

**OCAK, 2014**

**Yüksek Lisans Tezi-Biyoloji Bölümü**

**YAWOOZ HAMEED MAHMOOD**

**T.C.  
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KERKÜK İLİ İÇME SUYUNUN FİZİKSEL, KİMYASAL,  
BİYOLOJİK VE SU KİRLİLİĞİ AÇISINDAN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**BİYOLOJİ BÖLÜMÜ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Yawooz Hameed MAHMOOD**

**Ocak 2014**

**Kerkük İli İçme Suyunun Fiziksel, Kimyasal, Biyolojik ve  
Su Kirliliği Açısından Değerlendirilmesi**

**Gaziantep Üniversitesi**

**Biyoloji Bölümü**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Danışmanlar**

**Doç. Dr. Murat KÜTÜK**

**Yrd. Doç. Dr. Tawoos Mohammed Kamel AHMED**

**Yawooz Hameed MAHMOOD**

**Ocak 2014**

© 2014 [Yawooz Hameed MAHMOOD]

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

Yawooz Hameed MAHMOOD

T.C. GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI

Tezin Adı: Kerkük İli İçme Suyunun Fiziksel, Kimyasal, Biyolojik ve Su Kirliliği  
Açısından Değerlendirilmesi

Öğrencinin, Adı Soyadı: Yawooz Hameed MAHMOOD

Tez Savunma Tarihi: 28.01.2014

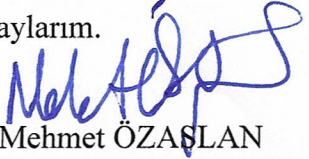
Fen Bilimleri Enstitüsü onayı



Doç. Dr. Metin BEDİR

F.B.E. Müdürü

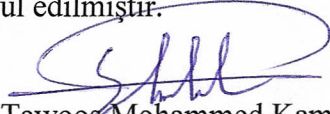
Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.



Prof. Dr. Mehmet ÖZASLAN

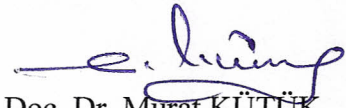
Enstitü ABD Başkanı

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



Yrd. Doç. Tawoos Mohammed Kamel AHMED

İkinci Tez Danışmanı



Doç. Dr. Murat KÜTÜK

Tez Danışmanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi  
olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:

Doç. Dr. Murat KÜTÜK

Doç. Dr. Muhittin YILMAZ

Yrd. Doç. Dr. Hasan AKGÜL

Yrd. Doç. Dr. H. Ahmet DEVECİ

Yrd. Doç. Dr. Adile AKPINAR

İmzası



## **ABSTRACT**

### **THE EVALUATION OF DRINKING WATER ABOUT BIOLOGICAL, PHYSICAL, CHEMICAL AND WATER POLLUTION IN KIRKUK PROVINCE**

MAHMOOD, Yawooz Hameed

M.Sc. in Biology

Gaziantep University

Supervisors: Assoc. Prof. Dr. Murat KÜTÜK – Asist. Prof. Dr. Tawoos Mohammed  
Kamel AHMED

January 2014, 64 page

Water quality parameters of Kerkuk city were analysed according to various standart methods for six months and evaluation of results was made considering the drinking water quality. Study period includes Kirkuk Province the water before treatment plant (raw water) and the water after treated, the water supplied to different parts of the city for six months, according to some physical, chemical and biological properties were investigated.

As a result of residual chlorine it on standard terms and high turbidity values were observed occasionally. The microbiological analysis result of water samples (treatment plant before entering) total mesophilic aerobic bacteria count higher than total coliform bacteria count is found and total coliform bacteria count, higher than fecal coliform bacteria count was found.

As a result of microbiological analysis, water samples (resulting from treatment plants) of total mesophilic bacterium count no abnormal changes were observed, but in the total coliform bacteria in the months of June and July to the end of the 5 th station had been identified as abnormal. Also fecal coliform bacteria in July last in the 5 th station were identified as abnormal when compared with standards.

Key Words: Iraq, Kirkuk, Environment, Water pollution, Bacteria

## ÖZET

### KERKÜK İLİ İÇME SUYUNUN FİZİKSEL, KİMYASAL, BİYOLOJİK VE SU KİRLİLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

MAHMOOD, Yawooz Hameed

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Bölümü

Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri enstitüsü

Tez Yöneticileri: Doç. Dr. Murat KÜTÜK - Yrd. Doç. Dr. Tawoos Mohammed  
Kamel AHMED

Ocak 2014, 64 sayfa

Bu çalışmada Kerkük ilinin bazı su kalite parametreleri 6 aylık bir süre boyunca çeşitli standart yöntemlerle analiz edildi ve içme suyu kalitesi bakımından değerlendirildi. Çalışmada Kerkük İli arıtma tesisine gelen kaynak su ve arıtmadan sonra çıkan su, 6 ay boyunca şehrin farklı bölgelerine verilen suyun bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri araştırıldı.

Çalışma sonucunda klor miktarı bakımından standartların üzerinde ve zaman zaman bulanıklılık değerlerinde yüksek olduğu gözlemlendi. Su örneklerinde (arıtma tesisine girmeden önce) yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda; toplam mezofil aerob bakteri sayımı, toplam koliform bakteri sayımına göre daha yüksek olduğu tespit edildi, ayrıca toplam koliform bakteri sayımı, fekal koliform bakteri sayımına göre daha yüksek olduğu tespit edildi.

Su örneklerinde (arıtma tesisinden çıkan) yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda; toplam mezofil aerob bakteri sayımı açısından anormal bir değişikliğe rastlanmadı. Ancak toplam koliform bakteri açısından haziran ve temmuz aylarında 5. istasyonunun son bölgesinde anormal olarak tespit edildi. Fekal koliform bakteri yönünden ise temmuz ayında 5. istasyonunun son bölgesinde standartlara göre anormal olarak tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Irak, Kerkük İli, Çevre, Su Kirliliği, Bakteri

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince tüm bilgilerini benimle paylaşan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan, aynı zamanda kişilik olarak da bana çok şey katan Gaziantep Üniversitesi Biyoloji Bölümü öğretim üyelerinden danışman hocam, sayın Doç. Dr. Murat KÜTÜK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda ikinci danışmanım Kerkük Üniversitesi Biyoloji Bölümü öğretim üyelerinden sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Tawoos Mohammed Kamel AHMED'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışma süresince bilgilerini benimle paylaşan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen Gaziantep Üniversitesi Biyoloji Bölümü öğretim elemanlarından Araş. Gör. Mehmet YARAN'a teşekkür ederim.

Tez çalışmamda desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Esra ATACAN ve Ruşen AVŞAR'a ayrıca tez süresi boyunca her türlü konuda yardımlarını benden esirgemeyen değerli arkadaşlarım Serdar Burak BÜLBÜL ve Süheyl BAYATLI'ya çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca desteklerini benden esirgemeyen biricik annem ve kardeşlerime sonsuz teşekkür ederim.

Çalışma süresi boyunca her türlü desteği ile yanımda olan sevgili eşime ve beni anlayışla karşılayan çocuklarıma sonsuz teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

ABSTRACT .....	vii
ÖZET.....	viii
TEŞEKKÜR.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xiv
SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xvi
BÖLÜM 1 .....	1
GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2 .....	8
KAYNAK ÖZETLERİ .....	8
BÖLÜM 3 .....	12
MATERYAL VE METOT .....	12
3.1. Kerkük Su Projesinin Arıtma Birimleri .....	14
3.1.1. Giriş Yapısı .....	14
3.1.2. Hızlı Karıştırma Yapıları.....	14
3.1.3. Flokülasyon Yapıları (Yumaklaştırma Havuzları).....	14
3.1.4. Çökeltme Tankları.....	15
3.1.5. Temiz Su Deposu .....	18
3.2. Bakteriyolojik Su Numunesi Alınması .....	18
3.3. Musluk veya Pompa Çıkışından Numune Alma.....	19
3.4. Kimyasal Analizler İçin Su Numunesinin Alınması.....	19
3.5. Çalışmada Kullanılan Cihazlar ve Yöntemler.....	19
3.5.1. Sıcaklık Ölçen Cihaz.....	19
3.5.2. pH Ölçüm Cihazı.....	20
3.5.3. Elektriksel iletkenlik Ölçüm Cihazı .....	21

3.5.4. Bulanıklık Ölçüm Cihazı.....	21
3.5.5. Toplam Alkalinite .....	22
3.5.6. Toplam Sertlik.....	22
3.5.7. Kalsiyum Sertliği .....	22
3.5.8. Magnezyum Sertliği .....	23
3.5.9. Klorür İyonunun Tayini .....	23
3.5.10. Sülfat İyonunun Tayini .....	23
3.5.11. Sodyum ve Potasyum Tayini .....	24
3.5.12. Sudaki Klor Düzeyinin Ölçülmesi .....	24
3.6. Bakteriyel Analiz Yöntemi .....	25
3.7. En Muhtemel Sayı Yöntemi.....	25
3.7.1. Tahmin Deneyi.....	25
3.7.2. Doğrulama Deneyi .....	26
3.7.3. Tamamlama Deneyi .....	26
3.8. IMViC Testleri.....	26
3.8.1. İndol Testi .....	27
3.8.2. Metil Kırmızısı Testi.....	27
3.8.3. Voges-Proskauer Testi .....	27
3.8.4. Sitrat Testi .....	27
3.9. Kullanılan Besiyerleri ve Kimyasallar .....	28
3.9.1. Nutrient Agar .....	28
3.9.2. MacConkey Broth .....	28
3.9.3. Eozin-Metilen Mavili (EMB) Agar Karışımı.....	28
3.9.4. Ringer's Çözeltisi .....	29
3.9.5. İndol Sıvı Besiyeri .....	29
3.9.6. Kovaks Ayıracı (İndol Ayıracı) .....	29
3.9.7. Tamponlu Glikoz Buyyon.....	30

3.9.8. Voges Proskauer Ayıracı.....	30
3.9.9. Koser's Sitrat Sıvı Besiyeri.....	30
BÖLÜM 4 .....	31
BULGULAR.....	31
4.1. Hava Sıcaklık Değerleri .....	31
4.2. Su Sıcaklık Değerleri .....	32
4.3. pH Değerleri.....	33
4.4. Elektriksel İletkenlik ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) Değerleri.....	34
4.5. Bulanıklık (NTU) Değerleri.....	35
4.6. Alkalilik Değerleri .....	37
4.7. Sertlik ( $\text{CaCO}_3$ ) Değerleri .....	38
4.8. Kalsiyum (Ca) Sertlik Değerleri .....	39
4.9. Magnezyum (Mg) Değerleri .....	40
4.10. Klorid Değerleri .....	41
4.11. Sülfat ( $\text{SO}_4$ ) Değerleri .....	42
4.12. Sodyum (Na) Değerleri .....	43
4.13. Potasyum (K) Değerleri .....	44
4.14. Suda Klor (Cl) Miktarı .....	45
4.15. Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayımı.....	46
4.16. Koliform Bakteri Değerleri .....	46
4.17. Fekal Koliform Değerleri.....	47
BÖLÜM 5 .....	48
TARTIŞMA VE SONUÇ .....	48
KAYNAKLAR .....	53
EKLER.....	59
EK 1. TS266 İçme Suyu Standartları.....	60

EK 2. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), A.B.D. ve Hollanda İçme Suyu Standartları.....	62
Ek 3. Irak İçme Suyu Standartları .....	64

## TABLolar LİSTESİ

### SAYFA

Tablo 1. 1. Irak Ülkesine ait bazı coğrafik özellikler.....	5
Tablo 3. 1. İstasyonlara ait bölge. ....	13
Tablo 3. 2. Numune alım tarihleri ve alınan bölgeler. ....	13
Tablo 4. 1. İstasyonlara ait hava sıcaklığı (°C) değerleri .....	31
Tablo 4. 2. Su numunelerine ait su sıcaklığı (°C) değerleri .....	32
Tablo 4. 3. Su numunelerine ait pH değerleri .....	33
Tablo 4. 4. Su numunelerine ait elektriksel iletkenlik (µs/cm) değerleri.....	34
Tablo 4. 5. Su numunelerine ait bulanıklık (NTU) değerleri.....	35
Tablo 4. 6. Su numunelerine ait Alkalilik değerleri (mg/L) .....	37
Tablo 4. 7. Su numunelerine ait sertlik (CaCO <sub>3</sub> ) değerleri (mg/L).....	38
Tablo 4. 8. Su numunelerine ait Kalsiyum (Ca) değerleri (mg/L).....	39
Tablo 4. 9. Su numunelerine ait Magnezyum (Mg) değerleri (mg/L) .....	40
Tablo 4. 10. Su numunelerine ait Klorid değerleri (mg/L) .....	41
Tablo 4. 11. Su numunelerine ait Sülfat (SO <sub>4</sub> ) değerleri (mg/L).....	42
Tablo 4. 12. Su numunelerine ait Sodyum (Na) değerleri (mg/L) .....	43
Tablo 4. 13. Su numunelerine ait Potasyum (K) değerleri (mg/L) .....	44
Tablo 4. 14. Su numunelerine ait Klor (Cl) değerleri (mg/L).....	45

Tablo 4. 15. Toplam mezofil aerob bakteri değerleri (Hücre/mL) .....	46
Tablo 4. 16. Toplam koliform bakteri değerleri (Hücre/100mL).....	47
Tablo 4. 17. Fekal koliform bakteri değerleri (Hücre/100mL) .....	47

## ŞEKİLLER LİSTESİ

SAYFA

Şekil 3. 1. Kerkük su artıma tesisi ve dağıtım bölgeleri. ....	12
Şekil 3. 2. Kerkük su projesinde sedimantasyon havzaları.....	15
Şekil 3. 3. Kerkük su projesinin filtreleri. ....	17
Şekil 3. 4. Kerkük su projesinin klorlama bölümü. ....	17
Şekil 3. 5. Kerkük su projesinin birinci deposu .....	18
Şekil 3. 6. Elektronik pH ölçüm cihazı .....	20
Şekil 3. 7. Elektriksel iletkenlik ölçüm cihazı .....	21
Şekil 3. 8. Bulanıklık ölçüm cihazı .....	21
Şekil 3. 9. Komperatör cihazı.....	24
Şekil 4. 1. Hava sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişim grafiği.....	32
Şekil 4. 2. Su sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişim grafiği.....	33
Şekil 4. 3. pH değerlerinin zamana göre değişim grafiği.....	34
Şekil 4. 4. Elektriksel iletkenlik değerlerinin zamana göre değişim grafiği .....	35
Şekil 4. 5. Birinci istasyonun bulanıklık değerlerinin zamana göre değişim grafiği .	36
Şekil 4. 6. Bulanıklık değerlerinin zamana göre değişimi .....	36
Şekil 4. 7. Alkalilik değerlerinin zamana göre değişimi.....	37
Şekil 4. 8. Sertlik değerlerinin zamana göre değişimi .....	38

Şekil 4. 9. Ca değerlerinin zamana göre değişimi.....	39
Şekil 4. 10. Mg değerlerinin zamana göre değişimi .....	40
Şekil 4. 11. Klorid değerlerinin zamana göre değişimi.....	41
Şekil 4. 12. Sülfat değerlerinin zamana göre değişimi.....	42
Şekil 4. 13. Na değerlerinin zamana göre değişimi. ....	43
Şekil 4. 14. K değerlerinin zamana göre değişimi .....	44
Şekil 4. 15. Cl değerlerinin zamana göre değişimi .....	45



## SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ

APHA	Amerikan Halk Sağlığı Derneği
AOAC	Resmi Tarımsal Kimyagerler Derneği
°C	Santigrat derece
Ca	Kalsiyum
Cl	Klor
D.S.İ.	Devlet Su İşleri
EPA	Çevre Koruma Ajansı
EC	Elektriksel İletkenlik
FAO	Food and Agriculture Organization
g	Gram
ha	Hektar
K	Potasyum
kg	Kilogram
L	Litre
Mg	Magnezyum
m <sup>3</sup>	Metreküp
mg	Miligram

mg/L	Miligram/litre
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N	Normalite
Na	Sodyum
NTU	Nefelometrik Bulanıklık Birimi
ppm	Milyonda bir parçacık (parts per milion)
SO <sub>4</sub>	Sülfat
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
μ	Mikron
μg	Mikrogram
μL	Mikrolitre
μg/L	Mikrogram/litre
μs/cm	Mikro simens / santimetre
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Su tüm canlıların hayatında vazgeçilmez olan tatsız ve kokusuz bir maddedir. Canlıların yaşaması için hayati bir öneme sahiptir. Canlılık için gereken tüm fiziksel olaylar hep suyun özellikleri ile gerçekleşmektedir. Vücut sıcaklığının düzenlenmesinde, derinin nemlenmesinde, toksinlerin atılmasında, vücudun temizlenmesinde temel bir göreve sahiptir. Çözücü rolüyle vitaminleri ve mineralleri taşır ve vücutta çözülmesini sağlar. Kayganlaştırıcı bir madde olması nedeniyle birçok organın gerektiği gibi çalışmasını sağlar. Canlıların vücudunda, organ ve dokularında belirli oranlarda su bulundurma zorunluluğu bulunmaktadır.

İnsan vücut ağırlığının %65'i sudan oluşmaktadır. Açlığa günlerce dayanabilen insan, su olmadan birkaç gün yaşayabilir. İnsan yaşamı için büyük öneme sahip suya olan ihtiyaç, ülkemizde ve dünyada her geçen gün artmaktadır. Artan nüfus dikkate alındığında yaşadığımız yüzyıl içersinde dünyanın çeşitli bölgelerinde su kıtlığı yaşanabileceği ve buna bağlı olarak da ölümlerin olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca insan vücudunda kanın % 80 – %90'ını sudur. Bitkilerde ise, yapraklarda suyun oranı %65 – %85, odun kısmında ise %50'dir. Su fotosentezin temel öğelerinden biridir (Mitscherlich, 1995).

Dünyadaki suyun miktarı ise toplam 1.388 milyon km<sup>3</sup>'tür. Bunun denizlerdeki miktarı 1.340 milyon km<sup>3</sup>'tir (%96,5), karalardaki miktarı 48 milyon km<sup>3</sup> (%3.5), buzullardaki miktarı 24 km<sup>3</sup> (%1.74), göller, akarsular ve atmosfer miktarı 1 km<sup>3</sup> (%0.10) ve yer altı suları 23 km<sup>3</sup> (%1.66). Ancak su kaynaklarının %1.76'sı tatlı su olarak kullanılmaya elverişlidir (Mitscherlich, 1995).

Düşük gelirli ülkelerde suyun %8'i evler, %5'i endüstri ve %87'si tarım için kullanılmaktadır, orta gelirli ülkelerde %12'si evler, %13'ü endüstri ve %75'i tarım alanında kullanılmaktadır. Yüksek gelirli ülkeler de ise %11 evler, %30 endüstri ve %59'u tarım için kullanılmaktadır (Mitscherlich, 1995).

Dünyadaki toplam suyun çok az bir bölümünü kapsayan tatlı su kaynakları, yeraltı suyu ve yüzeysel su olarak yeryüzünde bulunmakta ve yağmur suyu ile beslenmektedir. Tatlı su kaynaklarının yeryüzünde eşit dağılmadığı da göz önünde bulundurulursa, insan yaşamı için gerekli suyun azlığı nedeniyle çok değerli olduğu görülmektedir (Muslu, 2001).

Günlük fizyolojik su ihtiyacı yaklaşık 2.5 litre olan yetişkin bir insan, bu ihtiyacın az bir kısmını kendi kendine karşılayabilse de, çoğunu dışardan almak zorundadır. İnsan metabolizması için gerekli suyun %50'si gıdalardan, %35'i yiyeceklerden karşılanmakta ve %15'i ise metabolizmada gerçekleşen kimyasal olaylar sonucu oluşmaktadır. Yaşamın sürdürülebilmesi için suyun sürekli olarak alınması gerekmektedir (Demirer, 1995).

