

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

**SAKARYA İLİ İÇME SUYU ŞEBEKESİNİN
SU KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Eda Nihan TANAS

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Nurtaç ÖZ

Haziran 2016

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAKARYA İLİ İÇME SUYU ŞEBEKESİNİN SU KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Eda Nihan TANAS

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 30 / 06/ 2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği /oyçokluğu ile kabul edilmiştir.



Doç. Dr.
Nurtaç ÖZ
Jüri Başkanı



Yrd. Doç. Dr.
Sezen SİVRİKAYA
Üye



Yrd. Doç. Dr.
Gülgün DEDE
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversite herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Eda Nihan TANAS

30.06.2016

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen ve değerli bilgilerini benimle paylaşan danışman hocam Doç. Dr. Nurtaç ÖZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar olanaklarında yardımlarını esirgemeyen ve deneyimlerinden faydalandığım Sakarya İl Halk Sağlığı Laboratuvarı Uzman Biyologu İsa ŞEN'e teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışmanın maddi açıdan desteklenmesine olanak sağlayan Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyon Başkanlığına (Proje No: 2014-50-01-032) teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca yanımda olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Eda Nihan TANAS

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ VE AMAÇ	1
1.1. Giriş	1
1.2. Amaç.....	2
BÖLÜM 2.	
SULARIN SINIFLANDIRILMASI	3
2.1. Analizi Yapılan Parametreler	4
2.1.1. Klorür	4
2.1.2. Serbest klor	5
2.1.3. Toplam klor	5
2.1.4. pH	6
2.1.5. Mikrobiyolojik parametreler	6
2.1.5.1. Koliform bakteri.....	6
2.1.5.2. E. coli	7
BÖLÜM 3.	
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	8

BÖLÜM 4.

MATERYAL ve YÖNTEM.....	13
4.1. Materyal.....	13
4.2. Çalışma Alanının Tanıtılması.....	13
4.2.1. Coğrafya	13
4.2.2. İklim	15
4.2.3. Nüfus	15
4.2.4. Su kaynakları	16
4.2.4.1. Sapanca Gölü	16
4.2.4.2. Yeraltı su kaynakları	17
4.2.4.3. İçme-kullanma suyu ve kanalizasyon	17
4.2.5. Sakarya ili içme suyu arıtma tesisleri	17
4.2.5.1. Hızırilyas içme suyu arıtma tesisleri	17
4.2.5.2. İlçeler içme suyu arıtma tesisleri	18
4.3. Yöntem	19
4.3.1. Numunelerin toplanması	19
4.3.2. Kullanılan besiyerleri	19
4.3.3. Analizler	20
4.3.3.1. pH analizi	20
4.3.3.2. Serbest klor analizi.....	20
4.3.3.3. Toplam klor analizi	20
4.3.3.4. Klorür analizi	20
4.3.3.5. Membran filtrasyon yöntemi.....	21

BÖLÜM 5.

BULGULAR ve TARTIŞMA.....	22
5.1. Kasım ayı analiz bulguları	22
5.2. Aralık ayı analiz bulguları	27
5.3. Ocak ayı analiz bulguları	32
5.4. Şubat ayı analiz bulguları	37
5.5. Mart ayı analiz bulguları.....	42

5.6. Nisan ayı analiz bulguları	47
BÖLÜM 6.	
SONUÇ	53
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	58



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
CO ₂	: Karbondioksit gazı
CTP	:Cam elyaf takviyeli polyester
DSİ	:Devlet Su İşleri
EPA	:Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)
H ₂	:Hidrojen gazı
km ²	:Kilometre kare
KOB/100 ml	:Koloni oluşturan birim/100 mililitre
m ³	:Metre küp
mg/L	:Miligram/Litre
mL	:MiliLitre
mm	:Milimetre
nm	:Nanometre
pH	:Asitlik – bazlık derecesi
ppm	:Parts per million (milyonda bir birim)
THM	:Trihalometan
UV	:Ultraviyole

