



**MARMARA ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**İSTANBUL İLİ ANADOLU YAKASI**  
**DOĞAL KAYNAK SULARININ**  
**KİMYASAL VE BAKTERİYOLOJİK**  
**ANALİZLERİ**

SELİN GÜLTEKİN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Biyoloji Anabilim Dalı

Biyoloji Programı

**DANIŞMAN**

Doç. Dr. Figen Esin KAYHAN

**EŞ-DANIŞMAN**

Yrd. Doç. Dr. Cenk SESAL

İSTANBUL, 2015



**MARMARA ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**İSTANBUL İLİ ANADOLU YAKASI**  
**DOĞAL KAYNAK SULARININ**  
**KİMYASAL VE BAKTERİYOLOJİK**  
**ANALİZLERİ**

**SELİN GÜLTEKİN**  
**(520112982)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**Biyoloji Anabilim Dalı**

**Biyoloji Programı**

**DANIŞMAN**  
**Doç. Dr. Figen Esin KAYHAN**

**EŞ-DANIŞMAN**  
**Yrd. Doç. Dr. Cenk SESAL**

**İSTANBUL, 2015**

**MARMARA ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans öğrencisi Selin GÜLTEKİN'in "İstanbul ili Anadolu yakası doğal kaynak sularının kimyasal ve bakteriyolojik analizleri" başlıklı tez çalışması, 17 Aralık 2015 tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

**Jüri Üyeleri**

Doç .Dr. Figen Esin KAYHAN(Danışman)

Marmara Üniversitesi

(İMZA).....

Yrd. Doç. Dr. Cenk SESAL (Eşdanışman)

Marmara Üniversitesi

(İMZA).....

Doç.Dr. Şener AKINCI (Üye)

Marmara Üniversitesi

(İMZA).....

Doç.Dr. Seyfullah MADAKBAŞ (Üye)

Marmara Üniversitesi

(İMZA).....

Yrd.Doç.Dr. İskender KARALTI (Üye)

Yeditepe Üniversitesi

(İMZA).....

**ONAY**

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun *16.12.2015* tarih ve *2015/12.13* sayılı kararı ile Selin GÜLTEKİN'in Biyoloji Anabilim Dalı Biyoloji Programında Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

**Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü**

**Prof. Dr. Uğur YAŞI**



## **TEŞEKKÜR**

Bu tez çalışmasının yürütülmesi sırasında desteğini esirgemeyen çok değerli hocalarım, Doç. Dr. Figen Esin Kayhan ve Yrd. Doç. Dr. Cenk Sesal'a, yoğun çalışmalarım sırasında sabır ve anlayış gösteren, yardımlarıyla hep yanımda olan eşim Orhan Gültekin'e, üzerimdeki sonsuz emeklerinden dolayı annem Hatice Kuruçay ve babam Yusuf Kuruçay'a, laboratuvar çalışmalarım sırasında teknik desteğinden yararlandığım arkadaşım Kimya Mühendisi Zeynep Ünal'a, yine desteğini esirgemeyen Endüstri Mühendisi Melih Halebak'a, çalışmam sırasında emeği geçen, yardımlarını esirgemeyen küçük, büyük herkese, bu uzun süreçte bana katlandıkları için sevgili küçük kızlarım Meva ve Eda'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**ARALIK, 2015**

**Selin GÜLTEKİN**

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ÖZET.....	vi
ABSTRACT .....	vii
SEMBOLLER .....	viii
ŞEKİLLER .....	xv
TABLolar .....	xx
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Amaç .....	1
1.2. Su ve Suyun Önemi.....	2
1.3. Su Döngüsü .....	4
1.4. Yeraltı Sularının Oluşumu ve Özellikleri.....	6
1.5. Yeryüzündeki Su Kaynakları .....	9
1.6. Türkiye'deki Su Kaynakları .....	12
1.7. İstanbul ve Su .....	21
1.8. Su Kirliliği.....	25
1.8.1. Su kirliliğine sebep olan kaynaklar.....	27
1.8.1.1. Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kirlilik.....	27
1.8.1.2. Endüstriyel işlem ve atıklardan kaynaklanan kirlilik.....	28
1.8.1.3. Evsel Atıklardan Kaynaklanan Kirlilik.....	31
1.9. Su Kalitesini Etkileyen Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyolojik Parametreler.....	32
1.9.1. Fiziksel parametreler.....	32
1.9.2. Kimyasal parametreler .....	33
1.9.2.1. pH.....	33
1.9.2.2. İletkenlik .....	34
1.9.2.3. Amonyum ve nitrit .....	35
1.9.2.4. Klorür .....	37

1.9.2.5.	Florür.....	38
1.9.2.6.	Kalsiyum .....	40
1.9.2.7.	Serbest klor.....	41
1.9.2.8.	Toplam sertlik .....	43
1.9.3.	Bakteriyolojik parametreler .....	45
1.9.3.1.	<i>Escherichia coli</i> .....	45
1.9.3.2.	Enterokok .....	48
1.9.3.3.	Koliform bakteri.....	50
1.9.3.4.	Fekal koliform.....	51
<b>2.</b>	<b>MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>52</b>
2.1.	Doğal Kaynak Sularının Alındığı Çeşmeler ve Özellikleri.....	52
2.1.1.	Numune alım noktası 1: Başbüyük kaynak suyu çeşmesi .....	53
2.1.2.	Numune alım noktası 2: Ferah kaynak suyu çeşmesi .....	54
2.1.3.	Numune alım noktası 3: Göztepe kaynak suyu çeşmesi.....	54
2.1.4.	Numune alım noktası 4: Haminnine Kaynak Suyu Çeşmesi.....	55
2.1.5.	Numune alım noktası 5: İçerenköy kaynak suyu çeşmesi .....	56
2.1.6.	Numune alım noktası 6: Kayışdağ kaynak suyu çeşmesi .....	56
2.1.7.	Numune alım noktası 7: Kozyatağı kaynak suyu çeşmesi.....	57
2.1.8.	Numune alım noktası 8: Sahrayıcedit kaynak suyu çeşmesi .....	58
2.1.9.	Numune alım noktası 9: Tatlısu 1 kaynak suyu çeşmesi .....	59
2.1.10.	Numune alım noktası 10:Tatlısu 2 kaynak suyu çeşmesi .....	59
2.2.	Araştırma Araç, Gereç ve Kimyasal Maddeleri .....	60
2.2.1.	Numune alma araç, gereç ve ekipmanları.....	60
2.2.2.	Bakteriyolojik analizlerde kullanılan araç, gereç ve kimyasal maddeleri .....	60
2.2.3.	Kimyasal analizlerde kullanılan araç, gereç ve kimyasal maddeleri ....	61
2.3.	Araştırma Yöntemleri.....	63
2.3.1.	Numune alma yöntemleri.....	63
2.3.2.	Bakteriyolojik analiz yöntemleri.....	65
2.3.2.1.	Membran filtrasyon yöntemi .....	65

2.3.2.2.	Koliform bakteri ve <i>Escherichia coli</i> sayısı tayin yöntemi.....	66
2.3.2.3.	Enterokok bakteri sayısı tayin yöntemi.....	69
2.3.2.4.	Fekal koliform bakteri sayısı tayin yöntemi.....	70
2.3.3.	Kimyasal analiz yöntemleri.....	72
2.3.3.1.	Serbest klor tayini.....	72
2.3.3.2.	pH tayini.....	73
2.3.3.3.	İletkenlik tayini.....	75
2.3.3.4.	Amonyum tayini.....	75
2.3.3.5.	Nitrit tayini.....	77
2.3.3.6.	Klorür tayini.....	78
2.3.3.7.	Toplam sertlik tayini.....	80
2.3.3.8.	Florür tayini.....	82
2.3.3.9.	Kalsiyum tayini.....	83
<b>3.</b>	<b>BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>86</b>
3.1.	Numune Alım Noktası 1: Başbüyük Çeşmesi Analiz Sonuçları.....	87
3.1.1.	Fiziksel analiz sonuçları.....	87
3.1.2.	Bakteriyolojik analiz sonuçları.....	88
3.1.3.	Kimyasal analiz sonuçları.....	91
3.2.	Numune Alma Noktası 2: Ferah Çeşmesi Analiz Sonuçları.....	95
3.2.1.	Fiziksel analiz sonuçları.....	95
3.2.2.	Bakteriyolojik analiz sonuçları.....	96
3.2.3.	Kimyasal analiz sonuçları.....	99
3.3.	Numune Alım Noktası 3: Göztepe Çeşmesi Analiz Sonuçları.....	103
3.3.1.	Fiziksel analiz sonuçları.....	103
3.3.2.	Bakteriyolojik analiz sonuçları.....	104
3.3.3.	Kimyasal analiz sonuçları.....	104
3.4.	Numune Alma Noktası 4: Haminnine Çeşmesi Analiz Sonuçları.....	108
3.4.1.	Fiziksel analiz sonuçları.....	108
3.4.2.	Bakteriyolojik analiz sonuçları.....	108
3.4.3.	Kimyasal analiz sonuçları.....	110

3.5.	Numune Alma Noktası 5: İçerenköy Çeşmesi Analiz Sonuçları .....	115
3.5.1.	Fiziksel analiz sonuçları.....	115
3.5.2.	Bakteriyolojik analiz sonuçları .....	115
3.5.3.	Kimyasal Analiz Sonuçları .....	119
3.6.	Numune Alma Noktası 6: Kayışdağ Çeşmesi Analiz Sonuçları .....	123
3.6.1.	Fiziksel analiz sonuçları.....	123
3.6.2.	Bakteriyolojik analiz sonuçları .....	124
3.6.3.	Kimyasal analiz sonuçları .....	127
3.7.	Numune Alma Noktası 7: Kozyatağı Çeşmesi Analiz Sonuçları .....	132
3.7.1.	Fiziksel analiz sonuçları.....	132
3.7.2.	Bakteriyolojik analiz sonuçları .....	132
3.7.3.	Kimyasal analiz sonuçları .....	135
3.8.	Numune Alma Noktası 8: Sahrayıcedit Çeşmesi Analiz Sonuçları .....	140
3.8.1.	Fiziksel analiz sonuçları.....	140
3.8.2.	Bakteriyolojik analiz sonuçları .....	141
3.8.3.	Kimyasal analiz sonuçları .....	144
3.9.	Numune Alma Noktası 9: Tatlısu 1 Analiz Sonuçları.....	148
3.9.1.	Fiziksel analiz sonuçları.....	148
3.9.2.	Bakteriyolojik analiz sonuçları .....	149
3.9.3.	Kimyasal analiz sonuçları .....	152
3.10.	Numune Alma Noktası 10: Tatlısu 2 Analiz Sonuçları.....	156
3.10.1.	Fiziksel analiz sonuçları .....	156
3.10.2.	Bakteriyolojik analiz sonuçları.....	156
3.10.3.	Kimyasal analiz sonuçları .....	159
3.11.	Doğal Kaynak Sularımızı Etkileyen İklimsel Bulgular.....	163
3.12.	Tartışma.....	171
<b>4.</b>	<b>SONUÇ</b> .....	<b>177</b>
	<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>179</b>



## ÖZET

### İSTANBUL İLİ ANADOLU YAKASI DOĞAL KAYNAK SULARININ KİMYASAL VE BAKTERİYOLOJİK ANALİZLERİ

Bu çalışmada, İstanbul ili Anadolu yakasının farklı bölgelerinde halkın kullanımına sunulmuş doğal kaynak suyu çeşmelerinin bir yıllık periyottaki (2014 yılı/12 ay) fiziksel, bakteriyolojik ve kimyasal kalite parametrelerinin incelenmesi ve insan sağlığı açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla belirlediğimiz 10 adet doğal kaynak suyu istasyonundan bir yıl süreyle (2014 yılı/12 ay) her ay kimyasal ve bakteriyolojik analizler için numuneler alındı. Fiziksel analizler; koku, bulanıklık ve yabancı madde özelliklerinin organoleptik muayenesi ile değerlendirildi. Bakteriyolojik analizler; membran filtrasyon yöntemi kullanılarak Koliform bakteri sayımı, *Escherichia coli* sayımı, Fekal koliform sayımı ve Enterokok sayımı ile tespit edildi. Kimyasal analizler ise, serbest klor, pH, iletkenlik, amonyum, nitrit, klorür, toplam sertlik, florür ve kalsiyum parametrelerinin tespiti ile yapıldı.

Bir yıl süreyle toplanan 95 örneğin, yapılan bakteriyolojik analizleri neticesinde 46'sının ulusal ve uluslararası standartlara göre içilebilir nitelikte, 49'unun ise içilemeyecek nitelikte olduğu görüldü. Örneklerimizin % 47,4'ünde Koliform bakteri; % 27,4'ünde Enterokok; % 17,9'unda *Escherichia coli* ; % 14,7'sinde Fekal koliform tespit edilerek standartlara uygun olmadığı belirlendi. Örneklerimizin % 48,4'ünün ise standartlarda belirtilen değerlere uygun olduğu tespit edildi.

Kimyasal analizler neticesinde 26 örneğe ait pH değerleri ulusal ve uluslararası standartlara uygun bulundu. 92 örneğin serbest klor değerleri ise İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe aykırı olarak tespit edildi. Örneklerimizin, iletkenlik, amonyum, nitrit, klorür, toplam sertlik, florür ve kalsiyum parametrelerinin ise ulusal ve uluslararası standartlara uygun olduğu görüldü. Fiziksel parametrelerin organoleptik değerlendirilmesi sonucunda Türk Standardları Enstitüsü TS 266 Sular - İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardına uygunluk gösterdiği belirlendi.

## **ABSTRACT**

### **CHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL ANALYSIS OF NATURAL SPRING WATER IN THE ASIAN SIDE OF ISTANBUL**

The main purpose of this study was to review the physical, bacteriological and chemical quality parameters of drinking fountains found in the Asian side of Istanbul on an annual basis (2014 year/ 12 month) and their evaluation in terms of human health.

In order to achieve this goal, samples were taken monthly from 10 different public drinking fountains for chemical and bacteriological analysis for a year in 2014. Physical analysis were evaluated according to the properties of organoleptic examination of smell, blurriness and foreign substances. Bacteriological analysis were reviewed by using the membrane filtration technique; Coliform bacteria, *Escherichia coli*, Fecal coliform and *Enterococcus* counting. Chemical analysis were made by the determination of the parameters of chlorine, pH, conductivity, ammonium, nitrate, chloride, total hardness, fluoride and calcium.

95 samples were collected in total and bacteriological analysis performed on these showed that 46 % of the samples were drinkable and 49 % of them were not drinkable according to the national and international standards. Additionally, 47,4 % of the samples had Coliform bacteria, 27,4 % had *Enterococcus*, 17,9 % had *Escherichia coli* and 14,7 % had Fecal coliform which showed that they were both out of the standards. On the other hand, 48,4 % of the samples were compatible with the values indicated in the standards.

According to the outcome of the chemical analysis; pH values of 26 samples were compatible with the national and international standards. The chlorine values of 92 samples were against the regulations of water intended for human consumption. Conductivity, ammonium, nitrate, chloride, total hardness, fluoride and calcium parameters of our samples were compatible with the national and international standards. Organoleptic tests have shown that the physical parameters were compatible with the Turkish Standards Institute TS 266 – Water Intended for Human Consumption.

## SEMBOLLER

' : Dakika

- : Negatif

+ : Pozitif

± : Artı veya eksi işareti

" : Saniye

% : Yüzde işareti

% **m/m** : Kütlece yüzde

‰ : Binde işareti

< : Küçük işareti

µm : Mikrometre

µS/cm : Mikrosiemens/Santimetre (İletkenlik Ölçü Birimi)

° : Derece

° C : Santigrat derece

°F : Fransız Sertlik Birimi

AgNO<sub>3</sub> : Gümüş Nitrat

c : Konsantrasyon, mmol/L

C : Tek karbon kaynağı olarak sitrat kullanabilme yeteneği

C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>N<sub>20</sub>O<sub>8</sub>Na<sub>2</sub>Mg : EDTA disodyum magnezyum tuzu

C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>O<sub>8</sub>Na<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O : EDTA dihidrat disodyum tuzu

C<sub>21</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>O<sub>7</sub>S·3H<sub>2</sub>O : Kalkon karboksilik asit

Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> : Kalsiyum bikarbonat

Ca<sup>+2</sup> : Kalsiyum iyonu

CaCl<sub>2</sub> : Kalsiyum(II) klorür

CaCO<sub>3</sub> : Kalsiyum karbonat

CaCO<sub>3</sub>MgCO<sub>3</sub> : Dolomit

**CaSO<sub>4</sub>** : Kalsiyum sülfat

**Cl<sup>-</sup>** : Klorür

**Cl<sub>2</sub>** : Klor

**cm** : Santimetre

**CO<sub>2</sub>** : Karbondioksit

**CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>** : Karbonat

**dk** :Dakika

**F** : Flor elementi

**F<sup>-</sup>** : Florür

**Fe<sup>+2</sup>** : Demir iyonu

**g** : Gram

**g/L** : Gram/Litre

**H** : Mikroorganizmanın “H” flagella antijeni

**H<sup>+</sup>** : Hidrojen iyonu

**H<sub>2</sub>O** : Su molekülü

**HCl** : Hidroklorik asit

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Bikarbonat

**HOCl** : Hipokloröz asit

**I** : Organizmanın Triptofan metabolizmasından İndol eldesi

**K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>** : Potasyum Kromat

**KCl** : Potasyum tuzu

**km<sup>2</sup>** : Kilometrekare

**km<sup>3</sup>** : Kilometreküp

**M** : Organizmanın glikoz fermentasyonu sonucu yüksek asid oluşumunun besiyeri ortamında metil red pH indikatörü ile boyanma özelliği

**m** : Metre

**m<sup>2</sup>** : Metrekare

**m<sup>3</sup>** : Metreküp

**mg** : Miligram

**Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>** : Magnezyum bikarbonat

**mg/L** : Miligram/Litre

**Mg<sup>+2</sup>** : Magnezyum iyonu

**MgCO<sub>3</sub>** : Magnezyum karbonat

**MgSO<sub>4</sub>** : Magnezyum sülfat

**mL** : Mililitre

**mm** : Milimetre

**mmol/L** : Milimol/Litre

**Mn<sup>+2</sup>** : Mangan iyonu

**mol/L** : Mol/Litre

**N** : Normalite birimi

**N** : Azot elementi

**N<sub>2</sub>** : Nitrojen Gazı

**Na<sub>2</sub>EDTA** : Di sodyum EDTA tuzu

**NaCl** : Sodyum tuzu

**NaClO<sub>2</sub>** : Sodyum klorit

**NH<sub>3</sub>** : Amonyak

**NH<sub>3</sub>-N** : Amonyak azotu

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : Amonyum İyonu

**NH<sub>4</sub>Cl** : Amonyum klorür

**nm** : Nanometre

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Nitrit

**NO<sub>2</sub>-N** : Nitrit azotu

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Nitrat

**O** : Mikroorganizmanın “O” somatik antijeni

**O<sub>157</sub>:H<sub>7</sub>** : *Escherichia coli* serotipi.

**O<sub>2</sub>** : Oksijen

O26, O44, O55, O86, O111, O114, O119, O125, O126, O127, O128, O142 ve O158 :  
Enteropatojenik *Escherichia coli* serotipleri.

**O8, O25, O78, O115, O128** : Enterotoksinojen *Escherichia coli* serotipleri.

**OCl<sup>-</sup>** : Hipoklorit iyonları

**OH<sup>-</sup>** : Hidroksil İyonu

**p** : Yoğunluk, g/mL

**ppm** : Parts per million

**S1** : Başbüyük kaynak suyu çeşmesi

**S2** : Ferah son çeşme kaynak suyu çeşmesi

**S3** : Göztepe kaynak suyu çeşmesi

**S4** : Haminnine suyu kaynak suyu çeşmesi

**S5** : İçerenköy kaynak suyu çeşmesi

**S6** : Kayışdağ kaynak suyu çeşmesi

**S7** : Kozyatağı kaynak suyu çeşmesi

**S8** : Sahrayıcedit kaynak suyu çeşmesi

**S9** : Tatlısu 1 kaynak suyu çeşmesi

**S10** : Tatlısu 2 kaynak suyu çeşmesi

**sn** : Saniye

**Sr<sup>+2</sup>** : Stronsiyum iyonu

**V**: Hacim, mL

**V<sub>0</sub>** : Deney çözeltisinin hacmi, mL

**VI** : Organizmanın glükoz metabolizması ile 2,3 butanediol ve aseton gibi nötral ürünler üretimi

## KISALTMALAR

**AB** : Avrupa Birliği

**ABD** : Amerika Birleşik Devletleri

**Agu.**: Ağustos

**APHA**: American Public Health Association

**Ara.**: Aralık

**ark.**: Arkadaşları

**ATCC**: American Type Culture Collection

**DAEC** : Difüz- adhering *Escherichia coli*

**DNA** : Deoksiribonükleik asit

**DPD** : Diethyl-p-phenylene diamine

**DPT** : Devlet Planlama Teşkilatı

**DSİ** : Devlet Su İşleri

**DYÜ** : Dezenfeksiyon Yan Ürünleri

***E.coli*** : *Escherichia coli*

**EaggEC** : Entero-agregativ *Escherichia coli*

**EAST 1** : Enteroaggregative *Escherichia coli* heat-stable enterotoxin 1

**EC** : European Commission

**EC Broth** : *Escherichia coli* Broth

**EDTA** : Etilendiamin tetraasetik asit

**EHEC** : Enterohemorajik *Escherichia coli*

**EIEC** : Enteroinvasiv *Escherichia coli*

**EMS** : En Muhtemel Sayı

**EPA** : Environmental Protection Agency

**EPEC** : Enteropatojenik *Escherichia coli*

**ETEC** : Enterotoksijenik *Escherichia coli*

**Eyl.**: Eylül

**FAO** : Food and Agriculture Organization Of The United Nations

**Haz.** : Haziran

**HPC** : High performance Computing

**HSN İndikatör** : 2-hydroxy-1-(2-hydroxy-4-sulpho-1-naphthylazo)-3-naphthoic acid

**HÜS** : Hemolitik Üremik Sendrom

**IMVIC** : İndol, Metil kırmızısı, Voges-Proskauer, Sitrat (Simmon's citrate)

**IPCC** : Intergovernmental Panel on Climate Change  
**İBB** : İstanbul Büyükşehir Belediyesi  
**İSKİ** : İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi  
**Kas.**: Kasım  
**kob**: Koloni oluşturan birim  
**LR**: Low Range  
**LT** : Labile Toxin  
**Mar**: Mart  
**May**: Mayıs  
**MFC** : Fecal coliforms Agar Base  
**MGM**: Meteoroloji Genel Müdürlüğü  
**Nis**: Nisan  
**Ock**: Ocak  
**OK**: Okey tuşu  
**pH**: Potential of hydrogen  
**PNI**: Percent of Normal Index  
**ppm**: Parts per million  
**SPADNS Reaktif**: Sodyum - 2 (parasulfofenilazo)-1,8- dihidroksi-3,6-naftalin di sülfonat)  
**SPI**: Standardized Precipitation Index  
**ST**: Stabil Toxin  
**Şub.** : Şubat  
**TC** : Türkiye Cumhuriyeti  
**Tem.**: Temmuz  
**THM** : Trihalometan  
**TMMOB** : Türk Mühendis Ve Mimar Odaları Birliği  
**TS EN ISO** : Türk Standardları European Norm International Organization for Standardization  
**TSA** : Tripton Soy Agar  
**TSE** : Türk Standardları Enstitüsü  
**TÜİK** : Türk İstatistik Kurumu  
**UNESCO** : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization  
**UN-Water** : United Nations- Water  
**USGS** : United States Geological Survey  
**USİAD** : Ulusal Sanayici ve İş Adamları Derneği



**VTEC** : Verocytotoxin-producing *E. coli*

**WHO** : World Health Organization (Dünya Sağlık Teşkilatı)

**WSSD** : World Summit on Sustainable Development

**WWAP** : World Water Assessment Programme

**16S rRNA** : 16S ribozomal ribonükleik asit



## ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Hidrolojik döngünün temel olarak yağış ve buharlaşma akılarıyla gösterimi .	5
Şekil 1.2. Yeraltı sularının çevrimleri .....	8
Şekil 1.3. Dünya'daki suyun dağılımı .....	10
Şekil 1.4 Ülkemizin yıllık su bütçesi .....	14
Şekil 1.5. Türkiye'de su çekiminin sektörel dağılımı .....	17
Şekil 1.6. Türkiye'nin havzaları .....	18
Şekil 1.7. Havzaların yıllık toplam kullanılabilir su miktarı .....	18
Şekil 1.8. Falkenmark su stres indeksi'ne göre havzalarımızda kişi başına düşen su miktarı.....	20
Şekil 1.9. Türkiye geneli yıllık alansal yağışları .....	21
Şekil 1.10. İstanbul coğrafyasının şematik anlatımı .....	23
Şekil 1.11. İstanbul şehrinin su ihtiyacını karşılayan yüzey suyu depoları.....	24
Şekil 1.12. Su miktarlarının kaynaklara göre dağılımı.....	24
Şekil 2.1. Kaynak suyu çeşmelerimizin harita üzerindeki lokasyonları.....	53
Şekil 2.2. Başbüyük kaynak suyu çeşmesi lokasyonu .....	53
Şekil 2.3. Ferah kaynak suyu çeşmesi lokasyonu .....	54
Şekil 2.4. Göztepe kaynak suyu çeşmesi lokasyonu .....	55
Şekil 2.5. Haminnine kaynak suyu çeşmesi lokasyonu.....	55
Şekil 2.6. İçerenköy kaynak suyu çeşmesi lokasyonu.....	56
Şekil 2.7. Kayışdağ kaynak suyu çeşmesi lokasyonu .....	57
Şekil 2.8. Kozyatağı kaynak suyu çeşmesi lokasyonu .....	58
Şekil 2.9. Sahrayıcedit kaynak suyu çeşmesi lokasyonu.....	58
Şekil 2.10. Tatlısu 1 kaynak suyu çeşmesi lokasyonu .....	59
Şekil 2.11. Tatlısu 2 kaynak suyu çeşmesi lokasyonu .....	60
Şekil 2.12. Membran filtrasyon sisteminde analiz basamakları .....	66
Şekil 2.13. Tergitol besiyerinde üreyen koloniler .....	67
Şekil 2.14. Koliform bakteri ve <i>E.coli</i> biyokimyasal analiz basamakları .....	68
Şekil 2.15. Azid besiyerinde şüpheli Enterokok kolonileri.....	69
Şekil 2.16. BAA Besiyerinde pozitif Enterokok kolonileri .....	70
Şekil 2.17. MFC Besiyerinde fekal koliform bakteriler .....	71
Şekil 2.18. EC Broth kültüründe pozitif ve negatif tüpler.....	72
Şekil 2.19. Serbest klor analiz basamakları.....	73

Şekil 2.20. pH metre cihazında ölçüm .....	74
Şekil 2.21. İletkenlik cihazında ölçümü .....	75
Şekil 2.22. Amonyum tayin basamakları .....	77
Şekil 2.23. Nitrit tayini .....	78
Şekil 2.24. Klorür tayin basamakları.....	80
Şekil 2.25. Toplam sertlik tayin basamakları .....	82
Şekil 2.26. Florür tayin basamakları .....	83
Şekil 2.27. Kalsiyum tayin basamakları.....	85
Şekil 3.1. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi Koliform bakteri sonuç grafiği .....	89
Şekil 3.2. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi <i>E.coli</i> sonuç grafiği .....	89
Şekil 3.3. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi Enterokok sonuç grafiği.....	90
Şekil 3.4. S1 Ocak- Aralık 2014 dönemi Fekal koliform sonuç grafiği.....	90
Şekil 3.5. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriyolojik sonuç grafiği .....	91
Şekil 3.6. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği.....	92
Şekil 3.7. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği .....	93
Şekil 3.8. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği.....	93
Şekil 3.9. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği .....	94
Şekil 3.10. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği .....	94
Şekil 3.11. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği.....	95
Şekil 3.12. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi Koliform bakteri sonuç grafiği.....	96
Şekil 3.13. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi <i>E.coli</i> sonuç grafiği .....	97
Şekil 3.14. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi Enterokok sonuç grafiği .....	98
Şekil 3.15. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi Fekal koliform sonuç grafiği.....	98
Şekil 3.16. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriyolojik sonuç grafiği .....	99
Şekil 3.17. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği.....	100
Şekil 3.18. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği .....	101
Şekil 3.19. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği.....	101
Şekil 3.20. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği .....	102
Şekil 3.21. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği .....	102
Şekil 3.22. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği.....	103
Şekil 3.23. S3 Ocak- Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği.....	105
Şekil 3.24. S3 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği .....	106
Şekil 3.25. S3 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği.....	106
Şekil 3.26. S3 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği .....	107

Şekil 3.27. S3 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği.....	108
Şekil 3.28. S4 Ocak-Aralık 2014 Dönemi Koliform bakteri Sonuç Grafiği.....	109
Şekil 3.29. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriyolojik sonuç grafiği .....	110
Şekil 3.30. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi serbest klor sonuç grafiği .....	111
Şekil 3.31. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği.....	111
Şekil 3.32. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği .....	112
Şekil 3.33. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği.....	113
Şekil 3.34. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği .....	113
Şekil 3.35. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği .....	114
Şekil 3.36. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği.....	114
Şekil 3.37. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi Koliform bakteri sonuç grafiği.....	116
Şekil 3.38. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi <i>E.coli</i> sonuç grafiği .....	116
Şekil 3.39. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi Enterokok sonuç grafiği.....	117
Şekil 3.40. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi Fekal koliform sonuç grafiği.....	118
Şekil 3.41. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriyolojik sonuç grafiği .....	118
Şekil 3.42. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi serbest klor sonuç grafiği .....	119
Şekil 3.43. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği.....	120
Şekil 3.44. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği .....	120
Şekil 3.45. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği.....	121
Şekil 3.46. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği .....	122
Şekil 3.47. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği .....	122
Şekil 3.48. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği.....	123
Şekil 3.49. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi Koliform bakteri sonuç grafiği.....	124
Şekil 3.50. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi <i>E.coli</i> sonuç grafiği .....	125
Şekil 3.51. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi Enterokok sonuç grafiği.....	125
Şekil 3.52. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi Fekal koliform sonuç grafiği.....	126
Şekil 3.53. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriyolojik sonuç grafiği .....	127
Şekil 3.54. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi serbest klor sonuç grafiği .....	128
Şekil 3.55. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği.....	128
Şekil 3.56. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği .....	129
Şekil 3.57. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği.....	129
Şekil 3.58. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği .....	130
Şekil 3.59. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği .....	131
Şekil 3.60. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği.....	131

Şekil 3.61 S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi Koliform bakteri sonuç grafiği .....	133
Şekil 3.62 S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi <i>E.coli</i> sonuç grafiği .....	133
Şekil 3.63 S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi Enterokok sonuç grafiği .....	134
Şekil 3.64 S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi Fekal koliform sonuç grafiği.....	134
Şekil 3.65 S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriyolojik sonuç grafiği .....	135
Şekil 3.66 S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi serbest klor sonuç grafiği .....	136
Şekil 3.67 S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği.....	136
Şekil 3.68 S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği .....	137
Şekil 3.69 S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği.....	138
Şekil 3.70 S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği .....	138
Şekil 3.71 S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği .....	139
Şekil 3.72 S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği.....	140
Şekil 3.73. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi Koliform bakteri sonuç grafiği.....	141
Şekil 3.74. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi <i>E.coli</i> sonuç grafiği .....	142
Şekil 3.75. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi Enterokok sonuç grafiği .....	142
Şekil 3.76. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi Fekal koliform sonuç grafiği.....	143
Şekil 3.77. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriyolojik sonuç grafiği .....	144
Şekil 3.78. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği.....	145
Şekil 3.79. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği .....	146
Şekil 3.80. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği.....	146
Şekil 3.81. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği .....	147
Şekil 3.82. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği .....	147
Şekil 3.83. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği.....	148
Şekil 3.84. S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi Koliform bakteri sonuç grafiği.....	149
Şekil 3.85. S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi <i>E.coli</i> sonuç grafiği .....	150
Şekil 3.86. S9 Ocak-Aralık 014 dönemi Enterokok sonuç grafiği.....	150
Şekil 3.87. S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi Fekal koliform sonuç grafiği.....	151
Şekil 3.88. S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriyolojik sonuç grafiği .....	151
Şekil 3.89. S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği.....	152
Şekil 3.90. S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği .....	153
Şekil 3.91. S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği.....	154
Şekil 3.92. S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği .....	154
Şekil 3.93. S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği .....	155
Şekil 3.94. S9'da Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği.....	155

<b>Şekil 3.95.</b> S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi Koliform bakteri sonuç grafiği.....	157
<b>Şekil 3.96.</b> S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi <i>E.coli</i> sonuç grafiği .....	157
<b>Şekil 3.97.</b> S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi Enterokok sonuç grafiği.....	158
<b>Şekil 3.98.</b> S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi Fekal koliform sonuç grafiği.....	158
<b>Şekil 3.99.</b> S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriyolojik sonuç grafiği .....	159
<b>Şekil 3.100.</b> S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği.....	160
<b>Şekil 3.101.</b> S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği .....	161
<b>Şekil 3.102.</b> S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği.....	161
<b>Şekil 3.103.</b> S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği .....	162
<b>Şekil 3.104.</b> S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği .....	162
<b>Şekil 3.105.</b> S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği.....	163
<b>Şekil 3.106.</b> Türkiye 2013 yılı aylık ortalama sıcaklıkların uzun yıllardan farkı .....	164
<b>Şekil 3.107.</b> 1971-2013 Türkiye yıllık yağış anomalisi .....	164

## TABLÖLAR

<b>Tablo 1.1.</b> Sağlıklı suya erişen nüfusun toplam nüfusa oranı .....	11
<b>Tablo 1.2.</b> Kişi başına günlük ortalama kentsel su tüketimi .....	11
<b>Tablo 1.3.</b> Ükelere göre tatlı su çekimi ve sektörel kullanımı .....	12
<b>Tablo 1.4.</b> Türkiye su kaynakları potansiyeli .....	15
<b>Tablo 1.5.</b> Türkiye’de toplam su çekimi ve sektörel dağılımı .....	16
<b>Tablo 1.6.</b> Türkiye’nin havzaları ve su kapasiteleri.....	17
<b>Tablo 1.7.</b> Falkenmark su stres indeksi’ne göre havzalar .....	19
<b>Tablo 1.8.</b> İstanbul’un 2040 yılı su ihtiyaç projeksiyonu .....	25
<b>Tablo 2.1.</b> Kaynak suyu çeşmelerimiz ve lokasyonları .....	52
<b>Tablo 3.1.</b> İçme sularının bakteriyolojik kalite parametreleri .....	86
<b>Tablo 3.2.</b> İçme sularının kimyasal kalite parametreleri.....	86
<b>Tablo 3.3.</b> S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları .....	88
<b>Tablo 3.4.</b> S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları .....	88
<b>Tablo 3.5.</b> S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları .....	91
<b>Tablo 3.6.</b> S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları .....	95
<b>Tablo 3.7.</b> S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları .....	96
<b>Tablo 3.8.</b> S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları .....	99
<b>Tablo 3.9.</b> S3 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları .....	104
<b>Tablo 3.10.</b> S3 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları .....	104
<b>Tablo 3.11.</b> S3 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları .....	105
<b>Tablo 3.12.</b> S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları .....	108
<b>Tablo 3.13.</b> S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları .....	109
<b>Tablo 3.14.</b> S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları .....	110
<b>Tablo 3.15.</b> S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları .....	115
<b>Tablo 3.16.</b> S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları .....	115
<b>Tablo 3.17.</b> S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları .....	119
<b>Tablo 3.18.</b> S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları .....	123
<b>Tablo 3.19.</b> S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları .....	124
<b>Tablo 3.20.</b> S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları .....	127
<b>Tablo 3.21.</b> S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları .....	132
<b>Tablo 3.22.</b> S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları .....	132

<b>Tablo 3.23.</b> S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları .....	135
<b>Tablo 3.24.</b> S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları .....	140
<b>Tablo 3.25.</b> S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları .....	141
<b>Tablo 3.26.</b> S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları .....	144
<b>Tablo 3.27.</b> S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları .....	148
<b>Tablo 3.28.</b> S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları .....	149
<b>Tablo 3.29.</b> S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları .....	152
<b>Tablo 3.30.</b> S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları .....	156
<b>Tablo 3.31.</b> S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları .....	156
<b>Tablo 3.32.</b> S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları .....	159
<b>Tablo 3.33.</b> 2013 Yağışlarının normallerine ve geçen yıla göre değişimi .....	165
<b>Tablo 3.34.</b> 2014 Yağışlarının normallerine ve geçen yıla göre değişimi .....	166
<b>Tablo 3.35.</b> İstanbul su kaynakları durum analizi.....	168



# 1. GİRİŞ

## 1.1. Amaç

Su, yaşamının tüm formlarını destekleyen ve dolayısıyla yaşam için vazgeçilmez olan en temel bileşiktir. Dünya üzerinde su; nehirler, akarsular, göller, tatlı sular gibi yüzey suları ile sondaj suyu, kuyu suyu gibi yeraltı sularının oluşturduğu iki ana doğal kaynaktan elde edilir. Su, dünyada bol miktarda bulunmasına karşın sadece % 2,5'luk çok küçük bir bölümü insan tüketimi için uygundur. Bu fraksiyonun % 13'ünü oluşturan yeraltı suyu dünya üzerinde birçok insanın içme suyu kaynağını oluşturması bakımından oldukça önemli bir kaynaktır. Kırsal ve küçük toplumlarda içme suyunun tek kaynağı olarak yeraltı suyu hizmet vermektedir. Bununla birlikte dünya nüfusunun % 50'den fazlası evsel kullanım için yeraltı suyuna bağlıdır (Okoro ve ark., 2012). Kentsel, endüstriyel ve iklimsel gelişmede öngörülen değişiklikler içme suyunun bütünlüğünü ve sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Nüfus artışı ve demografik özelliklerin su temini ve kalitesi üzerinde önemli etkileri vardır (Watson ve Lawrence, 2003). Gün geçtikçe yeraltı su seviyesi azalmakta, yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarının kirlilik oranı artmaktadır. Su sorunuyla karşılaşan toplumların oranı giderek artmakta, su kaynakları giderek azalmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Nitekim, düzensiz kentleşme, aşırı nüfus artışı, bozulan çevre şartlarıyla sera gazlarındaki artış ve aşırı sanayileşme ile artan endüstriyel atıklar gibi nedenlerle içilebilir su kaynakları giderek azalmakta, kimyasal ve bakteriyolojik kirliliğin boyutları her geçen gün artmaktadır. Günümüzde su kaynaklarında gözlemlenen bu kirliliğin etkileri çoğu zaman kroniktir. Birçok kimyasal toksik madde atıldığı ortamdan mutlaka suya erişmekte, su ortamında birikerek besin zinciri yoluyla insana kadar ulaşmaktadır. Kullanılabilir su kaynaklarında gözlenen azalmaya karşın, su tüketim oranları hızla artmaktadır. Suyun kalitesi, potansiyel kullanımın belirlenmesinde esas teşkil etmektedir. Günümüzde suyun başlıca kullanım yerleri tarım ve sanayi alanlarıyla evsel kullanımlardır. Evlerde içme ve kullanma amaçları doğrultusunda kullanılacak su; berrak, tortusuz, kendine has renkte ve kokusuz olmalı, sağlığa zararlı olan pestisitleri,

hastalık yapan ajanları ve ağır metal gibi maddeleri içermemeli, tadı güzel olmalı, ayrıca insan sağlığına uygun kimyasal özelliklere sahip olmalıdır.

Bu çalışmada, İstanbul ili Anadolu yakası'nda farklı bölgeleri temsil niteliği taşıyan, halkın kullanımına sunulmuş rastgele seçilen doğal kaynak suyu çeşmelerinin bir yıllık süreçte (2014 yılı/12 ay) fiziksel, bakteriyolojik ve kimyasal kalite parametrelerinin analizi ve insan sağlığı açısından ortaya çıkan profilin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Küresel ısınmanın artması, sanayileşme, nüfus artışı ve daha birçok sebeplerle kullanılabilir su kaynaklarının hızla tüketilmesi, gelecekte insanlığın karşısına büyük bir sorun olan susuzluk sorununu çıkaracaktır. Bu çalışmayla sahip olduğumuz doğal kaynak sularının önemi gündeme getirilmekte ve bu doğal kaynakların korunarak varlıklarının sürdürülmesi için gerekli tedbirlerin alınması gerekliliği vurgulanmaktadır.

## **1.2. Su ve Suyun Önemi**

Canlılar suya bağımlıdır. Çağlar boyunca pek çok uygarlığın çöküp yok olmasına neden olan, uğrunda insanların savaş verdikleri, uygarlıkların gelişmesinde önemli etkilere sahip olan yaşam kaynağıdır su (Güler ve Çobanoğlu, 1997). İnsan vücudunun yaklaşık % 70'ini oluşturan, bir besin maddesi olmasının yanında hücrelerde meydana gelen birçok enzimatik faaliyette, içerisinde bulundurduğu mineral ve bileşiklerle vücudumuzdaki her türlü biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesinde, metabolizma faaliyetlerinde, vücudumuzun pH dengesinin korunmasından, hücrelerdeki moleküllere ve organellere dağılma ortamı oluşturmasına, besinlerin, artık maddelerin ilgili yerlere taşınmasına kadar pek çok reaksiyonun gerçekleşmesinde ve canlılar için yaşam ortamı olmasına kadar inanılmaz derecede etkin rol oynayan, yaşamın vazgeçilmezlerindedir su. Bu nedenle susuz bir hayatın düşünülmesi de bi o kadar imkansızdır (Akhan ve Çetin, 2007, Akın ve Akın, 2007).

Tüm insani kullanımlar ve ekosistemler için suyun ana kaynağı yağışlardır. Bu yağışlar toprak ve bitkiler tarafından alınır. Bitkiler tarafından terleme ile atmosfere buharlaşır. Nehirler yoluyla da denizlere, göllere ve diğer sulak alanlara ulaşır (World Water Assessment Programme (WWAP), 2003). Görüldüğü gibi içme suyu, birçok biyotik ve abiyotik süreçlerin fonksiyonu olan küresel bir su döngüsünün parçasıdır. Bu döngü giderek artan insan faaliyetlerinden etkilenen suyun tüketimi ve yok edilmesi ile

doğrudan ilgili olmayabilir. Kentsel, endüstriyel ve iklimsel gelişmede öngörülen değişiklikler içme suyunun bütünlüğünü ve sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Nüfus artışı ve demografik özelliklerin su temini ve kalitesi üzerinde önemli etkileri vardır (Watson ve Lawrence, 2003). Küresel olarak dünya su kaynaklarının yaklaşık % 70'i tarım amaçlı kullanılmaktadır. Bunu % 19 ve % 11 ile sanayi ve evsel kullanım izlemektedir (Food and Agriculture Organisation (FAO) Aquast, 2013). Evsel su tüketimi, yerel kullanılabilir su mevcudiyeti ve nüfusun büyüklüğüne son derece bağımlıdır (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2000). Dolayısıyla su kaynakları küresel değişimlerden büyük ölçüde etkilenmektedir. Birçok bölgede yeraltı suyu çekimleri geri beslemenin veya sürdürülebilir miktarın üzerindedir. Dünya üzerinde insan aktivitelerinden etkilenmemiş çok az yüzey ve yeraltı suyu kaynağı kalmıştır (Muluk ve ark., 2013). Dünya nüfusu 19-20. yüzyılda üç kat artmış olmasına rağmen, su kaynaklarının kullanımı altı kat artmıştır. İnsan sağlığını korumak için temiz içme suyu ve yeterli sanitasyonun sağlanması gereklidir (World Summit on Sustainable Development (WSSD), 2002).

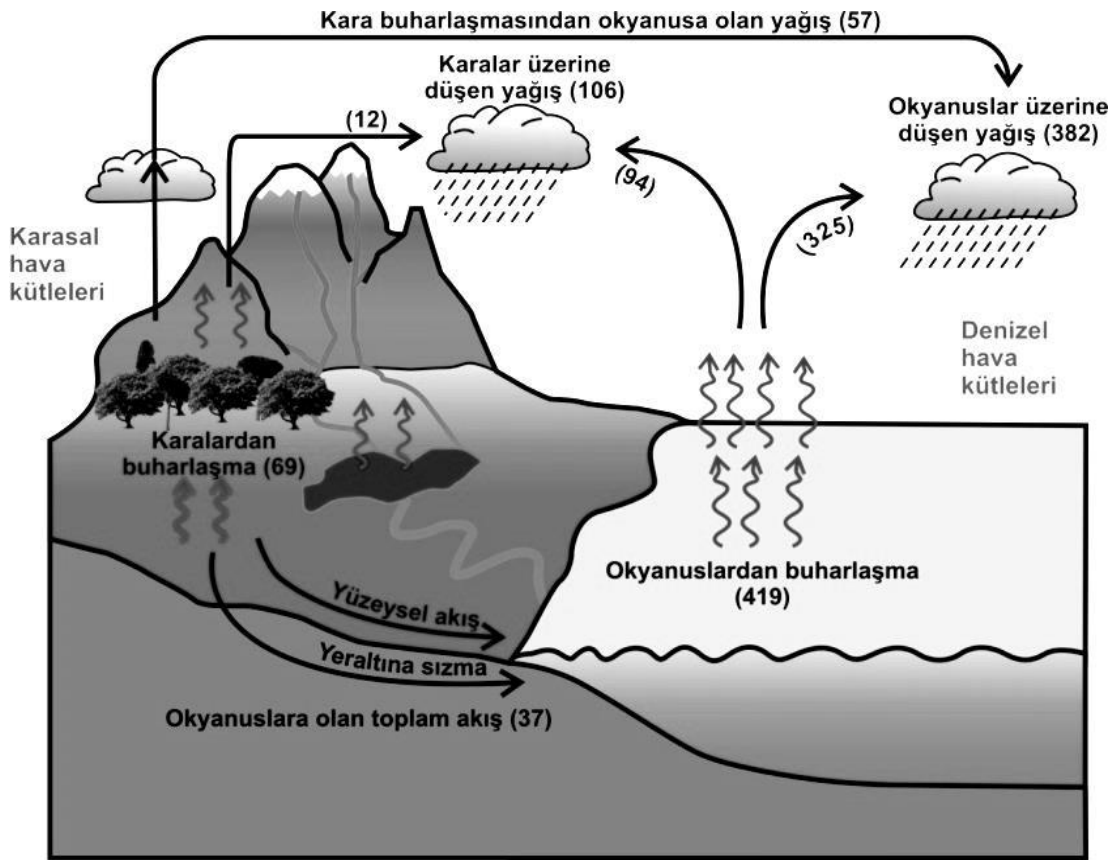
Yeryüzünün  $\frac{3}{4}$ ' ünün sularla kaplı olması, her ne kadar dünyada su bolluğu olduğu izlenimini veriyorsa da, içilebilir özelliklerdeki su oranı sadece % 0,74 civarındadır. 18. yüzyılın sonunda, 1 milyar olan dünya nüfusu, 1950 yılında 2,5 milyar, 2005 yılında 6,5 milyar iken, 2015 yılı sonlarına doğru 7,3 milyara ulaşmıştır (Worldometers, 2015). Görüldüğü gibi dünya nüfusunun çok hızlı artışı, sanayi ve teknolojinin aşırı gelişmesi, çevre bilincinin yeterince yaygınlaşmaması gibi nedenler dünyada içilebilir su miktarının giderek azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca içilebilir su kaynaklarının sorumsuzca kirletilmesi, geri dönüşümü imkânsız sorunların vuku bulmasına ortam hazırlamaktadır. Tahminlere göre, artan su ihtiyacı ile giderek azalan temiz su kaynağı eğrileri 2030 yılında kesişecektir. Bu durum doğal olarak evrensel bir kriz olacağını akıllara getirmektedir (Akin ve Akin, 2007). Bir başka ifadeyle, kullanılabilirliği ve talebi arasındaki dengesizlikler, yeraltı ve yerüstü su kalitesinin bozulması, sektörler arası rekabet, bölgeler arası ve uluslararası ihtilaflar tüm bunlar su sorununu ön plana getirmektedir (United Nations Water (UN-Water), 2007). Su kıtlığı gelecekte en önemli problemlerden biri olacaktır. Geçtiğimiz 50 yılda, su kaynaklarının miktarı aynı kalmasına rağmen, su çekimi üç katına çıkmıştır (WWAP, 2012).

Yeryüzünün dörtte üçünü kapsamı su için kıt ifadesinin kullanılmasını yadırgayıcı hale getirmektedir. Gün geçtikçe yeraltı su seviyesi giderek azalmakta, yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarının kirlilik oranı artmaktadır. Bu durum su sorunuyla karşılaşan toplumların oranını giderek arttırmaktayken su kaynakları ise giderek azalmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Dolayısıyla içme ve kullanma suyu olarak kullanılabilen su miktarı oldukça azdır. İçme ve kullanma suyu başlıca, doğal veya yapay göl ve barajlardan temin edilmektedir. Bu kaynaklar çeşitli işlemlerle muamele sonucunda içme suyu şebekelerine verilse de tüketime kadar çeşitli şekillerde kontaminasyon mümkün olabilmektedir. Bu nedenle son yıllarda kaynak sularına ve şişelenmiş içme sularına rağbet artmıştır. Kaynak suları, toprağın derin katmanlarından süzülerek yeryüzüne ulaşmakta olduğundan genellikle mikrobiyal açıdan emniyetlidir. Ancak, kaynak sularının fekal atıklarla kontamine alanlardan elde edilmesi ya da depo ve dolmuş tesislerdeki hijyen yetersizlikleri, personelin hijyen yanlışları gibi faktörlerin etkisiyle bakteriyel kontaminasyon oluşabilmektedir (Akhan ve Çetin, 2007). Görüldüğü üzere su insanlarda hastalıklar için önemli bir bulaşma yoludur (Dunn ve ark., 2014). İçme suyu kalitesi sağlığın güçlü bir belirleyicisidir (Ozbay ve ark., 2013). İnsanlara patojen mikroorganizmaların bulaşma yollarının en önemlilerinden biri de Koliform bakteriler, Fekal bakteriler ve *E. coli* içeren içme ve kullanma sularının kullanılmasıdır. World Health Organization (WHO) 2013-2020 dönemini kapsayan “*Su Kalitesi ve Sağlık Stratejisi*” başlıklı raporunda; 58 Dünya ülkesinden toplam 589 854 adet su kaynaklı enfeksiyon vakası bildirimini geldiğini ve 2010 yılına göre su kaynaklı enfeksiyon prevalansında % 85 artış görüldüğünü bildirmektedir (Rıfaat ve ark., 2014; WHO, 2013). WHO tarafından gelişen ülkelerde hastalıkların % 80’inin su ile ilişkili olduğu tahmin edilmektedir. Hesaplara göre susuzluğa bağlı olarak her gün 40 000 çocuk ishal, kolera gibi hastalıklardan ölmektedir (Akhan ve Çetin, 2007).

### **1.3. Su Döngüsü**

Su bütün halleriyle ve atmosferdeki çeşitli faaliyetleri ve işlevleriyle, sadece iklimin sürekliliği açısından değil, aynı zamanda yaşamın varlığı ve sürekliliği açısından da oldukça önemli rol oynar. Su, dünya üzerinde okyanuslarda, buzullarda, göllerde, havada, toprakta ve canlılarda bulunur. Yerkürenin sahip olduğu su kaynağının, okyanuslardan atmosfere, atmosferden karalara ve karalardan tekrar okyanuslara doğru

küresel ölçekli sürekli dolaşımı olan hidrolojik döngü güneş'ten gelen enerjinin çalıştırdığı muazzam bir sistemdir. Bu sistemde okyanuslar ve kıtalar arasındaki yaşamsal bağlantı atmosfer tarafından sağlanmaktadır. Su, esas olarak okyanuslardan kısmen de kıtalardan sürekli buharlaşarak atmosfere katılır. Rüzgâr sistemleri aracılığı ile bu nem yeryüzünün çok uzak alanlarına kadar iletilir. Böylece hidrolojik döngü gezegenimizin yüzeyinde nemin dağılımını sağlaması açısından oldukça etkin konumdadır (Türkeş, 2012). Şekil 1.1.'de hidrolojik döngü, yağış ve buharlaşma akılarıyla birlikte gösterilmektedir.



**Şekil 1.1.** Hidrolojik döngünün temel olarak yağış ve buharlaşma akılarıyla gösterimi (Türkeş, 2012) (Şekilde parantez içinde verilen sayısal değerler (km<sup>3</sup>), 1000 ile çarpılması gereken su hacimlerini gösterir.)

Bugün kullandığımız su milyonlarca yıldır dünyada bulunmaktadır ve miktarını çok fazla değiştirmemiştir. Yeryüzünde su daima hareket halindedir, buz halden sıvı hale, sıvı halden buhar haline ve buhar halinden tekrar sıvı haline dönerek formu değişir,

bitkiler ve hayvanlar tarafından kullanılır, fakat gerçekte asla yok olamaz. Suyun bu hareketi süreklilik arz etmektedir. Yeryüzündeki su ortamlarından çeşitli mekanizmalarla buharlaşan su, atmosferde yoğunlaşarak tekrar yeryüzüne döner. Suyun hal değiştirerek yaptığı bu devamlı dolaşıma “Su döngüsü” veya “Hidrolojik döngü” denir. Hidrolojik döngü, birbirini etkileyen karmaşık mekanizmalar zinciri sonucu oluşmaktadır. Su döngüsünün devamı için yeryüzünden buharlaşmanın devam etmesi gereklidir. Su döngüsü milyonlarca yıldır devam etmekte olup hayatın mevcudiyeti buna bağlıdır (İlgar, 2009; United States Geological Survey (USGS), 2015). Yağmur, kar, dolu, kırağı yoluyla yeryüzüne düşen sular ya arazi üzerinden akarken buharlaşır ya da bitkiler tarafından alınarak yeşil kısımlarından terleme (transpiration) ile buharlaşır. Bu durum suyun “Kısa Dolaşım” yapması ve yağışın tekrar atmosfere dönmesi olayıdır. Yeryüzüne düşen suların bir kısmı ise yüzeyde akarak akarsuları oluşturur. Diğer bir kısmı da yeraltına sızarak bu alanlarda birikir ve “yeraltı sularını” oluşturur. Yeraltına sızan bu sular boşlukları ve çatlakları doldurur, çatlak ve kırıklar boyunca derinlere kadar gider ya da bir noktadan “Kaynak” şeklinde yeryüzüne yeniden çıkar. Bu şekilde su daha uzun yollu “Büyük Dolaşım” yapmış olur. Suyun çeşitli şekillerde yapmış olduğu bu dolaşımlara “Hidrolojik dolaşım” ya da “Su döngüsü” denir (Şimşek, 2011).

#### **1.4. Yeraltı Sularının Oluşumu ve Özellikleri**

İnsanoğlunun yeryüzünde varoluşu ile birlikte yeraltı sularından faydalanma da başlamıştır. İlk insanların ihtiyaç duydukları suyu bulmak için içgüdülerini kullandıklarını ve hayvanların bu konudaki davranışlarını gözlemlediklerini, Eski uygarlıkların da su kaynaklarının etrafında kurulduklarını görmekteyiz. Dolayısıyla su kaynaklarının bol olduğu bölgelerde tarım ve sanayinin geliştiği, tarihteki büyük göçlerin birçoğunun ise susuzluktan kaynaklandığı bilinen bir gerçektir. Kurak ve yarı kurak iklime sahip ülkemizde de yeraltı sularından yararlanılması çok eskilere dayanmaktadır. Bugün etrafımızda gördüğümüz yeraltı suyu yapıları, kuyular, kehrizler bu düşünceyi desteklemektedir. TS 266’da kaynak suyu; “Jeolojik koşulları uygun jeolojik birimlerin içinde doğal olarak oluşan, bir çıkış noktasından kendiliğinden yeryüzüne çıkan veya teknik yöntemlerle yapay olarak yeryüzüne çıkarılan, bu standartta belirtilen özellikleri orijinal hali ile sağlayan, sıcaklık, debi ve özellikleri mevsimlere göre çok az değişiklik gösteren, yağışlar, yüzey suları ve taban suyundan

büyük ölçüde etkilenmeyen, göze, pınar, kuyu, galeri ve benzeri yeraltı kaynaklı sulardır.” şeklinde tanımlanır.

Yerkabuğundaki geçirimli jeolojik ortamın doygun bölgesinde bulunan ve kıyıları, kaynakları, akarsu, göl ve deniz gibi su kütlelerini besleyen suya yeraltı suyu denir. Yeraltı suları kalitelerine göre üç sınıfa ayrılırlar.

#### I. Sınıf-Yüksek kaliteli yeraltı suları

Gerekli görüldüğü takdirde uygun bir dezenfeksiyon ile içme ve gıda sanayi olmak üzere her türlü amaç için kullanılabilen yeraltı sularıdır. Sadece havalandırma yapılarak gerekli oksijenin sağlandığı sular da I. Sınıf yeraltı suyu olarak kabul edilir.

#### II. Sınıf-Orta kaliteli yeraltı suları

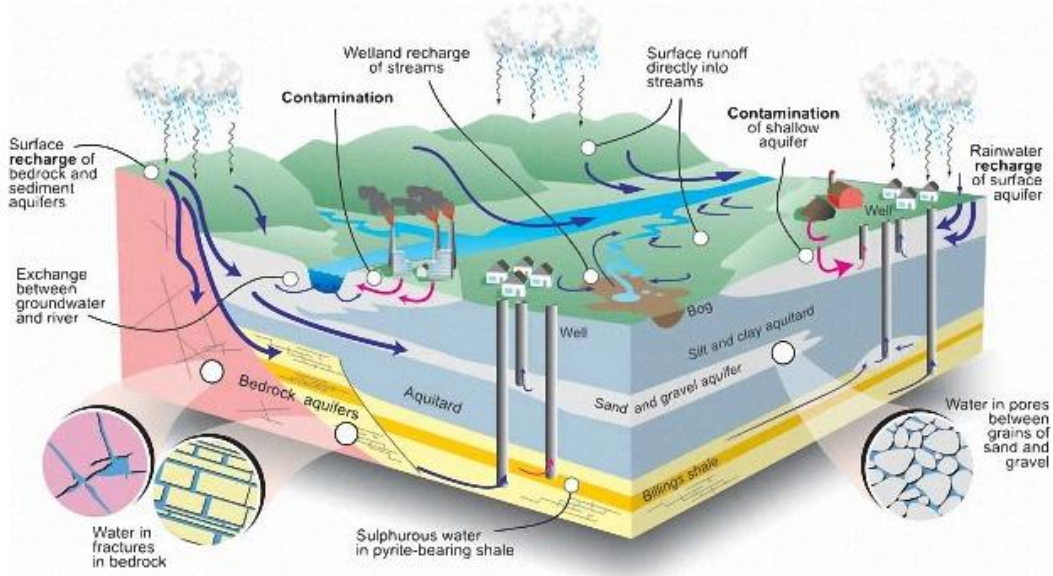
Herhangi bir arıtma işlemine gerek duyulmadan tarımsal su ve hayvan sulama suyu veya sanayide soğutma suyu olarak, bir arıtma işleminden sonra ise içme suyu olarak kullanılacak sulardır.

#### III. Sınıf-Düşük kaliteli yeraltı suları

Kullanım yeri, ekonomik, teknolojik ve sağlık açısından sağlanabilecek arıtma derecesi ile belirlenebilen yeraltı sularıdır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Yeryüzüne ulaşan yağışların bir kısmı toprağa sızarak yeraltı sularını oluşturur. Yeraltı sularının bir bölümü kullanılabilmesi için yeryüzüne özel bir yöntemle çıkarılmaları gerekir. Bu yeraltı suları derinde kapalı bir su katmanına ulaşmışlardır. Yeraltı sularının diğer bir bölümü ise basınç etkisiyle toprağın üst katmanlarına doğru hareket eder ve yeryüzüne kendiliğinden ulaşırlar. Bu yeraltı sularına kaynak suyu denir. Toprak katmanlarından geçerken yeraltı suyu, temas ettiği mineral ve bunun gibi maddeleri de bünyesine katarak ilerler. Bu maddeler demir, magnezyum gibi yararlı bileşikler olabileceği gibi arsenik, nitrat, tarım ilacı gibi zehirli maddeler de olabilir (İlgar, 2009). Dolayısıyla yeraltı sularının kalitesi süzüldüğü toprağın cinsine, kalınlığına ve süzülen suyun kirlenme derecesine bağlıdır. İçeriğinde fazla miktarda erimiş mineral bulunması yeraltı suları için dezavantajdır. Kaynaklardan ve derin kuyulardan gelen suların içinde bakteri bulunmamaktadır. Kum ve kumtaşı formasyonundan süzülen sular bakteri bakımından en güvenilir sulardır. Çünkü bu yapı çok iyi bir filtre işlevi görmektedir. Burada kum ne kadar ince olursa filtre de o kadar iyi olacaktır. Çakıl depozitlerinden

süzülen sular genellikle filtre olmazlar; yarık ve çatlakların bulunabileceği kalker formasyonları ise, mikroorganizmalarca kirletilmiş suların daha hızlı ve daha uzak mesafelere taşınmasına neden olurlar (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Şekil 1.2.'de yeraltı sularının yeraltındaki çevrimleri gösterilmektedir.



Şekil 1.2. Yeraltı sularının çevrimleri (Canadian Geoscience Education Network, 2015)

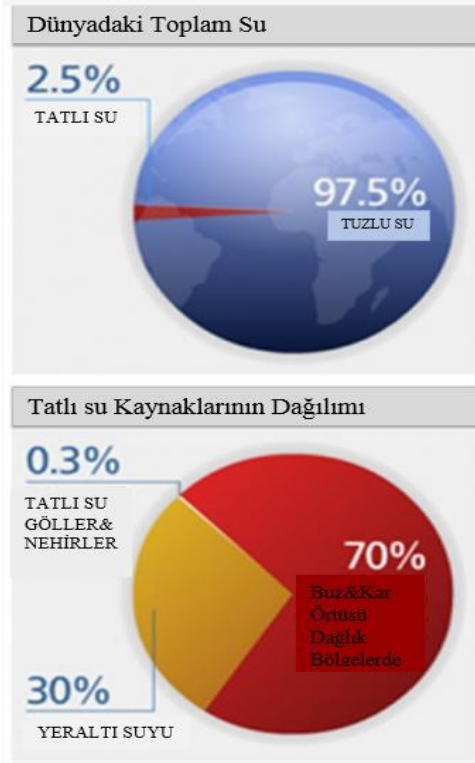
Günümüzde küresel iklim değişikliği, sanayileşme ve hızlı nüfus artışına bağlı olarak gittikçe kirlenen mevcut su kaynakları insanları içme, kullanma ve sulama amaçları doğrultusunda yeraltı sularını korumaya ve doğru kullanmaya yönlendirmiştir (Varol ve ark., 2008). Ülkemiz'in yıllık ortalama yağış miktarının 69 milyar m<sup>3</sup>'ü yeraltı suyunu beslemektedir. Bu suyun 28 milyar m<sup>3</sup>'ü pınarlar vasıtasıyla tekrar yerüstü suyuna katılmaktadır. Yeraltı suları su kalitesi yüksek olduğu için öncelikle içme suyu kaynağı olarak kullanılmalıdır. Yeraltı suları yüzey suyu orijinlidir. Yeraltı suları yağmurlar, nehirler, göller ve rezervuarlardan beslenir. Yağmur suyu yeryüzüne indiği andan itibaren kirlilik oranında ani bir artış meydana gelir. Hayvansal ve bitkisel artıklar, doğal ve suni gübreler, pestisitler ve mikroorganizmalar su ile toprak katmanlarından geçerek yeraltına doğru taşınır. Bu taşınma sırasında toprağın özelliklerine bağlı olarak suyun kalitesinde önemli değişiklikler gözlenir. Yeraltı suyunda askıda bulunan maddelerin tamamına yakını topraktaki süzülme yoluyla uzaklaşır. Böylece yeraltı



suyundaki mikroorganizmalar büyük ölçüde azalırken, suyun karbondioksit miktarı artar, oksijen miktarı ise azalmaktadır (Şahin ve ark., 2011). Yeraltı su kaynaklarının aşırı kullanım ve yanlış yönetiminden kaynaklanan sorunlar, bilimsel olarak ortaya konmalı, ciddi yasal düzenlemelerle denetim altına alınması sağlanmalıdır. Zorunlu kalmadıkça, sulama, enerji ve sanayide yeraltı suları kullanılmamalı, bunun yerine rejimleri düzenli büyük akarsular, yapay gölet ve barajlar gibi yağışlardan beslenen yüzey suları kullanılmalıdır. Yeraltı su hazneleri korunmalı “kötü” günler için saklanmalıdır. Özellikle kentsel içme suyu temininde, yalnız içme suyu sağlama amacıyla kurulan gölet, baraj gibi su yapılarından ve doğal kaynak sularından yararlanılmalıdır (Türkeş, 2012). İnsanların sağlıklı yaşamaları için gerekli olan suyun kullanılabilmesi için fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik açıdan, kullanım amaçlarına uygunluğunun belirlenmesi ve belli sınırları aşmaması, özellikle içme sularının hastalık ve zararlı etki yapabilecek mikroorganizmalar ile mineral ve organik maddelerden arındırılmış olması gerekmektedir.

### **1.5. Yeryüzündeki Su Kaynakları**

Dünya'daki toplam su miktarı 1,4 milyar km<sup>3</sup>tür. Bu suların % 97,5'i okyanuslarda ve denizlerde tuzlu su olarak, % 2,5'i ise nehir ve göllerde tatlı su olarak bulunmaktadır. Bu kadar az olan tatlı su kaynaklarının da % 90'ının kutuplarda ve yeraltında bulunması sebebiyle insanoğlunun kolaylıkla yararlanabileceği elverişli tatlı su miktarının ne kadar az olduğu anlaşılmaktadır (Devlet Su İşleri Müdürlüğü (DSİ), 2015). Şekil 1.3.'de Dünya'daki suyun dağılımı Birleşmiş Milletler Su İstatistik verilerine göre verilmektedir.



**Şekil 1.3.** Dünya'daki suyun dağılımı (Birleşmiş Milletler Su İstatistikleri, 2015)

İnsanların her gün kullandığı su kaynaklarının çoğunu nehirler ve göller teşkil etmektedir (USGS, 2015). Dünya yüzeyinin dörtte üçü sularla kaplı olmasına rağmen, insan kullanımına uygun tatlı su miktarı oldukça kısıtlıdır. Dünya üstündeki toplam tatlı su miktarı, dünya üzerindeki toplam suyun yaklaşık % 2,5'i olup bunun yalnızca % 0,3'ü ekosistem ve insan kullanımına elverişli tatlı su kaynaklarından oluşmaktadır. Geri kalan tatlı sular çoğunlukla kutuplarda ve yüksek dağlardaki buzullarda ve yeraltı rezervlerinde hapsolmuş durumdadır (WWAP, 2003). Dünya üzerindeki tatlı sularda görülen bu sınırlılığın yanında kullanılabilir su kaynakları da dengesiz bir dağılıma sahiptir. Bu su varlığının % 36'sı Asya, % 25'i Güney Amerika, % 15'i Kuzey Amerika, % 11'i Afrika, % 8'i Avrupa ve % 5'i Okyanusya kıtalarına dağılmıştır. Bu dağılım incelendiğinde Asya kıtasının şanslı olduğu düşünülse de dünya nüfusunun % 60'ını barındırması su potansiyelinin yeterli olmadığını göstermektedir. Dünya üzerinde kullanılabilir su kaynaklarının eşit dağıtıldığı varsayılırsa yılda kişi başına 5000–6000 m<sup>3</sup> su düşmektedir (Un-Water, 2007).

Dünyada kişi başına su tüketimi yılda ortalama 800 m<sup>3</sup> civarındadır. Dünya nüfusunun yaklaşık % 20'sine karşılık gelen 1,4 milyar insan yeterli içme suyundan yoksun olup, 2,3 milyar kişi sağlıklı suya hasrettir (Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), 2007). Dolayısıyla, bir milyardan fazla insanın sağlıklı içme suyuna ulaşamaması ve dünya nüfusunun yarısının yeterli su ve atık su altyapısına sahip olmaması durumu su krizi olarak tanımlanabilir (Şahin ve ark., 2007). Bazı tahminler, 2025 yılından itibaren 3 milyardan fazla insanın su kıtlığı ile yüz yüze geleceğini göstermektedir. 2050 yılında su sıkıntısı çeken ülkelerin sayısı 54'e, bu şartlarda yaşamak zorunda kalan insanların sayısı 3,76 milyara yükselecektir. Bu durum 2050'de 9,4 milyar olması beklenen dünya nüfusunun % 40'ının su sıkıntısı çekeceği anlamına gelecektir. Tablo 1.1.'de sağlıklı suya erişen nüfusun toplam nüfusa oranının dünya ortalaması % 82 olup, Türkiye'de bu oran % 93 olduğu, Tablo 1.2.'de ise kişi başına günlük ortalama kentsel su tüketim standardının Türkiye'de 111 litre olup, dünya ortalamasının 150 litre olduğu görülmektedir (DPT, 2007).

**Tablo 1.1.** Sağlıklı suya erişen nüfusun toplam nüfusa oranı (%) (Yılmaz, 2003)

<b>DÜNYA GENELİ</b>	<b>82</b>
Sanayileşmiş ülkeler	99
Gelişmekte olan ülkeler	66
Afrika ülkeleri	38
Asya ve Pasifik ülkeleri	63
Latin Amerika ve Karayip ülkeleri	77
Kuzey Afrika ve Orta Doğu ülkeleri	77
Türkiye	93

**Tablo 1.2.** Kişi başına günlük ortalama kentsel su tüketimi (Litre) (Yılmaz, 2003)

<b>KABUL EDİLEN DÜNYA ORTALAMASI</b>	<b>150</b>
Sanayileşmiş ülkeler Ortalaması	266
Afrika ülkeleri Ortalaması	67
Asya ülkeleri Ortalaması	143
Latin Amerika Ortalaması	184
Arap ülkeleri Ortalaması	158
Türkiye	111

Daha öncede belirttiğimiz gibi küresel olarak dünya su kaynaklarının yaklaşık % 70'i tarım amaçlı kullanılmaktadır. Bunu % 19 ve % 11 ile sanayi ve evsel kullanım izlemektedir (FAO Aquast, 2013). Evsel su tüketimi, yerel kullanılabilir su mevcudiyeti ve nüfusun büyüklüğüne son derece bağımlıdır (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2000). Dolayısıyla su kaynakları küresel değişimlerden büyük ölçüde etkilenmektedir. Birçok bölgede yeraltı suyu çekimleri geri beslemenin veya sürdürülebilir miktarın üzerindedir. Dünya üzerinde insan aktivitelerinden etkilenmemiş çok az yüzey ve yeraltı suyu kaynağı kalmıştır (Muluk ve ark., 2013). Tablo 1.3. farklı ülkelerdeki su çekim miktarları ve sektörel kullanım miktarlarını göstermektedir.