Aynı şekilde dünyada hızla artış gösteren nüfus, kullanılabilir su kaynaklarının da hızla azalmasına neden olmaktadır. Yirmibirinci yüzyılın başlarında 6.2 milyar olan dünya nüfusunun, 2050 yılında 10.5 milyar olması düşünülmektedir. Hızlı nüfus artışı sebebiyle günlük yaşamdaki su kullanımı %27.5'den %32'ye yükselmiş, tarım alanlarında kullanılan su miktarı ise %70'den %63'e düşmüştür. 1940 yılında insanların kullanmış olduğu su miktarı  $1 \times 10^{12} \text{ m}^3$  iken, 1990 yılında bu miktar  $4.13 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 'e yükselmiştir. Gelecek yıllarda ise nüfus artış oranı dikkate alındığında su tüketiminin dörtte bir oranında artacağı düşünülmektedir (Kanber, 2007).

Doğada buharlaşarak havaya karışan su, havada buhar halindeyken temizdir. Fakat bu su yağmur, kar ve dolu gibi yağış halinde yeryüzüne düşerken hava tabakalarında bulunan gazları, tozları, dumanları, radyoaktif serpintileri ve mikroorganizmaları alarak atmosferin kirlilik derecesine göre kirlenir. Yeryüzünde derinliklere geçerken insan, hayvan ve bitki organik atıkları ile tarım, endüstri, kanalizasyon ve nükleer kirlilikleri de bünyesine alır. Suyun kirlenme derecesi havadan ilk düştüğü ve toplandığı bölgeye veya aktığı yerlerdeki insan topluluklarından ve çeşitli kaynaklardan gelen kirliliklerin varlığına bağlanmaktadır (Demirer, 1995).

Suları kirleten sebepler arasında bazı patojenik bakteri ve virüsler, pestisitler, fazla miktardaki metaller, bazı radyoaktif izotoplar, kolibasilleri, fosfor, azot, sodyum ve diğer yararlı hatta gerekli elementler de vardır (Akman ve ark., 2000). Su, içerisinde

barındırdığı mikroorganizma, organik ve inorganik bileşiklerle birçok hastalığın sebebi olabilir. Değişik yer ve zamanlarda ortaya çıkabilen kolera, tifo, dizanteri gibi büyük salgınlarda suyun oynadığı rolün ne kadar önemli olduğu herkes tarafından bilinmektedir (Sabırlar, 2005).

Suların kirlenmesi kirletici kaynaklar açısından incelendiğinde üç kaynaktan söz edilmektedir. Bunlar evsel atıklar, endüstriyel atıklar ve tarımsal atıklardır. Ev ihtiyaçlarının giderilmesi için kullanılan suların, kanalizasyon, tuvalet ve septik tanklarla dışarı verildiği görülmektedir. Arıtma sistemlerinin kurulmaması bu alanda ciddi bir sorundur. Özellikle deniz ve akarsu civarında kurulan sanayi tesislerinin su kirlenmesinde en büyük faktör olduğu bilinmektedir. Bazı sanayi tesislerinde arıtma tesisi bulunmasına rağmen kirlilik yinede artarak devam etmektedir. Tarımda suni gübre kullanımı, pestisit kullanımı da özellikle iç suları yoğun olarak kirletmektedir (Görmez, 2003).

Su kaynaklarında yaşanan bu problemlerin giderilmesi için dünyada çalışmalar hızla devam etmektedir. Dünyadaki toplam su tüketiminin ortalama %70'i sulama, %22'si sanayi ve %8'lik bir bölümü ise içme ve kullanma suyu olarak kullanılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde bu oranlar tarım sektörünün az olması ve sanayinin gelişmiş olması nedeniyle %30 sulama, %59'u sanayi ve %11'i içme ve kullanma suyudur. Az gelişmiş ülkelerde ise sulama için %82, sanayi için %10 ve içme ve kullanma suları için ise %8'dir (Anonymous, 2003).

Canlıların yaşaması için şart olan su, kirletici faktörlerle kirlendiğinde canlı yaşamını tehdit etmektedir. Bu nedenle suyun kullanılabilir olması için dünyaca kabul görmüş bazı standartları taşıması gerekmektedir.

Su kirlenmesi genel olarak, kullanılan suyun niteliğinin, kullanım amaçlarını olumsuz yönde etkileyecek şekilde bozulması olarak tanımlanmaktadır. Su kirlenmesinin başlıca nedenleri; hızlı nüfus artışları ve kentleşme ile artan evsel atıklar, endüstriyel tesislerden çıkan atıklar, tarımda kullanılan pestisit, biyolojik çevrimden ve doğal taşınmalardan ileri gelmektedir (Kütük, 1989).

Suların kirliliğine neden olan faktörleri evsel ve endüstriyel kökenli atık sular şeklinde sınıflandırabiliriz. Evsel kökenli atıkları; okul, yurt, otel ve ev gibi mesken bölgelerinde günlük ihtiyaçlar sonucu oluşturulan çöpler ve kanalizasyon suları

meydana getirmektedir. Mutfak, banyo, diğerk temizlik amaçlı kullanılan sular ve kanalizasyon içeriği evsel kökenli atık su karakterinin ana bileşenleridir. Genel anlamda evsel atık sular benzer karakter gösterse de kişilerin hayat farklılıklarına bağlı olarak kirleticiler düzeyinde çeşitlilik ve konsantrasyon farklılığı olabilir (Toroğlu, 2003). Endüstriyel aktiviteler sonucu oluşan ve hiğbir ekonomik değeri olmayan organik, inorganik, zehirli maddelere endüstriyel atıklar denilebilir. Endüstriyel atıklar miktarı bakımından değil kirletici türü açısından önemlidir. Bu tür atıklar bileşimleri bakımından problemliler atıklardır. Bazı bileşikler doğal olmayan yapısal bileşime sahip olup, bunlar normal koşullarda doğada bulunmazlar fakat endüstriyel aktiviteler sonucu oluşup doğaya verilmektedirler (Başıbbyk, 1998).

Kirlenmeye neden olan kanalizasyon atıkları, organik atıklar, kimyasal atıklar, aşırı üretim artışına neden olan besin maddelerinin, alıcı ortamın dengesini bozacak şekilde aşırı boşaltımı, atık ısı, radyoaktif atıklar, deniz dibinden taranan malzeme, çamur, p ve hafriyat artıklarının ve benzeri atıkların boşaltımı ve gemi ve diğer deniz araçlarından kaynaklanan petrol türevli katı ve sıvı atıklar, başlıca etkenler belirtilmiştir (Harbili, 2007).

Sulardaki çeşitli kirleticileri başlıca; biyolojik etkenler (mikroorganizmalar, fermente olabilir organik maddeler, bitkilerin çok fazla büyümesine neden olan kirleticiler), kimyasal etkenler (eşitli sentetik organik kirleticiler veya sulu ortamda ekolojik faktörleri değiştiren maddeler ve petrol kökenli kirleticiler) ve fiziksel etkenler (ısınma ve radyoaktivite, sediment kökenli kirleticiler) olarak üç ana grupta toplamak mümkündür (Toroğlu, 2003).

Irak'ın yüzölçümü 438,320 km<sup>2</sup>'dir. Bu alanın yüzde 13, 7'si (yaklaşık 6 milyon hektarı) ekilebilir alandır. Irak'ta karasal iklim yaygındır. Kuzey ve kuzeydoğu dağlık bölgelerinde Akdeniz iklimi gözlenmektedir. Yağışlar mevsimseldir. Yağışlar özellikle kış aylarında Aralık ve şubat'ta gözlenmektedir. Yıllık ortalama yağış (Tablo 1.1.) 216 mm'dir. Bu rakam kuzeyde 1200 mm/yıl iken güneyde 100 mm/yıl'a düşmektedir. (FAO, 2008).

**Tablo 1. 1.** Irak Ülkesine ait bazı coğrafik özellikler

Yüzölçümü	43.832.000 ha
Ekilen Alan	6.005.000 ha
Ekilen Alan %	13.7
Nüfus	31.493.287
Yıllık Ortalama yağış	216 mm/yıl
Yıllık ortalama yağış hacmi	94.68 milyar m <sup>3</sup> /yıl
Yenilenebilir Yüzeysuyu	74.33 milyar m <sup>3</sup> /yıl
Yenilenebilir Yeraltısuyu	3.28 milyar m <sup>3</sup> /yıl
Toplam yenilenebilir su (doğal)	98.61 milyar m <sup>3</sup> /yıl
Toplam yenilenebilir su (aktüel)	77.61 milyar m <sup>3</sup> /yıl

Irak'ın toplam su miktarı yılda 75.61 milyar m<sup>3</sup> iken toplam su tüketimi ise 66 milyar m<sup>3</sup>'tür. Bu miktarın %79'u tarımsal, %6.5'i evsel ve %14.5'i sanayi amacıyla kullanılmaktadır. 1991 yılında suya ulaşım şehirlerde %100 ve kırsalda % 54 idi. Su arzı ve tesisatın durumu savaş nedeniyle kötüleşmiştir. 2006 yılına gelindiğinde ise nüfusun kaliteli içme suyuna ulaşımının %77 oranına yükseldiği bildirilmiştir (FAO, 2009).

Türkiye'de doğan Fırat ve Dicle Nehirleri Irak'ın sınır aşan sularıdır. İki nehir birleşmeden önce Fırat Nehri 1000 km, Dicle Nehri ise 1300 km Irak topraklarında akmaktadır. Irak sınırları içerisinde Dicle Nehir Havzası büyüklüğü 253 bin km<sup>2</sup>'dir. Bu rakam toplam Dicle Havzasının yüzde 54'üne tekabül etmektedir. Türkiye'de doğan Büyük Zap, Dicle Nehri'ne 13,18 milyar m<sup>3</sup> katkıda bulunmaktadır. Büyük Zap Havzasının yüzde 62'si Irak sınırları içerisinde. İran'da doğan Küçük Zap, 7.17 milyar m<sup>3</sup> akışa sahiptir. Al-Adhaim kolu 13 bin km<sup>2</sup>'lik alanı ile Irak sınırları içerisinde yer alır. Dicle Nehri'ne katkısı 0.79 milyar m<sup>3</sup>'tür. İran'da doğan Diyala, Dicle Nehri'ne 5.74 milyar m<sup>3</sup> katkıda bulunmaktadır. İran sınırları içerisinde doğan

Nahr at Tib, Doveyrich ve Shebabi Nehirleri, yaklaşık 8 bin km<sup>2</sup>'den büyük bir drenaj alanına sahiptir. Dicle nehrine 1 milyar m<sup>3</sup> tuzlu su ile katılırlar. Karkheh Nehri, Dicle Nehri'ne kurak dönemlerde 6.3 milyar m<sup>3</sup> su getirmektedir (FAO, 2008).

Fırat Nehri ise Irak sınırlarına girdiğinde 30 milyar m<sup>3</sup>/yıl debiye sahiptir. Dicle'nin aksine Fırat Nehri'ne Irak'tan herhangi bir katkı yapmaz. Fırat ve Dicle'nin birleşmesinden oluşan, Sat tül Arap Nehri Irak içerisinde Basra Körfezi'ne ulaşana kadar 190 km akar. İran'dan doğan Karun Nehri de 24.7 milyar m<sup>3</sup>/yıl debisi ile Sat tül Arap'a katılmaktadır (FAO, 2008).

Genel yıllık ortalama yağışın 216 mm/yıl olduğu Irak'ta son dönemlerde yağışlar uzun yıllar ortalamasının yarısı seviyesinde seyretmektedir bu durum Irak'ta su sıkıntısının daha da artmasına neden olmaktadır. Yağışların %50 azaldığı Irak'ta, Kerkük bölgesinde yıllık yağış oranı 100 mm'dir (FAO, 2008).

Barajın üzerinde yer aldığı Küçük Zap Suyu İran'dan doğmaktadır. Samad ve binlerce çiftçi için önemli bir su kaynağı olan Küçük Zap Suyu, Dicle ile birleşmeden önce Kerkük'ten geçmektedir. Yağış oranının düşmesi Dokan Barajı'nda depolanan su miktarının düşmesine de neden olmuştur. Şubat 2011'de Dokan barajı su seviyesi geçen yıla kıyasla 6 metre düşmüştür. Dokan barajından Kerkük su projesine ulaşan su miktarı normal dönemde saniyede 75 m<sup>3</sup>, şimdi bu rakamın saniyede 30 m<sup>3</sup> olduğu ifade edilmektedir. Çiftçiler bu su miktarının içme suyu için bile yeterli olmadığını belirtmişlerdir (FAO, 2009).

İçme suyu tasfiye işlemleri bir kaç amaç için yapılır. Bu amaçlar; su sıcaklığının düşürülmesi veya yükseltilmesi, suyun renk, bulanıklık, tat, koku, mikroorganizma, demir, mangan ve Amonyum (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)'dan arındırılması, oksijen konsantrasyonunun yükseltilmesi, CO<sub>2</sub> verilmesi veya uzaklaştırılması, hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S) ve metan (CH<sub>4</sub>) gibi gazların transferi, asitlerden temizleme, su sertliğinin düşürülmesi, korozif özelliğin giderilmesi ve tuzluluğun yok edilmesi olarak sıralanabilir.

Bu çalışmada Kerkük ili su ihtiyacının karşılanmasında kullanılan kaynak suyu, içme suyu arıtma tesisinde arıtılarak şehre verilen içme-kullanma suyuna geçiş aşamasında, bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin sabit noktalardan



belirlenen periyotlarla izlenerek, değişimin gözlenmesi amaçlandı. Gözlenen parametrelerin içme suyu standartlarına uygunluğu değerlendirildi.

Yapılan çalışmada Kerkük ilinde içme sularında fiziksel olarak; bulanıklık, sıcaklık, pH ve elektriksel iletkenlik değerleri ölçüldü. Kimyasal açıdan alkalilik, sertlik, kalsiyum, magnezyum, klorid, sülfat, sodyum ve potasyum miktarları belirlendi. Biyolojik olarak toplam aerob bakteri, toplam koliform ve fekal koliform araştırıldı, ayrıca suda klor miktarı ölçüldü.

## BÖLÜM 2

### KAYNAK ÖZETLERİ

Al-Muhtar ve Taha (1989), Diyala Nehri'nin aşağısında fiziksel ve kimyasal faktörler, kirlenme ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkisini belirten bir çalışma yapmışlardır.

Tate (1990), Su kalitesini bozan parametrelerden bahsetmiş. Bu çalışmada içme sularının sağlıklı olması için kontrol edilmesi gereken fiziksel ve kimyasal parametreleri ve özelliklerini belirtmiştir.

Uslu (1993), Elazığ ilinin evsel atıksularının deşarj edildiği noktadan alınan atık su örneğinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Atık su örneğinin analizinde standart metotlardan yararlanılmış ve elde edilen sonuçlar, istatistiksel olarak değerlendirilerek azotlu bileşiklerin mevsimsel değişimini incelemiştir. Azotlu bileşiklerin mevsimlere bağlı olarak değişim gösterdiğini belirlemiştir. Keban Baraj Gölü'ne verilen evsel atık suların, bitki ve besin maddeleri bakımından gölü olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Atık suların, ağır metal yönünden gölü kirletici etkileri olmadığı fakat bununla beraber evsel atık suların ihtiva ettiği mikroorganizmalar, su canlılarını ve dolayısıyla da besin zincirini olumsuz yönde etkileyerek gölün ekolojik dengesini bozabileceğini bildiren bir çalışma yapmıştır.

Altınyar vd. (1994), Marmara Gölü baz alınmış ve su kalitesini bozan fiziksel ve kimyasal parametrelerden bahsedildi. Standartlara göre bu parametrelerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Eroğlu (1995), Suyun kaynaktan alınması, isale edilmesi, tasfiyesi ve tüketiciye dağıtılması su temininin başlıca kısımlarını teşkil etmektedir. Su tasfiyesinin amaçları ve içme suyun tasfiye metotları ile ilgili bilgi vermiştir.

Ercan vd. (1995), Çeşitli nedenlerle kirlenmeye maruz kalan suların insan sağlığına olan etkilerinden ve su kirliliğini önlemek için alınması gereken önlemlerden bahsetmiştir.

Egemen ve Sunlu (1996), yaptığı çalışmada su kalite parametreleri üzerinde durmuş ve her bir parametreye ait detaylı açıklamaları bildirmiştir.

Çetin (1996), Şanlıurfa'da Halil-ül Rahman Göl suyunda renk, bulanıklık, asılı madde, sıcaklık, pH, deterjan, nitrat, nitrit, ozon, toplam klor, sülfat, fosfor, flor, iyod, amonyak, biyolojik oksijen ihtiyacı (BOD), çözülmüş oksijen (DO) ölçümleri; göl suyunun bakteriyolojik analizi ve toksikolojik testi yapılmıştır.

Yıldız (1996), Şanlıurfa içme suyu sistemini kalite kontrol parametreleri açısından incelemiş, şehrin gelecekteki su tüketimini zamana bağlı olarak tahmin ederek mevcut kaynak, depo ve şebeke sistemini değerlendirmiştir.

Özay (1996), Adana İl Merkezinde bulunan içme ve kullanma sularını ASKİ'ye ait 139 adet kuyudan temin etmişler. Seyhan Nehri'nin her iki yakasında 19 adet içme suyu kuyusu ve bunların beslediği bölgelerde mikrobiyolojik analizler bir yıl boyunca yapılmıştır. Şehir şebeke sularının mikrobiyolojik kirlenmesi, kirlenme kaynakları ve çözüm önerileri tartışılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar İl Sağlık Müdürlüğü verileriyle birlikte değerlendirilmiştir.

Baltacı (1997), İçme kullanma, tarım ve endüstri suyu sağlanması ile ilgili olarak devamlı kullanılmakta olan su kalite standartlarını belirtmiştir. Su kalite standartları su temini şartlarındaki değişimlere, arıtma ve kimyasal analizlerdeki teknolojik gelişmelere bağlı olarak gelişmekte ve yeniden düzenlenmektedir.

Erdoğrul (1998), Kahramanmaraş İli içme sularının mikrobiyolojik kalitesini, pH ve sertliğine bakmak amacı ile 82 adet su örneği almıştır. Koliform bakterileri, ortalama  $2.3 \times 10^1$  kob/g, *E. coli* %19.5, Toplam aerobik mezofilik bakteri  $1.6 \times 10^3$  kob/g, *Salmonella sp.* Lignieres, 1900 % 0, maya-küf  $1.2 \times 10^2$  kob/g, pH değerleri ortalama 8.3 ve sertlikleri ortalama 24 °F olarak belirlemiştir. Bu çalışma sonucunda su örneklerinin bazılarının hijyenik karakterlerinin iyi olmadığını belirtilmiştir.

Özkoç ve ark. (1998), bu çalışmada, Samsun içme ve kullanma suyunun arıtma tesisi ve şebeke boyunca kalite değişimi incelenmiştir. Bu amaçla arıtma tesisinden ve

yerleşimin yoğun olduğu merkez yerleşim bölgesinden 1998 yılında toplam 15 örnekleme noktası seçilmiştir. Belirlenen bu noktalarda pH, azot türevleri, toplam fosfor, fosfat, kalsiyum, magnezyum, demir analizlerinin yanı sıra, mikrobiyolojik olarak toplam fekal koliform, fekal streptokok analizleri de yapılmıştır. Elde edilen değerler, ham su için Kıta içi su kaynakları kalite parametreleri, içme ve kullanma suyu için Türk Standartları (TS) 266 ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda arıtma tesisine giren ham suyun arıtım sürecinde ve devamında şebekede kalite değişimine uğradığı gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda kjehdahl azotu ve demir parametrelerinin standartların üzerinde olduğu bulunmuştur.

Alkan ve ark. (1999), Ulubat Gölü'nün mikrobiyolojik kirlilik seviyesinin belirlenmesi amacıyla gölün değişik noktalarında su numuneleri toplanmıştır. Ulubat Gölü'nün doğu kısmında yapılan bu çalışmadan Göl'ün birkaç noktasında suyun çok kirlenmiş olmasına rağmen diğer noktalarda su kirliliğinin daha az olduğu ortaya çıkmıştır. Yapılan araştırmanın sonucuna göre gölün içme su temini, balık üretimi, hayvan üretimi ve sulama amaçlı kullanılmasının sakıncalı olduğu vurgulanmıştır.

