konsantrasyonunun etkisi incelemiştir. Ayrıca klorürün etkisini gidermek için kullanılacak $HgSO_4$ ve Ag_2SO_4 reaktiflerinin miktarını belirlemeye çalışmıştır. Suyun KOİ değerinin doğru tespiti için, $HgSO_4$ ve Ag_2SO_4 katılmadan önce örnekteki klorür miktarının tayin edilmesi ve buna göre ilave edilecek ve reaktif miktarının hesaplanmasının gerekli olduğunu ifade etmiştir.

Yorulmaz (2006), 2003 - 2005 Haziran tarihleri arasında, Esen çayı'nın fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerinin belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Bu amaçla seçtiği 7 örnekleme noktasından su örnekleri ve bentik makroomurgasız canlılar toplamıştır. Çalışma boyunca elde ettiği sonuçlara göre, en yüksek su kalitesini Saklıkent örnekleme

noktasında ve en düşük su kalitesini Alaçat örnekleme noktasında belirlemiştir. Örnekleme noktalarında belirlediği EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) /Chironomus oranlarının su kalitesiyle paralellik gösterdiğini tespit etmiştir. Ayrıca Esen çayında yoğun bir kirlilik olmadığını da rapor etmiştir.

Hadse vd (2002), son yıllarda suların mikrobiyolojik analizinde kullanılmaya başlanan Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) yöntemlerinden Multipleks (çoklu) PZR yöntemini kullanarak Ankara Garnizonu içerisinde bulunan askeri birliklere ait kuyu sularının mikrobiyolojik analizini gerçekleştirmişlerdir. Bu amaçla 4 ayrı birlikten 28 ayrı kuyu suyu örneği alınmış ve örnekler termotoleran (toplam) koliform, *E. coli*, Shigella ve Salmonella cinsi bakterileri araştırmışlardır. Analizi gerçekleştirilen kuyu suyu numunelerinin %50'sinde *E. coli* saptanırken, hiçbir örnekte Salmonella ve Shigella'ya rastlanmamıştır.

Benzeri bir çalışmada Kars ili sınırları içerisinde bulunan Kars çayında Salmonella, Shigella ve *E. coli* taraması yapılmıştır. Tarama sonucunda sularda insan ve hayvan kaynaklı kirliliğin indikatörü olan Shigella ve *E. coli*'ye bakterilerine rastlanmıştır (Balkay 2008).

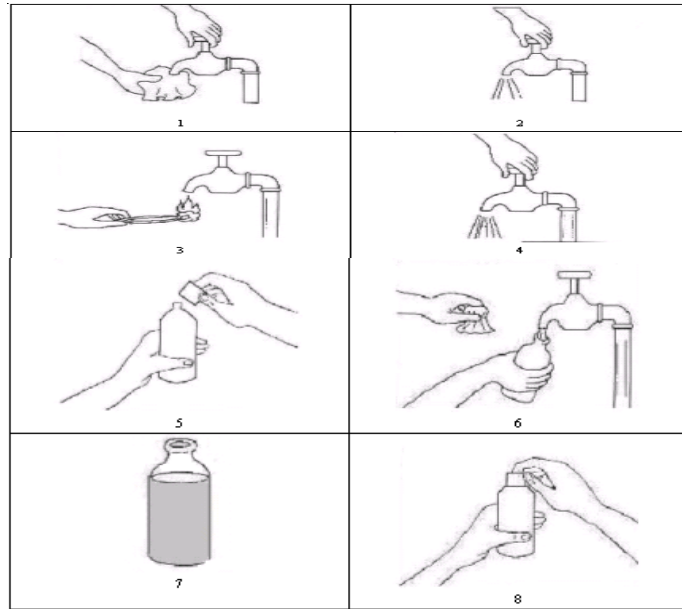
Ekinci vd (2007), yaptıkları çalışmada Isparta ve çevresindeki 12 doğal ve içme suyu kaynağından su numunesi ve eş zamanlı olarak bu su istasyonlarından içme suyu kullanan bölgelerden gelen 37 hastadan mide mukozası biyopsi örnekleri almışlardır. Alınan tüm örneklerden nested PCR yöntemi ile *Helicobacter pylori* saflaştırmışlardır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Su numuneleri

Yapılacak analizler dikkate alınarak her bir çeşmeden ikişer adet örnek alınmıştır. Numune alınacak muslukların ağız kısımları temiz bir bezle kurulanmış, musluklar sonuna kadar açılmış ve su 1-2 dakika boşa akıtılmıştır. Musluklar kapatıldıktan sonra ağız kısımları bir dakika süre ile alevden geçirilmiş ve musluklara değdirilmeden boyun hizalarında 1-2 cm hava boşluğu kalana kadar plastik (steril) numune kapları doldurulmuştur. Dolumdan sonra numuneler kısa sürede Gıda Mühendisliği Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarına getirilmiş ve analiz edilinceye kadar $+4^{\circ}\text{C}$ 'de bekletilmiştir. Şekil 3.1'de suların bakteriyolojik amaçla numune alımı görülmektedir.



Şekil 3.1. Sulardan Bakteriyolojik Numune Alma (<http://www.hssgm.gov.tr/sf=mev>)

3.2. Metot

3.2.1. Fiziksel analizler

3.2.1.a. pH

pH ölçümü için Hanna Instruments pH-Meter microprocessor 211 marka laboratuvar tipi bir pH metre kullanılmıştır. Önce cihaz kalibre edilmiş, sonra su numunesi temiz bir behere alınmış ve pH metre probu numune içerisine daldırılarak ölçüm yapılmıştır (Anonim 1999).

3.2.1.b. Bulanıklık ölçümü

Bulanıklık ölçümü HF Mikro1000 Marka Türbidimetre ile Anonymous (1999)'da belirtilen metoda göre yapılmıştır. Ölçüm öncesi cihaz açılıp 15 dk dengeye gelmesi için beklenmiştir. Daha sonra kalibre edilerek ölçüm yapılmıştır. Sonuçlar NTU cinsinden kalibrasyon eğrisi kullanılarak hesaplanmıştır.

3.2.1.c. Renk

Renk ölçümü için DR 5000 model spektrofotometre kullanılmıştır. Analiz öncesinde su numunesi delik çapı 0,45 µm olan membran süzgeçten, bozucu etkilerini giderebilmek için süzülmüştür. Cihaz deiyonize saf su ile standardize edildikten sonra su numunesi yerleştirilerek okuma yapılmıştır. Ölçüm sonucu, absorbans değerine karşı gelen konsantrasyon cinsinden Platin / Kobalt birimiyle verilmiştir (Anonim 1998).

3.2.1.d. Elektriksel iletkenlik

İletkenlik; ısı, elektrik ve sesi iletme veya aktarma gücü ya da kabiliyeti olarak tanımlanan bir kelimedir (Anonim 2007). Elektriksel iletkenlik (EI) ise; sudaki toplam

çözünmüş tuzların (TDS) ya da çözünmüş iyonların toplam miktarlarının tahminidir. Bir cm^3 suyun 25°C 'de iletkenliği olarak tanımlanır ve sıcaklıktaki 1°C 'lik artış elektriksel iletkenliği yaklaşık %2 artırır (Örgen ve İnanç 2004). Su numunesinde Crison marka laboratuvar tipi iletkenlik ölçüm cihazı kullanılarak elektriksel iletkenlik ölçülmüştür. Numune okutulmadan önce cihaz $12,88 \text{ ms/cm}$ ve $1413 \text{ }\mu\text{s/cm}$ standart çözeltileriyle kalibre edilmiştir. Daha sonra cihazın probu bir beher içerisine konulan numuneye daldırılarak değer belirlenmiştir (Anonymous 2005).

3.2.2. Kimyasal analizler

3.2.2.a. Sertlik (kalsiyum ve magnezyum) tayini

Su numunelerinin sertlik analizi için Photoflex cihazı (WTW marka, 82362n Weilheim, Serial Number 06440414, Germany) kullanılmıştır. Bu amaçla Total Hardnes Cell Test Kitleri (Merck, HC 736261) kullanılmıştır (Koçak 2007)

3.2.2.b. Çözünmüş oksijen tayini

Bir oksijenmetre cühazı kullanılarak sudaki çözünmüş oksijen miktarları ölçülmüştür.

3.2.2.c. Serbest klor tayini

Su numunelerinin serbest klor miktarları, Spectroquant hazır kitleri (Merck) kullanılarak, spektrofotometre ile 550 nm dalga boyunda ölçüm yapılarak belirlenmiştir (Koçak 2007).

3.2.2.d. Nitrat (NO_3), nitrit (NO_2) ve amonyum (NH_4) tayini

Nitrat, nitrit ve amonyum analizlerinde Dionex 3000 marka iyon kromatografi cihazı kullanılmıştır. Bu amaçla sabit faz için anyon ve katyon değişimi yapabilecek grup

içeren reçineler, hareketli faz için ise tamponlanmış sıvılar kullanılmıştır (Yıldız vd 1993). Dionex 300 cihazında Hautman and Munch (1997)'un geliştirdiği metoda göre, anyonlar için AS9 kolon, katyonlar için ise Pfaff (1993)'ın belirttiği CS 12A kolonu kullanılmıştır.

3.2.2.e. Mangan ve demir

Su örneklerinde demir ve mangan tayini için Thermo Marka ICP-OES cihazı kullanılmıştır. Analizler EPA 207 (2011) metoduna göre yapılmıştır. Bu metoda göre numuneler ve kalibrasyon çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılan balon jöje ve tüp gibi tüm cam ve plastik malzemeler yıkandıktan sonra %5'lik HNO₃ çözeltisi içerisinde 1 gece bekletilmiştir. Malzemeler daha sonra saf sudan geçirilip kuru hava ile kurutulmuş kullanıma hazır hale getirilmiştir. Cihaz açıldıktan sonra minimum 15 dk dengeye gelmesi için bekletildikten sonra plazma yakılmış ve hazırlanan çözeltilerden en az 5 nokta olacak şekilde cihaza kalibrasyon eğrisi çizdirilmiştir. Numuneler 0,45 µ'luk süzgeç kâğıdından süzölmüş ve küçük tüplere koyularak cihaza yerleştirilmiştir (Willard *et al.* 1988; Montaser and Golightly 1992; Skoog *et al.* 1996; Jenniss *et al.* 1997; Skoog *et al.* 1998; Rubinson and Rubinson 2000).

3.2.3. Mikrobiyolojik analizler

3.2.3.a. Toplam ve fekal koliform sayımı

Toplam ve fekal koliform sayımında HGMP tekniği kullanılmıştır. Bu amaçla örnekler 0,45 µ'luk membran filtrelerden vakum tatbik etmek suretiyle süzölmüştür. Kimyasal eriyik halindeki maddeler filtre gözeneklerinden geçerken, gözeneklere tutulan arasında her bir bakteriler üreyerek koloniler oluşturmuş ve süzölmüş su numunesindeki bakteri sayısı bu koloniler sayılarak tespit edilmiştir (Anonymous 1995). Örneklerin süzöldüğü filtre, TSA (Tryptic Soy Agar) besiyerine yerleştirilerek 35°C'da 4-5 saat süreyle hasar görmüş ve stres altındaki mikroorganizmalara tekrar aktivite kazandırmak amacıyla bir ön inkübasyona tabi tutulmuştur. Filtreler buradan alınarak fekal koliform sayım için m-

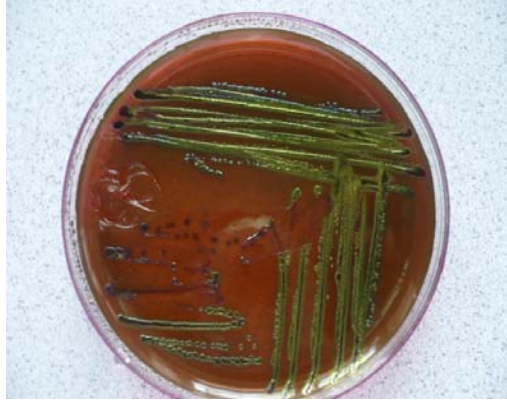
FC ve VRB (Violet Red Bile Agar) agar besiyerinde 44,5°C'de, toplam koliform sayımı için Endo agar ve PCA besiyerinde 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda besiyerlerinde sayımlar gerçekleştirilmiştir (Çakır 2000).

3.2.3.b. *Clostridium perfringens* sayımı

Clostridium perfringens sayımında ön zenginleştirme yapılmamış, örnekler membran filtreden geçirilerek direkt olarak selektif besiyerine ekimi yapılmıştır. Bu amaçla yumurta sarısı ilave edilmiş Tryptose Sulfite Cyclocerine (TSC) Ağar besiyeri kullanılmıştır. Ekimi yapılan petri kutularının üzerine besiyeri katıldıktan sonra aynı besiyerinden (yumurta sarısı emülsiyonu içermeyen) aynı besiyerinden ikinci katman olarak yaklaşık 10 mL daha dökülmüştür. 37°C'da 24 saatlik anaerobik inkübasyon sonunda lesitinaz aktivisine bağlı olarak etrafında opak bir zon bulunan 2-4 mm çaplı siyah renkli koloniler *C. perfringens* olarak sayılmıştır (Shahidi and Ferguson 1971; Haunschild and Hilsheimer 1974; Harmon *et al.* 1974; Hauschild *et al.* 1977).

3.2.3.c. *Escherichia coli* aranması

m-FC ve VRB besiyerlerinde pozitif özellik gösteren kolonilerden alınarak EMB besiyerine çizim yoluyla ekim yapılmıştır. Ekim yapılan besiyerleri 37°C'de 48 saat etüvde bekletilmiştir. İnkübasyon süresinin sonunda bu besiyerinde metalik yeşil renk veren koloniler şüpheli *E. coli* olarak değerlendirilmiştir. Şekil 3.2'de EMB besiyerinde üremiş *E. coli* görülmektedir (Aysal 2004).



Şekil 3.2. EMB besiyerinde üreyen *E. coli* bakterileri

A. İMVİC Testi

EMB üzerinde gelişen bakterilerin *E. coli* olup olmadığı doğrulamak için İMVİC testi yapılmıştır. İMVİC; indol, metil kırmızısı, voges proskauer ve sitrat olmak üzere 4 testten oluşmaktadır. Bu test sonuçları baz alınarak tipi *E. coli* suşları belirlenmiştir. (Halkman 1999). Koliform grubu bakterilerin İMVİC reaksiyonları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Koliform grubuna ait bakterilerin İMVİC reaksiyonları (Ünlütürk ve Turantaş 2003).

Koliform Bakteri	İndol Testi	Metil Kırmızısı Testi	Voges-Testi Proskaur	Sitrat Testi
<i>Escherichia coli</i> ; Biyotip 1 (tipik) Biyotip 2 (atipik)	+ -	+ +	- -	- -
<i>Enterobacter aerogenes</i> ; Tip 1 (tipik) Tip 2 (atipik)	- +	- -	+ +	+ +
<i>Enterobacter cloacae</i> ;	-	-	+	+
Ara tipler (<i>Citrobacter</i>); Tip 1 Tip 2	- +	+ +	- (b) - (b)	+ +
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ;	- (c)	- (c)	+	+
Düzensiz diğer tipler ;	(d)	(d)	(d)	(d)

(b): Nadiren zayıf pozitif reaksiyon verenlerine rastlanmaktadır.

(c): Nadiren pozitif sonuç verenlerine rastlanmaktadır.