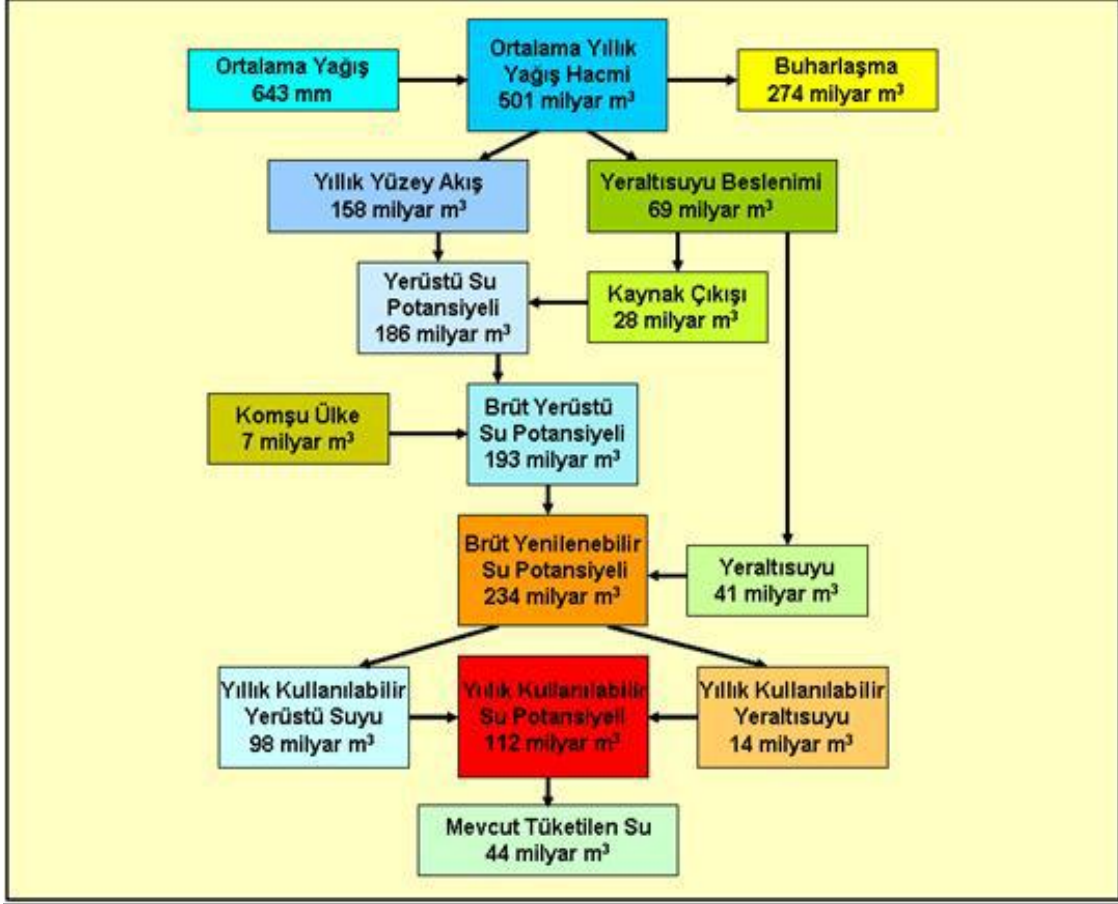
**Tablo 1.3.** Ülkelere göre tatlı su çekimi ve sektörel kullanımı (Gleick ve ark., 2011)

Ülke	Toplam tatlısu çekimi (km <sup>3</sup> /yıl)	Kişi başı tatlısu çekimi (m <sup>3</sup> /kişi/yıl)	Evsel kullanım (%)	Sanayii kullanımı (%)	Tarımsal kullanım (%)	2010 nüfusu (milyon)
Angola	0,4	18	23	17	60	19
Mısır	68,3	809	8	6	86	84
Somali	3,3	352	0	0	99	9
Kanada	45,1	1.330	20	69	12	34
ABD	482,2	1.518	13	46	41	318
Brezilya	58,1	297	28	17	55	195
Çin	578,9	425	12	23	63	1.362
Hindistan	761,0	627	7	2	90	1.214
İsrail	2,0	268	36	6	58	7
Japonya	88,4	696	20	18	62	127
Türkiye	40,1	530	15	11	74	76
Fransa	33,2	529	16	74	10	63
Rusya	76,7	546	19	63	18	140
İngiltere	11,8	190	22	75	3	62
Avustralya	59,8	2.782	15	10	75	22

## 1.6. Türkiye'deki Su Kaynakları

Türkiye, yüzölçümü 783.577 km<sup>2</sup> olan üç tarafı sularla çevrili bir ülkedir. Böyle olmasına rağmen tatlı su varlığı açısından zengin bir ülke değildir. Türkiye ılıman, yarı-kurak ve sıcaklıklarda aşırılıkların yaşandığı bir iklim kuşağındadır (Muluk ve ark., 2013). Ülkemiz fizyografik özellikleri itibariyle pek çok akarsu havzasına sahiptir.

Dağlık arazi yapısı, denize paralel uzanan sıradağlar akarsularının birleşmesini imkânsız kılmaktadır. Bu sebepten ötürü akarsularımız diğer ülkelere kıyasla daha küçük drenaj alanına sahip olduğundan uzunlukları kısadır ve debileri yüksek değildir (Turan ve Eren, 2008). Küresel ısınmanın potansiyel etkilerinin önemli derecede hissedileceği riskli ülkelerden biri de Türkiye'dir ve küresel ısınma sonucunda oluşacak olan iklim değişiklikleri, su kaynaklarının azalması, kuraklık, çölleşme ve ekolojik bozulmalardan olumsuz şekilde etkilenecektir. İklim değişikliklerine yönelik gerekli müdahaleler yapılmazsa ülkemizin kurak ve yarı kurak bölgelerindeki özellikle de kentlerdeki su kaynakları büyük sorunlara neden olarak içme amaçlı suya olan ihtiyacı daha da arttıracaktır (Öztürk, 2002). Akdeniz Havzası, antropojenik nedenlere bağlı iklim değişimlerine oldukça hassas olan havzalardan biridir. Sıcaklıkların artmasıyla yağışların azalması neticesinde Akdeniz Havzasında su varlığının azalacağı çok yüksek bir olasılıktır (Calbo, 2010). Dolayısıyla Akdeniz Havzası'nda bulunan ülkemizin gelecekte ciddi anlamda su sıkıntısıyla karşı karşıya kalacağı öngörülmektedir. Ülkemizde ortalama yıllık yağış miktarı 643 mm'dir. Bu oran 501 milyar m<sup>3</sup> suya karşılık gelmektedir. Yağışın 274 milyar m<sup>3</sup>'ü çay, nehir, göl, denizler ve bitkilerden buharlaşarak atmosfere ulaşmaktadır. Yağışla toprağa düşen suyun 158 milyar m<sup>3</sup>'ü akarsularla deniz ya da göllere taşınmaktadır. 69 milyar m<sup>3</sup>'lük kısmı ise yeraltı suyunu meydana getirmektedir. Bu yeraltı suyunun 28 milyar m<sup>3</sup>'ü kaynak sularını (pınarlar) oluşturarak yüzey sularına tekrar katılmaktadır (Akın ve Akın, 2007). Yılda ortalama 7 milyar m<sup>3</sup> su komşu ülkelerden ülkemize gelmektedir. Böylece ülkemizin brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 milyar m<sup>3</sup> olmaktadır. Teknik ve ekonomik koşullarımız çerçevesinde ülkemizin kullanılabilir yerüstü suyu potansiyeli; komşu ülkelerden gelen akarsulardan 3 milyar m<sup>3</sup>, yurtiçindeki akarsulardan 95 milyar m<sup>3</sup> olmak üzere, yılda ortalama 98 milyar m<sup>3</sup>'tür. Ülkemizin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m<sup>3</sup> olup, bunun 44 milyar m<sup>3</sup>'ü kullanılmaktadır (DSİ, 2013). Şekil 1.4.'de ülkemizin yıllık su bütçesi gösterilmektedir.



Şekil 1.4. Ülkemizin yıllık su bütçesi (Özdemir ve Erkuş, 2015)

Yılda ortalama 7 milyar  $m^3$  su komşu ülkelerden ülkemize gelmektedir. Böylece ülkemizin brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 milyar  $m^3$  olmaktadır. Teknik ve ekonomik koşullarımız çerçevesinde ülkemizin kullanılabilir yerüstü suyu potansiyeli, komşu ülkelerden gelen akarsulardan 3 milyar  $m^3$ , yurtiçindeki akarsulardan 95 milyar  $m^3$  olmak üzere, yılda ortalama 98 milyar  $m^3$ 'tür. Ülkemizin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar  $m^3$  olup, bunun 44 milyar  $m^3$ 'ü kullanılmaktadır (DSİ, 2013). Tablo 1.4.'de Türkiye su kaynakları potansiyeli gösterilmektedir.

**Tablo 1.4.** Türkiye su kaynakları potansiyeli (DSİ, 2014)

SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ	
Yıllık Ortalama Yağış	643 mm/yıl
Türkiye'nin Yüzölçümü	783.577 km <sup>2</sup>
Yıllık Yağış Miktarı	501 milyar m <sup>3</sup>
Buharlaştırma	274 milyar m <sup>3</sup>
Yer Altına Sızma	41 milyar m <sup>3</sup>
<b>Yüzey Suyu</b>	
Yıllık Yüzey Akışı	186 milyar m <sup>3</sup>
Kullanılabilir Yüzey Suyu	98 milyar m <sup>3</sup>
<b>Yer Altı Suyu</b>	
Yıllık Çekilebilir Su Miktarı	14,7 milyar m <sup>3</sup>
Toplam Kullanılabilir Su (net)	112,7 milyar m <sup>3</sup>
<b>Gelişme Durumu</b>	
DSİ Sulamalarında Kullanılan	32 milyar m <sup>3</sup>
İçmesuyunda Kullanılan	7 milyar m <sup>3</sup>
Sanayide Kullanılan	5 milyar m <sup>3</sup>
Toplam Kullanılan Su	44 milyar m <sup>3</sup>

Bir ülkede veya bölgede kişi başına düşen su miktarı Falkenmark indeksine göre tanımlanarak su kıtlığı veya stres durumu gösterilebilmektedir. Falkenmark su kıtlığı indeksine göre; bir ülkenin “su zengini” sayılabilmesi için, kişi başına düşen su miktarı 10000 m<sup>3</sup>’ün üzerinde olmalıdır. Kişi başına düşen su miktarı 2500-10000 m<sup>3</sup> arasında ise o ülkede “Yeterli su” mevcuttur. Bir ülkedeki insanların su kaynakları bakımından “Kırılgan/savunmasız” olarak nitelendirilebilmesi için kişi başına düşen su miktarı 1700-2500 m<sup>3</sup> arasında olması gerekir. Kişi başına düşen su miktarı 1000-1700 m<sup>3</sup> arasında ise o ülkede “Su stresi/azlığı” yaşanmaktadır. Bir ülkede “Su Kıtlığı” yaşanıyor diyebilmek için kişi başına düşen su miktarının 500- 1000 m<sup>3</sup> arasında olması gereklidir. Bir ülkede kişi başına düşen su miktarı <500 m<sup>3</sup>’ün altında ise “Mutlak Kıtlık” yaşanıyor demektir.

Ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı yıllık 1500 m<sup>3</sup> civarında olup Falkenmark indeksine göre günümüzde su sıkıntısı olan bir ülke konumundadır ve yakın gelecekte su kıtlığı olan bir ülke statüsünde olma riski bulunmaktadır. 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağı öngörülmüştür. Bu durumda kişi başına düşen

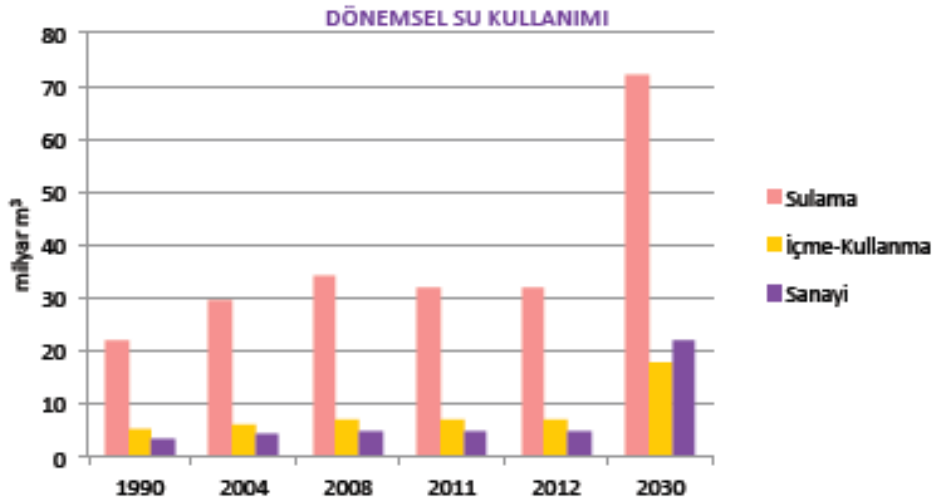
kullanılabilir su miktarı yıllık 1100 m<sup>3</sup>e düşecektir (Onuncu Kalkınma Planı, 2014). Nüfus ve ekonomideki büyüme hızının su tüketim alışkanlıklarını değiştirmesi ile su kaynakları üzerine olabilecek baskıları arttırması mümkündür. Kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı nüfusun artmasıyla düşecektir. Gelecekteki su tüketimi ile ilgili tahminler su kaynaklarının 25 yıl sonrasına hiç tahrip edilmeden aktarılması koşuluyla geçerli olacaktır. Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı, temiz ve yeterli su bırakabilmesi kaynakların çok iyi korunup, akılcı değerlendirilmesi ile sağlanacaktır (Ulusal Sanayici ve İş Adamları Derneği (USİAD), 2007).

Tablo 1.5.'de görüldüğü gibi nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşmedeki hızlı gelişmeler dikkate alındığında; 2030 yılında toplam su çekiminin 112 milyar m<sup>3</sup>e ulaşılacağı; bunun % 64'ünün sulama, % 16'sının içme kullanma, % 20'sinin ise sanayi sektörü tarafından kullanılacağı tahmin edilmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2013). Şekil 1.5.'de de Türkiye'de su çekiminin sektörel dağılımının dönemsel su kullanımı grafiksel olarak gösterilmektedir.

**Tablo 1.5.** Türkiye'de toplam su çekimi ve sektörel dağılımı (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2013)

YILLAR	1990		2004		2008		2011		2012		2030	
	Milyar m <sup>3</sup>	%	Milyar m <sup>3</sup>	%	Milyar m <sup>3</sup>	%	Milyar m <sup>3</sup>	%	Milyar m <sup>3</sup>	%	Milyar m <sup>3</sup>	%
<b>TOPLAM</b>	<b>30,5</b>	<b>100</b>	<b>40,1</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>	<b>44</b>	<b>100</b>	<b>44</b>	<b>100</b>	<b>112</b>	<b>100</b>
Sulama	22	72	29,6	74	34	74	32	73	32	73	72	64
İçme-Kullanma	5,1	17	6,2	15	7	15	7	16	7	16	18	16
Sanayi	3,4	11	4,3	11	5	11	5	11	5	11	22	20





**Şekil 1.5.** Türkiye’de su çekiminin sektörel dağılımı (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2013)

Ülkemiz 25 hidrolojik havzaya ayrılmıştır. Havzalardaki yıllık toplam akış 186 milyar m<sup>3</sup> olup verimleri birbirlerinden farklıdır. Fırat-Dicle havzası toplam ülke potansiyelinin yaklaşık % 28,5’ine sahiptir (DSİ, 2007). Tablo 1.6. Türkiye’nin havzaları ve su kapasitelerini göstermektedir.

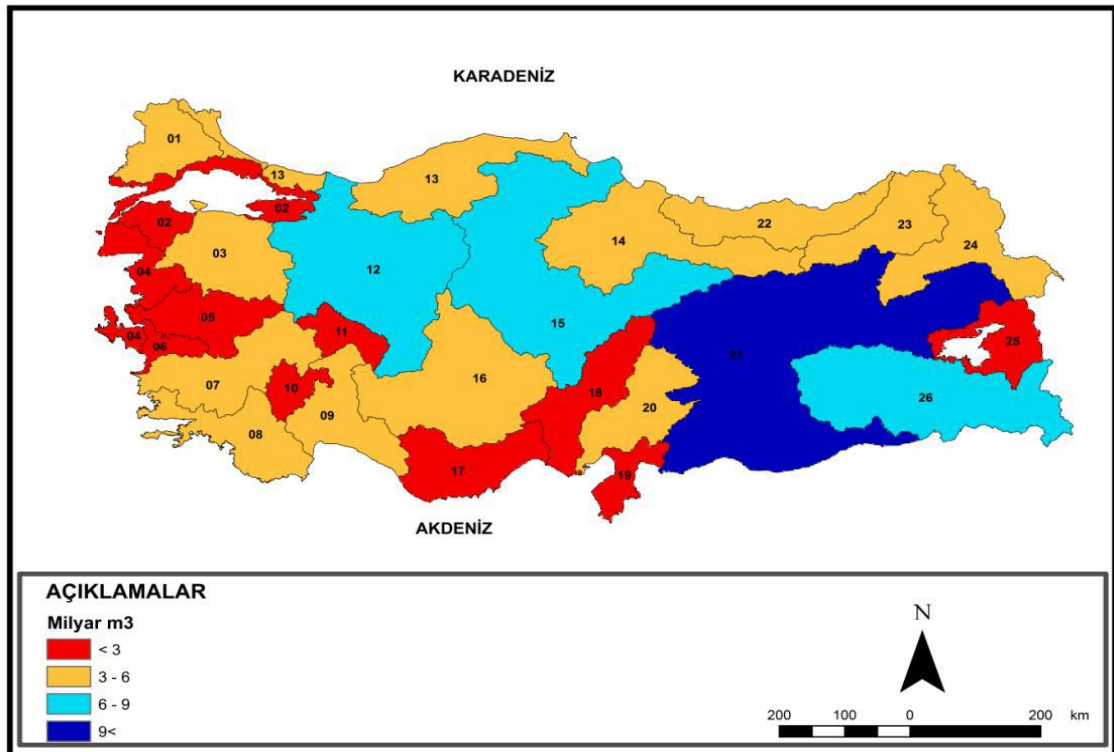
**Tablo 1.6.** Türkiye’nin havzaları ve su kapasiteleri (DSİ, 2013)

No	Havza Adı	Yaşış Alanı km <sup>2</sup>	Ortalama Yıllık Akış (km <sup>3</sup> )	Potansiyel İstirak Oranı	Ortalama Yıllık Verim (l/s/km <sup>2</sup> )
21	Fırat Dicle Havzası	184.918	52,94	28,5	21,4
22	Doğu Karadeniz Havzası	24.077	14,90	8	19,5
17	Doğu Akdeniz Havzası	22.048	11,07	6	15,6
9	Antalya Havzası	19.577	11,06	5,9	24,2
13	Batı Karadeniz Havzası	29.598	9,93	5,3	10,6
8	Batı Akdeniz Havzası	20.953	8,93	4,8	12,4
2	Marmara Havzası	24.100	8,33	4,5	11
18	Seyhan Havzası	20.450	8,01	4,3	12,3
20	Ceyhan Havzası	21.982	7,18	3,9	10,7
15	Kızılırmak Havzası	78.180	6,48	3,5	2,6
12	Sakarya Havzası	58.160	6,40	3,4	3,6
23	Çoruh Havzası	19.872	6,30	3,4	10,1
14	Yeşilirmak Havzası	36.114	5,80	3,1	5,1
3	Susurluk Havzası	22.399	5,43	2,9	7,2
24	Aras Havzası	27.548	4,63	2,5	5,3
16	Konya Kapalı Havzası	53.850	4,52	2,4	2,5
7	Büyük Menderes Havzası	24.976	3,03	1,6	3,9
25	Van Gölü Havzası	19.405	2,39	1,3	5
4	Kuzey Ege Havzası	10.003	2,09	1,1	7,4
5	Gediz Havzası	18.000	1,95	1,1	3,6
1	Meriç Ergene Havzası	14.560	1,33	0,7	2,9
6	Küçük Menderes Havzası	6.907	1,19	0,6	5,3
19	Asi Havzası	7.796	1,17	0,6	3,4
10	Burdur Göller Havzası	6.374	0,50	0,3	1,8
11	Akarçay Havzası	7.605	0,49	0,3	1,9
<b>Toplam</b>		<b>779.452</b>	<b>186,05</b>	<b>100</b>	<b>209,30</b>

Şekil 1.6.'da havzalarımız Türkiye haritası üzerinde, Şekil 1.7.'de ise havzaların yıllık toplam kullanılabilir su miktarı gösterilmektedir.



Şekil 1.6. Türkiye'nin havzaları (Özdemir ve Erkuş, 2015)



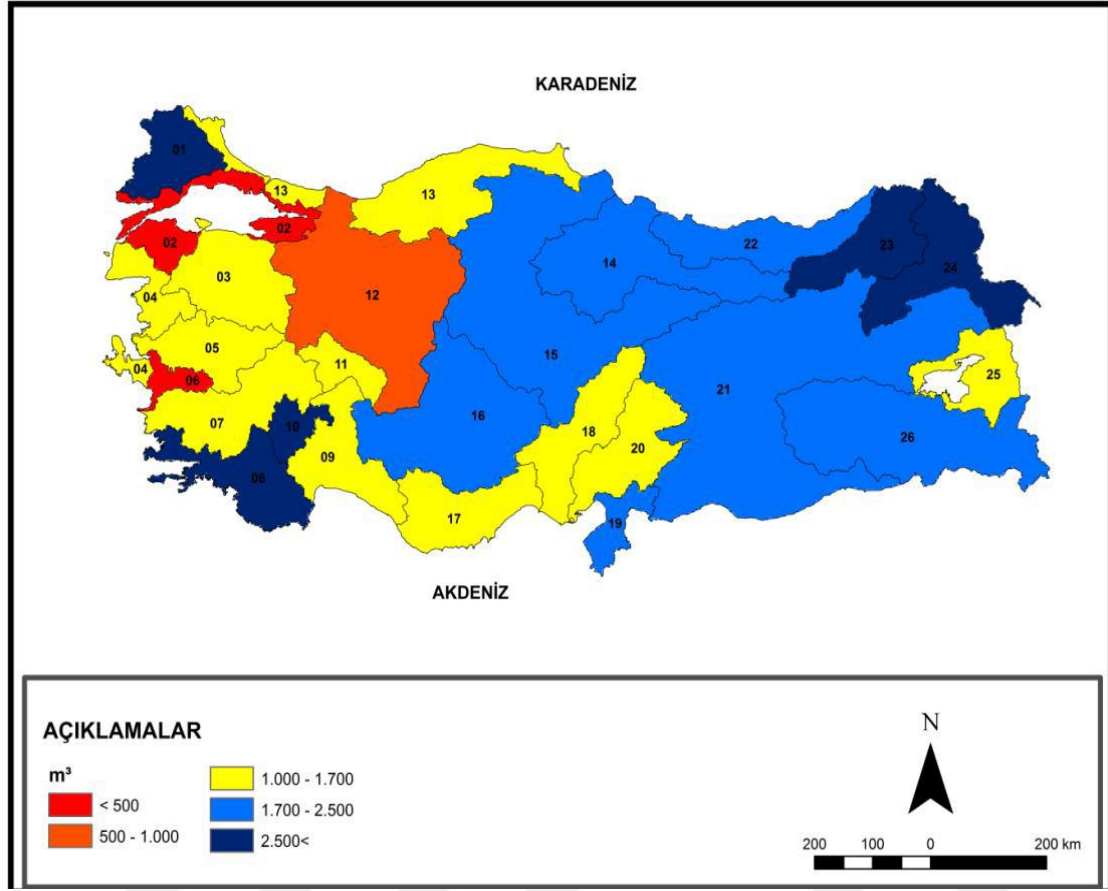
Şekil 1.7. Havzaların yıllık toplam kullanılabilir su miktarı (Karşılı, 2011)

Türkiye’de mevcut havzalarımızdan hiçbiri su zengini olarak nitelendirilebilecek konumda değildir. Tablo 1.7.’de havzalarımız Falkenmark Su Stres İndeksi’ne göre gösterilmektedir. Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı Çoruh havzası’nda en fazla iken, en az olan havza ise 194 m<sup>3</sup> ile Marmara havzasıdır. Marmara havzası 17.979,6 km<sup>2</sup>lik yüzölçümü ile en küçük 9.havza ve 13,7 milyon nüfusuyla en fazla nüfusa sahip havza olması dolayısıyla kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı azdır. Türk İstatistik Kurumu’nun (TÜİK) 31 Aralık 2014 tarihi itibariyle 14 milyon 377 bin 18 kişi ile nüfusu Türkiye’nin en kalabalık şehri olan İstanbul Marmara havzası’nda bulunmaktadır. Görüldüğü üzere fazla nüfus barındırması Marmara havzası’ndaki su kaynakları üzerindeki baskıyı arttırmakta ve dolayısıyla bu durum suya olan talebi arttırmaktadır.

**Tablo 1.7.** Falkenmark su stres indeksi’ne göre havzalar (Karşılı, 2011)

<500	500-1000	1000-1700	1700-2500	2500<
Marmara	Sakarya	Susurluk	Yeşilirmak	Meriç-Ergene
K.Menderes		Ege	Kızılırmak	Batı Akdeniz
		Gediz	Konya	Burdur
		B. Menderes	Fırat	Aras
		Orta Akdeniz	Doğu Karadeniz	Çoruh
		Afyon	Asi	
		Batı Karadeniz	Dicle	
		Doğu Akdeniz		
		Seyhan		
		Ceyhan		
		Van Gölü		

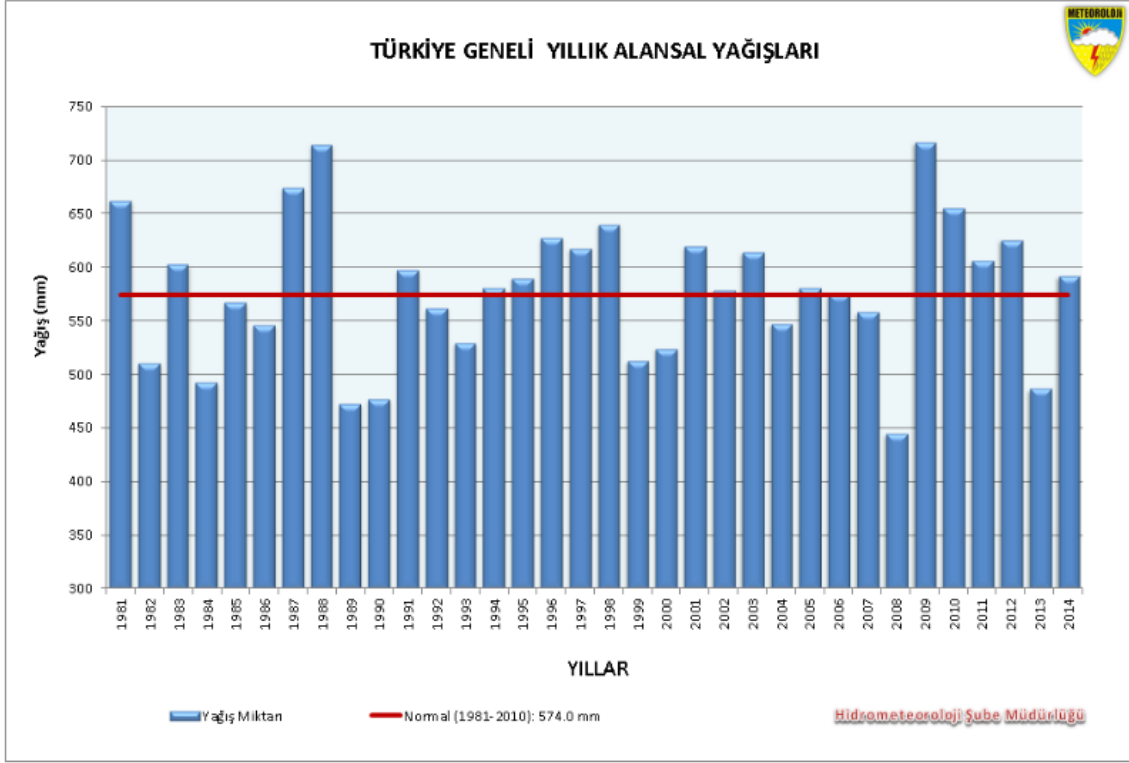
Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı, bir havzanın nüfusu ve alanı ile ilişkilidir. Bir havzanın yıllık toplam kullanılabilir su miktarı az olsa bile yüzölçümü küçük ve nüfusu az ise kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı fazla olacaktır. Şekil 1.8.’de Falkenmark su stres indeksi’ne göre havzalarımızda kişi başına düşen su miktarı harita üzerinde gösterilmektedir.



**Şekil 1.8.** Falkenmark su stres indeksi'ne göre havzalarımızda kişi başına düşen su miktarı (Karşılı, 2011)

Türkiye'de su stresi yaşanmasına sebep olan etken olarak talepteki artış olduğu gösterilmektedir. Ülkemizde nüfus hızlı bir şekilde artmakta iken su miktarı ise aynı kalmaktadır. Bunun neticesinde su ihtiyacının karşılanamaz boyuta geleceği öngörülmektedir (Karşılı, 2011).

Şüphesiz ki bir ülkenin su kaynaklarının oluşumu üzerine o ülkenin bulunduğu bölgenin sahip olduğu yağışların etkisi oldukça büyüktür. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) verilerine göre Şekil 1.9.'da Türkiye geneli yıllık alansal yağışların 1981-2014 yılları arasında ortalamadan sapmaları görülmektedir.



**Şekil 1.9.** Türkiye geneli yıllık alansal yağışları (MGM, 2014 Yılı Alansal Yağış Değerlendirmesi, 2015)

## 1.7. İstanbul ve Su

İstanbul, tarih boyunca birçok İmparatorluğa başkentlik yapmış, birçok uygarlık için cazbedici olmuştur. Su medeniyetlerin oluşmasında ana unsurlardan biridir. Bu nedenle Roma İmparatorluğu dönemiyle başlayarak diğer medeniyetler boyunca İstanbul'a içme suyu getirme çabaları devam etmiştir. İstanbul'un nüfusuna oranla tatlı su kaynaklarının yetersiz olması nedeniyle tüm devirlerde İstanbul'da yaşayan her uygarlığın şehre su getirebilmek için yoğun çabalar harcadığı görülmektedir. Günümüzde tarihi eser niteliğindeki su sarnıçları, bentler ve çeşmelerin bu yoğun çabaların ürünü olduğu görülmektedir (İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Müdürlüğü (İSKİ), 2002). Medeniyetlere başkentlik yapmış olan İstanbul'un çok eski dönemlerden beri tatlı su kaynaklarının şifa verdiği inaniilmektedir. Nitekim Bizans döneminde Balıklı Ayazması suyu'nun göz ile ilgili rahatsızlıklara iyi geldiği söylenirdi. İstanbul'un tatlı

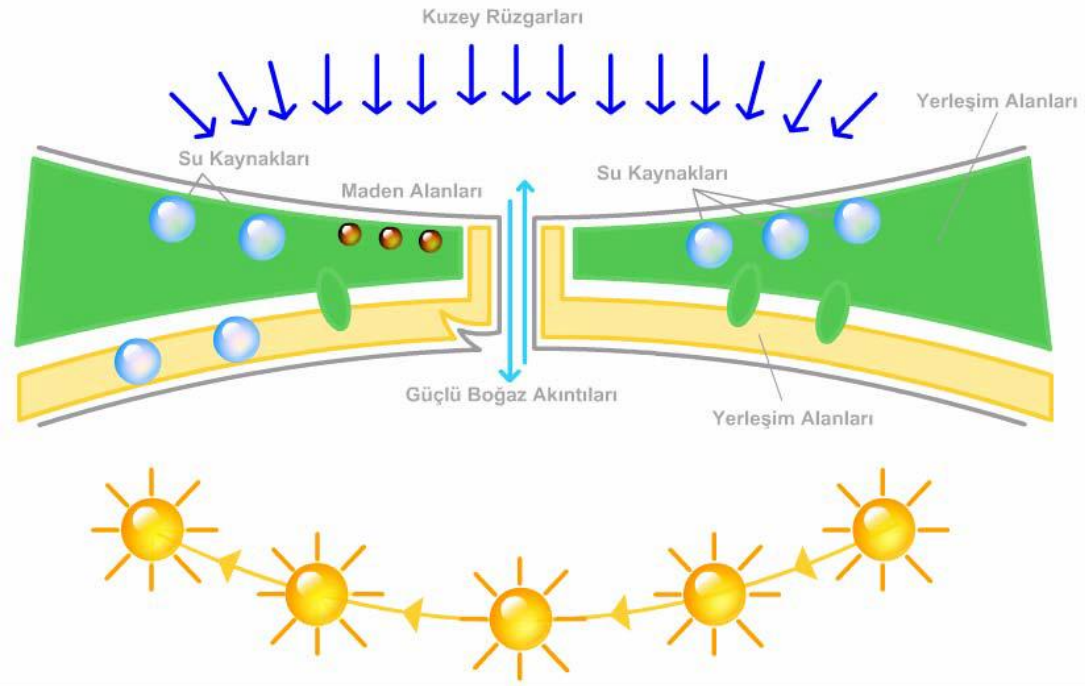
su kaynakları'nın idrar söktürmek, böbreklerdeki ufak kum ve taşları düşürmek gibi yararları olan şifa suları olduğuna inanılırdı (Yıldız ve Çodur, 2003).

Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesinden biri olan, Edirne, Tekirdağ, Kırklareli, Çanakkale, Balıkesir, Bursa, Bilecik, Yalova, Sakarya ve Kocaeli İlleri'nin bulunduğu Marmara Bölgesi'nde yer alan İstanbul, 37 ilin toplam nüfusuna denk bir nüfusa sahiptir. İstanbul Türkiye'nin sosyoekonomik merkezi, dünya'ya açılan kapısıdır.

İstanbul için yıllık yağış miktarı 700–1000 mm arasında değişmektedir. Ortalama yağış miktarı ise 787 mm'dir. Bu miktar Türkiye'nin kıyı kesimlerinin yaklaşık 1000 mm olan ortalama yağış miktarından düşükken, Türkiye'nin yıllık ortalama yağış miktarından yüksektir. Bahçeköy, Ömerli ve Teke istasyonları İstanbul'un en yüksek yıllık yağış miktarına sahip istasyonlarıdır. Bu istasyonların ortalaması 1.097 mm civarındadır. Kartal, Göztepe ve Çatalca Marmara kıyılarındaki istasyonlardır ve yıllık yağış miktarları 665 mm ile genellikle düşüktür. Şile, Kumköy ve Karacaköy Karadeniz kıyılarında, Kireçburnu ve Kandilli ise Boğaz'da yer alan istasyonlardır ve yıllık ortalama yağış miktarları sırasıyla 846 mm ve 864 mm civarındadır.

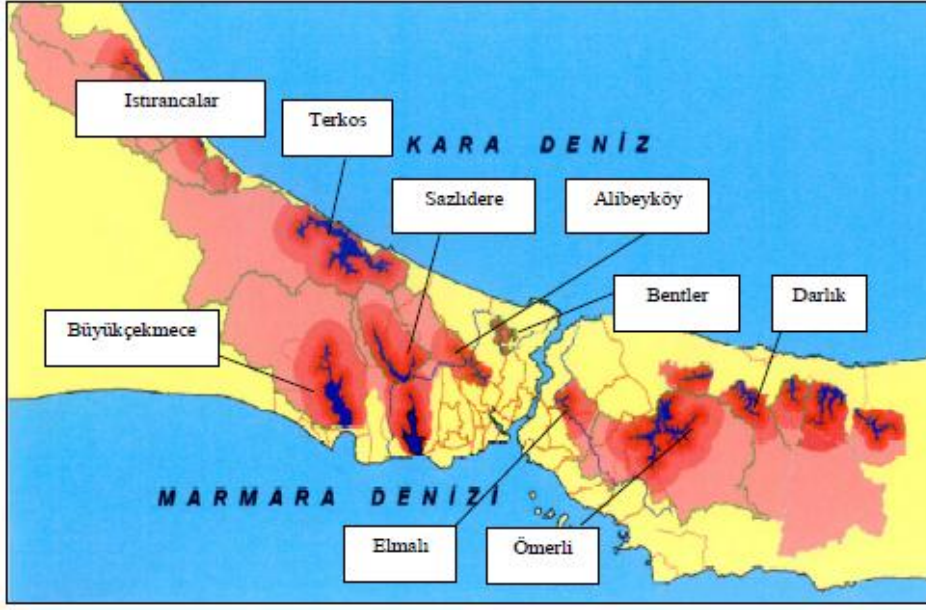
5400 km<sup>2</sup>lik yüz ölçüme sahip İstanbul ili ve yakın çevresinde toplam 715 milyon m<sup>3</sup> içme suyu elde edilmektedir. Bunun 685 milyon m<sup>3</sup>ü baraj, göl ve bentlerden oluşan yüzey sularından, 30 milyon m<sup>3</sup>ü ise yeraltı sularından sağlanmaktadır. İstranca derelerinden de yıllık ortalama 235 milyon m<sup>3</sup> su elde edilmektedir. Sonuç olarak İstanbul ili'nin sahip olduğu yıllık reel içme ve kullanma suyu 950 milyon m<sup>3</sup>e ulaşmıştır. Kişi başına ortalama brüt su tüketimi ise 235 litredir.

İstanbul'da yağışlar bölgesel olarak bakıldığında güneyden kuzeye ve kıyılardan iç kesimlere doğru gidildikçe artmaktadır. Şekil 1.10. İstanbul coğrafyasının şematik anlatımını göstermektedir. Yağışlar kış aylarında oldukça fazlayken mayıs ve ağustos ayları arasında ise en azdır. Genelde yaz ayları kurak geçerken, yağışlar yılın diğer aylarında gerçekleşmektedir. Ortalama yıllık yağışın % 35'i kış, % 23'ü ilkbahar, % 14'ü yaz ve % 28'i de sonbahar aylarında gözlenmektedir. En yüksek ortalama sıcaklıklar Kartal istasyonunda ölçülmüşken, en düşük ortalama sıcaklıklar ise Ömerli istasyonunda ölçülmüştür (İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB), Şehir Planlama Müdürlüğü, 2009).

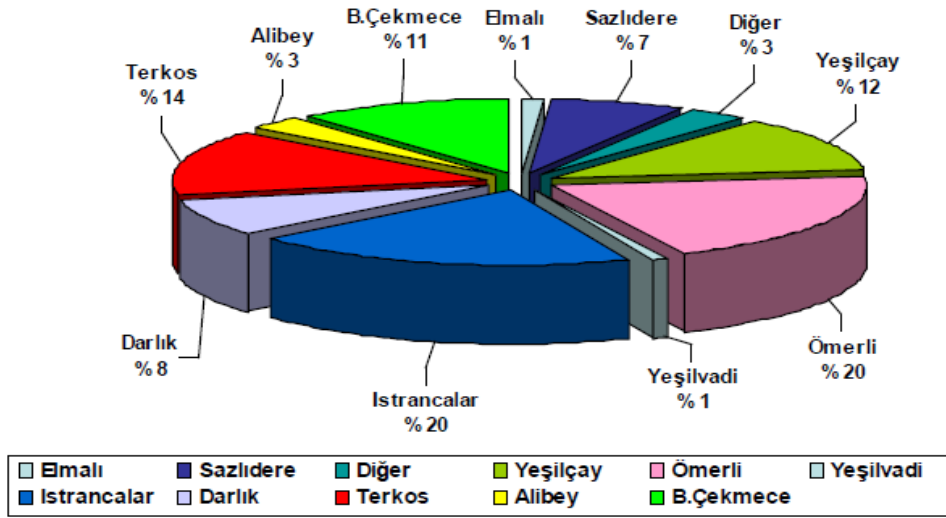


**Şekil 1.10.** İstanbul coğrafyasının şematik anlatımı (İBB, Şehir Planlama Müdürlüğü, 2009)

İstanbul'da büyük nehirler bulunmamakla birlikte su havzalarından beslenen birçok akarsu ve dere mevcuttur. Anadolu yakası'nda Ömerli, Elmalı ve Darlık barajları; Avrupa Yakası'nda Alibey, Terkos, Sazlıdere ve Büyükçekmece barajları olmak üzere 7 adet su toplama rezervuarı bulunmaktadır. Bu havzalar yılda ortalama 665 milyon m<sup>3</sup> su ile İstanbul'a sunulan suyun % 70'ini sağlamaktadır. Şekil 1.11. İstanbul şehrinin su ihtiyacını karşılayan yüzey suyu depolarını göstermektedir. Bu kaynaklar üzerinde kurulan mevcut tesislerin kapasiteleri, oransal olarak Şekil 1.12'de gösterilmektedir.



Şekil 1.11. İstanbul şehrinin su ihtiyacını karşılayan yüzey suyu depoları (İBB, Şehir Planlama Müdürlüğü, 2009)



Şekil 1.12. Su miktarlarının kaynaklara göre dağılımı (İBB, 2007)

İstanbul'da membalar oluşturarak yeraltı sularından yararlanan 61 adet memba suyu işletmesi bulunmaktadır. Bu işletmelerin 33'ü Avrupa yakası'nda, 28'i Anadolu yakası'ndadır. Yaklaşık 2.200 ton/gün Trakya yakası'ndaki membalardan, 1.700 ton/gün ise Anadolu yakası'ndaki membalardan olmak üzere yeraltı suyu temin edilmektedir (İBB, Şehir Planlama Müdürlüğü, 2009). Tablo 1.8.'de İstanbul'un mevcut ve ileriye yönelik su ihtiyaç projeksiyonu gösterilmektedir.



**Tablo 1.8.** İstanbul'un 2040 yılı su ihtiyacı projeksiyonu (İBB, 2007)

Yıllar	Tahmini Nüfus (milyon)	Yıllık Su İhtiyacı (milyon m <sup>3</sup> /yıl)	Günlük Su İhtiyacı (milyon m <sup>3</sup> /gün)
1990	6,6	511	1,4
2000	10,3	694	1,9
2010	12,1	913	2,5
2020	13,6	1059	2,9
2030	14,6	1241	3,4
2040	15,5	1387	3,8

İstanbul, nüfusu sürekli artan bir şehirdir. Nüfus artış hızı Türkiye ortalamasının yaklaşık iki katı düzeyindedir. TÜİK verilerine göre İstanbul 2014 nüfusu 14 377 018'e ulaşmıştır. 2014 yılı için yıllık nüfus artış hızı % 15,2 olmuştur. Bunun en büyük nedeni bir kıyı kenti olarak özel bir konuma, jeopolitik öneme ve doğal kaynaklara sahip olmasıyla çok fazla göç alan bir şehir olmasıdır. Göç geçmişine bakıldığında İstanbul'a göç edenlerin öncelikle su havzalarına yerleştikleri görülmektedir. Bu durum Türkiye'nin en büyük şehri olan megakent İstanbul'un plansız yapılaşma ve altyapı hizmetlerinin etkin bir biçimde yürütülmemesi sonucunda su kaynaklarını fosseptik çukuru olma tehlikesiyle karşı karşıya getirmiştir. Bu bağlamda İSKİ, İstanbul'a su sağlama ve atık suların uzaklaştırılması görevlerini yürüten sorumlu kuruluştur (İSKİ, 2002; İBB, 2007).

### **1.8. Su Kirliliği**

FAO su kirliliğini; "canlı kaynaklara zararlı, insan sağlığı için tehlikeli, balıkçılık gibi çalışmaları engelleyici ve su kalitesini zedeleyici etkiler yapabilecek maddelerin suya atılması" şeklinde tanımlamaktadır. Su kirliliği; fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik açıdan su kaynaklarının olumsuz özellikler göstermesidir. Antropojenik etkiler neticesinde oluşan, kullanımı kısıtlayan ya da engelleyen, ekonomik dengeleri bozan kalite değişimleridir (Sönmez ve ark., 2012). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde (2004) "Su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su

kalitesinde ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde veya enerji atıklarının boşaltılması” su kirliliği olarak tanımlanmıştır.

Geçmişte ve günümüzde suyun kalitesi, su miktarıyla ilgili konularla kıyaslandığında yatırım, bilimsel çalışma ve kamu ilgisi bakımından o kadar önem arz etmemiştir. Oysaki suyun kalitesi insan ve ekosistemin temel gereksinimlerinin giderilmesi konularında suyun miktarı kadar önemlidir. Su kalitesinin kötü olması ekonomik, sosyal, çevresel ve sağlıkla ilgili sorunların oluşmasına neden teşkil etmektedir. Su varlığının gelecek yıllarda daha da kısıtlanacak olması, suyun kalitesi’ne yönelik problem ve maliyetlerin artması anlamına gelecektir (WWAP, 2012).

Doğal kaynakların aşırı kullanımı, sanayileşme ve kentleşmenin denetimsiz ve düzensiz oluşu, evsel ve tarımsal faaliyetler ülkemiz’deki su kaynaklarının kalitesinin bozulmasının temel nedenleridir. Kirlenen su kaynaklarına yönelik alınacak tedbirler daha zor ve pahalı olmaktadır. Kentsel atıksuların arıtılmadan veya kısmen arıtılarak yüzeysel sulara deşarj edilmeleri, kanalizasyon ve katı atık yığınlarından kaynaklanan sızıntıların yeraltı sularını kirletmesi, toprakta ve sulama kanallarında bulunan tarım ilacı ve kimyasal gübre kalıntılarının yüzeysel sulara ve akiferlere karışması, erozyonu hızlandıran, tabii göllerde ve baraj göllerinde çökelti birikimine yol açan ormansızlaşma ve yetersiz/yanlış tarımsal uygulamalar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın 2011 yılında yayınladığı Türkiye Çevre Durum Raporu’nda Türkiye’de tatlı su kaynaklarının kirlenmesine yol açan unsurlar olarak sıralanmıştır.

Tarımdan kaynaklanan su kirliliği oldukça önemlidir. Tarımsal çalışmalarda kullanılan gübre ve tarım ilaçları yüzey ve yeraltı sularına karışabilmektedir. Bu kirletici unsurlar aynı zamanda tarım alanlarındaki toprakların kirlenmesine ve yağışlarla taşınarak su ortamlarında ötrofikasyona sebep olabilmektedir. Nitekim tarımsal faaliyetlerin neden olduğu kirliliğin ölçülmesi kolay değildir (Muluk ve ark., 2013). Dünya çapında kullanılan suyun % 80’inin kanalizasyon ile toplanmadığı veya arıtılmadığı düşünülmektedir. Türkiye’de su kirliliğinin önlenmesine yönelik, standartlar, mevzuatlar, birçok plan, program ve strateji mevcuttur. Ancak çok büyük yatırım ve teknik kapasite gerektiren bu çalışmalar henüz başlangıç aşamasındadır (Muluk ve ark., 2013).

Türkiye Çevre Durum Raporu'nda (2011), su kalitesi ile ilgili sorunların çözülmesi ve su kalitesinin arttırılmasına yönelik politikalara temel oluşturacak ana stratejiler şöyle ifade edilmiştir, “Kirlilik kaynaklarının kontrolü, Kirli suyun arıtılması, Atık suyun yeniden/güvenli kullanımı, Ekosistem restorasyonu.” Türkiye'nin Avrupa Birliği Çevresel Uyum Stratejisi ve Atık su Eylem Planı (2008-2012) gereğince 2012 yılına kadar nüfusu 50.000'in üstünde olan tüm belediyelerin, 2017 yılına kadar ise nüfusu 2.000'in üstünde olan belediyelerin atık su arıtma tesisleri kurarak işletmeye almaları hedeflenmiştir. Çevre Kanunu ve Avrupa Birliği Çevre Müktesebatı çerçevesinde ülke genelinde belediyelerin atık su arıtma kapasitesinin arttırılması için 2008-2012 yıllarını kapsayacak şekilde “Atık Su Arıtımı Eylem Planı” hazırlanarak uygulamalar bu çerçevede yapılmıştır. Buna göre; Nüfus bazında 2002 yılında belediye nüfusunun % 35'i atık su arıtma tesisine bağlı iken, 2012 yılında bu oran % 72'ye ulaşmıştır.

Son yıllarda çevre alanında Kentsel Atık Su Arıtımı direktifi kapsamında yatırımların artmasıyla birlikte Türkiye genelinde atık su arıtımı kapasitesi önemli düzeyde artış gösterdi. Bu gelişmeler Avrupa Birliği 2014 ilerleme raporunda da yer aldı. Raporla “Devam eden yatırımların neticesi olarak, atık su arıtma kapasitesi artmıştır. Büyükşehir Belediye Kanunu'nun bazı hükümlerinin Mart ayında yürürlüğe girmesiyle, Kentsel Atık Su Direktifi gibi bazı çevre direktiflerinin uygulanmasında ilerleme kaydedilmesi beklenmektedir.” ifadesine yer verilmiştir.

### **1.8.1. Su kirliliğine sebep olan kaynaklar**

WHO, sularda kirletici etki gösterebilecek unsurları 9 kategoriye ayırarak şöyle incelemiştir: Organik Kirleticiler, Salgın hastalıklara neden olan kirleticiler (mikroorganizmalar), Bitkilerin Anormal büyümesine neden olan kirleticiler, Zirai mücadele ilaçları, Sentetik organik kirleticiler, İnorganik kirleticiler, Sediment kökenli kirleticiler, Radyoaktif kirleticiler, Atık ısının meydana getirdiği kirlenmeler (Tan, 2006).

Su kirliliğine sebep olan kaynaklar ise, Tarımsal faaliyetler, Endüstriyel işlemler ve atıklar ve Evsel atıklardan kaynaklanan kirlilik şeklinde sınıflandırılmaktadır.

#### **1.8.1.1. Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kirlilik**

Bitki hastalıklarıyla mücadele amacıyla kullanılan pestisitlerin, verimin arttırılması için toprağa verilen kimyasal gübrelerin, erozyon ve toprağın sürülmesi sonucu oluşan toz,

toprak, hayvan gübresi, hayvan ve bitki atığı gibi tarımsal faaliyetler sonucu oluşan katı ve sıvı atıkların sebep olduğu kirliliğe tarımsal kirlilik denir.

Toprak erozyonu tarım arazilerinden fosforu sedimentlerle akarsulara ve göllere taşıyarak ötrofikasyona neden olur. Bu durum akarsularda doğal dengenin bozulması anlamına gelir. Dolayısıyla su kirliliği açısından toprak erozyonunun önemi oldukça büyüktür (Şimşek, 2011).

Tarımsal çalışmalarda verimde artışı sağlamak amacıyla uygulanan kimyasal gübreler daha fazla ürün eldesi sağlamasına karşın su kirliliğine neden olmaktadır. Tarımda kullanılan gübrelerin sadece % 50'si bitkilere yararlıyken diğer kısmı ise yıkanma, yüzey akışı ve buharlaşma yoluyla topraktan uzaklaşarak diğer alıcı ortamlara taşınmaktadır. Bu durumun sonucunda su ortamlarındaki ötrofikasyon ya da aşırı nitrat birikimi gibi alıcı ortamlarda besin maddesi zenginleşmesi sonucunda bir takım sağlık sorunlarının ortaya çıkması gözlenir (Yılmaz, 2013).

Hayvansal atık kaynaklı su kirliliği, ahır ve ağıllardaki hayvanların idrar ve dışkı artıklarının ya da tarlalara serilen hayvan gübresinin yağışlarla yıkanarak yeraltı ve yüzey sularına karışması suretiyle oluşan kirlilik şeklinde tanımlanır. Toprak verimliliğinin artmasında hayvansal sıvı ve katı atıklar oldukça etkili olmaktadır. Nitekim özellikle tavukçuluğun ve besi hayvancılığının yapıldığı tarım işletmelerinde ve bölgelerde hayvan atıkları su kaynaklarının kirliliğine neden olabilmektedirler. Aynı zamanda bu atıkların gerekli önlemler alınmadığı takdirde yeraltı sularını kirletme olasılıkları da oldukça yüksektir (Şimşek, 2011).

Tarımsal mücadele ilaçlarından kaynaklanan su kirliliği, yüksek verim alabilmek ve uygun kalitede ürün yetiştirebilmek amacıyla kültür bitkileri yetiştirilen bölgelerde ot ve böceklerle mücadele için kullanılan pestisitlerin yağışlarla yıkanarak su kaynaklarına taşınması sonucu oluşan kirliliktir (Yılmaz, 2013).

#### **1.8.1.2. Endüstriyel işlem ve atıklardan kaynaklanan kirlilik**

Endüstriyel aktiviteler sonucu oluşan ve hiçbir ekonomik değeri olmayan organik ve inorganik zehirli madde atıklarının neden olduğu su kirliliğine endüstriyel kaynaklı kirlilik denilmektedir (Toroğlu ve ark., 2006). Endüstrinin sebep olduğu kirlilik kimyasal, fiziksel, fizyolojik ve biyolojik kirlilik olarak 4 grupta değerlendirilebilir.

### Kimyasal Kirlilik

Sularda organik ve anorganik maddelerin bulunmasıyla meydana gelen kirlilik endüstrinin sebep olduğu kirliliktir. Proteinler, yağlar, gıda maddeleri ve karbonhidratlar nedeniyle oluşan organik kirlilik en sık karşılaşılan şeklidir. Protein atıkları, zambak ve jelatin üreten fabrikalar ile mezbahaların atık sularında, karbonhidrat ise kâğıt ve tekstil fabrikalarının atıklarında oldukça fazla miktarlarda bulunmaktadır. Kimyasal kirliliğe sebep olan bir diğer madde de az miktarda bulunmaları halinde bile sularda köpük meydana getirerek suyun havalanmasını önleyen sentetik deterjanlardır.

### Fiziksel Kirlilik

Suyun rengi, bulanıklığı, sıcaklığı gibi niteliklerine olumsuz etkiler yapan su kirliliği kaynağıdır. Termal enerji üreten istasyonların göller ve akarsulara boşalttığı sıcak atık sular bu su ortamlarının sıcaklıklarını yükselterek fiziksel kirlenme şekli olan termal kirlenmeye neden olurlar. Bu durum sonucunda bitki ve hayvan hayatı olumsuz şekilde etkilenecektir.

### Fizyolojik Kirlilik

Suyun tat ve kokusunda olumsuz etkiler yapan kirliliktir. Azotlu maddelerin fazla miktarda yer aldığı gıda sanayi atıkları ve şehir kullanma suyu artıkları oldukça kötü kokuya sahiptir. İçme sularının kokusuz ve tatsız nitelikte olması gerekliliği standartlarla belirtilmektedir. Demir, mangan, fenoller gibi kimyasal maddeleri içeren endüstri atık suları hoş olmayan koku ve tat'a sahiptirler.

### Biyolojik Kirlilik

Sularda patojenik bakteri, mantar, alg, patojenik protozoa gibi organizmaların bulunması ile oluşan kirlilik biyolojik kaynaklı su kirliliğini oluşturur. Tifo, kolera, amipli dizanteri gibi çeşitli hastalıklar yapan organizmalarca suların kirlenmesidir (Tan, 2006). İçme sularında, organik karbon ya da fosfat gibi sınırlı bileşenlerin bulunması bakteri üremelerini teşvik eder. Oligotrophic ortamlar olarak adlandırılan düşük besin içerikli ortamlar öncelikle heterotrophic bakteriler için gerekli olan organik maddelerden yoksundur. İçme suyu için ham su kaynağı olarak kullanılan yüzey suyu

veya yeraltı suyu gibi doğal ortamlarda bulunan çoğu bakterilerde bir ya da daha fazla besin bakımından açlık ve kısıtlılık yaygındır. İçme suyu ve kaynaklarda fekal kirlenme kontrolü birincil öneme sahiptir. *E.coli* gibi fekal indikatör bakteriler dışkı kirlenmesinin en önemli göstergesidir (WHO, 2003).

İnsan ve hayvan dışkılarıyla kirlenmiş sularla tifo, dizanteri, kolera ve birçok bağırsak enfeksiyonu ve asalaklar yayılabilir (Güler ve Çobanoğlu, 1994). Sudan gelen en büyük tehlike mikrobiyolojik kaynaklı olandır. WHO kaynaklarına göre Amerika Birleşik Devletleri'nde bile her yıl sudan kaynaklanan 69 000 hastalık vakası bildirilmektedir. Bu hastalıkların en büyük kaynağı foseptik ve kanalizasyondur (Sönmez ve Çizmecioglu, 2007).

Su kaynaklı hastalıklardan birincisi, hastalık etkeninin suya karışmasıyla bu suları kullanan insanlara bulaşmasıyla salgınlara neden olan hastalıklardır. Özellikle ılıman ve sıcak bölgelerde insan ve hayvan dışkılarıyla kontamine olan sularda oldukça fazla miktarlarda mikroorganizma mevcuttur. Bu hastalıklardan korunmak için suların bakteriyolojik açıdan temiz tutulması ve suların gerekli arıtma ve dezenfeksiyon işlemlerinden sonra kullanılması gerekir. Tifo (*Salmonella Typhi*), Paratifo (*Salmonella Paratyphi*), Kolera (*Vibrio cholera*), Enfeksiyöz Hepatit (Hepatit A Virusu), Basilli Dizanteri (*Shigella* Bakterileri), Amipli Dizanteri (*Entamoeba histolytica*) bu gruba giren enfeksiyon hastalıklarıdır.

Su kaynaklı hastalıklardan ikincisi, suyun yetersizliği sonucu oluşan hastalıklardır. Burada neden yetersiz ve çok kıt suya sahip yörelerde hijyen kalitesinin zorlaşmasıdır. Susuzluk nedeniyle vücut, gıda ve giysilerin hijyeni yeterli sağlanamadığından hastalığın yayılma olasılığı da artmaktadır. Bu tip hastalıklardan korunmak için tek çözüm yolu yeterli ve temiz suyun sağlanmasıdır. Askariyazis (*Ascaris lumbricoides*), Uyuz (Scabies), Trahom (*Chlamydia trachomatis*), Basilli Dizanteri (*Shigella* Bakterileri), İmpetigo (*Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus*), Konjonktivit (Mastadenovirus) bu gruptaki enfeksiyon hastalıklarıdır.

Su kaynaklı hastalıklardan üçüncüsü, suda yaşayan canlılar yolu ile oluşan hastalıklardır. Bu hastalıklar suda yaşayan salyangoz gibi omurgasız canlılarda bazı parazit yumurtalarının yerleşip, gelişmeleriyle oluşur. Bu canlılar üzerinde olgunlaşan larvalar suya dökülerek, suyu kontamine ederler. Bu suyun içilmesi ya da kullanılması

sonucunda da enfeksiyon meydana gelir. Bu tip hastalıklardan korunmada en önemli nokta enfekte olma şüphesi olan deniz canlılarının tüketilmemesidir. Salmonellozis (Midyelerde salmonella bakterileri), Şistozomiyazis (Salyangozlarda şistozoma yumurtaları). Özellikle Güney Doğu Anadolu bölgesinde sulu tarıma geçilmesi ile birlikte, Şistozomiyazis'in ülkemiz için büyük bir sorun oluşturacağı düşünülmektedir.

Su kaynaklı hastalıkların dördüncüsü ise, sularla bağlantılı vektörler ile bulaşan hastalıklardır. Bu hastalıklarda yaşamlarının belli bir evrim sürecini su içinde tamamlayan canlılar bulunmaktadır. En önemlisi, vektörlüğünü sivrisineklerin yaptığı sıtma hastalığıdır. Bu tip hastalıkların önlenmesi için durgun su birikintilerinin ortadan kaldırılması, suyun açıkta değil kapalı şebeke sistemi ile taşınması ve özellikle de sıvı atıkların yine kapalı kanalizasyon sistemleri ile taşınması gerekir (Irmak, 2008).

#### Radyoaktif Kirlilik

Radyoaktif kirliliği endüstriyel aktiviteler sonucu oluşan kirlilik sınıfında değerlendirilebiliriz. Bu kirlilik atmosferdeki atom patlamalarının ve nükleer enerji santrallerinin neden olduğu kirliliktir. Atmosferdeki radyoaktif maddeler yağışlarla yeryüzüne düşerek su kaynaklarına taşınmakta ve radyoaktif kirliliğe neden olmaktadır (Tan, 2006).

#### **1.8.1.3. Evsel Atıklardan Kaynaklanan Kirlilik**

Evsel atıklardan kaynaklanan kirliliğin en önemli kaynağını kanalizasyon atıkları ve çöpler oluşturmaktadır. Yerleşim alanlarındaki şehir atık suları yani kanalizasyon sistemine verilen pis suların akarsu, göl ve deniz gibi doğal su kaynaklarına boşaltılması ya da doğrudan yeraltı sularına karışacak şekilde toprağa bırakılması önemli bir kirlilik sorunu oluşturmaktadır. Bu durum özellikle geri kalmış veya gelişmekte olan ülkelerde atık suların arıtma işlemi uygulanmaksızın doğal kaynaklara verilmiş olmasının neticesidir.

Kanalizasyon sisteminden karışan suların içinde sulara kirlilik göstergesi olan sayısız patojen mikroorganizmalar, fazla miktarda organik madde ile azot, fosfor, silisyum, potasyum ve alglerin şiddetle artışı sağlayan elementler bulunmaktadır. Ayrıca fazla miktarda tuz, sabun ve deterjan da kanalizasyon sistemiyle su kaynaklarına ulaşan kirlenici unsurlardır. Sulara karışan organik maddelerin parçalanmasını sağlayan mikroorganizmalar, sudaki çözünmüş oksijeni tüketip amonyak ve diğer zehirli

maddeleri meydana getirerek sularda kirlilik kaynağı oluştururlar (Yılmaz, 2013; Şimşek, 2011).

## **1.9. Su Kalitesini Etkileyen Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyojik Parametreler**

### **1.9.1. Fiziksel parametreler**

TS 266 Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular standardında organoleptik özellikleri bakımından “Su; berrak, tortusuz, kendine has renkte ve kokusuz olmalıdır.” ifadesi yer almaktadır. Organoleptik özellik muayenesi aynı standartta “Çürük, yosun, küf, hidrojen sülfür, amonyak, bataklık kokusu gibi kokular olup olmadığı, acı, ekşi, tuzlu, buruk ve diğer bozuk bir tat bulunup bulunmadığı ve tortu olup olmadığı tespit edilir.” ifadesine göre yapılmaktadır.

Doğal yapısı itibarıyla su kokusuzdur. Bu durum su kaynaklı zehirlenme ve diğer tehlikeler açısından ilk ve en önemli uyarı mekanizmasıdır. Suda oluşan kokunun kaynağı suda bulunan yosun, ot, katran, balık, algler, protozoalar, planktonlar ve mikroorganizmalar olabildiği gibi suyun derin tabakalardan geçmesi sırasında kükürt dioksit, hidrojen sülfür gibi gazların sulara karışmasıyla da olabilir. Ayrıca suların depo veya çeşitli kaplarda korunması ve saklanması sırasında suda üreyen mikroorganizmalara bağlı olarak gelişen kokular olabildiği gibi endüstriyel atıkların, sabun ve deterjanların yapısındaki kimyasalların kokularının sulara karışmasıyla da koku oluşumu meydana gelebilmektedir (Oğur ve Tekbaş, 2005).

Şehir şebeke suyunun yetersiz arıtıldığı ya da özellikle yeraltı tesisatının yeterince korunmadığı durumlarda insan sağlığına zararlı olmayan, suda yaygın olarak bulunan *Actinomyces* ve mantarlar, demir ve sülfür bakterileri, algler ve suda serbest yaşayan protozoonlar gibi bazı mikroorganizmalar suyun tadını, kokusunu ve bulanıklığını etkileyebilmektedir (Efsun, 1998).

Sulardaki metan gazı, küf ve balçık kokusu sudaki organik maddelerin bozulmasından, klor kokusu sudaki yüksek klor miktarından, gaz yağı ve petrol kokusu yeraltı depoları, benzin istasyonları ya da toprak üstüne dökülmelerden, deterjan kokusu su kaynaklarına evsel atık suların karışmasından, çürük yumurta kokusu ise hidrojen sülfür gazı ya da sülfür bakterisi gibi bazı bakterilerin faaliyetlerinden kaynaklanabilmektedir (Ankara Tabip Odası, 2012).



Organik maddeler, klorlama, çözülmüş gazlar, canlı organizmal faaliyetler, demir, mangan ve korozyonun metalik ürünleri, yüksek mineral konsantrasyonu ve fenol gibi endüstriyel atık kirliliği sularda istenmeyen, rahatsızlık verici, koku ve tat sorunlarına neden olabilir. Organik maddelerden kaynaklanan tat ve koku problemleri aktif karbon filtrelerle giderilebilirken, diğer koku ve tat problemleri ise klor ve potasyum permanganat gibi oksidantlarla giderilebilmektedir (Sarı, 2004).

## **1.9.2. Kimyasal parametreler**

### **1.9.2.1. pH**

Su içindeki hidrojen iyonu konsantrasyonunun 10 tabanına göre negatif logaritması pH değeri olarak ifade edilmektedir. pH değeri 7'ye eşit olan sular Nötr sular, pH değeri 7'den küçük olan sular asidik sular, pH değeri 7'den büyük olan sular ise bazik karakter gösteren sulardır. Nötr sular,  $H^+$  ve  $OH^-$  iyonları denge halinde olan asit ve alkali reaksiyon göstermeyen sulardır. Asidik sular  $H^+$  iyonu konsantrasyonunun yükselmesiyle asit karakter kazanan sulardır. Bazik sular ise  $OH^-$  iyonu konsantrasyonunun yükselmesiyle bazik karakter kazanan sulardır. pH değerleri 0-14 arasında değişim göstermektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Suyun içilebilirliğinin ve kalitesinin belirlenmesinde pH ölçümü sıklıkla kullanılan, en önemli değerlendirme faktörlerinden biridir. Suyun  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $CO_2$  ve  $OH^-$  iyonlarıyla ilişkilidir. Asidik özellik gösteren sularda  $CO_2$ ,  $HCO_3^-$  iyonları daha baskın olarak yer alır. Asidik suların aşındırıcı etkiye sahip sular olmaları nedeniyle arıtma tesislerinde, şebeke sistemlerinde ve evlerde kullanılan metaller üzerinde aşındırıcı etki gösterdikleri görülmektedir. pH değeri 9,5'in üstünde olan sular suya sabunumsu bir kayganlık hissi vererek, tat ve koku problemlerine neden olurlar. Aynı zamanda bu tür suların taş yapma özellikleri de vardır (İSKİ, Su Kalite Kontrol Laboratuvarı, 2015). Suyun fazla alkali olması kokuşmanın varlığını gösterirken, asiditesi karbondioksitten başka asitlerden oluşan sularda da korozif özellikler gözlenmektedir (Altun, 2011).

İçme kullanma suları için uygun pH değerleri çeşitli standartlara göre şu şekilde belirlenmiştir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te 4,5-9,5; TS 266'da 6,5-9,5; WHO (2011)'de 6,5-8; Environmental Protection Agency (EPA, 2008)'de 6,5-8,5; European Commission (EC, 1998)'de 6,5-9,5 değerleri arasındaki pH uygun olarak kabul edilmiştir. Yüzeysel sular genellikle pH değeri 8'den büyük olan

bazik karakterdeki sulardır. Yeraltı suları ise pH değeri 7'den küçük olan ve asit özelliği gösteren sulardır. Yeraltı sularının pH değeri sıcaklık ve basınç değişmelerinden kolayca etkilenmektedir. Dolayısıyla akan ya da açık olarak bekletilmiş suyun pH değeri kaynaktaki suyun pH değeri ile aynı değildir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

### **1.9.2.2. İletkenlik**

Sulardaki iletkenlik, suyun elektrik iletme kapasitesinin bir ölçüsüdür. Suda bulunan toplam çözünmüş madde miktarıyla ilişkili bir parametredir. Toplam çözünmüş katılar başta kalsiyum ve magnezyum olmak üzere, potasyum, sodyum, bikarbonatlar, klorür ve sülfatlardan oluşan inorganik tuzlar ile suda az miktarda çözünmüş organik maddelerden oluşmaktadır. Bunlar suda doğal kaynaklı olabileceği gibi kanalizasyon, yağmur suyu, endüstriyel atıksu ve su arıtımında kullanılan kimyasallardan ya da şebeke sisteminde kullanılan boruların kalitesi ve yapısından da kaynaklanabilmektedir (Süphandağ ve ark., 2007). Konduktivite (iletkenlik) ölçüm birimi  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir ve ölçümler 25 °C'de yapılır. Kirlilik derecesi arttıkça iletkenlik de artış göstermektedir. Bazı endüstriyel atık sularda iletkenlik 10000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'nin üzerine çıkabilmektedir. İçme sularının iletkenliği 50-1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında değişim göstermektedir. Distile suların iletkenlik derecesi ise 0,5-3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  aralığında olmakla birlikte hava veya kap ile temastan sonra iletkenlikleri hızla değişir (Rıfaat ve ark., 2014).

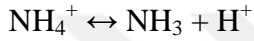
İletkenlik suda çözünmüş iyonların bir fonksiyonu olan izleyici bir parametredir. Deiyonize saf su gibi inorganik maddeleri elektrolit olarak bulundurmeyen sular elektriği güç iletir. Isı yükseldikçe elektrik geçirgenliği azalır. Suların elektrik geçirgenliğinin ölçülmesi de içerisindeki elektrolit miktarının bir ölçütüdür (İSKİ, Su Kalite Kontrol Laboratuvarı, 2015). İçme suyunda iletkenlik değerleri, çözünmüş iyon miktarıyla ilgili bilgi vermekteyken, iyonların özellikleri ve birbirleri arasında oluşabilen reaksiyonlar hakkında bilgi vermemektedir (Süphandağ ve ark., 2007). İletkenliği çok yüksek olan sular büyük ölçüde korozif özellik göstermektedir. İyi kalitede bir kaynaktan gelen suyun, elektrik akımına karşı gösterdiği direnç sabittir. Bu durum kaynağın debisine ve toprak katmanlarından süzülme hızının sabit oluşuna bağlıdır. Genellikle su kalın toprak katmanlarından yavaşça süzüldüğü zaman aynı miktarda mineral madde ile yüklenir. Ancak kalitesiz kaynaklarda yağmurlar nedeniyle meydana gelen fazla miktardaki su çatlaklar arasından geçerken debisi ve mineral

tuzları miktarı çok deęiŖeceęinden elektrik akımına direnci de deęiŖmektedir (Yılmaz, 2013).

### 1.9.2.3. Amonyum ve nitrit

Serbest amonyak (NH<sub>3</sub>) ve amonyum iyonu (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), amonyak azotunun sularda bulunan iki formudur. Bunlardan amonyak (NH<sub>3</sub>) iyonize olmamıŖ formu iken amonyum (NH<sub>3</sub>-N) ise iyonize olmuŖ formudur.

Amonyak azotunun iki formu ortamın pH ve sıcaklığına bağlı olarak aŖaęıda görülen denklem uyarınca denge halinde bulunur.

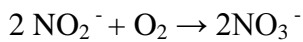


Serbest amonyağın amonyum iyonundan daha gcl bir inhibitör olduğu belirtilmiŖtir. pH yükseldiğinde serbest amonyak oranı artacağı için, belirli bir amonyak azotu ve amonyum azotu toplamı konsantrasyonunda gözlenen inhibisyon pH'a bağlıdır. Sulardaki amonyak miktarı ile ortamın pH'sı logaritmik olarak azalmaktadır. Yani pH 8,5'ten 6,5'e dŖtęnde etkisi 100 kat azalmaktadır. Dolayısıyla amonyak, anaerobik mikroorganizmalar için gerekli bir makro besi maddesidir ve yüksek konsantrasyonlarda ortamın pH ve sıcaklığının da bir fonksiyonu olarak inhibisyona yol açabilir (Eldem ve ztrk, 2006).

Doğada amonyak biyokimyasal yoldan nitrosomonas grubu bakterilerin etkisiyle aerobik koŖullarda nitrit haline oksitlenir.



Meydana gelen NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (nitrit) nitrobakter grubu bakteriler tarafından oldukça hızlı bir reaksiyonla nitrata oksitlenir.



Nitrifikasyon, amonyağın ( $\text{NH}_3$ ) nitrata ( $\text{NO}_3^-$ ) dönüşümü için gösterilen zincirleme reaksiyonlardır. Azot çevrimini sağlayan bu süreçler yükseltgenme yönünde gerçekleşiyorsa aerobik, indirgenme yönünde gerçekleşiyorsa anaerobik özellik gösterir. Nitrifikasyonun ortamdaki amonyağın giderimini sağlayan doğal bir arıtma yöntemi olmasının yanında, yüzeysel sularda, bunlara karışan arıtılmış sularda ve dıştan havalandırmayla arıtma sağlayan biyolojik atık su arıtma tesislerinde çözülmüş oksijen kaybına neden olduklarından istenmeyen bir durumdur. Alıcı sularda istenmeyen alg ve bitkilerin gelişmesine yol açan azot bileşiklerinin uzaklaştırılmasını sağlayan denitrifikasyon olayı ise, anaerobik koşullarda nitrifikasyonun tersi olarak son aşamada  $\text{N}_2$ 'nin oluşup havaya karışmasıdır (Altun, 2011).

Doğal sulardaki nitrat ve nitrit düzeyleri su kalitesinin önemli göstergelerindedir. Yeraltı ve yüzey sularındaki yüksek nitrat seviyelerine, nitrat ve nitrit'in yakından ilgili olduğu azot çevrimi ile toprak, yüksek bitkiler ve gübrelerden süzülen nitrat'ın toprağa eklenmesi neden olacaktır. Nitrat'ın biyolojik ayrışması ile nitrit, amonyaklı azot ve diğer azotlu organik madde oluşabilir ve doğal su sistemlerindeki dışkı kirlenmesinin önemli göstergesidir (Connolly ve Paull, 2001).