AL-Shwanny (2001), Küçük Zap nehrinin Altunköprü'den Havica İlçesi'ne kadar çevresel ve mikrobiyolojik yönünden araştırmış ve bu bölgede fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yönden nehrin kirliliğinden bahsetmiştir.

Jubouri (2005), Havica ve Tikrit bölgesinden geçen Dicle Nehri'ni ve Küçük Zap kolunda mikrobiyal biyo-kirlenme analizi yaparak kış aylarında suyun bulanıklığının fazla olduğunu, yaz aylarında ise bakteri faaliyetinin daha fazla olduğunu tespit etmiştir.

Erkan ve Vural (2006), Dicle Nehri'nin hijyenik kalitesi üzerine yapmış oldukları çalışmada su numuneleri toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB), Enterobacteriaceae, koliform, *Escherichia coli* T. Escherich, 1885, *Staphylococcus-Micrococcus* Cohn 1872, *Staphylococcus aureus* Rosenbach 1884, küf-maya, *Vibrio parahaemolyticus* Sakazaki vd., 1963, *Vibrio cholera* Pacini 1854, *Yersinia enterocolitica* (Schleifstein & Coleman 1939) ve anaerob bakteri sayısı yönünden incelemiştir. Toplanan örneklerdeki koliform ve *E.coli* kontaminasyonu sırasıyla, %100, %90, %85, %80, %90 olarak bulmuşlardır.

Safawi vd. (2008), Dohuk Vadisi suyunun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini araştırmışlar. Çalışmanın sonucunda, vadinin kenarları boyunca suyun tarım alanlarında sulama amacıyla kullanmak için uygun kalitede olduğunu göstermişlerdir.

AL-Shwanny (2009), Kerkük ilinde bazı sucul ekosistemlerde bakteriyel kontaminasyon kanıtı ve biyolojik, fiziksel ve kimyasal faktörlerin nasıl etkilediğini araştıran bir çalışma yapmıştır.

Toroğlu ve Toroğlu (2009), Adıyaman İli Gölbaşı ilçesinden aldıkları su örneklerindeki mikrobiyal kirliliği ve bu su örneklerinden izole ettikleri *E. coli* bakterilerinde antibiyotik dirençliliği ve çoklu antibiyotik dirençliliğini ortaya koymuşlardır.

Muhammed (2010), Kerkük'de şehir arıtma tesisinden gelen su ve kuyu sularının kalite ve bakteriyolojik yönünden değerlendirmiş. Bu çalışmanın sonucunda şehir arıtma tesisinden gelen suların mikrobiyolojik yönden daha temiz ve kullanılabilir olduğunu tespit etmiştir.

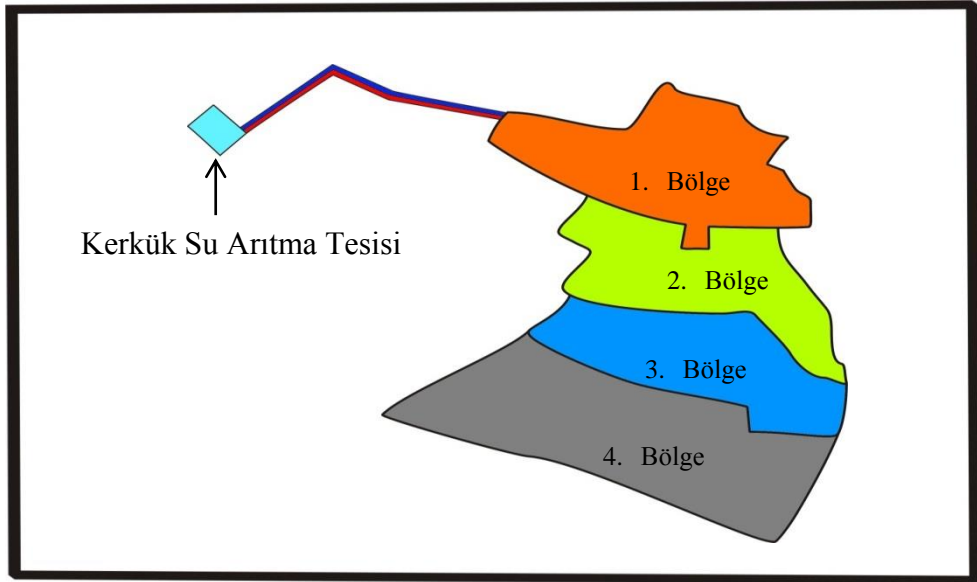
Zeynel (2011), Su kaynakları ve ishal vakaları arasında mikrobiyolojik ilişkisi yönünden Kerkük ilinde içme suyu kalitesi değerlendirmiş ve özellikle bu vakada çocukların daha çok etkilendiğini bildiren bir çalışma yapmıştır.

AL-Sheikh (2013), Samarra'da kanalizasyon suyu arıtma tesisi'nin verimliliğini fiziksel, kimyasal ve alg bitkisi yönünden araştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarında Samarra'da kanalizasyon suyu arıtma tesisinin fiziksel ve kimyasal analizleri sonucunda bu iki faktörün birbiriyle olan ilişkisinin alg bitkisi üzerinde bir etki oluşturduğunu göstermiştir.

## BÖLÜM 3

### MATERYAL VE METOT

Çalışmada Şubat-Temmuz 2013 tarihlerini kapsayan dönemlerde içme suyunun fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreleri değerlendirilmesi amacı ile belirli lokalitelerden her ay düzenli olarak su numuneleri alındı. Kerkük şehrinin su dağıtım şebekesini dört ana bölge (Şekil 3.1) oluşturur.



**Şekil 3. 1.** Kerkük su arıtma tesisi ve dağıtım bölgeleri (KSK, 2003).

İçme suyu arıtma tesisine girmeden önce ve şehir merkezinde şebeke dağıtım sistemi de dahil farklı noktalardan kapalı meskenler olmak üzere toplam 14 numune alma istasyonu (Tablo 3.1) belirlendi. Çalışma süresince belirli aralıklarla aynı istasyonlardan numuneler alınarak analiz edildi. Üçüncü istasyondan dört ayrı bölge belirlendi ve her bir bölge için alınan verilerin ortalaması hesaplanarak değerler bulundu. Aynı işlemler dördüncü ve beşinci istasyon için yapılarak ortalama değerler elde edildi.

**Tablo 3. 1.** İstasyonlara ait bölge.

<b>İstasyon Adı</b>	<b>Numune Alım Yeri</b>
İstasyon 1	Kaynak Su (arıtma sistemine girmeden önce)
İstasyon 2	Depo 1 (arıtma sonrası ilk nokta)
İstasyon 3	Depo 2, Rahim Ava, Cumhuriyet Caddesi, Valilik
İstasyon 4	Depo 3, Ulama Senti, Grnata Senti, Tısın Senti
İstasyon 5	Depo 4, Nasır Senti, Vasıtı Senti, 1 Haziran Senti

Numuneler tüm istasyonlardan düzenli olarak belirli tarihlerde (Tablo 3.2) alındı.

**Tablo 3. 2.** Numune alım tarihleri ve alınan bölgeler.

<b>Numune Alma Tarihleri</b>	<b>Numune Alım Yerleri</b>
15.02.2013	Tüm İstasyonlar
17.03.2013	Tüm İstasyonlar
14.04.2013	Tüm İstasyonlar
15.05.2013	Tüm İstasyonlar
13.06.2013	Tüm İstasyonlar
18.07.2013	Tüm İstasyonlar

Laboratuar çalışmaları olarak suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan özelliklerinin değerlendirilmesi, Kerkük Sağlık Kurumu ile Kerkük Su Kurumunda Yrd. Doç. Dr. Tawoos Mohammed Kamel AHMED gözetimi altında yapıldı.

### **3.1. Kerkük Su Projesinin Arıtma Birimleri**

#### **3.1.1. Giriş Yapısı**

Tesise gelen suyun basıncını kırmak ve özellikle birden fazla kaynaktan su geliyorsa kalitesini düzenlemek veya gerektiğinde ön klorlama amacıyla suya verilen klora yeterli temas süresi sağlayan bir ünedir (KSK, 2003).

Havalandırma yapıları, suya oksijen kazandırarak demir ve manganın oksidasyonu, amonyumun giderilmesi, karbon dioksit, hidrojen sülfür, metan, uçucu yağlar ve kimyasal maddelerin giderilmesinde kullanılır. İçme suyu arıtımında kullanılan havalandırıcıları, cazibeyle çalışanlar, püskürtücüler ve basınçlı hava ile havalandırma şeklinde 3 sınıfta toplamak mümkündür (KSK, 2003).

#### **3.1.2. Hızlı Karıştırma Yapıları**

Kimyasal maddelerin suya karıştırıldığı ve homojen dağılımın sağlandığı yapılardır. Mekanik veya hidrolik olarak karışımın sağlanması mümkündür. Suda bulunan askıdaki ve kolloidal partiküller genellikle negatif bir elektrik yükü taşırlar ve bu nedenle birbirlerini iterek yumaklaşmayı ve dolayısıyla çökelmeyi önlerler. Bu etkiyi yok etmek için suya kimyasal maddeler ( $Al_2(SO_4)_3$ ,  $FeCl_3$ , PAC ve  $FeSO_4$ ) ilave edilir. Yardımcı kimyasal madde olarak anyonik polielektrolit ilave edilebilir. Bu maddeler pozitif yüklü metal iyonları içerdiği için negatif yüklü askıdaki ve kolloidal partikülleri nötralize ederler. Bu nötralizasyon sonucu partiküller birleşmeye başlayacak ve birleşmeden sonra çökerek sudan atılabileceklerdir (KSK, 2003).

#### **3.1.3. Flokülasyon Yapıları (Yumaklaştırma Havuzları)**

Yumaklaştırıcı kimyasal maddelerin hızlı karıştırma odasında suya karıştırıldıktan sonra yumakların oluşması için karıştırma işleminin yavaş yapılması gereklidir. Bu işlem partiküllerin birleştirilmesi veya büyüklüklerinin arttırılması amacıyla yapılmaktadır. Karıştırma işlemi mekanik veya hidrolik yolla yapılabilmekte olup daha çok mekanik karıştırma işlemi kullanılmaktadır (KSK, 2003).



### 3.1.4. Çökeltme Tankları

Çökeltme tanklarında işlemler basit çökeltme ve hızlı çökeltme olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilir. Basit çökeltme işlemi, su içinde çökelebilen maddeleri uzaklaştırabilmek için kullanılır. Bu tanklar genellikle bulanıklığı çok fazla olmayan sularda, suyun içine herhangi bir kimyasal madde verilmeden sudaki kirletici parametrelerin belli bir sürede ve hızla geçirilmesi sırasında, yerçekimi kuvveti ve özgül ağırlıkları yardımıyla çökeltmesi esasına göre çalışır (KSK, 2003).

Hızlı çökeltme işlemi karıştırma ve yumaklaştırmayı takip eden çökeltme yöntemidir. Özellikle yavaş kum filtrelerinden önce ve onun yükünü azaltmak amacıyla kullanılır. Renk ve bulanıklığı gidermek için yumaklaştırıcı kimyasal maddeler ilave edilir. Sertliği gidermek amacıyla kireç ve soda ilavesi yapılarak çökelebilen maddeler sudan uzaklaştırılır (KSK, 2003).

Kerkük su projesindeki sedimantasyon havzalarında (Şekil 3.2) 16 adet sedimantasyon havuzu yer alır. Her bir havuzun çapı 41.20 m olup derinlikleri birbirinden farklıdır. Bir havuzun kapasitesi 5045.46 m<sup>3</sup> ve toplam sedimantasyon havuzlarının kapasitesi ise 80.727,36 m<sup>3</sup>'dür. Sedimantasyon havuzlarının eğimi 1/10'dur. Bir sedimantasyon havuzunda suyun kalma süresi 5 saattir (KSK, 2003).



Şekil 3. 2. Kerkük su projesinde sedimantasyon havzaları (KSK, 2003).

Filtre yapıları; filtrasyon suyun gözenekli bir ortamdan geçirilmesi işlemidir. Bu işlem esnasında sudaki asılı ve kolloidal maddelerin tutulması, bakteri ve diğer organizma sayılarının azalması, organik maddelerin okside olmasının sağlanması gibi nedenlerle su kalitesinde iyileşmesini gerçekleştirir. Filtrasyon fiziksel, kimyasal ve bazı durumlarda biyolojik olarak su arıtımında kullanılan en eski ve temel metotlardan birisidir (KSK, 2003).

Filtreler filtrasyon hızlarına ve akım şartlarına göre sınıflandırılırlar. Hızlarına göre; yavaş ve hızlı filtreler olarak ayrılır. Akım şartlarına göre ise cazibeli ve basınçlı filtreler olmak üzere sınıflandırılır (KSK, 2003).

Yavaş kum filtreleri su yerçekimi ve düşük hızla ince bir kum tabakasından geçirilir. Filtrasyon  $0.1-0.2 \text{ m}^3/\text{m}^2$  saat arasında seçilir. Bu filtreler genellikle bulanıklık değeri 50 NTU' yu aşmayan, alg ve renk problemi olmayan sularda kullanılır. İşletme için kalifiye eleman bulmanın zor olduğu durumlarda tercih edilir (KSK, 2003).

Hızlı kum filtreleri içme suyu arıtma tesislerinde tek arıtma birimi olarak; derin yeraltı sularında demir ve manganın giderilmesinde, suda askıda kalan katı madde miktarını azaltmak için yavaş filtrelerden önce kullanılır veya yüzeysel suların arıtımında koagülasyon ve sedimentasyon işlemlerinden sonra son arıtma ünitesi olarak farklı şekillerde kullanılır. Hızlı filtrelerde filtrasyon hızı  $5-15 \text{ m}^3/\text{m}^2$  sa arasında değişmektedir. Hızlı filtrelerde filtre ortamı olarak silika kumu kullanılır. Kum kalınlığı 0.9-1.5 m arasında ve kum dane çapı 0.8-1.2 mm alınır, çakıl kalınlığı 30 cm kalınlığında 3 tabaka olarak 1.6-2.5 mm, 2.5-5.6 mm, 5.6-12.5 mm alınır. Filtre taban yapısında, beton plakalar üzerine yaklaşık  $1 \text{ m}^2$ ' lik alan üstünde 25-75 adet olacak şekilde nozullar yerleştirilir (KSK, 2003).

Basınçlı filtreler de gravite tipi hızlı filtrelerdeki prensipler geçerlidir. Tek fark bunlarda filtre yatağı, filtre tabanı ve filtre yatağı üzerindeki ham su, su geçirmez çelik bir silindir içine alınır. Böylece elde edilen kapalı sistem ham suyun atmosferik basınçtan daha büyük bir basınçla filtre yatağından geçirilmesini sağlar. Filtrasyon hızı  $4-10 \text{ m}^3/\text{m}^2$  sa arasındadır. Kum çapı 0.9-1 mm arasındadır. Kum kalınlığı 0.6-0.76 m arasındadır. Çakıl ise 0.38-0.60 m dir (KSK, 2003)..

Kerkük su projesinde kullanılan filtrelerin (Şekil 3.3) boyutu  $191,88 \text{ m}^3$ , hızı 5,06 m/sa ve filtre yatak derinliği 8 m, 6 m ve 3 m olarak değişir (KSK, 2003).



**Şekil 3. 3.** Kerkük su projesinin filtreleri (KSK, 2003).

Dezenfeksiyon ve klor temas tankı; suda bulunan hastalık yapıcı mikroorganizmaların giderilmesi işlemine dezenfeksiyon denir. Suların dezenfeksiyonu; klor, kloramin, ozon ve klordioksit gibi kimyasal madde ilavesiyle veya ultraviyole ışınları ile yapılır. İçme suyu dezenfeksiyonu amacıyla en yaygın yöntem klorlamadır. Klorlama ise genelde gaz klorla ve sıvı sodyum hipoklorit ile yapılabilir. Aynı zamanda tesis girişinde, giriş yapısında demir, mangan, tat ve koku giderimi için ön klorlama yapılır. Kerkük su projesinin klorlama bölümünde (Şekil 3.4) gaz klorla dezenfeksiyon işlemi sağlanır (KSK, 2003).



**Şekil 3. 4.** Kerkük su projesinin klorlama bölümü (KSK, 2003).

### 3.1.5. Temiz Su Deposu

Temiz su deposu arıtılmış suyu bir süre depolamak amacıyla ve tesisteki kimya binası, idare binası, lojman gibi yerler için düşünülen servis suyu ile filtrelerin geri yıkama suyunu veya geri doldurma suyunu depolayacak şekilde dizayn edilebilir. Bu durumlarda manevra odasında gerekli revizyon yapılarak servis suyu için hidrofor, geri yıkama suyu temini için pompaların yerleştirilmesi gereklidir (KSK, 2003).

Kerkük su projesi 4 depodan oluşur ve depoların depolama kapasitesi birbirinden farklıdır. Birinci depo (Şekil 3.5) 16000 m<sup>3</sup>, ikinci depo 70000 m<sup>3</sup>, üçüncü depo 35000 m<sup>3</sup> ve dördüncü depo 40000 m<sup>3</sup> depolama kapasitesine sahiptir (KSK, 2003).



Şekil 3. 5. Kerkük su projesinin birinci deposu (KSK, 2003).

### 3.2. Bakteriyolojik Su Numunesi Alınması

100 mL'lik kahverengi steril cam şişeler bu amaçla kullanılır. Eğer suda klor varsa Na-tiyosülfat ihtiva eden steril şişeler kullanılır. Numune alınacak musluk, çeşme, vana alevden geçirilerek steril edilir. Su numune şişesine bu işlemten sonra alınır. Aynı gün içerisinde numune laboratuara götürülür. Numune şişelerinin üzerine; su numunesinin ismi, suyun alındığı yer, tarih ve saat, suda varsa kullanılan dezenfektan maddenin dozu (klor miktarı), numune alınan suyun cinsi (kuyu, kaynak, şebeke v.s.), istenilen tetkik (fiziksel-kimyasal-bakteriyolojik), numuneyi alan kurum ve örnek ile laboratuara gönderilecek yazı numarası bilgileri içeren bir etiket yapıştırılmalıdır (Oğur ve Tekbaş, 2005).

### **3.3. Musluk veya Pompa Çıkışından Numune Alma**

İlk işlem olarak musluğu temizleme işlemi yapıldı. Musluğun ağzından suyun saçılmasına neden olabilecek eklentiler çıkarıldı. Daha sonra temiz bir bez kullanarak musluğun ağzındaki pislikler temizlenir, musluk sonuna kadar açılır ve suyun 3-5 dakika akması beklendi. Musluk çakmak, gazlı bir ocak veya alkol emdirilmiş ve yakılmış bir pamuk tamponla yakılarak bir dakika süreyle sterilize edildi. Numune almadan önce musluk dikkatle açılarak 3-5 dakika suyun ortalama bir hızla akması beklenir (Oğur ve Tekbaş, 2005).

Sterilize edilmiş şişe alınarak kapağı dikkatle açıldı. Numuneyi kirletebilecek toz girişini önlemek için kapağı ve koruyucu başlığı aşağı doğru tutarak şişe hemen akan suyun altına tutularak dolduruldu. Daha sonra şişenin kapağı kahverengi kağıttan koruyucu başlık ipiyle yerine yerleştirildi (Oğur ve Tekbaş, 2005).

Nehir, çay ve dere gibi bir akarsudan numunu alınırken; şişe 30 cm derinliğe kadar ağzı yukarı gelecek şekilde dik olarak daldırılıp, burada akıntıya ters konumda yatay çevrilerek doldurulma işlemi gerçekleştirilir (Oğur ve Tekbaş, 2005).