(d): Değişken

a. İndol testi

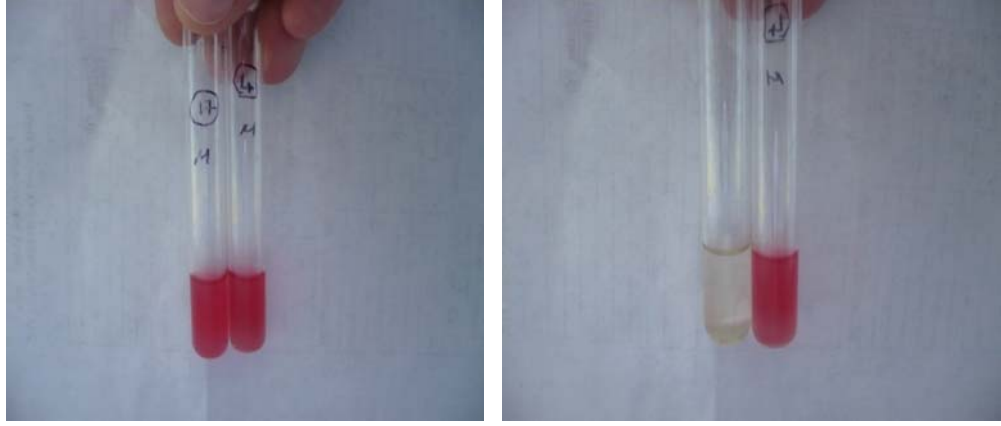
Bu test mikroorganizmaların bir aminoasit olan triptofanı ayrıştırarak indol meydana getirebilme yeteneğini belirlemek için kullanılmıştır (Şekil 3.3). İçerisinde triptofan bulunan sıvı besiyerinden (Merck) 5'er mL tüplere dağılmıştır. Mikroorganizmalar sıvı besiyerine ekildikten sonra etüvde 37°C'de 48 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonucunda kültürlerin üzerine 0,5 mL kovaks ayırıcı (Merck) damlatılmıştır. 10 dakika bekletildikten sonra tüplerin üzerinde kırmızı bir halkanın oluşması pozitif (+) sonuç olarak değerlendirilmiştir (Aysal 2004).



Şekil 3.3. Triptofanlı sıvı besiyerinde mikroorganizmaların pozitif ve negatif görüntüsü

b. Metil kırmızısı testi

Bu test glikozun fermentatif metabolize olması sonucu oluşan organik asitlerin ortamını pH'ını düşürdüğünü ortaya koymaktadır (Şekil 3.4). pH 6,2'de sarı; 4,2 ve altında ise kırmızı renk oluştur. MR-VP sıvı besiyeri (Merck) 5'er mL tüplere dağıtılmıştır. Kültürlerden besiyerlerine ekim yapılmıştır. Bu tüpler 37°C'de 48 saat etüvde bekletilmiştir. İnkübasyon süresinin sonucunda üzerlerine 5 damla metil kırmızısı solüsyonu damlatılmış ve iyice karıştırılmıştır. 10 dakika sonra ortamın renginin kırmızıya dönüşmesi pozitif (+) sonuç olarak değerlendirilmiştir (Aysal 2004).



Şekil 3.4. MR-VP sıvı besiyerinde mikroorganizmanın pozitif ve negatif görüntüleri

c. Voges proskauer testi

Bu test mikroorganizmaların glikozu fermente ederek asetilmetilkarbinol (acetoin) meydana getirip getirmediğini kontrol etmek için yapılır. Voges proskauer testi ile metil kırmızısı testi ortamlarının aynı olması nedeniyle birlikte uygulanabilmektedir. MR-VP sıvı besiyerinden (Merck) 5'er mL tüplere dağıtılmıştır. Kültürler MR-VP sıvı besiyerine ekildikten sonra 37°C'de 96 saat bekletilmiştir. İnkübasyon süresinin sonucunda üzerlerine 5 mL %40'luk KOH çözeltisi ilave edilerek karıştırılmıştır. Daha sonra üzerlerine 0,6 mL naftol çözeltisi damlatılarak tekrar karıştırılmış ve 15 dakika bekletilmiştir. Tüplerin üst kısmında pembeden parlak kırmızıya kadar meydana gelen pozitif (+) sonuç, tüplerin pembe rengini muhafaza etmesi negatif (-) sonuç olarak değerlendirilmiştir (Aysal 2004).

d. Sitrat testi

Bu test mikroorganizmaların karbon kaynağı olarak sitrati, azot kaynağı olarak da amonyum tuzlarını kullanılabildiğini yeteneğini saptamada kullanılmaktadır (Şekil 3.5). Simmon's sitrat agar besiyeri (Merck) 5'er mL tüplere dağıtılmıştır. Ekim yapılan tüpler 37°C'de 48 saat etüvde bekletilmiştir. İnkübasyon süresi sonucunda ortamın renginin yeşilden maviye dönmesi pozitif (+), ortamın yeşil rengini muhafaza etmesi ise negatif (-) sonuç olarak değerlendirilmiştir (Halkman 2005).



Şekil 3.5. Simmon's sitrat agar besiyerine mikroorganizmaların negatif görüntüsü

B. Moleküler Olarak *E. coli*'nin Tanımlanması

a. Kullanılan çözeltiler

TE tamponu: Önce 10 mM Tris-HCl içinde 1 mM EDTA hazırlanmıştır. Bunun için; 315,12 mg Tris-HCl 200 mL distile suda iyice çözüldükten sonra çözeltiliye 74,45 mg EDTA eklenmiştir. Maddeler iyice çözüldükten sonra 1 N NaOH ile pH 8,0'a ayarlanıp sonra sterilize edilmiştir (Günel 1997).

%22'lik sodyum dodecyl sülfat (SDS): 10 g SDS 450 mL distile suda çözüldürülmüştür. İyice çözünmesi için 68°C su banyosunda bekletilmiş, sonra toplam hacim 500 mL'ye tamamlanmıştır. 1 N NaOH ile pH 7,2'ye ayarlanmıştır (Günel 1997).

1 N NaOH: 20 g NaOH 500 mL distile suda çözüldürülüp otoklavda sterilize edilmiştir (Günel 1997).

1 M HCl-1 M Tris-HCl: 183 mL distile suya 17 mL konsantre HCl eklenerek 1 M HCl hazırlanmış ve üzerine 31,5 g Tris-HCl eklenerek iyice çözüldürülmüştür. Kullanılincaya kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir (Günel 1997).

Doymuş Fenol: (Sigma P4557)

Kloroform: (Sigma- Aldrich C2432)

Absolü alkol: (Riedel-de Haen 32221)

Lizozim enzimi: (Sigma L6876)

De iyonize distile su

b. *E. coli*'den DNA izolasyonu

Mac Farland 2 eşliğine göre hazırlanmış bakteri süspansiyonundan 250 µL 1,5 mL'lik mikrosantrifüj tüpüne aktarılmış ve 80°C'de 20 dk bekletilerek bakterilerin ölmesi sağlanmıştır. Her örnek için 500 µL taze hazırlanmış ve içinde 20 mg/mL lizozim enzimi içeren TE tamponu eklenerek 37°C'de 2 saat su banyosunda bekletilmiştir. İnkübasyon sonunda %2'lik SDS ve 1 N NaOH' in eşit karışımından 100 µL eklenmiş ve 100°C'de 5 dk daha bekletilmiştir. Oda ısısında soğuduktan sonra tüplere 50 µL 1 M HCl- 1 M Tris-HCl ilave edilerek bir süre bekletilmiş ve daha sonra oda sıcaklığında 13.000 x g'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Üst kısım yeni bir tüpe alınarak üzerine 450 µL saturated fenol eklenmiş, iyice karıştırıldıktan sonra 13.000 x g'de 3 dk daha santrifüj edilmiştir. Aynı fenol işlemi bir kez daha tekrar edilmiştir. Süpernetan yeni bir tüpe alınmış ve 450 µL kloroform ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Ardından 13.000 x g'de 3 dk santrifüj edilmiştir. Süpernetan tekrar yeni bir tüpe alınmak üzere buzlukta bekletilmiş 500 µL %100'lük etanol eklenmiş ve vorteks yapılarak oda sıcaklığında 5 dk bekletilmiştir. Daha sonra 13.000 x g'de 5 dk santrifüj edilmiş, etanol dikkatlice dökülerek, pelletin üzerine bu defa %70'lik etanolden 500 µL konarak 13.000 x g'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Etanol uzaklaştırılıp ve pelletin oda sıcaklığında kuruması beklenmiştir. Kuruyan pellet 25 µL çift deiyonize distile su ile sulandırılıp -20°C'de kullanılıncaya kadar saklanmıştır (Günel 1997).

c. PZR amplifikasyonu

REP-PZR uygulaması için 50 µL çözelti hazırlanmıştır. Her reaksiyon karışımı için, 2 µL (GTG)₅ primeri, 18 µL deiyonize su, 25 µL Taq DNA polimeraz kullanılmıştır. Daha

önceden bakteriden izole ettiğimiz genomik DNA'dan 5 µL karışıma eklenmiştir. Karışım hazırlandıktan sonra Thermo-cycler cihazı 95°C'ta 5 dakika, 95°C'ta 20 saniye, 54°C'ta 1 dakika ve 72°C'ta 1 dakika 30 saniyede 40 döngü yapılması için programlanmıştır. Son olarak program bittiğinde 72°C'ta 10 dakikalık uzantı basamağı eklenerek ve hazırlanan tüpler Thermo-cycler cihazına yerleştirilip çoğaltım yapılmıştır (Koçak 2007).

d. *E. coli* suşlarına ait PZR ürünlerinin agaroz jel elektroforezi

PZR ürünleri değerlendirilmek için %1,5'lik agaroz jel elektroforezine tabi tutulmuştur. Agaroz jel için 0,45 g agaroz tartılıp, 30 mL TAE tamponu içinde kaynatılmıştır. Kaynadıktan sonra 60°C'ye gelinceye kadar soğutulmuştur. Daha sonra 6 µL etidyum bromür eklenerek tarakları yerleştirilmiş elektroforez kabına dökülmüş ve soğumaya bırakılmıştır. Jel soğuduktan sonra 3 µL boya parafilm üzerine alınmış ve 15-20 µL PZR ürünü ile karıştırılmıştır. Daha sonra karışım kuyucuklara yüklenerek 70 voltta 1-1,5 saat yürütülerek UV transilluminatörde görüntülenen fotoğraf bilgisayara aktarılmıştır (Koçak 2007).

3.3. İstatistiksel Analizler

Bu çalışmada elde edilen bulgular SPSS, Windows Release (18.0) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ayrıca parametreler arasındaki değişim korelasyon testi ile değerlendirilmiştir (Yıldız ve Bircan 1991).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Araştırmada, Erzurum şehir merkezinde bulunan farklı çeşmelerden alınan 45 adet su numunesinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Ek'te su örneklerinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine ait ham veriler verilmiştir. Ayrıca bu çeşmelerin 10 tanesinde *E. coli* varlığı saptanmış ve bunlardan DNA izolasyonu yapılarak moleküler tiplendirilmesi için PZR tekniği uygulanmıştır.

4.1. Suyun Fiziksel Özellikleri

Toplam 45 çeşmeye ait suların en düşük, en yüksek ve ortalama renk, sıcaklık, elektrik iletkenlik ve bulanıklılık değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelgede gösterildiği gibi örneklerin renk, bulanıklık, iletkenlik ve sıcaklık değerlerin en düşük, en yüksek ve ortalama olmak üzere sırasıyla 0,12, 3,45, 1,04±0,758; 0,02, 0,45, 0,14±0,095; 141,00, 847,00, 456,80±202,514; 17,00, 23,00, 21,43±1,829 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Suların fiziksel özelliklerinin en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

Parametreler	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
Renk	45	0,12	3,45	1,04±0,758
Bulanıklık	45	0,02	0,45	0,14±0,095
İletkenlik	45	141,00	847,00	456,80±202,514
Sıcaklık	45	17,00	23,00	21,43±1,829

4.1.1. Renk

Çizelge 4.2'de verilen korelasyon testi sonuçlarına göre rengin bulanıklık ($r=0,808$, $p=0,000<0,05$) ve çözünmüş oksijen ($r=-0,418$, $p=0,004<0,05$) değeriyle ilişkisi istatistik olarak anlamlı, diğer parametrelerle ilişkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Renk değeri ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Renk	Bulanıklık	45	0,808	0,000
	İletkenlik	45	-0,284	0,058
	pH	45	0,129	0,397
	Çözünmüş oksijen	45	-0,418	0,004
	Sıcaklık	45	0,043	0,782
	Klorür	45	0,022	0,886
	Nitrit	45	0,062	0,684
	Nitrat	45	0,019	0,902
	Sülfat	45	0,084	0,585
	Fosfat	45	-0,022	0,888
	Sodyum	45	-0,137	0,370
	Amonyum	45	0,005	0,973
	Potasyum	45	0,045	0,771
	Magnezyum	45	-0,086	0,576
	Kalsiyum	45	-0,029	0,853
	Demir	45	0,004	0,981
	Mangan	45	0,009	0,951
	<i>C. perfringens</i>	45	0,216	0,154
	Fekal koliform	45	-0,131	0,391
	Toplam koliform	45	-0,131	0,392

Bu araştırmada suların renk bakımından tüketicilerce kabul edilebilir düzeyde olduğu tespit edilmiştir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe göre (Resmi Gazete 2005), sulardaki bulanıklık “tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişimin olmaması” şeklinde ifade edilmektedir. Araştırmamızda elde edilen ortalama renk değerinin, yönetmelikte bildirilen değerin üzerinde olduğu çizelge 1.1’de görülmektedir.

4.1.2. Bulanıklık

Bulanıklık açısından yapılan korelasyon analizi Çizelge 4.3’da verilmiştir. Buna göre; bulanıklığın, renk ($r=0,808$, $p=0,000<0,05$) ve iletkenlik ($r=-0,442$, $p=0,002<0,05$)

değerleri ile olan ilişkisi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur. Diğer parametrelerle ilişkisi önemsiz bulunmuştur ($p < 0,05$).