İçme suyu olarak kullanılan suyun nitrat ile kontamine olması halk sağlığı açısından ciddi problemlere neden olmaktadır. Su ve tarımsal besinlerle nitratın bir kısmı, vücuda alındığında, bağırsak florasının etkisiyle, nitrit ve amonyağa kadar indirgenir. Nitrit ve amonyak bağırsak lümeninden emilerek kana karışır. Kanda konsantrasyonu artan nitrit, oksihemoglobini methemoglobine çevirir. Böylece hemoglobin oksijen taşıma oranında düşüş şekillenerek methemoglobinemi şekillenir. Özellikle yeni doğanların içme suyu ile yüksek miktarda nitrat alması neticesinde oluşan kanın oksijen taşıma kapasitesinde önemli düşüş, "mavi-bebek sendromu" adı verilen hipoksi tablosunun şekillenmesine sebep olmaktadır (Di ve Cameron, 2002). Yani İçme sularındaki maksimum kirletici seviyeyi aşan Nitrit içeren sular 6 ayın altındaki bebeklerde ağır hastalığa yol açabilir ve eğer tedavi edilmezse ölümler görülebilir. Belirtiler nefes darlığı ve mavi bebek sendromu olarak görülmektedir (Ozbay ve ark., 2013). Yetişkin, büyük çocuk ve sadece anne sütü içen bebeklerde mavi-bebek sendromu tehlikesi yoktur. Nitrat ve Nitrit seviyeleri yüksek olan içme suları için methemoglobinemia önemli bir sağlık endişesidir. Bu durum sindirim sisteminde nitrosaminler denilen kimyasalların oluşumudur (Vermont Department of Health Agency of Human Services, 2015). Nitrit,

asidik ortamda nitroz aside dönüşür ve sekonder aminler ile reaksiyona girerek N-nitrozamin oluşur. Bu madde karsinojenik, teratojenik, mutajenik ve embriyopatik etkili olup mide, bağırsak, karaciğer, böbrek kanseri, non hodgkin lenfoma, hipertansiyon ve doğum defektleri oluşturmaktadır. İçme sularıyla yüksek oranlarda nitrat alan hamile kadınlarda nitrozaminlerin fetüse oksijen taşıma oranını düşürmesi dolayısıyla vücut ağırlığı düşük yavrular doğurma olasılığı oldukça yüksektir (Ertaş ve ark., 2013).

Nitrat ve Nitrit bileşiklerinin sudaki mevcudiyeti bakteriyel bir kontaminasyonun işaretidir. Bu bileşiklerin sulardaki konsantrasyonları son yıllardaki nüfus artışı ve sanayileşmeye bağlı olarak artış göstermiştir. Nitrit ve nitratın en önemli kaynağı azot içeren sanayi atık suları, septik sistemler veya sızıntı kanalizasyon hatları, azot bazlı suni gübreler, gübre depolama alanları, gübre veya gübre uygulamalı tarımsal alanlar, kompost yığınları, bozulmaya uğramış organik maddelerdir (Ağaoğlu ve ark., 2007; Vermont Department of Health Agency of Human Services, 2015).

Nitrat normal koşullarda sularda belli oranlarda mevcuttur. İçme sularında bulunabilecek nitrat seviyesi, WHO tarafından 50 mg/L olarak belirlenmiştir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te ise Nitrat düzeyi 50 mg/L, Nitrit düzeyi ise 0,50 mg/L olarak belirlenmiştir (Ertaş ve ark., 2013). Nitrat seviyesi litrede 10 mg'dan yüksek veya eşit olan sular içme ya da gıda hazırlanması için kullanılmamalıdır. Nitrat seviyesi 5 mg/L'yi aştığında Nitrat'ın kaynağını belirlemek, azaltmak ve mümkünse ortadan kaldırmak için plan yapılmalıdır. Nitrat seviyesini düşürmek için su kaynatılmaz (Vermont Department of Health Agency of Human Services, 2015). Nitrat sularda daima mevcuttur ve yetişkinler için zararsızdır. Ancak litresinde 20 mg'dan fazla nitrat içeren suların devamlı içilmesi durumunda insanlarda akut ve kronik zehirlenmelere, 6 aydan küçük bebeklerde ise morarma ile kendisini gösteren methemoglobinemi'ye neden olmaktadır (Ağaoğlu ve ark., 2007).

#### **1.9.2.4. Klorür**

Klorür, bütün doğal sularda mevcuttur. Klorür tuzlarının çözünürlüğü fazla olduğundan normal ve pis sularda çok bulunan iyonlardandır. Normal sulardaki klorür miktarı 1 mg/L'den birkaç bin mg/L'ye kadar değişmektedir. Sularda gözlemlenen ani klorür konsantrasyonu yüksekliği sanayi kaynaklı kirlilik şüphesini akla getirir. Yeraltı sularında klorür konsantrasyonlarındaki düşüş yağmura bağlıdır. Bu durum kaynak

sularının izlenmesi açısından bir kriter olarak kabul edilebilir. İçme sularında tad eşiği 200-300 mg/L klorür olup, tad yönünden ideal olan 250 mg/L klorür bulunmasıdır. Tad eşiği sodyum klorür (NaCl) için 210 mg/L, potasyum klorür (KCl) için 310 mg/L ve kalsiyum klorür (CaCl<sub>2</sub>) için 222 mg/L' dir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Klorürler doğada çoğunlukla sodyum tuzu (NaCl), potasyum tuzu (KCl) ve kalsiyum tuzu (CaCl<sub>2</sub>) olarak bulunur. İnsanlarda klorür toksisitesi belirlenmemiştir. Sağlıklı yetişkinler yüksek miktarlarda klorür alımını tolere edebilir. Ancak konjestif kalp yetmezliğinde sodyum klorür (NaCl)'ün fazla miktarlarda alınması sakıncalıdır. Suda klorür tadı 250 mg/L'yi aşan konsantrasyonlarda hissedilir (Boysan ve Şengörür, 2001).

Sudaki klorür iyonlarının miktarları sağlıklı suyun göstergesidir. Çoğunlukla içme sularında klorür miktarı 30 mg/L'yi geçmez. Deniz ve kaya tuzu yataklarına yakın bölgelerdeki sulara ise klorür konsantrasyonu yüksektir (Alaş ve Çil, 2002).

Klorür yeraltı sularına, deniz suyundan, evaporitler'den, yağmur ve kar sularından karışmaktadır. Klor'un yüksek miktarları tuz tadı oluşturmaktadır. Aynı zamanda klorür iyonu, sodyum ile birlikte kanın bileşiminde bulunmakta olup, kanın osmotik basıncını dengelemektedir (Varol ve ark., 2008). Klorür, doğal sulara değişen miktarlarda bulunabilen bir makro mineraldir. Aynı zamanda kentsel atık sular, drenaj suları, suni gübreler, endüstri atık suları, hayvan atıkları, kanalizasyon ve bazı besin işleme endüstri atıkları ile su kaynaklarına taşınırlar. Suda kalsiyum klorür (CaCl<sub>2</sub>) konsantrasyonunun yükselmesi, kanalizasyon sularıyla bulaşma şüphesini akla getirir (Alemdar ve ark., 2009). Sulara saptanan klorür miktarındaki ani artış ise bazı durumlarda kirlenme işareti olabilir. Düzenli aralıklarla analizi yapılan suda klorür iyonları normal sınırlarda bulunmaktayken 300-500 mg/L gibi ani bir klorür yükselmesi görülmesi suyun idrar ile kontamine olması anlamına gelebilir. Çünkü idrarda klorür konsantrasyonu oldukça yüksektir (Çalık ve ark., 2004). Böylelikle sudaki yüksek klorür konsantrasyonu bir kirlenme işareti olup önemli bir kalite parametresidir. Klorür çoğunlukla suya korozif bir özellik kazandırır. Suyun iletkenlik özelliğini artırır, fazla miktarlarda bulunması suyun tad kalitesini bozar (Yılmaz, 2013).

#### **1.9.2.5. Florür**

Flor (F), halojen ailesinin bir üyesi ve yüksek elektronegatifliğe sahip bir iz elementtir. İnsan metabolizması için gerekli eser elementlerden biridir. Reaktif bir gaz olması

nedeniyle çoğunlukla doğada serbest halde değil bileşikler oluşturarak flor tuzları halinde bulunur. Flor, su, toprak, kaya, atmosfer, bitki, hayvan ve canlı dokularda bulunur. Flor elementinin çocuk ve erişkinlerde çürük önleyici etkinliği ispatlanmıştır. Flor, doğal içme ve kaynak suyu flor konsantrasyonunun < 0,5 ppm olduğu coğrafi bölgelerde veya içme sularının florlanmasının ekonomik veya teknik imkânsızlıklar nedeniyle yapılamadığı ülkelerde, dişlerin çürükten korunması amacıyla bir halk sağlığı yöntemi olarak uygulanmaktadır. Böylelikle çürük prevalansının etkili bir şekilde azalması sağlanmaktadır. İçme sularına uygulanan flor, ekonomik ve etkin bir çürük profilaksi yöntemidir. Burada önemli olan içme suyuna ilave edilecek flor miktarının yerleşim bölgelerindeki doğal içme ve kaynak sularının mevcut flor konsantrasyonlarına, bölgede tüketilen günlük ortalama su miktarlarına uygun olarak ayarlanmasıdır. Flor uygulamaları sırasında, günlük optimal flor dozu aşıldığında, alınan fazla dozun miktarına göre vücutta Dental florozis ve Endemik florozis gibi çeşitli sistemik hastalıklar görülebilir. Endemik florozis, doğal içme suyu ve kaynaklarında günlük optimal flor dozundan daha yüksek flor konsantrasyonuna sahip coğrafi bölgelerde yaşayan fertlerde görülme ihtimali yüksek olan florozistir (Küçükeşmen ve Sönmez, 2008). Dişlerde çürükten korunma sağlayan ve sistemik açıdan risk oluşturmayan ideal günlük flor dozu, WHO (2011) tarafından 1,5 mg/L olarak önerilmiştir.

Florür kemik gelişimini etkileyerek fazlalığı dişlerde florozise yol açmaktayken, aşırı fazla olduğu durumlarda ise iskelet florozisi meydana gelmektedir. İskelet florozisi bedensel bozulmalara neden olan sancılı, güçten düşürücü bir hastalıktır. Florür azlığı ise diş çürümeleri ve diğer diş hastalıklarıyla ilişkilendirilmiştir (Rivett ve ark., 2006). Yani florür seviyelerinin kemik yapısının iskelet çürümesine ve dişlerdeki renk değişikliğine, lekelenmeye neden olduğu tespit edilmiştir. Florür'ün içme sularına küçük miktarlarda ilave edilmesi diş sağlığına yardımcı olmaktadır aynı zamanda doğal olarak oluşan florür'ün aşırı tüketimi kemik dokulara zarar vermektedir (Ozby ve ark., 2013).

Kemik ve diş gelişimi, diş yüzeylerinde mineral kaybının önlenmesi, hücresel aktivasyon ve bakteriyel enzim aktivitesinin azaltılmasında organizma için esansiyel bir element olan flor'un önemli görevleri vardır. Diş çürümelerine karşı koruyucu etki içme sularında 0,7-1,2 mg/L seviyesinde flor bulunmasıyla sağlanmaktadır. Flor elementinin

yüksek dozlarda alınması organizma için toksik etki oluşturmaktadır. Flor zehirlenmeleri akut ve kronik zehirlenmeler şeklinde gözlenmektedir. Akut flor zehirlenmeleri nadir görülmekteyken, kronik flor zehirlenmelerinde iştahsızlık, eklem ve kemik deformasyonları, uzun kemiklerde eğilmeler, diş dökülmeleri, dişlerde geri dönüşümsüz renk bozuklukları ve deformasyonlar görülmektedir (Ağaoğlu ve ark., 2007).

#### **1.9.2.6. Kalsiyum**

Karbonatlar (kireçtaşı veya mermer), aragonit, dolomit ( $\text{CaCO}_3$   $\text{MgCO}_3$ ) Jips ( $\text{CaSO}_4$  yani alçı taşı) anhidrit, apatit mineralleri doğadaki kalsiyum kaynaklarıdır. Sulardaki kalsiyum iyonu kaynağını çoğunlukla karbonatlı ve sülfatlı kalsiyum mineralleri oluşturduğundan sulardaki kalsiyum konsantrasyonu oldukça değişiktir. Silikatlı olmayan mineraller (kalsit, aragonit, jips, anhidrit gibi) ile silikatlı minerallerdeki (anortit, piroksen ve amfibol gibi) mevcut kalsiyumun erimesiyle yeraltı sularına karışmaktadır. Ülkemizde Fransız sertlik derecesi kullanılmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997; Varol ve ark., 2008).

Suya sertlik özelliği veren en etkili iyon kalsiyum'dur. Suyun sertliği kalsiyum ve magnezyum iyonlarının mevcudiyetinden ileri gelen ve sabunun köpürmeye karşı direncini gösteren özelliktir. Kalsiyum ve magnezyum bikarbonat iyonları başta olmak üzere, kalsiyum ve magnezyum klorür, kalsiyum ve magnezyum nitrat ve az miktarda da demir, alüminyum ve stronsiyum iyonları suyun sertliğini oluşturmaktadır. Suların sertliği Geçici/Karbonat sertliği ve Kalıcı/Karbonat olmayan sertliği olarak iki şekilde incelenir. Suyun kaynatılmasıyla giderilebilen, çoğunlukla kalsiyum bikarbonat ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ) ve magnezyum bikarbonat ( $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ )'dan meydana gelen sertlik geçici veya karbonat sertliğidir. Kaynatmayla giderilemeyen ve kalsiyum ve magnezyumun, sülfat, klorür ve nitrat bileşiklerinden kaynaklanan sertlik kalıcı veya karbonat olmayan sertliktir. Çoğunlukla Kalsiyum sülfat ( $\text{CaSO}_4$ ) ve Magnezyum sülfat ( $\text{MgSO}_4$ )'dan meydana gelir. Bunun nedeni sülfatların kaynatılmakla sudan ayrılmamalarıdır. Kalıcı sertlik zeolitler veya diğer yumuşatıcılarla ortadan kaldırılabilir. Yeraltı suları yeraltında bulunan madensel maddelerle daha çok temasta olmaları nedeniyle yüzeysel sulardan daha serttir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).



İnsan vücudunun, günde 1 g kalsiyuma ihtiyacı vardır. Suda bulunan kalsiyum'un 1000 mg/L'yi geçmesi durumunda, damar sertliği ve böbrek taşlarının oluşmasına neden olduğu düşünülmektedir (Varol ve ark., 2008). İçme sularında yüksek miktarlarda kalsiyum ve magnezyum mevcudiyetinin sağlık üzerine olumsuz bir etkisi bulunmamakla birlikte sadece içimi zor olduğundan tercih edilmezler. İnsanlara içimi hoş ve rahat gelen sular orta sertlikteki sulardır. Kalsiyum insan vücudunun en bol mineral içeren en gerekli elemanıdır. Yeterli kalsiyum alımı normal büyüme ve sağlık için gereklidir. Diyetle yeterli kalsiyum gereksiniminin karşılanamaması durumunda sert sular kalsiyum kaynağı olarak önemli bir eksikliği giderebilir (Boysan ve Şengörür, 2009). Nitekim sert sular kalsiyum kaynağı olarak oldukça önemlidir. Özellikle kalsiyumun beslenmede yetersiz olduğu şartlarda kalsiyumun sudan temininin sağlanmasında oldukça etkilidirler. Bir insanın lityum, çinko, kalsiyum, bakır, magnezyum, demir ve flor gereksiniminin % 10'u içme suyu ile sağlanmaktadır. Bu durum mineral bakımından zengin gıdaların olduğu yerlerde önemli olmayabilir ancak gıda rejiminde yapılacak marjinal mineral yetmezliği vakalarında görüldüğü gibi küçük bir ilave yaşam boyu sağlıklı olmak ya da olmamak arasındaki farkı gösterir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

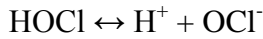
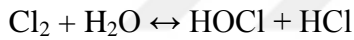
Yapılan araştırmalar sonucunda istatistiki olarak kadın ve erkeklerde suyun sertlik derecesi arttıkça kardiyovasküler hastalıklardan ölüm oranının azaldığı saptanmıştır. İçme suyu ile kalsiyum alımının rektum, kolon ve prostat kanserleri üzerine koruyucu olumlu etkilerinin olabileceği yine yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Boysan ve Şengörür, 2009).

#### **1.9.2.7. Serbest klor**

Aktif bir kimyasal madde olan klor; su içinde çözünmüş ya da süspansiyon halinde bulunan organik maddeler, hidrojen sülfür, manganez, demir, nitritler ve amonyak gibi maddelerle bir arada bulunur. Bir grup olarak bu maddeler redüktör bileşikler olarak bilinmektedir. Bu maddelerin miktarları kaynağın orijinal içeriğine ve kullanım sırasında suyun kirlenme derecesine bağlı olarak suyun toplam hacminde değişiklik göstermektedir. Atık su arıtması sırasında bu bileşiklerin pek çoğu geri dönüştürülmüş yani arıtılmış suyun içinde kalırlar. Bunun sebebi, yeniden kullanım için suya klor ilave edildiği zaman su bir miktar inorganik, organo-klorlu bileşikler, organik veya kloramin,

amonyum türevleri gibi redüktör bileşikler içeriyorsa bunlar tarafından tüketilen klorüre dönüştürülür. Bu bileşikler klor dezenfeksiyon etkinliğini azaltır. Ayrıca bu suyun yeniden kullanımı için ürettikleri yan ürünlere daha sonra yeniden müdahale gereklidir. Aslında epidemiyolojik çalışmalar; yan ürünlerin klorlanmasıyla kanser riski artışı arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Klorlanmamış suyun mikrobiyolojik riski ile yan ürünlerin tüketiminden dolayı uzun vadeli risklerle ilişkisi göz önünde tutulmak zorundadır (Jiménez, 2008).

Suya klor uygulaması çoğunlukla elementer klor (klor gazı), sodyum hipoklorür solüsyonu (çamaşır suyu) veya katı kalsiyum hipoklorür şeklinde yapılmaktadır. Bu uygulamalar klorla dezenfeksiyon olarak ifade edilmekte olup her biri suda serbest klor oluşumuna neden olmaktadır. Klor suya kontrollü ve kolayca uygulanabilen, suda orta derecede çözünen bir maddedir. Klor iyonu suda çözüldüğünde hipokloröz asit (HOCl) ve hidroklorik asit (HCl) meydana gelir. Oluşan serbest asitler aşağıdaki reaksiyonla dağılırlar. Hipokloröz asit (HOCl) ve hipoklorit iyonlarının (OCl<sup>-</sup>) konsantrasyonu “serbest klor” olarak ifade edilir. Miktarları esas olarak pH ile ilişkilidir.



Genel olarak pH 7,0-8,0 aralığında su dezenfeksiyonu yapılmaktadır. Bu pH değerlerinde Hipokloröz asit (HOCl), hipoklorit'e (OCl<sup>-</sup>) dönüşür. Reaksiyon reversibl olarak gerçekleşmekte olup denge sağlandığında reaksiyon durur. Bu pH aralığında Hipokloröz asit'in biosidal etkisi hipoklorit'ten daha yüksektir. Aynı zamanda serbest ve bağlı klorun bakterisit aktivitesi sıcaklıkla artış göstermektedir (Oğur ve ark., 2004).

Su kaynaklı sağlık sorunlarının önemli bir kısmı bakteriyolojik, viral, protozoik gibi mikrobiyolojik bulaşmalardan kaynaklanmaktadır. İçme suyunun mikrobiyolojik güvenilirliğinin sağlanması çeşitli arıtma işlemlerinin uygulanmasıyla sağlanmaktadır. Bu süreçlerden en önemlisi dezenfeksiyondur. Dezenfeksiyonda kullanılan kimyasal dezenfektanlar toksik özellik gösteren dezenfeksiyon yan ürünlerinin (DYÜ) oluşumuna neden olmaktadır. DYÜ'lerinin oluşumu uygulamada kullanılan dezenfektanlar kadar

suyun doğal yapısında bulunan organik maddelerin kimyasal ve yapısal özellikleriyle de ilgilidir. Doğal organik maddelerin aktif klor ile reaksiyonu sonucu oluşan ve kanserojenik özellikleri bilinen başlıca dezenfeksiyon yan ürünleri Trihalometan (THM)'lerdir. DYÜ'lerinin sınır değerlerin altında bulunması ve koliform bakteri sayımının tüm örneklerde 0 EMS/100 mL olarak rapor edilmiş olması etkin bir dezenfeksiyon işleminin göstergesidir. Sularının arıtılması sırasında doğal organik madde miktarındaki etkili azalmaya paralel olarak THM'ların miktarında gözlenebilir bir düşüşün olduğu söylenebilmektedir (Süphandağ ve ark., 2007).

Suda mevcut bulunan organik maddelerle etkileşim sonucunda klor ve kloraminler dezenfeksiyon yan ürünlerini meydana getirmektedirler. Dezenfeksiyon ile eşit miktarda bakteriyi yok etmek için kloraminler, serbest klor'un 100 katı fazla zamana gereksinim duyarlar. Kloraminler'in çok daha düşük oksidan kapasiteleri olmasından ötürü, bağlı klor formlarıyla birlikte serbest klor'a ve özellikle hipoklorit asit'e nazaran çok daha az aktiftirler. Eşdeğer miktarda bakterinin yok edilebilmesi için serbest klor'un 25 katı daha fazla kloramin gereklidir (Oğur ve ark., 2004).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte "İçme-kullanma sularının dezenfeksiyonunda klor kullanılması halinde, uç noktada yapılacak ölçümlerde serbest klor düzeyinin 0,2-0,5 mg/L olması sağlanır. İçme-kullanma suyunda dezenfeksiyon etkinliğinin denetlenmesi amacıyla, serbest klor ölçümleri suyun mahallinde her gün yapılır." ifadesi yer almaktadır. Sağlık Bakanlığı, insan sağlığını korumak amacıyla, içme suyu kalitesinin izlenmesi, kontrolü, fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik analizlerin yapılması ve klorlama işlerinin yürütülmesinden sorumludur (Karadağ, 2008).

#### **1.9.2.8. Toplam Sertlik**

Suda bulunan iki değerlikli metal katyonlarının neden olduğu, suyun tadını bozan, bazı endüstriyel işlemlere zarar veren, sabunun köpürmesini güçleştiren su kalitesini etkileyen parametre su sertliğidir. Su içinde çözülmüş kalsiyum ( $Ca^{+2}$ ), magnezyum ( $Mg^{+2}$ ), stronsiyum ( $Sr^{+2}$ ), demir ( $Fe^{+2}$ ) ve mangan ( $Mn^{+2}$ ) iyonları sertliği oluşturmaktadır. Kalsiyum ve magnezyum iyonu konsantrasyonlarının toplamına toplam sertlik adı verilmektedir. Bunun nedeni kalsiyum ve magnezyum dışındaki katyonların doğal sularda çok az bulunmaları nedeniyle sertliğe katkılarının fazla olmamasındandır (Boysan ve Şengörür, 2009). Sularda sertlik, toprak ve kayalardaki

toprak alkalisi minerallerin parçalanması veya direkt olarak suya karışmasıyla oluşmaktadır (Alaş ve Çil, 2002). Suyun geçici sertliği kalsiyum ve magnezyum bikarbonat tuzları ile kalıcı sertliği ise kalsiyum ve magnezyumun klor, sülfat, nitrat, fosfat ve silikat tuzları ile meydana gelmektedir. Geçici sertliği karbonat tuzları oluşturmaktayken, kalıcı sertliği ise sülfat tuzları oluşturur. Toplam sertlik ise kalıcı ve geçici sertliğin toplanmasıyla elde edilen sertliktir (Koçak ve ark., 2011).

Suların sertlik derecesi toplumların alışkanlıklarına göre değişiklik göstermektedir. 100 mg CaCO<sub>3</sub>/L'lik sertlik derecesi korozyon ve kazan taşı oluşumu açısından, 500 mg CaCO<sub>3</sub>/L'lik sertlik derecesi de estetik ve ağız tadı açısından kabul edilebilir değerler olarak gösterilmektedir (Boysan ve Şengörür, 2009). WHO tarafından sular sertlik derecelerine göre, toplam sertlik derecesi 0-75 mg CaCO<sub>3</sub>/L olan sular yumuşak sular, 75-100 mg CaCO<sub>3</sub>/L olan sular orta sertlikte sular, 100-300 mg CaCO<sub>3</sub>/L olan sular sert sular, >300 mg CaCO<sub>3</sub>/L olan sular çok sert sular olarak sınıflandırılırlar (İSKİ, Su Kalite Kontrol Laboratuvarı, 2015).

Suyun sertlik derecesi estetik ve kullanım bakımından oldukça önemlidir. Yumuşak sular proseste, yemek pişirmede, çamaşır yıkamada kullanılmaktadır. Bu amaçlar için ve sanayide sert suların kullanılması durumunda ise fazla miktarlarda sabun sarfına neden olacağı gibi kazan ve boruların içerisinde kireç tabakası oluşumuna da neden olabilmektedir. İçme sularında düşük kalsiyum, magnezyum ve yüksek sodyum içeren sular sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Yumuşak su tüketen toplumlarda aterosklerotik ve dejeneratif kalp hastalıkları ile hipertansiyon ve kardiyovasküler ani ölümlerin daha fazla görüldüğü tespit edilmiştir (Boysan ve Şengörür, 2009; Koçak ve ark., 2011). İçme suyunun mineral içeriği ile kardiyovasküler mortalite arasında ilişki bulunmaktadır. Yapılan çalışmalara göre yumuşak su kullanan toplumdaki kardiyovasküler sistem mortalitesi sert su kullananlara göre % 15-20 daha fazladır. Sert suyun kalbi koruyucu etkisinin öncelikle suyun kalsiyum ve magnezyum içeriğinin yüksekliği ile yakından ilişkili olduğu, su içerisinde kalsiyum ve magnezyum minerallerinin içeriği ne kadar yüksek ise kalbi koruyucu etkisinin de o kadar fazla olduğu ifade edilmektedir. Sertlik derecesi yüksek suların kolon, rektum, pankreas, karaciğer, meme, over kanseri gibi hastalıklardan ölümlere karşı koruyucu etkilerinin olduğu yapılan birçok çalışmalarla ortaya konmuştur. Aynı zamanda sert sular ile

serebrovasküler hastalıklar arasında ters orantılı bir ilişki olduğu gösterilmiştir (Koçak ve ark., 2011).

### 1.9.3. Bakteriyolojik parametreler

İçme suları için en yaygın tehlike doğrudan ya da dolaylı yoldan kontaminasyondur. Kontaminasyon kaynakları; lağım, çeşitli atıklar, insan ve hayvan dışkılarıdır. Bu kaynaklar ile kontamine olmuş bir suyun içilmesi ya da bazı gıda maddelerinin hazırlanmasında kullanılması, ileride o etkenin oluşturduğu hastalıkların ortaya çıkmasına neden olacaktır.

Suda bulunan bakteriler, *Spirillum*, *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Chromobacterium* cinsi bakterilerden oluşan suyun doğal mikro florası olan bakteriler; *Bacillus*, *Streptomyces*, *Enterobacteriaceae*'nin saprofit türlerinden oluşan topraktan suya karışan mikroorganizmalar; Fekal koliformlar, *Enterococcus faecalis*, *Clostridium perfringens* ve diğer bağırsak patojenlerinden oluşan insan ve hayvan dışkısı ile kirlenme sonucu suda bulunabilen bakterilerdir. *Salmonella* tipleri, *Shigella dysenteriae*, *Vibrio cholerae*, *Bacillus anthracis*, *Francisella tularensis*, *Pasteurella* tipleri, *Leptospirae* tipleri, *Chlamydiae psittaci* gibi türler su kirliliğine neden olan bakterilerdir (Can, 2011).

#### 1.9.3.1. *Escherichia coli*

Enterobacteriaceae familyasının bir üyesi olan *Escherichia coli*, beta-galaktosidaz ve beta-glukorinidaz enzimlerinin bulunmasıyla karakterizedir. Boy'u 2-6 µm ve eni 1-1,5 µm olan basil şeklinde, gram negatif, bazen hareketli, fakültatif anaerop, 1-2 mm çapında S tipi koloniler oluşturan bakterilerdir. Özellikle 44 °C'de üreyebilmesi *Enterobacter* ve *Serratia* cinsi bakterilerden ayrılmasını sağlar. Glikoz, laktoz, maltoz, mannitol, ksiloz'u fermente ederek asit ve gaz oluştururken, sükroz, salisin, rafinoz'u fermente etme etkisi değişkendir. Adonitol ve inozitol'ü ise genellikle fermente etmezler (Mikrobiyoloji.org, *Escherichia*, 2015).

*E.coli* suşu geleneksel olarak IMVIC modeli ile teşhis edilir. ++-- (tip 1) ve +--- (tip 2). Bu modelde "I" organizmanın triptofan metabolizmasından İndol elde etme özelliğini, "M" organizmanın glikoz fermentasyonu sonucu yüksek asid oluşumunun besiyeri ortamında metil red pH indikatörü ile boyanması özelliğini, "Vi" organizmanın glikoz

metabolizması ile 2,3 butanediol ve asetoin gibi nötral ürünler üretimini, “C” tek karbon kaynağı olarak sitrat kullanabilme yeteneğini temsil eder (Kornacki ve Johnson, 2001).

İnsanların ve hayvanların normal bağırsak florasında bulunan *Escherichia coli*, zararsız bir bakteridir. Bununla birlikte insanlarda patojen türleri de bulunmaktadır. Bu patojen türler virülans özellikleri, patojenite mekanizmaları, klinik sendromlar ve O:H serotiplerine göre incelendiğinde başlıca; enteropatojenik (EPEC), enterotoksijenik (ETEC), enteroinvasiv (EIEC), enterohemorajik (EHEC), difuz-adhering (DAEC) ve entero-agregativ (EaggEC) olmak üzere altı grupta toplanmaktadır (Tosun ve Gönül, 2003).

#### Enteropatojenik *E.coli* (EPEC)

Süt çocuklarındaki ishallere sorumludur. Bu serovara karşı bağışıklık bir yaşından sonra oluşur. O26, O44, O55, O86, O111, O114, O119, O125, O126, O127, O128, O142 ve O158 serovarlarıdır.

#### Enterotoksinogen *E.coli* (ETEC)

Bağırsakta ısıya duyarlı (LT) ve ısıya dirençli (ST) enterotoksinleri etkisiyle ishallere meydana getirir. O8, O25, O78, O115, O128 serovarlarıdır.

#### Enterohemorajik *E.coli* (EHEC)

O157:H7 kökeni tarafından oluşturulan hemorajik kolit'e neden olur. Buna verotoksin adı da verildiği için Verotoksinojen *E.coli* (VETEC) olarak da adlandırılır. Dünya çapında insanlarda kanlı ishal ve hemolitik üremik sendrom (HÜS) salgınlarından sorumlu bir patojendir (Nguyen ve Sperandio, 2012).

#### Enteroinvasive *E.coli* (EIEC)

Hidrojen antijeni yoktur. Bağırsak mukozası'nın içine nüfus ederek ülserli ve pürülan salgılı bölgeler oluşurken ishallere meydana gelir (Mikrobiyoloji.org, *Escherichia*, 2015).

#### Difuz-adhering *E.coli* (DAEC)

Enteropatojen *E.coli* türüdür. Son yıllara kadar nonpatojen olduğu düşünülüyordu. Ancak son 15 yıldır yapılan araştırmalarda özellikle 2 yaşından büyük çocuklarda ishal ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Prototip DAEC suşu ise gönüllü erişkinlerde ishale sebep olmamıştır. Güney Meksika'da yapılan bir vaka kontrol çalışmasında DAEC'nin

6 yaşından küçük çocuklarda, Şili, Bangladeş ve Brezilya'da yapılan bir çalışmada 48-60 ay yaş grubunda çocuklarda DAEC'nin ishal'deki rolü gösterilmiştir. Persistan ishallerde sıklıkla DAEC izole edilmiştir. Sıcak mevsimlerde sıklıkla görülür. DAEC belirtileri Enterotoksinogen *E.coli* (ETEC)'ye çok benzer, kendi kendini sınırlayan sulu, kansız ve dışkıda lökositin olmadığı ishallerine neden olur. Nadiren kusma ve karın ağrısı eşlik eder (Tümgör, 2010).

Entero- agregatif *E.coli* (EaggEC)

Daha çok tropik ülkelerde yaşayan çocuklarda süreklilik gösteren ishallerine neden olur. Yetişkin bireylerde görülen seyahat diyarelerindeki rolü ise tartışmalıdır. EAggEC'lerin de % 50'sinde virulans faktör olarak ısıya dirençli enterotoksin (EAST 1) tespit edilmiştir (Taşdemir, 2009).

*E.coli*'nin çoğu suşları zararsızdır. EHEC şiddetli gıda kaynaklı hastalığa neden olur. Öncelikle çiğ veya az pişmiş kıyma ürünleri, çiğ süt ve kirlenmiş çiğ sebze gibi kontamine gıdaların tüketimi ile insanlara bulaşır. EHEC, verotoksinler olarak bilinen veya *Shigella dysenteriae* tarafından üretilen toksinlere benzeyen Shiga benzeri toksin olarak bilinen toksinler üretir. EHEC, 7 °C ile 50 °C aralığındaki sıcaklıklarda büyüyebilirken optimal büyüme sıcaklığı 37 °C'dir. EHEC'den kaynaklanan hastalıkların belirtileri arasında karın krampları ve ishal bazı durumlarda kanlı ishal (hemorajik kolit) sayılabilir. Çoğu hasta, on gün içinde iyileşir. Ancak özellikle küçük çocuklar ve yaşlılarda küçük bir oranda enfeksiyon, hemolitik üremik sendrom (HUS) gibi hayatı tehdit eden hastalığa neden olabilir. HUS akut böbrek yetmezliği, hemolitik anemi ve trombositopeni ile karakterizedir (WHO, Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC), 2011).

*E.coli* genellikle insanlarda ve sıcakkanlı hayvanların bağırsaklarında bulunur (WHO, 2011). Suların mikrobiyal kalitesinin tespiti fekal indikatör mikroorganizmaların analizine dayanmaktadır. Bunlar *E.coli* veya alternatif termotolerant koliformlar olarak seçilen organizmalardır. Yani Fekal koliformlar ve *E.coli* yaygın olarak sulara fekal kontaminasyon göstergesi olarak kullanılmaktadır ve bu şekilde kesin olarak bu suların patojenik enterik bakteri varlığı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. *E.coli* içme suyunda bulunmamalıdır ve dışkı kirlenmesinin kesin kanıtıdır (WHO, 2011; Hyland ve ark.,

2003). Yani *E.coli*, içme sularının bakteriyel hijyeninin gösterilmesinde temel indikatör bakteridir.

Türkiye’de böbrek hastası sayısı gittikçe artmaktadır. Bunun önemli sebeplerinden biri de kuyu ve çeşme sularında *E.coli*’ye sıkça rastlanmasıdır. Bu kontamine suların tüketilmesi, sebze ve meyvelerin yıkanması gibi gıda maddeleriyle muamele edilerek kullanılması kontaminasyon olasılığını arttırmaktadır. *E.coli*’nin patojenik tipleri insan ve hayvanlarda sonucu ölüme kadar giden ishallere, nefropati, menenjit, septisemi, arteriosklerosis, hemolitik üremik sendrom (HÜS), yara infeksiyonları ve çeşitli immünolojik hastalıkların kaynağıdır. *E.coli*, memeli hayvanların bağırsaklarında büyümeye adapte olduğu için en uygun üreme sıcaklığı vücut sıcaklığıdır (Rıfaat ve ark., 2014).

#### **1.9.3.2. Enterokok**

Enterokoklar grubu; *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus faecium*, *Streptococcus gallinarum* ve *Streptococcus avium* türlerini içeren fekal streptokokların alt grubudur. Enterokoklar, % 6,5 sodyum klorid (NaClO<sub>2</sub>)’de, pH 9,6’da, 10°C’de ve 45°C’de büyüme yetenekleriyle diğer streptokoklardan ayrılırlar. Fekal streptokok grubunun enterokok kısmı, yüzey suyunun fekal kirlenme derecesini belirlemek için önemli bakteriyel indikatördür (Standard Methods For The Examination Of Water & wastewater 9230, 2005).

*Enterococcus*’lar, *Deinococcaceae* familyasının, *Streptococcus* genusunun *Enterococcus* alt grubunda bulunurlar. Çift ve kısa zincirler halinde, genellikle kok ve bazende kokoid yapıda Gram pozitif mikroorganizmalardır. Genellikle pigmentli olmakla birlikte, bazen metal iyonlarının çökmesine bağlı olarak yanlış pigmentasyon gösterebilirler. Enterococci terimi uzun yıllar *Streptococcus faecalis* ve *Streptococcus faecium* bakterileri için kullanılmıştır. Lancefield’in sınıflandırmasına göre ise D grubu Streptokoklar olarak adlandırılmışlardır. Bu bakterilerin hepsi D grubu antijeni üretirler. Bu antijen hücre zarı ve hücre duvarı arasında yer alan bir gliserol theikoik asit olup, presipitin testi ile rutin olarak ortaya çıkarılmıştır. *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus faecium*, *Streptococcus bovis*, *Streptococcus equinus* ve *Streptococcus avium* D grubu streptokoklardır. Bunlardan *Streptococcus avium* aynı zamanda grub Q antijeni de üretmektedir. Uzun yıllar çeşitli araştırmacılar tarafından *Enterococcus* ve fekal



streptokok ifadelerinin kullanılmasında farklılıklar olmuştur. Son yıllarda D grubu antijeni üreten bütün fekal kaynaklı streptokoklar enterokok olarak değerlendirilmiştir. Moleküler biyoloji alanında yapılan son çalışmalar, 16S rRNA ve DNA-DNA, DNA-rRNA hibridizasyonunun oligonükleotid sınıflandırılması kullanılarak yapılan yeni sınıflandırma ile sonuçlanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda *Enterococcus avium*, *Enterococcus casseliflavus*, *Enterococcus durans*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus gallinarum*, *Enterococcus hirae*, *Enterococcus malodoratus* ve *Enterococcus mundii* Enterokok grubu olarak sınıflandırılmıştır. Enterokoklar genellikle böcekler de dahil olmak üzere, hem sıcak hem de soğukkanlı hayvanların mide-bağırsak sisteminde bulunurlar. Dışkı ile dışarı atılmalarından ötürü, gıdalarda dışkısal kirlenmenin göstergesidirler (Can, 2011).

Enterokoklar; katalaz negatif, bazı kökenlerde 'pseudo catalase' yapımı olan, eskulin hidrolizi pozitif olan bakterilerdir. Glikozdan gaz oluşturmazlar ve bu özellikleriyle *Leuconostoc* cinsinden ayrılırlar. Alfa, beta veya gama hemoliz yapabilirler. 60°C'de 30 dakika canlı kalabilirler. Aynı zamanda pH 9,6'da, % 40 safra tuzu içeren besiyerinde de üreyebilirler. Enterokoklar, insan ve hayvanların gastrointestinal sistemlerinde bulunurlar. Doğada ise yaygın olarak; toprak, su, bitki, kuşlar, böcekler ve memelilerde bulunurlar. İnsanlarda gastrointestinal flora'da bulunmaları nedeni ile gerek hastane gerekse hastane dışı ortamda endojen kaynaklı enfeksiyonlara neden olmaktadır. Dışkıda *Enterococcus faecalis* türü diğer enterokok türlerine göre daha yüksek miktarlarda bulunmaktadır. Enterokoklar çevre koşullarına oldukça dayanıklıdır. Bu nedenle her çeşit ortamda canlılıklarını uzun süre devam ettirebilirler. Düşük virülanslı bakteriler olmalarına rağmen toplum kaynaklı ve özellikle hastane kaynaklı enfeksiyonlarda önemli etkenlerdir. Son yıllarda enterokokların neden olduğu enfeksiyonlar oldukça artmıştır. İnsanlarda en sık üriner sistem enfeksiyonlarına neden olurlar. Üriner sistem ve yara enfeksiyonlarının yanı sıra endokardit, salpenjit, endometrit, peritonit, safra yolu enfeksiyonları, karın içi abseleri, bakteremi bazen menenjit gibi ciddi enfeksiyonlara da neden olabilmektedirler. Bu enfeksiyonların büyük bölümü hastane orjinalidir. Ayrıca komplike olmayan sistit, pyelonefrit, prostatit ve renal abselere de neden olabilirler (Tok, 2006).

Enterokoklar, suda koliformlardan daha uzun süre canlı kalabilirler. Çevresel olumsuzluklara *E.coli*'ye oranla daha dayanıklıdır. Bu özellikler enterokokların

sulardaki fekal kontaminasyon indikatörü olarak değerini belirli ölçüde arttırmıştır. Dolayısıyla su analizlerinde fekal kontaminasyonun belirlenmesinde *E.coli*'den çok daha iyi indikatör olarak bilinirler (Mikrobiyoloji.org, Enterokoklar, 2015).

### **1.9.3.3. Koliform bakteri**

Koliform bakteriler, fakültatif anaerobik, gram negatif, sporsuz, çubuk şeklinde, 48 saatte 35 °C'de laktozu fermente ederek gaz oluşturan bakterilerdir (Standard Methods For The Examination Of Water & wastewater 9225, 2005).

Koliform grubu bakteriler; Enterobacteriaceae familyası içinde yer alırlar. Su mikrobiyolojisi açısından önemli olan *E.coli*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Serratia*, *Edwardsiella*, *Proteus*, *Providencia*, *Arizona*, *Erwinia* cinsleri koliform grubu bakterilerdir.

Koliformlar, insan ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak sistemlerinde bulunurlar. Bu açıdan fekal kontaminasyonun en iyi indikatörleri olarak değerlendirilmişlerdir. Bununla birlikte bazı koliform bakteriler fekal orijinli değildir. Birincil doğal habitatı insan ve sıcakkanlı hayvanların sindirim sistemi olan *E.coli* tipik olarak fekal orjinli bir koliform bakteridir. Oysaki *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Citrobacter freundii* ise doğada hem bitkilerde bulunmakta hem de toprakta üreyebilmektedirler ve sulara buradan bulaşmaları nedeniyle tam anlamda fekal kirliliğin indikatörü değillerdir. Bu bakteriler toplam koliform olarak adlandırılmaktadırlar (Can, 2011).

Koliformlar, içme ve kullanma sularında en çok bulunan ve sağlık açısından sorun teşkil eden bağırsak flora bakterileridir. İnsan ve hayvan dışkısında çoğunluğu oluşturmaktadırlar. Fekal bulaşma indikatörü olduklarından içme ve kullanma amaçlı sularda varlıkları insan sağlığı açısından potansiyel risk teşkil etmektedir (Rıfaat ve ark., 2014). Sularla bulaşarak salgınlara neden olan tifo, paratifo, dizanteri, kolera, bulaşıcı hepatit, gastroenterite etkeni mikroorganizmalar ve protozoon ve helmint infeksiyonlarının etkenleri dışkı ile yayılmaktadır. Dışkı kaynaklı indikatör bakterilerin mevcudiyeti, bu sularda dışkı ile atılan patojen mikroorganizmaların bulunabileceğinin kanıtı sayılır. Koliform bakteriler, *E.coli*, *Enterococcus fecalis* ve *Clostridium perfringens* suya dışkı karışığının göstergesidir (Akhan ve Çetin, 2007).

Su ve su kaynaklarında yüksek sayıda koliform grubu bakteri varlığı özellikle bebek ve çocuklarda enterik patojenlere yakalanma olasılığını oldukça arttırmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde, içme sularındaki mikrobiyal patojenlerin salgın oluşturmasında zayıf sanitasyon şartları oldukça etkilidir. Dünya’da hijyenik kalitesi düşük sular yüzünden yaygın olan bulaşıcı diyare kaynaklı ölüm vakası yılda 1,7 milyondur ve % 90’ı çocuklarda ve neredeyse hepsi gelişmekte olan ülkelerde görülmektedir (Can, 2011).

#### **1.9.3.4. Fekal koliform**

Fekal koliformlar; laktoz fermentasyonu ile 48 saatte, 44,5-45,5 °C’de asit ve gaz oluşturan koliformlardır (Kornachi ve Johnson, 2001).

İnsan ve hayvan dışkısında koliform grubu bakteriler en yüksek oranları teşkil etmektedirler. Sularda insan sağlığı açısından potansiyel risk koliform bakterilerin varlığıdır. İçme ve kullanma amaçlı sularda hijyen kontrolü tespiti için fekal bulaşma indikatörü olmaları dolayısıyla koliform grubu bakteriler aranmaktadır. Fekal koliform bakteriler, toplam koliform bakterilerin bir alt grubunu oluşturmaktadırlar. Dışkı kaynaklı olan fekal koliform bakteriler ile kontamine olan içme suları ishal ve mide bulantısı ile seyreden mide-bağırsak hastalıklarına neden olabilirler. Hastalık belirtileri oldukça çeşitli olmakla birlikte, özellikle çocuklarda, yaşlılarda ve immun sistemi zayıf kişilerde hayati tehlikelere neden olabilmektedir (Rıfaat ve ark., 2014).

Fekal koliformlar, ortam koşullarına bağlı olarak farklı niteliklerdeki ortamlarda farklı sayılarda bulunurlar. Şöyleki insan dışkısında sayıları yaklaşık olarak 10<sup>9</sup>/g; arıtılmış kanalizasyon çamurunda 10<sup>6</sup>-10<sup>8</sup>/100 mL’yi ve ikincil arıtmadan geçmiş kanalizasyon sularında 10<sup>4</sup>-10<sup>6</sup>/100 mL’yi bulabilmektedir (Can, 2011). *E.coli* ve *Klebsiella pneumoniae* bakterileri fekal koliform grubunda yer alırlar. Koliform grup bakteriler içinde fekal koliform olarak adlandırılan bakterilerin büyük çoğunluğunun *E.coli* olduğu bilinmektedir (Şimşek, 2011). *Enterobacter aerogenes* ve *Klebsiella pneumoniae*’nin fekal olanlarına da rastlanılmaktadır (Mikrobiyoloji.org, Fekal koliformlar, 2015).

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

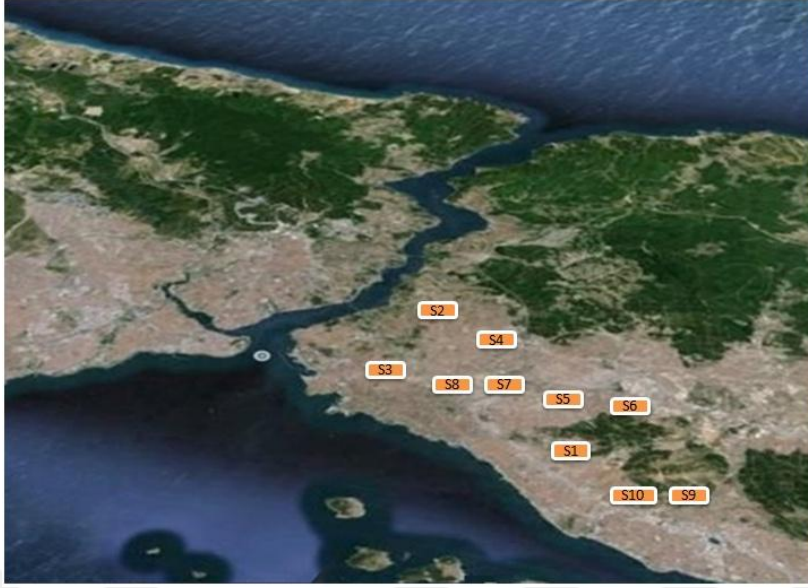
### 2.1. Doğal Kaynak Sularının Alındığı Çeşmeler ve Özellikleri

İstanbul ili Anadolu yakası'nda bulunan değişik yerleşim alanlarından farklı bölgeleri temsil niteliği taşıyabilecek rastgele 10 adet kaynak suyu çeşmesi belirlenerek (bunlar S1-S10 olarak tanımlanmıştır), Ocak 2014-Aralık 2014 arasında 12 ay süreyle her ay bakteriyolojik ve kimyasal analizler için ayrı ayrı numuneler alınmıştır. Belirlediğimiz kaynak suyu çeşmelerimiz ve buldukları bölgeler Tablo 2.1.'de verildiği gibidir. Şekil 2.1. ise bu kaynak suyu çeşmelerimizin harita üzerindeki lokasyonlarını göstermektedir.

**Tablo 2.1.** Kaynak suyu çeşmelerimiz ve lokasyonları

Numune	Kaynak suyu çeşmeleri	Buldukları bölgeler
S1	Başbüyük	Başbüyük Mahallesi (Maltepe)
S2	Ferah	Büyük Çamlıca Mahallesi
S3	Göztepe	Göztepe Mahallesi (Kadıköy)
S4	Haminnine	Küçük Çamlıca Mahallesi
S5	İçerenköy	İçerenköy Mahallesi (Ataşehir)
S6	Kayışdağ	Kayışdağ Mahallesi (Ataşehir)
S7	Kozyatağı	Kozyatağı Mahallesi (Kadıköy)
S8	Sahrayıcedit	Sahrayıcedit Mahallesi
S9	Tatlısu 1	Esenkent Mahallesi (Maltepe)
S10	Tatlısu 2	Esenkent Mahallesi (Maltepe)

Anadolu yakası'ndaki kaynak suları, Bulgurlu, Ümraniye ve Küçükçamlıca'dan Üsküdar'a gelen; Beykoz, Anadolu yakası Boğaziçinden Üsküdar ve çevresine gelen; Kayışdağı'ndan Kadıköy ve çevresine gelen sulardır. Bu üç ana kolu oluşturan 23 ana suyolu bulunmaktadır (Kala ve ark., 2011).



**Şekil 2.1.** Kaynak suyu çeşmelerimizin harita üzerindeki lokasyonları

### **2.1.1. Numune alım noktası 1: Başibüyük kaynak suyu çeşmesi**

40°57'31.2798" kuzey, 29°09'0.4284" doğu koordinatlarında bulunan Başibüyük, İstanbul'un Anadolu yakası'ndaki Maltepe ilçesi sınırları içinde yer almaktadır. Nüfus'u 2014 yılında 20,752 olarak tespit edilmiştir. Mahallenin büyük bölümünde ormanlar yer almaktadır. Kuzeyinde Kayışdağ Orman'ı ve Atatürk Arboretum'u bulunur (Wikipedia Ansiklopedi, Maltepe, 2015). Şekil 2.2. Başibüyük kaynak suyu çeşmesi lokasyonunu göstermektedir.



**Şekil 2.2.** Başibüyük kaynak suyu çeşmesi lokasyonu (Haritamap Haritalar, Maltepe, 2015)

### 2.1.2. Numune alım noktası 2: Ferah kaynak suyu çeşmesi

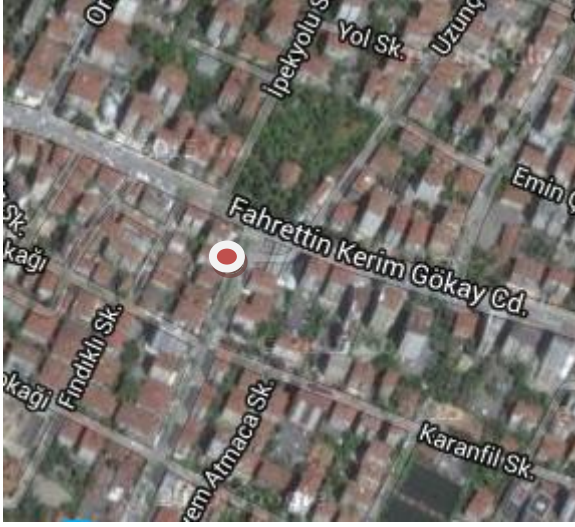
41°,1'49.9332" kuzey, 29°,4'29.8092" doğu koordinatlarında bulunan Ferah Mahallesi, İstanbul'un Anadolu yakası'ndaki Üsküdar ilçesi sınırları içinde yer almaktadır. Mahalle, Büyük Çamlıca Tepesi'nin çevresinde kurulmuştur. Bu tepe'nin denizden yüksekliği 268 m'dir. Büyük Çamlıca Tepesi, Üsküdar ilçesi'nin en yüksek noktasıdır. Ferah Mahallesi'nin de yer aldığı ilçede korular azımsanmayacak kadar çok yer kaplamaktadır. Nüfusu 2014 yılında 19,872 olarak tespit edilmiştir (Wikipedia Ansiklopedi, Ferah, 2015). Şekil 2.3. Ferah kaynak suyu çeşmesi lokasyonunu göstermektedir.



Şekil 2.3. Ferah kaynak suyu çeşmesi lokasyonu (Haritamap Haritalar, Ferah, 2015)

### 2.1.3. Numune alım noktası 3: Göztepe kaynak suyu çeşmesi

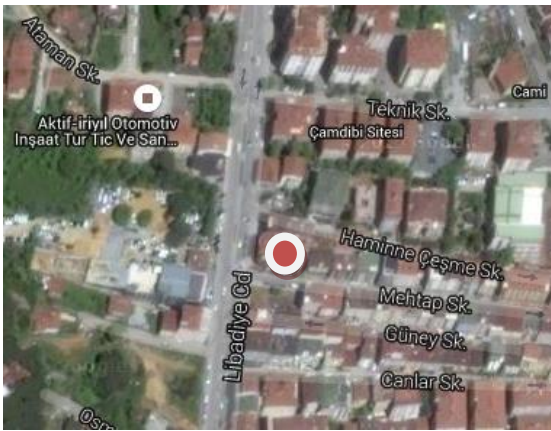
40°58'37" kuzey, 29°03'45" doğu koordinatlarında bulunan Göztepe, İstanbul Anadolu yakası'nda, Kadıköy ilçesi sınırları içinde yer almaktadır. Nüfusu 2014 yılında 37,190 olarak tespit edilmiştir. Mahalledeki en büyük yeşil alan bu semt sınırlarındaki, 10.000 m<sup>2</sup>lik Göztepe Parkı'dır. Semtin büyük bir bölümü konut alanlarından oluşmakla birlikte ticarete yönelik unsurlar da bulunmaktadır (Wikipedia Ansiklopedi, Göztepe, 2015). Şekil 2.4. Göztepe Kaynak Suyu Çeşmesi lokasyonunu göstermektedir.



Şekil 2.4. Göztepe kaynak suyu çeşmesi lokasyonu (Haritamap Haritalar, Göztepe, 2015)

#### 2.1.4. Numune alım noktası 4: Haminnine kaynak suyu çeşmesi

Bu çeşme, İstanbul Anadolu Yakası Üsküdar ilçesi sınırları içindeki  $41^{\circ} 0'51.2100''$  ve  $29^{\circ} 3'58.8852''$  koordinatlarında bulunan, Küçük Çamlıca Mahallesi'nde yer almaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 229 m olan Küçük Çamlıca Tepesi bölgede bulunmaktadır. Mahallenin nüfusu 2014 yılında 9,833 olarak tespit edilmiştir. Eskiden çam koruları yer alan tepe günümüzde yerleşim alanları ile dolma eğilimindedir. Haminnine suyu Libadiye Caddesi kenarındadır. Bu su çeşmenin arkasından kaynar. Galeri içinden borularla çeşmeye ulaşır (Wikipedia Ansiklopedi, Küçükçamlıca, 2015). Şekil 2.5. Haminnine Kaynak Suyu Çeşmesi lokasyonunu göstermektedir.



Şekil 2.5. Haminnine kaynak kuyu çeşmesi lokasyonu (Haritamap Haritalar, Küçükçamlıca, 2015)

### 2.1.5. Numune alım noktası 5: İçerenköy kaynak suyu çeşmesi

40°58'9" kuzey ve 29°6'59" doğu koordinatlarında bulunan İçerenköy, İstanbul Anadolu yakası'nda Ataşehir ilçesi sınırları içinde yer almaktadır. Hızla artan nüfusuyla Türkiye'nin önemli mahallelerinden biridir. 2013 yılında sahip olduğu 75.436 kişilik nüfusuyla İstanbul'un en kalabalık 2. Mahallesi, Türkiye'nin en kalabalık 4. mahallesi olmuştur. İçerenköy, 1980'li yılların başında mısır tarlaları ve bostanları bulunan, yanından geçen Çamaşırcı Deresi'nde balık avlanabilen küçük bir mahalleyken, zemin yapısı nedeniyle imar planında kat yüksekliği sınırı olmamasından dolayı yoğun yüksek katlı binalarla donatılmıştır (Wikipedia Ansiklopedi, İçerenköy, 2015). Şekil 2.6. İçerenköy Kaynak Suyu Çeşmesi lokasyonunu göstermektedir.



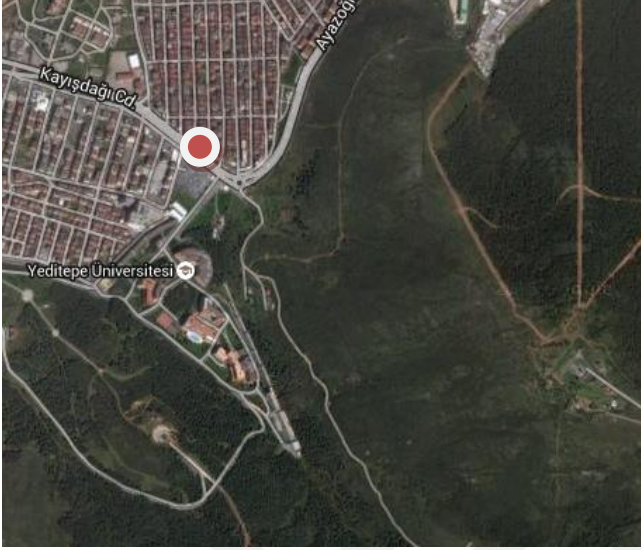
Şekil 2.6. İçerenköy kaynak suyu çeşmesi lokasyonu (Haritamap Haritalar, İçerenköy, 2015)

### 2.1.6. Numune alım noktası 6: Kayışdağ kaynak suyu çeşmesi

40°58'40" kuzey ve 29°09'04" doğu koordinatlarında bulunan Kayışdağı, İstanbul ili Anadolu yakası'nda, Ataşehir ilçesi sınırları içinde yer almaktadır. 483 metre yüksekliğindeki, İstanbul ili'nin en yüksek üçüncü noktası olan Kayışdağı bu mahallede yer alır. Nüfusu 2014 yılında 40,698 olarak tespit edilmiştir. Kayışdağı-Başibüyük-Aydos Orman hattının en batısında bulunan Kayışdağı Ormanı, Ataşehir ve Maltepe ilçeleri arasında yer alır ve çevresi yerleşim alanlarıyla kuşatılmıştır. Kayışdağı



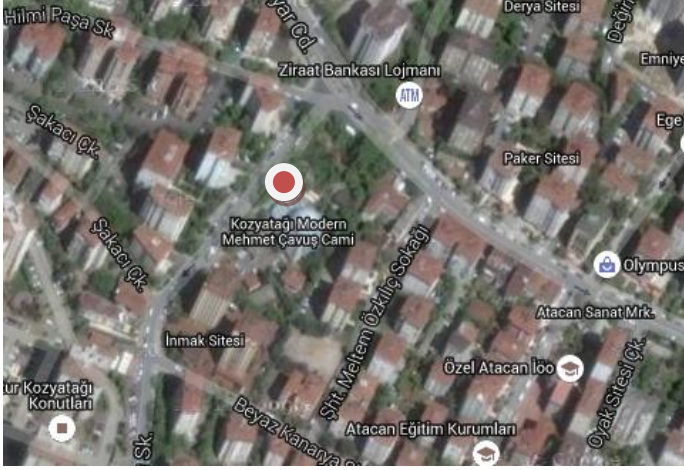
çeşmesinin güney ve doğusunda Kayışdağ Orman'ı yer almaktayken kuzey ve batısında yerleşim yerleri yer almaktadır (Wikipedia Ansiklopedi, Kayışdağ, 2015). Şekil 2.7. Kayışdağ Kaynak Suyu Çeşmesi lokasyonunu göstermektedir.



**Şekil 2.7.** Kayışdağ kaynak suyu çeşmesi lokasyonu (Haritamap Haritalar, Kayışdağ, 2015).

#### **2.1.7. Numune alım noktası 7: Kozyatağı kaynak suyu çeşmesi**

40°58'07" kuzey ve 29°05'44" doğu koordinatlarında bulunan Kozyatağı, İstanbul'un en büyük ilçelerinden biri olan Kadıköy sınırları içinde yer almaktadır. Konut alanlarının yanı sıra iş yerleri ve plazalarda oldukça fazladır. Son yıllarda gelişimi hızlanmıştır. Nüfus 2014 yılında 36,358 olarak tespit edilmiştir (Wikipedia Ansiklopedi, Kozyatağı, 2015). Şekil 2.8. Kozyatağı Kaynak Suyu Çeşmesi lokasyonunu göstermektedir.



**Şekil 2.8.** Kozyatağı kaynak suyu çeşmesi lokasyonu (Haritamap Haritalar, Kozyatağı, 2015)

### 2.1.8. Numune alım noktası 8: Sahrayıcedit kaynak suyu çeşmesi

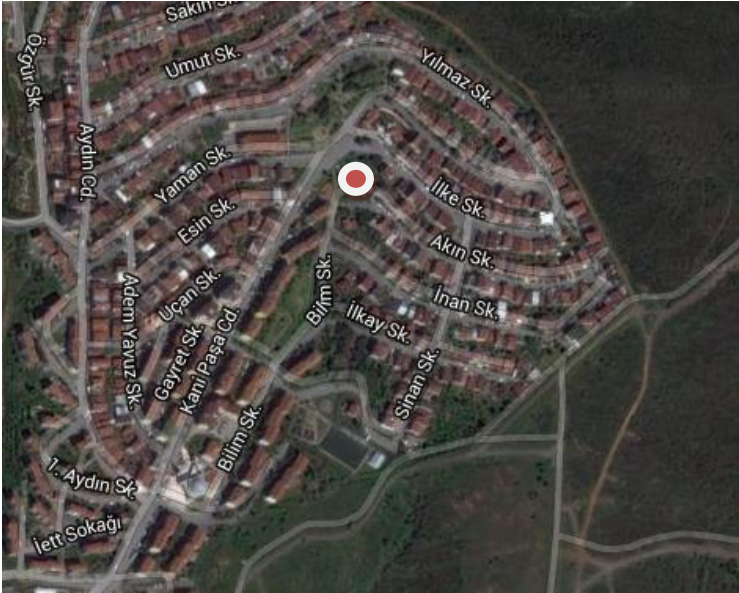
40°58'57" kuzey ve 29°05'05" doğu koordinatlarında bulunan Sahrayıcedit İstanbul ili Anadolu yakası'nda, Kadıköy ilçesi sınırları içinde yer almaktadır. Nüfus 2014 yılında 32,163 olarak tespit edilmiştir. Sahrayıcedit kaynak suyu çeşmesi konut alanlarının ve yoğun trafiğe sahip işlek caddelerin ortasında kalmıştır (Wikipedia Ansiklopedi, Sahrayıcedit, 2015). Şekil 2.9. Sahrayıcedit Kaynak Suyu Çeşmesi lokasyonunu göstermektedir.



**Şekil 2.9.** Sahrayıcedit kaynak suyu çeşmesi lokasyonu (Haritamap Haritalar, Sahrayıcedit, 2015)

### 2.1.9. Numune alım noktası 9: Tatlısu 1 kaynak suyu çeşmesi

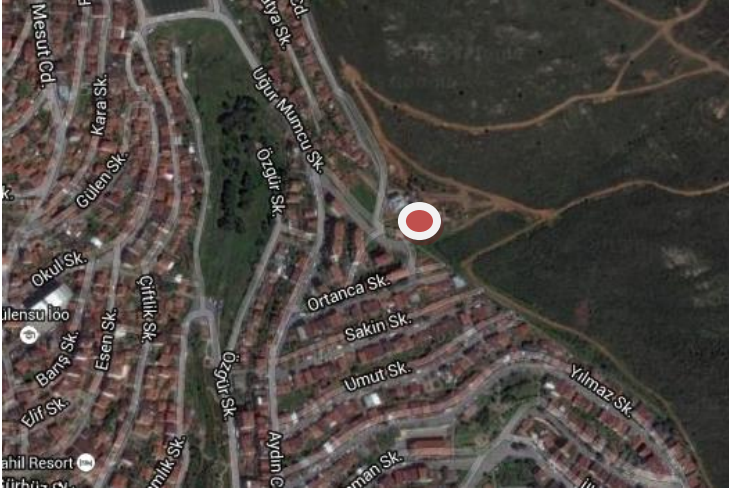
40° 55'46.1064" ve 29° 10'5.4300" koordinatlarında bulunan Esenkent Mahallesi, İstanbul ili Anadolu yakası'nda Maltepe ilçesi sınırları içinde yer almaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 119 metredir. Nüfus 2014 yılında 24,138 olarak tespit edilmiştir. Tatlısu 1 çeşmesi konut alanlarının içinde yer almakla birlikte bölgenin etrafı 1.Askeri Dikimevi'nin arazisi ile çevrelenmiştir (Wikipedia Ansiklopedi, Esenkent, 2015). Şekil 2.10. Tatlısu 1 Kaynak Suyu Çeşmesi lokasyonunu göstermektedir.



Şekil 2.10. Tatlısu 1 kaynak suyu çeşmesi lokasyonu (Haritamap Haritalar, Esenkent, 2015)

### 2.1.10. Numune alım noktası 10:Tatlısu 2 kaynak suyu çeşmesi

40° 55'46.1064" ve 29° 10'5.4300" koordinatlarında bulunan Esenkent Mahallesi, İstanbul ili Anadolu yakası'nda Maltepe ilçesi sınırları içinde yer almaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 119 metredir. Nüfus 2014 yılında 24,138 olarak tespit edilmiştir. Tatlısu 2 çeşmesi etrafında az sayıda konut bulunmakla birlikte 1.Askeri Dikimevi'nin arazisi ile çevrelenmiştir (Wikipedia Ansiklopedi, Esenkent, 2015). Şekil 2.11. Tatlısu 2 Kaynak Suyu Çeşmesi lokasyonunu göstermektedir.



**Şekil 2.11.** Tatlisu 2 kaynak suyu çeşmesi lokasyonu (Haritamap Haritalar, Esenkent, 2015)

## **2.2. Araştırma Araç, Gereç ve Kimyasal Maddeleri**

### **2.2.1. Numune alma araç, gereç ve ekipmanları**

- Koyu renkli sıkıca kapatılabilen steril cam şişeler
- Metal çubuğa sarılmış alkollü pamuk veya çakmak
- Numune taşıma çantası (ışık geçirmeyen, 2-4 °C sıcaklıkta tutabilen)
- Etiketleme malzemeleri

### **2.2.2. Bakteriyolojik analizlerde kullanılan araç, gereç ve kimyasal maddeleri**

- Otoklav ( $121 \pm 3$  °C ayarlanabilen)
- Su banyosu (100 °C ayarlanabilen)
- İnkübatör ( $36 \pm 2$ ) °C ve ( $44 \pm 0,5$ ) °C’de termostatla kontrol edilebilen
- İnkübatörler ( $36 \pm 2$ ) °C ve ( $44,5 \pm 0,2$ ) °C’de termostatla kontrol edilebilen
- pH metre (25°C’de  $\pm 0,1$  doğrulukta ölçen)
- Membran filtrasyon donanımı (ISO 8199 ile uygun)
- Mikroskop veya ışık kaynağı

- Ultraviyole lambası (254 nm dalga boyunda)
- Koloni sayıcısı
- Besiyeri emdirilmiş absorbant kuru pedler
- Membran filtreler (steril selüloz esterlerden oluşan 47 mm çapında, tercihen kare şeklinde bölünmüş ve göz açıklığı anma çapı 0,45 µm oranına eşdeğer bir süzme özelliği olan)
- Steril pensler (özellikle iç yüzeyleri pürüzsüz ve düz olmalıdır) ve özeler
- Steril kültür kapları (plastik veya cam petri kabı)
- Standart laboratuvar cam malzemeler (Pipetler, tüpler, mezürler, fermentasyon ve durham tüpleri, örnek ve dilüsyon şişeleri, cam bagetler)
- 1 mL'lik, 5 mL'lik, 10 mL'lik cam pipetler
- Tergitol besiyeri
- TSA Besiyeri (Trypton soy agar)
- Triptofan sıvı besiyeri
- İndol Reaktifi
- Oksidaz Reaktifi
- Azid besiyeri
- Bile Aesculin agar
- MFC besiyeri
- EC Broth

### **2.2.3. Kimyasal analizlerde kullanılan araç, gereç ve kimyasal maddeleri**

- Hach DR/2500 Spectrophotometre cihazı
- Elektriksel iletkenlik ölçüm cihazı; hücre sabiti kontrollü ve istenilen sıcaklık derecesi (20°C) için düzeltme tertibatlı.
- pH metre; kombine elektrotlu, ölçüm aralığı 0,00-14,00 sıcaklık ölçme ve düzeltme tertibatlı, 0,01 pH birimi duyarlılıkta olmalıdır. Sıcaklık sensörünün

toplam belirsizliği 0,5°C'den fazla olmamalıdır. Sıcaklık sapmaları kalibreli termometre ile kontrol edilir.

- Termometre, 0,5°C taksimatlı, kalibreli
- Komparatör; Lovibond 2000 Hazır Kit Komperatörü, Renkli tabaka (filtre); 0,1-0,4: 0,1 ölçüm aralıklı, 0,4-0,8: 0,2 ölçüm aralıklı, 1,1-1,8: 0,1 ölçüm aralıklı, 1,8-2,0: 0,2 ölçüm aralıklı, 1,5-3,0: 0,5 ölçüm aralıklı, 3,0-4,0: 1,0 ölçüm aralıklı
- Sabit sıcaklık banyosu, sıcaklığı (20 ± 0,5) °C'de muhafaza edebilen.
- Laboratuvar şişeleri; ağzı sıkıca kapatılabilir, düztabanlı, polietilen ya da camdan yapılmış olmalıdır. (Örn. TS 7050-2 EN ISO 4796-2'de belirtilen laboratuvar şişeleri)
- Büret; 0,05 mL taksimatlı, 25 mL'lik
- Erlen; 250 mL'lik
- Beher; 25-50 mL'lik
- Deney tüpleri; 15 mL'lik
- Hach cihazı küvetleri; 10-25 mL'lik
- Distile ya da deiyonize su; iletkenlik değeri < 0,1 mS/m
- DPD 1(Diethyl-p-phenylene diamine 1) tableti
- Standart tampon çözeltiler; ticari olarak temin edilen sertifikalı pH 7,00, pH 4,01, pH 9,21 tampon çözeltileri
- İletkenlik cihazı tamponları; ticari olarak temin edilen sertifikalı 1413 µS/cm, 12,88 mS/cm
- Sodyum Hidroksit Çözeltisi, c(NaOH) = 2 mol/L
- HSN indikatör çözeltisi (0,2 g HSN[2-hidroksil(2-hidroksi-4sülfo-l-naftilazo)-3-naftoik asit] (C<sub>21</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>O<sub>7</sub>S-3H<sub>2</sub>O ve 100 g sodyum klorür (NaCl) iyice karıştırılır.)
- SPANDS reaktifi

- Tampon çözelti ( Amonyum klorürün ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 67,5 gramı, 570 mL amonyak çözeltisinde [% 25 (m/m);  $p_{20}=0,910$  g/mL] çözülür. EDTA disodyum magnezyum tuzundan ( $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2\text{Mg}$ ) 5 g ilâve edilir ve su ile 1000 mL'ye seyreltilir. Çözelti, polietilen şişe içinde muhafaza edilmelidir. Çözeltinin 10 mL'si su ile 100 ml'ye seyreltilir, bu çözeltinin pH'sı  $10\pm 0,1$ 'e düşerse çözelti atılır.)
- EDTA çözeltisi, ayarlı ( $c(\text{Na}_2\text{EDTA}) = 10$  mmol/L) (EDTA di hidratın di sodyum tuzundan ( $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2,2\text{H}_2\text{O}$ ) bir miktar alınır,  $80^\circ\text{C}$ 'de 2 saat kadar kurutulur. Bu kurutulmuş tuzdan 3,725 g tartılır ve suda çözülür. 1000 mL'lik ölçülü balonda işarete kadar suyla seyreltilir, iyice karıştırılır.)
- Kalsiyum Standard Referans Çözeltisi,  $c(\text{CaCO}_3) = 10$  mmol/L
- Mordan Black 11 (Eriochrome Black T), İndikatör Çözeltisi
- Standart Gümüş Nitrat Çözeltisi,  $c(\text{AgNO}_3) = 0,02$  mol/L
- % 1'lik Potasyum Kromat ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) İndikatör Çözeltisi
- Standart Referans Sodyum Klorür Çözeltisi,  $c(\text{NaCl}) = 0,02$  mol/L
- Nitriver 3 nitrite reagent powder
- Mineral stabilizör
- Polivinil alkol
- Nessler reaktifi

## 2.3. Araştırma Yöntemleri

### 2.3.1. Numune alma yöntemleri

İstanbul ili Anadolu yakası'nda bulunan değişik yerleşim alanlarından farklı bölgeleri temsil niteliği taşıyabilecek şekilde rastgele seçilen 10 adet kaynak suyu çeşmesinden (bunlar S1-S10 olarak tanımlanmıştır), Ocak 2014-Aralık 2014 arasında 12 ay süreyle her ay bakteriyolojik ve kimyasal analizler için ayrı ayrı numuneler alındı. Numune alma teknikleri ile ilgili işlemler TS EN ISO 5667-1 (2008), TS EN ISO 5667-3 (2013), TS ISO 5667-5 (2008) standartlarına göre yapıldı. Fiziksel ve kimyasal analizler için

numune hacimleri ve uygun numune kapları, numunelerin korunması ve saklama yöntemi, numunelere daha sonra uygulanacak işlemler ile biyolojik analiz numunelerinin muhafaza edilmesi ile ilgili işlemler TS EN ISO 5667-3 (2013) standardına göre uygulandı. Bakteriyolojik analizler için numune alma, muslukların temizlenmesi, dezenfeksiyonu ve suyun boşa akıtılmasıyla ilgili işlemler TS EN ISO 19458 (2006) standardına göre uygulandı.