### **3.4. Kimyasal Analizler İçin Su Numunesinin Alınması**

Kimyasal analizler, nitelik ve miktar olarak insan sağlığını bozabilen, suyu içilmez bir hale getiren veya kirlenmenin ikinci derecede etkilerini tetkik eden kimyasal maddelerin tayinini hedef tutar. Kimyasal analiz için en az iki litre numune gereklidir. Su, kimyasal olarak temiz bir cam veya pet şişeye konur. Numune doldurulmadan önce en az üç defa numune alınacak suyla çalkalanmalıdır. Şişe üzerine numuneye ait bilgilerin yer aldığı etiket yerleştirilerek laboratuara mümkün olan süratle gönderilmelidir (Oğur ve Tekbaş, 2005).

### **3.5. Çalışmada Kullanılan Cihazlar ve Yöntemler**

#### **3.5.1. Sıcaklık Ölçen Cihaz**

Hava sıcaklığının ölçümü normal civalı termometre ile yapıldı. Çok küçük kesite sahip ve üst ucu kapalı bir tüpten ibarettir. Alt ucundaysa içinde civa bulunan küresel veya silindirik bir hazne bulunur. Isıtılmasıyla civa genişler ve tüpte yükselir. Tüpün

kesitinin küçük olmasından dolayı hacim değişimi çok az da olsa civanın yükselmesi oldukça fazla olmaktadır.

Su sıcaklığının ölçümü normal su termometresi kullanılarak yapıldı, fakat termometrenin sudan çıkarıldığı zaman sıcaklığının hemen değişmemesi için, haznenin etrafında içinde bir miktar su bulunduracak şekilde delikli bir kap bulunmaktadır.

### 3.5.2. pH Ölçüm Cihazı

Numunelerin pH değerleri HANNA marka pH 213 model elektronik pH ölçüm cihazı (Şekil 3.6) ile yapıldı.



Şekil 3. 6. Elektronik pH ölçüm cihazı

### 3.5.3. Elektriksel iletkenlik Ölçüm Cihazı

Numunelerin elektriksel iletkenlik ölçümleri HANNA marka HI 2300 model cihaz (Şekil 3.7) ile yapıldı.



Şekil 3. 7. Elektriksel iletkenlik ölçüm cihazı

### 3.5.4. Bulanıklık Ölçüm Cihazı

Numunelerin bulanıklık değerleri Micro HACH marka 2100N model türbidimetre (Şekil 3.8) ile tespit edildi. Cihazın kalibrasyonu 0,02 NTU, 10 NTU ve 1000 NTU standart çözeltiler kullanılarak yapıldı.



Şekil 3. 8. Bulanıklık ölçüm cihazı

### 3.5.5. Toplam Alkalinite

100 mL numune erlene alınır. 3-4 damla fenolftalein çözeltisi konulur. Renk pembe oluyorsa renk gidinceye kadar 0.02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile titre edilir. Asit miktarı kaydedilir. Aynı numuneye 3-4 damla metiloranj damlatılarak tekrar 0.02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile soğan kırmızısına yakın bir renk oluşuncaya kadar titrasyona devam edilir ve sarf edilen asit miktarı kaydedilir (APHA, 1998).

Toplam Alkalinite hesabı için, T = P + M toplamı alınır.

P = Fenolftalein alkalinitesi; M = Metiloranj alkalinitesi'dir.

Toplam Alkalinite, mg/l CaCO<sub>3</sub> eşdeğeri olarak aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$\text{Toplam Alkanite} = \frac{T \cdot N \cdot 50000}{V} \quad \text{mg/L CaCO}_3$$

T= İkinci dönüm noktası sonuna (fenolftalein + metiloranj) kadar sarf edilen toplam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> miktarı, mL.

N= Sülfirik asit çözeltisinin normalitesi.

V= Numune Hacmi, mL.

### 3.5.6. Toplam Sertlik

100 mL su numunesi alınır, 0,5 – 2,0 mL kadar pH'ı 10 da tutmak için gerekli miktar tampon çözeltisi (NH<sub>4</sub>Cl+NH<sub>4</sub>OH) ilave edilir, bir ölçü (0,1 g kadar) toplam sertlik indikatörü (Eriochrome Black T+NaCl) katıldıktan sonra, renk şarap kırmızısından maviye dönene kadar 0,01 M EDTA (Tritriplex III) ilave edilir (ASTM, 1989).

### 3.5.7. Kalsiyum Sertliği

100 mL su numunesi alındı. 2-4 mL 1 M NaOH çözeltisi ilave edildi. [Mg<sup>++</sup>'yi hidroksit halinde çöktürmek ve ortamın pH'sını 11 civarında tutmak için 0,1 g müreksid indikatörü (sadece Ca<sup>++</sup> iyonları ile renk verir)] ilave edildikten sonra 0,01



M EDTA ile renk pembeden menekşeye dönene kadar titreye devam edildi (ASTM, 1989).

Toplam Sertliği;

Sarfiyat = °F Sertligi (Toplam Sertlik) veya; Sarfiyat x 10= Toplam Sertlik (mg/L CaCO<sub>3</sub>)

Kalsiyum Sertliği:

Sarfiyat x 10= Ca<sup>++</sup> Sertligi (mg/L) CaCO<sub>3</sub> cinsinden veya; Sarfiyat = °F sertligi'dir.

Kalsiyum Miktarının Bulunması;

$$(\text{Mg/ L}) \text{ Ca} = \frac{A \times N \times 20000}{\text{Örenk Hacmi (ML)}}$$

A = Kalsiyum Sertligi için harcanan EDTA'nın mL'si

N= EDTA çözeltisinin normalitesi

### **3.5.8. Magnezyum Sertliği**

Magnezyum sertliği Mg (Mg/L) = (Toplam Sertlik – kalsiyum sertligi x 2,5) x 0,244 formül kullanılarak hesaplandı (Oğur ve Tekbaş, 2005).

### **3.5.9. Klorür İyonunun Tayini**

100 mL su numunesi 300 mL'lik erlene alındı. 1-2 mL %10'luk potasyum kromat ilave edildi ve renk açık sarıdan kirli koyu sarı oluncaya kadar ayarlı 0.01 M'lık gümüş nitrat ile titre edildi (ASTM, 1989).

### **3.5.10. Sülfat İyonunun Tayini**

200 mL su numunesi 400 mL'lik behere alındı, derişik HCl ile asitlendirildi ve ısıtıldı. Sıcak iken 5 mL, %10'luk BaCl<sub>2</sub> ile dikkatlice çöktürülür, 1-2 saat sıcak tutuldu ve bir gece bekletildi. Mavi bant süzgeçten süzöldü, su ile yıkandı ve tartımı belli krozedde 700 °C'de yakıldı, tartımdan sülfat miktarı hesaplandı (APHA, 2003).

### 3.5.11. Sodyum ve Potasyum Tayini

Analiz edilecek numunelerde bulunan sodyum ve potasyum iyonları, uygun standart çözeltiler hazırlanarak sırasıyla 589 nm ve 766.5 nm’de Alev fotometresi kullanılarak tayin edildi (ASTM, 1989).

### 3.5.12. Sudaki Klor Düzeyinin Ölçülmesi

Sudaki kalan klor miktarının belirlenmesi için komperatör (Şekil 3.9) ismi verilen ve daha önce saptanmış renklere göre bulunan rengin mukayesesine dayanarak çalışan cihaz kullanıldı (ASTM, 1989).



Şekil 3. 9. Komperatör cihazı

Komperatör cihazının çalışma prensibi şu şekildedir;

1. Komperatör tüpünün temizliğini kontrol edilir.
2. Tüpü üstten 1 cm boşluk kalıncaya kadar su ile doldurulur.
3. Tüpteki suya 3 damla ortotoluidin veya tetrametilbenzidin solüsyonu damlatılır.
4. Tüpün ağzını parmağınızla kapatarak 5 - 6 kez çalkalanır.
5. Klor için uygun olan renk diskini takılır.
6. Tüpü komperatörün yuvasına yerleştirilir.

7. Tüpteki suyun rengi komperatör diskindeki renk skalasında bulunur ve en yakın renk bulanana kadar disk çevrilmeye devam edilir.

8. Diskin sol tarafında su örneğindeki klor miktarını ppm cinsinden gösteren rakam okunur.

### **3.6. Bakteriyel Analiz Yöntemi**

Toplam mezofil aerob bakteri sayımı yapılırken; 1 mL örnek sudan petri kaplarındaki Nutrient agara ilave edildi ve yavaşça döndürerek dikkatlice karıştırıldı. Daha sonra petri kapları ters çevrilerek 37 °C'de 18-24 saat süreyle inkübasyona bırakıldı. Petri kaplarında büyüyen koloniler sayıldı ve numunenin 1 mL'sinde mevcut koloni oluşturan birimlerin tahmini sayısı hesaplandı (WHO, 1996).

### **3.7. En Muhtemel Sayı Yöntemi**

Genel olarak koliform grup, fekal koliform grup bakteriler ve *Escherichia coli* T. Escherich, 1885 sayılmasında en muhtemel sayı yöntemi (EMS) kullanılmaktadır. Bu yöntem tahmin deneyi, doğrulama deneyi ve tamamlama deneyi olmak üzere üç aşamada uygulanmaktadır (APHA, 2003).

#### **3.7.1. Tahmin Deneyi**

Amerikan Halk Sağlığı Kuruluşu (American Public Health Association; APHA) tarafından özellikle suların mikrobiyolojik analizinde kullanılmak üzere önerilen Amerikan Standartları metoduna göre koliform grup, fekal koliform ve *E. coli* aranmasında çoklu tüp fermentasyon yöntemi kullanılır. Yöntemin ilk aşaması olan tahmin deneyinde besin konsantrasyonu açısından çift kuvvetli ve tek kuvvetli Mac Conkey Broth besiyerleri kullanılmıştır (Dionision vd., 1995). Klorsuz suda koliform grup mikroorganizma aramak için kullanılan standart analiz yöntemlerine göre örnek hazırlanıp dilüsyonları (dilüsyonlar 1 mL örnek sudan 9 mL ringer's çözeltilisine ilave edilerek yapılır) yapıldıktan sonra ardışık 5 dilüsyondan 3'er adet Mac Conkey Broth besiyerine, 5 adet tüpe çift kuvvetli Mac Conkey Broth besiyerinden, 10 adet tüpe de tek kuvvetli Mac Conkey Broth besiyerinden 10'ar mL paylaşılırak toplam 15 adet besiyerli tüp (her tüpün içinde Durham tüpü var) hazırlanmıştır.

İçinde çift kuvvetli Mac Conkey Broth besiyeri bulunan toplam 5 tüpe 10 mL, tek kuvvetli Mac Conkey Broth içeren 10 tüpten 5'ine 1 mL, 5'ine de 0.1 mL su örneği ilave edilerek 37 °C'de 24 (gerekirse 48) saat inkübasyonda bekletilmiştir. Klorlu suda koliform grup mikroorganizma aramak için kullanılan standart analiz yöntemlerine göre örnek hazırlanıp 15 adet tüpün İçinde Mac Conkey Broth besiyeri bulunan, içinde çift kuvvetli Mac Conkey Broth besiyeri bulunan toplam 5 tüpe 10 mL, tek kuvvetli Mac Conkey Broth içeren 10 tüpten 5'ine 1 mL, 5'ine de 0.1 mL su örneği ilave edilerek 37 °C 'de 24 (gerekirse 48) saat inkübasyonda bekletilmiştir (Tekinşen, 1975). 24-48 saat sonunda, gaz ve asit oluşumu görülen tüplerde koliform bakteri varlığı kabul edildi. Sonuçlar doğrulama deneyi ile değerlendirilmiştir.

### **3.7.2. Doğrulama Deneyi**

Bu yönteme göre, muhtemel koliformların sayısını doğrulamak için Eozin-Metilen mavili (Eosin methylene blue, EMB) besiyerine ekim yapılmakta ve 37 °C 'de 24 saat (gerekirse 48 saat) inkübasyondan sonra pozitif sonuç veren tüpler fekal koliform grup olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca gram boyama ve IMVEC testleri uygulanarak *E. coli* varlığı doğrulanmaktadır (Westwood, 1994).

### **3.7.3. Tamamlama Deneyi**

Tamamlama testinde EMB agardan birkaç değişik koloni alınarak Mac Conkey Broth besiyerine ve Peptonlu Su besiyerine ekim yapılmakta ve 44.5 °C'de 24-48 saat inkübasyona bırakıldıktan sonra indol testi yapılmaktadır (Dutka, 1989). Bu testin sonunda indol pozitif reaksiyon veren tüpler *E. coli*, negatif reaksiyon verenler ise *E. coli* dışındaki diğer fekal koliformlar olarak değerlendirilmektedir.

### **3.8. IMViC Testleri**

İndol, Metil Kırmızısı, Voges-Proskauer ve Sitrat testlerinin ilk harflerinden oluşmuştur. Vi 'deki "i" küçük harf olarak yazılır ve sadece okuma kolaylığı sağlar. Bu testler koliform grup bakterilerin ayrımı için kullanılmaktadır. Son yıllarda IMViC testleri IMVEC olarak kullanılmaktadır. E harfi Eijkman testini simgelemektedir (Akçelik vd., 2000).

### **3.8.1. İndol Testi**

İndol, triptofan'ın triptofanaz enzimi ile parçalanması sonucu oluşan nitrojenli bir bileşiktir ve aldehidlerle reaksiyona girdiğinde kırmızı renkli bir ürün oluşturur. İncelenecek bakteri triptofan içeren bir sıvı besiyerine inoküle edilir (bu amaçla genellikle peptonlu su kullanılır). EMB agardan bir koloni alınarak 37°C'de en az 24 saatlik inkübasyondan sonra üzerine, tüpün kenarından yavaşça akıtılmak suretiyle, 0.5 mL Kovaks ayırıcı ilave edilir. Besiyerinin üst kısmında parlak kırmızı bir halka oluşması testin pozitif olduğunu göstermektedir (Ang-Küçüker vd., 1997).

### **3.8.2. Metil Kırmızısı Testi**

Metil kırmızısı testi, bakterilerin glukozu fermente ederek ortam pH'ını 4.4'ün altına düşürmesi esasına dayanır. İncelenecek bakteri pepton ve glukoz içeren tamponlanmış Clark-Lubs besiyerine EMB agardan bir koloni alınarak 37°C en az 24 saatlik inoküle edilir. İnkübasyondan sonra ortama 5-6 damla metil kırmızısı ayırıcı ilave edilir (Temiz, 1996). Bu ayıraç pH 4.4 ve altında kırmızı, pH 6.2 ve üzerinde ise sarı renk verir, dolayısıyla kırmızı renk oluşması testin pozitif olduğunu gösterir.

### **3.8.3. Voges-Proskauer Testi**

Bazı bakteriler karbonhidratları parçalayarak asetoin (asetil metil karbinol) oluşturur. Asetoin, potasyum hidroksid (KOH) varlığında okside olarak diasetil meydana getirir. Bu ürün ise alfa naftol ile reaksiyona girdiğinde kırmızı bir renk oluşturur. Asetoin oluşumunu araştırmak için, Clark-Lubs besiyerine EMB agardan bir koloni alınarak 37°C'de ekim yapılır ve en az 24 saat inoküle edilir. İnkübasyondan sonra alfa naftol ve KOH içeren Voges-Proskauer ayırıcı ilave edilir. Besiyerinin hava ile temas etmesi için çalkalandıktan sonra 15 dakika içerisinde kırmızı renk oluşmaması testin negatif olduğunu gösterir (Toroğlu, 2003).

### **3.8.4. Sitrat Testi**

Bazı bakteriler karbon kaynağı olarak tek bir substrat ile yetinebilirler. Sitrat testi, tek karbon kaynağı olarak sitrat kullanabilen bakterileri ayırt etmek amacıyla yapılır. Bu amaçla sitrat ve pH indikatörü olarak bromtimol mavisi içeren Simmons sitrat agar besiyeri kullanılır. EMB agardan koloni alınarak 37°C'de, 24-48 saatlik inoküle

edilir. Besiyeri renginin maviye dönüşmemesi testin negatif olduğunu gösterir (Dinçer vd., 2001).

### **3.9. Kullanılan Besiyerleri ve Kimyasallar**

#### **3.9.1. Nutrient Agar**

Bileşiminde etten elde edilen 5.0 g/L Pepton, 3.0 g/L et ekstratı ve 12.0 g/L Agar-Agar bulunmaktadır. Dehidre besiyeri, 20.0 g/L olacak şekilde damıtık su içinde ısıtılarak eritilip, otoklavda 121 °C'de 15 dakika sterilize edildi ve 45-50 °C'a soğutulup steril petri kutularına 12.5'er mL dökülerek besiyeri hazırlandı. Hazırlanmış besiyeri berrak ve sarımsı kahverengi olup, 25 °C'da pH'sı  $7.0 \pm 0.2$ 'dir. İnhibitör ve indikatör içermeyen, çok amaçlı kullanımı olan genel besiyeridir (Çetin, 1996).

#### **3.9.2. MacConkey Broth**

Bileşiminde kazinden elde edilen 20.0 g/L Pepton, 10.0 g/L laktöz, 5.0 g/L konsantre safra ve 0.01 g/L Bromokresol mor boyası bulunmaktadır.

Dehidre besiyeri, tek kuvvette 35.0 g/L, çift kuvvette 70.0 g/L olacak şekilde damıtık su içinde eritilir. İçinde Durham tüpü bulunan standart test tüplerine 10'ar mL dağıtılıp, otoklavda 121 °C'de 15 dakika sterilize edilerek hazırlandı. Hazırlanmış besiyeri berrak ve menekşe renkli olup, 25 °C'de pH'sı  $7.1 \pm 0.2$ 'dir (Halkman ve Sağdaş, 2011).

#### **3.9.3. Eozin-Metilen Mavili (EMB) Agar Karışımı**

Bakteri popülasyonundan gram negatif basillerin izolasyonu için kullanılır.

Bileşiminde 10.0 g/L Pepton; 2.0 g/L di-Potasyum Hidrojen Fosfat; 5.0 g/L Laktöz; 5.0 g/L Sükroz; 0.4 g/L Eozin Y sarı; 0.07 g/L Metilen Mavisi; 13.5 g/L Agar-agar bulunmaktadır.

Dehidre besiyeri, 36.0 g/L olacak şekilde damıtık su içinde ısıtılarak eritildi, otoklavda 121 °C'de 15 dakika sterilize edildi ve 45-50 °C'a soğuduğunda steril petri kutularına 12.5'er mL dökülerek hazırlandı. Hazırlanmış besiyeri berrak ve kırmızımsı-kahve, menekşe-kahverengi olup, 25 °C'de pH'sı  $7,1 \pm 0,2$ 'dir.

Besiyerindeki boyalar, başta Gram pozitif bakteriler olmak üzere refakatçi floranın gelişimini baskılar. Bu besiyeri, bileşimindeki laktoz ve sakkaroz nedeni ile asıl olarak her iki karbohidrat bakımından da negatif olan *Salmonella* Lignieres, 1900 ve *Shigella* Castellani & Chalmers 1919'nın ayrımı için geliştirilmiş olmakla beraber, yaygın olarak koliform grup bakteri sayımında ve *E. coli* tanımlanmasında kullanılmaktadır. 35-37 °C'de 24 saat inkübasyon sonunda saydam ve amber renkli koloniler *Salmonella* ve *Shigella* gibi laktoz ve sakkaroz negatif bakterileri, menekşe renkli ve yansıyan ışıkla yeşilimsi metalik parlak görülen koloniler *E. coli*'yi, pembe-menekşe renkli, mukoid, gri kahverengi merkezli koloniler *Enterobacter* Hormaeche & Edwards 1960, *Klebsiella* Trevisan, 1885 ve diğer koliformları gösterir. Metalik parlaklığın izlenebilmesi için sürme ya da yayma yöntemi ile ekim yapılmalıdır (Akçelik vd., 2000).

#### **3.9.4. Ringer's Çözeltisi**

Bileşiminde 2.25 g/L NaCl; 0,105 g/L KCl; 0.06 g/L susuz CaCl<sub>2</sub>; 0.05 g/L NaHCO<sub>3</sub> bulunur.