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1. Sakarya ili numune alma istasyonları	14
Şekil 5.1. Kasım ayı pH değerlerinin noktalara göre dağılımı.....	23
Şekil 5.2. Kasım ayı serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı	23
Şekil 5.3. Kasım ayı klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı.....	24
Şekil 5.4. Kasım ayı toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı	25
Şekil 5.5. Kasım ayında tespit edilen koliform ve E. coli miktarları	26
Şekil 5.6. Aralık ayı pH değerlerinin noktalara göre dağılımı	28
Şekil 5.7. Aralık ayı serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı	29
Şekil 5.8. Aralık ayı klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı	30
Şekil 5.9. Aralık ayı toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı	31
Şekil 5.10. Aralık ayında tespit edilen koliform ve E. coli miktarları	32
Şekil 5.11. Ocak ayı pH değerlerinin noktalara göre dağılımı.....	33
Şekil 5.12. Ocak ayı serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı	34
Şekil 5.13. Ocak ayı klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı.....	35
Şekil 5.14. Ocak ayı toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı	35
Şekil 5.15. Ocak ayında tespit edilen koliform ve E. coli miktarları	37
Şekil 5.16. Şubat ayı pH değerlerinin noktalara göre dağılımı	38
Şekil 5.17. Şubat ayı serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı	39
Şekil 5.18. Şubat ayı klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı	39
Şekil 5.19. Şubat ayı toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı	40
Şekil 5.20. Şubat ayında tespit edilen koliform ve E. coli miktarları	41
Şekil 5.21. Mart ayı pH değerlerinin noktalara göre dağılımı	43
Şekil 5.22. Mart ayı serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı.....	43
Şekil 5.23. Mart ayı klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı	44
Şekil 5.24. Mart ayı toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı.....	45
Şekil 5.25. Mart ayında tespit edilen koliform ve E. coli miktarları.....	46

Şekil 5.26. Nisan ayı pH değerlerinin noktalara göre dağılımı.....	48
Şekil 5.27. Nisan ayı serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı	48
Şekil 5.28. Nisan ayı klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı	49
Şekil 5.29. Nisan ayı toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı	50
Şekil 5.30. Nisan ayında tespit edilen koliform ve E. coli miktarları	51



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. İçme ve kullanma suyu parametre standartları	4
Tablo 4.1. Sapanca gölünü besleyen derelerin uzunlukları.....	16
Tablo 4.2. Arıtma tesislerinin kapasiteleri ve beslediği bölgeler.....	19
Tablo 5.1. Kasım ayı analiz bulguları	22
Tablo 5.2. Kasım ayı mikrobiyolojik analiz sonuçları	26
Tablo 5.3. Aralık ayı analiz bulguları	28
Tablo 5.4. Aralık ayı mikrobiyolojik analiz sonuçları	31
Tablo 5.5. Ocak ayı analiz bulguları	33
Tablo 5.6. Ocak ayı mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	36
Tablo 5.7. Şubat ayı analiz bulguları	38
Tablo 5.8. Şubat ayı mikrobiyolojik analiz sonuçları	41
Tablo 5.9. Mart ayı analiz bulguları.....	42
Tablo 5.10. Mart ayı mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	46
Tablo 5.11. Nisan ayı analiz bulguları	47
Tablo 5.12. Nisan ayı mikrobiyolojik analiz sonuçları	51

ÖZET

Anahtar Kelimeler: İçme suyu, E. coli, dezenfeksiyon, su kalitesi

Bu çalışmada; Sakarya İli, içme ve kullanma sularında şu anda kullanılan mevcut dezenfeksiyon yönteminin etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Sakarya İli merkezinden ve ilçelerinden seçilen 17 örnekleme noktadan 102 adet su numunesi alınmıştır. Her örnekleme noktasında sudaki serbest klor miktarı ölçülmüş ve laboratuarda E. coli miktarları tespit edilmiştir. Analizlerde membran filtrasyon tekniği kullanılmıştır.

Bu sonuçlara göre, Sakarya İli içme ve kullanma sularının kuzey kesimdeki yerleşim yerleri dışında bakteriyolojik olarak ülkemiz içme ve kullanma suyu standartlarına (TS EN ISO 9308-1- Su kalitesi – Escherichia coli ve koliform bakterilerin tespiti ve sayımı – Bölüm 1: Membranla süzme yöntemi) uygun olduğu belirlenmiştir. Kullanılan dezenfeksiyon yönteminin ise, yeterli olduğu tespit edilmiştir.

Bazı dönemlerde, sistemdeki bakiye klor düzeyinin istenilen seviyede olmasına karşın koliform bakteriye rastlanmış olması, şebeke sularının dağıtım sırasında kontamine olabilme ihtimalini güçlendirmiştir. Bu nedenle borular sağlam olmalı ve bakımları yapılmalıdır. Yeterli denetimler yapıldığı müddetçe ileride halk sağlığı açısından ciddi problemler oluşturabileceği düşünülmemektedir.