Numune alma kapları olarak, Pasteur fırınında (kuru sıcak hava ile) 160°C'de en az 2 saat bekletilmek suretiyle sterilizasyonu sağlanmış olan 700 mL'lik kahve renkli cam şişeler kullanıldı. Kimyasal ve bakteriyolojik analizlerde sterilize edilmiş, temiz, kuru, hasarsız, 700 mL hacimli, kapakla sıkıca kapatılabilen, numune bileşimini koruyacak uygun malzemeden yapılmış koyu renkli cam şişeler numune kabı olarak kullanıldı. Numuneler laboratuvarında açılıncaya kadar sızdırmaz bir şekilde muhafaza edildi.

Bakteriyolojik analizler için numune alma işleminde ilk önce çeşmeler temizlendi. Analizi yapılacak suyun kalitesini en iyi şekilde temsil edecek bir numuneye sahip olabilmemiz için çeşmelerin suyu en az 1 dakika olmak üzere ideal olarak 3-5 dakika kuvvetlice akıtıldı. Alkollü pamuk yakılarak musluk dezenfekte edildi ve alev yanında numune kabının kapağı açıldı. Numune kabının ve kapağının iç yüzeyine kesinlikle temas edilmeden numuneler aseptik koşullarda alındı. Numune şişesinin kapağı, numune alınmadan hemen önce açılarak bu kapak numune alınması sırasında temiz/steril bir torbaya konuldu. Suyun akış hızı ayarlanarak ve kapağın kirlenmemesine ve elden kir bulaşmamasına dikkat edilerek, su ve çamur sıçratmadan numune şişesinin 1/10'luk kısmı boş bırakılacak şekilde dolduruldu. Numune alındıktan sonra analizin yapılmasına kadar açılmayacak şekilde numune şişesi sıkıca kapatıldı. Her bir numune alındıktan hemen sonra numune şişesi, numunenin tanımı, numunenin alındığı tarih ve saat, numunenin alındığı yerin adresi bilgilerini içerecek şekilde etiketlendi. Özellikle yaz aylarında analiz edilmeden önce numuneler ön soğutmaya tâbi tutuldu ve karanlıkta muhafaza edildi. Numune toplandıktan sonra en kısa süre içinde analizi yapılmak üzere laboratuvara ulaştırıldı. Kimyasal analizler için numune alma sırasında steril şartlara uymak gerekmemektedir. Ancak mümkün olduğunca temiz ve dikkatli çalışılmalıdır.



## 2.3.2. Bakteriyolojik analiz yöntemleri

### 2.3.2.1. Membran filtrasyon yöntemi

Membran filtrasyon yöntemi, büyük partikül içermeyen sıvıların analizlerinde kullanılır. Bunun başında da su analizleri gelmektedir. Amaç sıvı örnek içerisindeki partiküllerin fiziksel olarak tutulmasını sağlamaktır. Bunu gerçekleştirmek için uygun por çapına sahip filtreler kullanılır. Filtre tutucusu, vakum pompası, vakum hortumu, hava filtresi, vakum erleni, dozajlama şırıngası, şırınga ucu filtre, paslanmaz çelik pens, besiyeri ve membran filtreler membran filtrasyon sistemini meydana getirmektedir. Bakteriyolojik analizlerde Membran filtrasyon yönteminin kullanılma prensibi, içeriğinde mikroorganizma şüphesi olan sıvıların, por çapı mikroorganizmalardan daha küçük membranlar kullanılarak, membran üzerinde tutulmalarını sağlamak amacıyla vakum desteği ile sıvının süzülmesidir. Bu yöntemle normal analizlerde kullanılan örnek miktarından (1,0-2,0 mL) çok daha fazla miktarda örnek kullanılabilir (100,00-25,00 mL). Bu sayede, çok az sayıda mikroorganizma içeren ürünlerde dahi sağlıklı sonuçlar alınabilmektedir (Diagnostik Ürünler ve Teknik Danışmanlık, 2015).

Bakteriyolojik analizlerimiz olan Koliform bakteri ve *E.coli* sayısı, Enterokok bakteri sayısı, Fekal koliform bakteri sayısı tayin yöntemleri'nde Membran filtrasyon yöntemi kullanıldı. Membran filtrasyon sisteminde analiz yapılırken ilk önce çalışma alanı dezenfekte edildi. Besiyerlerinin ambalajı açılarak gerekli olduğu kadar çıkarıldı. Besiyerleri 3,5 mL steril distile su ile ıslatıldı. Paslanmaz çelik hunilerin iç yüzeyi, kapağı ve filtre tutucu ateşten geçirildi. Pens ateşten geçirildi ve kısa bir süreliğine soğuması sağlandı. Membran çıkarılarak membran filtre tutucu üzerine yerleştirildi. Musluk açılıp, vakum pompası çalıştırılarak numune filtre edildi. Hava kabarcıkları oluşturmadan filtre besiyeri üzerine yerleştirildi. Besiyerlerinin uygun sıcaklık ve sürelerde inkübasyonunun sonunda üreyen koloniler değerlendirildi. Şekil 2.12. Membran filtrasyon sisteminde analiz basamaklarını göstermektedir.



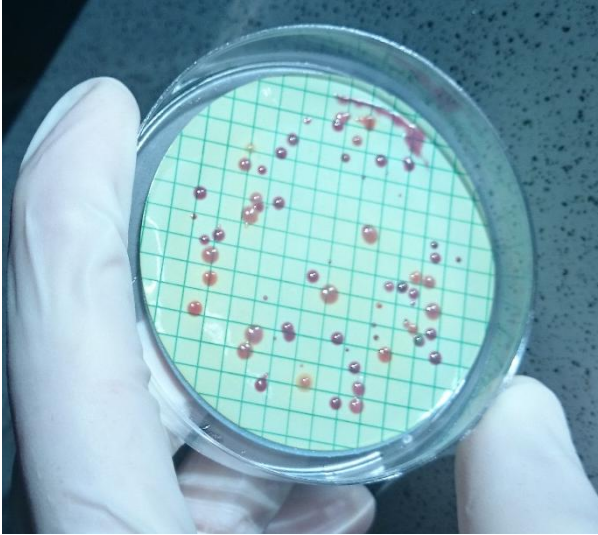
Şekil 2.12. Membran filtrasyon sisteminde analiz basamakları (Sartorius, Microbiological Testing of Foods, Beverages and Pharmaceuticals, 2015)

### 2.3.2.2. Koliform bakteri ve *Escherichia coli* sayısı tayin yöntemi

Koliform bakteri ve *E.coli* sayımında; TS EN ISO 9308-1 Su kalitesi – *Escherichia coli* ve Koliform bakterilerin Tespiti ve Sayımı – Bölüm 1: Membranla Süzme Yöntemi kullanıldı.

Membran filtrasyon sistemi çalışmadan önce steril edildi. Türe özgü Tergitol besiyeri üretici firmanın verdiği talimatlara göre 3,5 mL steril saf su ile ıslatıldı. 0,45 µm por çapına sahip steril membran filtre, steril pens kullanılarak membran filtrasyon

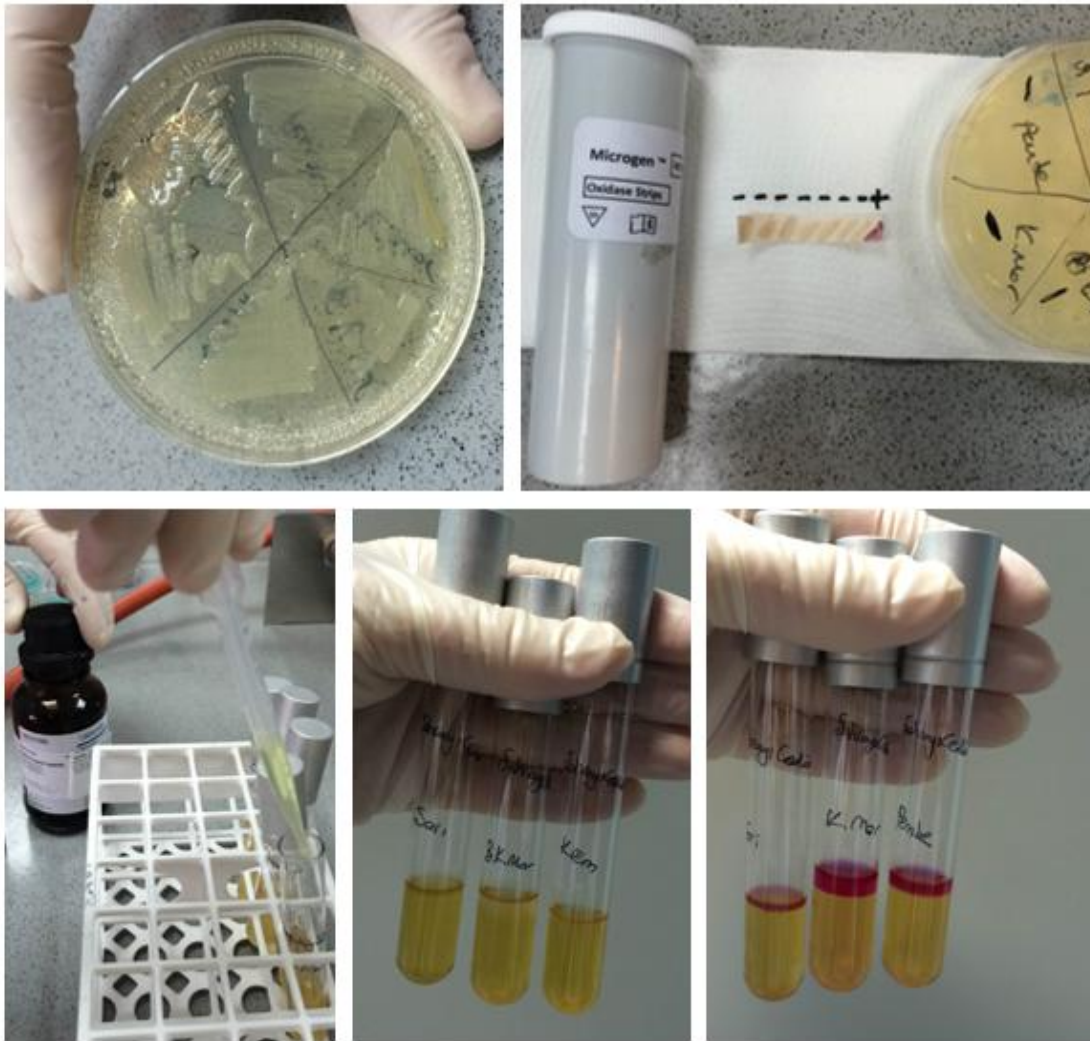
sisteminin porlu tablası üzerine yerleştirildi. Tabla üzerine dikkatlice huni sistemi yerleştirilerek, kilitlendi. Çalışılacak numunenin 250 mL'si bakterileri tutan membran filtre üzerinden, steril edilmiş membran filtrasyon sisteminden süzüldü. Numune vakum ile filtrelendi. Huninin kilidi açılarak membran filtre steril pens ile havadan oluşabilecek kontaminasyonları önlemek için hemen Tergitol besiyeri üzerine, membran filtre ile besiyeri arasında hava kalmayacak şekilde yerleştirilerek  $(36 \pm 2) ^\circ\text{C}$ 'de  $(21 \pm 3)$  saat inkübasyona bırakıldı. Membran filtre üzerinde sarı ve turuncu-sarı renkli koloniler ve membran filtre altında ise sarı nokta oluşturan laktoz pozitif bakteriler sayıldı. Tergitol besiyeri'nde Koliform bakteri kırmızı koloniler, *E.coli* ve *Enterobacter aerogenes* ise sarı ve turuncu-sarı koloniler oluştururlar. Şekil 2.13. Tergitol besiyerinde üreyen kolonileri göstermektedir.



**Şekil 2.13.** Tergitol besiyerinde üreyen koloniler

Besiyerinde üreyen bu laktoz pozitif kolonilerden 5 tipik ve 5 atipik (parlak olmayan) koloni alınarak TSA besiyerine her koloniden ayrı ayrı ekim yapıldı ve  $(36 \pm 2) ^\circ\text{C}$ 'de  $(21 \pm 3)$  saat inkübe edildi. İnkübasyon sonrasında oluşan kolonilerden doğrulama deneyi olarak oksidaz ve indol deneyleri yapıldı. Oksidaz testi için N,N-Dimethyl-1,4-phenylenediammonium chloride ( $0,1 \mu\text{mol}$ ) ve  $\alpha$ -naphthol ( $1,0 \mu\text{mol}$ ) içeren oksidaz stripler kullanıldı. Steril plastik öze yardımıyla koloninin bir kısmı oksidaz strip üzerine sürüldü. 30 sn içinde koyu mavi-mor rengin ortaya çıktığının görülmesi pozitif

reaksiyon olarak kabul edildi. İndol testinde, TSA besiyerinde üreyen kolonilerden, Triptofan sıvı besiyeri bulunan cam tüpe birer öze dolusu inoküle edildi ve  $(44 \pm 0,5)$  °C'de  $(21 \pm 3)$  saat inkübasyona bırakıldı. İçerisine 0,2 mL – 0,3 mL kovacs reaktifi ilave edilmek suretiyle indol üretimi incelendi. Sıvı besiyeri yüzeyinde kiraz kırmızısı bir rengin oluşması indol üretimini doğrular ve testin pozitif olduğunu gösterir. Oksidaz negatif reaksiyon veren bütün koloniler Koliform bakteri, oksidaz negatif ve indol pozitif reaksiyon veren bütün koloniler ise *E.coli* olarak sayıldı. Şekil 2.14. Koliform bakteri ve *E.coli* biyokimyasal analiz basamaklarını göstermektedir.



**Şekil 2.14.** Koliform bakteri ve *E.coli* biyokimyasal analiz basamakları

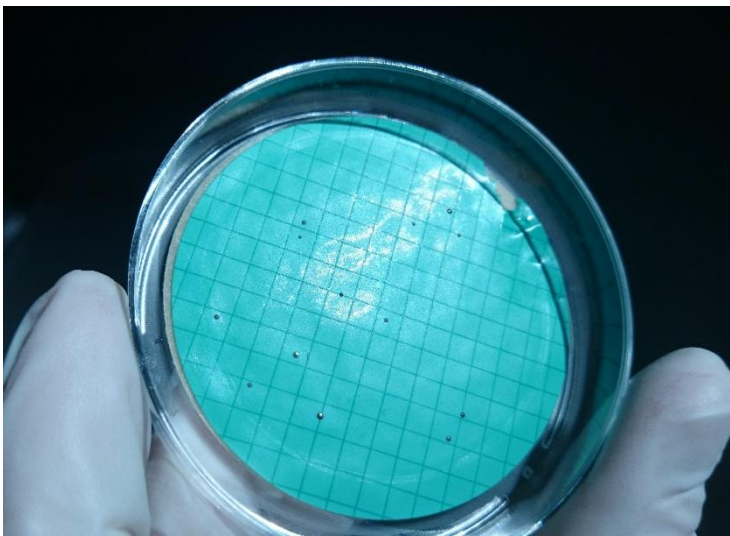
Membran filtre üzerinde sayılan karakteristik koloniler ve yapılan doğrulama testlerinin sonuçlarının da dikkate alınmasından sonra ISO 8199'a uygun olarak numunenin 250 mL'sinde mevcut Koliform bakteri ve *E.coli* sayıları hesaplandı. Analiz sırasında pozitif

kontrol olarak *Escherichia coli* (ATCC 25922), negatif kontrol olarak da *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) kullanıldı.

### 2.3.2.3. Enterokok bakteri sayısı tayin yöntemi

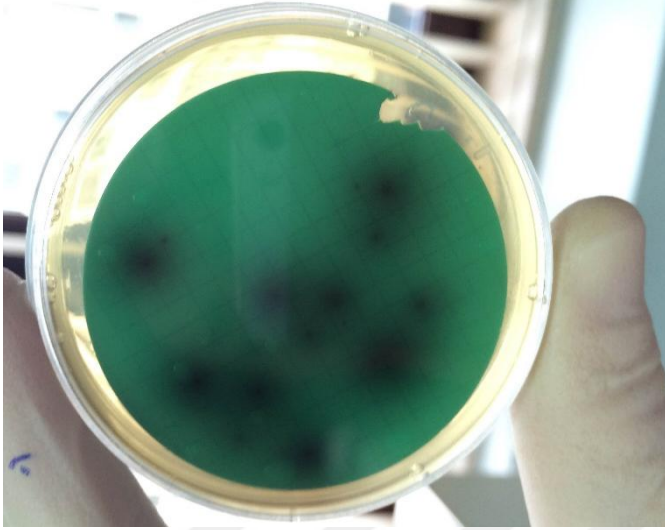
Enterokok Bakteri Sayımı tayininde; TS EN ISO 7899-2 (Nisan 2002) Su Kalitesi – Bağırsak Enterokoklarının Tespiti ve Sayımı–Bölüm 2: Membran Süzme Yöntemi kullanıldı.

Membran filtrasyon sistemi çalışmadan önce steril edildi. Türe özgü Azid besiyeri üretici firmanın verdiği talimatlara göre 3,5 mL steril saf su ile ıslatıldı. 0,45 µm por çapına sahip steril membran filtre, steril pens kullanılarak membran filtrasyon sisteminin porlu tablası üzerine yerleştirildi. Tabla üzerine dikkatlice huni sistemi yerleştirilerek, kilitlendi. Çalışılacak numunenin 250 mL'si bakterileri tutan membran filtre üzerinden, steril edilmiş membran filtrasyon sisteminden süzüldü. Numune, vakum ile filtrelendi. Huninin kilidi açılarak membran filtre steril pens ile havadan oluşabilecek kontaminasyonları önlemek için hemen Azid besiyeri üzerine, membran filtre ile besiyeri arasında hava kalmayacak şekilde yerleştirilerek (36 ± 2) °C'de (44 ± 4) saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyondan sonra tipik olarak koloninin ortasında veya etrafında, kırmızı, mor veya pembe renk oluşumu ile ortaya çıkan tüm koloniler dikkate alındı. Şekil 2.15. Azid Besiyerinde şüpheli Enterokok kolonilerini göstermektedir.



Şekil 2.15. Azid besiyerinde şüpheli Enterokok kolonileri

Tipik kolonileri içeren membran ve koloniler steril pens ile, ters yüz etmeden önceden 44°C’de ısıtılmış Bile Aesculin Agarlı (BAA) petri kabına aktarıldı. (44 ± 0,5) °C’de 2 saat inkübe edildi. İki saatin sonunda plaklar hemen okundu. Çevresindeki besiyerinde ten renginden siyah renge kadar değişebilen renkler oluşturan tüm tipik koloniler pozitif reaksiyon vermiş olarak kabul edilerek bağırsak enterokoku olarak sayıldı. Şekil 2.16. BAA Besiyerinde pozitif Enterokok kolonilerini göstermektedir.



**Şekil 2.16.** BAA Besiyerinde pozitif Enterokok kolonileri

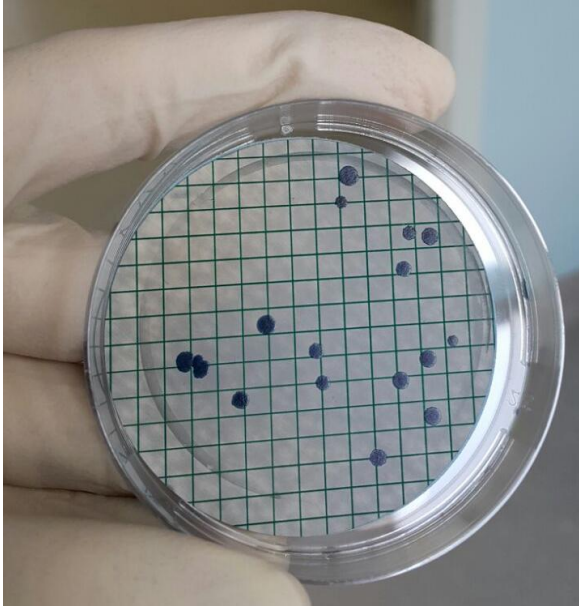
Membran filtre üzerinde sayılan karakteristik koloniler ve yapılan doğrulama testlerinin sonuçlarının da dikkate alınmasından sonra ISO 8199’a uygun olarak numunenin 250 mL’inde mevcut *Enterokok* sayısı hesaplandı. Analiz sırasında (+) kontrol olarak *Enterococcus faecalis* ( ATCC 29212 ), (-) kontrol olarak *Escherichia coli* ( ATCC 25922 ) kültürleri kullanıldı.

#### **2.3.2.4. Fekal koliform bakteri sayısı tayin yöntemi**

Fekal koliform bakteri Sayımı Tayininde; American Public Health Association (APHA), Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22th Edition 2012 (9222 D) yöntemi kullanıldı.

Membran filtrasyon sistemi çalışmadan önce steril edildi. Türe özgü MFC (Fecal coliforms Agar Base) besiyeri üretici firmanın verdiği talimatlara göre 3,5 mL steril saf su ile ıslatıldı. 0,45 µm por çapına sahip steril membran filtre, steril pens kullanılarak

membran filtrasyon sisteminin porlu tablası üzerine yerleştirildi. Tabla üzerine dikkatlice huni sistemi yerleştirilerek, kilitlendi. Çalışılacak numunenin 250 mL'si bakterileri tutan membran filtre üzerinden, steril edilmiş membran filtrasyon sisteminden süzüldü. Örnek, vakum ile filtrelendi. Huninin kilidi açılarak membran filtre steril pens ile havadan oluşabilecek kontaminasyonları önlemek için hemen TSA besiyeri üzerine membran filtre ile besiyeri arasında hava kalmayacak şekilde yerleştirilerek (  $36 \pm 2$  ) ° C'de 4 saat inkübe edildi. Daha sonra membran filtre ve koloniler steril pens ile ters yüz edilmeden (  $44,5 \pm 0,2$  ) °C'de (  $24 \pm 2$  ) saat inkübe edilmek üzere seçici MFC besiyeri üzerine yine membran filtre ile besiyeri arasında hava kalmayacak şekilde yerleştirildi. İnkübasyonun sonunda membran filtreler üzerinde tipik mavi renkte görülen bütün karakteristik koloniler boyutlarına bakılmaksızın fekal koliform olarak sayıldı. Gri-yeşil koloniler atipik kolonilerdir. Şekil 2.17. MFC Besiyerinde fekal koliform bakterileri göstermektedir.



**Şekil 2.17.** MFC Besiyerinde fekal koliform bakteriler

Tipik ve atipik kolonilerden TSA besiyerine ayrı ayrı ekim yapılarak (  $36 \pm 2$  ) ° C'de (  $21 \pm 3$  ) saat inkübe edildi. İnkübasyon sonrasında oluşan kolonilerden doğrulama deneyi yapıldı. TSA besiyerinde ürettiğimiz her farklı koloninin EC broth (*E.coli* broth)

besi ortamına steril öze ile ekimi yapıldı. İnoküle edilen EC broth tüpleri ( $44,5 \pm 0,2$ ) °C’de ( $24 \pm 2$ ) saat inkübe edildi. EC broth kültüründe 24 saat içerisinde ya da daha az sürede gelişimle birlikte gaz oluşumu gözleendiğinde, pozitif fekal koliform olduğu düşünölmektedir. Gaz oluşumu yoksa negatif reaksiyon olarak düşünölmektedir. Negatif tüpler aynı sıcaklıkta 24 saat daha inkübe edildi. Şekil 2.18. EC Broth kültüründe pozitif ve negatif tüpleri göstermektedir.



**Şekil 2.18.** EC Broth kültüründe pozitif ve negatif tüpler

Membran filtre üzerinde sayılan karakteristik koloniler ve yapılan doğrulama testlerinin sonuçlarının da dikkate alınmasından sonra ISO 8199’a uygun olarak numunenin 250 mL’inde mevcut Fekal koliform bakteri sayısı hesaplandı. Analiz sırasında pozitif kontrol olarak *Escherichia coli* (ATCC 25922), negatif kontrol olarak da *Enterococcus faecalis* ( ATCC 29212 ) kullanıldı.

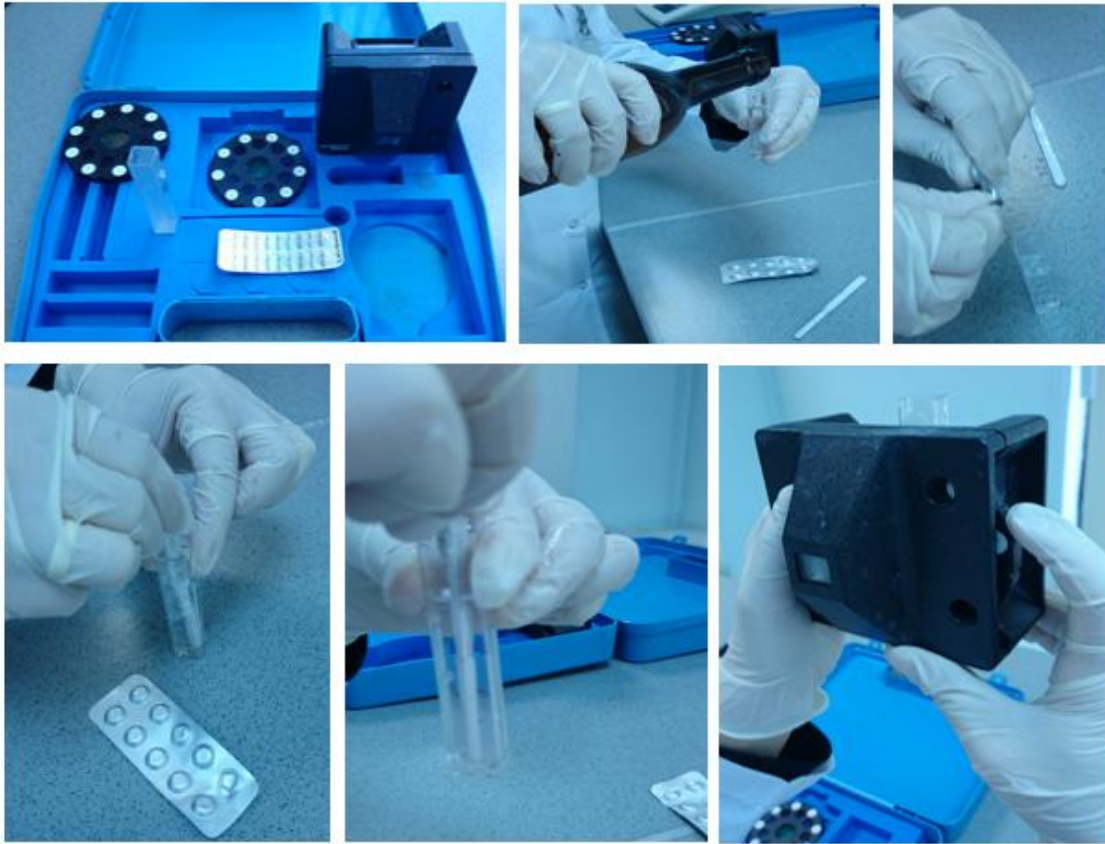
### **2.3.3. Kimyasal analiz yöntemleri**

#### **2.3.3.1. Serbest klor tayini**

Serbest klor tayininde; Lovibond 2000 DPD Chlorine Method 3, 2009 yöntemi kullanıldı. Bu yöntem, suda serbest klor tayini için görsel kıyaslama ile kolorimetrik ölçüm metodunu kapsar. “Serbest klor” terimi klor gazını ( $Cl_2$ ), hipoklorit iyonunu



(OCI) ve hipoklor asidini (HOCl) ifade eder. Komperatördeki renkli tabaka, numaraları bize doğru olacak şekilde komperatöre yerleştirildi. (Şayet gerekliyse yarısaydam tabaka ayarlanabilir.) Hücre, içinde birkaç damla kalacak şekilde numune ile yıkandı ve işaretli yere kadar numune ile dolduruldu. DPD 1 tablet eklenerek karıştırma çubuğu ile yavaşça karıştırıldı ve renkli tabaka ile kapatılmış bölüme yerleştirildi. Komperatör gün ışığında (fakat direk olarak güneşe değil) gözlerden 30 cm uzakta tutularak bakıldı. Mümkün olan en yakın eşleşen renge kadar tabaka çevrildi. Komperatörde tabakadaki numarayı gösteren kısma bakılarak okunan serbest klor değeri mg/L olarak kaydedildi. Şekil 2.19. Serbest klor analiz basamaklarını göstermektedir.



Şekil 2.19. Serbest klor analiz basamakları

### 2.3.3.2. pH tayini

pH tayininde; TS EN ISO 10523:2012 (EN) Su Kalitesi- pH Tayini (Haziran, 2012) metodu kullanıldı. Bu yöntem, tüm su tiplerinde potansiyometrik pH tayinini amaçlar. pH değeri; numune içerisindeki hidrojen iyonu aktivitesinin (mol/L) on tabanına göre negatif logaritmasıdır. pH değerinin belirlenmesi, pH metre kullanılarak

elektrokimyasal hücredeki potansiyel farkın ölçülmesi esasına dayanır. pH metre; kombine elektrotlu, ölçüm aralığı 0,00-14,00, sıcaklık ölçme ve düzeltme tertibatlı, 0,01 pH birimi duyarlıkta olmalıdır. Sıcaklık sensörünün toplam belirsizliği 0,5°C' den fazla olmamalıdır. Sıcaklık sapmaları kalibreli termometre ile kontrol edilir. Tampon çözeltiler ve numuneler aynı sıcaklıkta olmalıdır. pH metrede ölçümler, ilgili ayar noktasından 0,03'den fazla sapmamalıdır. Aksi takdirde işlem tekrarlanır ve gerekirse elektrot değiştirilir. pH metre kullanılmadığı zamanlarda, elektrot saklama çözeltisi (3M KCl) içerisinde tutulur. Cihaz direkt olarak numunenin pH değerini iki ondalıklı olarak vermektedir. pH değeri genel olarak tek ondalık hane olarak rapor edilir.

pH değeri, su numunesindeki kimyasal, fiziksel veya biyolojik işlemlerin sonucu olarak hızla değişebilir. Bu nedenle ortam havası ile gaz değişiminden kaçınılması ve hava kabarcığı olmayacak şekilde numune şişesi tamamen dolduruldu. Numuneler soğuk ve karanlık ortamda muhafaza edilerek taşındı. Numunedeki askıda katı maddeler, önemli hatalara neden olabileceğinden, askıdaki katıların çökmesi için bekletildi (Bu aşamada süzölmüş numune de kullanılabilir). Mümkün olduğunca kısa sürede ölçüm yapıldı. pH metrede, 25 °C test sıcaklığı derecesinde standart tampon çözeltilerle cihazın kalibrasyonu yapıldı. Kalibrasyonda kullanılan tampon çözeltilerden bağımsız kontrol çözeltileri ile kalibrasyon kontrol edildi. Elektrot, damıtık su ve numune ile yıkanarak numuneye daldırıldı. Numune hafifçe karıştırıldı ve bir süre sonra pH değeri okundu. Elektrot, her ölçüm sonrasında saf su ile yıkandı. Şekil 2.20. pH metre cihazında pH ölçümünü göstermektedir.



Şekil 2.20. pH metre cihazında ölçüm

### 2.3.3.3. İletkenlik tayini

İletkenlik; Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition- 2510-B (2012) yöntemine uygun olarak ölçüldü. Bu yöntem, içme ve kullanma sularında elektriksel iletkenlik tayinini amaçlar.

Elektriksel iletkenlik ölçüm cihazı; hücre sabiti kontrollü ve istenilen sıcaklık derecesi (20°C) için düzeltme tertibatlıdır. İstenilen sıcaklık derecesi (20°C) için sıcaklık kompensasyon ayarı ve hücre sabiti kontrolü yapılmış olan elektriksel iletkenlik ölçüm cihazının elektrodu, su ve numune ile yıkanarak numuneye daldırıldı. Çözelti hafifçe karıştırıldı ve karıştırma durdurulduktan sonra elektriksel iletkenlik değeri  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak okundu. Bu değer direkt olarak numunenin elektriksel iletkenliğini vermektedir. Şekil 2.21. İletkenlik cihazında iletkenlik ölçümünü göstermektedir.



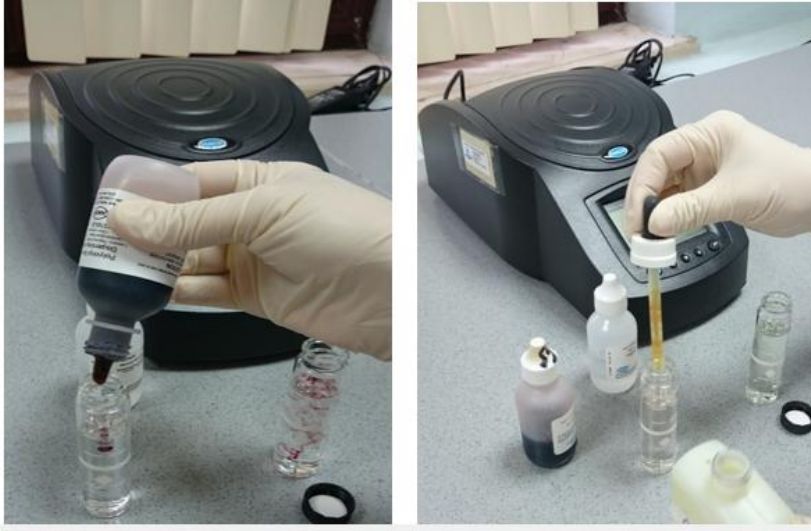
Şekil 2.21. İletkenlik cihazında ölçümü

### 2.3.3.4. Amonyum tayini

Amonyum Tayininde; Hach DR/2500 Spectrophotometer Procedure Manual, 2003, Method 8038, Nessler Method (0,02 to 2,50 mg/L  $\text{NH}_3\text{-N}$ ) kullanıldı.

Cihazda Hach Programs'a girildi. 380 N, Ammonia, Ness. Programı seçilerek Start tuşuna basıldı. 25 mL'lik mezür 25 mL numuneye dolduruldu. Şahit olarak kullanılmak üzere 25 mL'lik başka bir mezür 25 mL deiyonize suyla dolduruldu. Mezürdeki numune ve şahit, hach cihazının küvetlerine boşaltıldı. Her bir küvete 3'er damla Mineral Stabilizör ve 3'er damla Polivinil Alkol çözeltisinden damlatıldı. Her bir küvete 1,0'er mL Nessler reaktifinden konuldu. Küvetlerin kapakları kapatıldı ve çevirerek karıştırıldı. Hach cihazında saat resmi ile gösterilen timer tuşuna basıldı. OK tuşuna basıldığında 1 dakikalık reaksiyon süresi başlamış oldu. Alarm çalınca şahit küveti cihaza yerleştirilerek Zero tuşuna basıldı. Ekranda 0,00 mg/L NH<sub>3</sub>-N görülecektir. Hazırlanmış numune küveti temizlendi ve cihaza yerleştirildi. Sonuç mg/L NH<sub>3</sub>-N olarak okundu. Şekil 2.22. Amonyum tayin basamaklarını göstermektedir. Cihazda okunan değer Amonyak azotu (NH<sub>3</sub>-N) cinsindedir. Denklem (2.1.) ile hesaplanarak amonyum cinsine dönüştürüldü.

$$\text{mg/L NH}_4 = \frac{\text{Cihazda okunan değer (mg/L NH}_3\text{-N) x 18 mg/L (NH}_4\text{'ün kütle ağırlığı)}}{14 \text{ mg/L (N'un kütle ağırlığı)}} \quad (2.1)$$



Şekil 2.22. Amonyum tayin basamakları

#### 2.3.3.5. Nitrit tayini

Nitrit Tayininde; Hach DR/2500 Spectrophotometer Procedure Manual, 2003, Method 8507, Diazotization Method LR (0,002 to 0,300 mg/L NO<sub>2</sub>-N ) kullanıldı.

Cihazda Hach programs'a girildi. 371 N, Nitrite LR programı seçilerek Start tuşuna basıldı. Hach cihazının küvetine 10 mL numuneden dolduruldu. Nitriver 3 reagent powder pillow'dan bir adet ilave edildi. Küvetin kapağı kapatılarak hazırlanan çözelti çalkalandı. Bu aşamada Nitrit varlığında pembe renk oluşur. Zamanlayıcı seçilip OK tuşuna basıldıktan sonra 20 dakikalık reaksiyon süresi başlar. Alarm çalınca ikinci bir

küvete numune dolduruldu. Bu şahit (blank) küvet olur. Şahit küvet temizlenip cihaza konuldu ve Zero tuşuna basıldı. Ekranda 0,000 mg/L NO<sub>2</sub>-N görülecektir. Hazırlanmış numune küveti temizlenerek cihaza yerleştirildi. Sonuç mg/L NO<sub>2</sub>-N olarak okundu. Şekil 2.23. Nitrit tayinini göstermektedir. Cihazda okunan değer Nitrit azotu cinsindedir. Denklem (2.2.) ile hesaplanarak nitrit cinsinden değeri bulundu.

$$\text{mg/L NH}_4 = \frac{\text{Cihazda okunan değer (mg/L NH}_3\text{-N)} \times 18 \text{ mg/L (NH}_4\text{'ün kütle ağırlığı)}}{14 \text{ mg/L (N'un kütle ağırlığı)}} \quad (2.2.)$$



Şekil 2.23. Nitrit tayini

#### 2.3.3.6. Klorür tayini

Klorür tayininde; TS 4164 ISO 9297 Su Kalitesi-Klorür Tayini-Kromat İndikatörü Yanında Gümüş Nitrat İle Titrasyon (Mohr Metodu) (Nisan 1998) ve Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition- Argentometric Method

(4500-Cl<sup>-</sup> B) (2012) kullanıldı. Bu yöntem, suda çözülmüş olan klorürün tayini için uygulanan standart gümüş nitrat (AgNO<sub>3</sub>) çözeltisi ile titrasyon metodunu kapsar. Derişimleri 5 mg/L ile 150 mg/L arasında çözülmüş klorürün doğrudan tayinine uygulanır. Farklı derişimde gümüş nitrat çözeltisi kullanarak veya numuneyi seyrelterek çalışma aralığı genişletilebilir. Numunenin pH'sı 5-9,5 aralığının dışındaysa, pH nitrik asit çözeltisi veya sodyum hidroksit çözeltisi kullanılarak ayarlanır ve kullanılan hacimler kayıt edilir. Amonyum iyonlarının numunedeki konsantrasyonu 10 mg/L'yi aşıyorsa pH 6,5 ile 7 arasında ayarlanır. Numunenin bir kısmında pH ayarlandıktan sonra aynı numunenin ikinci kısmında pH ölçmeksizin aynı miktarda asit/baz çözeltisi ilave edilerek pH ayarlanır. Yaptığımız analizlerde bu işlemlere gerek kalmadan doğrudan analize geçildi. Numunenin 100 mL'si erlene aktarıldı. İndikatör olarak kullanılan K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (potasyum kromat) çözeltisinden 1 mL ilave edildi. Çözeltinin rengi kırmızı-kahve oluncaya kadar 0,1 N AgNO<sub>3</sub> (Gümüş nitrat) ile titre edildi. Bir damla 0,02 N NaCl (sodyum klorür) ilavesi ile çözeltinin rengi kaybolmalıdır. Bu aşamada titrasyon durdurularak sarfiyat kaydedildi. Şekil 2.24. Klorür tayin basamaklarını göstermektedir. Numunenin klorür muhtevası, litrede mg olarak denklem (2.3.) ile bulundu.

$$\text{mg/L Cl}^- = \frac{V \times N \times f}{V_0} \quad (2.3.)$$

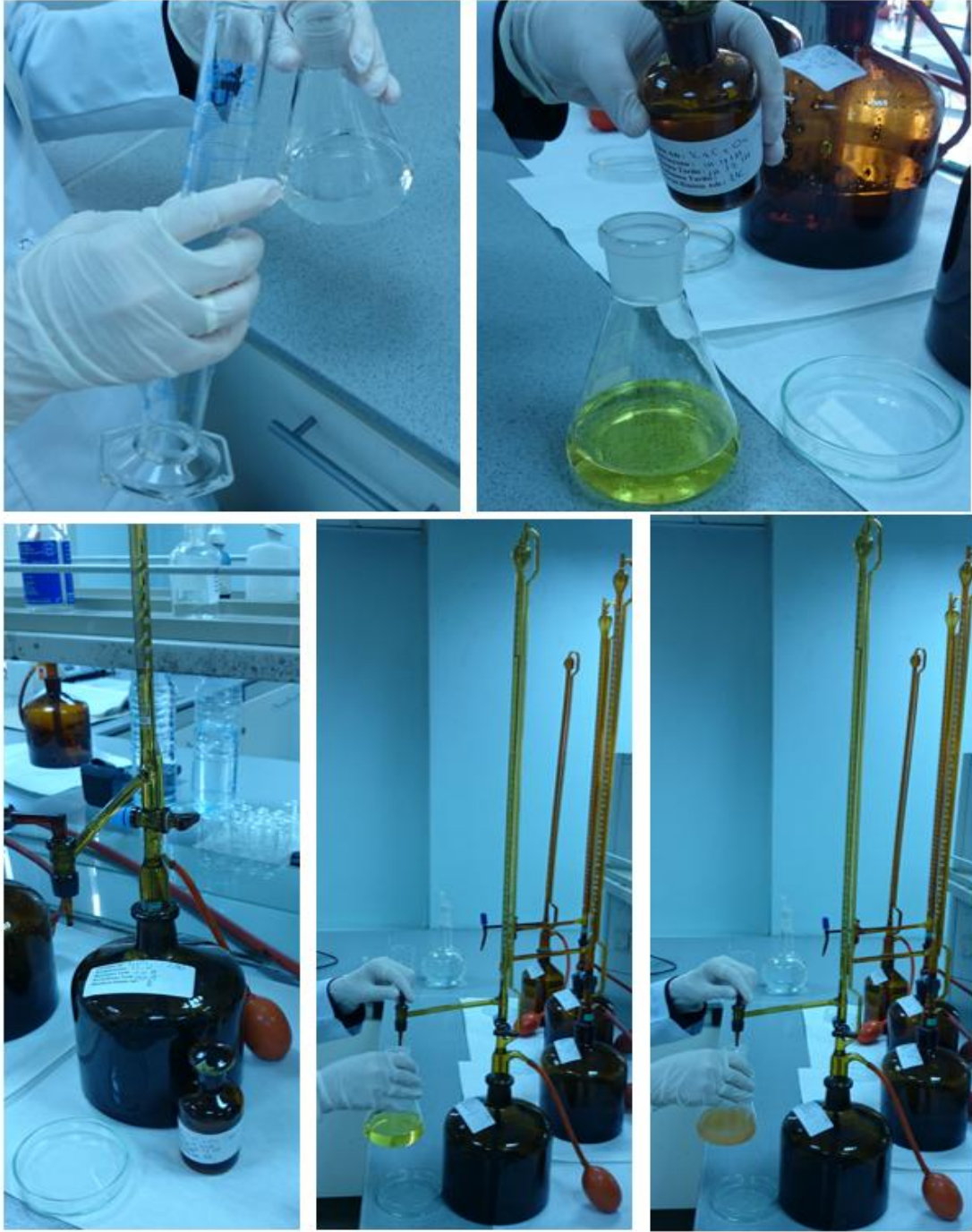
Burada;

V : Titrasyonda kullanılan AgNO<sub>3</sub> çözeltisinin hacmi (mL)

V<sub>0</sub> : Deney çözeltisinin hacmi (100 mL)

N: AgNO<sub>3</sub> çözeltisinin normalitesi

f: Dönüşüm faktörü, 35453 mg/mol



Şekil 2.24. Klorür tayin basamakları

### 2.3.3.7. Toplam sertlik tayini

Toplam Sertlik Tayininde; TS 4474 ISO 6059 Toplam Kalsiyum ve Magnezyum Tayini (Nisan, 1998) ve Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st



Edition, Hardness (2340)/EDTA Titrimetric Method kullanıldı. Bu yöntem, etilendiamintetraasetik asit (EDTA) kullanılarak titrimetrik metot ile içme suları, yeraltı suları ve yüzey sularındaki toplam magnezyum ve kalsiyum derişimleri tayinini kapsar. Deniz suları gibi aşırı tuzlu sulara ve atık sulara uygulanamaz. Tayin edilebilen en düşük derişim 0,05 mmol/L'dir.

Deney çözeltisinin 50 mL'si, pipet ile 250 mL'lik bir erlen'e alındı, 4 mL tampon çözeltisi ilâve edildi ve 3 damla Mordan black 11 indikatörü damlatıldı. Çözeltinin rengi, kırmızı bordo rengi veya viyole rengine dönmelidir. Titrasyon 5 dakika içerisinde tamamlanır (Tampon ilavesinden itibaren hesaplanır). Çözelti devamlı karıştırılarak büretten sürekli 10 mmol/L EDTA çözeltisi ilâve edilerek titre edildi. Titrasyon başlangıçta oldukça hızlı ve sona doğru yavaş olmalıdır. Kırmızı renk kaybolduğunda dönüm noktasına ulaşılır. Çözeltinin rengi, maviden tekrar kırmızı bordo rengine veya menekşe rengine dönüyorsa birkaç damla daha EDTA çözeltisi ilave edilir. EDTA çözeltisinin daha fazlasının ilâvesinde renk değışmemelidir. Bu aşamada titrasyon durdurularak sarfiyat kaydedildi. Şekil 2.25. Toplam sertlik tayin basamaklarını göstermektedir. Kalsiyum ve magnezyum muhtevasının toplamı olan toplam sertlik,  $c_{Ca+Mg}$  mmol/L olarak denklem (2.4.) ile hesaplandı.

$$c_{Ca+Mg} = \frac{c_1 \times V}{V_0} \quad (2.4.)$$

$c_1$  : EDTA çözeltisinin derişimi, mmol/L;

$V_0$ : Deney çözeltisinin hacmi (50 mL);

$V$ : Titrasyonda kullanılan EDTA çözeltisinin hacmi mL

Burada mmol/L olarak bulunan sonuç 10 ile çarpılarak Fransız sertliğı (°F) cinsine dönüştürüldü.



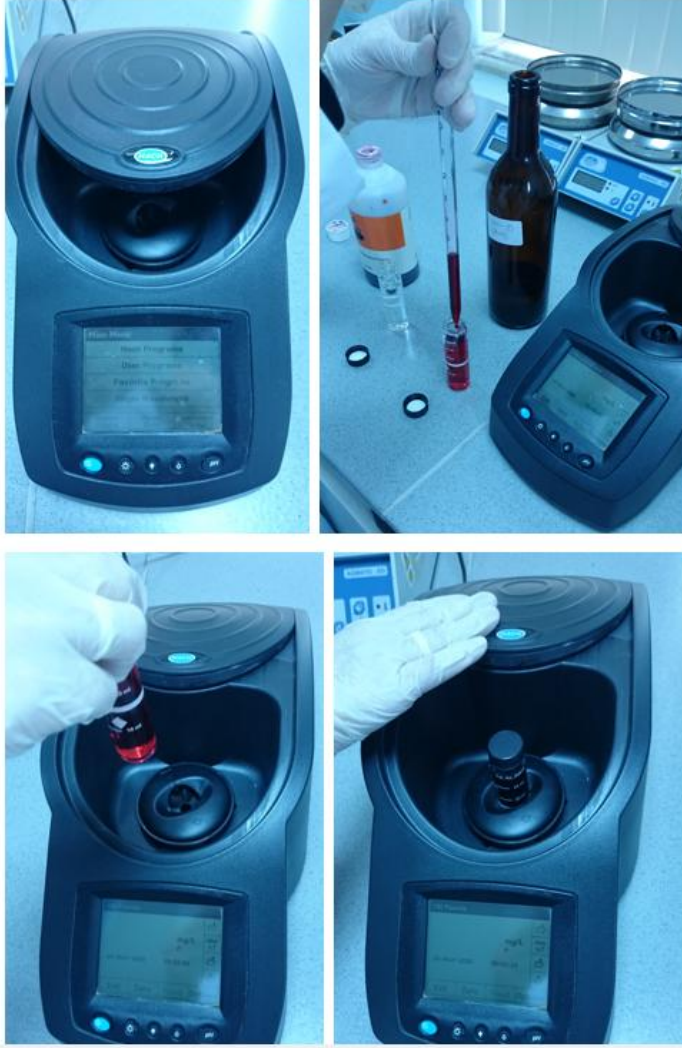
Şekil 2.25. Toplam sertlik tayin basamakları

#### 2.3.3.8. Florür tayini

Florür Tayininde; Hach DR/2500 Spectrophotometer Procedure Manual, 2003, Method 8029, SPADNS Method (0,02 to 2,00 mg/L F<sup>-</sup>) kullanıldı. Bu yöntem, sularda florür tayininde kullanılan moleküler absorpsiyon spektrometrik metodu kapsar.

Cihazda Hach programs'a girildi. 190 Fluoride programı seçilerek Start tuşuna basıldı. Hach cihazının küvetine 25 mL numuneden dolduruldu. Hach cihazının diğer bir küvetine şahit olarak kullanılmak üzere 25 mL deiyonize su dolduruldu. 2,00 mL SPADNS reaktifinden her iki küvetede ilave edildi. Kapağı kapatılarak çalkalandı.

Zamanlayıcıyı seçip OK tuşuna basıldı. Böylece 1 dk'lık reaksiyon süresi başladı. Alarm çalınca şahit küvet temizlenip cihaza konuldu. Zero tuşuna basıldı. Ekranda 0.00 mg/L F<sup>-</sup> görüldü. Hazırlanmış numune küveti temizlenerek cihaza yerleştirildi. Sonuç mg/L F<sup>-</sup> olarak okundu. Şekil 2.26. Florür tayin basamaklarını göstermektedir.



Şekil 2.26. Florür tayin basamakları

### 2.3.3.9. Kalsiyum tayini

Kalsiyum Tayininde, TS 8196 Su Kalitesi - Kalsiyum Tayini Edta Titrimetrik Metot (Mart, 1990) kullanıldı. Bu metot; 2-100 mg/L kalsiyum bulunan yeraltı suları, yüzey suları, içme suları ve bozucu etki yapacak miktarda ağır metaller ihtiva etmeyen şehir ve sanayi ham sularına uygulanır, deniz suları ve buna benzer yüksek konsantrasyonda tuz

ihativa eden sulara uygulanamaz. 100 mg/L'den daha fazla kalsiyum ihtiva eden sular için seyreltilmiş numuneler kullanılacaktır. Bu metodun prensibi; tayinde bozucu etki yapan magnezyumun hidroksit olarak çöktürülmesi ve kalsiyum iyonlarının EDTA çözeltisiyle pH=12-13 arasında kalsiyumla kırmızı renkli bir kompleks oluşturan HSN indikatör çözeltisi varlığında kompleksometrik titrasyonu esasına dayanır. Titrasyonda EDTA, ilk önce serbest olan ve daha sonra indikatörle birleşen kalsiyum iyonlarıyla reaksiyona girer ve indikatörün rengi kırmızıdan maviye dönüşür.

50,0 mL'lik deney çözeltisi pipetle 250 mL'lik erlene konuldu. 2 mL sodyum hidroksit çözeltisi (2mol/L) ve yaklaşık olarak 0,2 g HSN indikatör çözeltisi ilave edilerek karıştırıldı. 10 mmol/L'lik standart EDTA çözeltisi ile titre edildi. Titrasyon başlangıçta oldukça hızlı, sona doğru da oldukça yavaş olmalıdır. Dönüm noktasına tam mavi bir renkte ulaşılır. Renk EDTA çözeltisinden bir damla daha damlatmayla daha fazla değişmemelidir. Bu aşamada titrasyon durdurularak sarfiyat kaydedildi. Şekil 2.27. Kalsiyum tayin basamaklarını göstermektedir. Kalsiyum miktarı  $c_{Ca}$  mmol/L olarak denklem (2.5.) ile hesaplandı.

$$c_{Ca} = \frac{c_1 \times V}{V_0} \quad (2.5.)$$

$c_1$  = EDTA çözeltisinin konsantrasyonu, mmol/L

$V_0$  = Deney numunesinin hacmi, 50 mL

$V$  = Titrasyonda kullanılan EDTA'nın hacmi, mL'dir.

Burada mmol/L olarak bulunan değer 40,08 g/mol (Ca'un atomik kütlesi) ile çarpılarak mg/L olarak tespit edildi.



Şekil 2.27. Kalsiyum tayin basamakları

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO, 2011), ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA, 2008), Avrupa Birliği (EC, 1998), Türk Standartları Enstitüsü İçme Suyu Standardı (TS 266, 2005) ve Sağlık Bakanlığı İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte belirtilen bakteriyolojik parametreler ve ilgili sınır değerler Tablo 3.1.'de kimyasal parametreler ve ilgili sınır değerler Tablo 3.2.'de verilmiştir.

**Tablo 3.1.** İçme sularının bakteriyolojik kalite parametreleri

	İNSANİ TÜKETİM AMAÇLI SULAR HAKKINDAKİ YÖNETMELİK	TS 266 (2005)	DÜNYA SAĞLIK TEŞKİLATI (WHO, 2011)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA, 2008)	AVRUPA BİRLİĞİ (EC, 1998)
KoliformBakteri (kob/250mL)	0	0	0	0	0
<i>E. coli</i> (kob/250mL)	0	0	0	0	0
Enterokok (kob/250mL)	0	0	0	-	0
Fekal koliform (kob/250mL)	0	-	-	-	-

**Tablo 3.2.** İçme sularının kimyasal kalite parametreleri

	İNSANİ TÜKETİM AMAÇLI SULAR HAKKINDAKİ YÖNETMELİK	TS 266 (2005)	DÜNYA SAĞLIK TEŞKİLATI (WHO, 2011)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA, 2008)	AVRUPA BİRLİĞİ (EC, 1998)
Serbest klor (mg/L)	0,2-0,5	-	5	4	-
pH	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-8	6,5-8,5	6,5-9,5
İletkenlik (µS/cm)	2500	2500	-	-	-
Amonyum (mg/L)	0,5	0,5	1,5	-	0,5
Nitrit (mg/L)	0,5	-	-	-	-
Klorür (mg/L)	250	250	250	250	250
Toplam sertlik (mg/L)	-	-	500	-	-
Florür (mg/L)	1,5	1,5	1,5	2	1,5
Kalsiyum (mg/L)	-	200	300	-	100

Kaynak suyu numunelerimizin tamamının organoleptik özellikleri açısından kendine has kokuda, tüketicilere uygun bulanıklıkta, berrak, tortusuz olduğu ve yabancı madde bulunmadığı ve TS 266 standardındaki “organoleptik özellikleri açısından Su; berrak, tortusuz, kendine has renkte ve kokusuz olmalıdır.” ifadesine uygunluk arz ettiği tespit edildi.

Koliform bakteri konsantrasyonu en yoğun olarak eylül ayında S5 kaynak suyu çeşmesinde 17.000 kob/250mL olarak; en yoğun *E.coli* konsantrasyonu mayıs ayında S8 kaynak suyu çeşmesinde 180 kob/250mL olarak; en yoğun Enterokok konsantrasyonu haziran ayında S2 kaynak suyu çeşmesinde 70 kob/250mL olarak; en yoğun Fekal koliform konsantrasyonu mayıs ayında S8 kaynak suyu çeşmesinde 180 kob/250mL olarak tespit edildi.

Kaynak suyu numunelerimizin, pH ölçümlerinin 5,8-7,6 değerleri arasında değiştiği görüldü. En yüksek pH değerleri S3 ve S8 çeşmelerinde şubat ve mart aylarında tespit edildi. Numunelerimizin iletkenlik ölçümleri 71,8-427 µS/cm değerleri arasında değişim sergiledi. En yüksek iletkenlik değeri ağustos ayında S9 çeşmesinde gözlemlendi. Kaynak suyu numunelerimizin hiçbirinde amonyum ve nitrit tespit edilmedi. Numunelerimizdeki klorür parametresi 15,9-78,1 mg/L arasında değişim gösterdi. En yüksek klorür değeri yılın ilk sekiz aylık döneminde S9 çeşmesinde gözlemlendi. Numunelerimizin toplam sertlik ölçümleri 1,8-13,4 °F değerleri arasında değişim gösterdi. En yüksek toplam sertlik değeri aralık ayında S9 çeşmesinde gözlemlendi. Numunelerimizdeki florür parametresi 0-0,46 mg/L değerleri arasında değişim gösterdi. En yüksek florür değeri aralık ayında S5 çeşmesinde gözlemlendi. Kalsiyum parametresi ise 4,7-40,5 mg/L değerleri arasında değişim göstermekteyken en yüksek kalsiyum değeri kasım ayında S9 çeşmesinde gözlemlendi.

### **3.1. Numune Alım Noktası 1: Başbüyük Çeşmesi Analiz Sonuçları**

#### **3.1.1. Fiziksel analiz sonuçları**

S1'in Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yapılan fiziksel analizleri neticesinde, koku, bulanıklık ve yabancı madde parametrelerinin organoleptik muayene sonuçları uygun olarak tespit edildi. Tablo 3.3.'de fiziksel analiz sonuçları gösterildi.

**Tablo 3.3.** S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları

BAŞIBÜYÜK	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koku (Kendine Has)	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓
Bulanıklık(Tüketicilere Uygun)	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓
Yabancı Madde (Yok)	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

### 3.1.2. Bakteriyolojik analiz sonuçları

S1'in Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız bakteriyolojik analizlerinin sonuçları Tablo 3.4.'de gösterildi. Mayıs, haziran, ağustos, eylül, ekim ve kasım aylarında S1'den su akmadığından numune alınmadı.

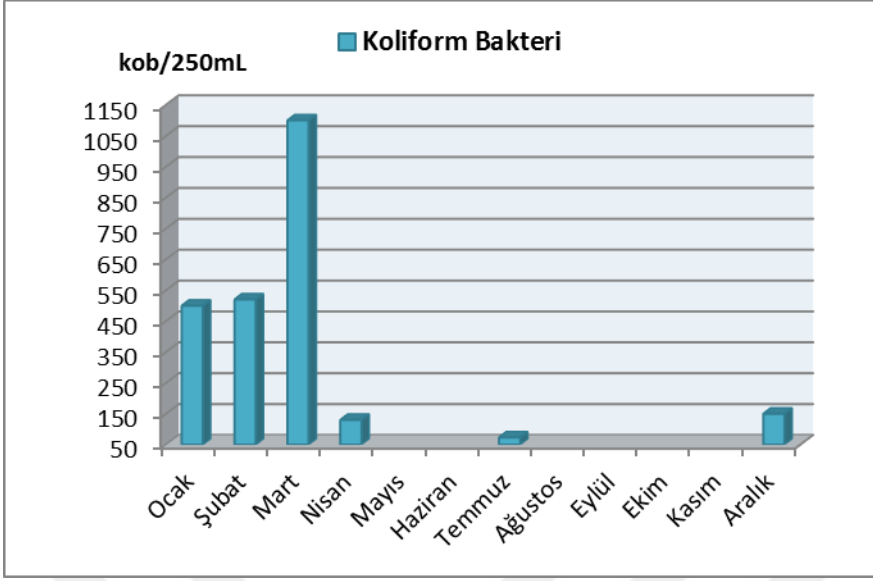
**Tablo 3.4.** S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları

BAŞIBÜYÜK	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koliform Bakteri	kob/250mL	500	520	1100	130	-	-	73	-	-	-	-	150
<i>E.coli</i>	kob/250mL	0	0	0	0	-	-	58	-	-	-	-	0
Enterokok	kob/250mL	10	10	25	30	-	-	13	-	-	-	-	35
Fekal Koliform	kob/250mL	0	0	5	6	-	-	60	-	-	-	-	0

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

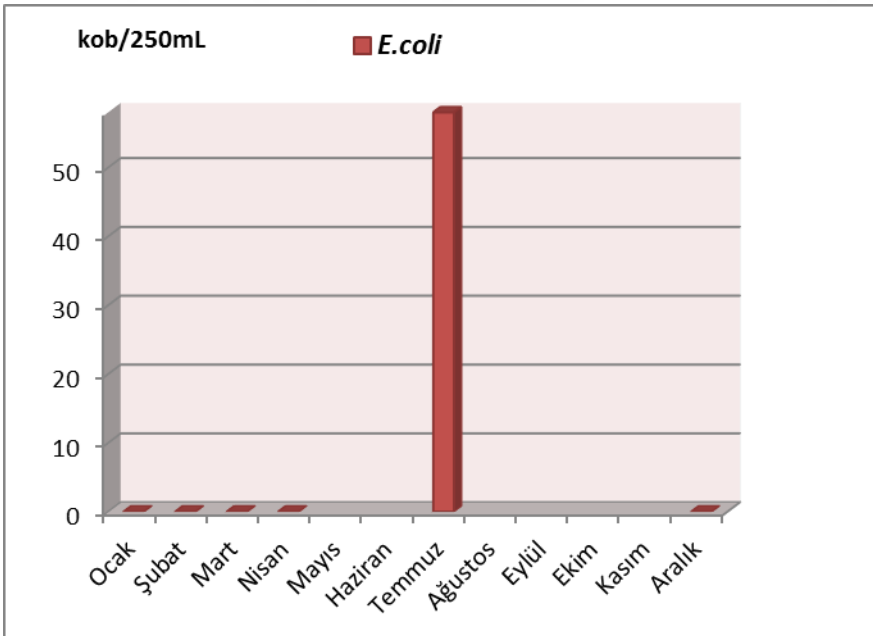
S1'den alınan numunelerde ocak, şubat, mart aylarını kapsayan kış döneminde oldukça yoğun olmak üzere en yüksek Koliform bakteri konsantrasyonu mart ayında 1100 kob/250mL iken, en düşük Koliform bakteri konsantrasyonu ise temmuz ayında 73 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.1.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.





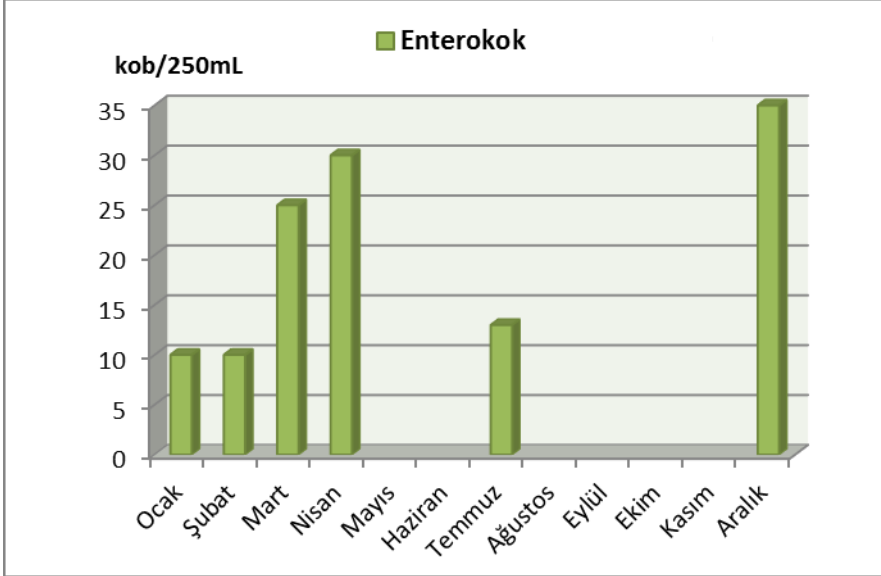
Şekil 3.1. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi Koliform bakteri sonuç grafiği

S1'den alınan numunelerde en yüksek *E.coli* konsantrasyonu temmuz ayında 58 kob/250mL iken, en düşük değer ise ocak, şubat, mart, nisan ve aralık aylarında 0 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.2.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



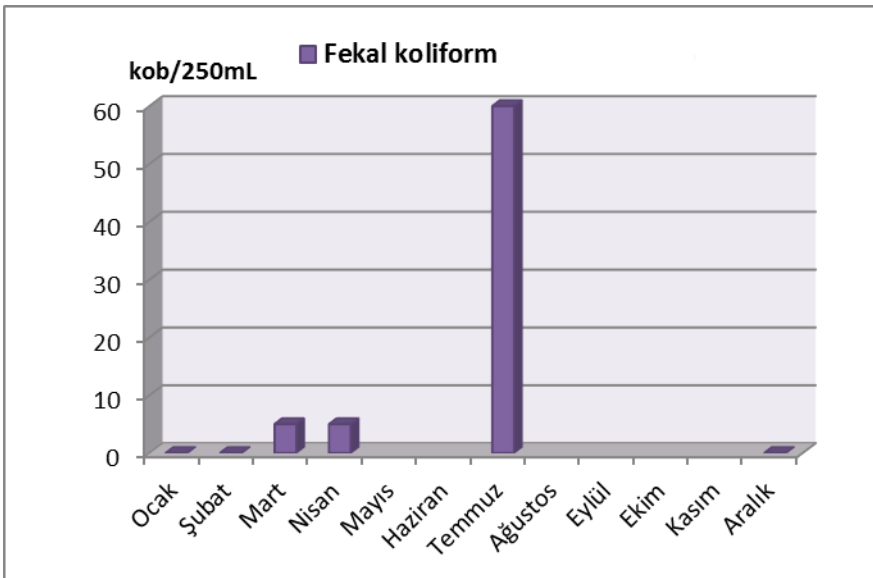
Şekil 3.2. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi *E.coli* sonuç grafiği

S1'den alınan numunelerde en yüksek Enterokok konsantrasyonu aralık ayında 35 kob/250mL iken, en düşük değer ise ocak ve şubat aylarında 10 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.3.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



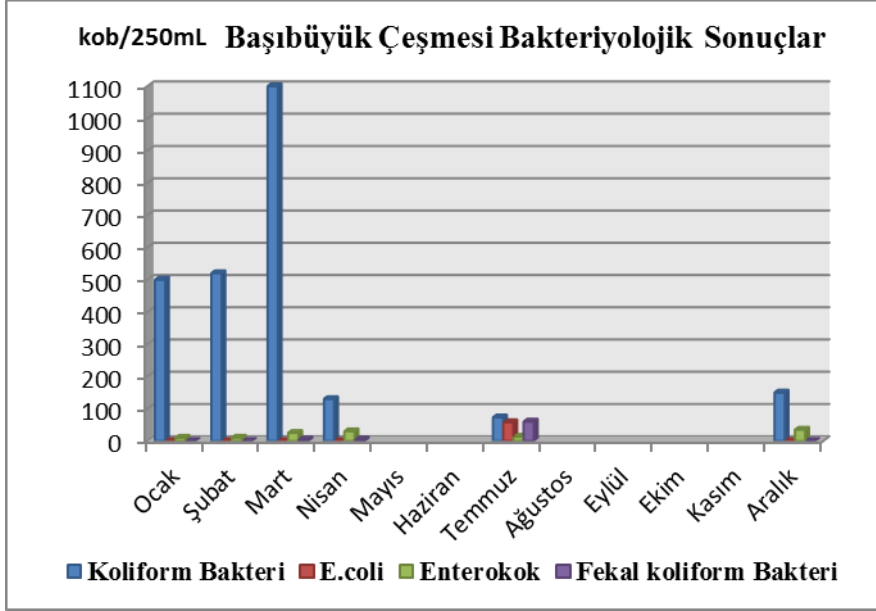
Şekil 3.3. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi Enterokok sonuç grafiği

S1'den alınan numunelerde en yüksek Fekal koliform konsantrasyonu temmuz ayında 60 kob/250mL iken, en düşük değer ise ocak, şubat ve aralık aylarında 0 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.4.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.4. S1 Ocak- Aralık 2014 dönemi Fekal koliform sonuç grafiği

S1'in Ocak-Aralık 2014 dönemini kapsayan bir yıllık süreçte, yaptığımız bakteriyolojik analizleri neticesinde elde ettiğimiz bütün bulgular Şekil 3.5.'de karşılaştırmalı olarak gösterildi.



Şekil 3.5. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriyolojik sonuç grafiği

### 3.1.3. Kimyasal analiz sonuçları

S1'in Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız kimyasal analizlerinin sonuçları Tablo 3.5.'de gösterildi. Mayıs, haziran, ağustos, eylül, ekim ve kasım aylarında S1'den su akmadığından numune alınamadı.

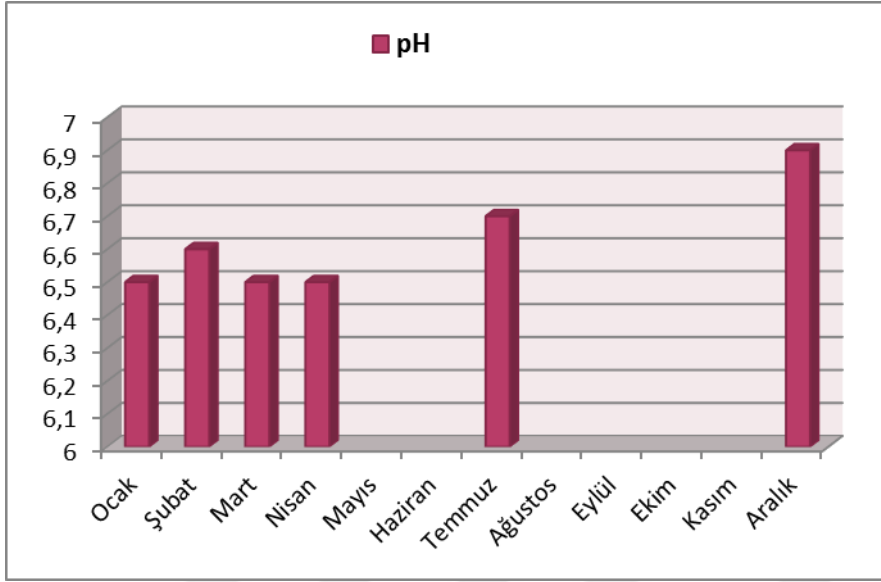
Tablo 3.5. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları

BAŞIBÜYÜK	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
SERBEST KLOR	mg/L	0	0	0	0	-	-	0	-	-	-	-	0
PH		6,5	6,6	6,5	6,5	-	-	6,7	-	-	-	-	6,9
İLETKENLİK	µS/cm	94,2	94,2	95,8	97,7	-	-	95,8	-	-	-	-	101
AMONYUM	mg/L	0	0	0	0	-	-	0	-	-	-	-	0
NİTRİT	mg/L	0	0	0	0	-	-	0	-	-	-	-	0
KLORÜR	mg/L	17,8	17,8	17,8	17,8	-	-	17,8	-	-	-	-	17,8
TOPLAMSERTLİK	°F	2,4	2,4	2,6	3	-	-	2,6	-	-	-	-	3
FLORÜR	mg/L	0,01	0,03	0,01	0	-	-	0,05	-	-	-	-	0,01
KALSİYUM	mg/L	6,4	6,7	6,7	6,8	-	-	7,1	-	-	-	-	7,5

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

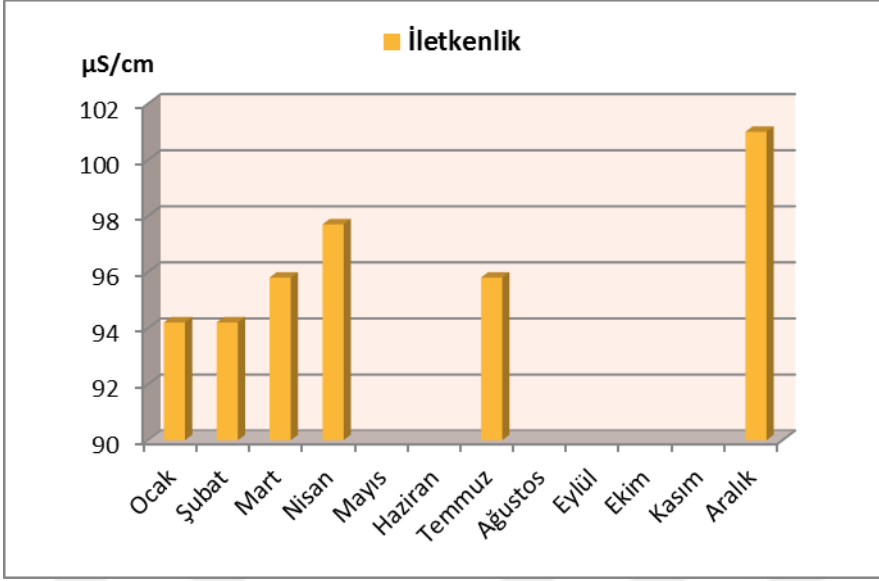
S1'den alınan numunelerde Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca yapılan serbest klor analizleri sonucunda elde edilen tüm bulgular 0 mg/L olarak tespit edildi.