1 tablet 500 mL damıtık suya ilave edilip karıştırıldı. Tüp ve erlen gibi kaplara dağıtılıp, otoklavda 121 °C'de 15 dakika sterilize edilerek hazırlandı. Sterilizasyon sonrası 25 °C'de pH'ı 6,9±0,1'dir. Hazırlanmış çözelti berrak ve renksizdir (Akçelik vd., 2000).

#### **3.9.5. İndol Sıvı Besiyeri**

Bileşiminde 2 g/L Pepton; 0.5 g/L NaCl; 1000 mL distile su bulunur. Hazırlanan besiyerinin pH'ı 7.1'dir.

#### **3.9.6. Kovaks Ayıracı (İndol Ayıracı)**

Bileşiminde 150 mL Saf amil ya da izoamil alkol; 10 g/L P-Dimetilaminobenzaldehit; 50 mL Konsantre HCl bulunur.

İzoamil alkol ve P-Dimetilaminobenzaldehit yoğunlaştırılmış HCl'de çözülerek hazırlanır. Buzdolabında +4°C'de muhafaza edilir (Akçelik vd., 2000).

### **3.9.7. Tamponlu Glikoz Buyyon**

Metil kırmızısı (MR) ve Voges Proskauer (VP) testi için bu besiyeri kullanılır. Bileşiminde 5 g/L Polipepton; 5 g/L Glikoz; 5 g/L K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> bulunur (Akçelik vd., 2000).

### **3.9.8. Voges Proskauer Ayıracı**

Voges proskauer ayıracında iki bileşen bulunur. Birinci bileşen % 5 lik  $\alpha$ - naftol solüsyonudur. İçeriğinde 5 g/L Alfa naftol; 100 mL % 95 Absolü Etil Alkol bulunur. İkinci bileşen %40'lık KOH solüsyonudur ve 40 g/L KOH ve 100 mL distile su ile hazırlandı (Akçelik vd., 2000).

### **3.9.9. Koser's Sitrat Sıvı Besiyeri**

Sitrat testi için kullanılmıştır. Bileşiminde 1,5 g/L Sodyum amonyum hidrojen fosfat; 1g/L Dipotasyum hidrojen fosfat; 3 g/L Magnezyum sülfat heptahidrat; 3 g/L Sodyum sitrat dihidrat kristali; 1000 mL distile su bulunur (Akin, 2004).



## BÖLÜM 4

### BULGULAR

Bu çalışmada, belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait fiziksel açıdan sıcaklık, pH, bulanıklık ve elektriksel iletkenlik parametreleri, kimyasal olarak alkalilik, sertlik, kalsiyum, magnezyum, klorid, sülfat, sodyum ve potasyum parametreleri ve biyolojik olarak toplam mezofil aerob bakteri sayımı, koliform bakteri, fekal koliform ve klor miktarının parametreleri değerlendirildi. Kerkük ili içme suyunun fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan kaliteli olduğu sonucuna varıldı.

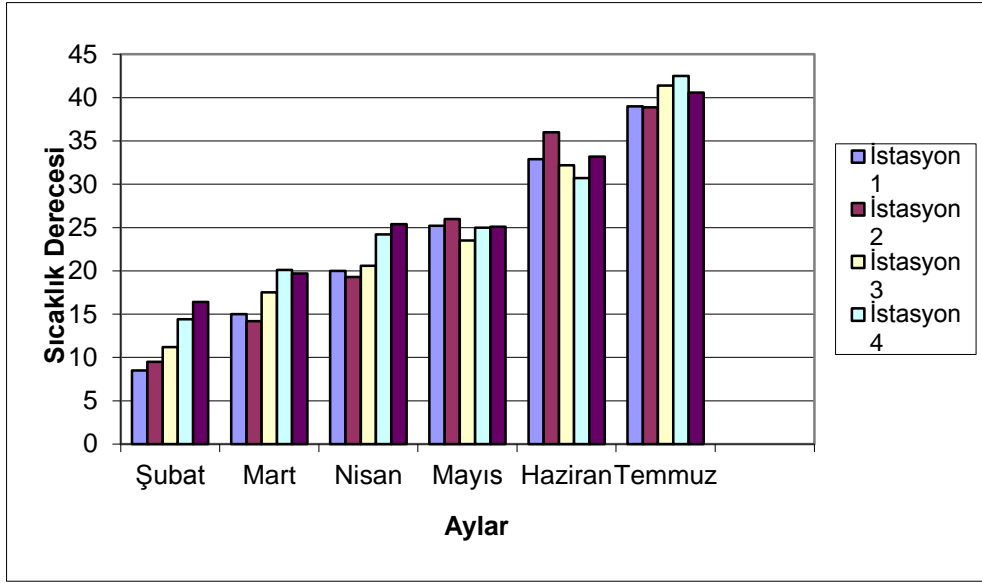
#### 4.1. Hava Sıcaklık Değerleri

Belirlenen istasyonlara ait hava sıcaklık değerlerine (Tablo 4.1) göre en yüksek hava sıcaklık değeri temmuz 2013 tarihinde dördüncü istasyonundan alınan numunede 42.5 °C olarak ölçüldü. En düşük sıcaklık değeri ise Şubat 2013 tarihinde birinci istasyonundan alınan numunede 8.5 °C olarak ölçüldü.

**Tablo 4. 1.** İstasyonlara ait hava sıcaklığı (°C) değerleri

İstasyon adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	8.5	15	20	25.2	32.9	39	23.4
İstasyon 2	9.5	14.2	19.3	26	36	38.9	23.9
İstasyon 3	11.2	17.5	20.6	23.5	32.2	41.4	24.4
İstasyon 4	14.4	20.1	24.2	25	30.7	42.5	26.1
İstasyon 5	16.4	19.7	25.4	25.1	33.2	40.6	26.7

Numunelerin alındığı istasyonların bulunduğu bölgelerin ortalama sıcaklık değerleri (Şekil 4.1) ay bazında verildi.



Şekil 4. 1. Hava sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişim grafiği

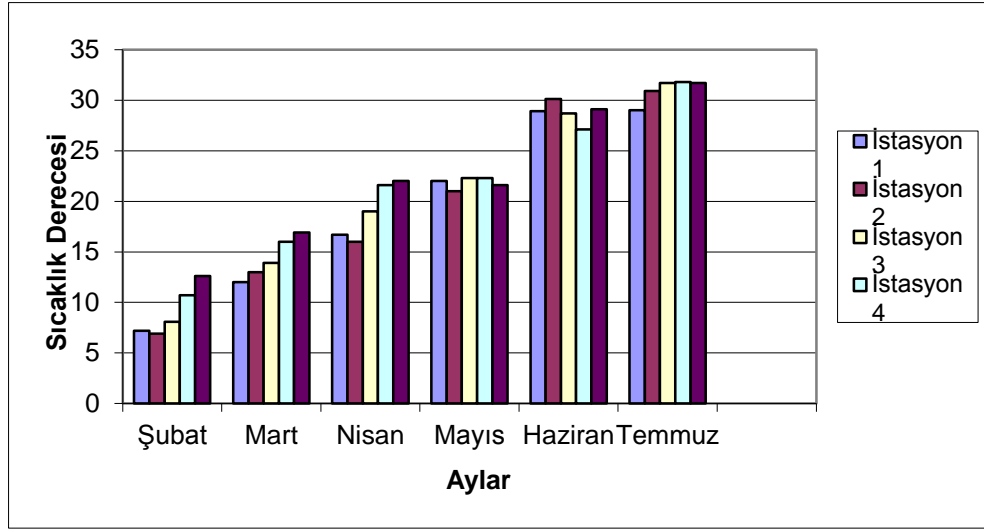
#### 4.2. Su Sıcaklık Değerleri

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait su sıcaklık değeri (Tablo 4.2) en yüksek temmuz 2013 tarihinde dördüncü istasyonundan alınan numunede 31.8 °C olarak ölçüldü. En düşük sıcaklık değeri ise Şubat 2013 tarihinde ikinci istasyonundan alınan numunede 6.9 °C olarak ölçüldü.

Tablo 4. 2. Su numunelerine ait su sıcaklığı (°C) değerleri

İstasyon Adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	7.2	12	16.7	22	28.9	29	19.3
İstasyon 2	6.9	13	16	21	30.1	30.9	19.6
İstasyon 3	8.1	13.9	19	22.3	28.7	31.7	20.6
İstasyon 4	10.7	16	21.6	22.3	27.1	31.8	21.5
İstasyon 5	12.6	16.9	22	21.6	29.1	31.7	22.3

Numunelerin elde edildiği istasyonlardan alınan suların sıcaklık değerlerine ait veriler (Şekil 4.2) ay bazında verildi.



Şekil 4. 2. Su sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişim grafiği

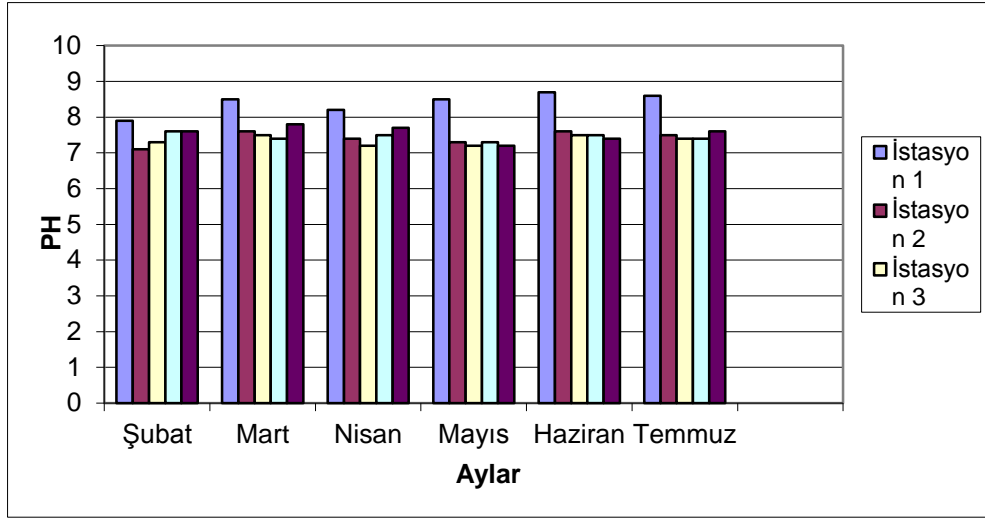
### 4.3. pH Değerleri

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek pH değeri (Tablo 4.3) Haziran 2013 tarihinde birinci istasyondan alınan numunede 8.7 olarak ölçüldü. En düşük pH değeri ise Şubat 2013 tarihinde ikinci istasyondan alınan numunede 7.1 olarak ölçüldü.

Tablo 4. 3. Su numunelerine ait pH değerleri

İstasyon adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	7.9	8.5	8.2	8.5	8.7	8.6	8.4
İstasyon 2	7.1	7.6	7.4	7.3	7.6	7.5	7.4
İstasyon 3	7.3	7.5	7.2	7.2	7.5	7.4	7.3
İstasyon 4	7.6	7.4	7.5	7.3	7.5	7.4	7.4
İstasyon 5	7.6	7.8	7.7	7.2	7.4	7.6	7.5

Çalışma süresince numunelerin elde edildiği istasyonlardan alınan suların pH değerlerine ait veriler (Şekil 4.3) ay bazında verildi.



Şekil 4. 3. pH değerlerinin zamana göre değişim grafiği.

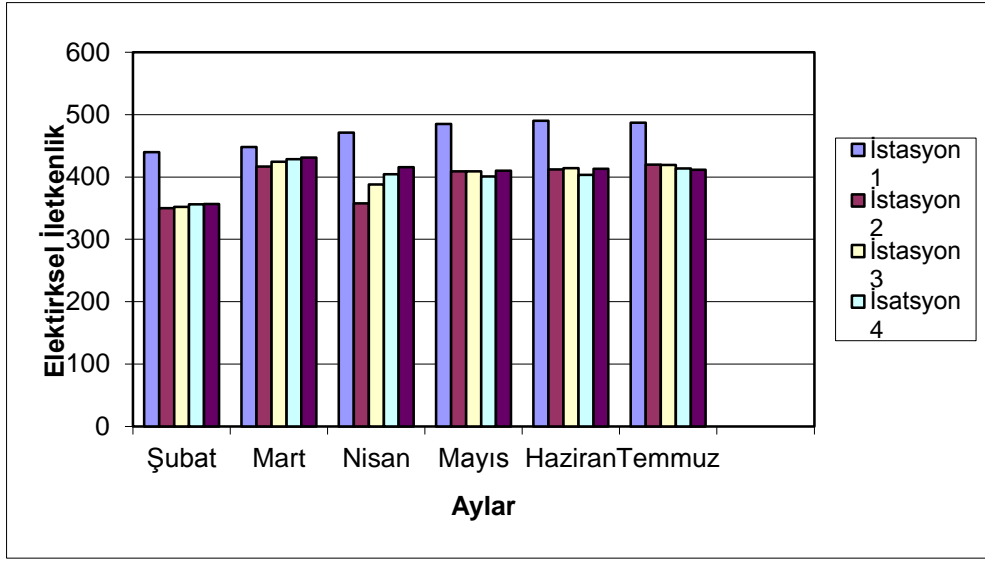
#### 4.4. Elektriksel İletkenlik ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) Değerleri

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait elektriksel iletkenlik değeri (Tablo 4.4) en yüksek Haziran 2013 tarihinde birinci istasyonundan alınan numunede  $490 \mu\text{s}/\text{cm}$  olarak ölçüldü. En düşük elektriksel iletkenlik değeri ise Şubat 2013 tarihinde ikinci istasyonundan alınan numunede  $350 \mu\text{s}/\text{cm}$  olarak ölçüldü.

Tablo 4. 4. Su numunelerine ait elektriksel iletkenlik ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) değerleri

İstasyon adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	440	448	471	485	490	487	470
İstasyon 2	350	417	358	409	412	420	394
İstasyon 3	352	424.5	388	409	414	419.5	401.1
İstasyon 4	356	428.5	404.5	401	403.5	413.7	401.2
İstasyon 5	356.7	431	416	410	413	411.7	406.4

Çalışma süresince ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerine ait özet verilerin aylara göre değişim grafiği (Şekil 4.4) gösterildi.



Şekil 4. 4. Elektriksel iletkenlik değerlerinin zamana göre değişim grafiği

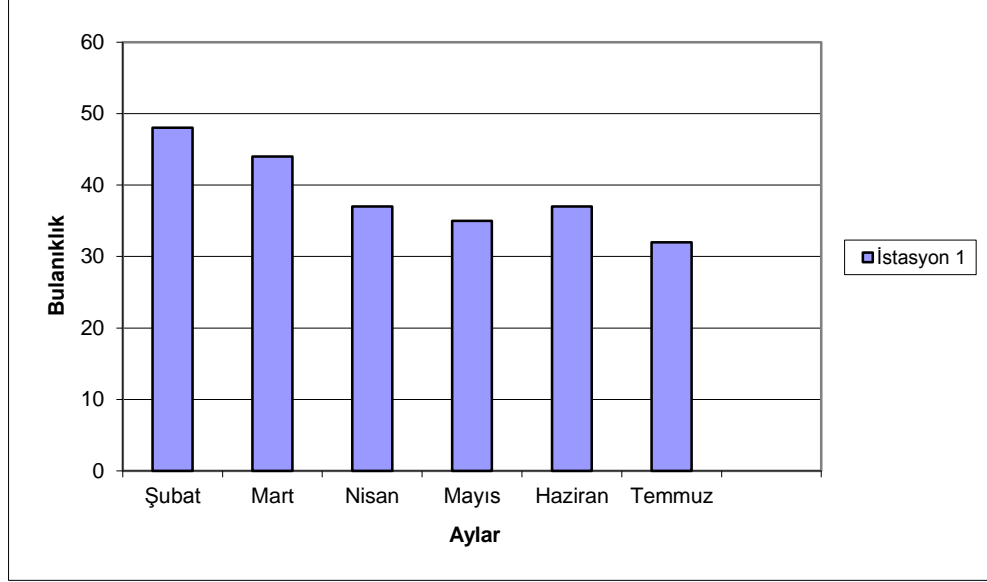
#### 4.5. Bulanıklık (NTU) Değerleri

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait bulanıklık değeri (Tablo 4.5) en yüksek Şubat 2013 tarihinde birinci istasyonundan alınan numunede 48 NTU olarak ölçüldü. En düşük bulanıklık değeri ise Mart ve Temmuz 2013 tarihinde ikinci istasyonundan alınan numunede 0.4 NTU olarak ölçüldü.

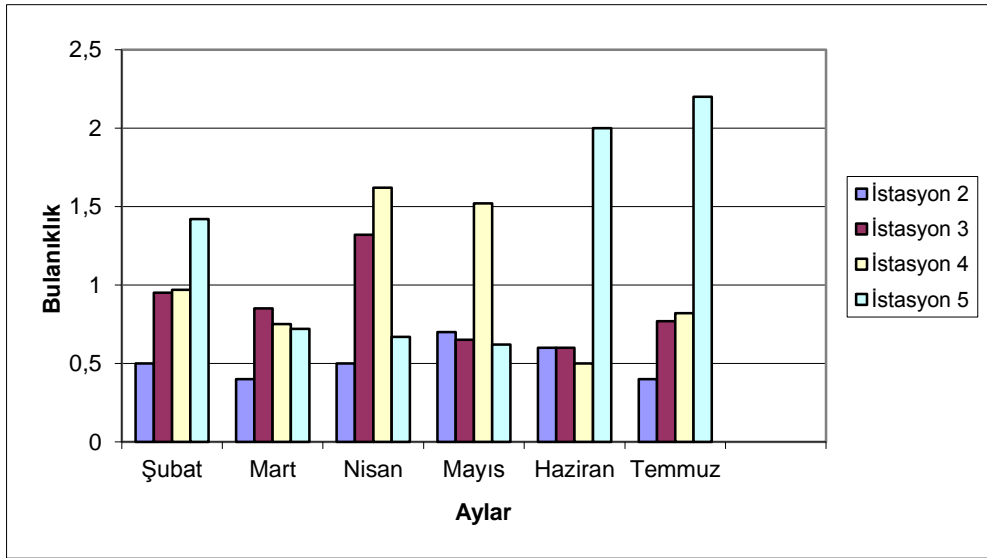
Tablo 4. 5. Su numunelerine ait bulanıklık (NTU) değerleri

İstasyon adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	48	44	37	35	37	32	38.8
İstasyon 2	0.5	0.4	0.5	0.7	0.6	0.4	0.5
İstasyon 3	0.95	0.85	1.32	0.65	0.6	0.77	0.85
İstasyon 4	0.97	0.75	1.62	1.52	0.5	0.82	1.03
İstasyon 5	1.42	0.72	0.67	0.62	2	2.2	1.27

Çalışma süresince ölçülen bulanıklık değerlerine ait verilerde birinci istasyondan (Şekil 4.5) elde edilen değerlerin diğer istasyonlara oranla (Şekil 4.6) çok fazla olduğu belirlendi.