INVESTIGATION OF WATER QUALITY OF SAKARYA CITY DRINKING WATER NETWORK

SUMMARY

Keywords: Drinking water, E. coli, disinfection, water quality

In this study; objective is to investigate the effectiveness of the existing disinfection method of Sakarya City drinking and domestic water. 102 water specimens were obtained from 17 sampling spots including Sakarya City center and selected districts. Free Chlorine amount in the water at each sampling spot has been measured and coliform bacteria and Escherichia coli (E. coli) amounts were detected in the laboratory. Membrane filtration technique was used in the analyses.

According to these results, it has been determined that Sakarya City drinking and domestic water are in accordance with our country's drinking and domestic water standards bacteriologically except in the residential areas of the city's northern parts. It was also detected that the used disinfection method is sufficient.

Encountering coliform bacteria during some periods although the balance chlorine level in the system is at sufficient level strengthened the possibility of contamination during distribution of the running water. Therefore, pipes must be sturdy and their maintenance must be kept up. If sufficient inspections are done, it is believed that this may not cause serious problems in respect to public health in the future.

BÖLÜM 1. GİRİŞ VE AMAÇ

1.1. Giriş

Tarihin her döneminde insanların yaşam alanları ve geçim yöntemleri sulak alanların etrafında yoğunlaşırken, vücudumuzun da büyük bir kısmını oluşturan su, canlı yaşamı için en önemli yaşam kaynağı olmuştur. Dünyamızın 3/4'ü su ile kaplıyken, insan vücudu yaklaşık olarak %60 kadar su içermektedir.

Dünya nüfusundaki artışa paralel olarak artan kentleşme ve sanayileşmedeki gelişmeler sonucunda su ihtiyacı giderek artmakta ve günümüzde dünya genelinde sorun haline gelmektedir. Su kıtlığı dünya genelinde problem haline dönüşürken, bu durumu engellemeye yönelik yapılan çalışmalarda su kalitesinin görmezden gelindiği, sadece su miktarını arttırmaya yönelik çalışmaların yapıldığı gözlemlenmiştir (Liu, 2015).

Gelişmekte olan ülkelerde insanların büyük bir kısmı güvenilir içme suyuna ulaşamazken toplum sağlığı için sağlıklı ve güvenilir içme suyu temininin önemi artmaktadır. Gelecekte artış gösterecek olan su talebine karşın, var olan su kaynakları zaman içinde kirlenirken, uygun kalitede su kaynaklarının tespit edilmesi de giderek zorlaşmaktadır. Bununla birlikte tespit edilen su kaynaklarından su temini sırasında meydana gelen arıtım, dağıtım ve kaynakların yeterince korunamaması gibi nedenlerle kaliteli içme suyu temininde sıkıntı yaşanmaktadır.

Dünyadaki bulaşıcı hastalıkların %80'i su kaynaklıdır (Nemade, 2009). Hijyenik kalitesi düşük sular nedeniyle dünyada, başlıca bulaşıcı diyareden dolayı meydana gelen yılda 1,7 milyon ölüm vakasının %90'ı çocuklarda ve hemen hemen hepsi gelişmekte olan ülkelere aittir (Ashbolt, 2004).

Su kirliliğine neden olan etmenlerin kaynakları, etkileri ve kimyasal yapıları çok değişkendir. Genelde su kirliliği kentsel atıklardan, sanayiden, tarımsal faaliyetlerden, taşımacılık ve nükleer santrallerden kaynaklanmaktadır. Başlıca kirleticiler organik ve anorganik maddeler, tuzlar, mikroorganizmalar, deterjanlar, pestisitler, ağır metaller, askıda katı maddeler, radyoaktivite, yağlar, petrol ürünleri ve atık ısı, vb.'dir (Çoban, 2006a).

Mikrobiyal patojenlerin varlıklarının tespiti su kaynaklı hastalıklar ve ölümlerin azaltılması bakımından önemlidir. İçme sularının değerlendirilmesinde en değerli yöntem patojen mikroorganizmaların bizzat suda bulunmadığının gösterilmesidir.