Çizelge 4. 3. Bulanıklık ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Bulanıklık	Renk	45	0,808	0,000
	İletkenlik	45	-0,442	0,002
	pH	45	0,194	0,201
	Çözünmüş oksijen	45	-0,233	0,123
	Sıcaklık	45	-0,106	0,488
	Klorür	45	-0,118	0,441
	Nitrit	45	0,190	0,210
	Nitrat	45	-0,078	0,610
	Sülfat	45	-0,176	0,247
	Fosfat	45	-0,192	0,206
	Sodyum	45	-0,238	0,115
	Amonyum	45	0,251	0,096
	Potasyum	45	-0,168	0,269
	Magnezyum	45	-0,262	0,082
	Kalsiyum	45	-0,204	0,179
	Demir	45	0,013	0,933
	Mangan	45	0,243	0,108
	<i>C. perfringens</i>	45	0,257	0,088
	Fekal koliform	45	-0,126	0,411
	Toplam koliform	45	-0,101	0,508

Su örneklerinde bulanıklık değeri, 0,02-0,45 NTU aralığında değişen miktarlarda tespit edilmiştir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete 2005), sulardaki bulanıklık “tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişimin olmadığı ve yüzeysel suyun arıtılması durumunda arıtmadan sonra sudaki bulanıklığın 0,1 NTU (Nephelometrik bulanıklık üniteleri) değerinin aşılması” olarak bildirilmektedir. Araştırmada elde edilen ortalama bulanıklık değerinin, yönetmelikte bildirilen değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bulanıklık değerinin çeşme sularında yüksek bulunma nedeninin; şehir şebeke sularının tüketime sunulmadan önce arıtma işleminden geçirilmesine karşın çeşme sularının bu kadar teferruatlı işlemlere

tabii tutulmaması ve bulanıklığa neden olan; askıda bulunan kil, silis, organik maddeler, mikroorganizmalar, çökebilir haldeki kalsiyum karbonat, demir hidroksit ve benzer maddelerin tam olarak uzaklaştırılmaması olabileceği sonucuna varılmıştır. Koçak ve Güner (2009) çalışmalarında bulanıklık değerlerinin 0,01-4,21 NTU, Kahraman (2007) 0,09-0,85 NTU ve Alkan vd (2005) ise 1,11-3,60 NTU arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Yelekçi (2010) ise yaptığı çalışmada bulanıklık değerlerini Ağustos ve Şubat ayları için sırasıyla ortalama 0,69 ve 0,61 NTU olarak belirlemiştir. Bu araştırma ve diğer çalışmalarda da bulanıklığın su kalitesine göre değiştiği sonucuna varılmış ve bulunan sonuçların standartlarda belirtilen limit değerleri aşmadığı görülmüştür.

4.1.3. Elektriksel iletkenlik

Elektriksel iletkenliğin diğer parametrelerle korelasyon testi sonucuna göre bulanıklık ($r=-0,442$, $p=0,002<0,05$), klorür ($r=0,495$, $p=0,001<0,05$), nitrit ($r=0,401$, $p=0,006$), sülfat ($r=0,326$, $p=0,029<0,05$) fosfat($r=0,444$, $p=0,002<0,05$), sodyum ($r=0,360$, $p=0,015<0,05$) magnezyum ($r=0,370$, $p=0,012<0,05$) ve kalsiyum ($r=0,353$, $p=0,017<0,05$) miktarları arasındaki korelasyon istatistik olarak anlamlı bir değişim göstermiştir. Diğer parametrelerin elektriksel iletkenlik üzerine önemli bir etkisi olmamıştır.

Çizelge 4.4. İletkenlik ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
İletkenlik	Renk	45	-0,284	0,058
	Bulanıklık	45	-0,442	0,002
	pH	45	-0,209	0,169
	Çözünmüş oksijen	45	0,050	0,743
	Sıcaklık	45	0,139	0,363
	Klorür	45	0,495	0,001
	Nitrit	45	0,401	0,006
	Nitrat	45	-0,099	0,518
	Sülfat	45	0,326	0,029
	Fosfat	45	0,444	0,002
	Sodyum	45	0,360	0,015
	Amonyum	45	-0,183	0,229
	Potasyum	45	0,158	0,301
	Magnezyum	45	0,370	0,012
	Kalsiyum	45	0,353	0,017
	Demir	45	-0,145	0,343
	Mangan	45	-0,201	0,186
	<i>C. perfringens</i>	45	-0,223	0,140
	Fekal koliform	45	0,025	0,870
	Toplam koliform	45	0,120	0,433

Suların elektriksel iletkenlik değerleri 141-847 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında değişim göstermiştir. Sularda bulunan çözünmüş mineral maddeler ve çözünmüş tuzların etkisi ile oluşan elektriksel iletkenlik değeri en yüksek Şabahane Çeşmesinde (847 $\mu\text{S}/\text{cm}$) belirlenmiştir. Şabahane Çeşmesinde belirlenen yüksek değerlerin nedeninin örnekleme noktasında orta dereceli su kirliliğinin olabileceği söylenebilmiştir. Verap vd (2005) çalışmalarında elektriksel iletkenlik değeri 57,60 $\mu\text{S}/\text{c}$, Dönderici vd (2010) kaynak sularında 25,9-195,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve Abalı vd (2008) ise içme sularında en yüksek elektriksel iletkenlik değerini 699 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak bulmuşlardır. Bu araştırma ve bahsedilen çalışmaların sonuçlarına bakıldığında genel olarak iletkenlik değerlerinin bölge, toprak yapısı ve suların tuz muhtevası ya da tuzlu sularla karışma durumuna göre değiştiği söylenebilir. Yorulmaz (2006) çalışmasında en yüksek ortalama elektriksel iletkenlik değerini Alaçat örnekleme noktasında (487 $\mu\text{S}/\text{cm}$) olarak belirlemiştir. Yelekçi (2010) su numunelerinin Ağustos ayı iletkenlik değerlerini ortalama 488 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Şubat ayı

değerlerini ise ortalama 436 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak tespit etmiştir. Kahraman (2007)'da yapmış olduğu çalışmada iletkenlik değerinin 340 - 650 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değiştiğini rapor etmiştir.

4.1.4. Su sıcaklığı

Sıcaklığın diğer parametreler ile ilişkisi Çizelge 4.5'de verilen korelasyon değerleriyle gösterilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi istatistik olarak sıcaklığın çözünmüş oksijen ($r=-0,421$, $p=0,004<0,05$) ve amonyum ($r=-0,429$, $p=0,003<0,05$) miktarı ile toplam koliform ($r=-0,428$, $p=0,003<0,05$) sayısına önemli ölçüde etki ettiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Sıcaklık ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Sıcaklık	Renk	45	0,043	0,782
	Bulanıklık	45	-0,106	0,488
	İletkenlik	45	0,139	0,363
	Çözünmüş oksijen	45	-0,421	0,004
	pH	45	-0,215	0,156
	Klorür	45	0,148	0,332
	Nitrit	45	-0,037	0,811
	Nitrat	45	-0,125	0,412
	Sülfat	45	0,082	0,594
	Fosfat	45	0,268	0,075
	Sodyum	45	0,005	0,975
	Amonyum	45	-0,429	0,003
	Potasyum	45	0,243	0,107
	Magnezyum	45	0,072	0,638
	Kalsiyum	45	0,017	0,911
	Demir	45	-0,081	0,595
	Mangan	45	0,163	0,285
	<i>C. perfringens</i>	45	0,056	0,716
	Fekal koliform	45	-0,271	0,071
	Toplam koliform	45	-0,428	0,003

Bu araştırmada, su örneklerinin sıcaklığı 17-23°C arasında değişim göstermiştir. En yüksek ortalama su sıcaklığı Pervizoğlu Camii eşme örneklerinde bulunmuştur. Verep vd (2005) İyidere'de yaptıkları 7 aylık ölümlerde ortalama su sıcaklığının 7-20°C olarak tespit etmişlerdir. Alaş ve il (2002) numunelerin alındığı yerde su sıcaklığının 8-18°C arasında değiştiğini, Alemdar vd (2009) ise analiz ettiği su örneklerinde ortalama sıcaklık seviyelerini 11,35±0,24°C olarak bulmuştur. Ağaoğlu vd (2007) Van ili depo ve musluk sularında sıcaklık derecelerini sırasıyla 12,93 ve 16,87°C olarak tespit etmişlerdir. Yorulmaz (2006) ise arazi çalışması süresince en yüksek ortalama su sıcaklığını Alaçat rnekleme noktasında 19,75°C olarak saptamıştır.

4.2. Suyun Kimyasal zellikleri

Su örneklerine ait pH, çözünmüş oksijen, klorür, nitrit, nitrat, sülfat, fosfat, sodyum, amonyum, potasyum, magnezyum, kalsiyum, demir ve mangan değerleri izelge 4.6'de verilmiştir. Çizelgeye bakıldığında sulada pH 6,80-7,73 ve ortalama 7,26±0,175; çözünmüş oksijen 4,80-6,30 ve ortalama 5,36±0,313; klorür 16,22-58,17 ve ortalama 30,29±10,167; nitrit 0,00-0,35 ve ortalama 0,12±0,163; nitrat 0,43-5,91 ve ortalama 2,09±0,941; sülfat 24,66-72,20 ve ortalama 50,48±9,953; fosfat 13,75-27,38 ve ortalama 22,71±3,019; sodyum 21,38-63,78 ve ortalama 35,91±9,450; amonyum 0,01-0,91 ve ortalama 0,32±0,186; potasyum 3,76-40,86 ve ortalama 14,99±7,619; magnezyum 7,22-48,91 ve ortalama 31,12±8,436; kalsiyum 29,66-158,57 ve ortalama 105,00±27,874; demir 0,00-2,42 ve ortalama 0,16±0,479; mangan miktarı ise 1,10-6,80 ve ortalama 2,64±0,929 seviyesinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Suların kimyasal özelliklerinin en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

Parametreler	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
pH	45	6,80	7,73	7,26±0,175
Çözünmüş Oksijen	45	4,80	6,30	5,36±0,313
Klorür	45	16,22	58,17	30,29±10,167
Nitrit	45	0,00	0,35	0,12±0,163
Nitrat	45	0,43	5,91	2,09±0,941
Sülfat	45	24,66	72,20	50,48±9,953
Fosfat	45	13,75	27,38	22,71±3,019
Sodyum	45	21,38	63,78	35,91±9,450
Amonyum	45	0,01	0,91	0,32±0,186
Potasyum	45	3,76	40,86	14,99±7,619
Magnezyum	45	7,22	48,91	31,12±8,436
Kalsiyum	45	29,66	158,57	105,00±27,874
Demir	45	0,00	2,42	0,16±0,479
Mangan	45	1,10	6,80	2,64±0,929

4.2.1. pH

pH değerlerine ait korelasyon değerleri çizelge 4.7’de verilmiştir. pH’nın klorür ($r=-0,349$, $p=0,019<0,05$), sülfat ($r=-0,316$, $p=0,034<0,05$), sodyum ($r=-0,391$, $p=0,008<0,05$), potasyum ($r=-0,324$, $p=0,030<0,05$) miktarları ve *C. perfringens* ($r=-0,401$, $p=0,006<0,05$) sayısı ile ilişkisi istatistik olarak önemli bulunmuş, fakat diğer parametrelerden etkilenmemiştir.

Çizelge 4.7. pH ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
pH	Renk	45	0,129	0,397
	Bulanıklık	45	0,194	0,201
	İletkenlik	45	-0,209	0,169
	Çözünmüş oksijen	45	0,050	0,745
	Sıcaklık	45	-0,215	0,156
	Klorür	45	-0,349	0,019
	Nitrit	45	0,194	0,202
	Nitrat	45	-0,049	0,765
	Sülfat	45	-0,316	0,034
	Fosfat	45	-0,271	0,072
	Sodyum	45	-0,391	0,008
	Amonyum	45	-0,010	0,947
	Potasyum	45	-0,324	0,030
	Magnezyum	45	-0,180	0,236
	Kalsiyum	45	-0,081	0,596
	Demir	45	-0,239	0,114
	Mangan	45	0,115	0,452
	<i>C. perfringens</i>	45	-0,401	0,006
	Fekal koliform	45	-0,136	0,372
	Toplam koliform	45	-0,056	0,714

Su örneklerinin pH değerleri 6,80-7,73 aralığında değişmiştir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe (Resmi Gazete 2005) göre, sulara pH'nın $6,5 \leq \text{pH} \leq 9,5$ arasında olması, suyun aşındırıcı olmaması ve şişe ya da kaplara konulan sular için pH değerinin minimum 4,5 olması gerektiği bildirilmektedir. Bizim tespit ettiğimiz ortalama pH değerinin ($7,26 \pm 0,175$) yönetmenlikte bildirilen değerler arasında olduğu görülmektedir. Elde edilen bulgular, farklı illerde şehir su şebekesi üzerine araştırma yapan bazı araştırmacıların (Anar ve Günşen 2000; Alaş ve Çil 2002; Kahraman 2003; Dayıoğlu vd 2004; Alkan vd 2005; Verap vd 2005; Yorulmaz 2006; Koçak 2007; Özakkoyunlu 2007; Abalı vd 2008; Koçak ve Güner 2009; Akıcı 2010; Dönderici vd 2010; Yelekçi 2010; Gökçen 2011) elde ettiği değerlerle benzerlik göstermektedir. Benzer çalışmalarda Alemdar vd (2009) suların pH değerini $7,41 \pm 0,06$, Ağaoğlu vd (1999) kaynak sularında 6,95-8,18, Kahraman (2007)'da 6,56-8,11 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

4.2.2. Çözünmüş oksijen

Çizelge 4.8’de verilen çözünmüş oksijen ve diğer parametreler arasındaki korelasyon testi sonuçlarına göre renk ($r=-0,418$, $p=0,004<0,05$) ve sıcaklık ($r=-0,421$, $p=0,004<0,05$) değerleri ile toplam koliform ($r=0,344$, $p=0,021<0,05$) sayıları istatistik olarak çözünmüş oksijen miktarı ile anlamlı bir değişim göstermiştir. Çözünmüş oksijen miktarı ile diğer parametreler arasındaki korelasyon istatistik olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Çözünmüş oksijen ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Çözünmüş Oksijen	Renk	45	-0,418	0,004
	Bulanıklık	45	-0,233	0,123
	İletkenlik	45	0,050	0,743
	pH	45	0,050	0,745
	Sıcaklık	45	-0,421	0,004
	Klorür	45	-0,224	0,139
	Nitrit	45	0,049	0,747
	Nitrat	45	-0,158	0,299
	Sülfat	45	-0,181	0,234
	Fosfat	45	-0,259	0,086
	Sodyum	45	0,102	0,503
	Amonyum	45	0,263	0,081
	Potasyum	45	-0,162	0,286
	Magnezyum	45	-0,150	0,327
	Kalsiyum	45	-0,213	0,160
	Demir	45	0,037	0,807
	Mangan	45	-0,040	0,796
	<i>C. perfringens</i>	45	-0,030	0,844
	Fekal koliform	45	0,206	0,174
	Toplan koliform	45	0,344	0,021

Araştırmamızda suların çözünmüş oksijen miktarları, 4,80-6,30 arasında tespit edilmiştir. En yüksek çözünmüş oksijen miktarı Kazım Karabekir Mahallesi parkı içi çeşme noktasında ölçülmüştür (6,30 mg/L). Yorulmaz (2006) yaptığı çalışmada akarsu genelinde çözünmüş oksijen miktarının 4,7-13,8 mg/L arasında belirlemiştir. Verap vd

(2005)'de suların çözülmüş oksijen miktarını ortalama 11,10 mg/L olarak tespit etmişlerdir.

4.2.3. Klorür miktarı

Klorür ve diğer parametrelere ait korelasyon analizi sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir. Buna göre; klorürün iletkenlik ($r=0,495$, $p=0,001<0,05$), pH ($r=-0,349$, $p=0,019<0,05$), nitrit ($r=0,365$, $p=0,014<0,05$), sülfat ($r=0,551$, $p=0,000<0,05$), fosfat ($r=0,305$, $p=0,042$), sodyum ($r=0,300$, $P=0,045$) ve kalsiyum ($r=0,612$, $p=0,000<0,05$) ile olan ilişkisi istatistik olarak anlamlı ve önemli bulunmuştur. Diğer parametreler etkilenmemiştir.