S1'den alınan numunelerde en yüksek pH değeri aralık ayında 6,9 iken en düşük pH değeri ise ocak, mart ve nisan aylarında 6,5 olarak tespit edildi. Şekil 3.6.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



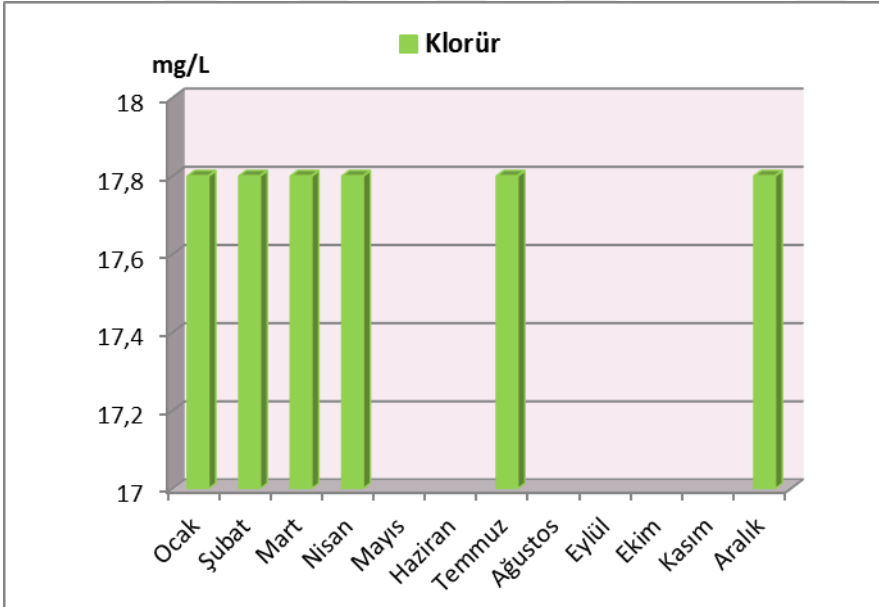
Şekil 3.6. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği

S1'den alınan numunelerde en yüksek iletkenlik değeri aralık ayında 101  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , en düşük değer ise ocak ve şubat aylarında 94,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak tespit edildi. Şekil 3.7.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



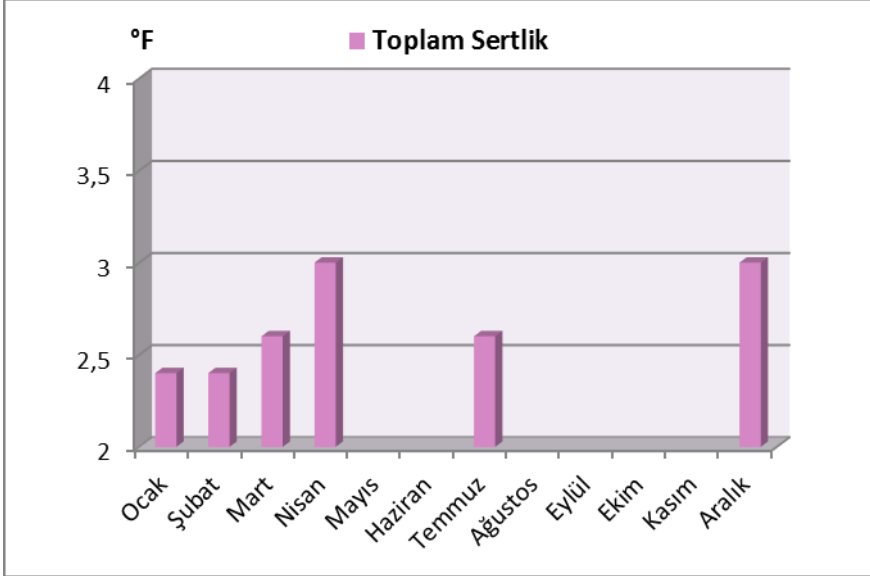
Şekil 3.7. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği

S1'den alınan numunelerde analiz yapılan tüm aylarda klorür değeri 17,8 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.8.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



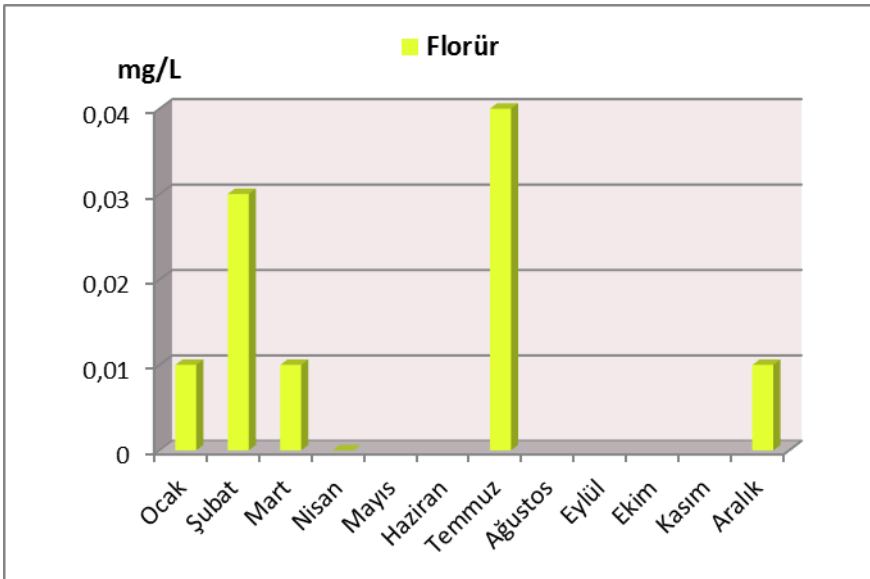
Şekil 3.8. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği

S1'den alınan numunelerde en yüksek Toplam sertlik değeri nisan ve aralık aylarında 3 °F iken, en düşük değer ise ocak ve şubat aylarında 2,4 °F olarak tespit edildi. Şekil 3.9.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



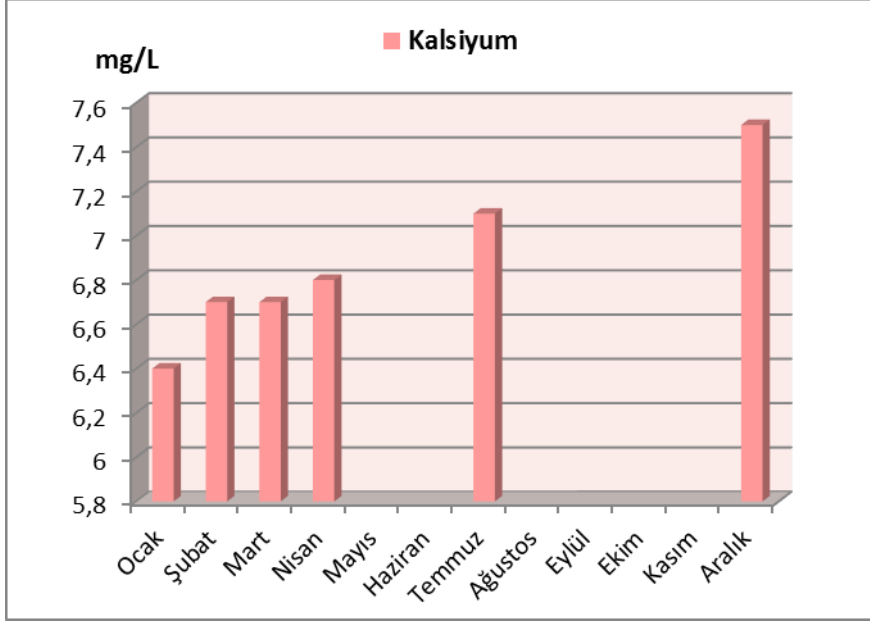
Şekil 3.9. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği

S1'den alınan numunelerde en yüksek florür değeri temmuz ayında 0,05 mg/L iken, en düşük değer ise nisan ayında 0 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.10.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.10. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği

S1’den alınan numunelerde en yüksek kalsiyum değeri aralık ayında 7,5 mg/L iken, en düşük değer ise ocak ayında 6,4 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.11.’de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.11. S1 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği

### 3.2. Numune Alma Noktası 2: Ferah Çeşmesi Analiz Sonuçları

#### 3.2.1. Fiziksel analiz sonuçları

S2’nin Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yapılan fiziksel analizleri neticesinde, koku, bulanıklık ve yabancı madde parametrelerinin organoleptik muayene sonuçları uygun olarak tespit edildi. Tablo 3.6.’da fiziksel analiz sonuçları gösterildi.

Tablo 3.6. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları

FERAH	OCAK	ŞUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koku (Kendine Has)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bulanıklık(Tüketicilere Uygun)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Yabancı Madde (Yok)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

### 3.2.2. Bakteriyolojik analiz sonuçları

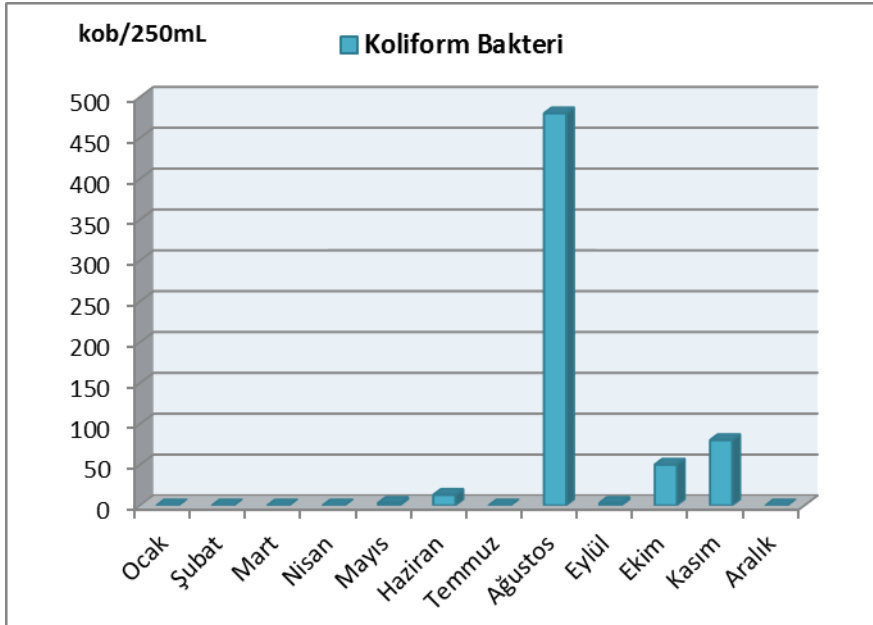
S2'nin Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yapılan bakteriyolojik analizlerinin sonuçları Tablo 3.7.'de gösterildi.

**Tablo 3.7.** S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları

FERAH	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	FYİLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koliform Bakteri	kob/250mL	0	0	0	0	3	13	0	480	3	50	80	0
<i>E.coli</i>	kob/250mL	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	5	0
Enterokok	kob/250mL	0	0	0	0	68	70	43	0	5	0	40	0
Fekal Koliform	kob/250mL	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	80	0

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

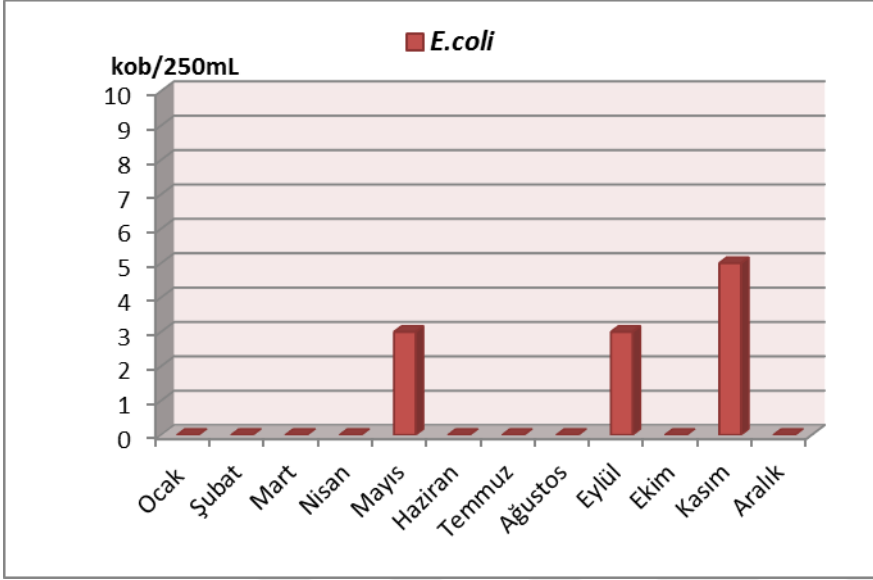
S2'den Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca alınan numunelerde yapılan analizler sonucunda en yüksek Koliform bakteri konsantrasyonu ağustos ayında 480 kob/250mL iken, en düşük Koliform bakteri konsantrasyonu ise ocak, şubat, mart, nisan, temmuz ve aralık aylarında 0 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.12.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



**Şekil 3.12.** S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi Koliform bakteri sonuç grafiği

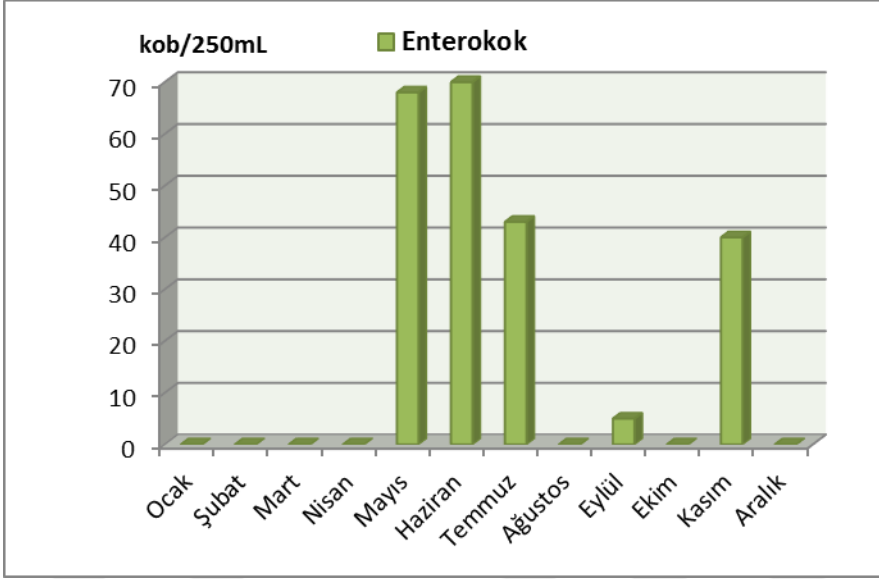


S2'den alınan numunelerde en yüksek *E.coli* konsantrasyonu kasım ayında 5 kob/250mL iken, en düşük *E.coli* konsantrasyonu ise ocak, şubat, mart, nisan, haziran, temmuz, ağustos, ekim, aralık aylarında olmak üzere 0 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.13.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



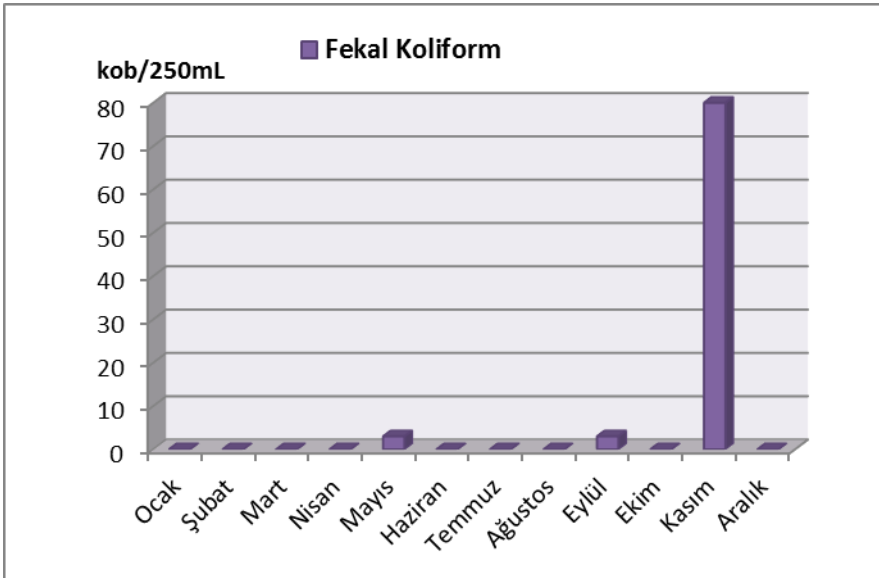
Şekil 3.13. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi *E.coli* sonuç grafiği

S2'den alınan numunelerde en yüksek Enterokok konsantrasyonu haziran ayında 70 kob/250mL iken, en düşük Enterokok konsantrasyonu ise ocak, şubat, mart, nisan, ağustos, ekim ve aralık aylarında 0 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.14.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



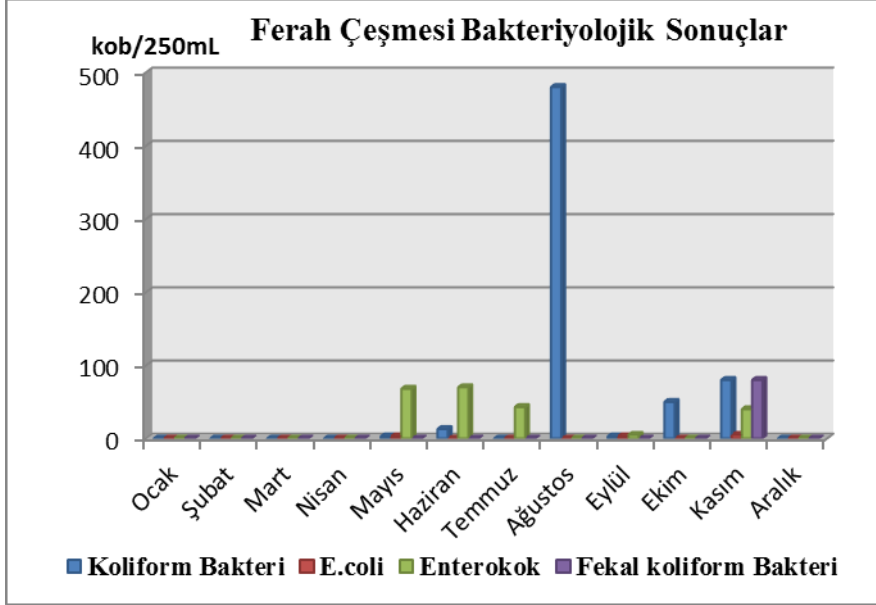
Şekil 3.14. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi Enterokok sonuç grafiği

S2'den alınan numunelerde en yüksek Fekal koliform konsantrasyonu kasım ayında 80 kob/250mL iken, en düşük Fekal koliform konsantrasyonu ise ocak, şubat, mart, nisan, haziran, temmuz, ağustos, ekim ve aralık aylarında 0 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.15.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.15. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi Fekal koliform sonuç grafiği

S2'nin Ocak-Aralık 2014 dönemini kapsayan bir yıllık süreçte, yapılan bakteriyolojik analizleri neticesinde elde ettiğimiz bütün bulgular Şekil 3.16.'da karşılaştırmalı olarak gösterildi.



Şekil 3.16. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriyolojik sonuç grafiği

### 3.2.3. Kimyasal analiz sonuçları

S2'nin Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız kimyasal analizlerinin sonuçları Tablo 3.8.'de gösterildi. Mayıs, haziran, ağustos, eylül, ekim ve kasım aylarında S1'den su akmadığından numune alınmadı.

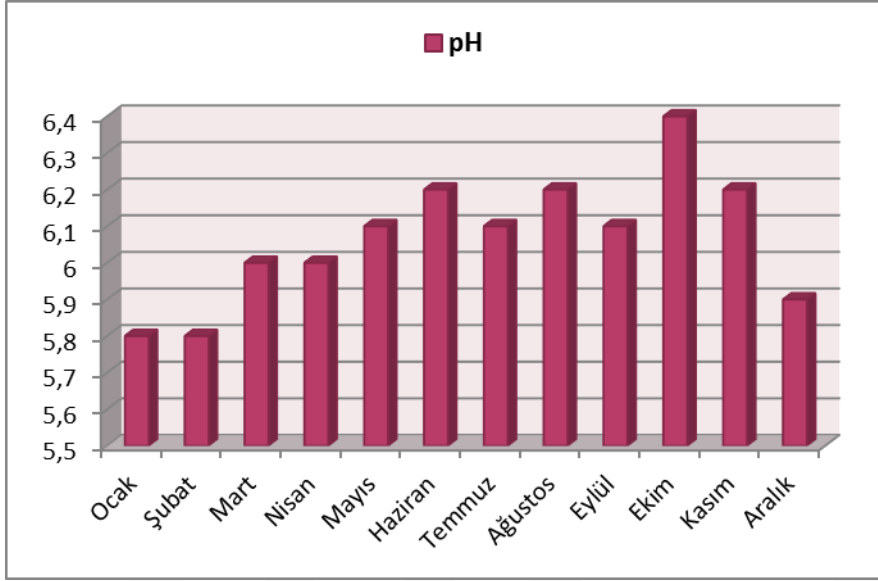
Tablo 3.8. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları

FERAH	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
SERBEST KLOR	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PH		5,8	5,8	6	6	6,1	6,2	6,1	6,2	6,1	6,4	6,1	5,9
İLETKENLİK	µS/cm	125,5	126,6	128	128,2	127,2	130,5	131,7	140	138	148,1	138	130,5
AMONYUM	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NİTRİT	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KLORÜR	mg/L	26,4	26,6	25,6	24,9	26,6	26,6	28,4	31,9	30,2	30,2	28,4	26,6
TOPLAMSERTLİK	°F	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,6	2,7	2,6	3	3	2,5
FLORÜR	mg/L	0,09	0,18	0,05	0	0,04	0,06	0,06	0,13	0,1	0,06	0	0,33
KALSİYUM	mg/L	4,7	4,8	5,5	5,5	5,2	5,9	6,4	6,4	6,4	7,9	6,8	5,5

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

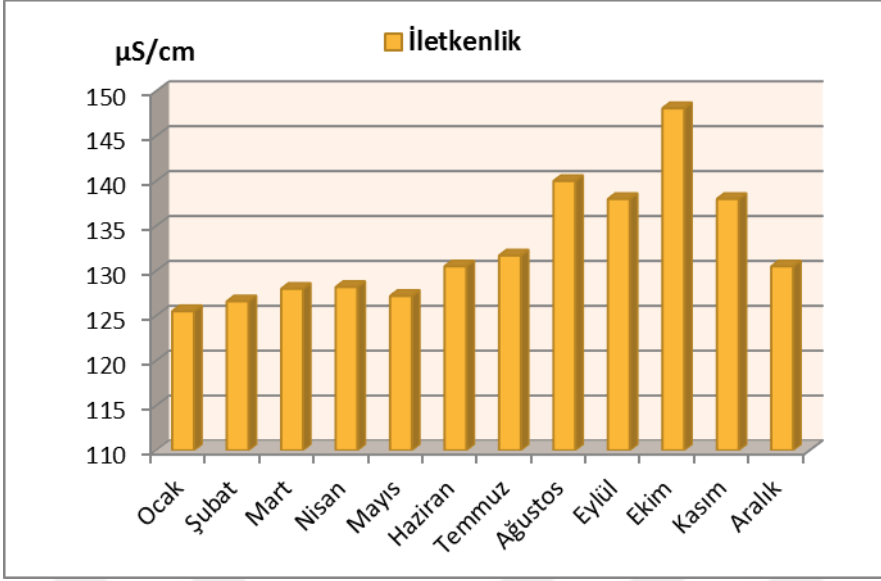
S2'den alınan numunelerde Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca yapılan serbest klor analizleri sonucunda elde edilen tüm bulgular 0 mg/L olarak tespit edildi.

S2'den alınan numunelerde en yüksek pH değeri ekim ayında 6,4 iken en düşük pH değeri ise ocak ve şubat aylarında 5,8 olarak tespit edildi. Şekil 3.17.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



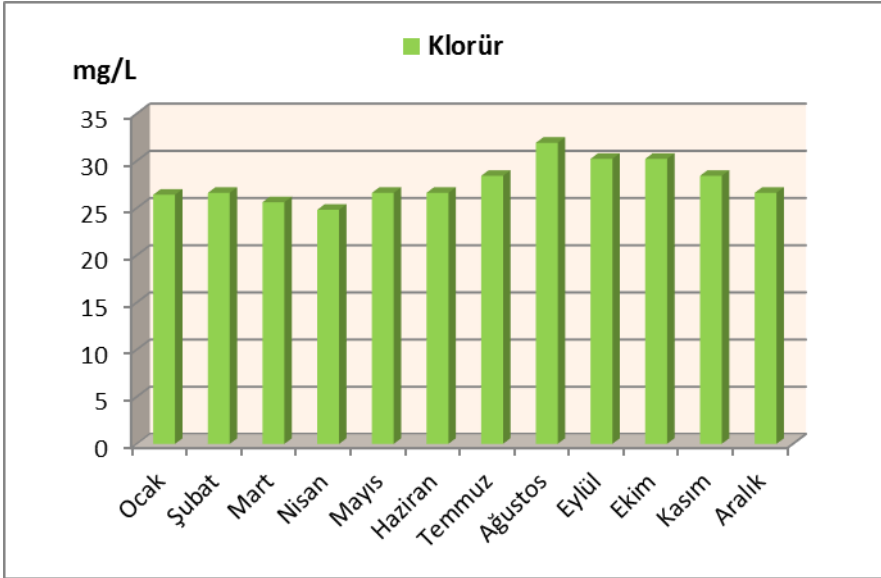
Şekil 3.17. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği

S2'den alınan numunelerde en yüksek iletkenlik değeri ekim ayında 148,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  iken en düşük iletkenlik değeri ise ocak ayında 125,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak tespit edildi. Şekil 3.18.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



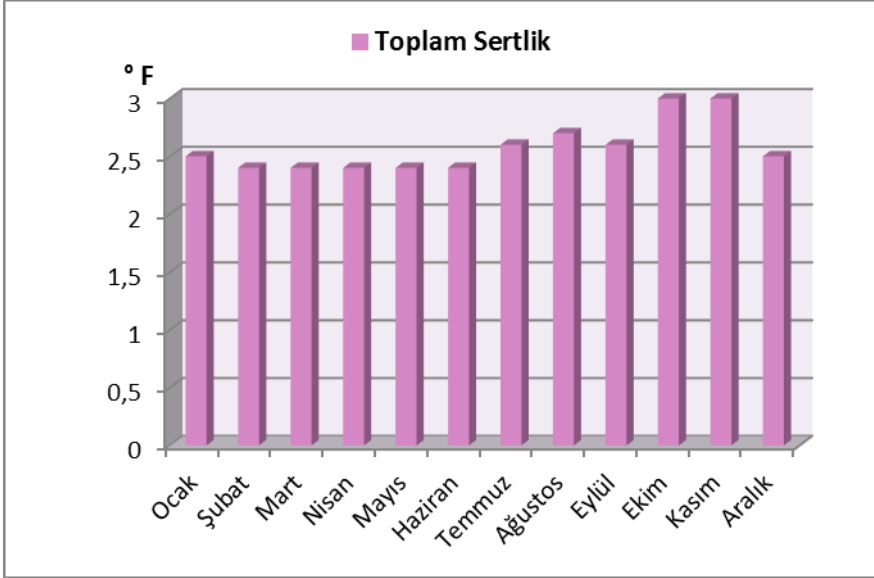
Şekil 3.18. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği

S2'den alınan numunelerde en yüksek klorür değeri ağustos ayında 31,9 mg/L iken en düşük klorür değeri ise nisan ayında 24,9 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.19.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



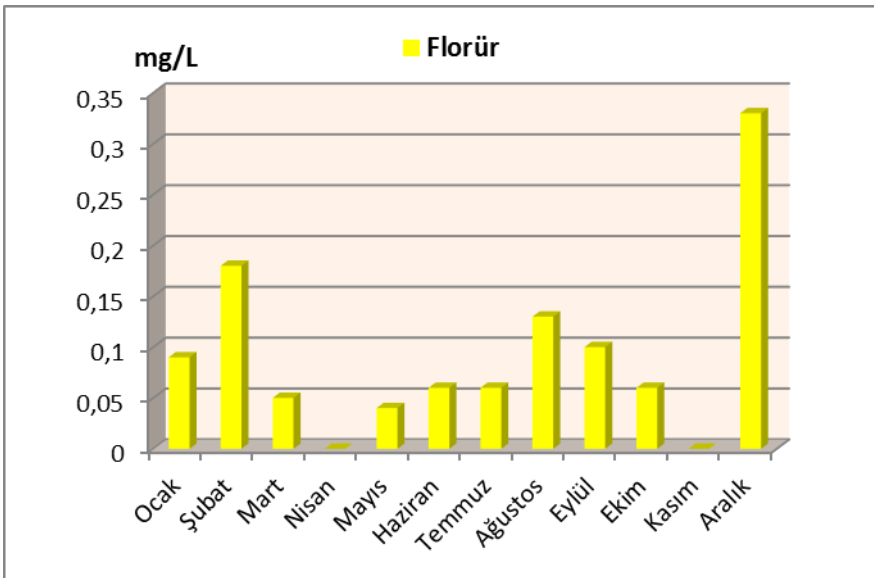
Şekil 3.19. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği

S2'den alınan numunelerde en yüksek toplam sertlik değeri ekim ve kasım aylarında 3 °F iken, en düşük değer ise şubat, mart, nisan, mayıs ve haziran aylarında 2,4 °F olarak tespit edildi. Şekil 3.20.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



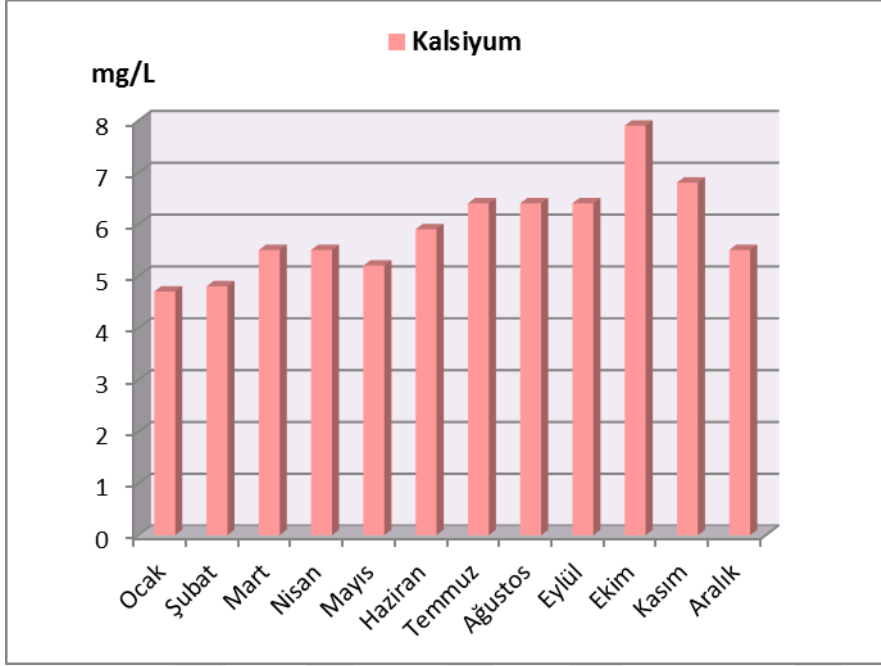
Şekil 3.20. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği

S2'den alınan numunelerde en yüksek florür değeri aralık ayında 0,33 mg/L iken en düşük florür değeri ise nisan ve kasım aylarında 0 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.21.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.21. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği

S2'den alınan numunelerde en yüksek kalsiyum değeri ekim ayında 7,9 mg/L iken en düşük kalsiyum değeri ise ocak ayında 4,7 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.22.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.22. S2 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği

### 3.3. Numune Alım Noktası 3: Göztepe Çeşmesi Analiz Sonuçları

#### 3.3.1. Fiziksel analiz sonuçları

S3'ün Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yapılan fiziksel analizleri neticesinde, koku, bulanıklık ve yabancı madde parametrelerinin organoleptik muayene sonuçları uygun olarak tespit edildi. Tablo 3.9.'da fiziksel analiz sonuçları gösterildi.

**Tablo 3.9.** S3 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları

GÖZTEPE	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koku (Kendine Has)	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulanıklık(Tüketicilere Uygun)	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yabancı Madde (Yok)	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

### 3.3.2. Bakteriyolojik analiz sonuçları

S3'ün Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız bakteriyolojik analizlerinin sonuçları Tablo 3.10.'da gösterildi. Nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül, ekim, kasım ve aralık aylarında S3'den su akmadığından numune alınamadı.

**Tablo 3.10.** S3 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları

GÖZTEPE	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koliform Bakteri	kob/250mL	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E.coli	kob/250mL	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enterokok	kob/250mL	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fekal Koliform	kob/250mL	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

S3'den Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca sadece ocak, şubat ve mart aylarında numune alınabilirken yılın geri kalan 9 ayında çeşmemizden su akmadığı için numune alımı gerçekleştirilemedi. Temin edebildiğimiz numunelerde yaptığımız bakteriyolojik analizler sonucunda araştırılan tüm kalite parametreleri ocak, şubat ve mart aylarında 0 kob/250mL olarak tespit edildi.

### 3.3.3. Kimyasal analiz sonuçları

S3'ün Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız kimyasal analizlerinin sonuçları Tablo 3.11.'de gösterildi. Nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül, ekim, kasım ve aralık aylarında S3'den su akmadığından numune alınamadı.



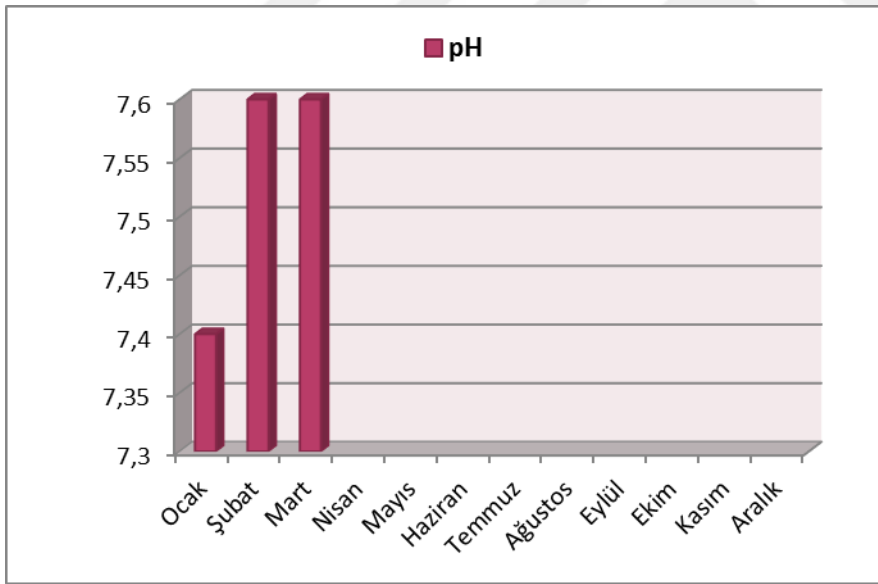
**Tablo 3.11.** S3 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları

GÖZTEPE	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
SERBEST KLOR	mg/L	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PH		7,4	7,6	7,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
İLETKENLİK	µS/cm	180	180,5	180,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMONYUM	mg/L	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NİTRİT	mg/L	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KLORÜR	mg/L	24,5	24,9	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOPLAMSERTLİK	°F	6	6,4	6,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FLORÜR	mg/L	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KALSİYUM	mg/L	20,5	22,2	22,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

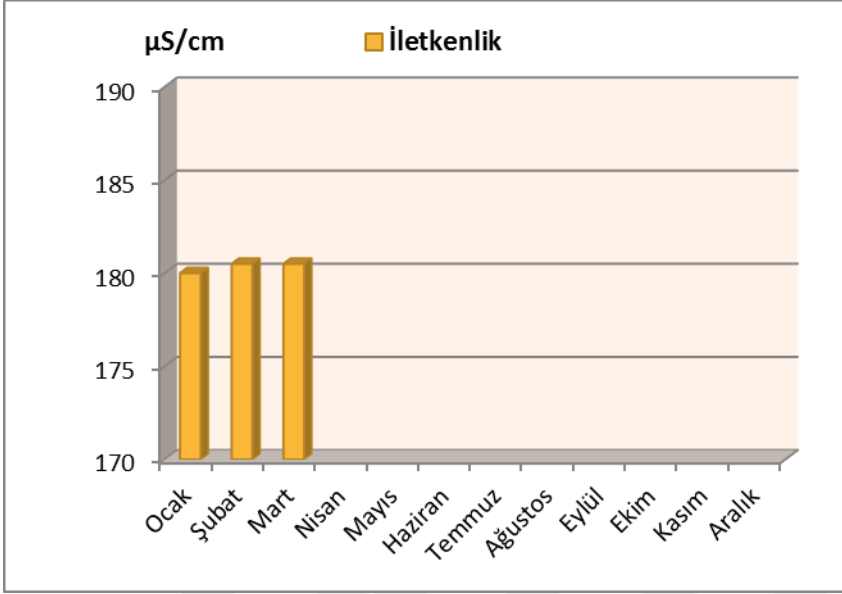
S3'den alınan numunelerde Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca yapılan serbest klor analizleri sonucunda elde edilen tüm bulgular 0 mg/L olarak tespit edildi.

S3'den alınan numunelerde en yüksek pH değeri şubat ve mart ayında 7,6 iken en düşük pH değeri ise ocak ayında 7,4 olarak tespit edildi. Şekil 3.23.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



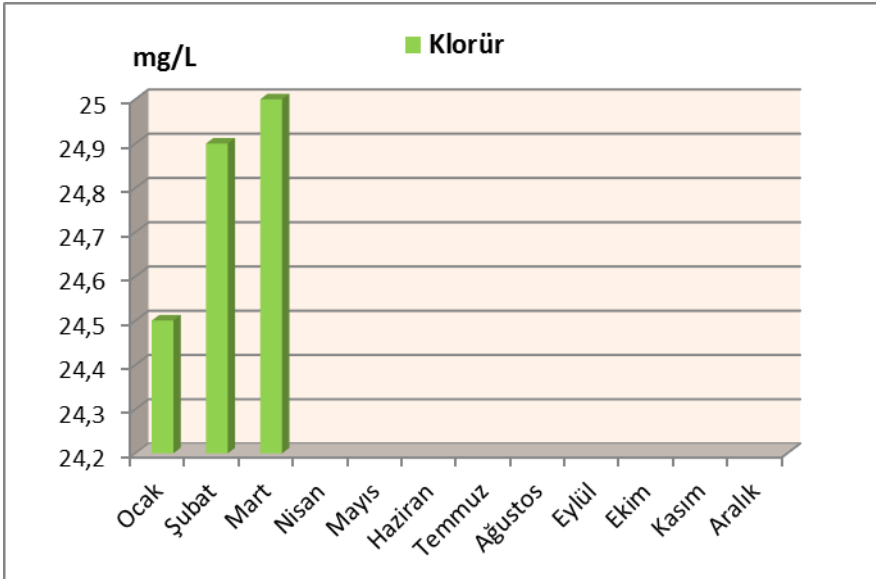
**Şekil 3.23.** S3 Ocak- Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği

S3'den alınan numunelerde en yüksek iletkenlik değeri şubat ve mart aylarında 180,5 µS/cm iken en düşük iletkenlik değeri ise ocak ayında 180 µS/cm olarak tespit edildi. Şekil 3.24.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.24. S3 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği

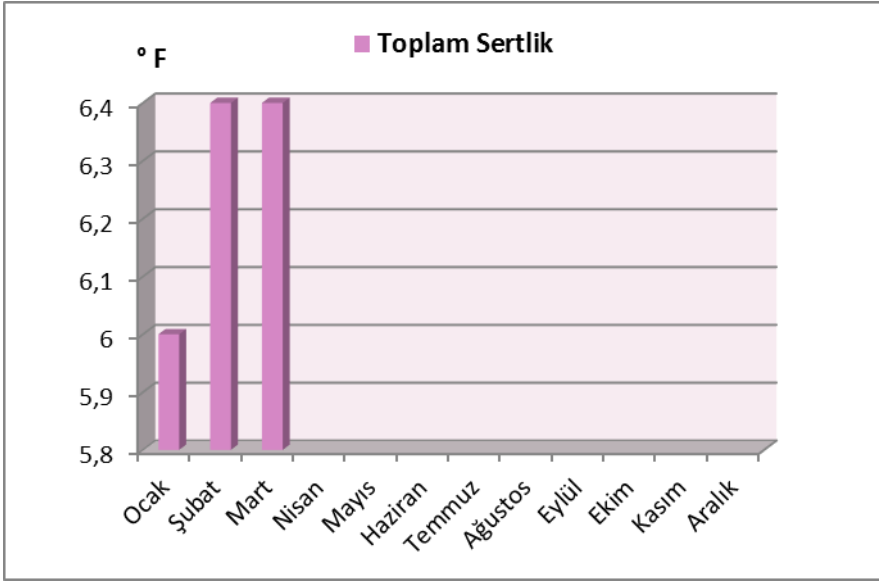
S3'den alınan numunelerde tespit edilen en yüksek klorür değeri mart ayında 25 mg/L iken en düşük klorür değeri ise ocak ayında 24,5 mg/L oldu. Şekil 3.25.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.25. S3 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği

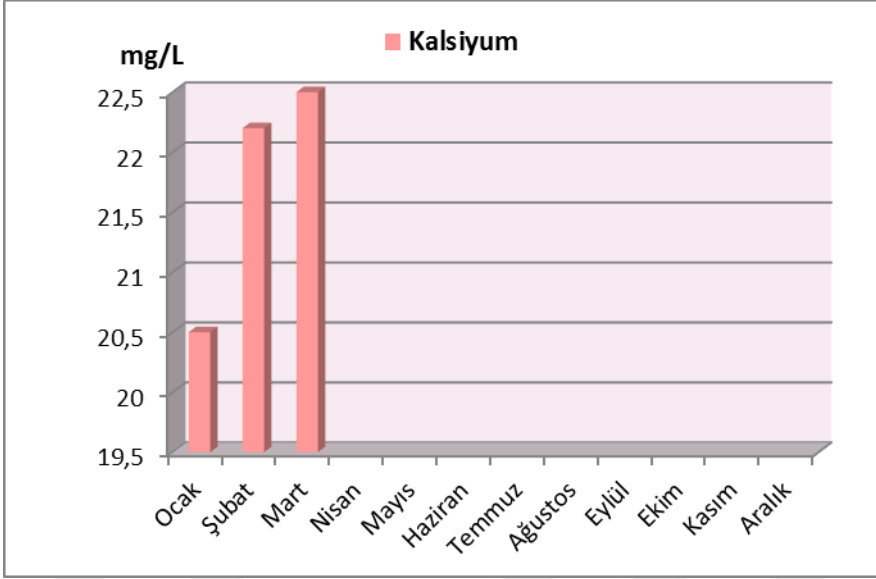
S3'den alınan numunelerde elde edilen tüm florür değerlerinin 0 mg/L olduğu gözlemlendi.

S3'den alınan numunelerde en yüksek toplam sertlik değeri şubat ve mart aylarında 6,4 °F iken en düşük toplam sertlik değeri ise ocak ayında 6 °F olarak tespit edildi. Şekil 3.26.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.26. S3 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği

S3'den alınan numunelerde en yüksek kalsiyum değeri şubat ve mart aylarında 22,5 mg/L iken en düşük kalsiyum değeri ise ocak ayında 20,5 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.27.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.27. S3 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği

### 3.4. Numune Alma Noktası 4: Haminnine Çeşmesi Analiz Sonuçları

#### 3.4.1. Fiziksel analiz sonuçları

S4'ün Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yapılan fiziksel analizleri neticesinde, koku, bulanıklık ve yabancı madde parametrelerinin organoleptik muayene sonuçları uygun olarak tespit edildi. Tablo 3.12.'de fiziksel analiz sonuçları gösterildi.

Tablo 3.12. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları

HAMİNNİNE	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koku (Kendine Has)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bulanıklık(Tüketicilere Uygun)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Yabancı Madde (Yok)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

#### 3.4.2. Bakteriyolojik analiz sonuçları

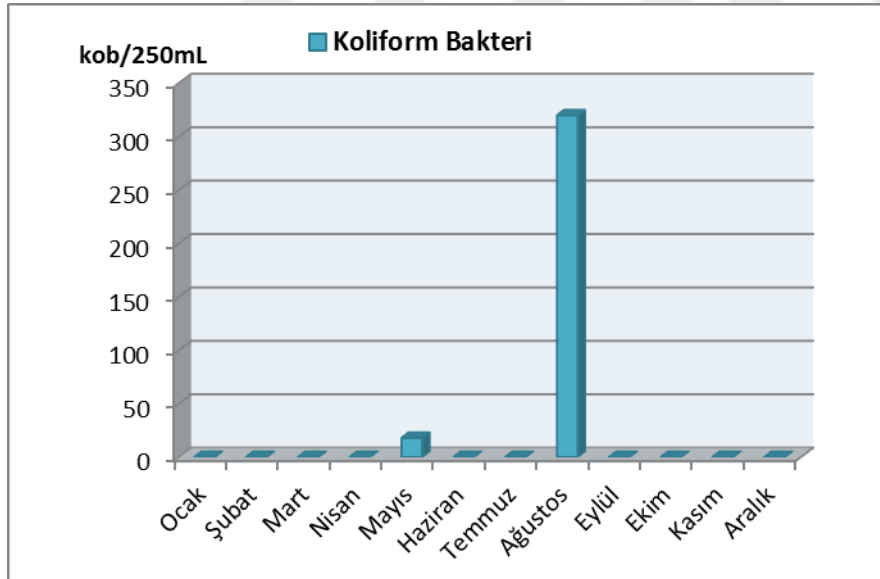
S4'ün Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız bakteriyolojik analizlerinin sonuçları Tablo 3.13.'de gösterildi.

**Tablo 3.13.** S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları

HAMİNNİNE	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koliform Bakteri	kob/250mL	0	0	0	0	18	0	0	320	0	0	0	0
<i>E.coli</i>	kob/250mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enterokok	kob/250mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fekal Koliform	kob/250mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

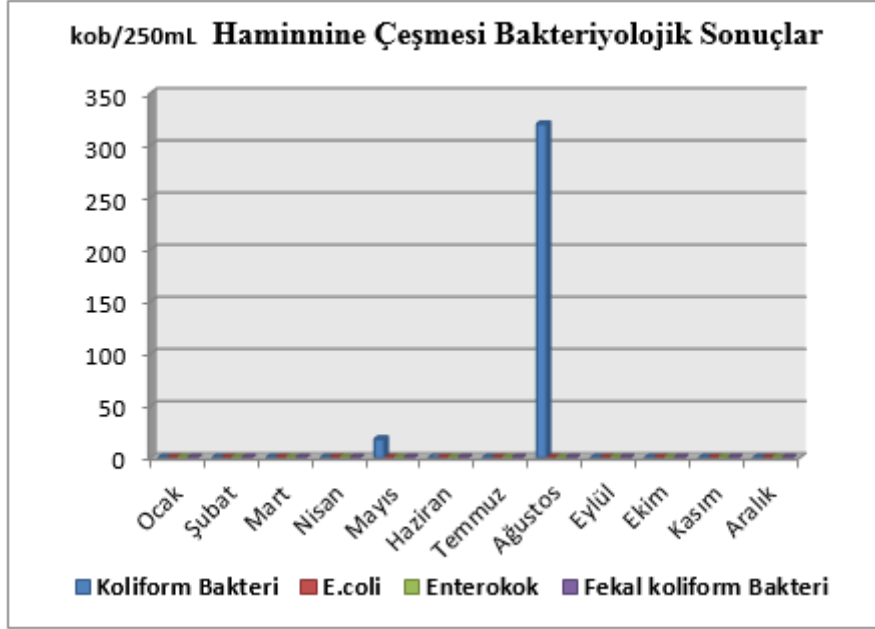
S4'den alınan numunelerde en yüksek Koliform bakteri konsantrasyonu ağustos ayında 320 kob/250mL iken en düşük Koliform bakteri konsantrasyonu ise ocak, şubat, mart, nisan, haziran, temmuz, eylül, ekim, kasım ve aralık aylarında 0 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.28.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



**Şekil 3.28.** S4 Ocak-Aralık 2014 Dönemi Koliform Bakteri Sonuç Grafiği

S4'den Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay alınan numunelerin yapılan *E.coli*, Enterokok ve Fekal koliform analizleri neticesinde bakteri yükleri 0 kob/250 mL olarak tespit edildi. S4'de Ocak-Aralık 2014 dönemini kapsayan bir yıllık süreçte yapılan

bakteriyolojik analizler neticesinde elde ettiğimiz bütün bulgular Şekil 3.29'da karşılaştırmalı olarak gösterildi.



Şekil 3.29. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriyolojik sonuç grafiği

### 3.4.3. Kimyasal analiz sonuçları

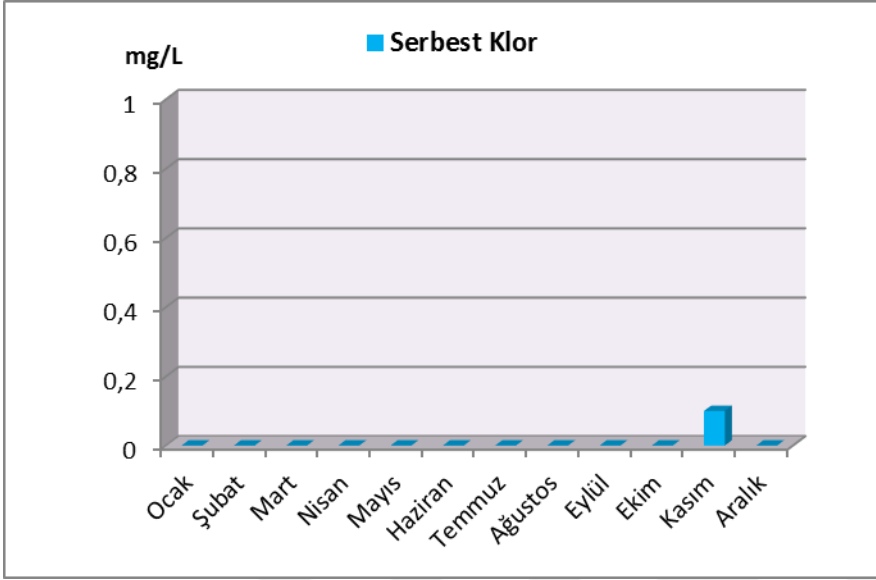
S4'ün Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız kimyasal analizlerinin sonuçları Tablo 3.14.'de gösterildi.

Tablo 3.14. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları

HAMİNNİNE	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
SERBEST KLOR	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
PH		6,8	6,9	6,7	6,7	6,7	6,6	6,8	6,8	6,9	6,8	6,7	6,6
İLETKENLİK	µS/cm	230	233	240	240	237	238	239	238	240	253	247	244
AMONYUM	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NİTRİT	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KLORÜR	mg/L	45,6	46,2	45,6	44,4	44,4	44,4	42,6	44,4	44,4	44,4	46,2	46,2
TOPLAMSERTLİK	°F	7	7,2	7,2	7	7,2	7	7,4	7,4	7,5	7,7	7,7	7,4
FLORÜR	mg/L	0,04	0,04	0,04	0,06	0,23	0,13	0,07	0,13	0,17	0,16	0,09	0,37
KALSİYUM	mg/L	18,6	17,5	18,3	18,6	17,5	17,8	18,3	18,3	19,1	20,6	20,2	19,1

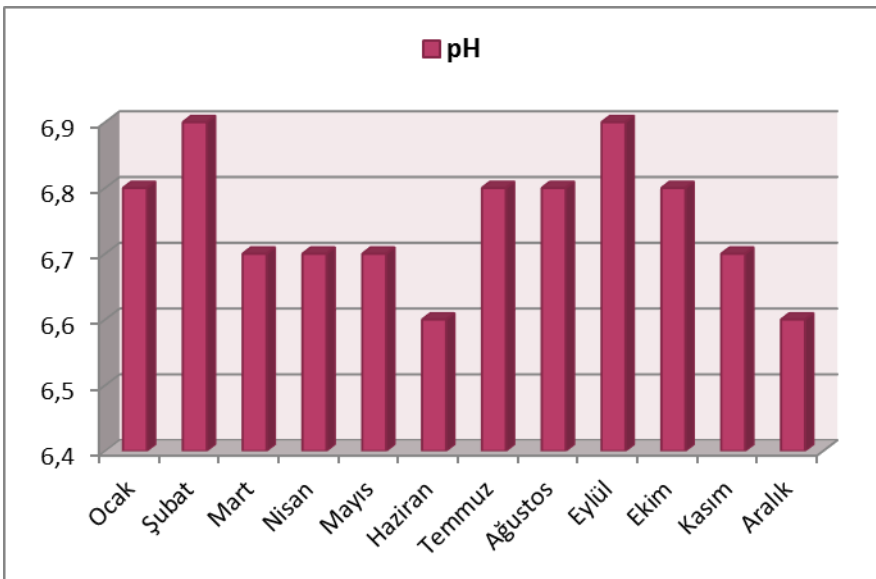
(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

S4'den Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca temin edilen numunelerin serbest klor analizleri sonucunda kasım ayında elde ettiğimiz 0,1 mg/L olan sonuç yıl boyunca diğer aylarda 0 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.30.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



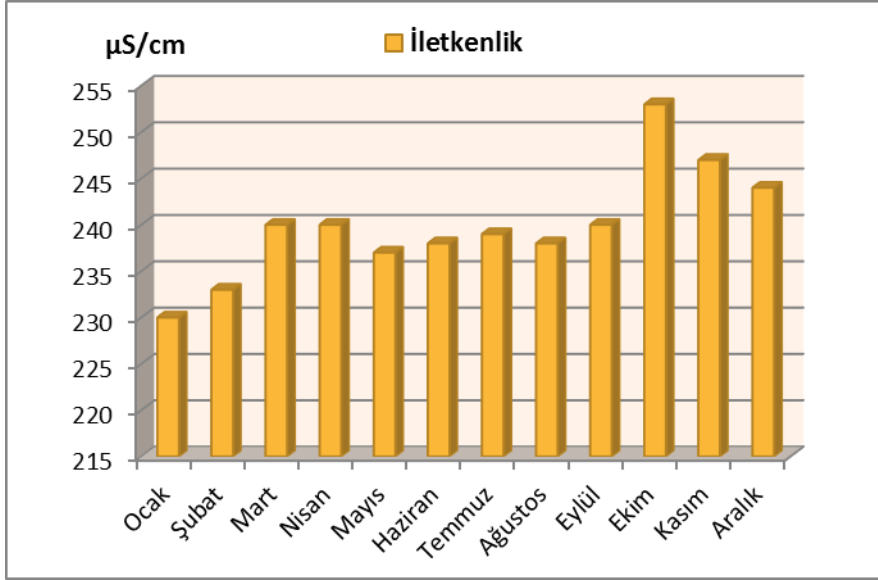
Şekil 3.30. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi serbest klor sonuç grafiği

S4'den alınan numunelerde en yüksek pH değeri şubat ve eylül aylarında 6,9 iken en düşük pH değeri ise haziran ve aralık aylarında 6,6 olarak tespit edildi. Şekil 3.31.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.31. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği

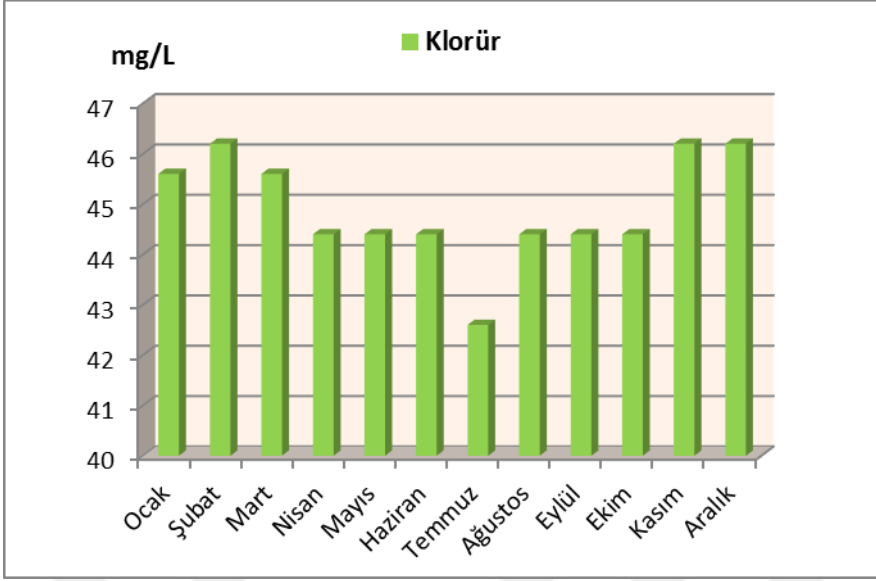
S4'den alınan numunelerde en yüksek iletkenlik değeri kasım ayında 247  $\mu\text{S}/\text{cm}$  iken en düşük iletkenlik değeri ise ocak ayında 230  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak tespit edildi. Şekil 3.32.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.32. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği

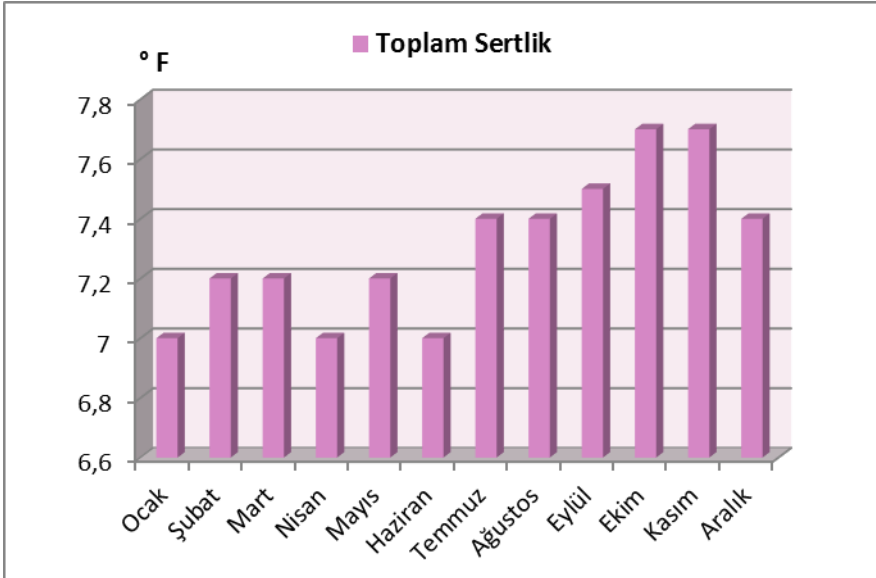
S4'den alınan numunelerde en yüksek klorür değeri şubat, kasım ve aralık aylarında 46,2 mg/L iken en düşük klorür değeri ise temmuz ayında 42,6 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.33.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.





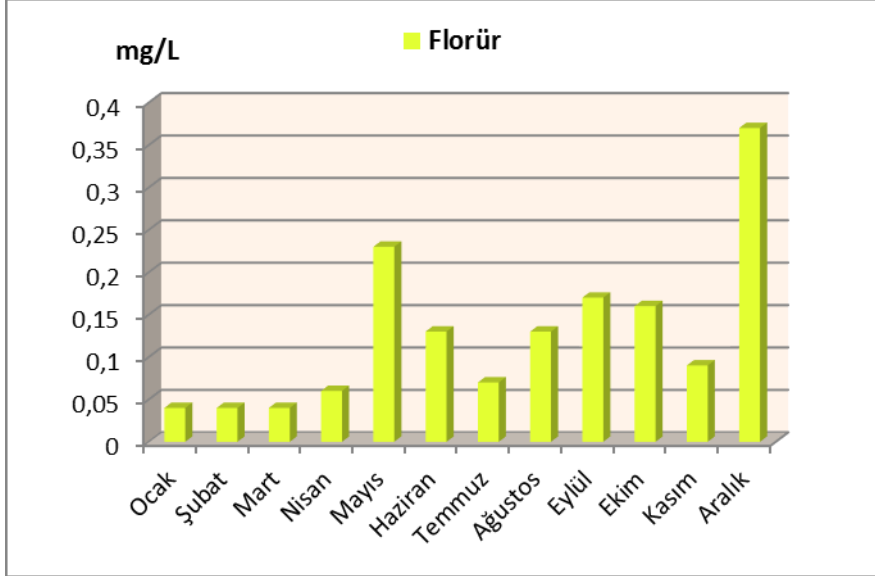
Şekil 3.33. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği

S4'den alınan numunelerde en yüksek toplam sertlik değeri ekim ve kasım aylarında 7,7 °F iken, en düşük değer ise ocak, nisan ve haziran aylarında 7 °F olarak tespit edildi. Şekil 3.34.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



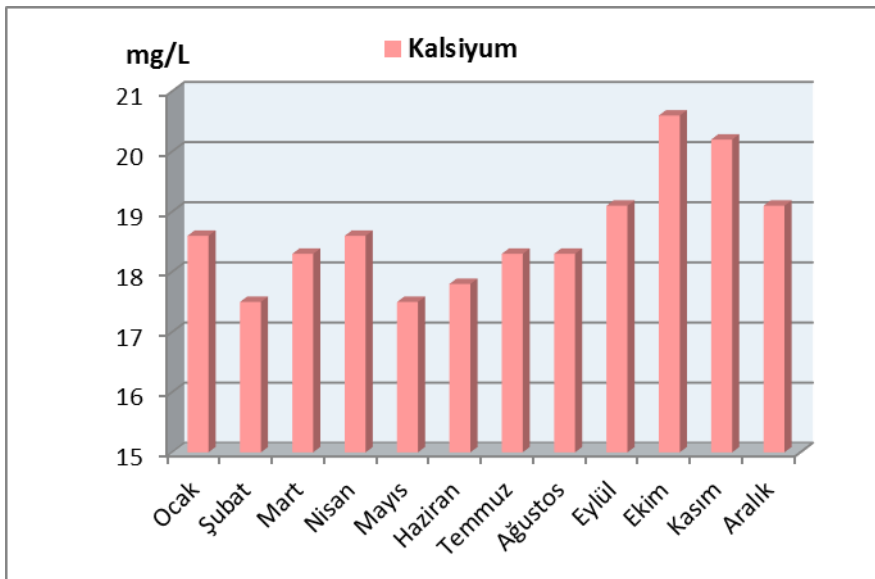
Şekil 3.34. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği

S4'den alınan numunelerde en yüksek florür değeri aralık ayında 0,37 mg/L iken, en düşük florür değeri ise ocak, şubat ve mart aylarında 0,04 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.35.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.35. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği

S4'den alınan numunelerde en yüksek kalsiyum değeri ekim ayında 20,6 mg/L iken, en düşük kalsiyum değeri ise şubat ve mayıs aylarında 17,5 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.36.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.36. S4 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği

### 3.5. Numune Alma Noktası 5: İçerenköy Çeşmesi Analiz Sonuçları

#### 3.5.1. Fiziksel analiz sonuçları

S5'in Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yapılan fiziksel analizleri neticesinde, koku, bulanıklık ve yabancı madde parametrelerinin organoleptik muayene sonuçları uygun olarak tespit edildi. Tablo 3.15.'de fiziksel analiz sonuçları gösterildi.

**Tablo 3.15.** S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları

İÇERENKÖY	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koku (Kendine Has)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bulanıklık(Tüketicilere Uygun)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Yabancı Madde (Yok)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

#### 3.5.2. Bakteriyolojik analiz sonuçları

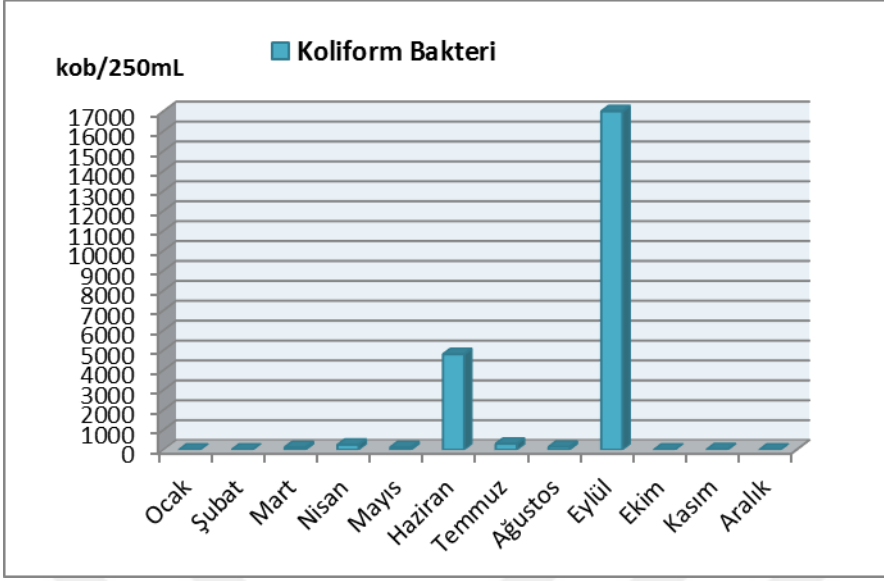
S5'in Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız bakteriyolojik analizlerinin sonuçları Tablo 3.16.'da gösterildi.

**Tablo 3.16.** S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları

İÇERENKÖY	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koliform Bakteri	kob/250mL	0	0	120	250	120	4800	300	140	17000	0	20	0
<i>E.coli</i>	kob/250mL	0	0	50	90	0	0	0	20	5	0	20	0
Enterokok	kob/250mL	0	0	0	0	0	0	30	8	10	0	0	0
Fekal Koliform	kob/250mL	0	0	50	90	0	0	0	25	5	0	20	0

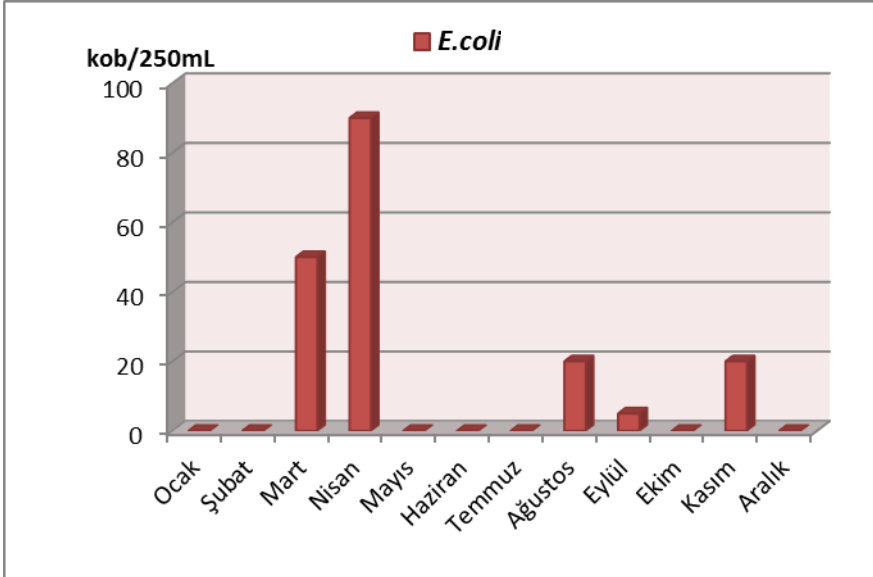
(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

S5'den alınan numunelerde yapılan analizler neticesinde haziran ve eylül aylarında Koliform bakteri konsantrasyonunun çok yoğun olduğu görülmekle beraber en yüksek Koliform bakteri konsantrasyonu eylül ayında 17000 kob/250mL iken, en düşük konsantrasyon ise ocak, şubat, ekim ve aralık aylarında 0 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.37.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



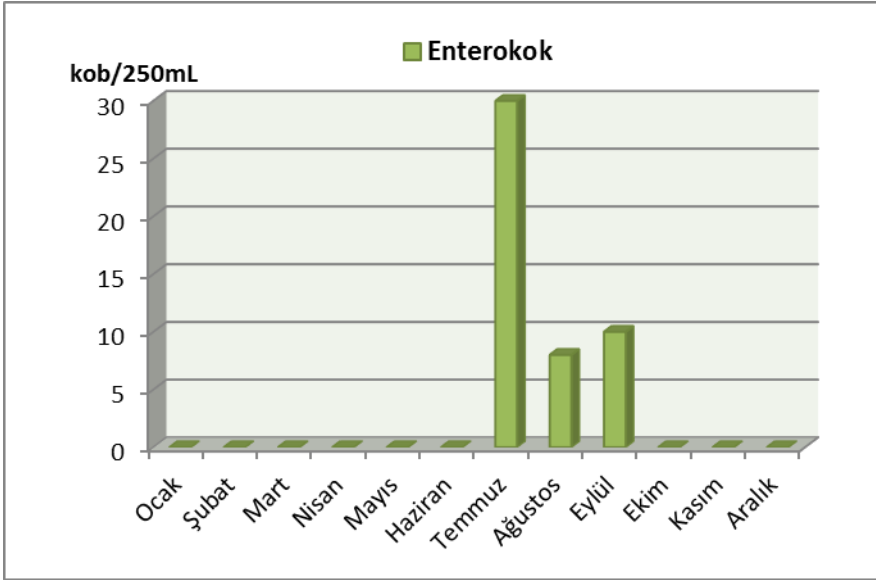
Şekil 3.37. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi Koliform bakteri sonuç grafiği

S5'den alınan numunelerde en yüksek *E.coli* konsantrasyonu nisan 90 kob/250mL iken, en düşük *E.coli* konsantrasyonu ise ocak, şubat, mayıs, haziran, temmuz, ekim ve aralık aylarında 0 kob/250 mL olarak tespit edildi. Şekil 3.38.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



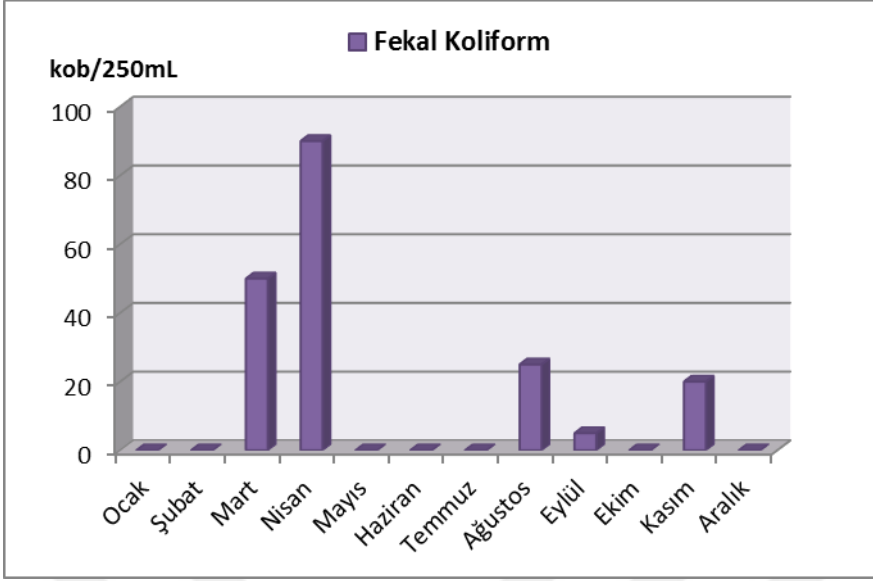
Şekil 3.38. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi *E.coli* sonuç grafiği

S5'den alınan numunelerde en yüksek Enterokok konsantrasyonu temmuz ayında 30 kob/250mL iken, en düşük Enterokok konsantrasyonu ise ocak, şubat, mart, nisan, mayıs, haziran, ekim, kasım ve aralık aylarında 0 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.39.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



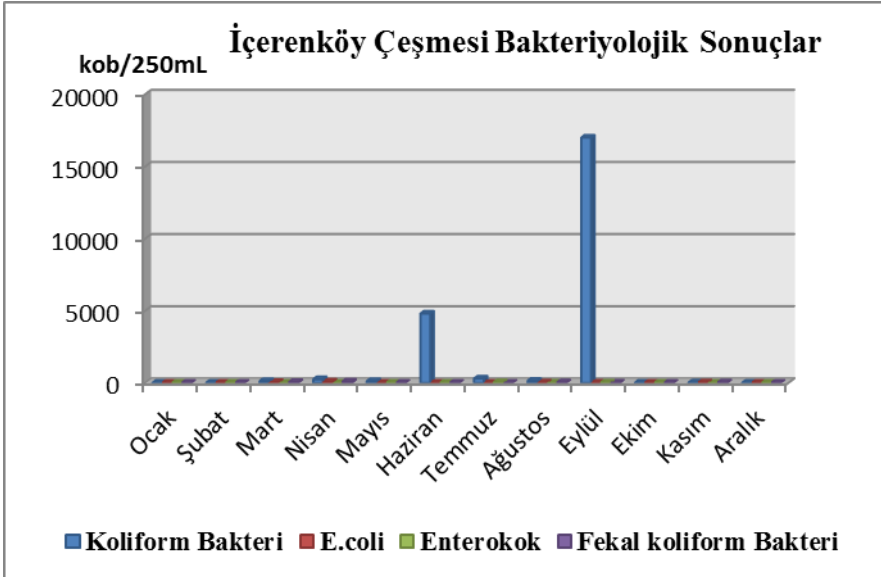
Şekil 3.39. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi Enterokok sonuç grafiği

S5'den alınan numunelerde en yüksek Fekal koliform konsantrasyonu nisan ayında 90 kob/250mL iken, en düşük Fekal koliform konsantrasyonu ise ocak, şubat, mayıs, haziran, temmuz, ekim ve aralık aylarında 0 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.40.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.40. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi Fekal koliform sonuç grafiği

S5'in Ocak-Aralık 2014 dönemini kapsayan bir yıllık süreçte yapılan bakteriyolojik analizleri neticesinde elde ettiğimiz bütün bulgular Şekil 3.41.'de karşılaştırmalı olarak gösterildi.