Koliform bakteriler suyun kalitesinin belirlenmesinde mikrobiyal indikatör olarak kabul edilmiş, koliform bakteriler arasında E. coli bakteri ise fekal kontaminasyonun göstergesi olarak kabul edilmiştir. Koliform organizmaların indikatör seçilmesinin en önemli sebebi teşhis ve tayinlerin standart hale getirilmiş olmasıdır (Acehan, 2007).

Sakarya İli Adapazarı Merkez İlçe, Serdivan, Söğütlü, Ferizli ve Kaynarca İlçelerinde içme ve kullanma suyu Sapanca Gölü'nden temin edilmekte, arıtma ve dezenfeksiyon işleminden sonra şebekeye verilmektedir. Karasu İlçesinde ise içme ve kullanma suyu olarak var olan kaynaklar ve ihtiyaca göre derin kuyulardan (sondaj) temin edilen sular kullanılmaktadır.

1.2. Amaç

Bu çalışmada; Sakarya İli, içme ve kullanma sularında şu anda kullanılan mevcut dezenfeksiyon yönteminin etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Sakarya İli Merkez İlçe, Serdivan, Söğütlü, Ferizli, Kaynarca ve Karasu İlçelerinde seçilen 17 örnekleme noktadan 102 adet su numunesi alınmıştır.

Her örnekleme noktasında numune alım anında tayinleri yapılmak üzere sudaki serbest klor, toplam klor, klorür ve pH değerleri ölçülmüş ve laboratuvarında E. coli miktarları tespit edilmiştir. Analizlerde membran filtrasyon yöntemi kullanılmıştır.

BÖLÜM 2. SULARIN SINIFLANDIRILMASI

Kaliteli içme suyu temiz, renksiz, kokusuz ve zararlı maddelerden uzak olmalıdır. Su kalitesinde belirleyici olan diğer bileşenler: bakteriler, nitrojen bileşikleri, sertlik, asidite ve doğal kimyasallardır.

Su kalitesiyle ilgili ölçütlerin temel amacı suyun halk sağlığını tehlikeye düşürebilecek bazı olumsuzluklardan arındırılmasıdır. İlk olarak suyun kirlenmekten korunması amaçlanır. Kirlilik oluşması söz konusu ise bu kirliliğin erken belirlenmesini sağlayacak izleme ve değerlendirme çalışmaları yapılmalıdır. Sudaki kimyasalların sağlığı tehlikeye düşürebilecek boyuta ulaşmaları sebebiyle suda renk, koku ve tat olarak bozulmalara neden olması söz konusu olmaktadır.

Sular kullanım amaçlarına ve kriterlerine göre sınıflandırılabilir. Doğada sular yüzeysel, yer altı ve meteor suları olarak sınıflandırılabilir. Yağmur ve kar şeklinde bulunan meteor suları en temiz doğal sular olarak bilinir. Fakat yeterli miktarda bulmak zor olduğundan içme ve kullanma suyu olarak çok fazla kullanılamamaktadır.

Yer altı suları, yüzeysel suların ve yağmurların topraktan sızması ile yeraltındaki boşluklarda ve gözeneklerde toplanması ile oluşmaktadır. Kuyu ve kaynak sularının oluşumu sırasında, suların geçtiği kum tabakasına bağlı olarak filtre edilen sular genelde bakteriyolojik olarak temiz bulunmaktadır.

Yüzey suları, deniz, göl, akarsu ve nehir suları gibi su yataklarında akan ya da durağan halde bulunan su kütleleridir. Kar erimeleri, yağışlar ya da kirlilik içeren suların deşarjı nedeniyle fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik olarak kirlenme potansiyeli yüksek olan sulardır.

Kullanıma sunulan suların, sağlıklı ve güvenilir bir şekilde arıtımının ve dağıtımının yapılması, insan sağlığı için oldukça önemlidir. Bu nedenle ülkemizde, dünya standartlarıyla paralellik gösteren içme ve kullanma suyu standartları, TS 266'da belirtilen değerlerde tutulmaktadır. Analizi yapılan kimyasal ve mikrobiyolojik kalite standartları karşılaştırmalı olarak Tablo 2.1.'de gösterilmiştir (Anonim, 2015).