Çizelge 4.9. Klorür ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Klorür	Renk	45	0,022	0,886
	Bulanıklık	45	-0,118	0,441
	İletkenlik	45	0,495	0,001
	pH	45	-0,349	0,019
	Çözülmüş oksijen	45	-0,224	0,139
	Sıcaklık	45	0,148	0,332
	Nitrit	45	0,365	0,014
	Nitrat	45	0,029	0,852
	Sülfat	45	0,551	0,000
	Fosfat	45	0,305	0,042
	Sodyum	45	0,300	0,045
	Amonyum	45	-0,191	0,210
	Potasyum	45	0,376	0,011
	Magnezyum	45	0,623	0,000
	Kalsiyum	45	0,612	0,000
	Demir	45	-0,091	0,551
	Mangan	45	-0,152	0,319
	<i>C. perfringens</i>	45	0,151	0,323
	Fekal koliform	45	0,019	0,900
	Toplam koliform	45	-0,006	0,971

Bizim araştırmamızda klorür miktarı 16,22-58,17 mg/L arasında değişim göstermiştir. Alaş ve Çil (2002) araştırmalarında en düşük ve en yüksek klorür miktarlarını Karasu çayında 49,52 mg/L ve 83,31 mg/L olarak belirlemiştir. Dişli vd (2004) yaptıkları çalışmada en düşük klorür miktarını Eylül ayında gölün orta kısmında 13,47 mg/L, en yüksek klorür miktarını Mart ayında gölün çıkış kısmında 22,68 mg/L olarak ölçmüşlerdir. Alemdar vd (2009) klorür düzeyini Ahlât ilçesindeki içme sularında en yüksek $12,21\pm 0,52$ mg/L bulmuşlar, en düşük klor miktarını ise $2,14\pm 0,32$ mg/L seviyesinde Hizan ilçesinden belirlemiştir. Dayıoğlu vd (2004) inceledikleri sularda klorür değerlerini 10,2-43,0 mg/L ve Ağaoğlu vd (1999)'da 22,00-102,00 mg/L arasında saptamışlardır.

4.2.4. Nitrit miktarı

Nitritin diğer parametreler ile ilişkisi Çizelge 4.10'da verilen korelasyon testinde gösterilmiştir. Çizelgede verildiği gibi istatistik olarak nitrit miktarının klorür ($r=0,365$; $p=0,014<0,05$) ile anlamlı ve pozitif yönde değiştiği tespit edilmiştir. Diğer parametrelerle ilişkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Nitrit ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Nitrit	Renk	45	0,062	0,684
	Bulanıklık	45	0,190	0,210
	İletkenlik	45	0,401	0,006
	pH	45	0,194	0,202
	Çözünmüş oksijen	45	0,049	0,747
	Sıcaklık	45	-0,037	0,811
	Klorür	45	0,365	0,014
	Nitrat	45	-0,213	0,159
	Sülfat	45	-0,107	0,486
	Fosfat	45	0,195	0,198
	Sodyum	45	0,111	0,468
	Amonyum	45	0,077	0,613
	Potasyum	45	-0,087	0,572
	Magnezyum	45	-0,020	0,896
	Kalsiyum	45	0,019	0,899
	Demir	45	-0,221	0,144
	Mangan	45	0,008	0,961
	<i>C. perfringens</i>	45	-0,109	0,478
	Fekal koliform	45	-0,079	0,608
	Toplan koliform	45	-0,037	0,810

Çalışmamızda nitrit konsantrasyonu, 0,00 ile 0,35 mg/L arasında bulunmuştur. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe (Resmi Gazete 2005) göre sulara nitrit miktarının “0,50 mg/L değerini aşmaması ve kullanılmış suların arıtma işleminden sonra 0,1 mg/L nitrit içermesi “gerektiği bildirilmektedir. Nitekim bizim tespit ettiğimiz nitrit miktarlarının yönetmelikte izin verilen maksimum değerlerin altında olduğu görülmektedir. Ayrıca incelenen 45 numunenin 18 tanesinde nitrit tespit edilmemiştir. Dayıoğlu vd (2004), Abalı vd (2008) ve Alaş ve Çil (2002)’de yapmış oldukları çalışmalarda, nitrite rastlamamışlardır. Durmaz vd (2007) araştırmalarında su numunelerinde nitrit miktarının ortalama $0,02 \pm 0,003$ mg/L olduğunu tespit etmişlerdir. Ağaoğlu vd (2007) gerek Van merkez gerekse ilçelerdeki dere sularının tamamında nitrit miktarının 0,69-0,06 ppm arasında değiştiğini saptamıştır. Yelekçi (2010)’de araştırmasında analiz ettiği su numunelerinde nitrit miktarını Ağustos ve Şubat aylarında ortalama sırasıyla 0,03 ve 0,03 mg/L seviyesinde bulmuştur.

4.2.5. Nitrat miktarı

Nitrat değerlerine ait korelasyon değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Nitrat miktarının sülfat ($r=0,345$; $P=0,020<0,05$), amonyum ($r=-0,316$; $p=0,034<0,05$), potasyum ($r=0,379$; $p=0,010<0,05$) ve magnezyum ($r=0,308$; $p=0,040<0,05$) miktarları ile olan ilişkisi istatistik olarak anlamlı ve önemli, diğer parametrelerle ilişkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.11. Nitrat ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Nitrat	Renk	45	0,019	0,902
	Bulanıklık	45	-0,078	0,610
	İletkenlik	45	-0,099	0,518
	pH	45	-0,046	0,765
	Çözünmüş oksijen	45	-0,158	0,299
	Sıcaklık	45	-0,125	0,412
	Klorür	45	0,029	0,852
	Nitrit	45	-0,213	0,159
	Sülfat	45	0,345	0,020
	Fosfat	45	-0,064	0,678
	Sodyum	45	-0,027	0,860
	Amonyum	45	-0,316	0,034
	Potasyum	45	0,379	0,010
	Magnezyum	45	0,308	0,040
	Kalsiyum	45	0,240	0,112
	Demir	45	-0,130	0,395
	Mangan	45	-0,015	0,925
	<i>C. perfringens</i>	45	-0,268	0,075
	Fekal koliform	45	-0,085	0,579
	Toplam koliform	45	-0,099	0,517

Su örneklerinde nitrat konsantrasyonu, 0,43-5,91 mg/L arasında bulunmuş ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte belirtilen 50 mg/L ‘lik maksimum değerinin altında kalmıştır. Alaş ve Çil (2002) araştırma yaptığı su kaynaklarında nitrat konsantrasyonunu en yüksek 14,35 mg/L seviyesinde ve Karasu çayında tespit etmiştir. Dişli vd (2004) yaptıkları çalışmada en düşük nitrat konsantrasyonu Mayıs ayında gölün

orta kısmında 5 mg/L, en yüksek konsantrasyon ise Ocak ayında gölün çıkış kısmında 30,25 mg/L olarak belirlemişlerdir. Alkan vd (2005) yaptıkları çalışmada nitrat konsantrasyonunu 0,87-5,33 mg/L arasında bulmuşlardır. Dayıoğlu vd (2004) ise inceledikleri sularda nitrite rastlamamışlardır. Abalı vd (2008) çalışmalarında en yüksek nitrat değerini 9,32 mg/L, Durmaz vd (2007) ortalama nitrat miktarını $9,18 \pm 0,850$ mg/L olarak saptamışlardır. Ağaoğlu vd (2007) Van merkez ve ilçelerinde bulunan su kaynaklarında ortalama nitrat düzeylerini sırasıyla $35,93 \pm 5,706$ - $24,75 \pm 9,262$ ppm (kuyu), $5,16 \pm 0,931$ - $4,99 \pm 0,665$ ppm (dere), $19,07 \pm 3,770$ - $14,61 \pm 2,523$ ppm (kaynak/çesme), $9,61 \pm 3,021$ - $14,11 \pm 2,503$ ppm (musluk), $6,33 \pm 2,850$ - $7,39 \pm 1,582$ ppm (depo) olarak saptamışlardır.

4.2.6. Sülfat miktarı

Sülfat miktarı ile diğer parametreler arasındaki değerini gösteren korelasyon çizelge 4.12'de verilmiştir. Çizelgeye göre sülfat miktarı ile iletkenlik ($r=0,326$; $p=0,029 < 0,05$), pH ($r=-0,326$; $p=0,034 < 0,05$), klorür ($r=0,551$; $p=0,000 < 0,05$), nitrat ($r=0,345$; $p=0,020 < 0,05$), potasyum ($r=0,426$; $p=0,003 < 0,05$), magnezyum ($r=0,803$; $p=0,000 < 0,05$) ve kalsiyum ($r=0,796$; $p=0,000 < 0,059$) miktarı arasındaki korelasyon istatistik olarak önemli bulunmuştur. Diğer parametrelerle sülfat miktarları arasında negatif korelasyon belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. Sülfat ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Sülfat	Renk	45	0,084	0,585
	Bulanıklık	45	-0,176	0,247
	İletkenlik	45	0,326	0,029
	pH	45	-0,316	0,034
	Çözünmüş oksijen	45	-0,181	0,234
	Sıcaklık	45	0,082	0,594
	Klorür	45	0,551	0,000
	Nitrit	45	-0,107	0,486
	Nitrat	45	0,345	0,020
	Fosfat	45	0,249	0,099
	Sodyum	45	0,197	0,196
	Amonyum	45	-0,206	0,174
	Potasyum	45	0,426	0,003
	Magnezyum	45	0,803	0,000
	Kalsiyum	45	0,796	0,000
	Demir	45	0,135	0,378
	Mangan	45	-0,254	0,092
	<i>C. perfringens</i>	45	0,109	0,478
	Fekal koliform	45	-0,161	0,290
	Toplam koliform	45	-0,160	0,294

Bu araştırmada 24,66-72,20 mg/L arasında değişen miktarlarda sülfat tespit edilmiştir. Dişli vd (2004) yaptıkları çalışmada en düşük sülfat miktarını Eylül ayında gölün orta ve çıkış kısmında ve yok denecek seviyede, en yüksek sülfat miktarını ise Ocak ayında gölün orta kısmında ve 12,18 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Alemdar vd (2009) çalışmalarında sülfat yönünden en yüksek değeri 14,77±2,96 mg/L ile Tatvan ilçesi içme sularında belirlemişlerdir. Dayıoğlu vd (2004) ise yaptıkları çalışmada Kütahya şehrinin belirli mahallelerinden aldıkları içme suyu örneklerinin tamamında sülfata rastlamamışlardır.

4.2.7. Fosfat miktarı

Çizelge 4.13’de fosfat değerlerine ait korelasyon testi sonuçlarına göre elektriksel iletkenlik ($r=0,444$; $p=0,002<0,05$), klorür ($r=0,305$; $p=0,042<0,05$), magnezyum

($r=0,402$; $p=0,006<0,05$) ve kalsiyum ($r=0,418$; $p=0,004<0,05$) miktarları istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değişim göstermiştir. Diğer parametrelerle fosfat miktarı arasındaki değişim istatistik olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Fosfat ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Fosfat	Renk	45	-0,022	0,888
	Bulanıklık	45	-0,192	0,206
	İletkenlik	45	0,444	0,002
	pH	45	-,0271	0,072
	Çözünmüş oksijen	45	-0,259	0,086
	Sıcaklık	45	0,268	0,075
	Klorür	45	0,305	0,042
	Nitrit	45	0,195	0,198
	Nitrat	45	-0,064	0,678
	Sülfat	45	0,249	0,099
	Sodyum	45	0,195	0,200
	Amonyum	45	-0,324	0,030
	Potasyum	45	0,051	0,739
	Magnezyum	45	0,402	0,006
	Kalsiyum	45	0,418	0,004
	Demir	45	-0,065	0,670
	Mangan	45	-0,461	0,001
	<i>C. perfringens</i>	45	0,083	0,590
	Fekal koliform	45	-0,171	0,263
	Toplam koliform	45	-0,107	0,486

Bizim çalışmamızda fosfat miktarı incelenen tüm örneklerde 13,75-27,38 mg/L arasında değişim göstermiştir.

4.2.8. Sodyum miktarı

Sodyumun diğer parametreler ile ilişkisini görülen korelasyon çizelge 4.14'de verilmiştir. Korelasyon değerlerine göre sodyum değerlerinin iletkenlik ($r=0,360$; $p=0,015<0,05$), pH ($r=-0,391$; $p=0,008<0,05$), klorür ($r=0,300$; $p=0,045<0,05$) ve

potasyum ($r=0,373$; $p=0,012<0,05$) değerleri ile anlamlı ve pozitif yönde ilişkisi tespit edilmiştir. Diğer parametrelerle ilişkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Sodyum ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Sodyum	Renk	45	-0,137	0,370
	Bulanıklık	45	-0,238	0,115
	İletkenlik	45	0,360	0,015
	pH	45	-0,391	0,008
	Çözünmüş oksijen	45	0,102	0,503
	Sıcaklık	45	0,005	0,975
	Klorür	45	0,300	0,045
	Nitrit	45	0,111	0,468
	Nitrat	45	-0,027	0,860
	Sülfat	45	0,197	0,196
	Fosfat	45	0,195	0,200
	Amonyum	45	-0,006	0,967
	Potasyum	45	0,373	0,012
	Magnezyum	45	0,060	0,698
	Kalsiyum	45	0,068	0,655
	Demir	45	0,144	0,346
	Mangan	45	-0,156	0,306
	<i>C. perfringens</i>	45	0,056	0,715
	Fekal koliform	45	0,117	0,443
	Toplam koliform	45	0,078	0,611

Analiz edilen su örneklerinde sodyum miktarının, 21,38-63,78 mg/L arasında değiştiği saptanmıştır. Alemdar vd (2009) incelediği su örneklerinde sodyum düzeyini Ahlât ilçesi sularında en yüksek $13,43\pm 0,17$ mg/L seviyesinde, en düşük merkezde $2,35\pm 0,27$ mg/L ve Hizan ilçesinde $0,90\pm 0,08$ mg/L düzeyinde belirlemiştir.

4.2.9. Amonyum miktarı

Amonyumun diğer parametrelerle değişimini gösteren korelasyon değerleri çizelge 4.15’da verilmiştir. Buna göre; amonyumun sıcaklık ($r=-0,429$; $p=0,003<0,05$), nitrat

($r=0,316$; $p=0,034<0,05$), fosfat ($r=-0,324$; $p=0,030<0,05$), potasyum ($r=-0,410$, $p=0,005<0,05$), magnezyum ($r=-0,413$; $p=0,005<0,05$) ve demir ($r=0,570$; $p=0,000<0,05$) miktarları ile olan ilişkisi istatistik olarak anlamlı ve önemli bulunmuştur. Diğer parametrelerle ilişkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Amonyum ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Amonyum	Renk	45	0,005	0,973
	Bulanıklık	45	0,251	0,096
	İletkenlik	45	-0,183	0,229
	pH	45	-0,010	0,947
	Çözünmüş oksijen	45	0,263	0,081
	Sıcaklık	45	-0,429	0,003
	Klorür	45	-0,191	0,210
	Nitrit	45	0,077	0,613
	Nitrat	45	0,316	0,034
	Sülfat	45	-0,206	0,174
	Fosfat	45	-0,324	0,030
	Sodyum	45	-0,006	0,967
	Potasyum	45	-0,410	0,005
	Magnezyum	45	-0,413	0,005
	Kalsiyum	45	0,234	0,122
	Demir	45	0,570	0,000
	Mangan	45	0,216	0,155
	<i>C. perfringens</i>	45	0,222	0,143
	Fekal koliform	45	0,190	0,212
	Toplam koliform	45	0,214	0,159

Su örneklerinde amonyum değerini 0,07-0,91 mg/L arasında bulunmuştur. Dönderici vd (2010) çalışmalarında inceledikleri amonyum 55 örnekte amonyum miktarının tayin limitinin (0,02 mg/L) altındadiğer örneklerde en düşük 0,02 mg/L ve en yüksek 0,09 mg/L seviyesinde tespit etmişlerdir.