Şekil 3.41. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriyolojik sonuç grafiği

### 3.5.3. Kimyasal Analiz Sonuçları

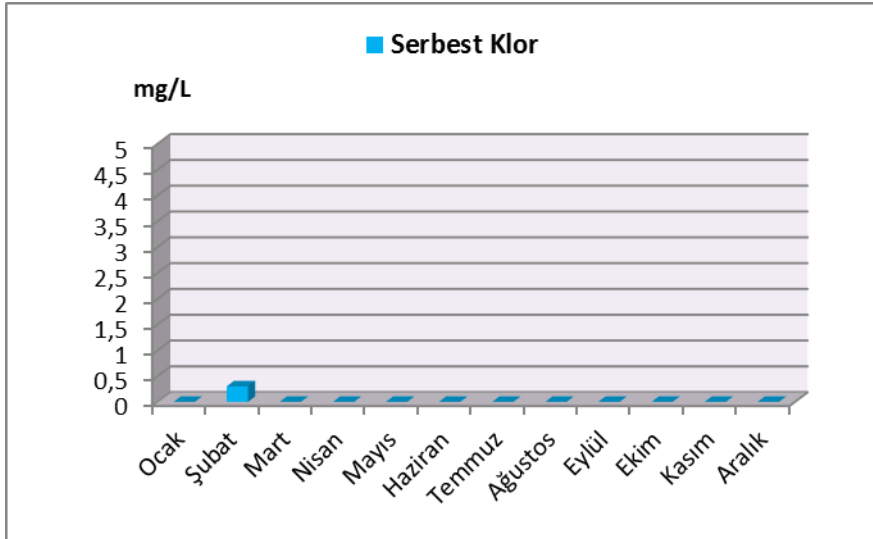
S5'in Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız kimyasal analizlerinin sonuçları Tablo 3.17.'de gösterildi.

**Tablo 3.17.** S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları

İÇERENKÖY	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
SERBEST KLOR	mg/L	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PH		7,2	7,2	7,1	6,9	6,9	6,8	6,9	7,1	6,9	6,9	6,7	6,7
İLETKENLİK	µS/cm	150	159,7	145,6	93,6	76,9	78,9	79,1	88,7	80,5	85,1	80,6	79,7
AMONYUM	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NİTRİT	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KLORÜR	mg/L	20,5	23,1	19,6	17,8	17,8	15,9	15,9	15,9	17,8	17,5	15,9	17,8
TOPLAMSERTLİK	°F	2	2,2	2,2	2	2	2,2	2,4	2,4	2,3	2,4	2,3	2,3
FLORÜR	mg/L	0	0	0	0	0	0	0,14	0,1	0,02	0,18	0,01	0,46
KALSİYUM	mg/L	15,9	17,5	11,9	7,9	5,9	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	5,9	6,4

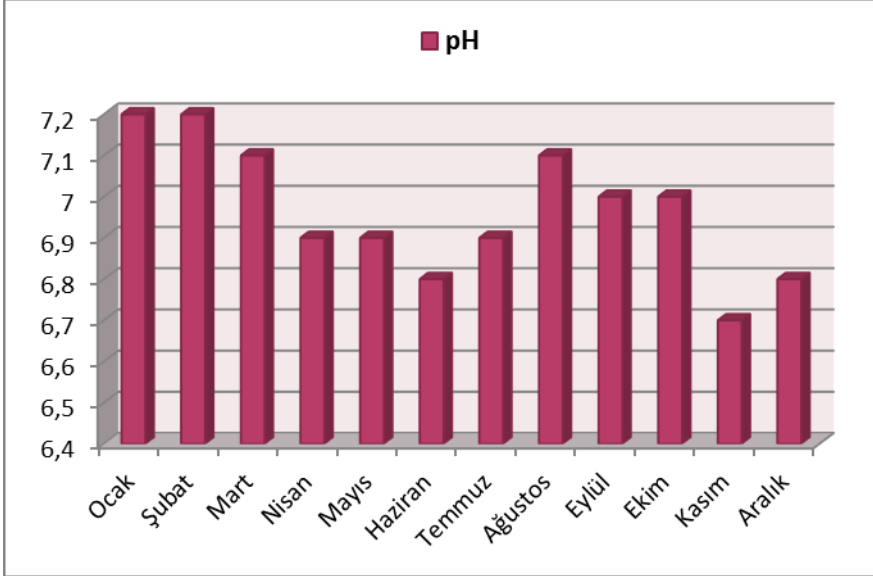
(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

S5'den alınan numunelerde en yüksek serbest klor değeri şubat ayında 0,3 mg/L iken, yıl boyunca diğer aylarda tespit edilen serbest klor değeri 0 mg/L olarak bulundu. Şekil 3.42.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



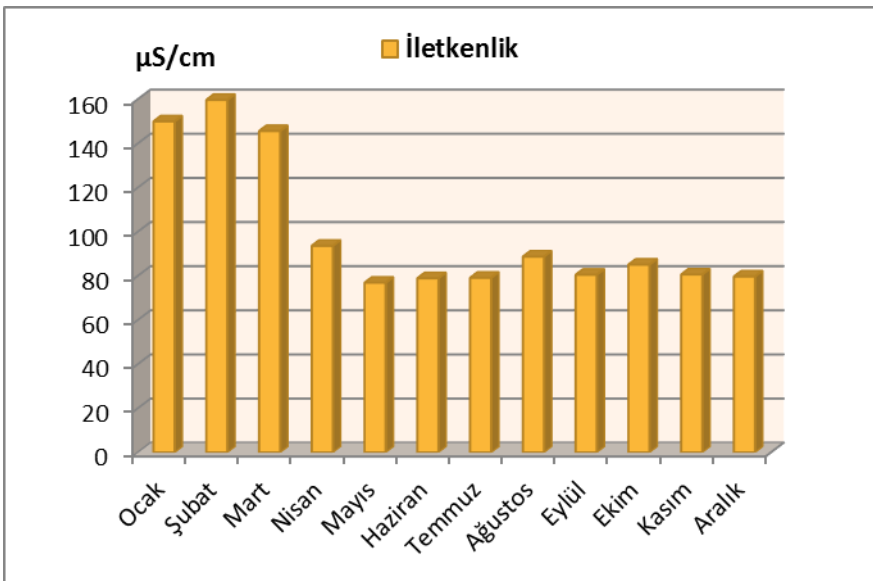
**Şekil 3.42.** S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi serbest klor sonuç grafiği

S5'den alınan numunelerde en yüksek pH değeri ocak ve şubat aylarında 7,2 iken, en düşük pH değeri ise kasım ve aralık aylarında 6,7 olarak tespit edildi. Şekil 3.43.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.43. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği

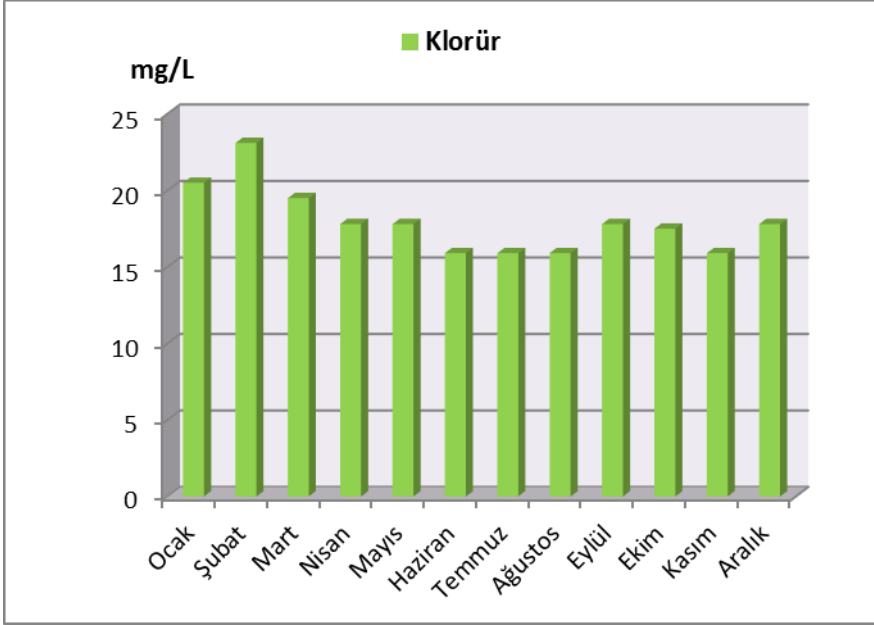
S5'den alınan numunelerde en yüksek iletkenlik değeri şubat ayında 159,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  iken, en düşük iletkenlik değeri ise mayıs ayında 76,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak tespit edildi. Şekil 3.44.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.44. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği

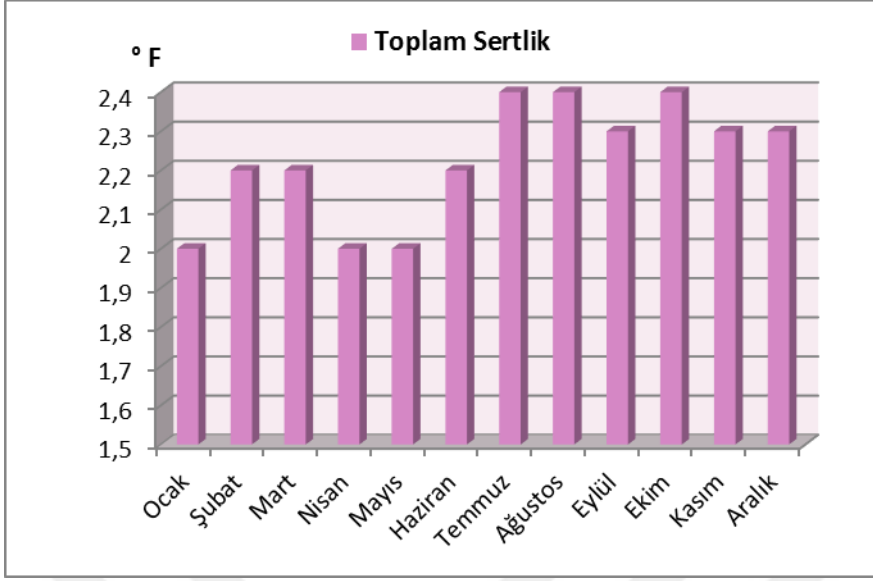


S5'den alınan numunelerde en yüksek klorür değeri şubat ayında 23,1 mg/L iken, en düşük klorür değeri ise haziran, temmuz, ağustos ve kasım aylarında 15,9 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.45.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



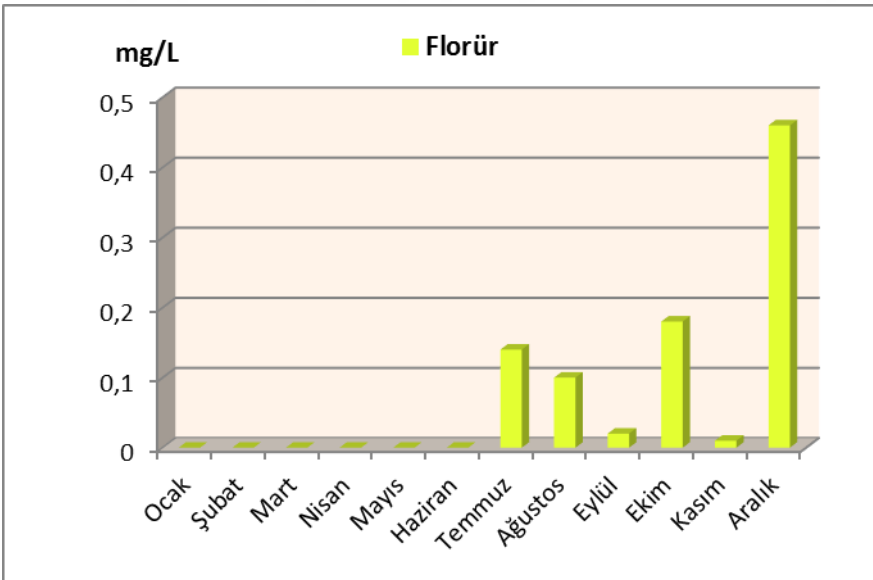
Şekil 3.45. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği

S5'den alınan numunelerde en yüksek toplam sertlik değeri temmuz, ağustos ve ekim aylarında 2,4 °F iken, en düşük toplam sertlik değeri ise ocak, nisan ve mayıs aylarında 2 °F olarak tespit edildi. Şekil 3.46.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



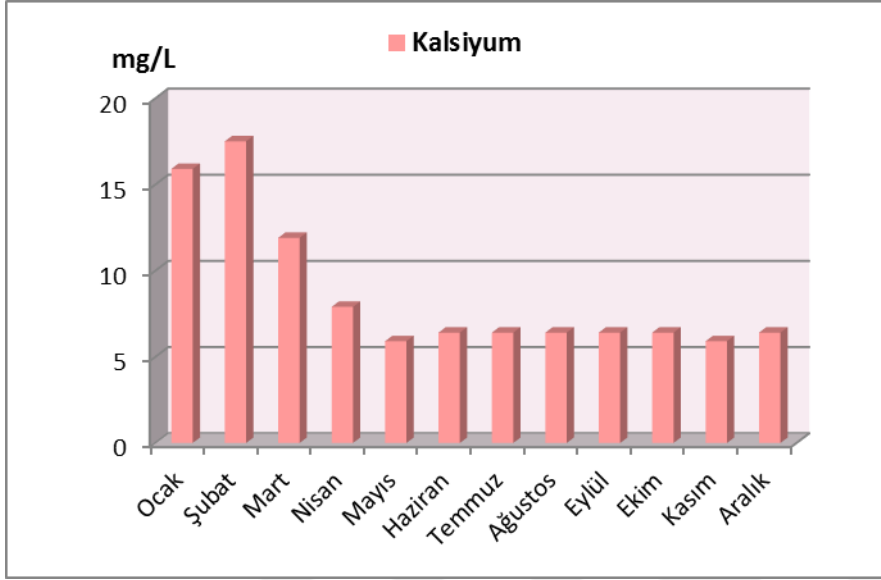
Şekil 3.46. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği

S5'den alınan numunelerde en yüksek florür değeri aralık ayında 0,46 mg/L iken, en düşük florür değeri ise ocak, şubat, mart, nisan, mayıs ve haziran aylarında 0 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.47.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.47. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği

S5’den alınan numunelerde en yüksek kalsiyum değeri şubat ayında 17,5 mg/L iken, en düşük kalsiyum değeri haziran, temmuz, ağustos, eylül, ekim ve aralık aylarında 6,4 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.48.’de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.48. S5 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği

### 3.6. Numune Alma Noktası 6: Kayışdağ Çeşmesi Analiz Sonuçları

#### 3.6.1. Fiziksel analiz sonuçları

S6’nın Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yapılan fiziksel analizleri neticesinde, koku, bulanıklık ve yabancı madde parametrelerinin organoleptik muayene sonuçları uygun olarak tespit edildi. Tablo 3.18.’de fiziksel analiz sonuçları gösterildi.

Tablo 3.18. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları

KAYIŞDAĞ	OCAK	ŞUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koku (Kendine Has)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bulanıklık(Tüketicilere Uygun)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Yabancı Madde (Yok)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

### 3.6.2. Bakteriyolojik analiz sonuçları

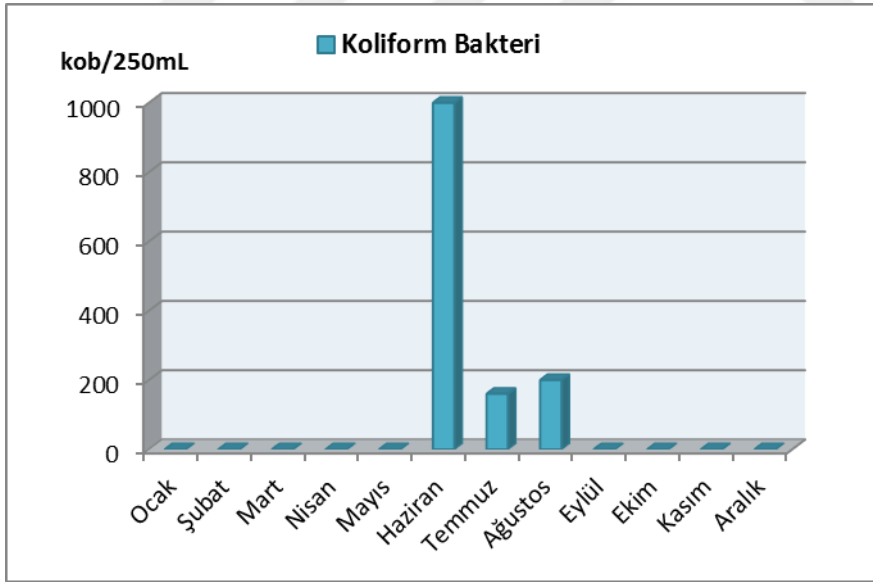
S6'nın Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız bakteriyolojik analizlerinin sonuçları Tablo 3.19.'da gösterildi.

**Tablo 3.19.** S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları

KAYIŞDAĞ	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koliform Bakteri	kob/250mL	0	0	0	0	0	1000	160	200	0	0	0	0
<i>E.coli</i>	kob/250mL	0	0	0	0	0	10	20	25	0	0	0	0
Enterokok	kob/250mL	0	0	0	0	0	0	18	25	0	0	0	0
Fekal Koliform	kob/250mL	0	0	0	0	0	15	20	25	0	0	0	0

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

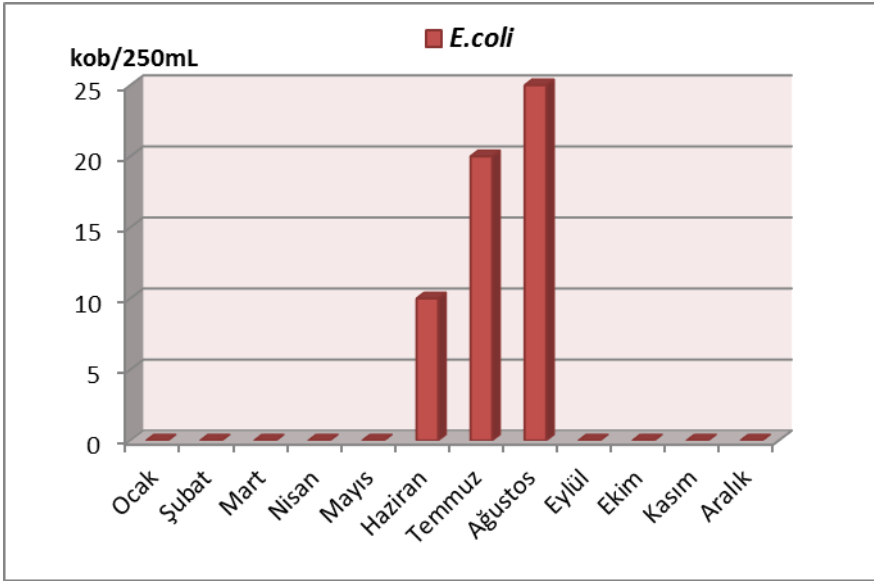
S6'dan alınan numunelerde en yüksek Koliform bakteri konsantrasyonu haziran ayında 1000 kob/250mL iken, en düşük Koliform bakteri konsantrasyonu ise ocak, şubat, mart, nisan, mayıs, eylül, ekim, kasım ve aralık aylarında 0 kob/250 mL olarak tespit edildi. Şekil 3.49.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



**Şekil 3.49.** S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi Koliform bakteri sonuç grafiği

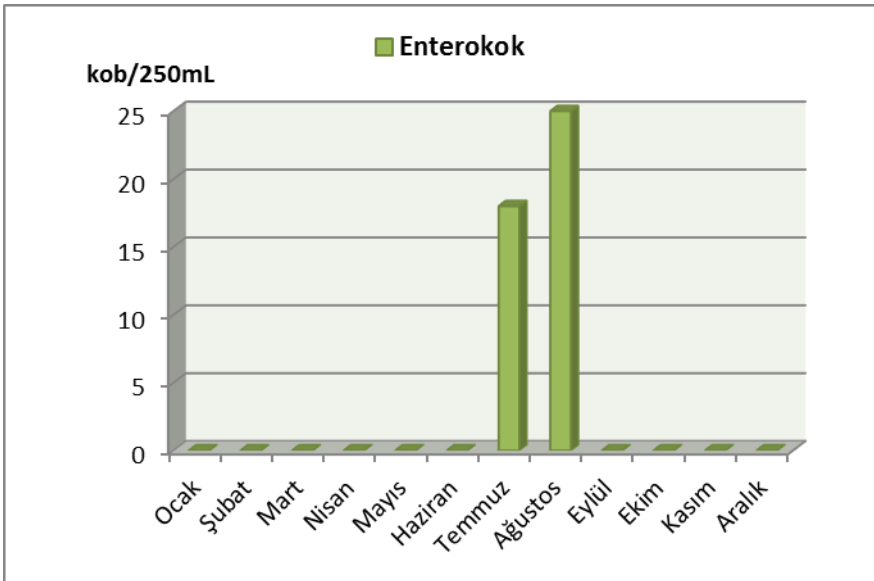
S6'dan alınan numunelerde en yüksek *E.coli* konsantrasyonu ağustos ayında 25 kob/250mL iken, en düşük *E.coli* konsantrasyonu ise ocak, şubat, mart, nisan, mayıs,

eylül, ekim, kasım ve aralık aylarında 0 kob/250 mL olarak tespit edildi. Şekil 3.50.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



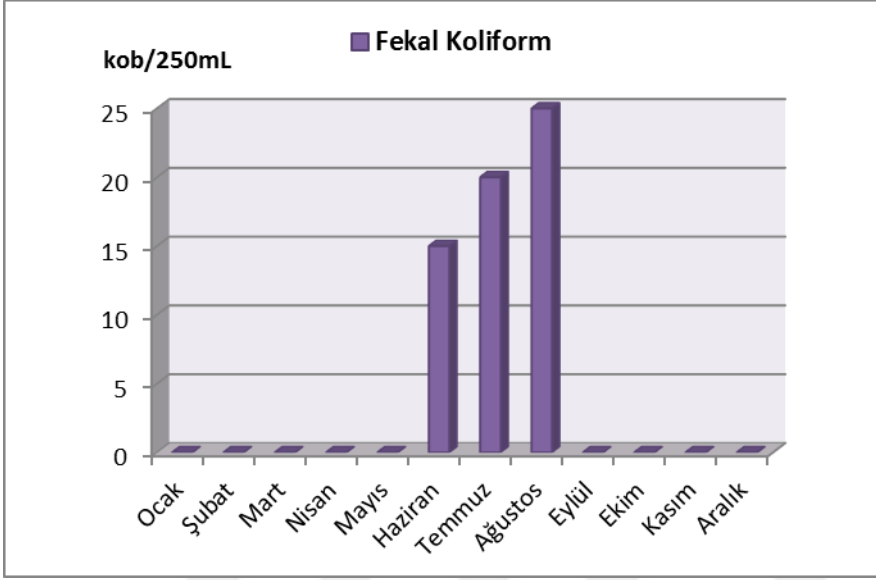
Şekil 3.50. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi *E.coli* sonuç grafiği

S6'dan alınan numunelerde yapılan analizlerde sadece temmuz ve ağustos aylarında sırasıyla 18 ve 25 kob/250mL olmak üzere Enterokok tespiti yapıldı. Diğer aylarda Enterokok tespit edilmedi. Şekil 3.51.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



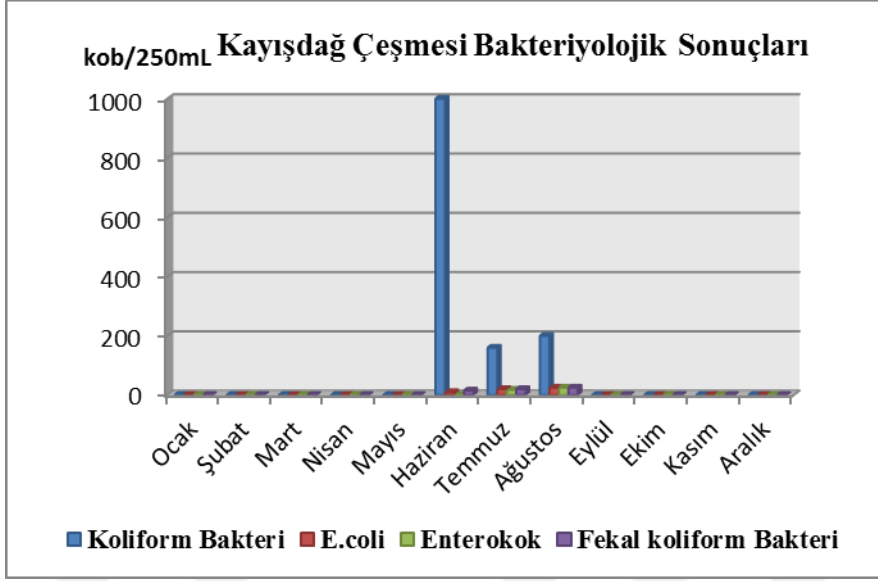
Şekil 3.51. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi Enterokok sonuç grafiği

S6'dan alınan numunelerde tespit edilen Fekal koliform konsantrasyonları sırasıyla haziran, temmuz ve ağustos aylarında 15, 20 ve 25 kob/250mL iken, analiz yapılan diğer aylarda Fekal koliform konsantrasyonu 0 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.52.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.52. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi Fekal koliform sonuç grafiği

S6 Ocak-Aralık 2014 dönemini kapsayan bir yıllık süreçte yaptığımız bakteriyolojik analizler neticesinde elde ettiğimiz bütün bulgular Şekil 3.53'de karşılaştırmalı olarak gösterildi.



Şekil 3.53. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriolojik sonuç grafiği

### 3.6.3. Kimyasal analiz sonuçları

S6'nın Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız kimyasal analizlerinin sonuçları Tablo 3.20.'de gösterildi.

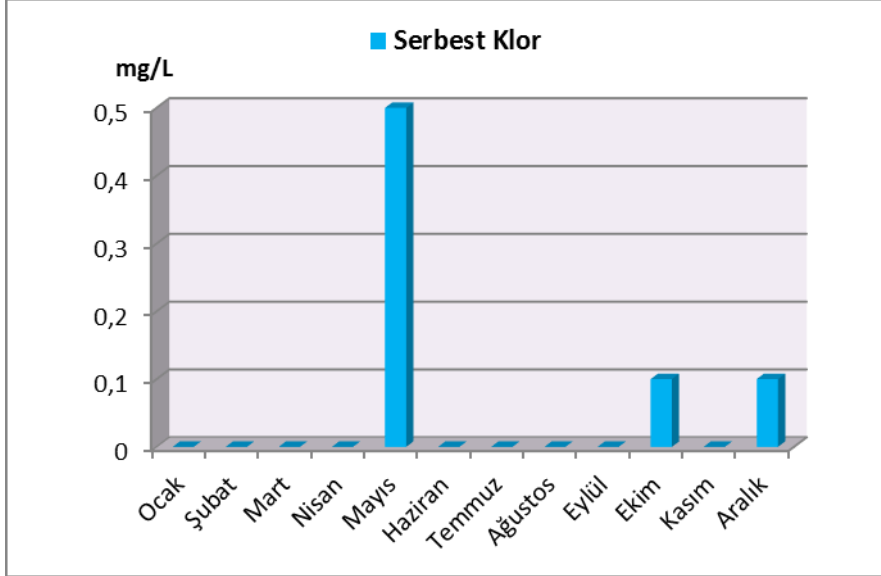
Tablo 3.20. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları

KAYIŞDAĞ	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NISAN	MAVIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
SERBEST KLOR	mg/L	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0,1	0	0,1
PH		6,5	6,4	6,5	6,5	6,2	6,2	6,4	6,4	6,4	6,6	6,5	6,7
İLETKENLİK	µS/cm	76	77	83,5	89,4	83,6	76,9	71,8	74,4	72,9	75,3	78	77
AMONYUM	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NİTRİT	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KLORÜR	mg/L	15,9	16	17,8	17,8	19,5	15,9	15,9	15,9	17,8	17,8	15,9	17,8
TOPLAMSERTLİK	°F	1,8	1,9	1,9	1,9	1,8	1,9	1,8	1,8	1,8	1,9	2,3	2,2
FLORÜR	mg/L	0	0	0	0	0	0,14	0,01	0,13	0	0,13	0,08	0,05
KALSİYUM	mg/L	4,8	5,6	6,4	7,5	4,8	5,2	4,8	4,8	5,2	4,8	5,6	5,6

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

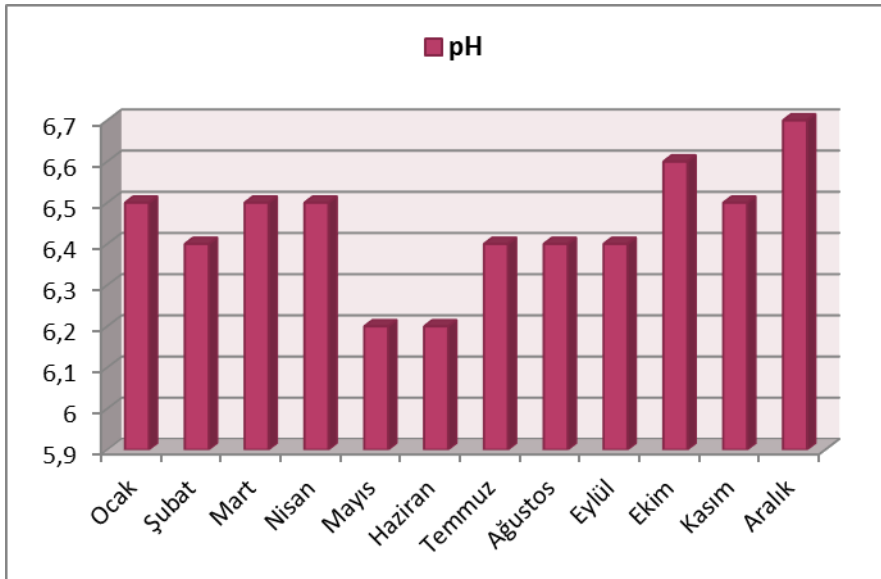
S6'dan alınan numunelerde en yüksek serbest klor değeri mayıs ayında 0,5 mg/L iken, en düşük serbest klor değeri ise ocak, şubat, mart, nisan, haziran, temmuz, ağustos, eylül

ve kasım aylarında 0 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.54.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.54. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi serbest klor sonuç grafiği

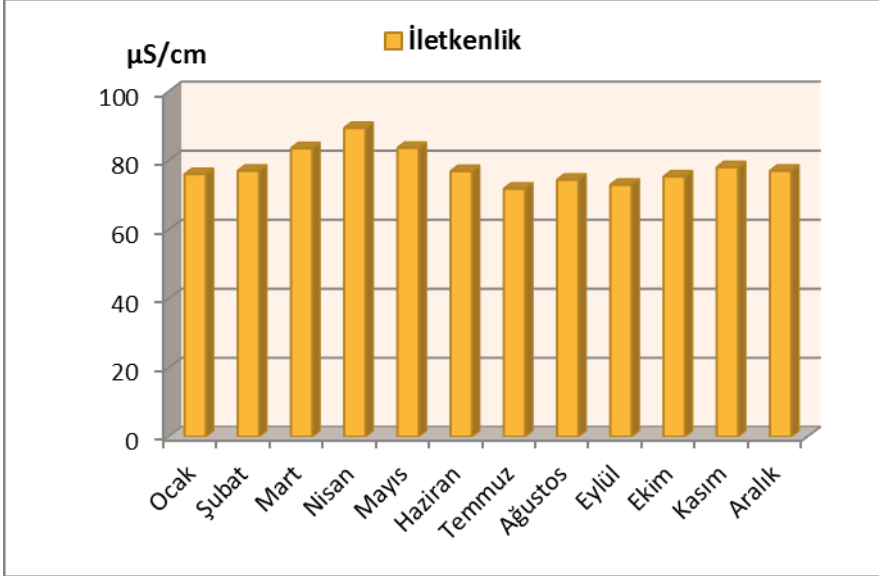
S6'dan alınan numunelerde en yüksek pH değeri ekim ayında 6,6 iken, en düşük pH değeri ise mayıs ve haziran aylarında 6,2 olarak tespit edildi. Şekil 3.55.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.55. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği

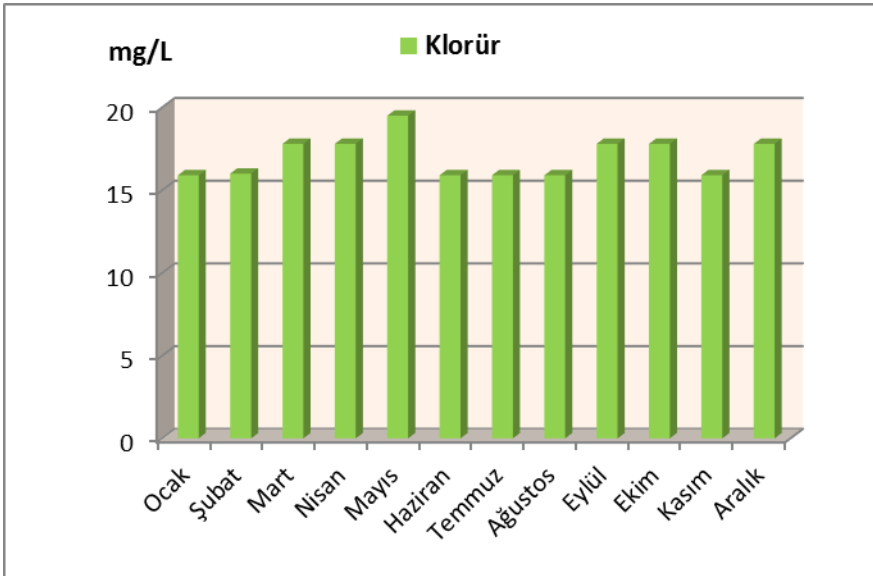


S6'dan alınan numunelerde en yüksek iletkenlik değeri nisan ayında 89,4 $\mu$ S/cm iken, en düşük iletkenlik değeri ise temmuz ayında 71,8  $\mu$ S/cm olarak tespit edildi. Şekil 3.56.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



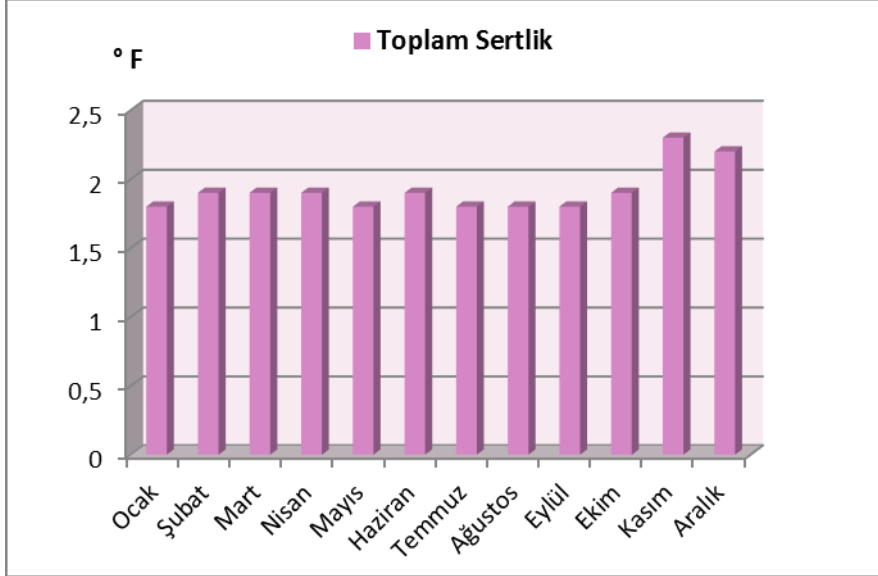
Şekil 3.56. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği

S6'dan alınan numunelerde en yüksek klorür değeri mayıs ayında 19,5 mg/L iken, en düşük klorür değeri ise ocak, haziran, temmuz, ağustos ve kasım aylarında 15,9 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.57.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



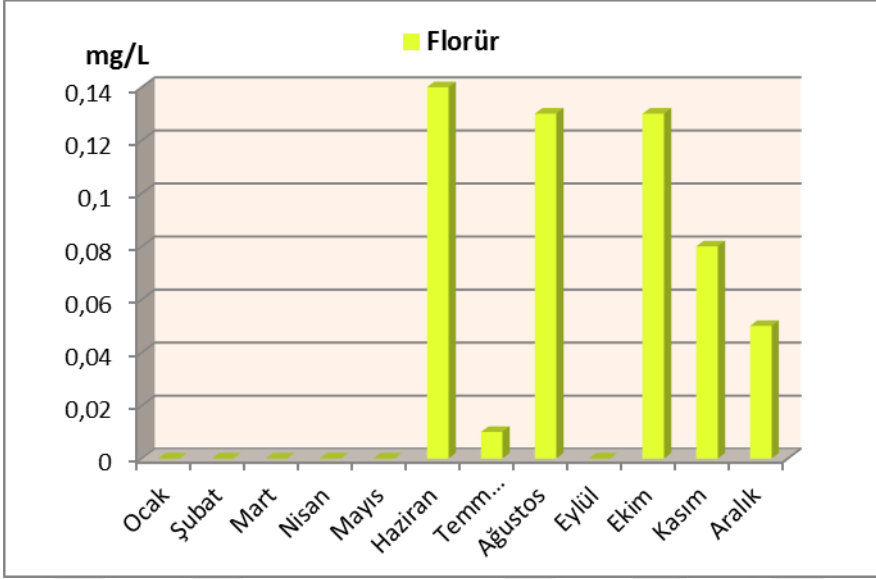
Şekil 3.57. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği

S6'dan alınan numunelerde en yüksek toplam sertlik değeri kasım ayında 2,3 °F iken, en düşük toplam sertlik değeri ise ocak, mayıs, temmuz, ağustos, eylül aylarında 1,8 °F olarak tespit edildi. Şekil 3.58.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



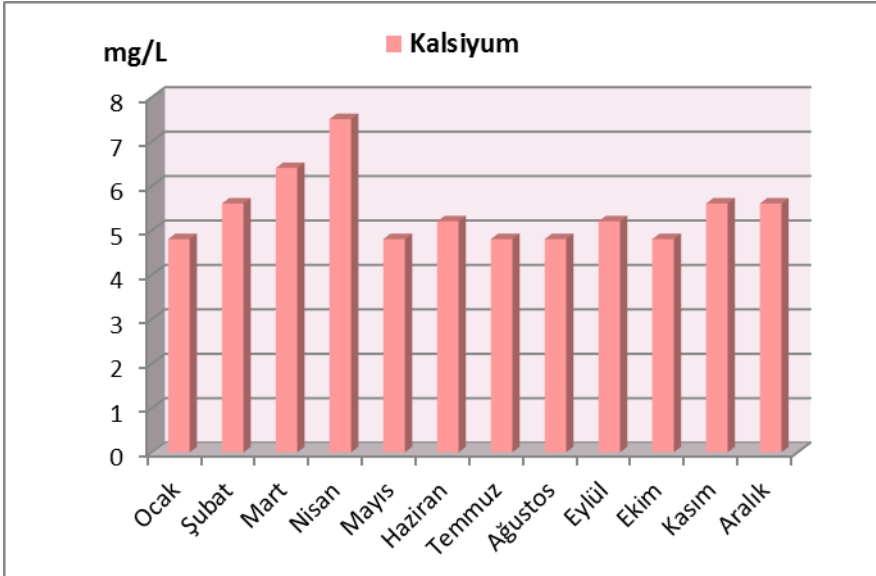
Şekil 3.58. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği

S6'dan alınan numunelerde en yüksek florür değeri haziran ayında 0,14 mg/L, ağustos ve ekim aylarında 0,13 mg/L, kasım ayında 0,08 mg/L, aralık ayında 0,05 mg/L, temmuz ayında ise 0,01 mg/L iken ocak, şubat, mart, nisan, mayıs ve eylül aylarında 0 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.59.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.59. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği

S6'dan alınan numunelerde en yüksek kalsiyum değeri mart ayında 6,4 mg/L iken, en düşük kalsiyum değeri ise ocak, mayıs, temmuz, ağustos ve ekim aylarında 4,8 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.60.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.60. S6 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği

### 3.7. Numune Alma Noktası 7: Kozyatağı Çeşmesi Analiz Sonuçları

#### 3.7.1. Fiziksel analiz sonuçları

S7'nin Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yapılan fiziksel analizleri neticesinde, koku, bulanıklık ve yabancı madde parametrelerinin organoleptik muayene sonuçları uygun olarak tespit edildi. Tablo 3.21.'de fiziksel analiz sonuçları gösterildi.

**Tablo 3.21.** S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları

KOZYATAĞI	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koku (Kendine Has)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓
Bulanıklık(Tüketicilere Uygun)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓
Yabancı Madde (Yok)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

#### 3.7.2. Bakteriyolojik analiz sonuçları

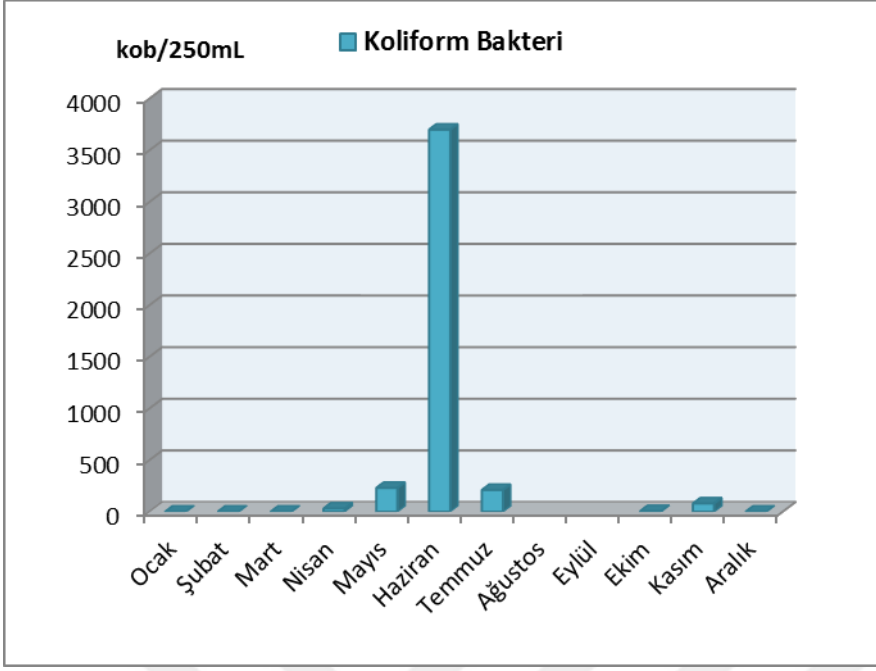
S7'nin Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız bakteriyolojik analizlerinin sonuçları Tablo 3.22.'de gösterildi. Ağustos ve eylül aylarında S7'den su akmadığından numune alınamadı.

**Tablo 3.22.** S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları

KOZYATAĞI	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koliform Bakteri	kob/250mL	0	0	0	30	230	3700	210	-	-	5	80	0
<i>E.coli</i>	kob/250mL	0	0	0	0	0	25	0	-	-	0	0	0
Enterokok	kob/250mL	0	0	0	0	0	0	30	-	-	0	0	0
Fekal Koliform	kob/250mL	0	0	0	0	0	25	0	-	-	0	0	0

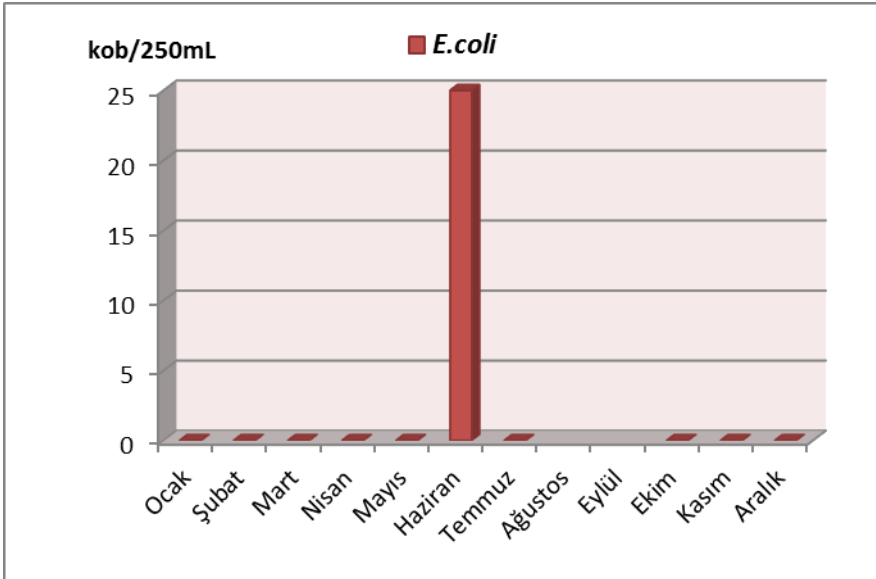
(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

S7'den alınan numunelerde en yüksek Koliform bakteri konsantrasyonu haziran ayında 3700 kob/250mL iken, en düşük Koliform bakteri konsantrasyonu ise ocak, şubat, mart ve aralık aylarında 0 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.61.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



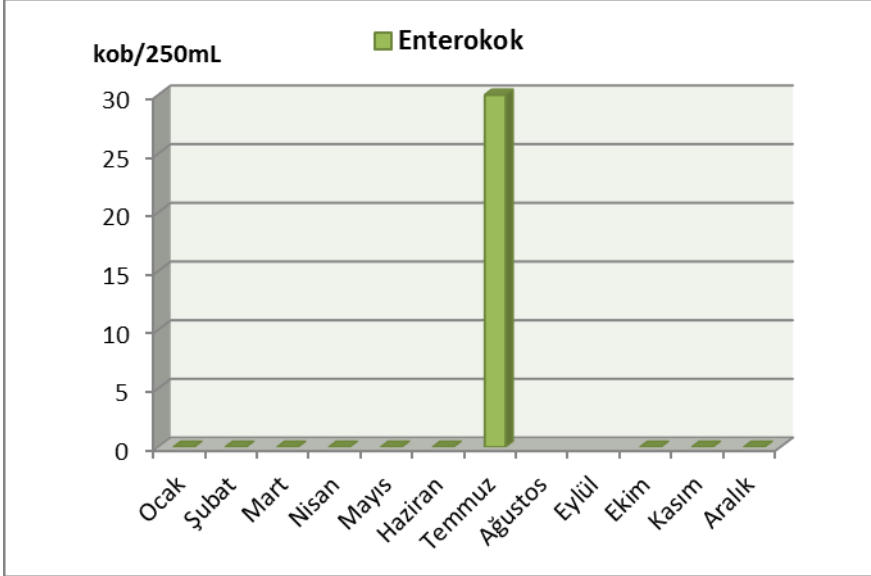
Şekil 3.61. S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi Koliform bakteri sonuç grafiği

S7'den alınan numunelerde sadece haziran ayında 25 kob/250mL konsantrasyonunda *E.coli* bulaşması tespit edilirken, analizi yapılan diğer tüm aylarda ise *E.coli* varlığına rastlanmadı. Şekil 3.62.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



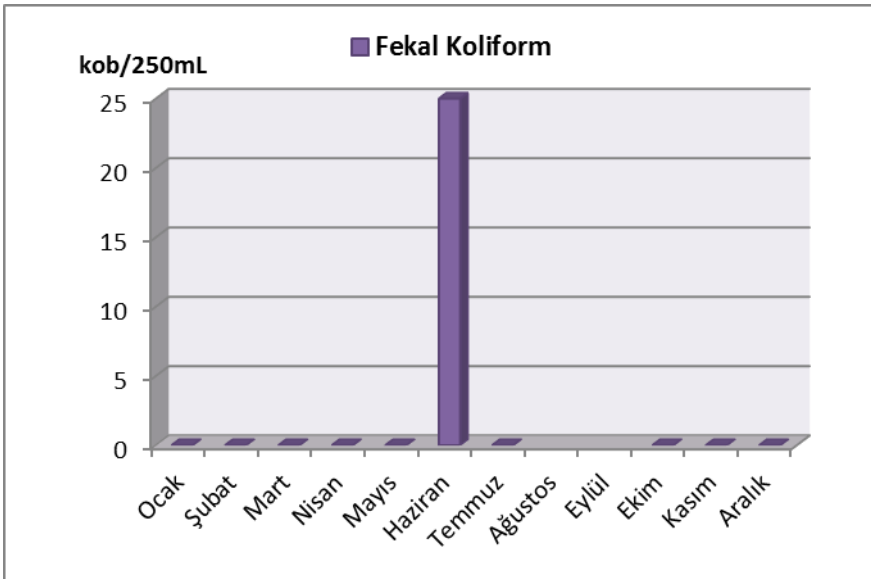
Şekil 3.62. S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi *E.coli* sonuç grafiği

S7'den alınan numunelerde temmuz ayında 30 kob/250mL olarak tespit edilen Enterokok konsantrasyonundan başka diğer aylarda bu bakterinin varlığına rastlanmadı. Şekil 3.63.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



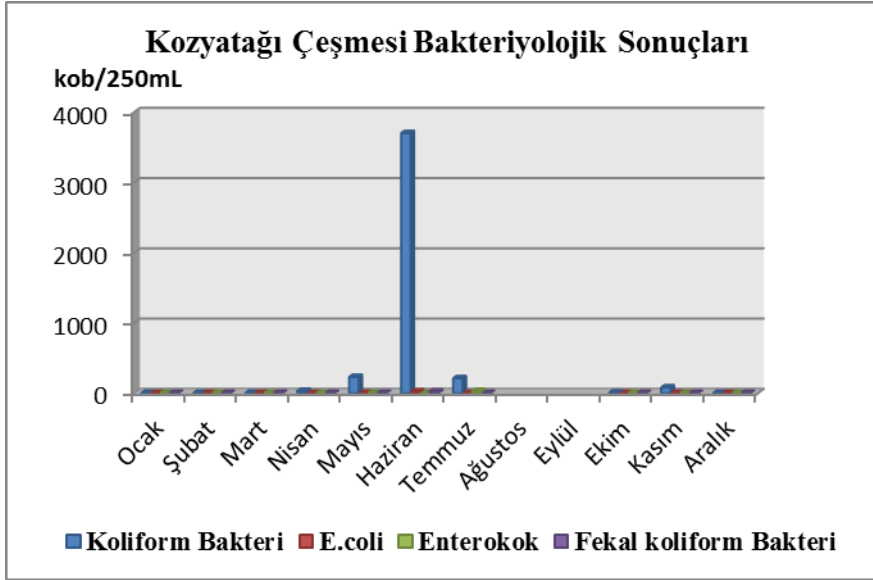
Şekil 3.63. S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi Enterokok sonuç grafiği

S7'den alınan numunelerde Fekal koliform varlığına sadece 25 kob/250mL olarak haziran ayında rastlanıldı. Şekil 3.64.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.64. S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi Fekal koliform sonuç grafiği

S7’de Ocak-Aralık 2014 dönemini kapsayan bir yıllık süreçte yapılan bakteriyolojik analizler neticesinde elde ettiğimiz bütün bulgular Şekil 3.65’de karşılaştırmalı olarak gösterildi.



Şekil 3.65. S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriyolojik sonuç grafiği

### 3.7.3. Kimyasal analiz sonuçları

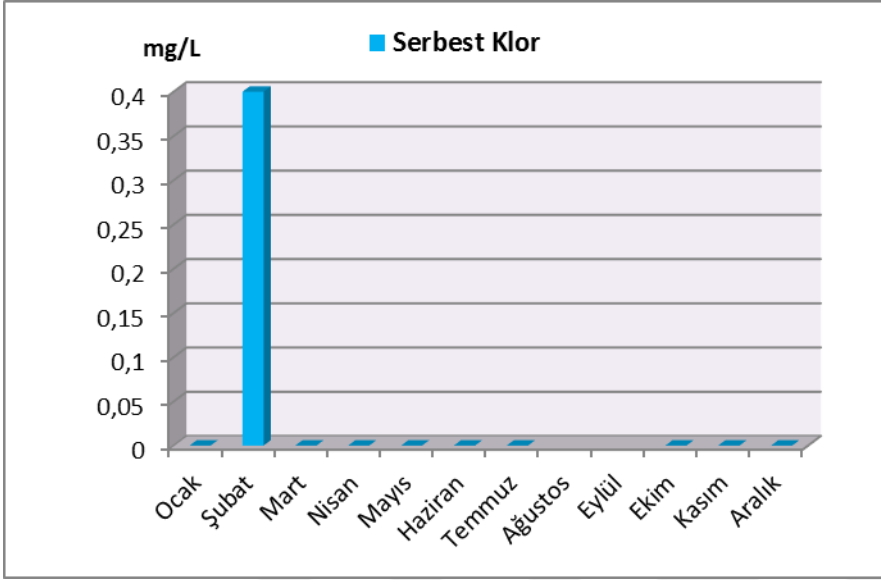
S7’nin Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız kimyasal analizlerinin sonuçları Tablo 3.23.’de gösterildi. Ağustos ve eylül ayında S7’den su akmadığından numune alınamadı.

Tablo 3.23. S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları

KOZYATAĞI	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
SERBEST KLOR	mg/L	0	0,4	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0
PH		7,2	7,4	7,1	6,9	7,1	6,9	7,2	-	-	7,1	6,8	7,1
İLETKENLİK	µS/cm	190,4	197,6	170,5	90,7	79,4	84,6	89,1	-	-	84,2	80,3	81,8
AMONYUM	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0
NİTRİT	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0
KLORÜR	mg/L	21,3	24,9	19,9	17,8	17,8	17,7	17,8	-	-	17,8	15,9	17,8
TOPLAMSERTLİK	°F	2,6	2,4	2,4	2,4	2,2	2,4	2,4	-	-	2,4	2,4	2,6
FLORÜR	mg/L	0	0	0	0	0	0,11	0,09	-	-	0,19	0	0
KALSİYUM	mg/L	19,8	24,6	18,5	7,9	6,8	6,8	7,4	-	-	6,4	6,8	6,8

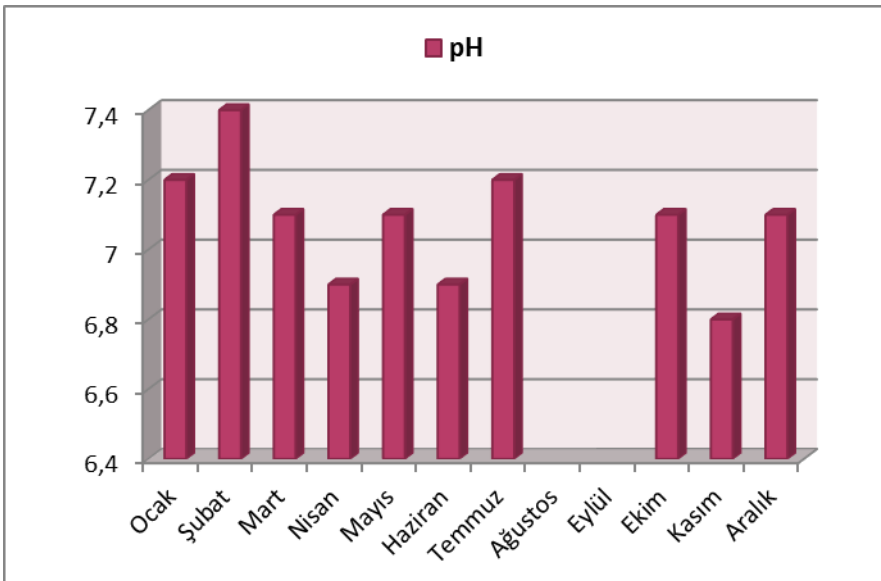
(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

S7'den alınan numunelerde en yüksek serbest klor değeri şubat ayında 0,4 mg/L iken, en düşük serbest klor değeri ise ocak, mart, nisan, mayıs, haziran, temmuz, ekim, kasım ve aralık aylarında 0 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.66.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.66. S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi serbest klor sonuç grafiği

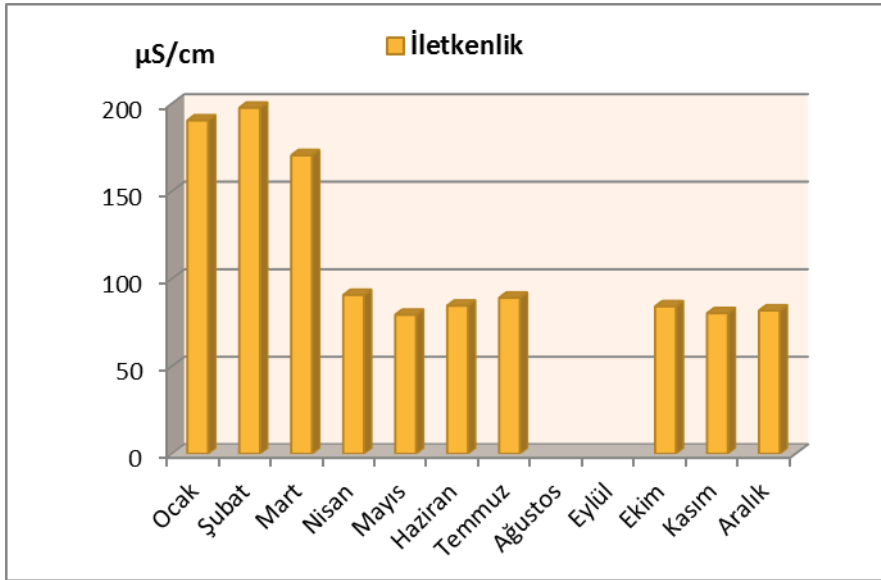
S7'den alınan numunelerde en yüksek pH değeri şubat ayında 7,4 iken, en düşük pH değeri ise kasım ayında 6,8 olarak tespit edildi. Şekil 3.67.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.67. S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği

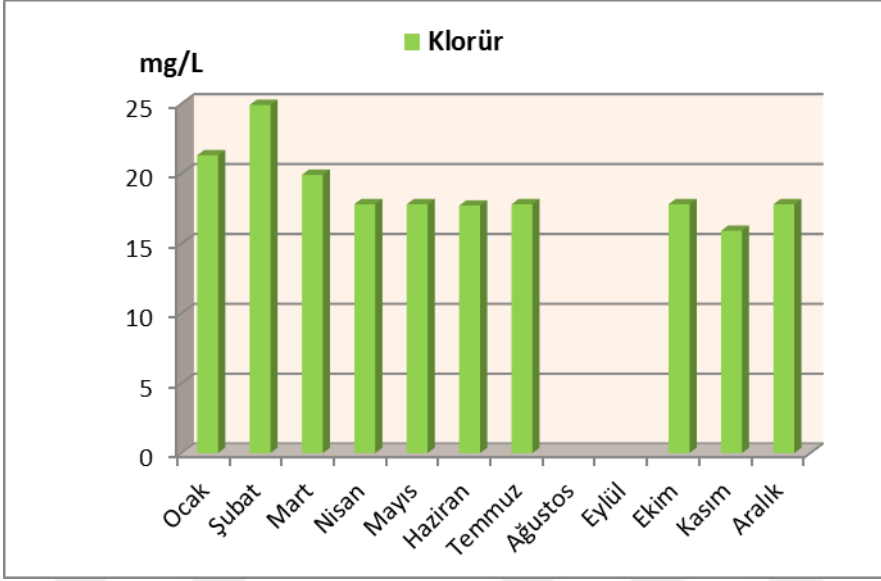


S7'den alınan numunelerde en yüksek iletkenlik değerleri sırasıyla şubat ayında 197,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ocak ayında 190,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mart ayında ise 170,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  iken, en düşük iletkenlik değeri ise mayıs ayında 79,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak tespit edildi. Şekil 3.68.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



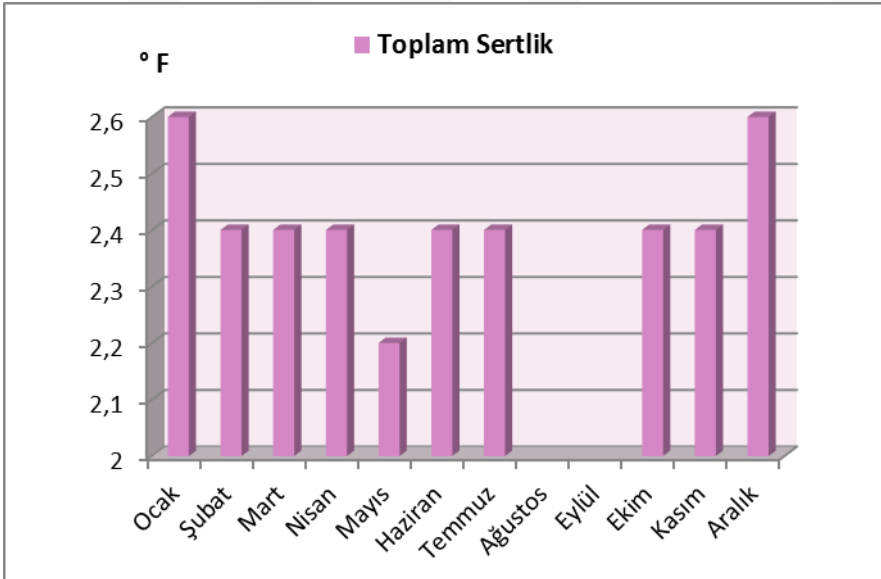
Şekil 3.68. S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği

S7'den alınan numunelerde en yüksek klorür değeri şubat ayında 24,9 mg/L iken, en düşük klorür değeri ise kasım ayında 15,9mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.69.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



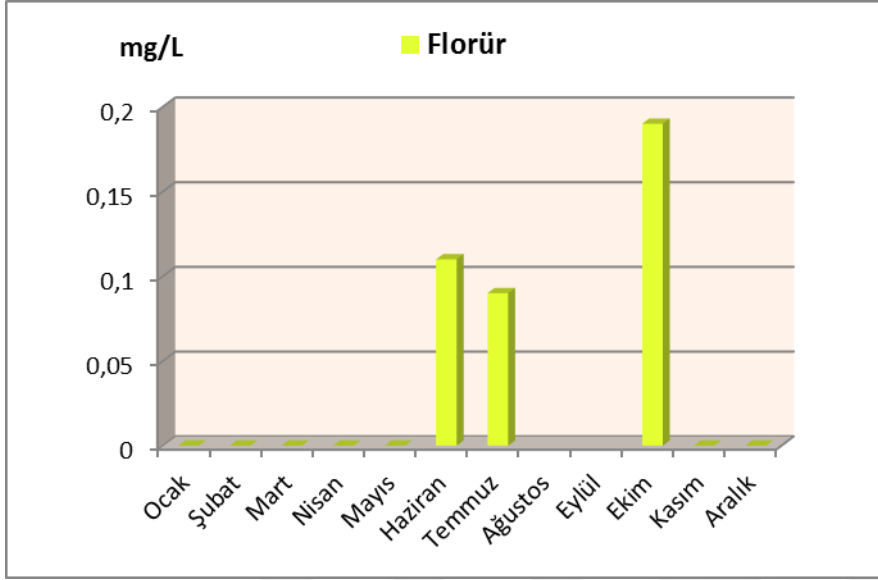
Şekil 3.69. S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği

S7'den alınan numunelerde en yüksek toplam sertlik değeri ocak ve aralık aylarında 2,6 °F iken, en düşük toplam sertlik değeri ise mayıs ayında 2,2 °F olarak tespit edildi. Şekil 3.70.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



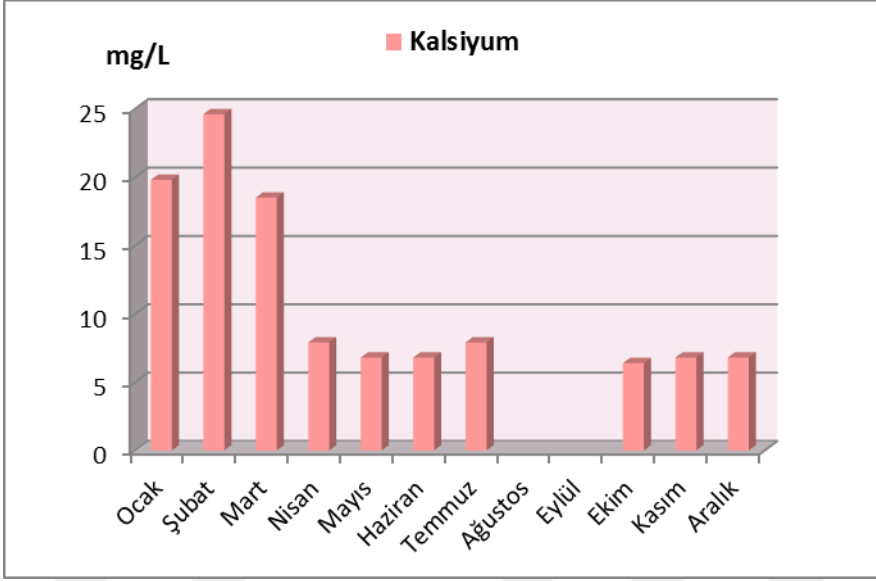
Şekil 3.70. S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği

S7'den alınan numunelerde en yüksek florür değerleri sırasıyla ekim ayında 0,19 mg/L, haziran ayında 0,11 mg/L, temmuz ayında ise 0,09 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.71.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.71. S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği

S7'den alınan numunelerde en yüksek kalsiyum değerleri sırasıyla şubat ayında 24,6 mg/L, ocak ayında 19,8 mg/L, mart ayında 18,5 mg/L iken, en düşük kalsiyum değeri ekim ayında 6,4 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.72.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.72. S7 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği

### 3.8. Numune Alma Noktası 8: Sahrayıcedit Çeşmesi Analiz Sonuçları

#### 3.8.1. Fiziksel analiz sonuçları

S8'in Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yapılan fiziksel analizleri neticesinde, koku, bulanıklık ve yabancı madde parametrelerinin organoleptik muayene sonuçları uygun olarak tespit edildi. Tablo 3.24.'de fiziksel analiz sonuçları gösterildi.

Tablo 3.24. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları

SAHRA YICEDİT	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koku (Kendine Has)	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓
Bulanıklık (Tüketicilere Uygun)	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓
Yabancı Madde (Yok)	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

### 3.8.2. Bakteriyolojik analiz sonuçları

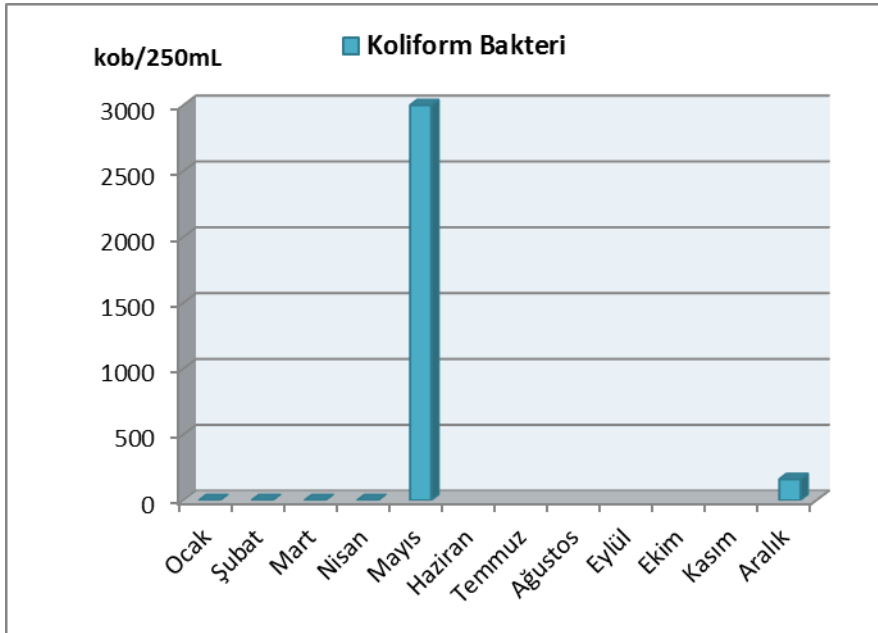
S8'in Ocak- Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız bakteriyolojik analizlerinin sonuçları Tablo 3.25.'de gösterildi. Haziran, temmuz, ağustos, eylül, ekim ve kasım aylarında S8'den su akmadığından numune alınamadı.