Şekil 4. 5. Birinci istasyonun bulanıklık değerlerinin zamana göre değişim grafiği



Şekil 4. 6. Bulanıklık değerlerinin zamana göre değişimi

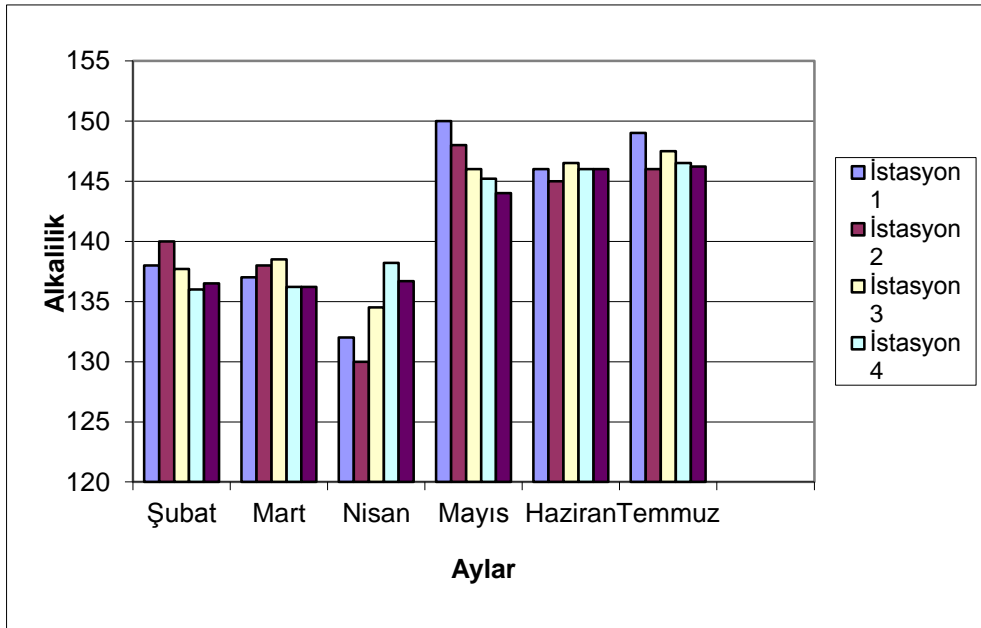
#### 4.6. Alkalilik Değerleri

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait alkalilik değeri (Tablo 4.6) en yüksek Mayıs 2013 tarihinde birinci istasyonundan alınan numunede 150 mg/L olarak ölçüldü. En düşük alkalilik değeri ise Nisan 2013 tarihinde ikinci istasyonundan alınan numunede 130 mg/L olarak ölçüldü.

**Tablo 4. 6.** Su numunelerine ait Alkalilik değerleri (mg/L)

İstasyon adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	138	137	132	150	146	149	142
İstasyon 2	140	138	130	148	145	146	141
İstasyon 3	137.7	138.5	134.5	146	146.5	147.5	141.7
İstasyon 4	136	136.2	138.2	145.2	146	146.5	141.3
İstasyon 5	136.5	136.2	136.7	144	146	146.2	149.9

Çalışma süresince ölçülen alkalilik değerlerinin aylara göre değişim grafiği (Şekil 4.7) gösterildi.



**Şekil 4. 7.** Alkalilik değerlerinin zamana göre değişimi

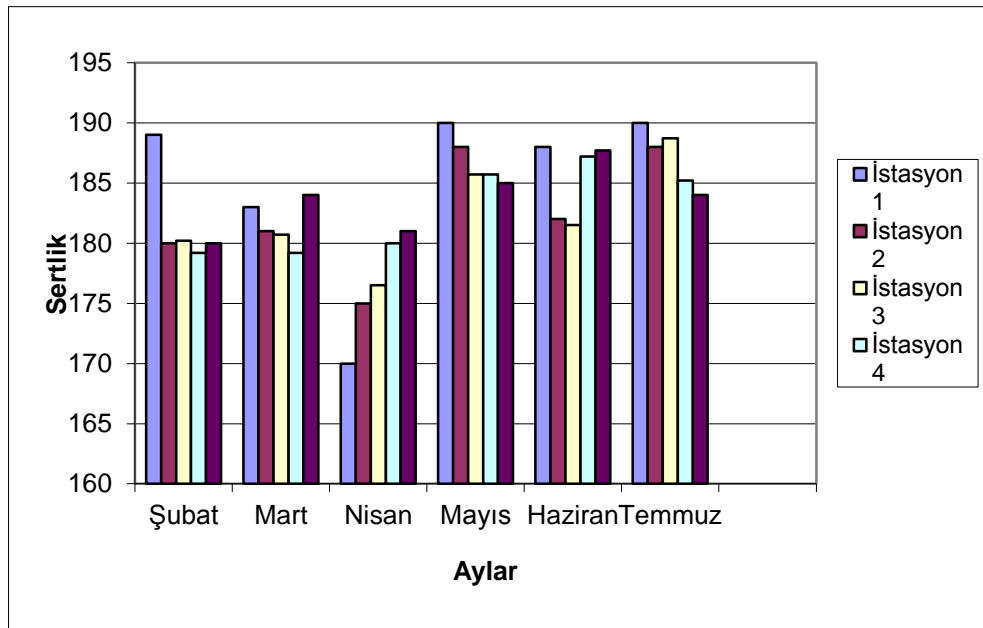
#### 4.7. Sertlik (CaCO<sub>3</sub>) Değerleri

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait sertlik değeri (Tablo 4.7) en yüksek Mayıs ve Temmuz 2013 tarihinde birinci istasyonundan alınan numunede 190 mg/L olarak ölçüldü. En düşük sertlik değeri ise Nisan 2013 tarihinde birinci istasyonundan alınan numunede 170 mg/L olarak ölçüldü.

**Tablo 4. 7.** Su numunelerine ait sertlik (CaCO<sub>3</sub>) değerleri (mg/L)

İstasyon adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	189	183	170	190	188	190	185
İstasyon 2	180	181	175	188	182	188	182
İstasyon 3	180.2	180.7	176.5	185.7	181.5	188.7	182.2
İstasyon 4	179.2	179.2	180	185.7	187.2	185.2	182.7
İstasyon 5	180	184	181	185	187.7	184	183.6

Çalışma süresince ölçülen sertlik değerlerinin aylara göre değişim grafiği (Şekil 4.8) gösterildi.



**Şekil 4. 8.** Sertlik değerlerinin zamana göre değişimi



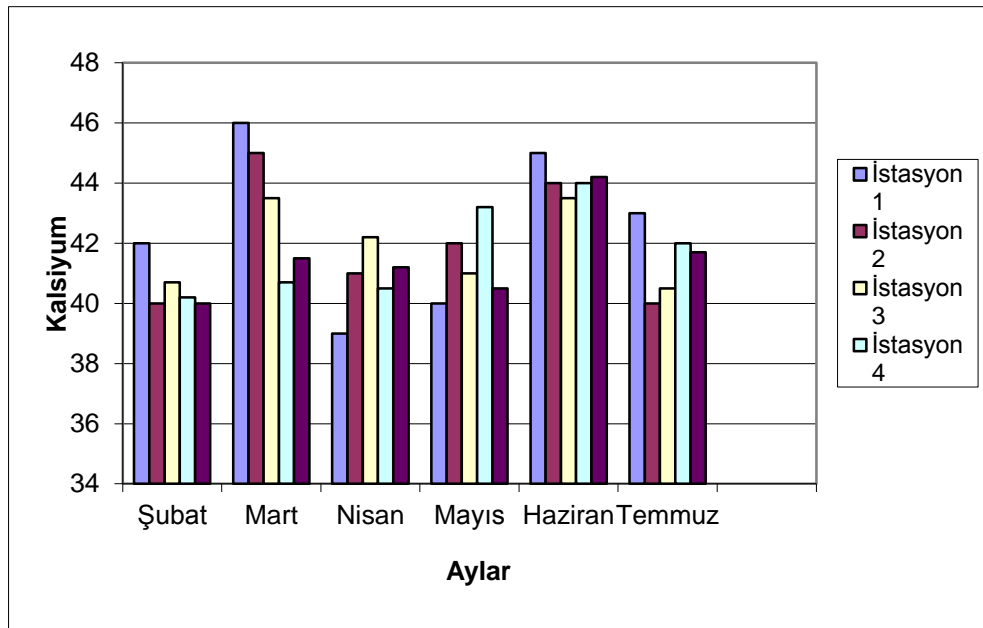
#### 4.8. Kalsiyum (Ca) Sertlik Değerleri

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait Ca değeri (Tablo 4.8) en yüksek Mart 2013 tarihinde birinci istasyonundan alınan numunede 46 mg/L olarak ölçüldü. En düşük Ca değeri ise Nisan 2013 tarihinde birinci istasyonundan alınan numunede 39 mg/L olarak ölçüldü.

**Tablo 4. 8.** Su numunelerine ait Kalsiyum (Ca) değerleri (mg/L)

İstasyon adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	42	46	39	40	45	43	42.5
İstasyon 2	40	45	41	42	44	40	42
İstasyon 3	40.7	43.5	42.2	41	43.5	40.5	41.9
İstasyon 4	40.2	40.7	40.5	43.2	44	42	41.7
İstasyon 5	40	41.5	41.2	40.5	44.2	41.7	41.5

Çalışma süresince ölçülen Ca değerlerinin zamana göre değişimleri (Şekil 4.9) gösterildi.



**Şekil 4. 9.** Ca değerlerinin zamana göre değişimi

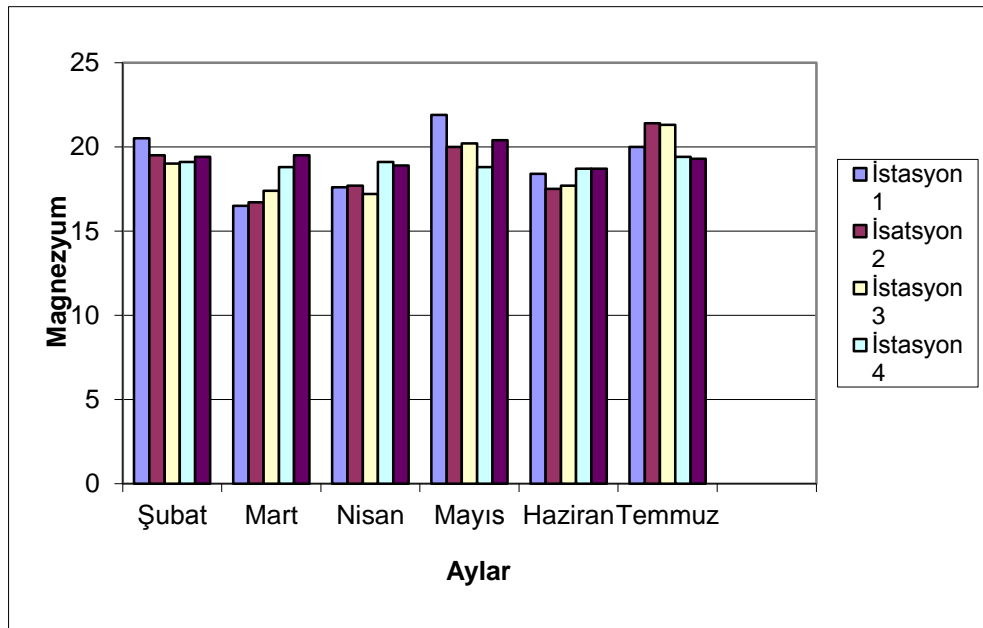
#### 4.9. Magnezyum (Mg) Değerleri

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait Mg değeri (Tablo 4.9) en yüksek Mayıs 2013 tarihinde birinci istasyonundan alınan numunede 21.9 mg/L olarak ölçüldü. En düşük Mg değeri ise Mart 2013 tarihinde birinci istasyonundan alınan numunede 16.5 mg/L olarak ölçüldü.

**Tablo 4. 9.** Su numunelerine ait Magnezyum (Mg) değerleri (mg/L)

İstasyon adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	20.5	16.5	17.6	21.9	18.4	20	19.1
İstasyon 2	19.5	16.7	17.7	20	17.5	21.4	18.8
İstasyon 3	19	17.4	17.2	20.2	17.7	21.3	18.8
İstasyon 4	19.1	18.8	19.1	18.8	18.7	19.4	18.9
İstasyon 5	19.4	19.5	18.9	20.4	18.7	19.3	19.3

Çalışma süresince ölçülen Mg değerlerinin zamana göre değişimleri (Şekil 4.10) gösterildi.



**Şekil 4. 10.** Mg değerlerinin zamana göre değişimi

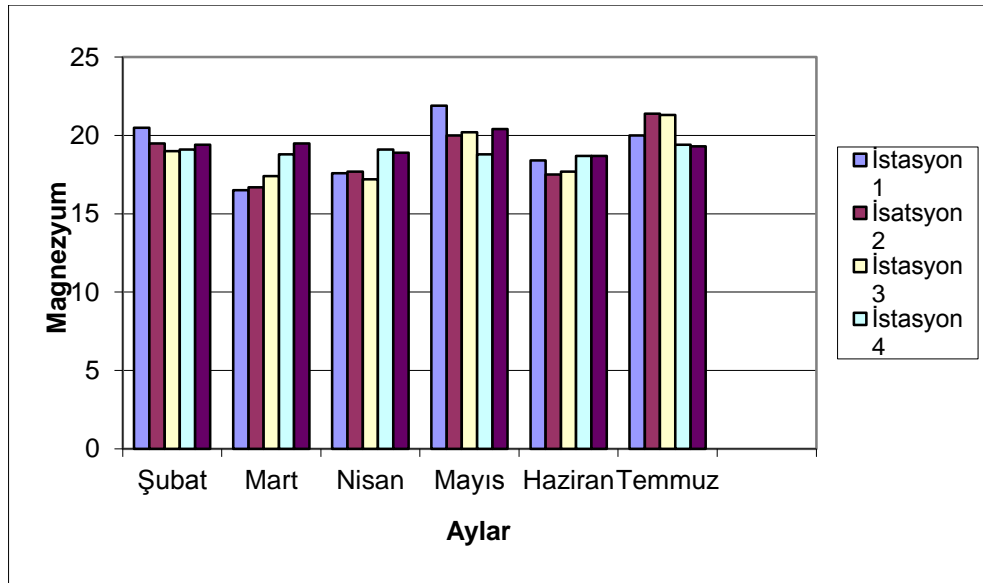
#### 4.10. Klorid Değerleri

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere Klorid değeri (Tablo 4.10) en yüksek Mart 2013 tarihinde birinci istasyonundan alınan numunede 20 mg/L olarak ölçüldü. En düşük Klorid değeri ise Nisan 2013 tarihinde ikinci istasyonundan alınan numunede 13 mg/L olarak ölçüldü.

**Tablo 4. 10.** Su numunelerine ait Klorid değerleri (mg/L)

İstasyon adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	17	20	14	17	14	15	16.1
İstasyon 2	15	18	13	17	15	16	15.6
İstasyon 3	16	18	14	16	15	15	15.6
İstasyon 4	16	17	14	15	16	16	15.6
İstasyon 5	15	17	14	15	16	15	15.3

Çalışma süresince ölçülen Klorid değerlerine ait özet veriler verilmiştir ve zamana göre değişimleri (Şekil 4.11) gösterildi.



**Şekil 4. 11.** Klorid değerlerinin zamana göre değişimi.

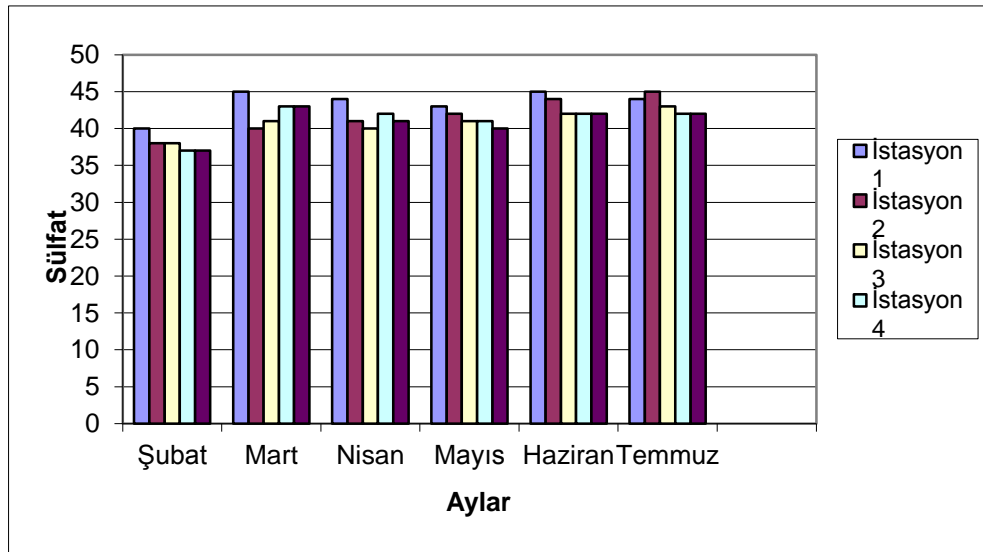
#### 4.11. Sülfat (SO<sub>4</sub>) Değerleri

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait Sülfat değeri (Tablo 4.11) en yüksek Mart, Haziran ve Temmuz 2013 tarihinde birinci ve ikinci istasyonundan alınan numunede 45 mg/L olarak ölçüldü. En düşük sülfat değeri ise Şubat 2013 tarihinde dördüncü ve beşinci istasyonundan alınan numunede 37 mg/L olarak ölçüldü.

**Tablo 4. 11.** Su numunelerine ait Sülfat (SO<sub>4</sub>) değerleri (mg/L)

İstasyon adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	40	45	44	43	45	44	43.5
İstasyon 2	38	40	41	42	44	45	41.6
İstasyon 3	38	41	40	41	42	43	40.8
İstasyon 4	37	43	42	41	42	42	41.1
İstasyon 5	37	43	41	40	42	42	40.8

Çalışma süresince ölçülen Sülfat değerlerine ait özet veriler (Tablo 4.11) verilmiştir ve zamana göre değişimleri (Şekil 4.12) gösterildi.



**Şekil 4. 12.** Sülfat değerlerinin zamana göre değişimi

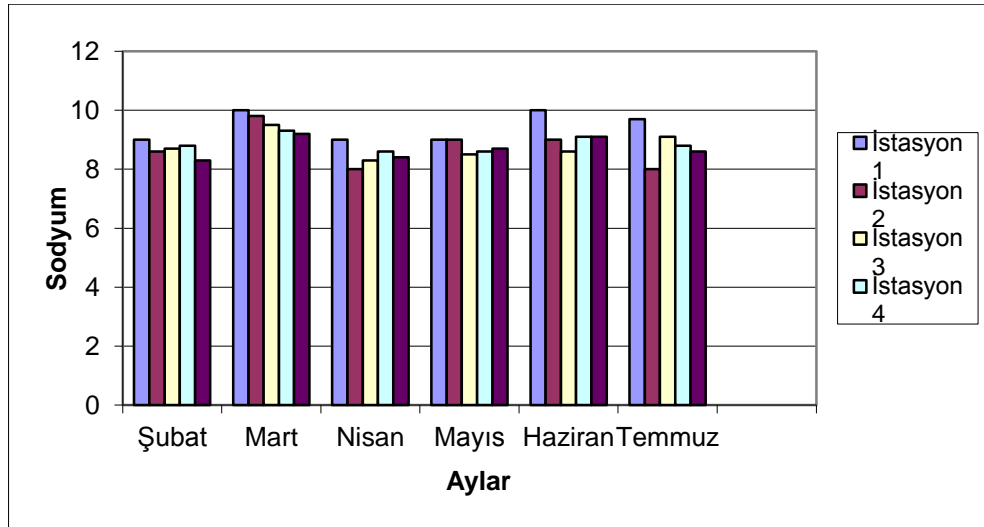
#### 4.12. Sodyum (Na) Değerleri

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait Na değeri (Tablo 4.12) en yüksek Mart ve Haziran 2013 tarihinde birinci istasyonundan alınan numunede 10 mg/L olarak ölçüldü. En düşük Na değeri ise Nisan ve Temmuz 2013 tarihinde ikinci istasyonundan alınan numunede 8 mg/L olarak ölçüldü.

**Tablo 4. 12.** Su Numunelerine ait Sodyum (Na) değerleri (mg/L)

İstasyon adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	9	10	9	9	10	9.7	9.4
İstasyon 2	8.6	9.8	8	9	9	8	8.7
İstasyon 3	8.7	9.5	8.3	8.5	8.6	9.1	8.7
İstasyon 4	8.8	9.3	8.6	8.6	9.1	8.8	8.8
İstasyon 5	8.3	9.2	8.4	8.7	9.1	8.6	8.7

Çalışma süresince ölçülen Na değerlerinin zamana göre değişimleri (Şekil 4.13) gösterildi.