4.2.10. Potasyum miktarı

Çizelge 4.16’da görülen potasyum değerlerine ait korelasyon testi sonuçlarına bakıldığında pH ($r=-0,324$; $p=0,030<0,05$), klorür ($r=0,376$; $p=0,011<0,05$), nitrat ($r=0,379$; $p=0,010<0,05$), sülfat ($r=0,426$; $p=0,003<0,05$), sodyum ($r=0,373$; $p=0,012<0,05$), amonyum ($r=-0,410$; $p=0,005<0,05$) ve magnezyum ($r=0,427$; $p=0,003<0,05$) miktarıyla istatistiksel olarak anlamlı bir değişim göstermiştir. Diğer parametreler ise potasyum miktarındaki değişimden etkilenmemiştir.

Çizelge 4.16. Potasyum ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Potasyum	Renk	45	0,045	0,771
	Bulanıklık	45	-0,168	0,269
	İletkenlik	45	0,158	0,301
	pH	45	-0,324	0,030
	Çözünmüş oksijen	45	-0,162	0,289
	Sıcaklık	45	0,243	0,107
	Klorür	45	0,376	0,011
	Nitrit	45	-0,087	0,572
	Nitrat	45	0,379	0,010
	Sülfat	45	0,426	0,003
	Fosfat	45	0,051	0,739
	Sodyum	45	0,373	0,012
	Amonyum	45	-0,410	0,005
	Magnezyum	45	0,427	0,003
	Kalsiyum	45	0,216	0,154
	Demir	45	-0,142	0,352
	Mangan	45	-0,164	0,282
	<i>C. perfringens</i>	45	0,000	1,000
	Fekal koliform	45	-0,183	0,230
	Toplam koliform	45	-0,197	0,194

Bizim çalışmamızda potasyum miktarı incelenen tüm örneklerde 3,76-40,86 mg/L arasında değişim göstermiştir.

4.2.11. Magnezyum miktarı

Magnezyumun diğer parametreler ile olan ilişkisi çizelge 4.17’de verilen korelasyon değerleriyle ortaya koyulmuştur. Buna göre istatistik olarak magnezyum miktarının iletkenlik ($r=0,370$; $p=0,012<0,05$), klorür ($r=0,623$; $p=0,000<0,05$), nitrat ($r=0,308$; $p=0,040<0,05$), sülfat ($r=0,803$; $p=0,000<0,05$), fosfat ($r=0,402$; $p=0,006<0,05$), amonyum ($r=-0,413$; $p=0,005<0,05$), potasyum ($r=0,427$; $p=0,003<0,05$), kalsiyum ($r=0,911$; $p=0,000<0,05$), mangan ($r=-0,347$; $p=0,019<0,05$) ve fekal koliform ($r=-0,298$; $p=0,047<0,05$) değerleri anlamlı ve pozitif yönde değiştiği tespit edilmiştir. Diğer parametrelere ise etkisi olmamıştır.

Çizelge 4.17. Magnezyum ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Magnezyum	Renk	45	-0,086	0,576
	Bulanıklık	45	-0,262	0,082
	İletkenlik	45	0,370	0,012
	pH	45	-0,180	0,236
	Çözünmüş oksijen	45	-0,150	0,327
	Sıcaklık	45	0,072	0,638
	Klorür	45	0,623	0,000
	Nitrit	45	-0,020	0,896
	Nitrat	45	0,308	0,040
	Sülfat	45	0,803	0,000
	Fosfat	45	0,402	0,006
	Sodyum	45	0,060	0,6698
	Amonyum	45	-0,413	0,005
	Potasyum	45	0,427	0,003
	Kalsiyum	45	0,911	0,000
	Demir	45	-0,089	0,561
	Mangan	45	-0,347	0,019
	<i>C. perfringens</i>	45	0,052	0,746
	Fekal koliform	45	-0,298	0,047
	Toplam koliform	45	-0,238	0,115

Çalışmamızda analiz edilen örneklerde magnezyum miktarı 7,22-48,91 mg/L arasında değişim göstermiştir. Alemdar vd (2009) magnezyum düzeyini Güroymak ilçesinde içme suyu örneklerinde en düşük 3,81±0,04 mg/L düzeyinde ve en yüksek 8,06±0,17 mg/L Adilcevaz ilçesinde içme sularında tespit etmişlerdir. Ağaoğlu vd (1999) çalışmalarında magnezyum değerlerini 0,48-17,28 mg/L arasında saptamışlardır.

4.2.12. Kalsiyum miktarı

Çizelge 4.18’de kalsiyum değerlerine ait korelasyon testi sonuçlarına göre kalsiyum miktarı elektriksel iletkenlik ($r=0,353$; $p=0,017<0,05$), klorür ($r=0,612$; $p=0,000<0,05$), sülfat ($r=0,796$; $p=0,000<0,05$), fosfat ($r=0,418$; $p=0,004<0,05$) ve magnezyum ($r=0,911$; $p=0,000<0,05$) miktarıyla istatistiksel olarak pozitif, diğerleriyle negatif yönde bir değişim göstermiştir.

Çizelge 4.18. Kalsiyum ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Kalsiyum	Renk	45	-0,029	0,853
	Bulanıklık	45	-0,204	0,179
	İletkenlik	45	0,353	0,017
	pH	45	-0,081	0,596
	Çözünmüş oksijen	45	-0,213	0,160
	Sıcaklık	45	0,017	0,911
	Klorür	45	0,612	0,000
	Nitrit	45	0,019	0,899
	Nitrat	45	0,240	0,112
	Sülfat	45	0,796	0,000
	Fosfat	45	0,418	0,004
	Sodyum	45	0,068	0,655
	Amonyum	45	-0,234	0,122
	Potasyum	45	0,216	0,154
	Magnezyum	45	0,911	0,000
	Demir	45	0,330	0,829
	Mangan	45	-0,332	0,026
	<i>C. perfringens</i>	45	-0,048	0,755
	Fekal koliform	45	-0,266	0,078
	Toplam koliform	45	-0,199	0,189

Bu araştırmada incelenen sulara ait kalsiyum miktarı, 7,22-48,91 mg/L arasında bulunmuştur. Alemdar vd (2009) en yüksek kalsiyum düzeyini 20,21±0,65 mg/L ile Hizan ilçesi içme sularında, en düşük 17,16±0,28 mg/L ile Güroymak ilçesinden aldıkları su örneklerinde saptamışlardır. Ağaoğlu vd (1999) incelenen kaynak sularında kalsiyum miktarını 33,60-78,40 mg/L arasında tespit etmişlerdir. Özakkoyunlu (2007) Gölünyazı gölünün en düşük kalsiyum miktarını Mart ayında 18 mg/L, en yüksek miktarını ise Ocak ayında 28 mg/L olarak belirlemiştir.

4.2.13. Demir miktarı

Demir miktarı ile ilgili korelasyon analiz sonuçları çizelge 4.19'da verilmiştir. Çizelgeye bakıldığında demirin amonyum ($r=0,570$; $p=0,000<0,05$) ve *C. perfringens* sayısı ($r=0,387$; $p=0,009<0,05$) ile olan ilişkisi istatistik olarak anlamlı ve önemli bulunmuştur. Diğer parametrelerle ilişkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.19. Demir ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Demir	Renk	45	0,004	0,981
	Bulanıklık	45	0,013	0,933
	İletkenlik	45	-0,145	0,343
	pH	45	-0,239	0,114
	Çözünmüş oksijen	45	0,037	0,807
	Sıcaklık	45	-0,081	0,595
	Klorür	45	-0,091	0,551
	Nitrit	45	-0,221	0,144
	Nitrat	45	-0,130	0,395
	Sülfat	45	0,135	0,378
	Fosfat	45	0,065	0,670
	Sodyum	45	0,144	0,346
	Amonyum	45	0,570	0,000
	Potasyum	45	-0,142	0,352
	Magnezyum	45	-0,089	0,561
	Kalsiyum	45	0,033	0,829
	Mangan	45	0,110	0,471
	<i>C. perfringens</i>	45	0,387	0,009
	Fekal koliform	45	0,058	0,707
	Toplam koliform	45	0,005	0,975

Bu araştırmada, demir konsantrasyonu 0,00-2,42 mg/L arasında değisen miktarlarda tespit edilmiştir. Yelekçi (2010) yapmış olduğu çalışmada su numunelerin demir içeriklerini Ağustos ve şubat aylarında ortalama 0,19 ve 0,14 mg/L olarak belirlemiştir. Dönderici vd (2010) 16 su örneğinde demir miktarını tayin limitinin (1 mg/L) altında, diğer 14 örnekte ise 2,4-86,64 mg/L arasında tespit etmişlerdir. Alaş ve il (2002) yaptıkları çalışmada en yüksek demir konsantrasyonun 0,263 mg/L ile Melendiz ayında tespit etmişlerdir. Yakıcı (2010) alışmasında en yüksek demir miktarının 4,450 mg/L, Kahraman (2007) ise 0,00-0,12 mg/L arasında belirlemiştir. Bu alışmamızda ve bahsi geçen araştırmalarda sularda demir bulunmasına rağmen, miktarlarının standartlarda belirtilen limit değerlerin altında kaldığı görölmektedir.

4.2.14. Mangan miktarı

Mangan değerlerine ait korelasyon testi sonuçları izelge 4.20'de verilmiştir. Manganın fosfat ($r=-0,461$; $p=0,001<0,05$), magnezyum ($r=-0,347$; $p=0,019<0,05$) ve kalsiyum ($r=-0,332$; $p=0,026<0,05$) miktarı ile olan ilişkisi istatistik olarak önemli, diğer parametrelerle ilişkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.20. Mangan ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Mangan	Renk	45	0,009	0,951
	Bulanıklık	45	0,243	0,108
	İletkenlik	45	-0,201	0,186
	pH	45	0,115	0,452
	Çözünmüş oksijen	45	-0,040	0,796
	Sıcaklık	45	0,163	0,285
	Klorür	45	-0,152	0,319
	Nitrit	45	0,008	0,961
	Nitrat	45	-0,015	0,925
	Sülfat	45	-0,254	0,092
	Fosfat	45	-0,461	0,001
	Sodyum	45	-0,516	0,306
	Amonyum	45	0,216	0,155
	Potasyum	45	-0,164	0,282
	Magnezyum	45	-0,347	0,019
	Kalsiyum	45	-0,332	0,026
	Demir	45	0,110	0,471
	<i>C. perfringens</i>	45	0,011	0,945
	Fekal koliform	45	-0,083	0,586
	T.oplam koliform	45	-0,152	0,319

Araştırmamızda mangan konsantrasyonunun, 1,10-6,80 mg/L arasında değiştiği tespit edilmiştir. Dönderici vd (2010) incelediği su örneklerinde mangan miktarını 8,9-11,1 mg/L arasında bulmuşlardır. Alaş ve Çil (2002) kaynak sularında mangan miktarını en çok 0,594 mg/L ile Melendiz çayında tespit etmişlerdir. Yelekçi (2010) çalışmasında Ağustos ve Şubat ayları mangan değerlerini ortalama 0,026-0,019 mg/L arasında belirlemiştir. Kahraman (2007) ise su örneklerinde 0,00-0,03 mg/L arasında değişen miktarlarda mangana rastlamıştır.

4.3. Suyun Mikrobiyolojik Özellikleri

Toplam 45 çeşmeye ait suların toplam koliform, fekal koliform ve *C. prefringens* sayıları en düşük, en yüksek ve ortalama olarak (adet/100 mL) çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Su örneklerinin bazı mikroorganizma sayılarına ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

Parametreler	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
Toplam koliform	45	0,00	98,00	6,87±18,918
Fekal koliform	45	0,00	41,00	3,69±8,878
<i>C. perfringens</i>	45	0,00	5,00	0,11±0,745

4.3.1. Toplam koliform

Toplam koliform sayısı ile diğer parametreler arasındaki değişimi ifade eden korelasyon test sonuçları çizelge 4.22’de verilmiştir. Çizelgeye göre istatistik olarak toplam koliform sayısının çözülmüş oksijen ($r=0,344$; $p=0,021<0,05$), sıcaklık ($r=-0,428$; $p=0,003<0,05$) ve *E. coli* ($r=-0,908$; $p=0,000<0,05$) sayısı ile anlamlı ve pozitif yönde değiştiği, diğer parametrelerle ise anlamlı bir değişim göstermediği görülmektedir.

Çizelge 4.22. Toplam koliform sayısı ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Toplam Koliform	Renk	45	-0,131	0,392
	Bulanıklık	45	-0,101	0,508
	İletkenlik	45	0,120	0,433
	pH	45	-0,056	0,714
	Çözülmüş oksijen	45	0,344	0,021
	Sıcaklık	45	-0,428	0,003
	Klorür	45	-0,006	0,971
	Nitrit	45	-0,037	0,810
	Nitrat	45	-0,099	0,517
	Sülfat	45	-0,160	0,294
	Fosfat	45	-0,107	0,486
	Sodyum	45	0,078	0,611
	Amonyum	45	0,214	0,159
	Potasyum	45	-0,197	0,194
	Magnezyum	45	-0,238	0,115
	Kalsiyum	45	-0,199	0,189
	Demir	45	0,005	0,975
	Mangan	45	-0,152	0,319
	<i>C. perfringens</i>	45	-0,055	0,718
	Fekal koliform	45	0,908	0,000

Bizim çalışmamızda toplam 45 adet örneğin %22,7'sinde koliform bakteri bulunmuştur. Alemdar vd (2009) su örneklerinde yaptıkları mikrobiyolojik analizler sonucunda toplam 164 örneğin %12'sinde koliform bakteri saptamışlardır. Anar ve Günşen (2000) inceledikleri toplam 100 adet içme ve kullanma suyunun %7'sinide koliform bakteri bulmuştur. Erkan ve Vural (2006)'da içme suyu olarak da kullanılan Dicle nehrinde çok yüksek oranda koliform bakteriye rastlamışlardır. Koçak ve Güner (2009) inceledikleri 70 su numunesinin 6 tanesinde koliform bakteri belirlemiştir. Uğur vd (2000) arıtma tesisi girişinden aldıkları atık su numunelerinde toplam koliform sayısını $1,3 \times 10^8/100$ mL, arıtma çıkışında aldıkları atık su numunelerinde ise $2,3 \times 10^6/100$ mL olarak tespit etmişlerdir. Ağaoğlu vd (1999) ve Yelekçi (2010) çalışmalarında Ağustos ayında 0-80 adet (ortalama 2,53), Şubat ayında ise koliform bakteriye rastlamamıştır.