**Tablo 3.25.** S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları

SAHRAYICEDİT BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koliform Bakteri	kob/250mL	0	0	0	0	3000	-	-	-	-	-	160
<i>E.coli</i>	kob/250mL	0	0	0	0	180	-	-	-	-	-	100
Enterokok	kob/250mL	0	0	0	5	8	-	-	-	-	-	5
Fekal Koliform	kob/250mL	0	0	0	0	180	-	-	-	-	-	100

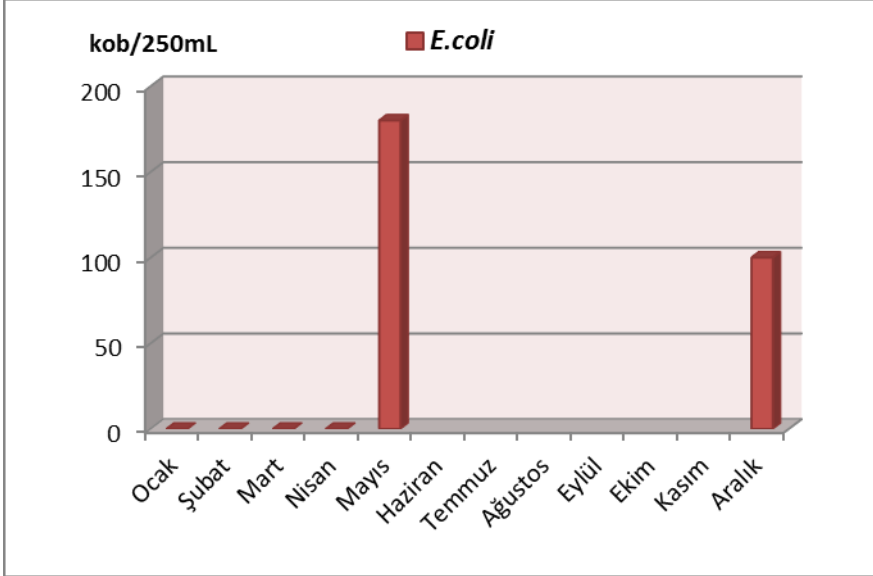
(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

S8'den alınan numunelerde en yüksek Koliform bakteri konsantrasyonu 3000 kob/250mL iken, en düşük Koliform konsantrasyonu ise ocak, şubat, mart ve nisan aylarında 0 kob/250ml olarak tespit edildi. Şekil 3.73.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



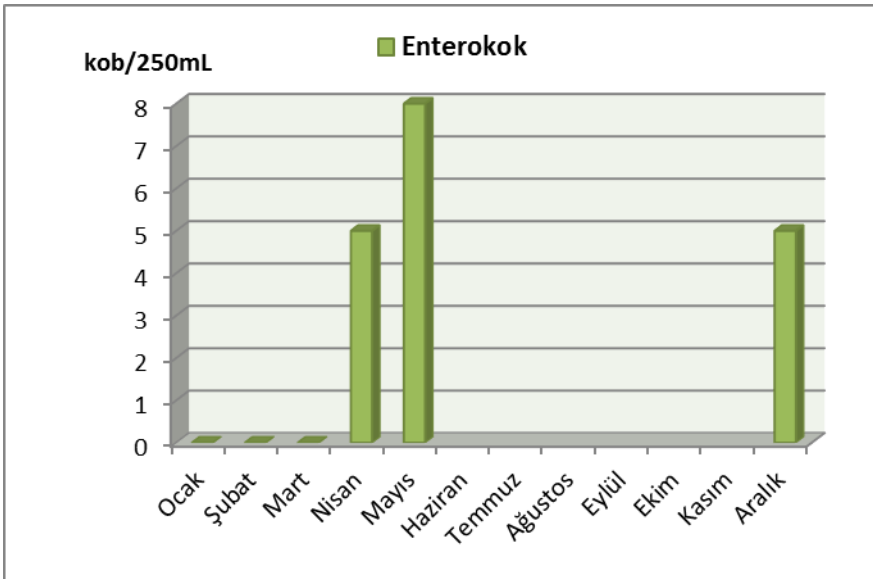
**Şekil 3.73.** S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi Koliform bakteri sonuç grafiği

S8'den alınan numunelerde en yüksek *E.coli* konsantrasyonu 180 kob/250mL iken, en düşük *E.coli* konsantrasyonu ise ocak, şubat, mart ve nisan aylarında 0 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.74.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



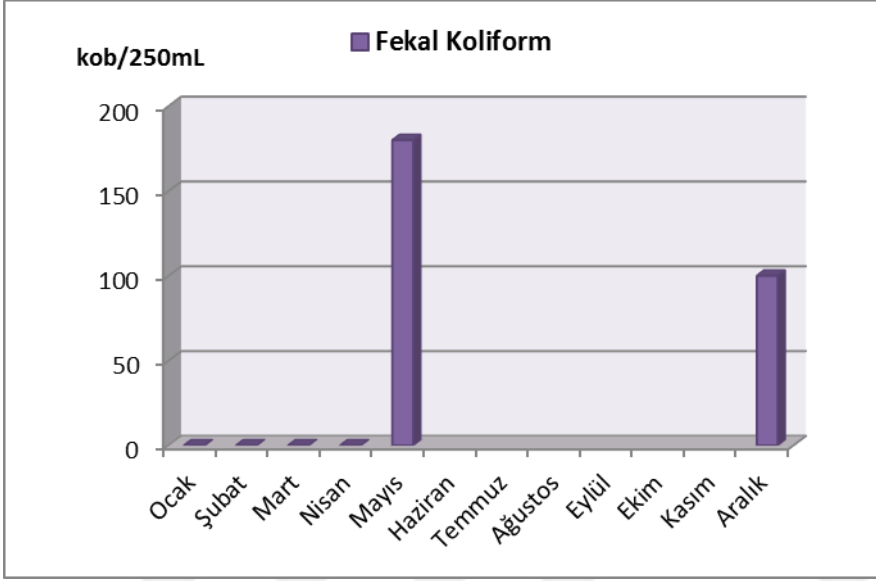
Şekil 3.74. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi *E.coli* sonuç grafiği

S8'den alınan numunelerde Enterokok konsantrasyonu oldukça düşük olmakla beraber en yüksek değer mayıs ayında 8 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.75.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



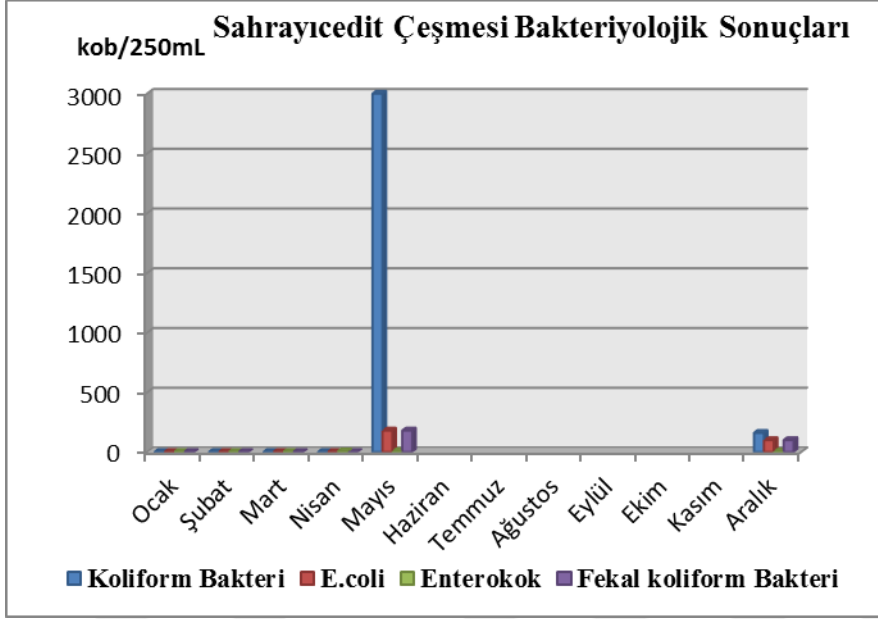
Şekil 3.75. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi Enterokok sonuç grafiği

S8'den alınan numunelerde en yüksek Fekal koliform konsantrasyonları sırasıyla mayıs ayında 180 kob/250mL ve aralık ayında 100 kob/250mL iken, diğer aylarda fekal koliform varlığına rastlanmadı. Şekil 3.76.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.76. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi Fekal koliform sonuç grafiği

S8'de Ocak-Aralık 2014 dönemini kapsayan bir yıllık süreçte yapılan bakteriyolojik analizler neticesinde elde ettiğimiz bütün bulgular Şekil 3.77'de karşılaştırmalı olarak gösterildi.



Şekil 3.77. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriolojik sonuç grafiği

### 3.8.3. Kimyasal analiz sonuçları

S8'in Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız kimyasal analizlerinin sonuçları Tablo 3.26.'da gösterildi. Haziran, temmuz, ağustos, eylül, ekim ve kasım aylarında S8'den su akmadığından numune alınamadı.

Tablo 3.26. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları

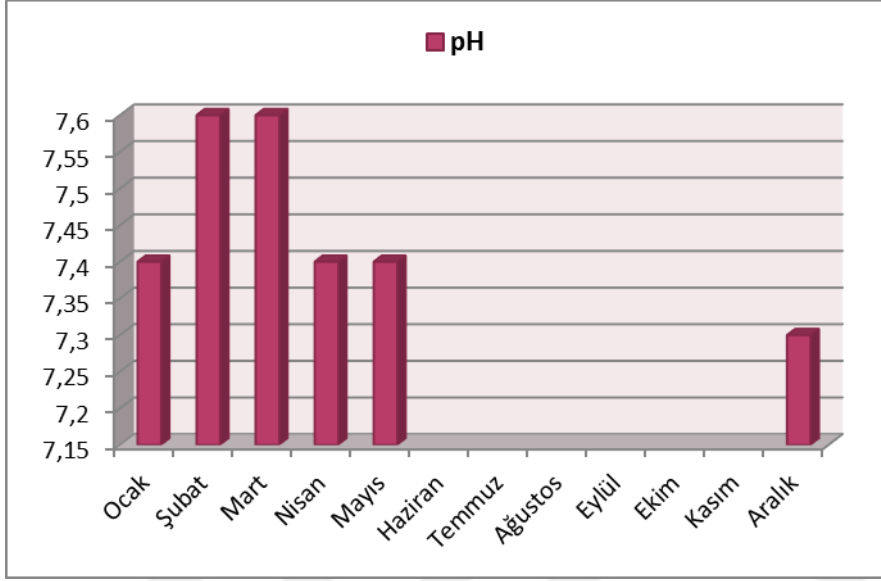
SAHRAYICEDİT	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
SERBEST KLOR	mg/L	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0
PH		7,4	7,6	7,6	7,4	7,4	-	-	-	-	-	-	7,3
İLETKENLİK	µS/cm	180,5	185,4	174,6	96,1	88,2	-	-	-	-	-	-	107,5
AMONYUM	mg/L	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0
NİTRİT	mg/L	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0
KLORÜR	mg/L	20,8	23,1	23,1	17,8	17,8	-	-	-	-	-	-	17,8
TOPLAMSERTLİK	°F	2,2	2,2	2,4	2,4	2,8	-	-	-	-	-	-	3,5
FLORÜR	mg/L	0	0	0,01	0,01	0,04	-	-	-	-	-	-	0,02
KALSİYUM	mg/L	19,8	23,4	15,9	8,7	7,9	-	-	-	-	-	-	11,9

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.



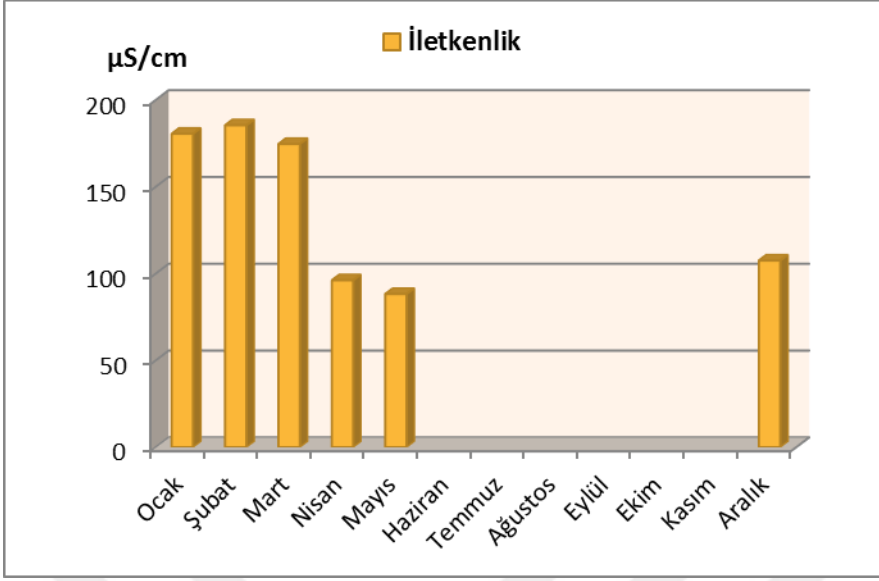
S8'den alınan numunelerde Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca yapılan serbest klor analizleri sonucunda elde edilen tüm bulgular 0 mg/L olarak tespit edildi.

S8'de yapılan analizler neticesinde en yüksek pH değeri şubat ve mart aylarında 7,6 kob/250mL iken, en düşük pH değeri ise aralık ayında 7,3 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.78.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



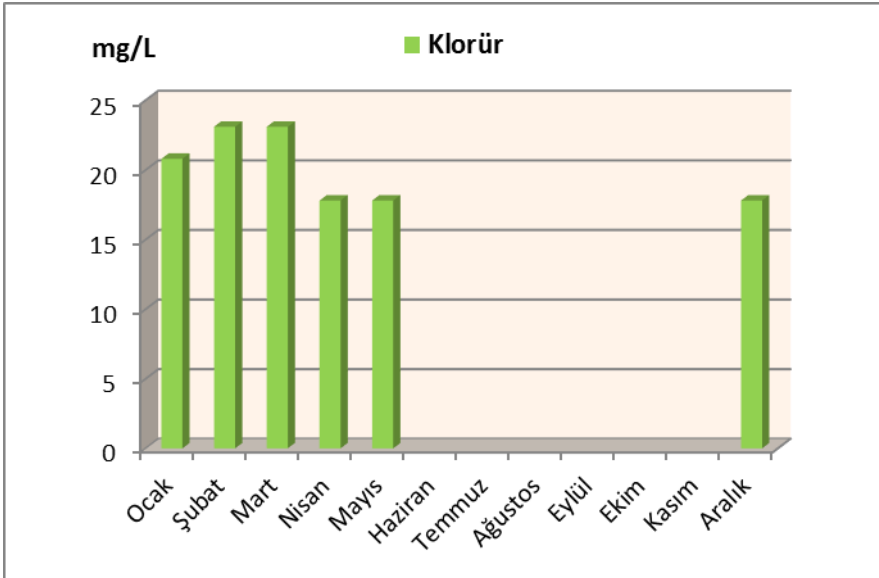
Şekil 3.78. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği

S8'den alınan numunelerde en yüksek iletkenlik değeri şubat ayında 185,4  $\mu$ S/cm iken, en düşük iletkenlik değeri ise mayıs ayında 88,2  $\mu$ S/cm olarak tespit edildi. Şekil 3.79.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



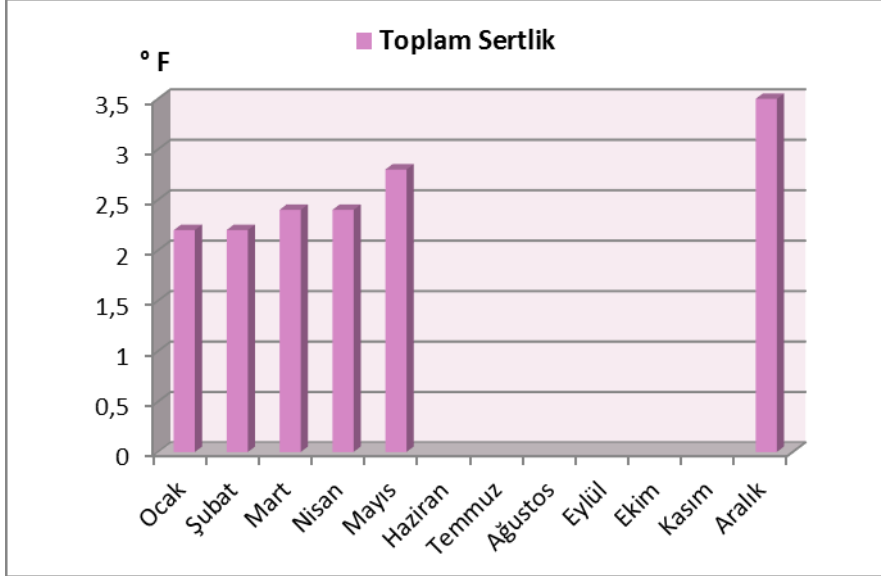
Şekil 3.79. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği

S8'den alınan numunelerde en yüksek klorür değeri şubat ve mart aylarında 23,1 mg/L iken, en düşük klorür değeri ise nisan, mayıs ve aralık aylarında 17,8 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.80.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



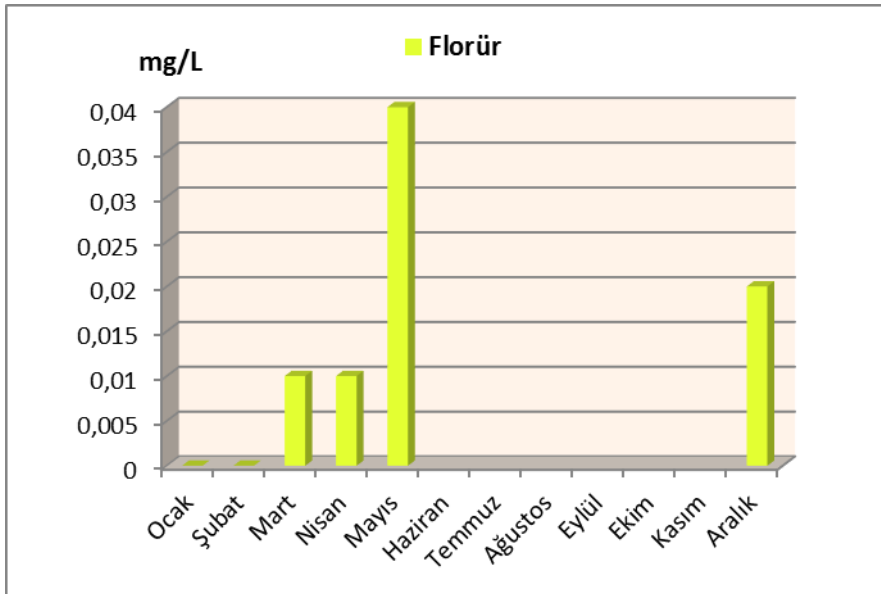
Şekil 3.80. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği

S8'den alınan numunelerde en yüksek toplam sertlik değeri aralık ayında 3,5 °F iken, en düşük toplam sertlik değeri ise ocak ve şubat aylarında 2,2 °F olarak tespit edildi. Şekil 3.81.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



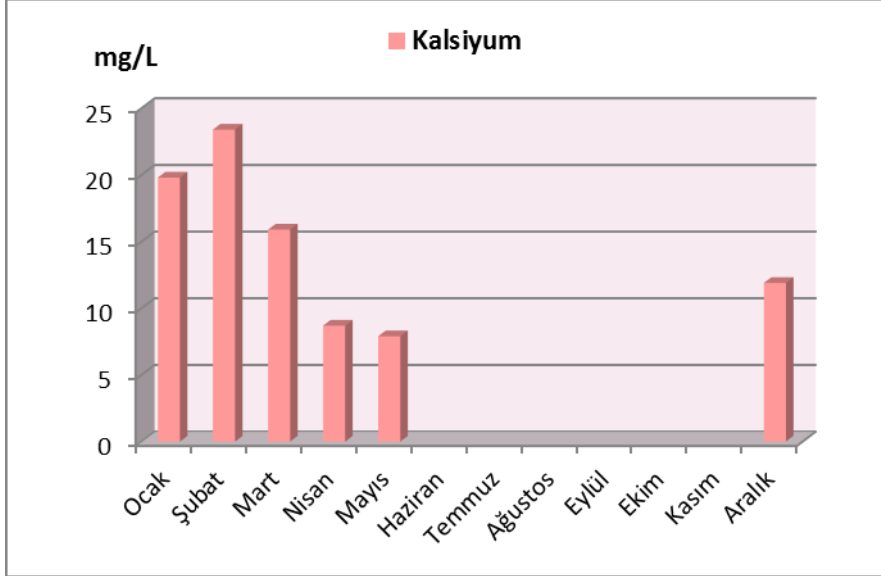
Şekil 3.81. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği

S8'den alınan numunelerde en yüksek florür değeri mayıs ayında 0,04 mg/L iken, en düşük florür değeri ise ocak ve şubat aylarında 0 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.82.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.82. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği

S8'den alınan numunelerde en yüksek kalsiyum değeri şubat ayında 23,4 mg/L iken, en düşük kalsiyum değeri ise mayıs ayında 7,9 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.83.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.83. S8 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği

### 3.9. Numune Alma Noktası 9: Tatlısu 1 Analiz Sonuçları

#### 3.9.1. Fiziksel analiz sonuçları

S9'un Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yapılan fiziksel analizleri neticesinde, koku, bulanıklık ve yabancı madde parametrelerinin organoleptik muayene sonuçları uygun olarak tespit edildi. Tablo 3.27.'de fiziksel analiz sonuçları gösterildi.

Tablo 3.27. S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları

TATLISU 1	OCAK	ŞUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koku (Kendine Has)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bulanıklık(Tüketicilere Uygun)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Yabancı Madde (Yok)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

### 3.9.2. Bakteriyolojik analiz sonuçları

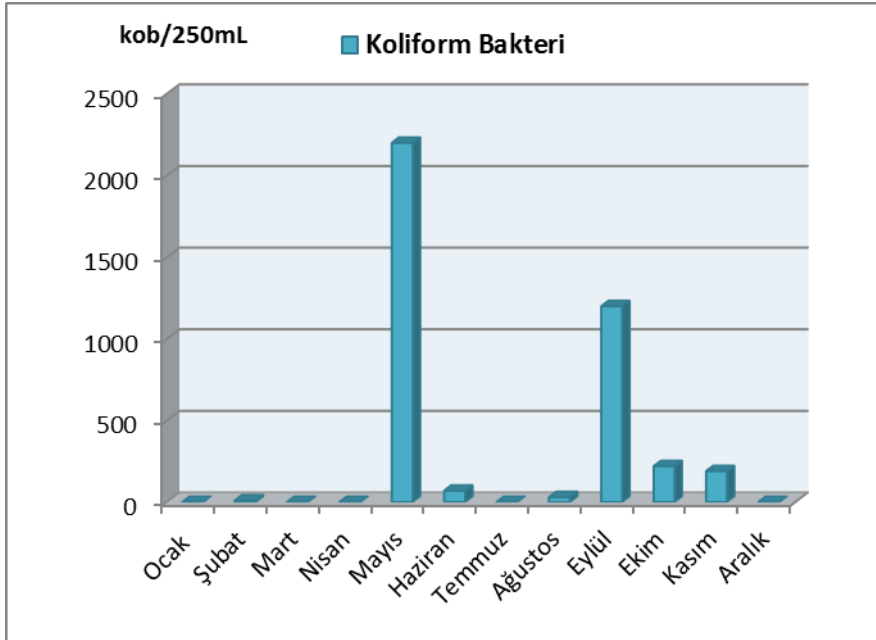
S9'un Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız bakteriyolojik analizlerinin sonuçları Tablo 3.28.'de gösterildi.

**Tablo 3.28.** S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları

TATLISU 1	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koliform Bakteri	kob/250mL	0	10	0	0	2200	70	0	30	1200	220	190	0
E.coli	kob/250mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Enterokok	kob/250mL	0	0	0	0	0	0	0	0	30	5	0	0
Fekal Koliform	kob/250mL	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	3	0

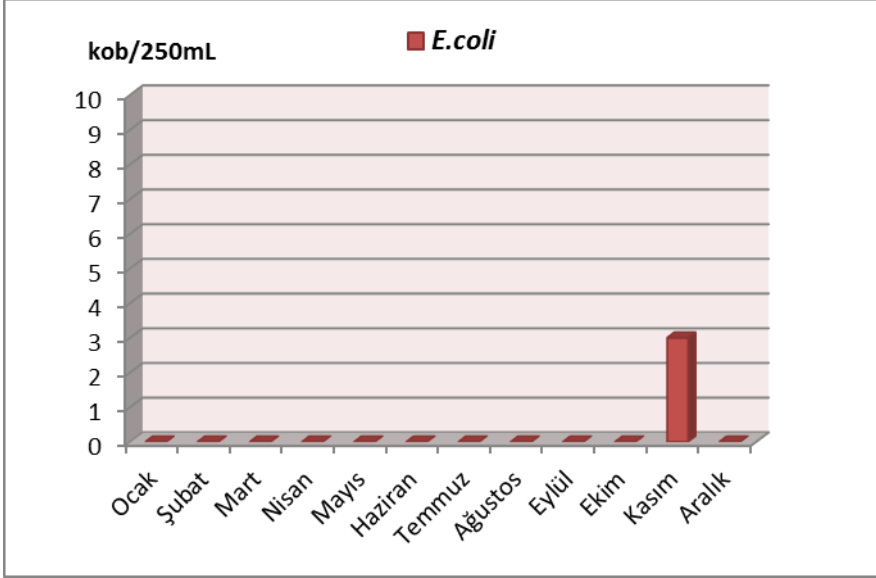
(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

S9'dan alınan numunelerde en yüksek Koliform bakteri konsantrasyonu özellikle mayıs ayında ve eylül ayında gözlemlendi. Bu aylardaki Koliform bakteri değerleri sırasıyla 2200 kob/250mL ve 1200 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.84.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



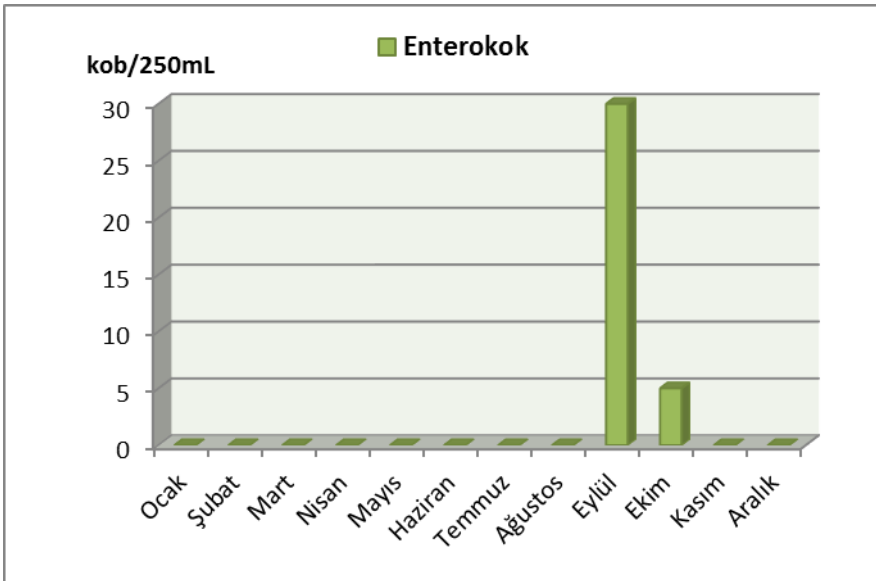
**Şekil 3.84.** S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi Koliform bakteri sonuç grafiği

S9'da Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yapılan analizlerde sadece kasım ayında 3 kob/250mL gibi oldukça düşük *E.coli* konsantrasyonuna rastlandı. Şekil 3.85'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



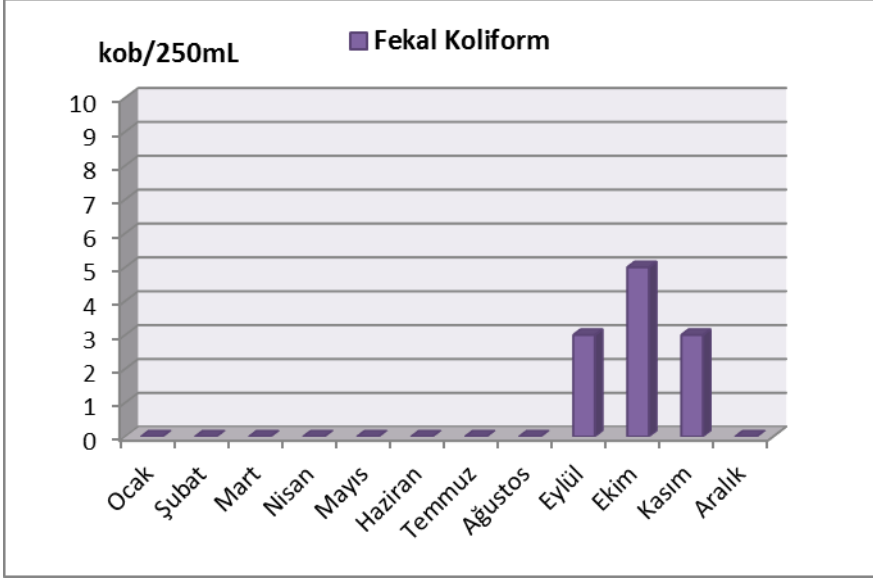
Şekil 3.85. S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi *E.coli* sonuç grafiği

S9'dan alınan numunelerde Enterokok konsantrasyonu açısından sadece eylül ve ekim aylarında sırasıyla 30 kob/250mL ve 5 kob/250mL olarak kirlilik saptandı. Şekil 3.86.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



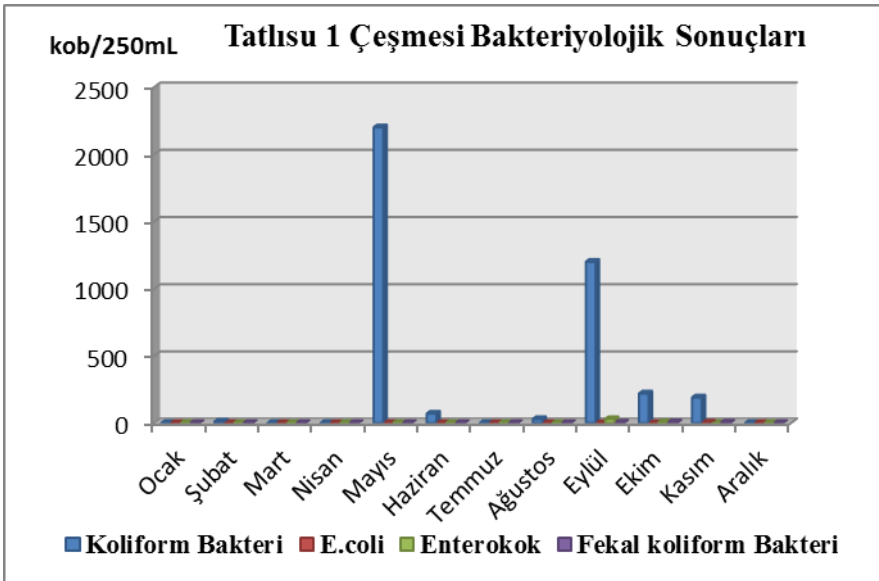
Şekil 3.86. S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi Enterokok sonuç grafiği

S9'dan alınan numunelerde Fekal koliform konsantrasyonları ekim, eylül ve kasım aylarında sırasıyla 5, 3, 3 kob/250mL olarak oldukça düşük değerlerde tespit edildi. Şekil 3.87.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.87. S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi Fekal koliform sonuç grafiği

S9'da Ocak-Aralık 2014 dönemini kapsayan bir yıllık süreçte yaptığımız bakteriyolojik analizler neticesinde elde ettiğimiz bütün bulgular Şekil 3.88.'de karşılaştırmalı olarak gösterildi.



Şekil 3.88. S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriyolojik sonuç grafiği

### 3.9.3. Kimyasal analiz sonuçları

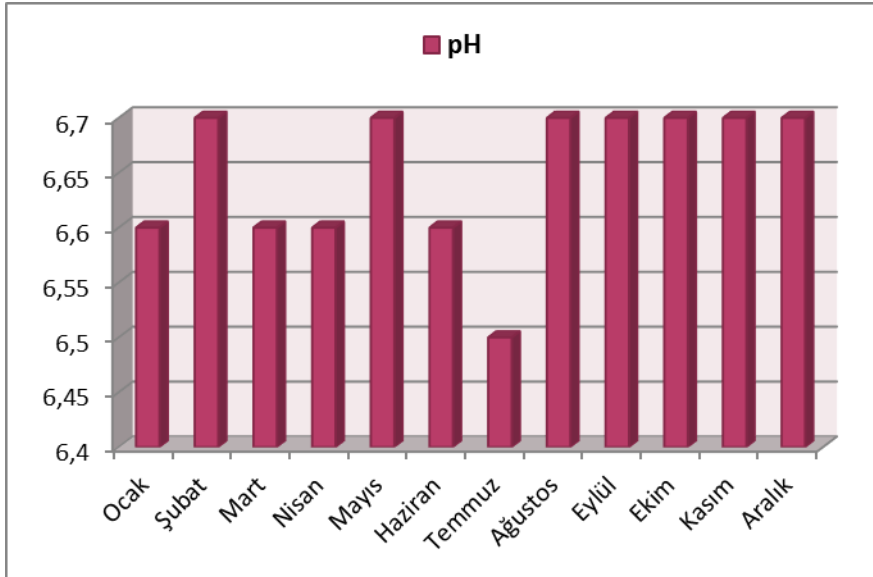
S9'un Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız kimyasal analizlerinin sonuçları Tablo 3.29.'da gösterildi.

**Tablo 3.29.** S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları

TATLISU 1	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
SERBEST KLOR	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PH		6,6	6,7	6,6	6,6	6,7	6,6	6,5	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
İLETKENLİK	µS/cm	412	411	416	418	423	419	412	427	416	419	420	416
AMONYUM	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NİTRİT	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KLORÜR	mg/L	78,1	78,1	78,1	78,1	78,1	78,1	78,1	78,1	76,3	76,3	76,3	76,3
TOPLAMSERTLİK	°F	12,6	12,6	12,8	12,8	12,9	12,6	12,8	13	13	13	12,8	13,4
FLORÜR	mg/L	0,1	0,11	0,1	0	0,01	0,09	0,16	0,12	0,07	0,22	0,22	0,1
KALSİYUM	mg/L	35,7	36,5	33,7	32,5	32,5	32,9	33,3	33,3	33,3	33,3	40,5	35,7

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

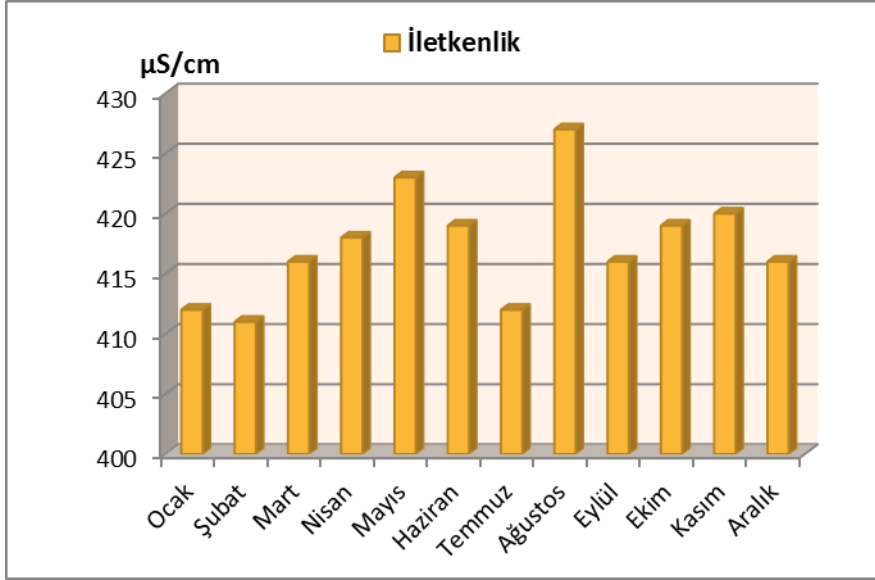
S9'dan alınan numunelerde Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca yapılan serbest klor analizleri sonucunda elde edilen tüm bulgular 0 mg/L olarak tespit edildi. S9'da yapılan analizlerde en yüksek pH değeri şubat, mayıs, ağustos, eylül, ekim, kasım ve aralık aylarında 6,7 iken, en düşük pH değeri ise temmuz ayında 6,5 olarak tespit edildi. Şekil 3.89.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



**Şekil 3.89.** S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği

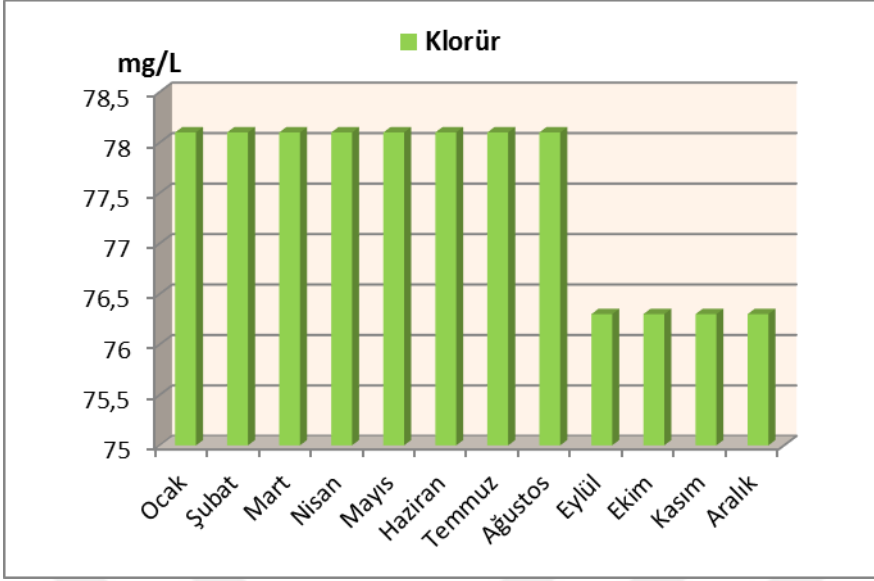


S9'dan alınan numunelerde en yüksek iletkenlik değeri ağustos ayında 427  $\mu\text{S}/\text{cm}$  iken, en düşük iletkenlik değeri ise şubat ayında 411  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak tespit edildi. Şekil 3.90.'da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



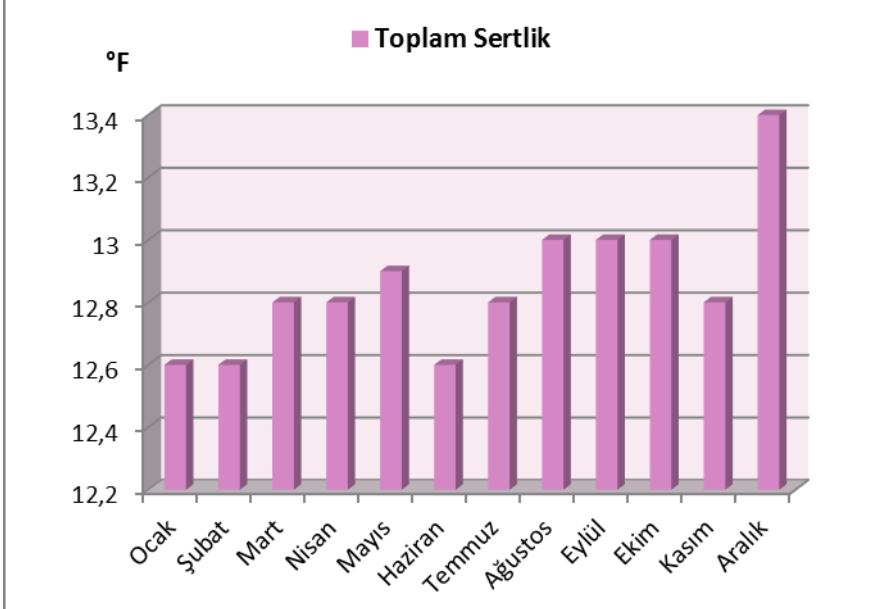
Şekil 3.90. S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği

S9'dan alınan numunelerde en yüksek klorür değeri ocak, şubat, mart, nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos aylarında 78,1 mg/L iken, en düşük klorür değeri ise eylül, ekim, kasım ve aralık aylarında 76,3 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.91.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



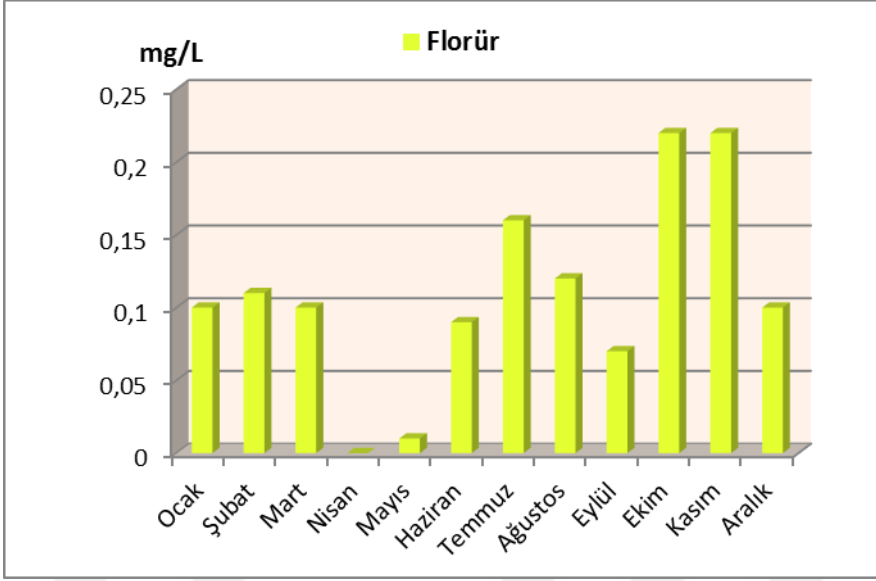
**Şekil 3.91.** S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği

S9 da yapılan analizlerde en yüksek toplam sertlik değeri aralık ayında 13,4 °F iken, en düşük toplam sertlik değeri ise ocak, şubat ve haziran aylarında 12,6 °F olarak tespit edildi. Şekil 3.92.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



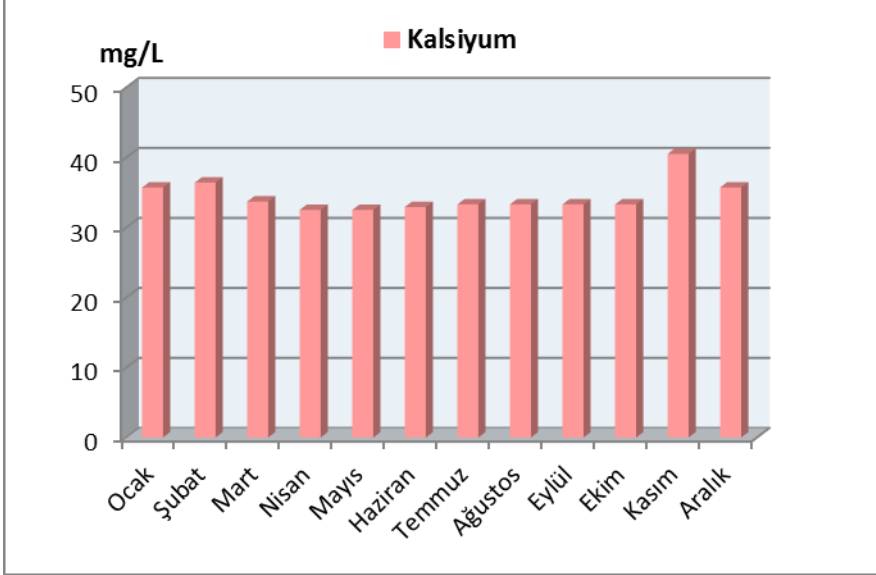
**Şekil 3.92.** S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği

S9'dan alınan numunelerde en yüksek florür değeri ekim ve kasım aylarında 0,22 mg/L iken, en düşük florür değeri ise nisan ayında 0 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.93.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



**Şekil 3.93.** S9 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği

S9'dan alınan numunelerde en yüksek kalsiyum değeri kasım ayında 40,5 mg/L iken, en düşük kalsiyum değeri ise nisan ve mayıs aylarında 32,5 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.94.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



**Şekil 3.94.** S9'da Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği

### 3.10. Numune Alma Noktası 10: Tatlısu 2 Analiz Sonuçları

#### 3.10.1. Fiziksel analiz sonuçları

S10'un Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yapılan fiziksel analizleri neticesinde, koku, bulanıklık ve yabancı madde parametrelerinin organoleptik muayene sonuçları uygun olarak tespit edildi. Tablo 3.30.'da fiziksel analiz sonuçları gösterildi.

**Tablo 3.30.** S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi fiziksel analiz sonuçları

TATLISU 2	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koku (Kendine Has)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓
Bulanıklık(Tüketicilere Uygun)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓
Yabancı Madde (Yok)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

#### 3.10.2. Bakteriyolojik analiz sonuçları

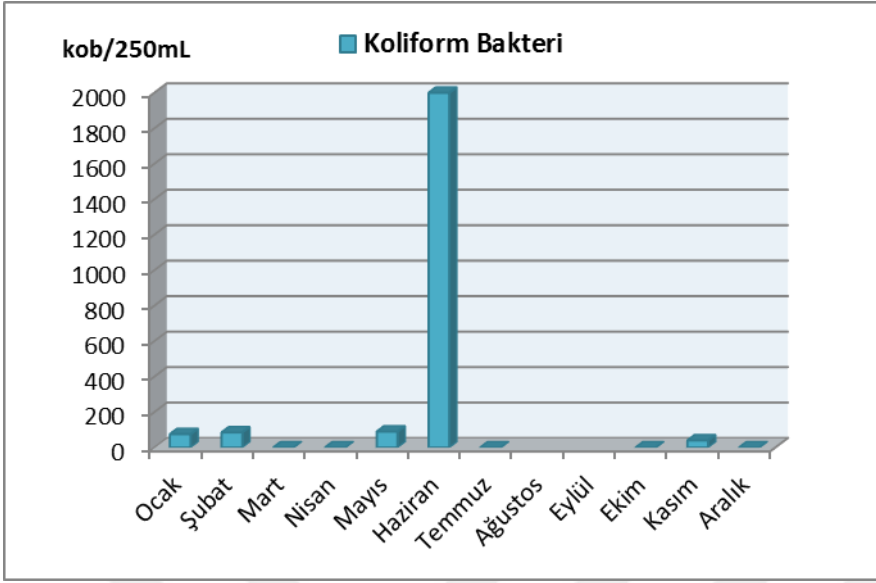
S10'nun Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız bakteriyolojik analizlerinin sonuçları Tablo 3.31.'de gösterildi. Ağustos ve eylül aylarında S10'dan su akmadığı için numune alınamadı.

**Tablo 3.31.** S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi bakteriyolojik analiz sonuçları

TATLISU 2	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Koliform Bakteri	kob/250mL	75	85	0	0	90	2000	0	-	-	0	40	0
<i>E.coli</i>	kob/250mL	0	0	0	0	0	3	0	-	-	0	0	0
Enterokok	kob/250mL	25	30	0	0	0	0	15	-	-	3	0	0
Fekal Koliform	kob/250mL	10	15	0	0	0	3	5	-	-	0	0	0

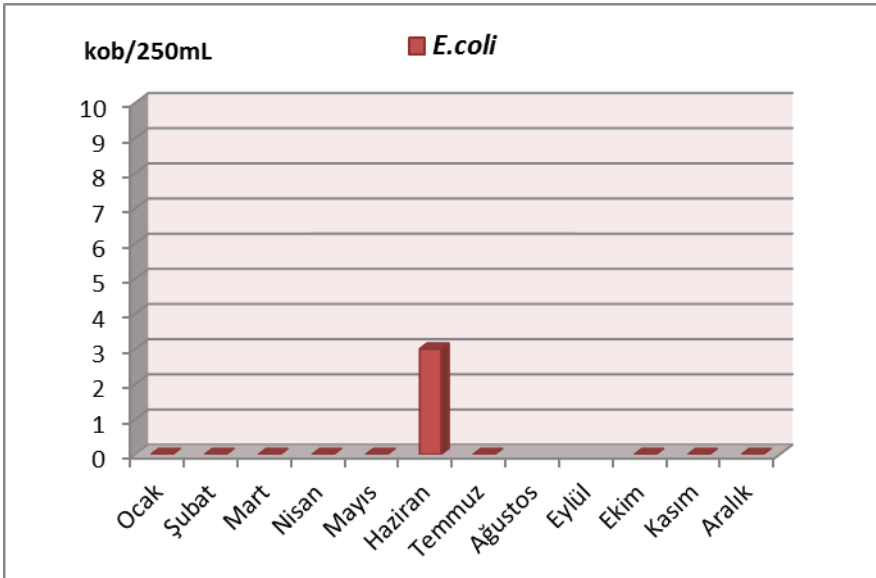
(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

S10'dan alınan numunelerde yapılan analizlerde en yüksek Koliform bakteri konsantrasyonu haziran ayında 2000 kob/250mL iken, mart, nisan, temmuz, ekim ve aralık aylarında 0 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.95.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



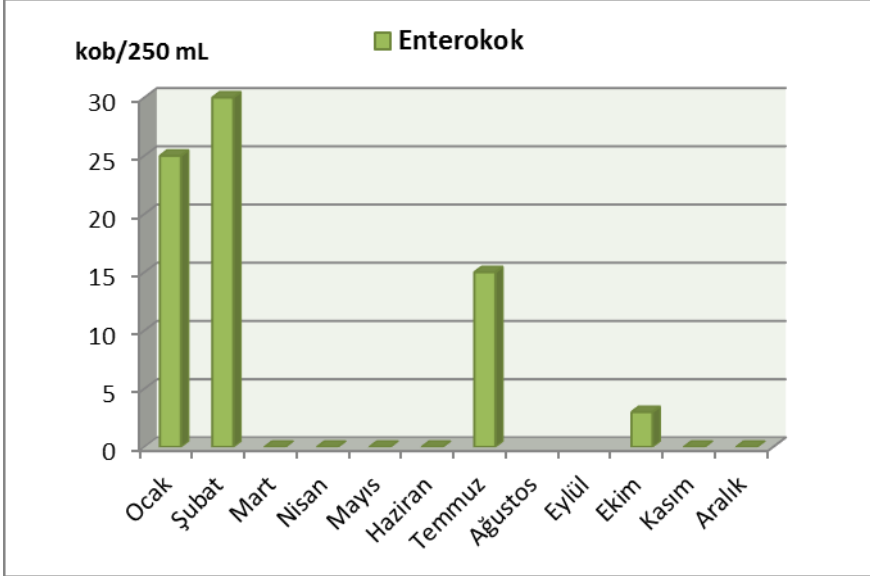
Şekil 3.95. S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi Koliform bakteri sonuç grafiği

S10’da yapılan analizlerde sadece haziran ayında 3 kob/250mL *E.coli* tespit edildi. Şekil 3.96.’da elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



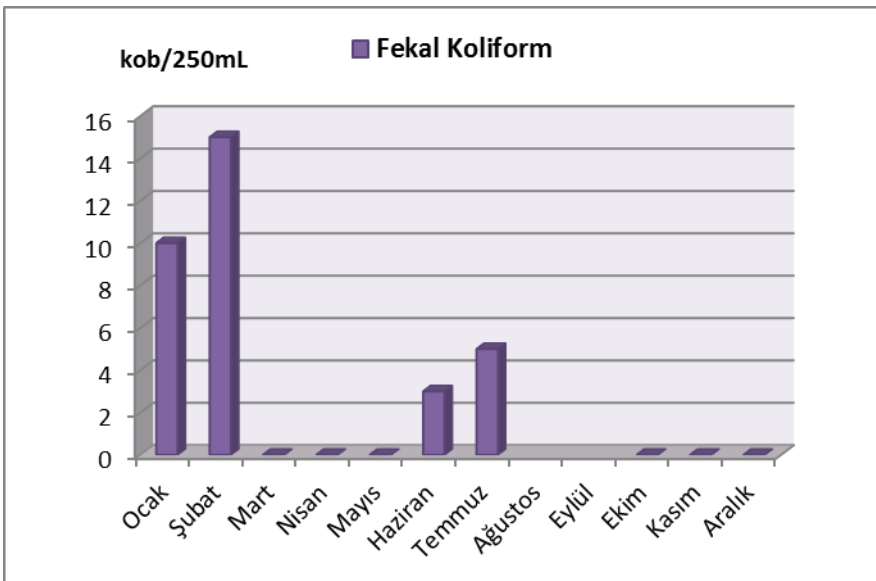
Şekil 3.96. S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi *E.coli* sonuç grafiği

S10'da yapılan analizlerde en yüksek Enterokok konsantrasyonu şubat ayında 30 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.97.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



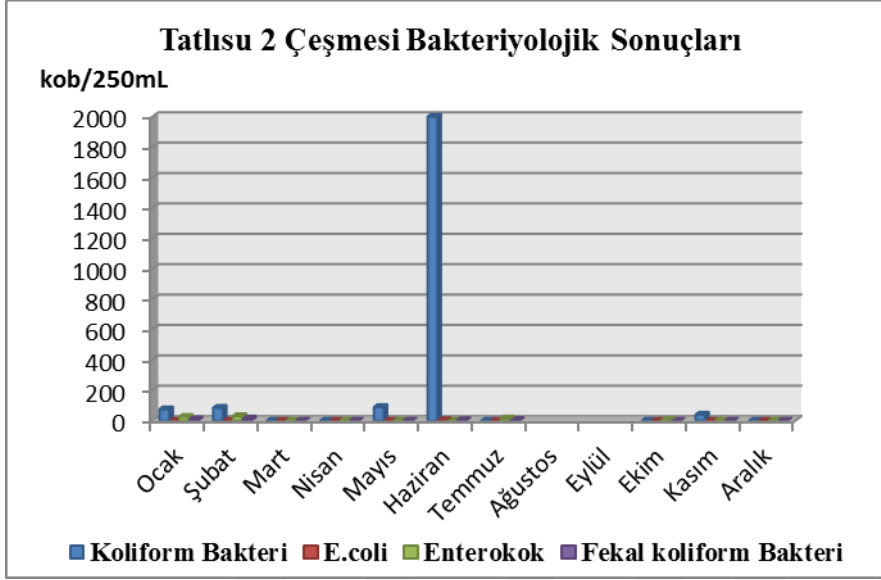
Şekil 3.97. S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi Enterokok sonuç grafiği

S10'dan alınan numunelerde yapılan analizlerde en yüksek Fekal koliform konsantrasyonu şubat ayında 15 kob/250mL olarak tespit edildi. Şekil 3.98.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.98. S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi Fekal koliform sonuç grafiği

S10'nun Ocak-Aralık 2014 dönemini kapsayan bir yıllık süreçte yapılan bakteriyolojik analizleri neticesinde elde ettiğimiz bütün bulgular Şekil 3.99.'da karşılaştırmalı olarak gösterildi.



Şekil 3.99. S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi genel bakteriyolojik sonuç grafiği

### 3.10.3. Kimyasal analiz sonuçları

S10'un Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca her ay yaptığımız kimyasal analizlerinin sonuçları Tablo 3.32.'de gösterildi. Ağustos ve eylül aylarında S10'dan su akmadığı için numune alınamadı.

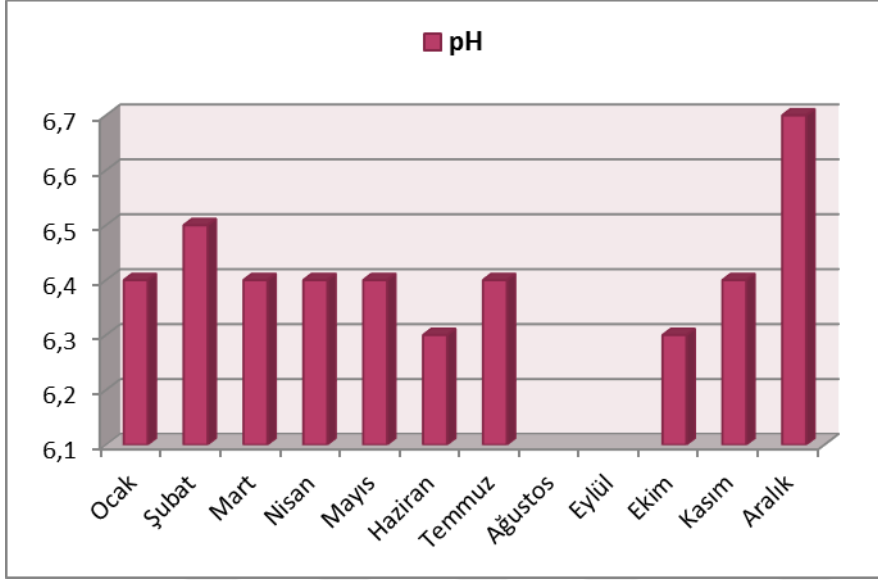
Tablo 3.32. S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi kimyasal analiz sonuçları

TATLISU 2	BİRİM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
SERBEST KLOR	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0
PH		6,4	6,5	6,4	6,4	6,4	6,3	6,4	-	-	6,3	6,4	6,7
İLETKENLİK	µS/cm	230	238	190,5	168,4	189	158	181,6	-	-	171,1	159,5	153,2
AMONYUM	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0
NİTRİT	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0
KLORÜR	mg/L	28,4	30,2	28,4	28,4	28,4	26,6	28,4	-	-	26,6	24,9	24,9
TOPLAMSERTLİK	°F	4,6	4,8	5	5,8	6	4,6	5,8	-	-	6	5	4,8
FLORÜR	mg/L	0,1	0	0,1	0	0,12	0,14	0,1	-	-	0,39	0,34	0,3
KALSİYUM	mg/L	17,5	19,4	15,9	12,3	15,1	11,5	15,1	-	-	15,9	12,7	13,1

(-): Kaynak suyu çeşmelerinden su akmadığı için numune temin edilememiştir.

S10'dan alınan numunelerde Ocak-Aralık 2014 dönemi boyunca yapılan serbest klor analizleri sonucunda elde edilen tüm bulgular 0 mg/L olarak tespit edildi.

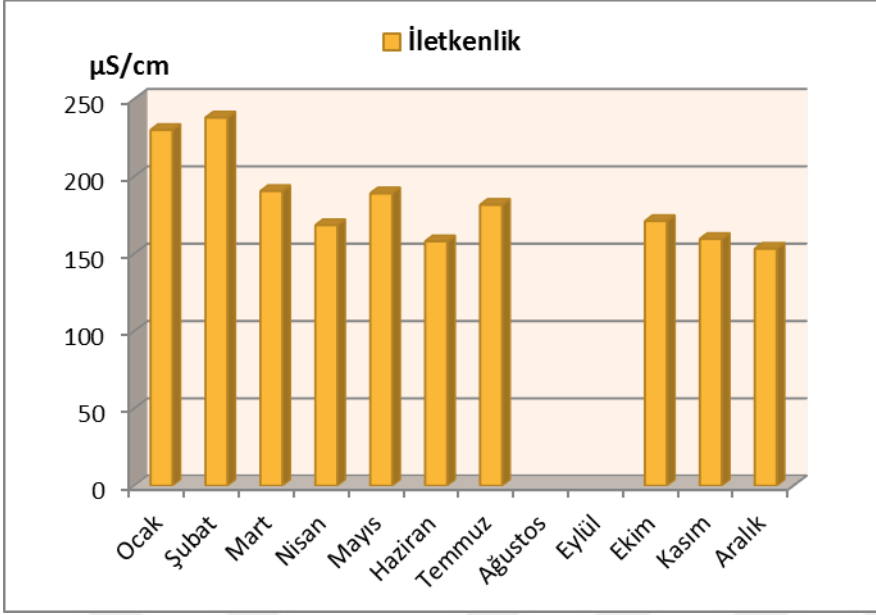
S10'dan alınan numunelerde yapılan analizler sonucunda en yüksek pH değeri aralık ayında 6,7 iken, en düşük pH değeri ise haziran ve ekim aylarında 6,3 olarak tespit edildi. Şekil 3.100.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.100. S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi pH sonuç grafiği

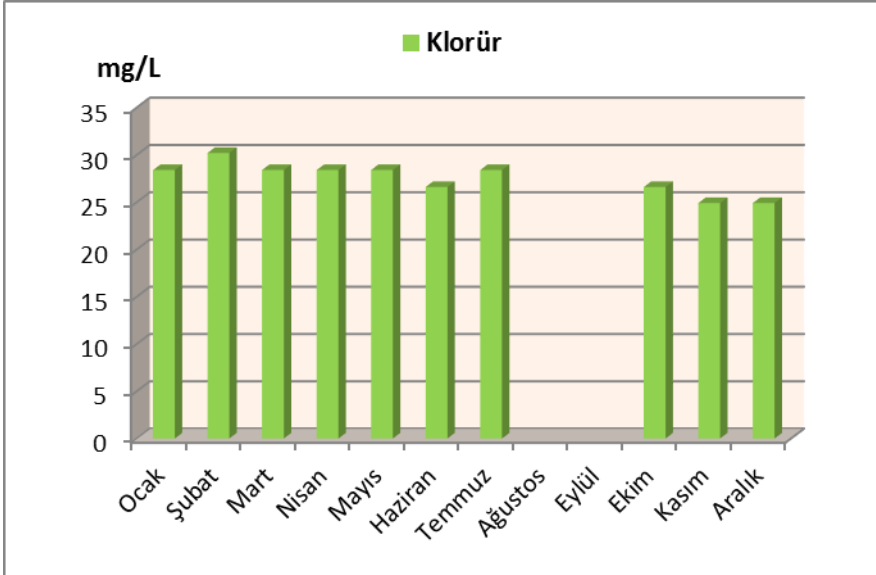
S10'dan alınan numunelerde en yüksek iletkenlik değeri şubat ayında 238  $\mu\text{S}/\text{cm}$  iken, en düşük iletkenlik değeri ise 153,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak tespit edildi. Şekil 3.101.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.





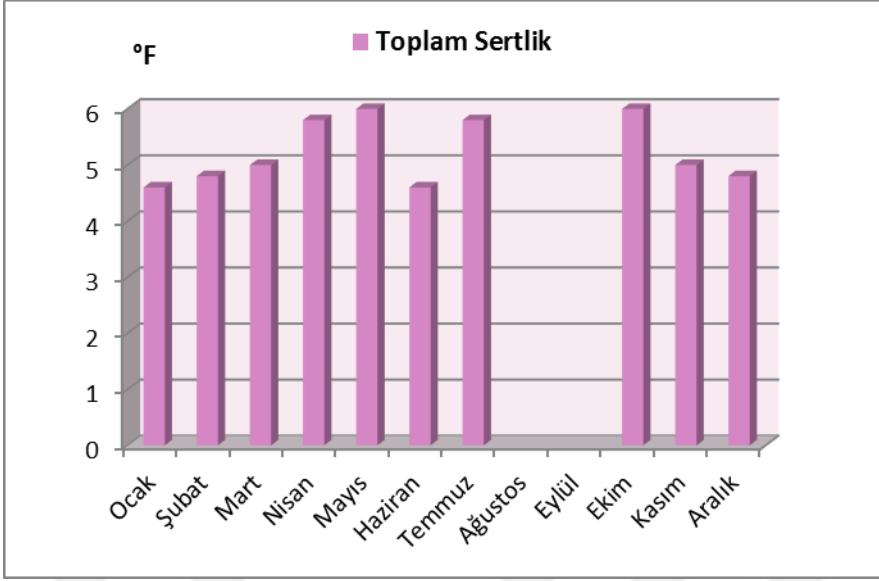
**Şekil 3.101.** S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi iletkenlik sonuç grafiği

S10'dan alınan numunelerde en yüksek klorür değeri şubat ayında 30,2 mg/L iken, en düşük klorür değeri ise kasım ve aralık aylarında 24,9 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.102.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



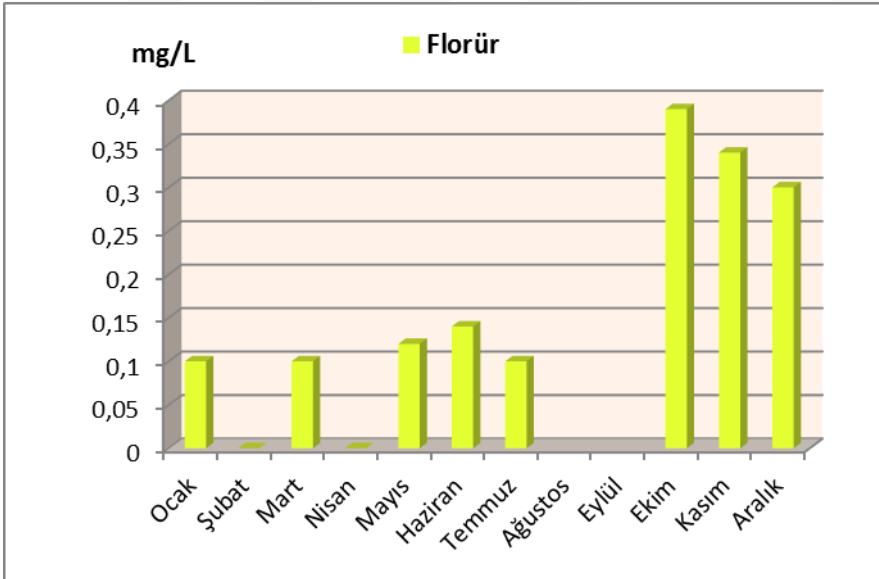
**Şekil 3.102.** S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi klorür sonuç grafiği

S10'dan alınan numunelerde en yüksek toplam sertlik değeri mayıs ve ekim aylarında 6 °F iken, en düşük toplam sertlik değeri ise ocak ve haziran aylarında 4,6 °F olarak tespit edildi. Şekil 3.103.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



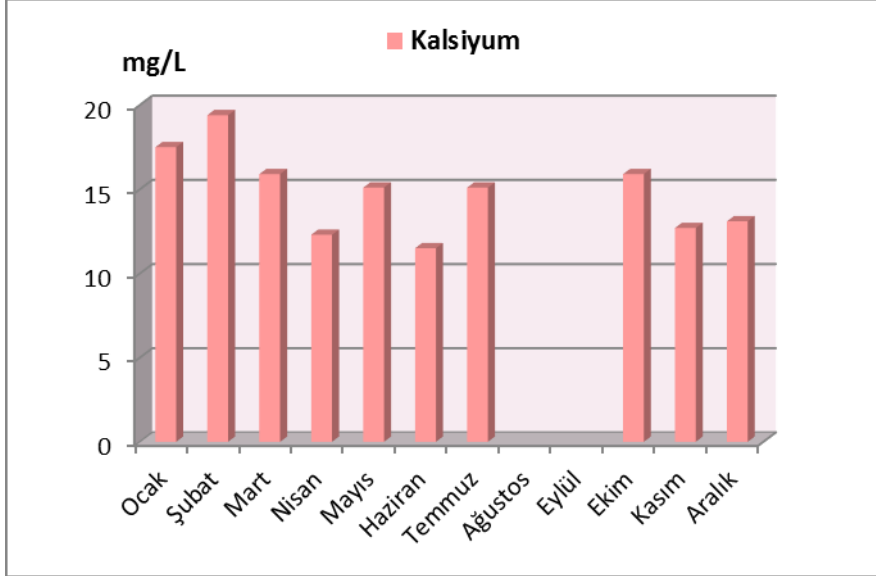
Şekil 3.103. S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi toplam sertlik sonuç grafiği

S10'dan alınan numunelerde en yüksek florür değeri ekim ayında 0,39 mg/L iken, en düşük florür değeri şubat ve nisan aylarında 0 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.104.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.



Şekil 3.104. S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi florür sonuç grafiği

S10'dan alınan numunelerde en yüksek kalsiyum değeri ocak ayında 17,5 mg/L iken, en düşük kalsiyum değeri ise haziran ayında 11,5 mg/L olarak tespit edildi. Şekil 3.105.'de elde ettiğimiz sonuçların grafiği gösterildi.

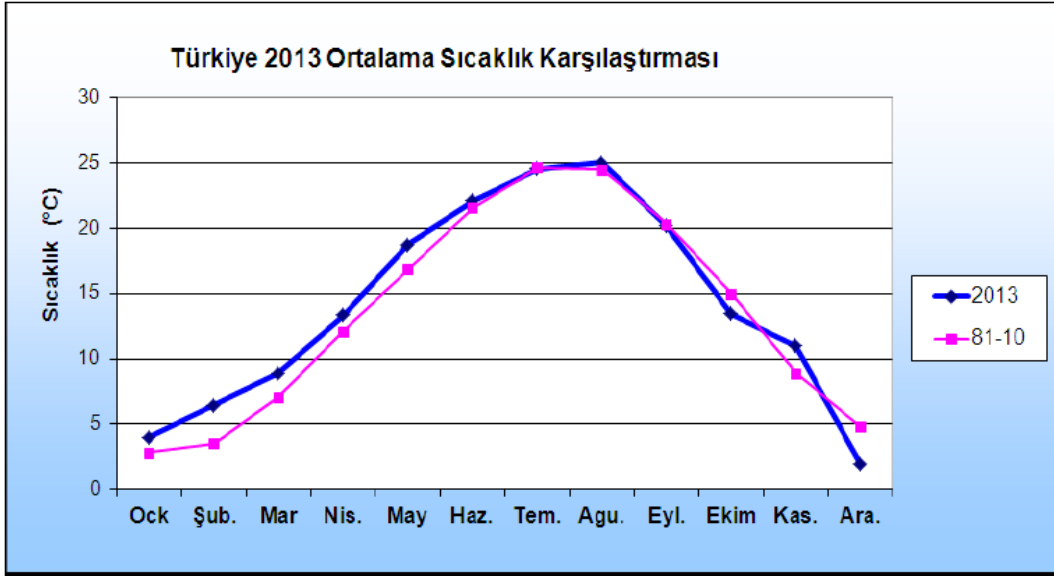


Şekil 3.105. S10 Ocak-Aralık 2014 dönemi kalsiyum sonuç grafiği

### 3.11. Doğal Kaynak Sularımızı Etkileyen İklimsel Bulgular

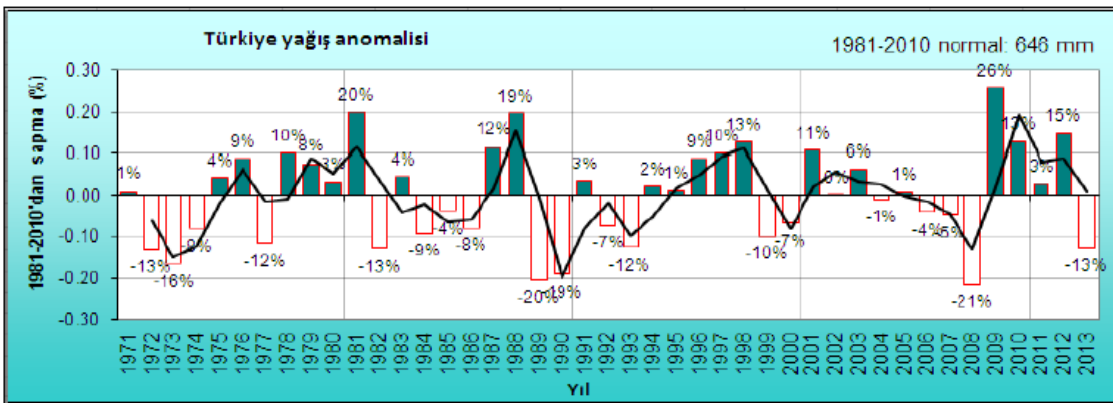
Yağışlarda meydana gelen eksikliğin uzun zaman devam etmesi neticesinde yeryüzü ve yeraltı sularında azalma durumu olan hidrolojik kuraklık, meteorolojik kuraklık meydana geldikten belirli bir zaman aralığı sonrasında görülmektedir. Ve varlığını meteorolojik kuraklık sona ermesinden sonra da uzun süre devam ettirebilir. Dolayısıyla kaynak suyu numunelerimizi aldığımız bölgelerin iklim özelliklerini değerlendirirken bir yıl önceki iklim özelliklerinin de belirtilmesi faydalı olacaktır.

2013 yılına ait aylık ortalama sıcaklıklar Şekil 3.106.'da görüldüğü üzere ocak, şubat, mart, nisan, mayıs, haziran, ağustos ve kasım aylarında 1981–2010 normallerinin üzerinde; ekim ve aralık aylarında normallerinin altında; temmuz ve eylül aylarında ise normalleri civarında gerçekleşmiştir (MGM, 2013 Yılı İklim Değerlendirmesi, 2014).



Şekil 3.106. Türkiye 2013 yılı aylık ortalama sıcaklıkların uzun yıllardan farkı (MGM, 2013 Yılı İklim Değerlendirmesi, 2014)

Türkiye uzun yıllık yağış normali 646 mm'dir. Şekil 3.107.'de görüldüğü gibi 2013 yılı yağışı 564 mm ile normallerinin %13 altında gerçekleşmiştir. 2013 yılı aylık ortalama toplam yağışları ocak, şubat, eylül ve ekim aylarında normallerinin üzerinde; diğer aylarda ise normallerinin altında gerçekleşmiştir (MGM, 2013 Yılı İklim Değerlendirmesi, 2014).



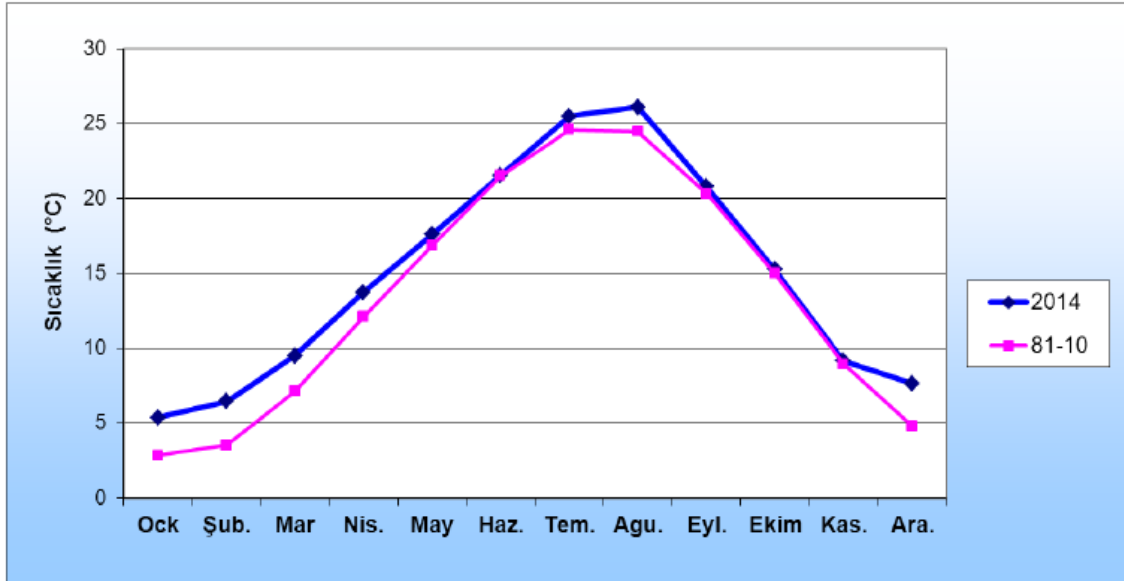
Şekil 3.107. 1971-2013 Türkiye yıllık yağış anomalisi (MGM, 2013 Yılı İklim Değerlendirmesi, 2014)

Tablo 3.33.'de görüldüğü gibi, 2013 yılı Marmara Bölgesine ait yağış 607,1 mm olarak gerçekleşmiştir. Bu değerler ile normale kıyasla % - 9,1, geçen yıla göre ise % - 20,7 azalma gözlenmiştir (MGM, 2013 Yılı İklim Değerlendirmesi, 2014).