**Şekil 4. 13.** Na değerlerinin zamana göre değişimi.

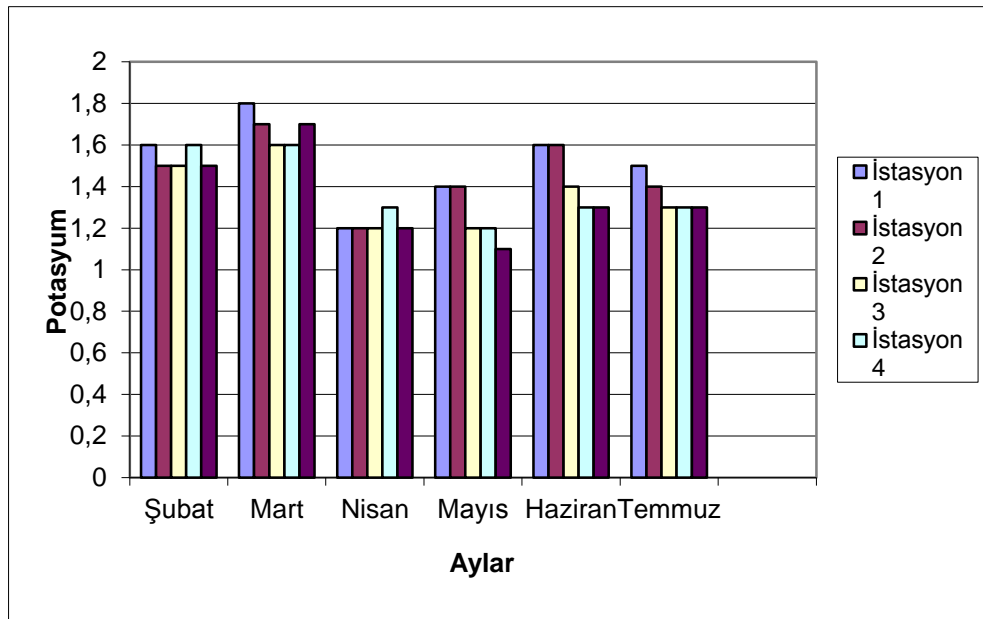
#### 4.13. Potasyum (K) Değerleri

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait K değeri (Tablo 4.13) en yüksek Mart 2013 tarihinde birinci istasyonundan alınan numunede 1.8 mg/L olarak ölçüldü. En düşük K değeri ise Mayıs 2013 tarihinde beşinci istasyonundan alınan numunede 1.1 mg/L olarak ölçüldü.

**Tablo 4. 13.** Su numunelerine ait Potasyum (K) değerleri (mg/L)

İstasyon adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	1.6	1.8	1.2	1.4	1.6	1.5	1.5
İstasyon 2	1.5	1.7	1.2	1.4	1.6	1.4	1.4
İstasyon 3	1.5	1.6	1.2	1.2	1.4	1.3	1.3
İstasyon 4	1.6	1.6	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3
İstasyon 5	1.5	1.7	1.2	1.1	1.3	1.3	1.3

Çalışma süresince ölçülen K değerlerine ait özet veriler verilmiştir ve zamana göre değişimleri (Şekil 4.14) gösterildi.



**Şekil 4. 14.** K değerlerinin zamana göre değişimi

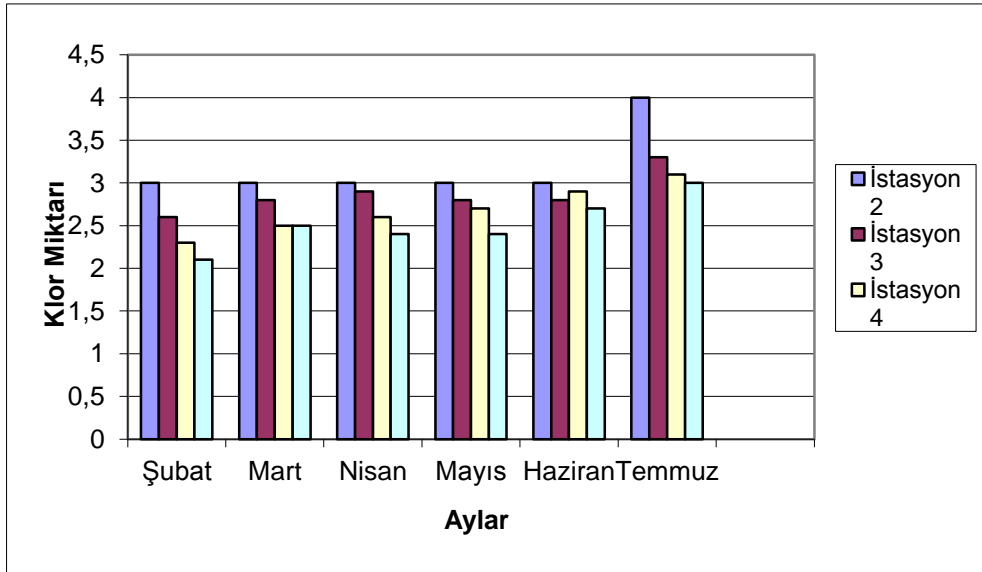
#### 4.14. Suda Klor (Cl) Miktarı

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait Klor miktarı (Tablo 4.14) en yüksek Temmuz 2013 tarihinde ikinci istasyonundan alınan numunede 4 mg/L olarak ölçüldü. En düşük Klor miktarı ise Temmuz 2013 tarihinde beşinci istasyonundan alınan numunede 0.7 mg/L olarak ölçüldü.

**Tablo 4. 14.** Su Numunelerine ait Klor (Cl) değerleri (mg/L)

İstasyon adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	0	0	0	0	0	0	0
İstasyon 2	3	3	3	3	3	4	3.1
İstasyon 3	2.6	2.8	2.9	2.8	2.8	3.3	2.8
İstasyon 4	2.3	2.5	2.6	2.7	2.9	3.1	2.6
İstasyon 5	1.5	2.5	2.4	2.4	0.9	0.7	1.7

Çalışma süresince ölçülen sudaki Klor miktarının değerlerinin zamana göre değişimleri (Şekil 4.15) gösterildi.



**Şekil 4. 15.** Cl değerlerinin zamana göre değişimi

#### 4.15. Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayımı

Kaynak suda (birinci istasyon ) belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait toplam mezofil aerob bakteri sayımı en yüksek Şubat 2013 tarihinde birinci istasyon da  $162.10^3$  olarak ölçüldü, en düşük deger ise Temmuz 2013 yine birinci istasyon da  $9,8 .10^3$  olarak ölçüldü.

Klor içeren suda ise belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek toplam mezofil aerob bakteri sayımı Temmuz 2013 tarihinde beşinci istasyonundan alınan numunede 90 olarak ölçüldü. Çalışma süresince toplam mezofil aerob bakteri değerlerine ait özet veriler (Tablo 4.15) verildi.

**Tablo 4. 15.** Toplam mezofil aerob bakteri değerleri (Hücre/mL)

İstasyon adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	$162.10^3$	$98.10^3$	$56,6.10^3$	$40.10^3$	$21,2 .10^3$	$9,8 .10^3$	$64,6 . 10^3$
İstasyon 2	0	0	0	0	0	0	0
İstasyon 3	5	0	4	0	0	0	1,5
İstasyon 4	3	12	0	0	0	0	2,5
İstasyon 5	22	3	0	5	42	90	27

#### 4.16. Koliform Bakteri Değerleri

Kaynak suda (birinci istasyon) belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait toplam koliform bakteri sayımı (Tablo 4.16) en yüksek Şubat 2013 tarihinde birinci istasyon da  $40.10^2$  olarak ölçüldü, en düşük deger ise Temmuz 2013 yine birinci istasyon da  $12.10^2$  olarak ölçüldü.

Klor içeren suda ise belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek toplam koliform bakteri sayımı Temmuz 2013 tarihinde beşinci istasyondan alınan numunede 4 olarak ölçüldü.



**Tablo 4. 16.** Toplam koliform bakteri değerleri (Hücre/100mL)

İstasyon adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	40.10 <sup>2</sup>	28.10 <sup>2</sup>	20.10 <sup>2</sup>	21.10 <sup>2</sup>	16,8.10 <sup>2</sup>	12.10 <sup>2</sup>	22,9 . 10 <sup>2</sup>
İstasyon 2	0	0	0	0	0	0	0
İstasyon 3	0	0	0	0	0	0	0
İstasyon 4	0	0	0	0	0	0	0
İstasyon 5	0	0	0	0	2	4	1

#### 4.17. Fekal Koliform Değerleri

Kaynak suda (birinci istasyon) belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait fekal koliform bakteri sayımı (Tablo 4.17) en yüksek Şubat 2013 tarihinde birinci istasyonda 35.10<sup>2</sup> olarak ölçüldü, en düşük değer ise Temmuz 2013 yine birinci istasyon da 10.10<sup>2</sup> olarak ölçüldü.

Klor içeren suda ise belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait fekal koliform bakteri sayımı en yüksek Temmuz 2013 tarihinde beşinci istasyondan alınan numunede 2 olarak ölçüldü.

**Tablo 4. 17.** Fekal koliform bakteri değerleri (Hücre/100mL)

İstasyon adı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
İstasyon 1	35.10 <sup>2</sup>	20.10 <sup>2</sup>	17.10 <sup>2</sup>	16.10 <sup>2</sup>	12,2 .10 <sup>2</sup>	10.10 <sup>2</sup>	18,3. 10 <sup>2</sup>
İstasyon 2	0	0	0	0	0	0	0
İstasyon 3	0	0	0	0	0	0	0
İstasyon 4	0	0	0	0	0	0	0
İstasyon 5	0	0	0	0	0	2	0.3

## BÖLÜM 5

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma da Kerkük ili kaynak suyu ve şebeke sistemine dahil kapalı meskenler arasından belirlenen 14 istasyondan su alındı. Çalışmada Şubat-Temmuz 2013 tarihleri arasında her ay düzenli olarak su numuneleri toplandı ve 6 ay boyunca suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan kirlilik durumu incelendi. Alınan numunelerin tümünde kaynak suda ve içme suyunda meydana gelen değişiklikler fiziksel açıdan sıcaklık, pH, bulanıklık ve elektriksel iletkenlik analizleri yapıldı. Kimyasal olarak alkaliklik, sertlik, kalsiyum, magnezyum, klorid, sülfat, sodyum ve potasyum değerleri ölçüldü. Biyolojik olarak toplam mezofil aerob bakteri sayımı, koliform bakteri, fekal koliform ve klor miktarı analizleri yapıldı. Bu bakteriler içme suyunun doğal üyeleri olmadıklarından, ortamda canlı kalmalarında çeşitli faktörlerin etkisi vardır. Ekolojik faktörlerin etkisi olacağından, mümkün olduğu kadar günün aynı saatlerinde ve kaynak suda aynı derinlikten örnek alınmasına dikkat edildi. Kerkük şehrindeki içme suyu kalitesini belirlemek üzere, içme suyunda kirlilik indikatörü bakterilerinin araştırılmasının yanı sıra onların içme suyuna adaptasyonlarını etkileyen fiziksel ve kimyasal faktörler de araştırıldı. Ayrıca bu faktörlerin mikroorganizma yoğunluğu arasında bir ilişki olup olmadığı tespit edilmeye çalışıldı.

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait hava sıcaklık değeri (Tablo 4.1) en yüksek Temmuz 2013 tarihinde dördüncü istasyondan alınan numunede 42.5 °C olarak ölçüldü. En düşük sıcaklık değeri ise Şubat 2013 tarihinde birinci istasyondan alınan numunede 8.5 °C olarak ölçüldü. Su sıcaklık değeri (Tablo 4.2) ise en yüksek Temmuz 2013 tarihinde dördüncü istasyondan alınan numunede 31.8 °C olarak ölçüldü. En düşük sıcaklık değeri ise Şubat 2013 tarihinde ikinci istasyondan alınan numunede 6.9 °C olarak ölçüldü. Sonuç olarak aylar itibari ile su sıcaklığı hava sıcaklığına paralel olarak arttığı gözlemlendi.

Ölçülen pH değeri (Tablo 4.3) en yüksek birinci istasyonda Haziran 2013 tarihinde alınan numunede 8.7 °C olarak kayıt edildi, en düşük pH derğeri ise ikinci istasyon da Şubat 2013 tarihinde 7.1 olarak tespit edildi. Bu değerler neticesinde içme suyu arıtma tesisinden sonra Kerkük ili içme suyu pH değerinin düştüğü neticesine varıldı. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Irak standartları açısından Kerkük ili içme suyunda pH bakımından anormal bir değışiklik tespit edilmedi.

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait elektriksel iletkenlik değeri (Tablo 4.4) en yüksek Haziran 2013 tarihinde birinci istasyonundan alınan numunede 490 µs/cm olarak ölçüldü. En düşük elektriksel iletkenlik değeri ise Şubat 2013 tarihinde ikinci istasyonundan alınan numunede 350 µs/cm olarak ölçüldü. Sonuç olarak, Kerkük ili içme suyunun içme suyu arıtma tesisinden sonra iletkenlik değerlerinde düşüş olduğı sonucuna varıldı. Irak standartlarına göre iletkenlik açısından uygun olduğı sonucuna varıldı.

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait bulanıklık değeri (Tablo 4.5) en yüksek Şubat 2013 tarihinde birinci istasyonda 48 NTU olarak ölçüldü. En düşük bulanıklık değeri ise Şubat 2013 tarihinde beşinci istasyonda 0.45 NTU olarak ölçüldü. Sonuç olarak Kerkük İli içme suyunun, içme suyu arıtma tesisinden sonra bulanıklık değerlerinde düşüş olduğı tespit edildi. Dönem dönem A.B.D tarafından belirtilen 1 NTU sınır değerinin üzerinde bulanıklık değeri görülsede zamanla bu değerlerin düştüğü gözlenmiştir. Alınan tüm numuneler Irak, Türkiye ve WHO standartlarına göre değlendirildiğinde bulanıklık değerlerinin uygun olduğı görüldü.

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait alkalilik değeri (Tablo 4.6) en yüksek Mayıs 2013 tarihinde birinci istasyondan alınan numunede 150 mg/L olarak ölçüldü. En düşük alkalilik değeri ise Nisan 2013 tarihinde ikinci istasyondan alınan numunede 130 mg/L olarak ölçüldü. Irak standart değerlerine göre değlendirildiğinde alkalilik değerlerinin uygun olduğı görüldü.

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait suların sertlik yönününden (Tablo 4.7) en yüksek değeri Mayıs ve Temmuz 2013 tarihinde birinci istasyonundan alınan numunede 190 mg/L olarak ölçüldü. En düşük sertlik değeri ise Nisan 2013 tarihinde birinci istasyondan alınan numunede 170 mg/L olarak ölçüldü. TS266 ve Irak

standartları açısından Kerkük ili içme suyunda sertlik bakımından anormal bir değişiklik tespit edilemedi.

Belirlenen istasyonlarda Ca değeri (Tablo 4.8) en yüksek Mart 2013 tarihinde birinci istasyondan alınan numunede 46 mg/L olarak ölçüldü. En düşük Ca değeri ise Nisan 2013 tarihinde birinci istasyondan alınan numunede 39 mg/L olarak ölçüldü. Elde edilen su numunelerinin Mg değeri (Tablo 4.9) en yüksek Mayıs 2013 tarihinde birinci istasyonundan alınan numunede 21.9 mg/L olarak ölçüldü. En düşük değeri ise Mart 2013 tarihinde birinci istasyondan alınan numunede 16.5 mg/L olarak ölçüldü. Ca ve Mg değerlerinin WHO ve Irak standartlarına göre uygun olduğu belirlendi.

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait Klorid değeri (Tablo 4.10) en yüksek Mart 2013 tarihinde birinci istasyondan alınan numunede 20 mg/L olarak ölçüldü. En düşük Klorid değeri ise Nisan 2013 tarihinde ikinci istasyondan alınan numunede 13 mg/L olarak ölçüldü.

Tüm istasyonlarda Sülfat değeri (Tablo 4.11) en yüksek Mart, Haziran ve Temmuz 2013 tarihinde birinci ve ikinci istasyondan alınan numunede 45 mg/L olarak ölçüldü. En düşük Sülfat değeri ise Şubat 2013 tarihinde dördüncü ve beşinci istasyondan alınan numunede 37 mg/L olarak ölçüldü. Sülfat konsantrasyonu WHO standartlarında göre 250 mg/L ve Irak Standartlarına göre 400 mg/L olarak belirtilmektedir. Alınan numunelerin tümünde ölçülen değerler belirtilen sınır değerinin çok altında fakat bu sınır değerleri aşmadığından dolayı standartlara uygun olduğu tespit edildi.

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait Na değeri (Tablo 4.12) en yüksek Mart ve Haziran 2013 tarihinde birinci istasyondan alınan numunede 10 mg/L olarak ölçüldü. En düşük Na değeri ise Nisan ve Temmuz 2013 tarihinde ikinci istasyondan alınan numunede 8 mg/L olarak ölçüldü. K değeri (Tablo 4.13) en yüksek Mart 2013 tarihinde birinci istasyondan alınan numunede 1.8 mg/L olarak ölçüldü. En düşük K değeri ise Mayıs 2013 tarihinde beşinci istasyondan alınan numunede 1.1 mg/L olarak ölçüldü. Böylece Na ve K konsantrasyonlarında anormal bir değişiklik tespit edilemedi.

Tüm istasyonlardan alınan numunelere ait Cl miktar değeri (Tablo 4.14) en yüksek Temmuz 2013 tarihinde ikinci istasyondan alınan numunede 4 mg/L olarak ölçüldü. En düşük Cl değeri ise Şubat 2013 tarihinde beşinci istasyonundan alınan numunede 2.1 mg/L olarak ölçüldü. Irak'da yaşanan savaşların sonucu olarak su kirliliğinin neden olduğu salgın hastalıkların önlenmesi amacıyla devlet tarafından suya verilen Cl dozu artmıştır. Bu nedenden dolayı ölçülen Cl değerlerinin dünya standartlarının çok üzerinde olduğu tespit edildi.

Kaynak suda (birinci istasyon) belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek toplam mezofil aerob bakteri sayımı (Tablo 4.15) Şubat 2013 tarihinde birinci istasyon da  $162.10^3$  olarak ölçülürken, en düşük değer ise Temmuz 2013 birinci istasyon da  $9,8.10^3$  olarak ölçüldü.

Klor içeren suda ise belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek toplam mezofil aerob bakteri sayımı (Tablo 4.15) Temmuz 2013 tarihinde beşinci istasyondan alınan numunede 90 hücre/mL olarak ölçüldü. Sonuç olarak WHO ve Irak'ın standartlarına göre uygun olduğu belirlendi.

Kaynak suda (birinci istasyon) belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek toplam koliform bakteri sayımı (Tablo 4.16) Şubat 2013 tarihinde birinci istasyon da  $40.10^2$  olarak ölçülürken en düşük deger ise Temmuz 2013 yine birinci istasyon da  $12.10^2$  olarak ölçüldü.

Klor içeren suda ise belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek Toplam Koliform Bakteri Sayımı (Tablo 4.16) Temmuz 2013 tarihinde beşinci istasyondan alınan numunede 4 olarak ölçüldü. Sonuç olarak WHO ve Irak'ın standartlarına göre uygun olmadığı tespit edildi.

Kaynak suda (birinci istasyon) belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek fekal koliform bakteri sayımı (Tablo 4.17) Şubat 2013 tarihinde birinci istasyon da  $35.10^2$  olarak ölçülürken en düşük deger ise Temmuz 2013 yine birinci istasyon da  $10.10^2$  olarak ölçüldü.

Klor içeren suda ise belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek fekal koliform bakteri sayımı (Tablo 4.17) Temmuz 2013 tarihinde beşinci istasyondan

alınan numunede 2 olarak ölçüldü. Böylece WHO ve Irak standartlarına göre uygun olmadığı tespit edildi.

Bu tez çalışmasında, kaynak suda (birinci istasyon) toplam mezofil aerob bakteri sayımının (Tablo 4.15) toplam koliform bakteri sayımına (Tablo 4.16) göre daha yüksek olduğu tespit edildi. Ayrıca toplam koliform bakteri sayımında fekal koliform bakteri sayımına (Tablo 4.17) göre daha yüksek olduğu tespit edildi. Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler AL-Shwanny (2009)'ın yapmış olduğu çalışma ile paralellik göstermektedir.