4.3.2. Fekal koliform

Fekal koliform sayılarına ait korelasyon testi sonuçları çizelge 4.23'de verilmiştir. Fekal koliform sayılarının magnezyum ($r=-0,298$; $p=0,047<0,05$) ve toplam koliform ($r=0,908$; $p=0,00<0,05$) sayıları ile olan ilişkisi istatistik olarak önemli ve diğer parametrelerle ilişkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.23. Fekal koliform sayısı ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
Fekal Koliform	Renk	45	-0,131	0,391
	Bulanıklık	45	-0,126	0,411
	İletkenlik	45	0,025	0,870
	pH	45	-0,136	0,372
	Çözünmüş oksijen	45	0,206	0,174
	Sıcaklık	45	-0,271	0,071
	Klorür	45	0,019	0,900
	Nitrit	45	-0,079	0,608
	Nitrat	45	-0,085	0,579
	Sülfat	45	-0,161	0,290
	Fosfat	45	-0,171	0,263
	Sodyum	45	0,127	0,443
	Amonyum	45	0,190	0,212
	Potasyum	45	-0,183	0,230
	Magnezyum	45	-0,298	0,047
	Kalsiyum	45	-0,266	0,078
	Demir	45	0,058	0,707
	Mangan	45	-0,083	0,586
	<i>C. perfringens</i>	45	-0,063	0,679
	Toplam koliform	45	0,908	0,000

Çalışmamızda toplam 45 adet örneğin %22,7'sinde fekal koliform bakteri bulunmuştur. Alemdar vd (2009); Anar ve Günşen (2000) yaptıkları mikrobiyolojik analizleri sonucunda su örneklerinin %7-8'sinde *E.coli* bulmuşlardır. Yapılan pek çok çalışmada da su örneklerinde *E. coli* ve fekal koliforma rastlanılmıştır (Kıvanç vd 1996; Ağaoğlu vd 1999; Aysal 2004; Öztelli 2004; Avcı vd 2006; Erkan ve Vural 2006; Alişarlı vd 2007; Arık vd 2008; Aktürk 2009; Koçak ve Güner 2009; Özaslan 2009; Çelfiş 2010; Gökçen 2011; Yelekçi 2010). Durak vd (2007) ise çalışmalarında fekal koliforma tespit edememişlerdir. Uğur vd (2000) arıtma tesisi girişinde atık su numunelerinde toplam koliform sayısını $2,6 \times 10^6/100$ mL, çıkışında ise $2,0 \times 10^4/100$ mL seviyesinde tespit etmişlerdir.

4.3.3. *Clostridium perfringens*

Çizelge 4.24'de *C. perfringens* sayımının diğer parametrelerle olan ilişkisini gösteren korelasyon değerleri verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi *C. perfringens* sayısı pH ($r=-0,401$; $p=0,006<0,05$) ve demir ($r=0,387$; $p=0,009<0,05$) miktarı ile istatistik olarak anlamlı bir değişim göstermiştir. Diğer parametrelerle ilişkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.24. Cl. perfringens ve diğer parametreler arasındaki korelasyon

Sabit Parametreler	Değişken Parametreler	N	r	p
<i>C. perfringens</i>	Renk	45	0,216	0,154
	Bulanıklık	45	0,257	0,088
	İletkenlik	45	-0,223	0,140
	pH	45	-0,401	0,006
	Çözünmüş oksijen	45	-0,030	0,844
	Sıcaklık	45	0,056	0,716
	Klorür	45	0,151	0,323
	Nitrit	45	-0,109	0,478
	Nitrat	45	-0,268	0,075
	Sülfat	45	0,109	0,478
	Fosfat	45	0,083	0,590
	Sodyum	45	0,056	0,715
	Amonyum	45	0,222	0,143
	Potasyum	45	0,000	1,000
	Magnezyum	45	0,052	0,736
	Kalsiyum	45	-0,048	0,755
	Demir	45	0,387	0,009
	Mangan	45	0,011	0,945
	Fekal koliform	45	-0,063	0,679
	Toplam koliform	45	-0,055	0,718

Çalışmamızda toplam 45 adet örneğin % 2,3'ünde *C. perfringens*'e rastlanmıştır.

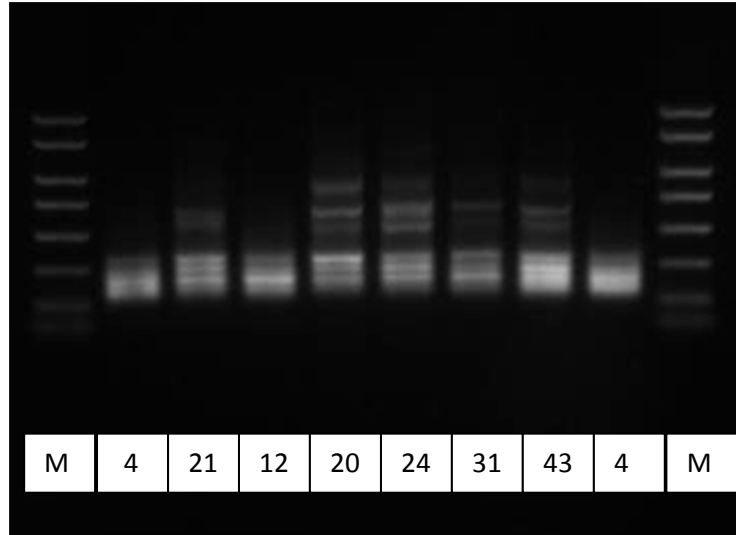
4.4. *E. coli* İzolasyonu Moleküler Tanımlanması

Bu amaçla toplam 45 örnekten şüpheli görülen 10 tanesinin fekal koliform sayımı yapılan katı besiyeri kültürlerinden EMB agara çizim usulu ile ekim yapılarak *E. coli*

izolasyonu gerçekleştirilmiştir. EMB üzerinde çoğalan tipik metalik parlak yeşil koloniler İMVİC testine tabi tutulmuştur. İMVİC testi sonucunda 45 *E. coli* suşu belirlenmiştir. Bu suşların *E. coli* olup olmadığı moleküler tiplendirme yöntemlerinden biri olan PZR analizi ile kontrol edilmiştir.

Moleküler olarak *E. coli* tanımlanması REP PZR ile yapılmıştır. PZR analizi sonucunda genotiplendirilmesi yapılan 45 suş arasından 15 farklı genotip belirlenmiştir. Bulunan genotipler agaroz jel elektroforezde yürütülerek 15 farklı genotipten 6 farklı bant görüntüsü elde edilmiştir. Genotiplerin bant uzunluğu ise 750-1000 arası baz çifti (bç) olduğu saptanmıştır. Kullanılan genotiplendirme yönteminin doğruluğunun ortaya konulması açısından, aynı suştan farklı zamanlarda yapılan amplifiikasyonlar sonucunda tekrar aynı bantlar elde edilmiştir (Şekil 4.1).

Şekilde görüldüğü gibi 45 çeşmeye ait örneklerden izole edilen 6 farklı *E. coli* PZR analizi sonucu çoğalan DNA bazlarının agaroz jel üzerindeki görüntüsü verilmiştir. Şekil 4.1’de görülen rakamlar çeşme numarası, K (kontrol=No 4), M ise marker olarak ifade edilmiştir.



Şekil 4.1. Erzurum çeşme sularından alınan örneklerin PZR sonuçlarının DNA agaroz gel elektroforezi

Balkay (2008) yaptığı çalışmada Multipleks PZR analizi ile Kars ili sınırları içerisindeki Kars çayında Salmonella, Shigella ve *E. coli* tespit etmiştir. *E. coli*'ye özellikle Mayıs ve Haziran aylarında rastlamıştır. Temmuz ve Ağustos aylarında ise sadece şehrin çıkışlarından aldığı örneklerde rastlanmıştır. Eylül ayında alınan örnekler de ise bu bakteriyi tespit edememiştir. Bulduğu bakterilerinin PZR amplifikasyonları DNA agaroz gel elektroforezinde yürüterek *E. coli* için 147 bç, Salmonella için 526 bç ve *Shigella* için 408 bç uzunlukta bantlar saptamıştır. Hadse vd. (2002) yaptıkları çalışmada Multipleks (çoklu) PZR yöntemiyle Ankara Garnizonu içerisinde bulunan askeri birliklere ait kuyu sularının mikrobiyolojik analizi gerçekleştirmişlerdir. Toplam 28 adet kuyu ve artezyen suyunun 14 tanesinde (%50) *E. coli* tespit etmişlerdir. Dörtlü Multipleks PZR yönteminin kullanan araştırmacılar termotoleran koliform için 326, *E. coli* için 147, Salmonella için 526 ve Shigella için 408 bç uzunlukta bantlar elde etmişlerdir. Frahm and Obst (2002) yaptıkları çalışmada TaqMan PCR yöntemi kullanarak 55 adet su örneğinin %96'sında *Enterococcus* ve %98'inde *E. coli* saptamışlardır. Fode-Vaughan *et al.* (2003) ve Tims and Lim (2003) yaptıkları çalışmada sırasıyla Direct PCR (DPCR) ve Real-time PCR yöntemini kullanarak piyasadaki su ve gıda örneklerinde *E. coli* O157:H7 tespit etmişlerdir. Franc *et al.* (2009); Sukprasert *et al.* (2008) ve Vidova *et al.* (2011) yaptıkları çalışmalarda PCR yöntemini kullanarak su örneklerinde *E. coli* varlığını saptamışlardır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışması, Erzurum il merkezinde içme suyu olarak kullanılan çeşme sularının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirildi. Araştırmada şehir merkezindeki 45 adet çeşmeden alınan su örneklerinde mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel analizlerle *E. coli* tiplendimesi yapıldı. Numunelerin toplandığı noktalar, Erzurum Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresinin belirli periyotlarda numune alıp analiz yaptırdığı ve kontrol ettirdiği çeşmelerden, halkın yoğun olduğu ve sıkça kullandıkları yerlerden alınmıştır.

Araştırma sonucunda, su numunelerinin renk değerlerinin 0,12-3,45 (ortalama 1,04), bulanıklık değerlerinin 0,02-0,45 NTU (ortalama 0,14 NTU), iletkenlik değerlerinin 141-847 $\mu\text{mhos/cm}$ (ortalama 456,80 $\mu\text{mhos/cm}$) ve sıcaklık değerlerinin 17-23°C (ortalama 21,43°C) aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe göre (Resmi Gazete 2005) verilen değerlerden daha yüksektir.

Su numunelerin pH değerleri 6,80-7,73 (ortalama 7,26) ve çözünmüş oksijen miktarları 4,80-6,30 mg/L (ortalama 5,36 mg/L) aralığında bulunduğu değerlerin İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikteki (Resmi Gazete 2005) değerlerle uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Çeşme sularının nitrit miktarları 0,00-0,35 mg/L (ortalama 0,12 mg/L), nitrat miktarları 0,43-5,91 mg/L (ortalama 2,09 mg/L), klorür miktarları 16,22-58,17 mg/L (ortalama 30,29 mg/L), sülfat miktarları 24,66-72,20 mg/L (ortalama 50,48 mg/L) ve sodyum 21,38-63,78 mg/L (ortalama 35,91 mg/L) aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Sağlık Bakanlığı ve Türk Standartlar Enstitüsü'ne göre yüzeysel sularda aranan parametrik değerlerle uyumlu olduğu saptanmıştır.

Örneklerin fosfat miktarları 13,75-27,38 mg/L (ortalama 22,71 mg/L), amonyum miktarları 0,01-0,91 mg/L (ortalama 0,31 mg/L) ve potasyum miktarları 3,76-40,86 mg/L (ortalama 31,12 mg/L) arasında bulunmuştur. Bu değerler İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte (Resmi Gazete 2005) verilen değerlerden daha yüksektir.

Su numunelerinde kalsiyum 29,66-158,57 mg/L (ortalama 105,00 mg/L), demir 0,00-2,42 mg/L (ortalama 0,159 mg/L) ve mangan miktarları 1,10 - 6,80 mg/L (ortalama 2,64 mg/L) arasında değişim göstermiştir. Bu sonuçlar Sağlık Bakanlığı ve Türk Standartlar Enstitüsü'nün yüzeysel sularda aranan parametrik değerlerine uygunluk göstermektedir.

Mikrobiyolojik analizler neticesinde 45 adet örnekte toplam koliform, fekal koliform ve *C. perfringens* bakteri sayıları sırasıyla 10 (%22,7), 10 (%22,7) ve 1 (%2,3) olarak tespit edilmiştir.

EMB agar besiyerinde tipik olarak gelişen metalik parlak yeşil kolonilerden seçilerek alınan mikroorganizma kültürleri moleküler olarak *E. coli* varlığının araştırılmasında kullanılmış ve toplam 6 farklı *E. coli* suşu tanımlanmıştır.

İncelenen parametreler bakımından, Erzurum il merkezinde belirlenen çeşmelerden alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları bu suların standartlara uygun olduğunu ve olumsuz bir durum taşımadığını fakat bazı çeşmelerde *E. coli*'ye rastlanması, bu çeşme sularına dışardan fekal bir bulaşmanın olduğunu göstermektedir. Sağlık riski nedeniyle fekal bulaşma olan bu çeşme sularının kullanılmaması gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abalı, Y., Targan, Ş., Süner, Ü., Süner, C., 2008. Manisa Bölgesindeki Bazı İçme Sularının Kimyasal Analizi. CBÜ Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, Cilt:2 Sayı:10
- Acehan, G., 2007. İçme Sularının Mikrobiyolojik Kirlenme Potansiyelinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana
- Ağaoğlu, S., Sarlı, M.,A., Alemdar, S., Dede, S., 2007. Van Bölgesi İçme ve Kullanma Sularında Nitrat ve Nitrit Düzeylerinin Araştırılması. Yyü Vet. Fak. Derg., 18(2):17-24
- Ağaoğlu, S., Ekici, K., Alemdar, S., Dede, S., 1999. Van ve Yöresi Kaynak Sularının Mikrobiyolojik, Fiziksel ve Kimyasal Kaliteleri Üzerine Araştırmalar. Van Tıp Dergisi: 6 (2): 00-00, 30-33
- Akpınar, K., 2005. Dünyada ve Türkiye’de Suyun Kullanımı ve Geleceğimiz İçin Önemi. Sağlık Bakanlığı Hizmet İçi Eğitimi, Yalova
- Aktürk, S., 2009. Adana - Tufanbeyli Yol Hattındaki Çeşme Sularının Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana
- Alaş, A., Şamil Çil, O., H., 2002. Aksaray İline İçme Suyu Sağlayan Bazı Kaynaklarda Su Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. Ekoloji Çevre Dergisi, Cilt: 11 Sayı: 42, 40-44
- Alemdar, S., Kahraman, T., Ağaoğlu, S., Alisharlı, M., 2009. Bitlis İli İçme Sularının Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellikleri. Ekoloji Çevre Dergisi, 19, 73, 29-38
- Alkan, U., Teksoy, A., Acar, Ö., 2005. İçme Suyu Şebekesinde Bakteriyel Yeniden Çoğalmayı Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi. İTÜ Dergisi Su Kirlenmesi Kontrolü Cilt:15, Sayı:1-3, 43-55
- Anar, Ş., Günşen, U., 2000. Bursa İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Hijyenik Kalitesi, SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi, 7 (1)
- Anonim (1998). Ts 6392 En Iso 7887/Nisan
- Anonim (1999a). Ts 3263 Iso 10523/Nisan
- Anonim (2001). Dpt, Madencilik Özel İhdisas Komisyon Raporu
- Anonim (2005). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik, ,25730
- Anonymous (1990). (Who), Arsenic. Environmental Health Criteria. 18. World Health Organization, Genova, 1-174
- Anonymous (1995). Aoac, Total Coliforms, Fecal Coliforms, and *Escherichia Coli*’ In Foods: Hydrophobic Grid Membrane Filter Method. Sec. 17.3.08, Method 983.25. In Official Methods Of Analysis Of Aoac International, 16th Ed., P.A. Cunniff (Ed.). 18-20. Aoac International, Gaithersburg, Md.
- Anonymous (1999a). Public Health Statement For Cadmium. Available From: [Http://Www.Atsdr.Cdc.Gov/Toxprofiles/ Phs5.Html](http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/Phs5.html).
- Anonymous (1999b) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 2130b