**Tablo 3.33.** 2013 Yağışlarının normallerine ve geçen yıla göre değişimi (MGM, 2013 Yılı İklim Değerlendirmesi, 2014)

BÖLGE	YAĞIŞ (mm)	NORMALİ (mm)	GEÇEN YIL (mm)	ARTMA-AZALMA ORANI	
				NORMALE GÖRE (%)	GEÇEN YILA GÖRE (%)
Türkiye Geneli	564.1	646.0	739.6	-12.7 AZALMA	-23.7 AZALMA
Marmara	607.1	667.7	765.7	-9.1 AZALMA	-20.7 AZALMA

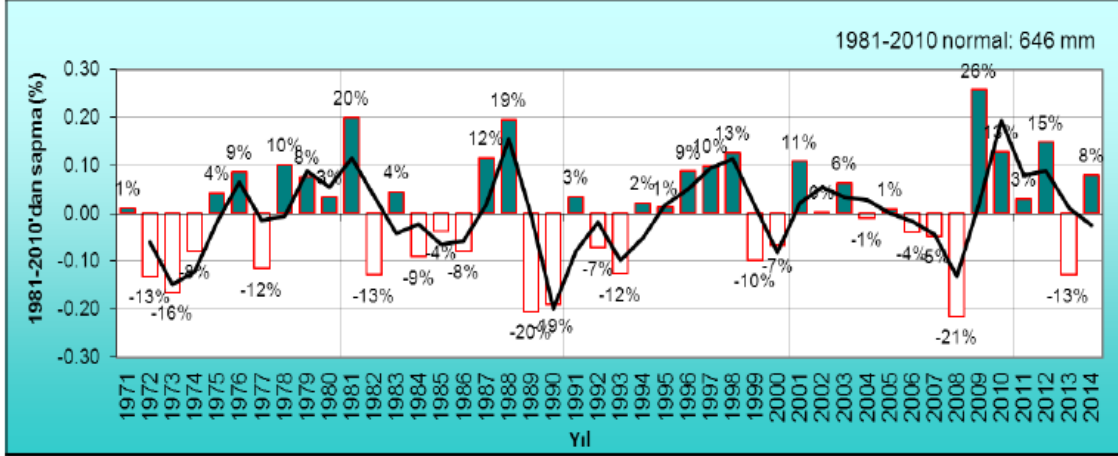
Şekil 3.108.'de görüldüğü gibi, Türkiye 2014 yılı aylık ortalama sıcaklıkları ocak, şubat, mart, nisan, temmuz, ağustos ve aralık aylarında 1981–2010 normallerinin üzerinde, diğer aylarda ise normalleri civarında gerçekleşmiştir.



**Şekil 3.108.** Türkiye 2014 yılı aylık ortalama sıcaklıkların uzun yıllardan farkı (MGM, 2014 Yılı İklim Değerlendirmesi, 2015)

Türkiye uzun yıllık yağış normal 646 mm'dir. Şekil 3.109.'da görüldüğü üzere, 2014 yağışı 697.3 mm ile normallerinin % 8 üzerinde gerçekleşmiştir. 2014 yılı aylık

ortalama toplam yağışları mart, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül, ekim ve aralık aylarında normallerinin üzerinde, diğer aylarda ise normallerinin altında gerçekleşmiştir.



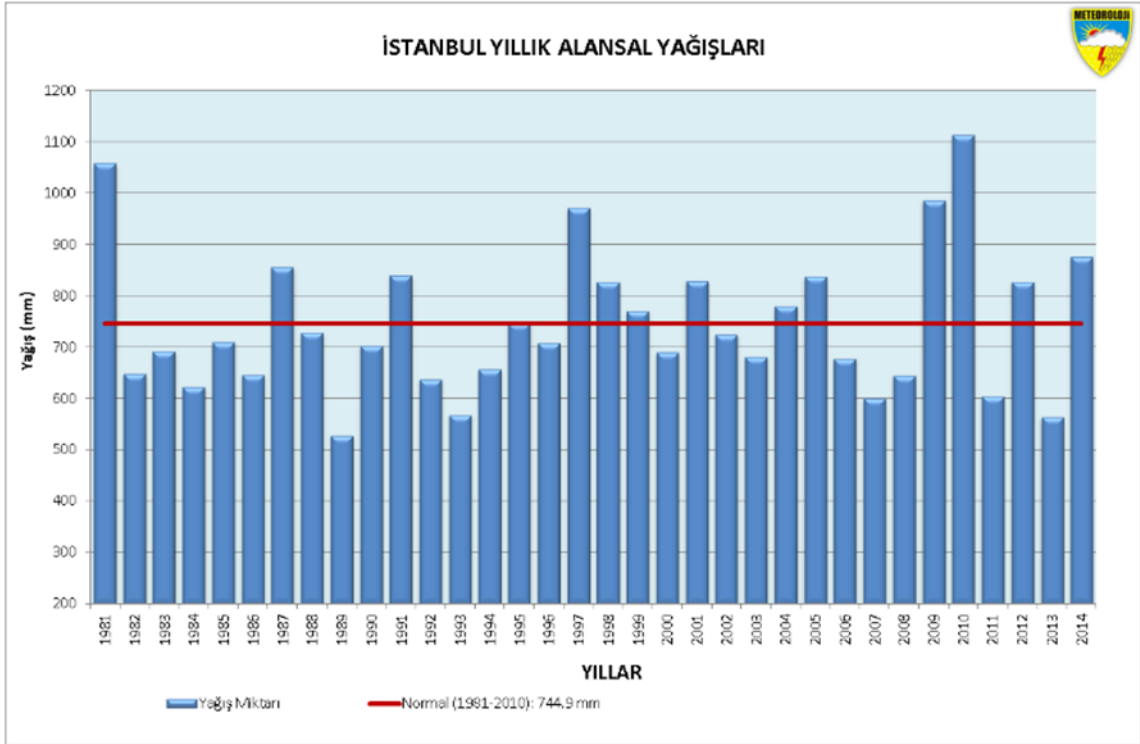
**Şekil 3.109.** 1971-2014 Türkiye yıllık yağış anomalisi (MGM, 2014 Yılı İklim Değerlendirmesi, 2015)

2014 yılı yağış verileri bölgesel olarak değerlendirildiğinde en fazla yağış 841 mm ile Marmara Bölgesi'nde gerçekleşmiştir. Tablo 3.34.'de gösterildiği gibi Marmara Bölgesinin 2014 yılı alansal yağış ortalaması 841 mm, normal 658 mm, geçen yıl yağışı ise 647 mm'dir. Yağışlarda normaline göre % 28, geçen yıl yağışına göre ise % 30 artış gözlenmiştir (MGM, 2014 Yılı Alansal Yağış Değerlendirmesi, 2015).

**Tablo 3.34.** 2014 Yağışlarının normallerine ve geçen yıla göre değişimi (MGM, 2014 Yılı Alansal Yağış Değerlendirmesi, 2015)

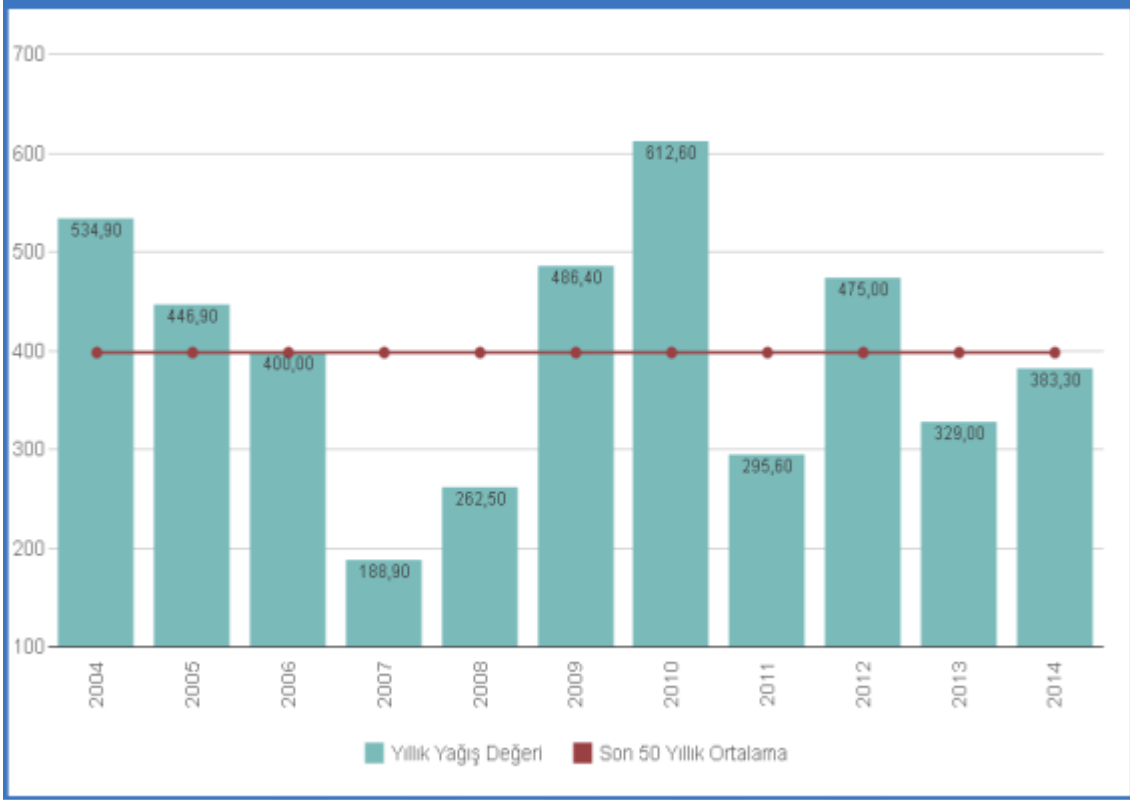
BÖLGE	YAĞIŞ (mm)	NORMALİ (mm)	GEÇEN YIL (mm)	ARTMA-AZALMA ORANI	
				NORMALE GÖRE (%)	GEÇEN YILA GÖRE (%)
Türkiye Geneli	591.8	574.0	486.9	3,1 ARTMA	21,5 ARTMA
Marmara	841.4	658.2	646.6	27,8 ARTMA	30,1 ARTMA

İstanbul'da 1981-2014 dönemi yıllık alansal yağışlar Şekil 3.110.'da gösterilmektedir. Buna göre 2013 yılında düşen yağış miktarının ortalama değerinin altında kaldığı görülmektedir.



Şekil 3.110. İstanbul yıllık alansal yağışları (MGM, 2015)

İstanbul'da son on yılda görülen Ocak-Ağustos dönemi yağış toplamları Şekil 3.111. ile gösterilmektedir. Burada görüldüğü gibi 2014 yılı yağış miktarı ortalama değerinin altında kalmaktadır (Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB), 2014).



**Şekil 3.111.** İstanbul'un Ocak – Ağustos aylarında aldığı 8 aylık yağışlar (mm) (TMMOB, 2014)

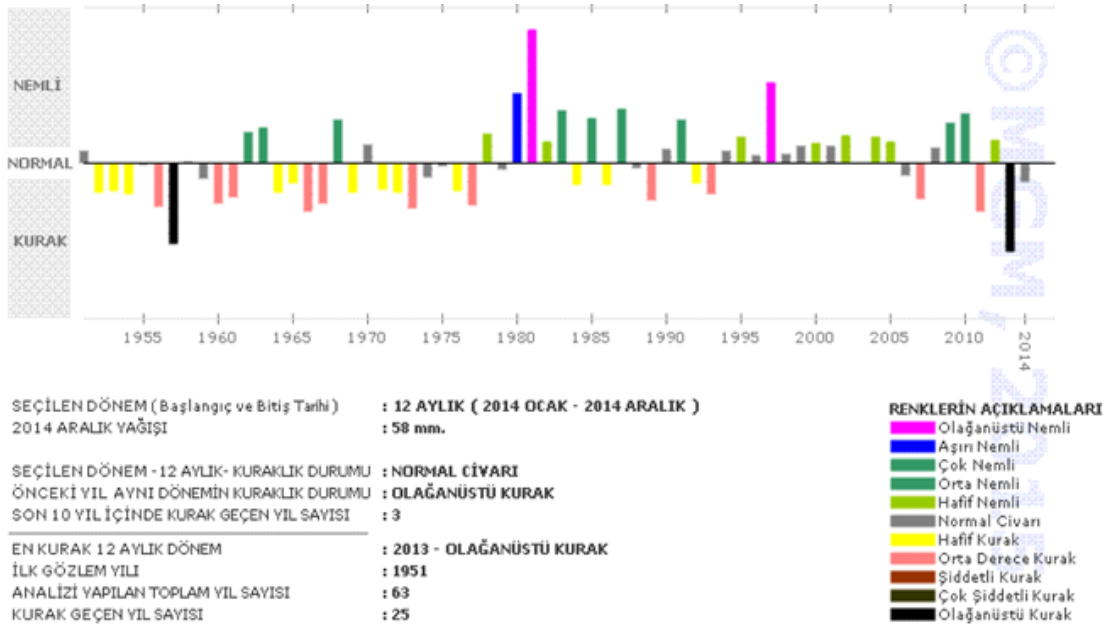
Tablo 1.8. Eylül 2013 ile Eylül 2014 dönemleri arasında İstanbul su kaynakları durum analizini göstermektedir. Buna göre bu dönemde baraj doluluk oranlarında düşüş olduğu görülmektedir. 2013 yılı Eylül ayında İstanbul'un su rezervi 175 gün iken, 2014 Ağustos ayında 50 güne düşmüştür (TMMOB, 2014).

**Tablo 3.35.** İstanbul su kaynakları durum analizi (TMMOB, 2014)

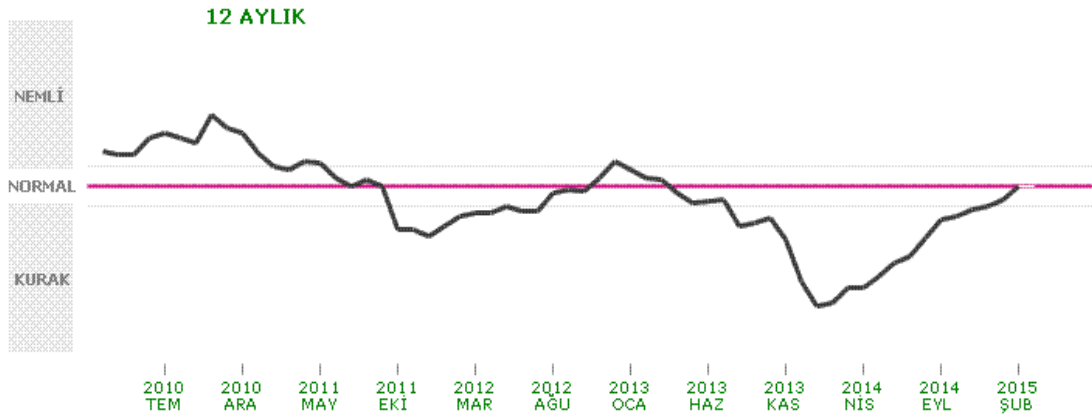
AYLAR	TAM KAPASİTE (m3)	DOLULUK ORANI %	DOLU HACİM (m3)	KAÇ GÜNLÜK SU KALDI
EYLÜL 2013	867.618.000	54,41	472.070.954	175
OCAK 2014	867.618.000	34,77	301.670.779	112
HAZİRAN 2014	867.618.000	25,32	219.680.878	81
AĞUSTOS 2014	867.618.000	15,68	136.042.502	50
EYLÜL 2014	867.618.000	22,10	191.743.578	71



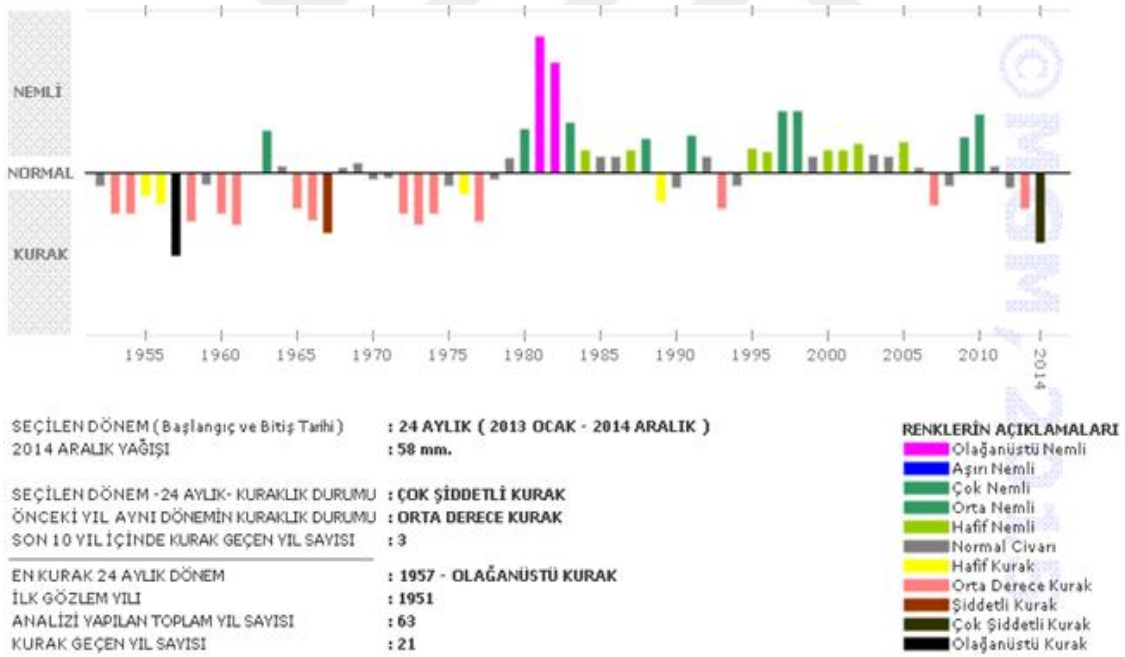
Kaynak sularımızın bulunduğu bölgelere ait iklim özellikleri incelendiğinde yeraltı suyu seviyelerinde azalmaya neden olan hidrolojik kuraklık etkileri görülmektedir. Bazı kaynak suyu çeşmelerimizde bazı aylarda suların azalması hatta kesilmesi gözlenmiştir. Kaynak sularımıza ait analiz sonuçlarımıza kuraklığın etkilerini incelerken daha önceki dönemleri kapsayan hidrolojik kuraklık özellikleri değerlendirilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, kuraklık izleme sisteminde İstanbul Anadolu yakası'nda sadece Şile istasyonunun verilerini almakta olduğundan kaynak sularımıza ait kuraklık özellikleri için bu verileri kullandık. MGM verilerine göre, Şekil 3.112.'de gösterildiği gibi kaynak sularımızın bulunduğu bölgeye ait 12 aylık (Ocak 2014 - Aralık 2014) kuraklık analizine göre, kuraklık durumu normal civarıdır. Aralık ayı yağıışı 58 mm'dir. Önceki yıl aynı dönemin kuraklık durumu olağanüstü kurak, en kurak 12 aylık dönem 2013-olağanüstü kurak olarak tespit edilmiştir. Şekil 3.113.'de de 12 aylık kuraklık analizi grafiği gösterilmiştir. 2013 Ocak – 2014 Aralık dönemini kapsayan 24 aylık dönemin kuraklık analizinin gösterildiği Şekil 3.114.'e bakıldığında kaynak sularımızın bulunduğu bölgenin orta derecede kurak olduğu görülmektedir.



**Şekil 3.112** İstanbul – Şile 12 aylık (2014 Ocak-2014 Aralık) kuraklık analizi (MGM, Kuraklık İzleme Sistemi, 2015)



Şekil 3.113. İstanbul-Şile 12 aylık kuraklık analizi grafik (MGM, Kuraklık İzleme Sistemi, 2015)



Şekil 3.114. İstanbul-Şile 24 aylık ( 2014 Ocak - 2014 Aralık) kuraklık analizi (MGM, Kuraklık İzleme Sistemi, 2015)

### 3.12. Tartışma

Bu çalışmada, İstanbul ili Anadolu yakası'nda bulunan, halkın kullanımına sunulmuş doğal kaynak suyu çeşmelerinin bir yıllık süreçte (2014 yılı/12 ay) fiziksel, bakteriyolojik, kimyasal kalite parametrelerinin incelenmesi ve insan sağlığı açısından ortaya çıkan profilin değerlendirilmesi yapıldı.

Halkın yararına sunulan kaynak suyu çeşmelerinin içme ve kullanma amaçlarına yönelik olarak kullanılabilmesi için insan sağlığını tehdit edici unsurları barındırmamaları ve insan sağlığına uygun su kalitesine sahip olmaları gerekmektedir. Bu bağlamda, kaynak suyu çeşmelerimizin su kalitesi parametreleri açısından Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO), ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA), Avrupa Birliği (EC), Türk Standartları Enstitüsü TS 266 İçme Suyu Standardı ve Sağlık Bakanlığı İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte ifade edilen özelliklere uygunlukları değerlendirildi.

Değişik yerleşim alanlarından farklı bölgeleri temsil niteliği taşıyabilecek 10 adet kaynak suyu çeşmesinden bir yıllık süreçte (2014 yılı /12 ay) temin edilen 95 örneğin, yapılan bakteriyolojik analizleri neticesinde 46'sının ulusal ve uluslararası standartlara göre bakteriyolojik bakımdan içilebilir nitelikte, 49 örneğin ise içilemeyecek nitelikte bakteriyolojik kirliliğe sahip olduğu görüldü. Numunelerimizin % 47,4'ünde Koliform bakteri; % 27,4'ünde Enterokok; % 17,9'unda *E. coli*; % 14,7'sinde Fekal koliform tespit edilerek standartlara uygun olmadığı gösterildi. Örneklerin % 48,4'ü ise standartlarda belirtilen değerlere uygun olarak tespit edildi. Kimyasal analizler neticesinde 26 örneğe ait pH değerleri ulusal ve uluslararası standartlara, 92 örneğin serbest klor değerleri ise sadece İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe aykırı olarak tespit edildi. Kaynak sularımızın iletkenlik, amonyum, nitrit, klorür, toplam sertlik, florür ve kalsiyum değerleri ise ulusal ve uluslararası standartlara uygun olarak bulundu. Kaynak suyu numunelerimizin tamamı yabancı madde, koku, bulanıklık gibi fiziksel parametrelerin organoleptik olarak değerlendirilmesi sonucunda TS 266 standardında belirtilen "organoleptik özellikleri açısından su; berrak, tortusuz, kendine has renkte ve kokusuz olmalıdır." ifadesine uygunluk arz ettiği tespit edildi.

İçme suyu kaynaklı en önemli tehdit edici faktör patojen mikroorganizmaların varlığıdır. Suların mikrobiyal kalitesinin tespiti fekal indikatör mikroorganizmaların

analizine dayanmaktadır. Bunlar *E.coli* veya alternatif thermotolerant koliformlar olarak seçilen organizmalardır. Yani Fekal koliformlar ve *E.coli* yaygın olarak sularında fekal kontaminasyon göstergesi olarak kullanılmaktadır ve bu şekilde kesin olarak bu suların patojenik enterik bakteri varlığı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. *E.coli* içme suyunda bulunmamalıdır ve dışkı kirlenmesinin kesin kanıtıdır (WHO, 2011; Hyland ve ark., 2003). Enterokoklar insan ve hayvanların gastrointestinal sisteminde kommensal yaşayan, fırsatçı patojenlerdir ve idrar yolu enfeksiyonu, endokardit ve sepsise neden olan bakterilerdir (Poulsen ve ark., 2012).

Bakteriyolojik analizlerimizin sonucunda Fekal koliform bakterilerin ve özellikle *E.coli*'nin tespiti kaynak suyu çeşmelerine fekal bulaşma olduğunu göstermesi bakımından oldukça önemlidir. Bakteriyolojik yoğunluk özellikle sıcaklıkların yükseldiği ilkbahar- yaz aylarında daha yoğun olarak tespit edildi.

Gümüş'ün 2012 yılında yaptığı bir çalışmada Karaman il merkezindeki 72 tatlı su çeşmesinden 28'inde (% 38,8) bakteriyolojik kirlilik saptanmıştır. Örneklerden % 31,94'ünde Koliform bakteri , % 18'inde *Escherichia coli*, % 12,5'inde hem Koliform hem *E.coli* bulunmuştur. Yelekçi ve arkadaşlarının 2012 yılında yaptığı çalışmada Kilis ili şebeke sularından alınan doksan örnekte beş tanesinin mikrobiyolojik kirlilikten yani Koliform bakteri ve *E.coli* bakımından içmeye uygun olmadığı tespit edilmiştir. Şekerci'nin 2012 yılında yaptığı çalışmada Erzurum il merkezinde rastgele seçilen 45 çeşmeye ait mikrobiyolojik analizler sonucunda 10 örnekte (% 22,7) hem Toplam hem de Fekal koliform bakteriye rastlanmıştır. Alisharlı ve arkadaşlarının 2007 yılında yaptıkları bir çalışmada Van merkezdeki kaynak/çeşme sularından alınan örneklerin % 56'sı; ilçelerdeki kaynak/çeşme sularının ise %76'sı Koliform grubu mikroorganizmalar yönünden standartlara uygun bulunmamıştır. Yiğit'in 2002'de yaptığı çalışmada İstanbul İli Arnavutköy Beldesi civarındaki 14 farklı kaynak /köy çeşmelerinden 3 çeşmede akan suların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak uygun olduğu, diğer kaynak suları ve köy çeşmelerinden akan suların ise klor, sertlik, mangan ve silisyum miktarları nedeniyle içme suyu olarak kullanılamayacağı bildirilmiştir. Günşen ve arkadaşlarının 2000 yılında Bursa Uludağ'daki kaynak sularının su kalitesinin incelenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada kaynaklardan alınan 280 adet numunenin % 7,69'unda Koliform bakteri tespit edilerek mikrobiyolojik açıdan standartlara aykırı oldukları gösterilmiştir.

Sudaki çözülmüş halde bulunan karbonat, bikarbonat ve karbondioksit miktarlarının suyun pH'sı üzerine etkisi bulunmaktadır (Dönderici ve ark., 2010). Kaynak suyu numunelerimizin pH ölçümleri 5,8-7,6 değerleri arasında değişmekte olup, S2'nin yıl boyunca yapılan tüm analizlerde, S6'nın şubat (pH 6,4), Mayıs (pH 6,2), Haziran (pH 6,2), Temmuz (pH 6,4), Ağustos (pH 6,4), Eylül (pH 6,4) aylarında, S10'un ise Ocak (pH 6,4), Mart (pH 6,4), Nisan (pH 6,4), Mayıs (pH 6,4), Haziran (pH 6,3), Temmuz (pH 6,4), Ekim (pH 6,3), Kasım (pH 6,4) aylarında pH değerleri Tablo 3.2.'de belirtilen değerlerin altında kalmaktayken, diğer çeşmelerimizin pH değerleri limit değerlerin içinde yer aldı.

Yeraltı sularının özgül elektriksel iletkenliği, bir santimetre küp suyun 25°C'de iletkenliğidir ve her 1°C'lik sıcaklık artışında elektriksel iletkenlik % 2 oranında artış göstermektedir. Suyun çözülmüş tuz içeriğine bağlı olarak elektriksel iletkenliği artar (Dönderici ve ark., 2010). İletkenlik suyun elektrik iletme kapasitesini göstermekte olup, başta kalsiyum ve magnezyum olmak üzere potasyum, sodyum, bikarbonatlar, klorür ve sülfatlar gibi inorganik tuzlar ve suda az miktarda çözülmüş organik maddelerden oluşmaktadır. Bu bağlamda değerlendirecek analizlerimiz neticesinde S9 çeşmemizden alınan kaynak suyu en yüksek iletkenlik değerine sahip olmakla birlikte buna bağlı olarak klorür, toplam sertlik ve kalsiyum değerleri de en yüksek olan kaynak suyu çeşmemiz oldu. Tüm kaynak sularımızın iletkenlik değerleri standartlara uygun olarak tespit edildi.

İnsan ve hayvan kaynaklı organik maddelerin bozunması ile oluşan nitrat ve nitritin sudaki mevcudiyeti bakteriyel bir bulaşmayı göstermektedir. Ayrıca azot içeren sanayi atık suları ve suni gübreler de en önemli nitrat ve nitrit kaynaklarıdır. Bu bileşikler yüksek miktarlarda bulunduran suların insanlar tarafından uzun süre fazla seviyelerde tüketimi zehirlenmelere neden olacağından halk sağlığının korunması açısından gerekli tedbirlerin alınması gerekir (Ağaoğlu ve ark., 2007). Yaptığımız analizler neticesinde kaynak suyu numunelerimizde amonyum ve nitrit tespit edilmedi.

Vücuda alınan florun en büyük kaynağı doğal içme sularında bulunan floridlerdir. Vücuda normal değerlerde (0,7-1,2 ppm; WHO) alınan flor, sağlam kemik oluşmasını hızlandırıp, dişleri çürük oluşumuna karşı korurken, doğal içme suyu ve kaynaklarında günlük optimal flor dozundan daha yüksek flor içeren coğrafi bölgelerde yaşayan kişilerde endemik florozis'e rastlanmaktadır. Bu durum halk sağlığı açısından önemli

bir sorundur (Varol ve Varol, 2010). Kaynak sularındaki florür miktarı, toprak ve kayaların jeolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerine, sıcaklığa, kimyasal elementlerin hareketine, kaynağın derinliğine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. İstanbul'un içme sularının flor düzeyi oldukça düşük olmakla beraber piyasada satılmakta olan içme sularında bu değer 0,025-1,08 arasındadır. Dolayısıyla İstanbul'un bütün ilçelerinde yaşayan çocukların içtikleri suyun flor miktarına ve diğer flor kaynaklarını ne ölçüde tükettiklerine bakılarak flor desteği yapılması gerekir (Avcı ve ark., 2009). Analizlerimiz sonucunda kaynak sularımızın florür seviyelerinin Tablo 3.2.'de belirttiğimiz ulusal ve uluslararası standartlardaki limit değerlerin altında oldukları tespit edildi.

Dezenfeksiyon amacıyla suya klor uygulaması çoğunlukla elementer klor (klor gazı), sodyum hipoklorür solüsyonu (çamaşır suyu) veya katı kalsiyum hipoklorür şeklinde yapılmaktadır. Bu uygulamalar suda serbest klor oluşumuna neden olmaktadır. Klor suya kontrollü ve kolayca uygulanabilen, suda orta derecede çözünen bir maddedir. Aynı zamanda serbest ve bağlı klorun sahip oldukları bakterisit aktivitesi sıcaklıkla artış göstermektedir (Oğur ve ark., 2004). Klorlanmamış suyun tüketilmesi sonucu meydana gelecek olan mikrobiyolojik riskler ile klorlanma ile oluşacak yan ürünlerin tüketiminden dolayı oluşacak uzun vadeli riskler göz önünde tutulmak zorundadır. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte "İçme-kullanma sularının dezenfeksiyonunda klor ve klorlu bileşikler kullanılır, uç noktada yapılacak ölçümlerde serbest klor düzeyinin 0,2-0,5 mg/L olması sağlanır. İçme-kullanma suyunda dezenfeksiyon etkinliğinin denetlenmesi amacıyla, serbest klor ölçümleri suyun mahallinde her gün yapılır." ifadesi yer almaktadır. Buna göre S4'de kasım ayında (0,1 mg/L), S6'da ise ekim (0,1 mg/L) ve aralık (0,1 mg/L) aylarında serbest klor miktarı bu aralığın altında kalmaktayken, S6'da mayıs (0,5 mg/L), S5'de şubat (0,3 mg/L), S7'de şubat (0,4 mg/L) aylarında ise yukarıda ifade edilen limit değere uygunluk arz ettiği görüldü. Bununla birlikte diğer tüm serbest klor bulgularımız Tablo 3.2.'de ifade edilen WHO, 2011 ve EPA, 2008 standartlarındaki limit değerlere uygun olarak tespit edildi.

Suda bulunan iki değerlikli metal katyonlarının (kalsiyum ( $Ca^{+2}$ ), magnezyum ( $Mg^{+2}$ ) ve çok az oranda stronsiyum ( $Sr^{+2}$ ), demir ( $Fe^{+2}$ ) ve mangan ( $Mn^{+2}$ )) neden olduğu, suyun tadını bozan, bazı endüstriyel işlemlere zarar veren, sabunun köpürmesini güçleştiren su kalitesini etkileyen parametre su sertliğidir. Yani kalsiyum ve

magnezyum iyonu konsantrasyonlarının toplamı toplam sertliği göstermektedir (Boysan ve Şengörür, 2009). Kaynak suyu numunelerimizin toplam sertlik değerleri standartlara uygun olarak tespit edildi. WHO tarafından öngörülen sınıflandırmaya göre S9'a ait sular sert sular, S4'e ait sular eylül, ekim ve kasım aylarında orta sertlikte sular diğer aylarda yumuşak sular, geri kalan tüm kaynak suyu çeŐmelerimize ait sular ise yumuşak sular sınıfına girmektedir.

Suya sertlik özelliği veren en etkili iyon kalsiyum'dur (Çağatay, 1997). Kalsiyum seviyesi 1000 mg/L'yi geçen suların tüketilmesi durumunda, damar sertliği ve böbrek taşlarının oluşmasına neden olduğu düşünölmektedir (Varol ve ark., 2008). Kaynak sularımızın kalsiyum değerleri Türk Standartları Enstitüsü TS 266 (2005), Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO, 2011) ve Avrupa Birliği (EC, 1998) limit değerlerinin oldukça altında tespit edildi.

Sudaki klorür iyonlarının miktarı sağlıklı suyun göstergesidir. Çoğunlukla içme sularında klorür miktarı 30 mg/L'yi geçmez. Deniz ve kaya tuzu yataklarına yakın bölgelerdeki sularda ise klorür konsantrasyonu yüksektir (Alaş ve Çil, 2001). Yeraltı suyunda klorür konsantrasyonlarındaki düşüş yağmura bağlıdır. Bu durum kaynak sularının izlenmesi açasından bir kriter olarak kabul edilebilir (Çağatay, 1997). Yaptığımız analizler sonucunda kaynak suyu çeşmelerimizin klorür seviyeleri ulusal ve uluslararası standartlara uygun olarak tespit edildi.

ÇalıŐmamız neticesinde elde ettiğimiz veriler ışığında kaynak suyu çeŐmelerimizi su kalitesini belirleyen parametreler açasından değerlendirdiğimizde, Gümüş'ün 2012 yılında Karaman il merkezinde tatlı su çeşme sularıyla ilgili yaptığı çalışmayla benzer sonuçlar tespit edildiği gözlendi. Gümüş'ün yaptığı bu çalışmada Karaman il merkezindeki tatlı su çeşme sularında kimyasal kalite parametreleri açasından florür ve serbest klor miktarı düşük düzeyde saptanırken, pH, toplam sertlik, iletkenlik, nitrit, amonyum, kalsiyum, klorür ise ulusal ve uluslararası içme suyu standartlarına uygun bulunmuştur. Şekerci'nin 2012 yılında yaptığı çalışmada Erzurum il merkezinde rastgele seçilen 45 çeşmeye ait su örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre ortalama pH 7,26±0,18, klorür 30,29±10,17, nitrit 0,12±0,16, amonyum 0,32±0,19, kalsiyum 105,00±27,87, iletkenlik 456,80±202,51 µS/cm olarak tespit edilmiştir. ÇalıŐmamızdan farklı olarak Şekerci yaptığı bu çalışmada su örneklerinde nitrit ve

amonyum tespit etmiştir. İletkenlik ortalaması da oldukça yüksektir. Karaoğlu'nun (2001) Kavaklıdere-Bozdoğan bölgesindeki kaynak sularının üzerinde yaptığı bir çalışmada bazı örneklerde amonyum, nitrit ve nitrat'a rastlamıştır. pH, İletkenlik, sertlik ve kalsiyum seviyelerini ise standartlara uygun olarak tespit etmiştir. Şekerci ve Karaoğlu'nun yaptıkları araştırmalar sonucunda bazı su örneklerinde amonyum ve nitrit tespit etmeleriyle yaptığımız kaynak suyu analizlerimizden farklı sonuçlar elde etmişlerdir. Yelekçi ve arkadaşlarının 2012 yılında yaptığı bir çalışmada Kilis il merkezi şebeke sularından alınan doksan örneğin tümünün pH, elektriksel iletkenlik, sertlik, amonyum azotu, nitrit bakımından standartlara (TSE, WHO, EC ve EPA) uygun olduğu, flor seviyelerinin standartların altında olduğu, birçok su örneğinde klor seviyelerinin bazı standartlardan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yiğit'in 2002 yılında yaptığı çalışmada İstanbul İli Arnavutköy Beldesi civarındaki 14 farklı kaynak /köy çeşmesinden akan suların 3 köy çeşmesinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak uygun, diğer kaynak suları ve köy çeşmelerinden akan suların ise klor ve sertlik bakımından uygun olmadığı, içme suyu olarak kullanılamayacağı bildirilmiştir. Yelekçi ve Yiğit'in bu çalışmaları, araştırmamızla kıyaslandığında bazı su örneklerinin klor seviyelerindeki uygunsuzluk ile elde ettiğimiz verilerden farklılık gösterdiği görüldü.



#### 4. SONUÇ

İçme sularının mikrobiyal kalitesinin tespiti fekal indikatör mikroorganizmaların analizine dayandığından halkın kullanımına sunulan kaynak suyu çeşmelerinin Fekal koliform, *E.coli* ve Enterokok gibi fekal indikatör mikroorganizmaları barındırmaması gereklidir. İstanbul ili Anadolu yakası'nda bulunan değişik yerleşim alanlarından farklı bölgeleri temsil niteliği taşıyan 10 adet kaynak suyu çeşmesinden bir yıllık süreçte (2014 yılı /12 ay) aldığımız 95 örneğin 46'sının ulusal ve uluslararası standartlara göre bakteriyolojik bakımdan içilebilir nitelikte olduğu, 49 örneğin ise bakteriyolojik kirliliğe sahip olduğu tespit edildi. Örneklerimizin % 47,4'ünde Koliform bakteri; % 27,4'ünde Enterokok; % 17,9'unda *E. coli*; % 14,7'sinde Fekal koliform tespit edilerek standartlara uygun olmadığı gösterildi. Örneklerin % 48,4'ü ise standartlarda belirtilen değerlere uygun olarak tespit edildi. Kimyasal kalite bulgularımıza baktığımızda kaynak sularımızın çoğunun araştırdığımız kimyasal kalite parametreleri açısından ulusal ve uluslararası standartlarda belirtilen limit seviyelere uygun olarak tespit edildiği görüldü. Analizlerimiz sonucunda kaynak sularımızın % 27,4'ünün pH değeri ulusal ve uluslararası standartlara, % 96,8'inin serbest klor değeri ise sadece İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe aykırı olarak tespit edildi. Kaynak sularımız sertlik derecelerine göre değerlendirildiğinde yumuşak, orta sertlikte ve sert su sınıfında sular oldukları tespit edildi. Organoleptik muayeneler neticesinde kaynak suyu numunelerimizin tamamı fiziksel özellikleri açısından, TS 266 standardına uygun olarak tespit edildi.

Kaynak sularımız üzerine iklim etkileri değerlendirildiğinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre, kaynak sularımızı temin ettiğimiz bölgelerin, 12 aylık (Ocak 2014-Aralık 2014) kuraklık durumu normal civarı, aralık ayı yağışı 58 mm iken, önceki yıl olağanüstü kurak bir dönemin etkisinde kaldığı görüldü. Daha önceki 24 aylık dönemin kuraklık analizine bakıldığında ise orta derecede kurak bir dönem yaşandığı tespit edildi. Dolayısıyla yağışlarda gözlenen bu eksikliğin uzun zaman devam etmesi neticesinde yeryüzü ve yeraltı sularında azalma durumu olan hidrolojik kuraklık etkileri de göz önünde bulunduruldu. Nitekim sıcaklıkların yükselmesi, yağışların azalması ve artan buharlaşma ile meteorolojik kuraklığın uzaması ve insan aktiviteleriyle arazi kullanımındaki değişiklikler gibi koşullar altında kaynak suyu çeşmelerimizde bazı

aylarda suların azalması hatta kesilmesi gözlemlendi. Bu durumun kaynak suyu seviyeleri, pH, iletkenlik, toplam çözülmüş madde konsantrasyonları gibi kimyasal kalite parametreleri üzerinde oldukça etkili olduğu gözlemlendi. Küresel ısınmanın artması, sanayileşme, nüfus artışı ve daha birçok sebeplerle kullanılabilir su kaynaklarının hızla tüketilmesi, gelecekte insanlığın karşısına büyük bir sorun olan susuzluk sorununu çıkaracaktır. Bu çalışmayla sahip olduğumuz doğal kaynak sularının önemi gündeme getirilmekte ve bu doğal kaynakların korunarak varlıklarının sürdürülmesi için gerekli tedbirlerin alınması gerekliliği vurgulanmaktadır.

Halkın kullanımına sunulan bu kaynak suyu çeşmelerinin su kalitesi açısından sağlığı tehdit edici nitelikleri taşıması önemli sorunlara neden olacaktır. İçme ve kullanma ihtiyaçlarına yönelik olarak kaynak suyu çeşmelerinden tedarik edilen suyun patojen mikroorganizmaların neden olduğu olası bir kirlenmenin tespiti ve bunun sebep olacağı salgın hastalıkları önlemek için düzenli olarak bakteriyolojik kontrollerinin yapılması gerekir. Halkın sağlığı söz konusu olduğu için olası bir kirlenmede kaynak suyu çeşmelerinin kullanıma kapatılması ve kirlilik kaynağının araştırılarak, ortadan kaldırılması için gerekli çalışmaların yapılması gerekir. Dolayısıyla kaynak suyu çeşmeleri düzenli aralıklarla denetlenmeli ve sağlığı tehdit edici özellikler gösterdiği takdirde bu durum giderilene kadar halkın kullanımına sunulmamalıdır.

## KAYNAKLAR

2013 Yılı İklim Değerlendirmesi (2014) Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/2013-yili-iklim-degerlendirmesi.pdf>, 17.08.2014.

2014 Yılı İklim Değerlendirmesi (2015) Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/2014-yili-iklim-degerlendirmesi.pdf>, 17.03.2015.

2014 Yılı Alansal Yağış Değerlendirmesi (2015) Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, <http://www.mgm.gov.tr/FILES/arastirma/yagis-degerlendirme/2014alansal.pdf>, 01.06.2015.

2340C (1997) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, Hardness/EDTA Titrimetrik Metod. American Public Health Association (APHA), Washington, United States.

2510-B (2012) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition, American Public Health Association (APHA), Washington, United States.

4500-Cl<sup>-</sup> B (2012) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater, Argentometric Method. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington, United States.

9222-D (2012) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22th Edition, American Public Health Association (APHA), Washington, United States.

Ağaoğlu, S., Alışarlı, M., Alemdar, S. (2007) Van Bölgesi Su Kaynaklarında Flor Düzeylerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 18(1), 59-65.

Ağaoğlu, S., Alişarlı, M., Alemdar, S., Dede, S. (2007) Van Bölgesi İçme ve Kullanma Sularında Nitrat ve Nitrit Düzeylerinin Araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 18(2), 17-24.

Akhan, M., Çetin, Ö. (2007) Bir kaynak suyu tesisinde olası mikrobiyal kontaminasyonun incelenmesi. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi, 37(4), 213-220.

Akın, M., Akın, G. (2007) Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47(2), 105-118.

Alaş, A. ve Çil, O.H.Ş. (2002) Aksaray İline İçme Suyu Sağlayan Bazı Kaynaklarda Su Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. Ekoloji Çevre Dergisi, 11(42), 40-44.

Alemdar, S., Kahraman, T., Ağaoğlu, S., Alişarlı, M. (2009) Bitlis İli İçme Sularının Bazı Mikrobiyolojik Ve Fizikokimyasal Özellikleri. Ekoloji Dergisi, 19(73), 29-38.

Altun Z. (2011) Büyükçekmece Gölü’nün Mikrobiyolojik Ve Kimyasal Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 75-118.

Ankara Tabip Odası, Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi – Su ve Kanal Çalışanları Derneği, Çevre Mühendisleri Odası, Gıda Mühendisleri Odası, Halkevleri, İnşaat Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, Jeoloji Mühendisleri Odası, Kimya Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, Tüketici Dernekleri Federasyonu, Tüketici Hakları Derneği, Ziraat Mühendisleri Odası (2012) Su ve Yaşam Raporu, ISBN: 978-605-5867-66-9, Ankara, Türkiye.

Avcı, B., Uğur Baysal, S. ve Gökçay, G. (2009). Çocuklarda Flor Kullanımının Yarar ve Zararlarının Değerlendirilmesi. İstanbul Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Çocuk Dergisi, 9(1), 8-15.

Avrupa Komisyonu (2014) AB Türkiye 2014 Yılı İlerleme Raporu, SWD(2014) 307, Brüksel, Belçika.

Birleşmiş Milletler Su İstatistikleri, <http://www.unwater.org/statistics/statistics-detail/en/c/211801/>, 10.11.2015.

Boysan, F. ve Şengörür, B. (2009) Su Sertliğinin İnsan Sağlığı İçin Önemi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 13(1), 7-10.

Boysan, F., Şengörür, B. (2001) Şişelenmiş İçme Sularındaki Bazı İnorganik Parametrelerin İnsan Sağlığına Etkilerinin Araştırılması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(2), 8.

Calbo, J. (2010) Possible Climate Change Scenarios with Specific Reference to Mediterranean Regions, Water Scarcity in the Mediterranean, Perspectives Under Global Change, The Handbook of Environmental Chemistry, 1<sup>st</sup> Edition., Sabater, S., Barcelo, D. Editors.; Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany.

Can, K. N. (2011) Çeşitli Su Örneklerinde Membran Filtrasyon ve Konvansiyonel Yöntemlerle Mikrobiyolojik Kalite Analizi Ve Antibiyotik Dirençliliğinin Saptanması. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye, 22-24.

Canadian Geoscience Education Network, <http://www.cgenarchive.org/ottawa-gatineau-groundwater.html>, 15.10.2015.

Connolly, D., Paull, B. (2001) Rapid determination of nitrate and nitrite in drinking water samples using ion-interaction liquid chromatography. Elsevier, Analytica Chimica Acta 441, 53–62.

Çağatay, G. (1997) Su Kalitesi. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:43, 1.baskı, Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, s. 56-80.

Çalık, E., Menteş, Y., Karadağ, F., Dayıoğlu, H. (2004) İçme Suyunun Sağlık Açısından Değerlendirilmesi. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, (6), 17-26.

Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk. Paris, UNESCO.

Devlet Planlama Teşkilatı (2007) “Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu”, Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara, Türkiye.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (2007) Faaliyet Raporu, T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Ankara, Türkiye.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (2013) Faaliyet Raporu, T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Ankara, Türkiye.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (2014) Faaliyet Raporu, T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Ankara, Türkiye.

Di H.J., Cameron K.C. (2002) Nitrate leaching in temperate agroecosystems: sources, factors and mitigating strategies. Nutrient Cycling Agroecosystems 64(3), Kluwer Academic Publishers, Netherlands, Holland.

Diagnostik Ürünler ve Teknik Danışmanlık, Membran Filtrasyon Yöntemi İle Mikrobiyolojik Analizler, [http://www.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Mikrobiyolojik-Analizler/Membran-Filtrasyon-Yontemi-ile-Mikrobiyolojik-Analizler\\_242.htm](http://www.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Mikrobiyolojik-Analizler/Membran-Filtrasyon-Yontemi-ile-Mikrobiyolojik-Analizler_242.htm),

15.04.2015.

Dönderici, Z.S., Dönderici, A. ve Başarı, F. (2010) Kaynak sularının fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine bir araştırma. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 67(4), 167-172.

Dunn, G., Henrich, N., Holmes, B., Harris, L., Prystajecy, N. (2014) Microbial water quality communication: public and practitioner insights from British Columbia, Canada. Journal of Water and Health, 12(3), 584-595.

Efsun, A. (1998) Hastane İnfeksiyonları Kaynağı Olarak Su. Hastane İnfeksiyonları Dergisi, [http://www.hastaneinfeksiyonlaridergisi.org/managete/fu\\_folder/1998-01/html/1998-2-1-025-033.htm](http://www.hastaneinfeksiyonlaridergisi.org/managete/fu_folder/1998-01/html/1998-2-1-025-033.htm), 28.05.2015.

Eldem, Ö.N., Öztürk, İ., (2006). Anaerobik arıtmada pH ve amonyak inhibisyonu. İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi/d mühendislik, 5(1), 3-14.

Enterokoklar Genel Bilgiler, <http://www.mikrobiyoloji.org/genelpdf/210011701.pdf>, 15.05.2015.

Ertaş, N., Gönülalan, Z., Yıldırım, Y., Al, S., Karadal, F. (2013) Kayseri Bölgesi Kuyu Sularındaki Nitrat ve Nitrit Düzeyleri. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi Journal Of Faculty Of Veterinary Medicine, Erciyes University. Araştırma Makalesi / Research Article. 10(1), 15-19.

*Escherichia*, [www.mikrobiyoloji.org/genelpdf/943105010.pdf](http://www.mikrobiyoloji.org/genelpdf/943105010.pdf) , 06.02.2015.

Falkenmark, M., Lundquist, J., Widstrand, C. (1989) Macro-scale Water Scarcity Requires Micro-scale Approaches: Aspects of Vulnerability in Semi-arid Development, Natural Resources Forum 13(4), 258-267.

FAO (Food and Agriculture Organisation) AQUASTAT, <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>, 10 Mart 2015.

Fekal koliformlar, <http://www.mikrobiyoloji.org/genelpdf/942122031.pdf>, 10.04.2015.

Gleick, P., Cooley, H., Cohen, M.J., Morikawa, M., Morrison, J., Palaniappan, M. (2011) The World's Water Vol.7: The Biennial Report on Freshwater Resources, Pacific Institute Washington DC, ABD.

Güler, Ç., Çobanoğlu, Z. (1997) Su Kalitesi. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43, 1.Baskı, T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.

Güler, Ç., Çobanoğlu, Z. (1994) Su Kirliliği, Çevre Sağlığı temel Kaynak Dizisi, Birinci Baskı, Aydoğdu Ofset, Ankara, Türkiye.

Gümüş, N.E. (2012) Karaman ili tatlı su çeşme sularının kimyasal ve bakteriyolojik yönden incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karaman, Türkiye, 49-52.

Günşen, U. , Anar, Ş., Gündüz, H. (2000) Uludağ'daki Su Kaynaklarının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 7(2), 21-24.

Hach DR/2500 Spectrophotometer Procedure Manual (2003) Method 8029, SPADNS Method, Hach Company, United States.

Hach DR/2500 Spectrophotometer Procedure Manual (2003) Method 8038, Nessler Method, Hach Company, United States.

Hach DR/2500 Spectrophotometer Procedure Manual (2003) Method 8507, Diazotization Method LR, Hach Company, United States.



Haritamap Haritalar, <http://www.haritamap.com/mahalle/esenkent-14620>, 15.04.2015.

Haritamap Haritalar, <http://www.haritamap.com/mahalle/ferah-14938>, 15.04.2015.

Haritamap Haritalar, <http://www.haritamap.com/mahalle/goztepe-14541>, 15.04.2015.

Haritamap Haritalar, <http://www.haritamap.com/mahalle/icerenkoy-14086>, 15.04.2015.

Haritamap Haritalar, <http://www.haritamap.com/mahalle/kucuk-camluca-14946>, 15.04.2015.

Haritamap Haritalar, <http://www.haritamap.com/yer/basibuyuk-mahallesi-maltepe>, 15.04.2015.

Haritamap Haritalar, <http://www.haritamap.com/yer/esenkent-mahallesi-maltepe>, 15.04.2015.

Haritamap Haritalar, <http://www.haritamap.com/yer/kayisdagi-caddesi-atasehir>, 15.04.2015.

Haritamap Haritalar, <http://www.haritamap.com/yer/kozyatagi-mahallesi-kadikoy>, 15.04.2015.

Haritamap Haritalar, <http://www.haritamap.com/yer/sahrayicedit-so-kadikoy>, 15.04.2015.

Worldometers, <http://www.worldometers.info/world-population/>, 15 Kasım 2015.

Hyland, R., Byrne J., Selinger, B., Graham, T., Thomas, J., Townshend, I., Gannon, V. (2003) Spatial And Temporal Distribution of Fecal Indicator Bacteria within the Oldman River Basin of Southern Alberta, Canada. Water Quality Research Journal Of Canada, 38(1), 15–32.

Ilgar, R. (2009) 213-Dünya Su Yönetimi ve Su Eğitimi / World Water Management and Water Education, 1. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi, 1 Mayıs, Çanakkale, Türkiye.

Irmak, H. (2008) Sularla İlişkili Hastalıklar. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Sağlık Bakanlığı Yayınları, 8-46, <http://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/t74.pdf> (20.04.2015).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik (2013) Resmi Gazete, Mart 7. sayı :28580, Sağlık Bakanlığı, Ankara, Türkiye.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi (2007) İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2007–2011 Stratejik Planı, İstanbul, Türkiye.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı, Şehir Planlama Müdürlüğü (2009) 1/100.000 Ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planı Raporu Üçüncü Bölüm -İstanbul İl Bütünü Araştırma Bulguları, İstanbul, Türkiye.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Müdürlüğü (İSKİ) (2002) İstanbul'un İçme Suyu Kalitesi, İSKİ Yayınları No:38, İstanbul, Türkiye.

İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi, e-kütüphane Sistemi, Su Kalite Kontrol Laboratuvarı, [http://www.iski.gov.tr/web/UserFiles/e-kutuphane/Su\\_Kalite\\_Kontrol\\_Laboratuvari.pdf](http://www.iski.gov.tr/web/UserFiles/e-kutuphane/Su_Kalite_Kontrol_Laboratuvari.pdf) , 06 Mayıs 2015.

Jiménez, B. (2008) Health Risk In Aquifer Recharge With Recycled Water. Health Risks In Aquifer Recharge Using Reclaimed Water - State Of The Art Report, Aertgeerts, R., Angelakis, A. Editors.; (2008) 50-51, [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/wastewater/wsh0308chap3.pdf?ua=1](http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/wsh0308chap3.pdf?ua=1) (04.05.2015).

Kala, A., Samastı, M., Köksal Çakırlar, F. (2011) İstanbul'un Şifalı Suları, İstanbul'un Şifalı Sular Olarak Bilinen Tarihi kaynak Sularının Halk Sağlığı ve Kültür Turizmi Açısından Yeniden Değerlendirilmesi, Sade Ofset Matbaacılık San. Ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye.

Karadağ, A.A. (2008) Türkiye'deki Su Kaynakları Yönetimine İlişkin Sorunlar Ve Çözüm Önerileri. Türk Mühendis Ve Mimar Odaları Birliği 2. Su Politikaları Kongresi, 20-22 Mart, Ankara, Türkiye.

Karaoğlu, M.H. (2001) Kavaklıdere-Bozdoğan Bölgesindeki Kaynak Sularının Kimyasal İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Türkiye, s. 46-47.

Karşılı, C. (2011) Türkiye'de Akarsu Havzalarında Kişi Başına Düşen Su Miktarının Coğrafi Bilgi Sistemleriyle Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Türkiye Cumhuriyeti Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya (Fiziki Coğrafya) Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye, 63-79.

Koçak, N., Güleç, M., Tekbaş, Ö.F. (2011) Suyun Sertlik Derecesi ve Sağlık Etkileri. TAF Preventive Medicine Bulletin 2011; 10(2): 187-192.

Kornacki, J.L., Johnson, J.L. (2001) Enterobacteriaceae, Coliforms, and Escherichia coli As Quality and Safety Indicators, Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 4<sup>th</sup> Edition., Downes, F.P., Ito, K.A. Editors.; American Public Health Association, Sheridan Books, Inc., Washigton, United States.

Küçükeşmen, Ç., Sönmez, H. (2008) Diş Hekimliğinde Florun , İnsan Vücudu Ve Dişler Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 15(3), 43-53.

Lovibond 2000 Comparator, DPD Chlorine Method 3 (2009) The Tintometer Limited, Lovibond House, Amesbury, England.

Muluk, Ç.B., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan M.A., Balkız, Ö., Gümrükçü, S., Sarıgül, G., Zeydanlı, U. (2013) Türkiye’de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif. İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği - Doğa Koruma Merkezi, Golden Medya Matbaacılık ve Ticaret A.Ş., İstanbul.

Nguyen, Y., Sperandio, V. (2012) Enterohemorrhagic E. coli (EHEC) Pathogenesis. *Frontiers In Cellular And Infection Microbiology*. 2(90), 1-7.

Official Journal of the European Communities EC (1998) Council Directive 98/83/EC on the quality of water intended for human consumption. The European Parliament and The Council of The European Union (1998), 1-23, <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0032:0054:EN:PDF>, (06.01.2015).

Oğur, R., Tek baş, Ö.F. (2005) Temel Su Analiz Teknikleri, V. Fiziksel ve Kimyasal Su Analiz Yöntemleri (2005) 21, <http://www.halksagligi.org/dokuman/arsiv/1322523489.pdf> (20.03.2015).

Oğur, R., Tekbaş, Ö.F., Hasde, M. (2004) Klorlama Rehberi (İçme Kullanma Sularının Klorlanması) (2004) 19-34, <http://www.halksagligi.org/dokuman/arsiv/1322524264.pdf> (07.05.2015).

Okoro, H.K., Adeyinka, A., Jondiko, O.E., Ximba, B.J., Kakalanga, S.J. (2012) Assesment of heavy metals contamination in groundwater: A case study of central industrial district in Ilorin, Kwara State, Nigeria. *International Journal of Physical Sciences*, 7(28), 5078 – 5088.

Onuncu Kalkınma Planı 2014/2018 Özel İhtisas Komisyonu Raporları (2014) Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği, T.C. Kalkınma Bakanlığı, Ankara, Türkiye.

Ozbay, G., Cannon, A., Treher, A., Clemens, S., Essel, A., Marsh, D., Austin, J. (2013) Drinking Water Quality Clinics and Outreach in Delaware Focusing on Educating Master Well Owners. Scientific Research, Journal of Environmental Protection, 4, 21-32.

Özdemir, A.D., Erkuş, M.K. (2015) Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesi Çalışmaları. T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Türkiye Su Bütçesinin Belirlenmesi Çalıştayı, 16-20 Mart, İstanbul, Türkiye.

Öztürk, K. (2002) Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1), 47-65.

Poulsen, L.L., Bisgaard, M., Son, N.T., Trung, N.V., An, H.M., Dalsgaard, A. (2012) *Enterococcus faecalis* Clones in Poultry and in Humans with Urinary Tract Infections, Vietnam. Emerging Infectious Diseases Journal, 18(7), 1096-1100.

Resmi Gazete (2004) Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Sayı: 25687, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 31 Aralık.

Rıfaat, E.A., Tekiner, İ.H., Özpınar, H. (2014) Halk sağlığı açısından içme ve kullanma sularında Koliform ve Fekal Koliform bakterilerin varlıklarının klasik ve MASS spektrometresi yöntemleriyle incelenmesi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 9(2), 20-32.

Rivett, M., Drewes, J., Barrett, M., Chilton, J., Appleyard, S., Dieter, H.H., Wauchope, D., Fastner, J. (2006) Chemicals: Health Relevance, Transport And Attenuation. 2006 World Health Organization. Protecting Groundwater for Health: Managing the Quality of Drinking-water Sources, 1<sup>st</sup> Edition., Schmoll, O., Howard, G., Chilton, J., Chorus, I. Editors.; IWA Publishing, London, United Kingdom.

Sarı S. (2004) İçme Suyu Sektör Profili. İstanbul Ticaret Odası Etüt ve Araştırma Şubesi Dökümanları (2004) 7-10, <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-44.pdf> (06.05.2015).

Sartorius, Microbiological Testing of Foods, Beverages and Pharmaceuticals. <http://www.chemicalcenter.com.ar/folletos/Sartorius Filtracion/Control de Calidad/Pads Nutrientes NKS.pdf>, 15.04.2015.

Sönmez, A.Y., Hisar, O., Yanık, T. (2012) Karasu Irmağında Ağır Metal Kirliliğinin Tespiti ve Su Kalitesine Göre Sınıflandırılması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 43(1), 69-77.

Sönmez, G., Çizmecioğlu, B. (2007) Su ile Bulaşan Hastalıklar. Türk Eczacıları Birliği Haberler Dergisi, İnsan Sağlığı ve Hastalıklar, (4), 29-32.

Standard Methods For The Examination Of Water & wastewater (2005) 9000 Microbiological Examination. 9230 Fecal streptococcus and Enterococcus Groups. 21<sup>st</sup> Edition., Franson, M.A.H. Editors.; American Public health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Port City Press Inc., Baltimore, Maryland, United States.

Süphandağ, Ş.A., Uyguner, C.S., Bekbölet, M. (2007) İstanbul'da tüketilen ticari ve şebeke bazlı içme sularının kimyasal ve spektroskopik profilleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi/e Su kirlenmesi kontrolü 17(2), 23-35.

Şahin, R., Aslan, V., Çiçek, N. (2007) Water pollution control in integrated water management and providing environmental sustainability. International Congress on River Basin Management, 22-24 Mart, Antalya, Türkiye.

Şahin, Ü., Tunç, T., Örs, S. (2011) Yer altı Suyu Kirliliği Açısından Atık Su Kullanımı. TABAD Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 4(1), 33-39.

Şekerci, P. (2012) Erzurum ili çeşme sularının mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal analizi ve izole edilen *Escherichia coli* suşlarının moleküler tiplendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, 74-75.

Şimşek, H. (2011) Sazlıdere Baraj Gölünün'nün Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kimyasal Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 10-64.

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Su ve Toprak Yönetimi Dairesi Başkanlığı (2008) Atıksu Eylem Planı 2008-2012, Ankara, Türkiye.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevresel Etki Değerlendirilmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Çevre Envanteri ve Bilgi Yönetimi Dairesi Başkanlığı (2013) Çevresel Göstergeler 2012 (2013) 29-31, [http://www.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Çevresel\\_Gostergeler2012-TR\(1\).pdf](http://www.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Çevresel_Gostergeler2012-TR(1).pdf) (15.04.2015).

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevresel Etki Değerlendirilmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, (2011) Türkiye Çevre Durum Raporu 2011, Ankara, Türkiye.

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Su İşleri Müdürlüğü, [www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari](http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari), 01 Nisan 2015.

Tan, A. (2006) Atık Sular'da Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, Türkiye, 20-22.

Taşdemir, C. (2009) Toplum Ve Hastane Kaynaklı İnfeksiyonlardan İzole Edilen *Escherichia coli* Suşlarının Antimikrobiyal Direnç Fenotiplerinin Araştırılması. Uzmanlık Tezi, Sağlık Bakanlığı Haydarpaşa Numune Eğitim Ve Araştırma Hastanesi, Klinik Mikrobiyoloji Bölümü, İstanbul, Türkiye, 19-21.

TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <http://www.mgm.gov.tr/>, 16 Ocak 2015.

TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Kuraklık İzleme Sistemi 2.1, <http://212.175.180.197/bitkidon/kuraklikizleme.aspx>, 15 Ocak 2015.

Tok, Ç., N. (2006) Enterokoklarda Vankomisin Direnci. Uzmanlık Tezi, T.C Sağlık Bakanlığı Haydarpaşa Numune Eğitim Ve Araştırma Hastanesi, İnfeksiyon Hastalıkları Ve Klinik Mikrobiyoloji Kliniği, İstanbul, Türkiye, 9-31.

Toroğlu, E., Toroğlu, S., Alaeddinoğlu, F. (2006) Aksu Çayı'nda (Kahraman Maraş) Akarsu Kirliliği. Coğrafi Bilimler Dergisi, 4(1), 93-103.

Tosun, H., Gönül, Ş.A. (2003) E. coli O157: H7'nin Aside Tolerans Kazanması ve Asidik Gıdalarda Önemi. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, 01(10), 10-17.

TS 266 (2005) Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

TS 4164 ISO 9297 (1998) Su Kalitesi-Klorür Tayini-Kromat İndikatörü Yanında Nitrat İle Titrasyon (Mohr Metodu). Türk Standartlar Enstitüsü Ankara, Türkiye.

TS 4474 ISO 6059 (1998) Toplam Kalsiyum ve Magnezyum Tayini. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

TS 7050-2 EN ISO 4796-2 (2002) Lâboratuvar cam malzemeler- Şişeler- Bölüm 2: Konik boyunlu şişeler. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

TS 8196 (1990) Su Kalitesi - Kalsiyum Tayini Edta Titrimetrik Metot. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.



TS EN ISO 10523:2012 (EN) (2012) Su Kalitesi- pH Tayini. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

TS EN ISO 19458 (2006) Su kalitesi - Mikrobiyolojik analizler için numune alma. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

TS EN ISO 5667-1 (2008) Su kalitesi - Numune alma - Bölüm 1: Numune alma programlarının ve numune alma tekniklerinin tasarımına dair kılavuz. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

TS EN ISO 5667-3 (2013) Su kalitesi - Numune alma -Bölüm 3: Su numunelerinin muhafaza, taşıma ve depolanması için kılavuz. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

TS EN ISO 7899-2 (2002) Su Kalitesi – Bağırsak Enterokoklarının Tespiti Ve Sayımı – Bölüm 2: Membran Süzme Yöntemi. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

TS EN ISO 8199 (2008) Su Kalitesi- Mikroorganizmaların Kültür Yoluyla Sayımı Genel Kurallar. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

TS EN ISO 9308-1 (2011) Su kalitesi – *Escherichia coli* ve Koliform Bakterilerin Tespiti ve Sayımı – Bölüm 1: Membranla Süzme Yöntemi. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

TS ISO 5667-5 (2008) Su kalitesi - Numune alma - Bölüm 5 - Arıtma tesisleri ve boru şebekeli dağıtım sistemlerindeki içme suyundan numune alma kılavuzu. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

Turan, T., Eren, Z. (2008) Türkiye’de Su Kaynakları ve Su Politikası. TMMOB(Türk Mühendis Ve Mimar Odaları Birliği) 2. Su Politikaları Kongresi, 20-22 Mart, Ankara, Türkiye.

Tümgör, A. (2010) Çocuk Yaş Grubunda Görülen Gastroenteritlerde Viral ve Bakteriyel Etkenlerin Klasik Ve Moleküler Yöntemlerle Araştırılması. Uzmanlık Tezi, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilimdalı, Adana, Türkiye, 16-40.

Türk İstatistik Kurumu (TÜİK), <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>, 15 Kasım 2015.

Türk Mühendis Ve Mimar Odaları Birliği, Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi (2014) İstanbul Su Havzaları Teknik Değerlendirme Raporu 1, İstanbul Avrupa Yakası Su Havzaları Teknik Tespit Raporu, İstanbul, Türkiye.

Türkeş, M., (2012) Kuraklık, Çölleşme ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nin Ayrıntılı bir Çözümlemesi. Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi, 20, 8-51.

U.S. Environmental Protection Agency (2008) Drinking water contaminants. U.S. EPA, Office of Water. <http://water.epa.gov/drink/contaminants/#Byproducts>, 05.0.2015.

Ulusal Sanayici ve İş Adamları Derneği (USİAD) (2007) Su Raporu, Ulusal Su Politikası İhtiyacımız, İstanbul, Türkiye.

UNESCO (2000) Water Use in the World: Present Situation/Future Needs, <http://webworld.unesco.org/water/ihp/publications/waterway/webpc/pag16.html>, 10 Mart 2015.

UN-Water (2007) Coping with water scarcity, challenge of the twenty-first century (2007) 1-29, <http://www.fao.org/nr/water/docs/escarcity.pdf> (15.03.2015).

USGS science for a changing world, <http://water.usgs.gov/edu/watercycleturkish.html>, 02 Nisan 2015.

Varol, E. ve Varol, S. (2010). Çevresel bir hastalık olarak florozis ve insan sağlığı üzerine etkisi. TAF Preventive Medicine Bulletin, 9(3), 233-238.

Varol, S., Davraz, A. ve Varol, E. (2008) Yeraltı suyu Kimyası ve Sağlığa Etkisinin Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi. TAF Preventive Medicine Bulletin, 7(4), 351-356.

Vermont Department of Health Agency of Human Services, <http://healthvermont.gov/enviro/water/nitrates.aspx>, 07 Mayıs 2015.

Watson, S.B., Lawrence, J. (2003) Drinking Water Quality and Sustainability. Water Quality Research Journal Of Canada, 38(1), 3-13.

WHO (2013) Water quality and health strategy 2013-2020. World Health Organization publications (2013) 1-15, [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/water\\_quality\\_strategy.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/water_quality_strategy.pdf) (15.03.2015).

Wikipedia Ansiklopedi, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Başıbüyük,\\_Maltepe](https://tr.wikipedia.org/wiki/Başıbüyük,_Maltepe), 15.04.2015.

Wikipedia Ansiklopedi, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Esenkent,\\_Maltepe](https://tr.wikipedia.org/wiki/Esenkent,_Maltepe), 15.04.2015.

Wikipedia Ansiklopedi, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Esenkent,\\_Maltepe](https://tr.wikipedia.org/wiki/Esenkent,_Maltepe), 16.04.2015.

Wikipedia Ansiklopedi, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Ferah,\\_Üsküdar](https://tr.wikipedia.org/wiki/Ferah,_Üsküdar), 15.04.2015.

Wikipedia Ansiklopedi, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Göztepe,\\_Kadıköy](https://tr.wikipedia.org/wiki/Göztepe,_Kadıköy), 15.04.2015.

Wikipedia Ansiklopedi, [https://tr.wikipedia.org/wiki/İçerenköy,\\_Ataşehir](https://tr.wikipedia.org/wiki/İçerenköy,_Ataşehir), 15.04.2015.

Wikipedia Ansiklopedi, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Kayışdağ,\\_Ataşehir](https://tr.wikipedia.org/wiki/Kayışdağ,_Ataşehir), 15.04.2015.

Wikipedia Ansiklopedi, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Kozyatağı,\\_Kadıköy](https://tr.wikipedia.org/wiki/Kozyatağı,_Kadıköy), 15.04.2015.

Wikipedia Ansiklopedi, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Küçükçamlıca\\_Üsküdar](https://tr.wikipedia.org/wiki/Küçükçamlıca_Üsküdar), 15.04.2015.

Wikipedia Ansiklopedi, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Sahrayıcedid>, 15.04.2015.

World Health Organization (WHO) (2003) Heterotrophic plate counts and drinking-water safety: The significance of HPCs for water quality and the human health. Bartram, J., Cotruvo, J., Exner, M., Fricker, C., Glasmacher, A. Editors.; IWA Publishing, London, United Kingdom.

World Health Organization (WHO) (2011) Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC), <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs125/en/>, 10.05.2015.

World Health Organization (WHO) (2011) Guidelines for drinking water quality, 4<sup>th</sup> Edition., WHO Press, Geneva, Switzerland.

WSSD (2002) World Summit on Sustainable Development, Implementation Report, Johannesburg, Güney Afrika.

WWAP(World Water Assessment Programme) (2003) United Nations World Water Development Report 3: Water for people, water for life. Paris/London, UNESCO Publishing/ Earthscan.

WWAP(World Water Assessment Programme) (2012) The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk. Paris, UNESCO.

Yelekçi, S., Acemioğlu, B. Ve Avcı, H. (2012) Kilis İl Merkezi İçme sularının Kullanılabilirliğinin Araştırılması. BİBAD, Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 5(2), 77-81.

Yıldız, S., Çodur, D.A. (2003) İstanbul'da Suyun Serüveni, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Yayınları, İstanbul, Türkiye.

Yılmaz, B. (2013) Terkos Gölü'ne Dökülen Derelerde Mikrobiyolojik Ve Kimyasal Kirlilik Düzeylerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 10-29.

Yılmaz, S. (2003) GATS: Su Ticareti Yapılabilen Değerli bir Metadır. TMMOB İstanbul İKK Ölçü Dergisi (2003), [http://www.emo.org.tr/ekler/ca8c9b0996bbf05\\_ek.doc?tipi=46&turu=X&sube=0](http://www.emo.org.tr/ekler/ca8c9b0996bbf05_ek.doc?tipi=46&turu=X&sube=0) (15.04.2015).

Yiğit, R. (2002) İstanbul İli Gaziosmanpaşa İlçesi Arnavutköy Beldesi Civarındaki Kaynak Sularının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne, Türkiye, 1-47.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1981 yılında İstanbul'da doğdum. İlköğrenimimi İstanbul'da 50. Yıl Besim Kadırgan İlköğretim Okulu'nda, orta öğrenimimi Ertuğrul Gazi Lisesi'nde tamamladım. 1998 yılında Marmara Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde lisans eğitimime başladım ve 2002 yılında mezun oldum. Aynı yıl başladığım Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Öğretmenliği Tezsiz Yüksek Lisans programını 2004 yılında bitirdim. 2006 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi Sağlık Daire Başkanlığı Hıfzıssıhha Laboratuvarları Mikrobiyoloji Bölümü'nde Biyolog olarak göreve başladım. Akreditasyon çalışmaları kapsamında çeşitli faaliyetlerde bulunduğum Hıfzıssıhha Laboratuvarlarındaki görevimi halen sürdürmekteyim. 2013 yılında Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim dalında yüksek lisans programına başladım. Evli ve iki çocuk annesiyim.