Klor içeren suda ise tüm belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait toplam mezofil aerob bakteri sayımı (Tablo 4.15) WHO ve Irak standartlarına göre anormal bir değişikliğe rastlanmadı. Toplam koliform bakteri sayımı (Tablo 4.16) WHO ve Irak standartlarına göre 0/100 mL olması gerekirken elde edilen bulgularda beşinci istasyonda Haziran ayında 2. ve 5. istasyonlarda Temmuz ayında 4 olarak belirlendi. Sonuç olarak bu verilerin standartlara uygun olmadığı görüldü. Fekal koliform bakteri sayımı (Tablo 4.17) beşinci istasyonda Temmuz ayında 2 olarak tespit edildi bu veri doğrultusunda içmek için uygun olmadığı belirlendi.

Sonuç olarak, Kerkük ili içme suyu arıtma tesisinden sağlanan su hizmetinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan kaliteli olduğu sonucuna varıldı. Bazı bölgelerde içme suyundaki bu değişimler boru bağlantılarının doğru yapılmamış olması, bu noktalarda borulardan içeriye yabancı maddelerin sızması, kanalizasyon sularının içme suyuna karışması, şebekenin en son bölümlerinde yer alan ve suyu kapalı meskenlere veren borularda paslanmanın meydana gelmesi ve şebekenin halen bazı bölgelerde yenilenmemiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca yaz aylarında sıkça meydana gelen elektrik kesintilerinden dolayı şebekelerde su durgunluğu oluşmasına bağlı olarak düşük basınç meydana geldiği ve klor kaybına neden olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle, bu bölgelerde geniş kapsamlı alt yapı çalışmaları yapılarak Kerkük İli'nin mevcut alt yapısının gözden geçirilmesi, iyileştirilmesinin gerektiği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- AbdulAziz, Y. Sefir, R. Barwari, p. ve Nevzat, K. (2008). Dohuk Vadisinin suyunu Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri İncelemek. *Tikrit Kuramsal Bilimler Dergisi*. 21, 11-19.
- Akçelik, M., Ayhan, K., Çakir, İ. (2000). Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Ankara. 522.
- Akman, Y., Ketenoğlu, O. Evren, H. Kurt, L. Düzenli, S. (2000). Çevre Kirliliği, Çevre Biyolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara, 268.
- Al-Muhtar, A. ve Taha, K. (1989). Aşağı Diyala Nehrinin Kirliliğini İncelenmesi. *Tikrit Üniversitesi Dergisi*, 29.
- Al-Safawi, A. Barvari, S. Hıdır, N. (2008). Dohuk Vadisinin Suyunun Kimyasal, Fiziksel ve Biyolojik Yönden Araştırılması. *Tikrit Üniversitesi Dergisi*, 21: 19.
- Al-Sheikh, A. (2013). Samarra'da kanalizasyon suyunun arıtma tesisinin verimliliğini değerlendirmek. *Yüksek lisans tezi*. Tikrit Üniversitesi. Irak.
- Altınyar, G, Yıldırım, S, Ertem, B, Aydoğan, F. (1994). Marmara Gölü'nde Su ve Yabancı Otları Üzerine Çalışmalar, DSİ Genel Md. İşl. ve Bak. Daire Bşk, Ankara, 31-33.
- Alkan, U. Çalışkan, S. Mescioğlu, U. (1999). Uluabat Gölünün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi. *Eko. Çev. Kor.* 33: 3-5.
- Al-Shwanny, T. (2001). Küçük Zap Nehrinin Altunköprüden Havice İlçesine Kadar Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Yönden Nehrin Kirliliği Araştırmak. *Yüksek Lisans Tezi*. Tikrit Üniversitesi. Irak.

Al-Shwanny, T. (2009). Kerkük İlinde Bazı Sucul Ekosistemlerde Bakteriyel Kontaminasyon Kanıtı ve Bazı Biyolojik, Fiziksel ve Kimyasal Faktörlerle İlişkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Tikrit Üniversitesi. Irak.

Ang-Küçükler, M. Tümbay, E., Ang, Ö. (1997). Tıbbi Mikrobiyoloji. Nobel Tıp Kitabevleri. İstanbul. 556.

Anonymous, (2003). Water for People Water for Life, The United Nations World Water Development Report. [http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/ex\\_summary/ex\\_summary\\_en.pdf](http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/ex_summary/ex_summary_en.pdf).

APHA, (1998). Standard method for the examination of water and Wastewater , 20th ed. Washington. DC. N.Y., USA.

APHA, (2003). Standard Methods For the Examination of water and wastewater, 20th Edition. Washington. DC. N.Y., USA.

ASTM, (1989). Annual Book of ASTM standards (American Society for Testing and Materials). Philadelphia, USA, 1110.

Baltacı, F. (1997). Su Kalite standartlar, su kalite yönetimi semineri, Ankara, 19-45

Başibüyük, M. (1998). Göksu Deltası Su Kirlilik Düzeyi ve Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Adana.

Brannan, G.L., Koehler, P.E., Ware, G.O. (1999). Physicochemical and Sensory Characteristics of Defatted Roasted Peanuts During Storage. *Peanut Science*. 26, 44-53.

Çetin, E. (1996). Halil-ül Rahman Gölünün Fiziksel, Kimyasal, Biyolojik Parametreleri İle kirlilik değerlendirmesi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

Demirer, A. (1995). Su Hijyeni. Teksir, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi. Demirtürk, N., ve Demirdal, T. 2004. Antibiyotiklerde Direnç Sorunu. *Kocatepe Tıp Dergisi*,5,17–21



Demirtaş, H. (2009). Kaynaktan İçmeye, Su ve Su Analizleri. Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Eski Genel Müdürlüğü, 492-502.

Dinçer, S., Matyar, F. ve Sönmez, M.N. (2001). Seyhan Nehrinin Fekal Kirlilik Düzeyi ve Fekal Koliformların Antibiyotik Hassasiyetleri. 12. Biyoteknoloji Kongresi, Ayvalık, 252–255.

Dionision, L.P.C and Borrego, J.J. (1995) Evaluation of Media for the Enumeration of Faecal Streptococci from Natural Water Samples. J. Microbial., 23,183, 203.

Dutka, B.J. (1989). Methods For Microbiological and Toxicological Analysis of Water, Wastewasters and Sediments. Burlington, Canada.

Egemen, Ö. Sunlu, V. (1996). Su Kalitesi, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları. Yayın no. 14, izmir 7-12

Ercan, A. Kenan, E. Metz, J.W.(1995). Suların Sağlığa Etkileri, İstanbul Su Kongresi ve Sergisi 95, istanbul, 199-208

Erdoğan, Ö. (1998). Kahramanmaraş İli İçme Sularının Mikrobiyolojik Kalitesi ve sertliği. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 2(1):29-35.

Erkan, M.E., Vural, A. (2006). Dicle Nehrinin Hijyenik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. Dicle Tıp Dergisi. 33(4): 205–209.

Eroğlu, V. (1995). Su Tasfiyesi, İTÜ İnşaat Fakültesi Çevre Bilimleri ABD Matbaası, İstanbul, 1-22.

FAO. (2008). Irrigation in the Middle East region in figures; Aquastat Survey, FAO Water Reports 24, Roma. 199

FAO. (2009). Irrigation in the Middle East region in figures; Aquastat Survey, FAO Water Reports 25, Roma. 102

Görer, N. (2002). Yerkürenin Su Gündemi, 22 Mart Dünya Su Günü Etkinlikleri,Kamu Yönetimi Dergisi,3.11- 12

Görmez, K. (2003). Çevre Sorunları ve Türkiye. Gazi Kitabevi. Ankara, 2003.

Güler, Ç. (1997). Su Kalitesi. Çevre Sağlığı Temek Kaynak Dizini No: 43, 9-46, Ankara.

Halkman, A.K., Sağdaş Ö.E. (2011). Mikrobiyoloji El Kitabı, II. Baskı, Ankara.

Harbili, U. (2007). Organik Kirleticilerin Sudaki Adsorpsiyonunun İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği, Ankara, 101.

Kanber, P. (2007). Aydın İli Bazı Yeraltı ve Yerüstü Su Kaynaklarının Kirlilik Durumlarının Belirlenmesi. Y.Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

KSK, (2003). Kerkuk Arıtma Tesisinin Bölümleri, Kerkük Su Kurumu, 21-28.

KSK, (2003). Irak İçme Suyu Standartları, Kerkük Su Kurumu.

Kütük, H. (1989). Nitratlı Suların Elektrik Akımı İle Denitrifikasyonu. *Yüksek Lisans Tezi*, T.C. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı, Samsun, 34.

Jubouri, M. (2005). Haviya ve Tikrit bölgesinde Dicle Nehri'nin Suları ve Nehiri Etkileyen Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyel Kontaminasyon Çalışma. *Yüksek Lisans Tezi*. Tikrit Üniversitesi. Irak.

Muslu, Y. (2001). Su ve Atıksu Mühendisliği Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü. Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 23-60.

Oğur, R., Tekbaş, Ö.F., (2005). Temel Su Analiz Teknikleri, Ankara, 12-15.

Özay, A. (1996). Adana Merkez İlçe Sınırları İçindeki Seyhan Nehrinin ve İçme Sularının Çevre ve İklimsel Faktörlere Bağlı Olarak Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyi, *Yüksek Lisans Tezi*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 17-24.

Özkoç, H.B., Anman, S.Bakan, G. (1998). Sediman Kalite İzleme ve Belirleme Çalışmalarında Uygulanan Metotlar., V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi., s 126.

Mitscherlich, G. (1995). Die Welt in der wir leben. Entstehung – Entwicklung, heutige Stand. Rombach Ökologie, Rombach Verlag, Freiburg.

Muhammed, P., (2010). Kerkük Şehrinin Bazı Su kaynaklarının Kalite ve Bakteriyolojik Yönünden Değerlendirme. *Yüksek Lisans Tezi*. Salahaddin Üniversitesi. Erbil. Irak.

Sabırlar, D., (2005). Ankara ASKİ İçme Suyu Kaynaklarının Özellikleri ve Kirlilik Yönünden Değerlendirilmesi. Y.Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Tate, C.H., Arnold, K.F., (1990). Health and Aesthetic Aspects of Water Quality, Mc, Graw Hill Inc, USD, 28-56.

Tekinşen, O.C. (1975). Suyun Bakteriyolojik İncelenmesi. A. Ü. Veteriner Fakültesi, Hayvan Yetiştirme ve Sağlık Bilimleri Yüksek Okulu, Ankara.

Temiz, A. (1996). Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri. 2. Baskı, Hatiboğlu Yayınevi, Ankara. 274.

Toroğlu, E., Toroğlu, S. (2009). Microbial Pollution of Water in Golbasi Lake in Adiyaman, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 30, 33-38.

Toroğlu, S. (2003). Aksu (Kahramanmaraş) Nehrinin Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi ve Enterobacteriaceae Üyelerinde Antibiyotik ve Ağır Metal Dirençliliği. Doktora Tezi, Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim dalı, Adana, 171.

TSE. Türk Standartları Enstitüsü (2014). Türkiye İçme Suyu Standartları. <https://www.tse.org.tr/ana-sayfa>, 04.09.2013.

Uslu, G. (1993). Elazığ Kenti Evsel Atık Sularında Bulunan Azot Bileşiklerinin Mevsimsel Değişiminin Araştırılması. F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Yıldız, N. (1996) Şanlıurfa İçme Suyu Sisteminin Kalite Kontrol Parametreleri Açısından İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Harran Üniversitesi Fen Bilimler Entitüsü, Şanlıurfa, 27-37.

Westwood, D. (1994). The Microbiology of Water Methods For The Examination and Associated Materials. Reporton Public Health and Medical Subjects No. 71, HMSO, London.

WHO (WorldHealthOrganization), (1996).Guide line for drinking water quality. Health crimteria and other supporting information. Geneva. 2 (2).

WHO. Dünya Sağlık Örgütü. (2014). İçme Suyu Standartları. Intl.: <http://www.aquasu.com/sustandartlari.htm>,19.09.2013.

Zeynel, A. (2011). Su Kaynakları ve İshal Vakaları Arasında Mikrobiyolojik İlişki. *Yüksek Lisans Tezi*. Tikrit Üniversitesi. Irak.

## **EKLER**

## EK 1. TS266 İçme Suyu Standartları

PARAMETRE	BİRİM	TAVSİYE EDİLEN	İZİN VERİLEN
		DEĞER	MAKS. DEĞER
ORGANOLEPTİK PARAMETRELER			
GÖRÜNÜM		BERRAK-RENKSİZ	
KOKU		KOKUSUZ	
FİZİKO-KİMYASAL PARAMETRELER			
SICAKLIK	°C	12	25
pH		6,5	6,5
RENK	Pt-Co	1	20
BULANIKLIK	NTU	5	25
İLETKENLİK	µs/cm	400	2000
KLORÜR	mg/l	25	600
SERBEST KLOR	mg/l	0,1	0,5
SÜLFAT	mg/l	25	250
KALSİYUM	mg/l	100	200
MAGNEZYUM	mg/l	30	50
SERTLİK	mg/l		50
SODYUM	mg/l	20	175
POTASYUM	mg/l	10	12
ALÜMİNYUM	mg/l	0,05	0,2
TOPLAM ÇÖZÜNMÜŞ MADDE (TDS)	mg/l		1500
NİTRAT	mg/l	25	50
NİTRİT	mg/l		0,1
AMONYUM	mg/l	0,05	0,5
KJELDAHL AZOTU	mg/l		1
BOR	µg/l	1000	2000

DEMİR	µg/l	50	200
MANGAN	µg/l	20	50
BAKIR	µg/l	100	3000
ÇİNKO	µg/l	100	5000
FOSFOR	µg/l	400	5000
FLORÜR	µg/l		1500
BARYUM	µg/l	100	300
GÜMÜŞ	µg/l		10
TOKSİK MADDELER			
ARSENİK	µg/l		50
KADMIYUM	µg/l		5
SİYANÜR	µg/l		50
KROM	µg/l		50
CİVA	µg/l		1
NİKEL	µg/l		50
KURŞUN	µg/l		50
ANTİMON	µg/l		10
SELENYUM	µg/l		10
MİKROBİYOLOJİK PARAMETRELER			
TOPLAM KOLİFORM	ad/100 ml		0
TOPLAM BAKTERİ	ad/ml	100	500
RADYOAKTİVİTE			
ALFA AKTİVİTESİ	Bq/l	0,037	0,037
BETA AKTİVİTESİ	Bq/l	0,37	0,37

**EK 2. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), A.B.D. ve Hollanda İçme Suyu Standartları**

Dünya Sağlık Teşkilatı(WHO), A.B.D. ve Hollanda İçme Suyu Standartları.									
Toksik Maddeler		WHO			A.B.D.			Hollanda	
		Beynelmilel		Avrupa	USPHS		SDWA	DWA	NWWA
Madde		Standart	Hedef	Standart	Standart	Hedef	Standart	Satndart	Hedef
Arsenik	mg/l	0,05	-	0,05	0,05	0,01	0,05	0,2	-
Baryum	mg/l	-	-	-	1,0	-	1,0	-	-
Kadmiyum	mg/l	0,01	-	0,01	0,01	-	0,01	-	-
Krom (6 değerlik)	mg/l	-	-	0,05	0,05	-	0,05	0,05	-
Siyanür	mg/l	0,05	-	0,05	0,2	-	0,2	0,01	-
Kurşun	mg/l	0,1	-	0,1	0,05	-	0,05	0,1	-
Magnezyum	mg/l								
- Sulfat > 250 mg/l		150	30	30	-	-	-	-	-
- Sulfat < 250 mg/l		150		125	-	-	-	-	-
Civa	mg/l	0,001	-	-	-	-	0,002	-	-
Nitrat	mg/l	45	-	100	-	45	45	100	-
Nitrit	mg/l	-	-	-	-	-	-	0,1	-
Polisilik Aromatik	mg/l								
Hidrokarbonlar	mg/l	-	0,0002	0,0002	-	-	-	-	-
Selenyum	mg/l	0,01	-	0,01	0,01	-	0,01	0,05	-
Gümüş	mg/l	-	-	-	0,05	-	0,05	-	-
Radyo aktivite- alfa	pC/l	3	-	3	-	-	15	-	-
Radyo aktivite- beta	pC/l	30	-	30	1000	-	50	-	-
Radyum 226/228	pC/l	-	-	-	3	-	5	-	-
Stronsiyum 90	pC/l	-	-	-	10	-	8	-	-
Tritiyum	pC/l	-	-	-	-	-	20000	-	-
Endrin	mg/l	-	-	-	-	-	0,0002	-	-
Lindan	mg/l	-	-	-	-	-	0,004	-	-
Metoksiklor	mg/l	-	-	-	-	-	0,1	-	-
Toksafen	mg/l	-	-	-	-	-	0,005	-	-
Klorofoksi	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Florür (Maksimum günlük sıcaklıklardaki ortalama)									
10 - 12 °C	mg/l	-	1,7	1,7	-	1,7	2,4	-	-



12 - 15,5 °C	mg/l	-	1,5	1,5	-	1,5	2,2	-	-
14,5 - 17 °C	mg/l	-	1,3	1,3	-	1,3	2,0	-	-
17 - 21,5 °C	mg/l	-	1,2	1,2	-	1,2	1,8	-	-
21,5 - 26 °C	mg/l	-	1,0	1,0	-	1,0	1,6	-	-
26 - 32,5 °C	mg/l	-	0,8	-	-	0,8	1,4	-	-
Fiziksel ve Kimyasal Parametreler		WHO			A.B.D.			Hollanda	
		Beynelmilel		Avrupa	USPHS		SDWA	DWA	NWWA
Madde		Standart	Hedef	Standart	Standart	Hedef	Standart	Satndart	Hedef
Bulanıklık	FTU	25	5	-	-	5	1	-	0,05
Renk		50	5	-	-	15	-	-	10
Koku ve Tat		**		-	-	3	-	-	2
Hidrojen sülfür	mg/l	-	-	0,05	-	-	-	-	-
Çinko	mg/l	15	5	5	-	5	-	-	-
Bakır	mg/l	1,5	0,05	0,05	-	1	-	-	-
Demir	mg/l	1,0	0,1	0,1	-	0,3	-	-	0,05
Mangan	mg/l	0,5	0,05	0,05	-	0,05	-	-	0,01
Amonyum	mg/l	-	-	0,05	-	-	-	-	0,05
Oksijen	mg/l	-	-	>5	-	-	-	-	>6
Klorür	mg/l	600	200	600	-	250	-	-	100
Toplam çözünmüş katı	mg/l	1500	500	-	-	500	-	-	-
Sertlik	mnol/l	5	1	5	-	-	-	-	2,5
Kalsiyum	mg/l	200	75	-	-	-	-	-	-
Sülfat	mg/l	400	200	250	-	250	-	-	-
Anyonik deterjan	mg/l	1	0,2	0,2	-	0,5	-	-	-
Mineral yağ	mg/l	0,3	0,01	-	-	-	-	-	-
Fenol bileşikleri	mg/l	0,002	0,001	0,001	-	0,001	-	-	-
Permanganat sarfiyatı	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	10
pH	-	6,5 - 9,2	7 - 8,5	-	-	-	-	-	-

\*\*Hissedilmeyecek

### Ek 3. Irak İçme Suyu Standartları

Parametre	Parametrik değer
PH	6.5-8.5
Elektriksel iletkenlik ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	1500
Bulanıklık (NTU)	5
Alkalik ( $\text{CaCO}_3$ )	125-200
Sertlik ( $\text{CaCO}_3$ )	500
Kalsiyum (Ca)	150
Magnezyum (Mg)	100
Klorid (Cl)	350
Sülfat ( $\text{SO}_4$ )	400
Sodyum (Na)	200
Potasyum (K)	250
Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayımı	100
Toplam Koliform Bakteri	0
Fekal Koliform	0