- Anonymous U.S. Epa. (2002a). Integrated Risk Information System. Office Of Research and Development (Ord), National Center For Environmental Assessment; [Http://Www.Epa.Gov/Ngispgm3/İris/Search.Htm](http://www.epa.gov/ngispgm3/iris/search.htm)
- Anonymous (2002b) European Commission Dg Env. E3 Project Env.E.3/Etu/2000/0058, "Heavy Metals İn Waste" February, Danimarka
- Anonymous (2003). Un/Wwap, 2003. Un World Water Development Report, Water For People, Water For Life Unesco, Berghahn Boks.
- Anonymous (2005a). Standard Methods For The Examination of Water And Wastewater, 2005 (21th Edition) 4110 B
- Anonymous (2005) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 2510 B.
- Anonymous (2006). World Health Organization. Guidelines For Drinking-Water Quality, Third Edition. Geneva. P. 221-459
- Anonymous (2007) Water Quality Outlook. Unep Global Environment Monitoring System(Gems)/Waterprogrammeoffice,[Http://Esa.Un.Org/İys/Docs/San_Lib_Docs/Water_Quality_Outlook.Pdf](http://esa.un.org/İys/docs/San_Lib_Docs/Water_Quality_Outlook.Pdf)
- Apha, Awwa, Wef, (1992). Standart Methods For The Examination of Water and Wastewater. 18th Edition, Washington
- Arıkan, A., 2007. İkizce (Haymana-Ankara) ve Çevresindeki Yeraltı Sularının Kimyası ve Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Atasağun, R., 2009. Rosaceae Familyasındaki Farklı Bitki Türlerinden İzole Edilen *Erwinia Amylovora* (Burr.) Winslow Et Al. 'Nın Biyokimyasal ve Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) Testleriyle Tanılanması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya
- Atalay, A. A., 2006. *Candida Albicans* Suşunun Fare Modelinde Kan ve Çeşitli Organlarda PZR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) İle Gösterilmesi. Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı, Tıp Uzmanlık Tezi, Kayseri
- Avcı, S., Bakıcı, M.,Z., Erandaç, M., 2006. Tokat İlindeki İçme Sularının Koliform Bakteriler Önünden Araştırılması. Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 28 (4): 107-112
- Aysal, S., 2004. Isparta Bölgesindeki Çeşitli Su Kaynaklarında *Cryptosporidium parvum*, *Giardia intestinalis*, Enterohemorrajik *E. coli* ve Diğer Enteropatojenlerin Araştırılması. Biyoloji Anabilim Dalı, Isparta
- Balkaya, N., Açıkgöz, A., 2004. İçme Suyu Kalitesi ve Türk İçme Suyu Standartları. Standart Dergisi, 29-37
- Balkay, F., 2008. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) ile Kars Çayı'nda Bakteri Tayini. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kars
- Başbüyük, M. 1992. Göksu Deltası Su Kirlilik Düzeyi ve Su Kalitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Adana
- Canik, B., 1998. Hidrojeoloji. Ankara Üniv. Fen Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, 286 S. Ankara
- Carnie, J., and Taylor, K. (1996). Guidelines For The Control of Infectious Diseases. Melbourne

- Cartwright, R.,Y., 2003. Food and Waterborne İnfections Associated With Package Holidays. J. Appl. Microbiol., 94 Suppl: 12s-24s
- Çakır, İ., 2000. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Genişletilmiş 2. Baskı; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını. Sim Matbaası, Ankara, 12: 522
- Çelfiş, Ö., 2010. Ankara’da Satılan Damacana Sularının Bazı Bakteriler Yönünden İncelenmesi. Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Çokay İşman B., 2011. Fish ve Standart Mikrobiyolojik Yöntemlerle Gıda ve Sulardaki Önemli Bakterilerin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Aydın
- Dayıoğlu, H., Özyurt, M.,S., Bingöl, N., Yıldız, C., 2004. Kütahya İli İçme Sularının Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyolojik Özellikleri. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Sayı:7
- Dedeakayoğulları, H., Önal, A.,E., 2009. Çevre - İnsan Sağlığı İlişkisi Açısından Su ve Su Analizinin Önemi. İst. Tıp Fak. Derg., 72:65-70
- Demirer, A., 1995. Su Hijyeni. Teksir, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Ankara
- Demirtaş, S., 1997. Sivas Yöresindeki Bazı Kuyu Sularında Koliform Bakteri Araştırılması ve Soyutlanan *E. coli* Kökenlerinin Antibiyotik Direnci. Cumhuriyet Ün. Tıp Fak. Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Uzmanlık Bitirme Tezi. Sivas
- Dişli, M., Akkurt, F., Alıcılar, A., 2004. Şanlıurfa Balıklıgöl Suyunun Bazı Kimyasal Parametrelerinin Mevsimlere Göre Değişiminin Değerlendirilmesi. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 19, No 3, 287-294
- Doğdu, Ş., M., 2006. Türkiye’deki Şişe Sularının Kimyasal İçerikleri ve Sağlık Açısından Değerlendirilmesi. Jeoloji Mühendisliği Dergisi 30 (2)
- Dönderici, Z., S., Dönerci, A., Başarı, F., 2010. Kaynak Sularının Fiziksel ve Kimyasal Kaliteleri Üzerine Bir Araştırma. Adana Hıfzıssıhha Enstitüsü Müdürlüğü, Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 67 (4): 167 - 172
- Dudak, C. F., 2006. Sulardaki *Escherichia coli*’nin Tayini İçin Paramanyetik Küreler Kullanarak İmmunolojik Analiz Yönteminin Geliştirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Durak, Y., Muştı, B., Aladağ, M.,O., 2007. Konya Kuyu Sularının Total Jerm, Total Koliform ve *Pseudomonas spp.* Yönünden Araştırılması. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 21 (43): 82-85
- Durmaz, R., 2004. Uygulamalı Moleküler Biyoloji. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi, Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Malatya
- Durmaz, H., Ardiç, M., Aygün, O., Genli, N., 2007. Şanlıurfa ve Yöresindeki Kuyu Sularında Nitrat ve Nitrit Düzeyleri. Yyü Vet. Fak. Derg., 18(1):51-54
- Edberg Sc, Rice Ew, Karlin Rj, Allen Mj, 2000. *Escherichia Coli*: The Best Biological Drinking Water İndicator For Public Health Protection. *Symposium Series, Society For Applied Microbiology.* 29,106-116
- Eraslan, F., 2008. Sulardaki Aktif Klorun Koi Analizlerine Etkisinin İncelenmesi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

- Erkan, M., E., Vural, A., 2006. Dicle Nehrinin Hijyenik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. Dicle Tıp Dergisi, Cilt:33, Sayı:4, (205-209)
- Feng, P., 1996. Emergence of Rapid Methods For Identifying Microbial Pathogens In Food. J.A.O.A.C.Int., V. 79, I.3, P.809-812
- Franceys, R., 1992. A Guide To The Development On - Site Sanitation. Who. Geneva
- Gökçen, H., 2011. Erzurum Bölgesindeki İçme Sularının Kalitesinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum
- Gözükara, E.M., 1989. Biyokimya. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi. Ofset Repromat Ltd. Şti.,196 S. Ankara
- Güler, Ç., ve Çobanoğlu, Z., 1994. Su Kirliliği, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 12. Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, Tc. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Isbn 975-7572-60-8, Ankara
- Günel, S., 1997. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) Yöntemi Kullanılarak *Mycobacterium Tuberculosis* Suşlarının Tiplendirilmesi. İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü, Yüksek Lisans Tezi, Malatya
- Gülboy, H. 2004. Isparta Deresi ve Bazı Yan Kollarında (Eğrim Ve Darıören) Su Kirliliğinin Biyolojik Ve Fizikokimyasal Yönden Belirlenmesi. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta
- Günşen, U., Anar, Ş., Gündüz, H., 2000. Uludağ'daki Su Kaynaklarının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Sdü Tıp Fakültesi Dergisi, 7 (2)
- Hadse, M., Oğur, R., Tekbaş, Ö.F., 2002. Ankara İl Merkezinde Bulunan Askeri Birliklerdeki Kuyu Sularının Polimeraz Zincir Reaksiyon (PZR) Sistemi ile Mikrobiyolojik Analizlerinin Yapılması. Gülhane Tıp Dergisi 44 (4) : 373 – 377
- Halkman, K. A., 2005. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları (Editör, Halkman). Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. S. 261-281
- Harmon S. M., Kauttar D. A. and Peeler J. T. (1971a) Appl. Microbiol. 22. 688-692
- Harmon S. M., Kauttar D. A. and Peeler J. T. (1971b) Appl. Microbiol. 21. 922-927
- Hauschild A. H. W. and Hilsheimer R. (1974a) Appl. Microbiol. 27. 78-82
- Hauschild A. H. W. and Hilsheimer R. (1974b) Appl. Microbiol. 27. 521-526
- Hautman P.D. and Munch D.J (1997).Usepa, Office Of Water -Method 300.1 J. Microbiol. 23. 884-892
- Hautman P.D. and Munch D.J (1997).Usepa, Office Of Water -Method 300.1
- Holler, F.J. and Nieman, T.A., 1998. Principles Of Instrumental Analysis, 5th Ed., Harcourt Brake College Publishers
- Jaffe, R.I., Lane, J.D., Bates, C.W., 2001, Realtime Identification Of Pseudomonas Aeruginosa Direct From Clinical Samples Using A Rapid Extraction Method And Pcr, J. Clin. Lab. Analysis, V. 15, I. 3, P. 131-137
- Jenniss, S.W., Katz, S.A., Lynch, R.W., 1997, Applications Of Atomic Spectrometry To Regulatory Compliance Monitoring, 2nd Ed., Wiley-Vch, Inc.
- Kahraman, Ü. C., 2007. Konya Garnizon Birliklerindeki Kuyu Suları ile Şehir Şebeke Sularının Su Kalitesi ve Ağır Metaller Yönünden Karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya

- Kanber, P., 2007. Aydın İli Bazı Yeraltı Ve Yerüstü Su Kaynaklarının Kirlilik Durumlarının Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın
- Karpuzcu, M., 1996. Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü. Gebze Yüksek Teknolojisi Çevre Mühendisliği Bölümü. Kubbealtı Neşriyatı Yayınları. S. 9- 92
- Kısa, Ö., 2005. Suların Mikrobiyolojik İncelenmesi. 4. Ulusal Sindirim Yolu İle Bulaşan Enfeksiyonlar Sempozyumu, 164-168
- Kireççi, E., Savaşçı, M., Uslu, H., 2006. Kars ve Sarıkamış Çevresindeki İçme Suyu Kaynaklarından Membran Filtrasyon Yöntemi ile *Escherichia coli* İzolasyonu. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg. 2006, 1 (1-2) 29-32
- Koçak, Ö., 2007. Erzurum İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Kalitesi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya
- Koçak, Ö., Güner, A., 2009. Erzurum İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Kalitesi. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg., Cilt: 4 Sayı: 1 Sayfa: 9-22
- Kurama, H., Poetzschke, J., 2002. İçme Sularından Amonyum İyonlarının Uzaklaştırılmasında Membran Filtrasyon Uygulaması. Ekolojik Çevre Dergisi, Cilt: 11 Sayı: 42, 45-48
- Kütük, H. 1989. Nitratlı Suların Elektrik Akımı ile Denitrifikasyonu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Samsun
- Montaser, A. and Golightly, D.W. (1992), "Inductively Coupled Plasmas In Analytical Atomic Spectrometry", 2nd Ed., Vch Publishers, Inc.
- Mor, A. ve Çitçi, M., D., 2002. Elazığ'ın Su Problemleri ve Su Kirliliği. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:12, Sayı:2, Sayfa:63-82
- Muslu, Y., 1985. Su Temini Ve Çevre Sağlığı. Cilt 3. İtü Matbaası, S. 792
- Nwachuku, N. and Gerba, C.P., 2004. Microbial Risk Asssment: Don't Forget The Children. Current Opinion In Microbiology 7: 206- 209
- Örgen, C. ve İnanç, İ., 2004. Doğal Zeolit'in Doğal Kaynak Sularında Ph, İletkenlik ve Sertlik Özelliklerinin Düzenleyicisi Olarak Kullanımı. National Meeting On Biomedical Engineering, İstanbul
- Özakkoyunlu, S., 2007. Gölünyazı Gölü'nün (Çorum) Su Kalitesinin Fiziksel ve Kimyasal Yöntemlerle Tespit Edilmesi ve Göl Civarında Yasayan Bazı Hayvanların Belirlenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Özaslan, A., 2009. Adana İçme Suyunda Fekal Koliform Düzeyinin Belirlenmesi ve Antibiyotik Dirençlilik Frekansı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana
- Özkahya, P., 2010. Edirne İli İçme ve Kullanma Amaçlı Kuyu Sularının Bazı Fizikokimyasal Özellikleri ile Makroomurgasız Faunası. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Edirne
- Öztelli, Y., 2004. Bayburt İli Merkez İlçede İçme Sularında Enterohemorajik *Escherichia coli* (O157:H7)'nin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta

- Öztürk, A., 2006. İçme ve Kullanma Suyu Temini, Aranılan Özellikler Ve Arıtımı. *Dizayn Konstrüksiyon*, 246, 100-111
- Pfaff D.J. (1993). Usepa, Ord, Nerl - Method 300.0
- Rose R, Geldreich E, Litsky W, 1975. Improved Membrane Filter Method For Fecal Coliform Analysis. *App .Environ. Microbiol.* 29(4),532-536
- Rubinson K.A., Rubinson J.F., 2000. Contemporary Instrumental Analysis. Prentice-Hall
- Samsunlu, A., 1987. Kullanılmış Suların Arıtılması. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir
- Saral, A., 2007. Çevre Kimyası II. YTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul
- Sarlı, M., A., Ağaoğlu, S., Alemdar, S., 2007. Van Bölgesi İçme ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Kalitesinin Halk Sağlığı Yönünden İncelenmesi. *Yyü Vet. Fak. Derg.*, 18(1):67-77
- Shahidi S. A. and Ferguson A. R., 1971. *Appl. Microbiol.* 21. 500-506 Skoog, D.A.
- Somma, M., Querci, M., 1995. Gıda Örneklerinde Genetiği Değiştirilmiş Organizma Analizleri. World Health Organization Regional Office For Europe
- Şen, M., 2008. Şamran Suyu'nun (Van) Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Van
- Tan, A., 2006. Atık Sularda Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Anorganik Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Edirne
- Taş, B., 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi. *Ekolojik Çevre Dergisi*, 15, 61, 6-15 2006
- Tofan, S., 2008. Konya Bölgesindeki İçme Sularında Metal Tayini. Kimya Anabilim Dalı, Konya
- Tomkins, L.S., 1992. The Use Of Molecular Methods İn Infectious Diseases. *N Engl. J.Med.*, 327 (10):1290-7
- Toroğlu, S., 2003. Aksu (Kahramanmaraş) Nehrinin Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi ve *Enterobacteriaceae* Üyelerinde Antibiyotik ve Ağır Metal Dirençliliği. Doktora Tezi, Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Adana
- Töreci, K., 1992. Su İle Bulaşan Enfeksiyonlar, Suyun Dezenfeksiyonu ve Bakteriyolojik İncelemesi. Klinik Mikrobiyoloji. İstanbul 1992; 10-13
- Tunç, M.,S., Ünlü, A., 2005. Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisinin Koliform Bakteri Giderme Veriminin Araştırılması. S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg., C.20, S.4
- Uğur , A., Yılmaz, F., Besler, A., 2000. Muğla Üniversitesi Evsel Atık Su Arıtma Tesisinde Bakteriyolojik, Protozoolojik ve Fiziko-Kimyasal Bir Araştırma. *Ekolojik Çevre Dergisi* Cilt: 10 Sayı: 37 (2000) 9-11
- Uslu, O., Türkman, A., 1987. Su Kirliliği Ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1. Ankara
- Van Derzee, H. and Veld, J.H.J.H., 1997. Rapid And Alternative Screening Methods For Microbiological Analysis. *J.A.O.A.J. Int.*, V.80, I. 34, P. 934-940
- Verep, B., Serdar, O., Turan, D., Şahin, C., 2005. İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekolojik Çevre Dergisi*, 15, 57, 7-16

- Vidova, B., Tothova, E., Blahut, L., Horvathova, V., Godany, A., 2011. Multiplex Pcr For Detection Of *Escherichia Coli* O157:H7 İn Foods. Section Cellular And Molecular Biology 66/3: 401-405
- Wang, D. and Finessel, W., 2008. Evaluation Of Media For Simultaneous Enumeration Of Total Coliform And *Escherichia coli* İn Drinking Water Supplies By Membrane Filtration Techniques. Journal Of Environmental Sciences 20(2008) 273–277, Canada
- WHO. 1996. Guidelines For Drinking Water Quality, 2nd Ed., 10-92. Austria
- Willard, H.H., Merritt, Jr., L.L., Dean, J.A., Settle, Jr., F.A., 1988. Instrumental Methods Ofanalysis. 7th Ed., Wadsworth Publishing Company
- Yakıcı, Y., 2010. Kahramanmaraş Yöresi Su Kaynaklarının Mikrobiyolojik Kirliliğinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş
- Yelekçi, S., 2010. Kilis İlinin İçme Sularının Kullanabilirliğinin Araştırılması. Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kilis
- Yenson, M., 1984. İnsan Biyokimyası. İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beta Basım Dağıtım, 128 S., İstanbul
- Yıldız, E., G., 2009. Konya Yolu-Çayyolu Arasındaki (Ankara) Akiferlerde Yeraltı Suyu Kalitesinin İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Yıldız A., Genç Ö., Bektaş S., 1993. Enstrümental Analiz Yöntemleri. Hacettepe Üniversitesi Yayınları A-64, Ankara
- Yıldız, N., Bircan, H., 1991. Uygulamalı İstatistik. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 308, Erzurum
- Yılmaz, A., 2009. Erzurum Merkezinde Çeşitli Okullardaki Öğrenci Lavabo Muslukları ve Suların Mikrobiyolojik Olarak İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum
- Yorulmaz, B., 2006. Esen Çayı (Kocaçay) Su Kalitesinin Fiziksel, Kimyasal ve Biyoloji Açından İncelenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir

EKLER

EK 1. Su örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerine ait ham veriler

NUMUNE ADRESİ	RENK	BULANIKLIK	İLETKENLİK	pH	ÇÖZÜNÜŞ OKSİJEN	SICAKLIK	KLORÜR	NİTRİT	NİTRAT	SÜLFAT	FOSFAT	SODYUM	AMONYUM	POTASYUM	MAGNEZYUM	KALSIYUM	DEMİR	MANGAN	C.PERFRİNGENS	E. COLI	T. KOLIFORM
Zeynel Camii Çeşme	1,16	0,19	685,00	7,23	4,80	23,30	39,16	0,35	2,11	54,04	24,97	39,61	0,22	18,74	36,03	121,07	0,01	2,30	0,00	0,00	0,00
Gürcü Kapı Akbank Karşısı Çşm	1,13	0,12	680,00	7,20	4,80	23,00	39,20	0,35	2,18	54,14	27,38	38,82	0,22	17,79	34,83	118,19	0,02	3,20	0,00	0,00	0,00
Kabe i Mescit önu Çeşme	0,90	0,11	682,00	7,19	5,10	23,30	39,23	0,35	0,48	54,04	26,46	38,17	0,22	17,67	34,75	118,47	0,01	1,30	0,00	0,00	0,00
Ayazpaşa Camii Çeşme	1,58	0,11	503,00	7,25	5,10	22,80	40,12	0,00	2,02	47,84	16,85	27,67	0,24	16,31	34,77	112,38	0,05	5,20	0,00	0,00	0,00
Gülahmet Çeşme	0,94	0,11	688,00	7,16	5,40	22,60	27,86	0,00	1,67	38,45	22,77	62,82	0,23	17,89	19,39	58,93	0,03	3,10	0,00	11,00	15,00
Saray Bosna Cad. Çukur Çeşme	1,92	0,10	710,00	7,10	5,20	22,90	38,70	0,00	1,96	72,20	18,49	52,27	0,23	40,47	31,77	103,82	0,01	2,50	0,00	0,00	0,00
Şabahane Çeşme	1,15	0,15	847,00	7,22	5,40	22,80	58,17	0,35	2,21	67,19	25,28	38,25	0,23	21,06	48,91	158,57	0,02	2,30	0,00	0,00	0,00
Dervişağa Camii Çeşme	0,65	0,07	505,00	7,28	5,50	22,00	28,12	0,35	1,65	38,55	22,62	63,78	0,23	18,20	19,72	59,97	0,01	2,10	0,00	17,00	24,00
Taşmağazalar altı 4.Noter Önu Çeşme	1,09	0,12	577,00	7,27	5,30	23,00	36,22	0,00	1,85	44,48	24,56	30,76	0,27	14,42	30,47	99,22	0,01	2,20	0,00	0,00	0,00
Alipaşa Camii Çeşme	0,78	0,07	631,00	7,26	5,30	22,90	39,37	0,00	2,19	54,16	25,64	39,23	0,23	18,42	36,08	122,40	0,01	2,40	0,00	0,00	0,00
Yazıcı Çeşme	0,90	0,08	491,00	7,26	5,40	22,60	17,44	0,00	2,10	52,24	20,75	24,98	0,23	7,29	28,03	97,32	0,03	2,50	0,00	0,00	0,00
Dabakhane Çeşme	0,45	0,07	432,00	7,20	4,90	22,90	21,61	0,00	1,81	30,13	24,63	27,31	0,23	9,14	23,27	76,56	0,01	2,60	0,00	11,00	17,00
Mahallebaşı Akpungar Çeşmesi	0,92	0,08	699,00	7,14	5,40	22,90	37,16	0,35	2,29	60,83	27,09	39,45	0,23	11,82	37,75	133,24	0,01	2,40	0,00	0,00	0,00
Lalapaşa Camii Önu Çeşmesi	1,15	0,18	685,00	7,10	5,50	22,50	39,35	0,35	2,19	54,09	24,81	39,49	0,23	18,54	36,58	124,75	0,02	2,30	0,00	0,00	0,00
Gez Mahallesi Çeşme lokantası önu çeşme	0,12	0,02	495,00	7,32	5,50	22,50	17,30	0,00	2,08	52,63	24,60	27,28	0,24	7,44	28,64	99,43	0,01	2,40	0,00	0,00	0,00
Pervizoğlu Camii Çeşme	1,13	0,14	688,00	7,20	5,20	23,00	39,28	0,35	2,15	54,22	27,12	40,35	0,23	18,48	36,58	124,32	0,01	2,80	0,00	0,00	0,00
Taşhan Önu Çeşme	1,14	0,12	687,00	7,24	5,40	22,60	39,35	0,35	2,15	54,35	27,19	40,77	0,23	18,69	36,84	124,84	0,02	3,50	0,00	0,00	0,00
Gez Camii Arkası Çeşme	1,01	0,11	498,00	7,36	5,40	22,60	17,25	0,00	2,09	52,44	25,05	27,21	0,24	7,43	28,85	100,23	0,01	3,20	0,00	0,00	0,00
Gez Mahallesi Çapa Çeşme	0,47	0,07	250,00	7,27	5,30	22,0	18,52	0,01	2,45	51,23	24,32	31,24	0,43	7,56	28,52	98,15	0,01	3,10	0,00	0,00	0,00

Mahalle Başı Nenehatun Çeşme	0,30	0,05	691,00	7,36	5,10	17,70	42,98	0,35	2,42	56,77	24,80	35,32	0,34	9,65	40,87	138,71	0,00	1,10	0,00	0,00	0,00
Mahalle Başı Heykel Altı Çeşme	0,42	0,09	692,00	7,32	5,80	16,90	37,43	0,00	2,27	59,64	22,81	39,04	0,34	12,10	39,15	138,29	0,03	1,90	5,00	32,00	98,00
Kazım Karabekir Mahallesi Parkı İçi Çeşme	1,31	0,18	552,00	7,27	6,30	16,80	16,40	0,35	0,87	24,90	21,57	31,81	0,78	3,89	7,48	30,55	0,01	1,60	0,00	24,00	65,00
Yıldızkent Balık Tesisleri Önü Çeşme	2,22	0,26	141,00	7,62	5,50	20,70	38,94	0,32	2,18	52,78	21,13	31,35	0,22	18,33	37,00	126,99	0,01	2,70	0,00	0,00	0,00
Şükrü Paşa ASM Yanı Çeşme	2,67	0,32	166,00	7,73	5,30	22,40	18,19	0,35	1,02	30,03	20,39	21,90	0,43	5,38	10,17	45,26	0,03	2,90	0,00	0,00	0,00
İ Mah. Sağlam istasyonkapı Koop. Önü Çeşme	3,45	0,45	252,00	7,56	4,90	20,30	18,06	0,01	2,09	53,76	24,29	21,38	0,36	8,13	34,53	120,17	0,01	2,50	0,00	0,00	0,00
Saray Bosna Caddesi Yapıcı Çeşme	2,27	0,27	254,00	7,54	5,20	21,80	18,25	0,01	2,12	53,83	19,29	21,75	0,23	8,31	34,70	120,81	0,01	2,10	0,00	0,00	0,00
Çaykara Cad. Spotlar Arkası Çeşme	0,57	0,06	227,00	7,48	5,40	18,90	21,30	0,01	1,94	39,03	21,22	33,70	0,22	20,30	28,45	84,17	0,01	2,90	0,00	0,00	0,00
K.Kar. Cad. Kervan. Otel Karşı Çeşme	1,26	0,16	231,00	7,45	4,90	21,70	20,22	0,01	1,92	40,17	20,97	28,14	0,23	20,93	27,42	93,40	0,01	1,50	0,00	0,00	0,00
Çaykara Cad. Muti Zade Şeref Bey Çeşme	0,27	0,05	267,00	7,58	5,30	22,10	31,57	0,00	3,55	51,23	22,16	40,22	0,21	13,88	33,52	136,85	0,01	3,10	0,00	0,00	0,00
Cennet Çeşme	0,39	0,10	356,00	7,12	5,70	21,80	31,27	0,00	1,69	48,32	25,37	39,12	0,22	18,48	36,88	117,35	0,01	1,70	0,00	0,00	0,00
Paşa Pınarı Çeşme	1,04	0,11	651,00	7,12	5,20	20,60	32,52	0,01	2,31	55,21	25,23	38,56	0,42	17,21	38,25	122,65	0,01	2,30	0,00	0,00	0,00
Kuşunlu Camii Çeşme	0,35	0,08	332,00	7,14	5,50	22,80	36,25	0,01	0,78	54,32	23,26	37,25	0,38	18,23	35,62	115,35	0,01	2,30	0,00	0,00	0,00
MahalleBaşı Temelli Petrol Önü Çeşme	0,46	0,09	453,00	7,20	5,80	22,50	19,25	0,01	2,18	50,23	21,23	34,21	0,20	7,26	28,52	95,23	0,01	3,10	0,00	0,00	0,00
Tahtacılar Cad.Çeşme	0,54	0,07	312,00	7,13	5,30	22,40	38,46	0,00	1,10	53,46	19,35	30,88	0,35	9,88	27,88	95,75	0,16	2,90	0,00	41,00	50,00
Çaykara Lüks Mamüller Önü Çeşme	0,62	0,08	315,00	7,20	5,60	20,30	31,01	0,01	2,09	57,35	21,56	33,49	0,21	20,39	36,99	113,88	0,02	2,30	0,00	0,00	0,00
Tebriz Kapı Çapa Çeşme	2,43	0,31	161,00	7,00	5,10	19,40	29,35	0,01	2,77	49,39	25,46	47,59	0,25	18,49	28,87	120,65	0,02	1,90	0,00	0,00	0,00
Cedit Cad.Oto Park Karşısı Çeşme	0,21	0,07	351,00	7,20	5,70	21,70	19,39	0,00	4,95	55,68	20,35	28,77	0,20	40,86	40,76	94,65	0,02	2,60	0,00	0,00	0,00
Çırcır Cami Yanı Çeşme	2,34	0,27	144,00	7,00	4,80	20,50	37,98	0,01	5,91	60,12	19,49	32,35	0,22	20,86	26,98	84,99	0,07	3,10	0,00	13,00	15,00
Gürcükapı Polis Karakolu Arkası Çeşme	0,42	0,09	311,00	7,10	5,30	21,90	30,79	0,01	1,87	48,57	20,38	31,49	0,91	9,77	24,88	118,54	1,54	2,70	0,00	7,00	10,00
Abdurrahmanağa Mah. Orta Çeşme	1,08	0,12	472,00	7,30	5,50	18,90	18,66	0,00	2,10	62,57	21,35	52,87	0,86	9,77	28,88	120,85	2,42	3,20	0,00	5,00	5,00
Mumcu Camii Çeşme	0,39	0,09	315,00	7,20	5,90	20,40	20,76	0,00	2,55	47,35	19,39	47,39	0,28	13,99	32,89	96,75	0,02	1,80	0,00	0,00	0,00
Kavak mahahallesi Borsa Kantarı Karşısı Çeşme	0,51	0,38	194,00	7,44	5,60	20,50	16,22	0,35	0,87	24,66	13,75	28,32	0,76	3,76	7,22	29,66	0,00	6,80	0,00	0,00	0,00
Kavak Kapı Camii Çeşme	0,28	0,10	661,00	7,43	5,90	16,60	41,65	0,34	2,33	55,20	18,37	33,31	0,46	9,49	39,76	135,02	0,00	2,40	0,00	0,00	0,00
Kavak Mahahallesi Dörtöl Çeşme	0,47	0,07	462,00	7,20	5,50	22,50	22,54	0,00	1,98	42,03	23,98	26,87	0,01	12,80	26,99	80,57	1,04	3,10	0,00	5,00	10,00

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Rize’de doğdum. İlk ve orta öğrenimini Rize’de tamamladıktan sonra 2004 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nü kazandım. 2008 yılında aynı bölümden mezun oldum. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Öğrenimime başladım. 2012 yılında yüksek lisans öğrenimimi tamamladım.