Tablo 2.1. İçme ve kullanma suyu parametre standartları

	WHO Dünya Sağlık Örgütü	EPA Çevre Koruma Ajansı	TSE 266 Türk Standartları Enstitüsü
E. coli (KOB/100 mL)	0	0	0
Koliform Bakteri (KOB/100 mL)	0	<1	<1
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-9,2
Klorür (mg/L)	250	250	600
Serbest Klor (mg/L)	5	--	0,1-0,5

2.1. Analizi Yapılan Parametreler

Numunelerin alım noktalarında klorür, toplam klor, serbest klor ve pH ölçümleri yapılmış olup, sonrasında laboratuvarında koliform ve E. coli bakterileri varlığı açısından incelenmiştir.

2.1.1. Klorür

Klorür, nötr haldeki klor atomunun, bir elektron alarak iyon (anyon) haline geçtiği durumdur ve Cl^- olarak gösterilir. Tek başına doğada bulunmaz, ancak bir çözeltilde karşı iyonu ile yer alabilir.

Klorürün suda iyonlaşması dikkate alındığında, klorür iyonlarının oluşumu şu şekildedir. $NaCl (katı) \rightarrow Na^+(suda) + Cl^-(suda)$

Klorür, suda tat ve aşındırma problemi yaratırken, fazlası tuzluluk hissi verir. Sürekli içimi halinde böbrek problemleri ortaya çıkarken, şebeke sistemini olumsuz yönde etkiler. Deniz katkısı ya da endüstriyel bir kirlenmeyle sistemdeki oranı artabilir. Tuz ($NaCl$) dışkı ve idrar vasıtasıyla atıldığı için, kullanılmış sulardaki klorür içeriği, içme sularına göre çok daha fazladır. Kişi başına günde 6 g kadar klorür idrar ve

dışkı yoluyla atılmaktadır. Yüksek derece klorür içeren sular metalik borulara ve yapılara zarar vermektedir.

2.1.2. Serbest klor

Doğal şartlarda suda bulunmayan, insanın suya eklediği “ClO⁻” iyonunun ölçülmesi ile elde edilen değere serbest klor miktarı denir. Su dağıtım şebekelerine ulaşmış olan mikroorganizmaların dezenfekte ve inaktif olması için, şebekede belirli bir miktar serbest bakiye klor olması gerekmektedir. Kolay uygulanabilir olması, etkili olması ve ucuza bulunabilir olması sebepleri ile klor içme sularında en çok kullanılan dezenfektan çeşididir.

Su dağıtım şebekelerinde serbest bakiye klor bulunmadığı durumlarda su tüketimine bağlı olarak ishal, kolera vb. hastalıkların gelişmesi riski artar (Karadirek, 2014).

Şebekedeki klor miktarı, sudaki organik ve inorganik maddelerle etkileşim halinde azalır. Bu sebeple klor tüketim hızı içme suyunun kalitesi ile bağlantılıdır.

Klor tüketiminin hızı; suyun şebeke içerisinde kalma süresi, su hızı, boru uzunluğu, boru malzemesi, boru yaşı ve çapına bağlı olarak da değişir.

2.1.3. Toplam klor

Serbest klorun sudaki amonyak ile reaksiyonu sonucu meydana gelen ve dezenfektan etkisi olmayan kloraminlere bağlı klor denir ve sudaki miktarı ölçülebilir. Bağlı klor suda istenmeyen bir klor kokusu oluşturur, gözü ve cildi rahatsız eder. Şebeke sistemi içinde suda bulunan serbest ve bağlı haldeki klorların toplamına ise toplam klor denir.

2.1.4. pH

pH suyun asitlik veya bazlık durumunu gösteren logaritmik bir ölçüdür. Çözeltide bulunan H^+ iyonu konsantrasyonunu ifade eder. Saf su asit, baz dengesindedir ve pH değeri 7'dir.

$pH < 7$ ise ortam asidiktir. $pH > 7$ ise ortam baziktir.

pH değeri, su temininde, kimyasal koagülasyon, dezenfeksiyon, sertlik giderme ve korozyon kontrolü gibi işlemlerde önemlidir. TS 266'ya göre, içme sularında pH 6,5-9,2 aralığı tavsiye edilen değerdir. Düşük pH'lı sular, borulardaki birtakım zehirli metalleri çözebilirler. pH'ı yüksek olan sularda ise pH'ı yükselten kimyasallar belirlenmeli ve zararlı olup olmadıkları kontrol edilmelidir.

2.1.5. Mikrobiyolojik parametreler

Su kirliliğine neden olan etkenler arasında bazı patojen bakteriler ve virüsler, ağır metaller, deterjanlar gibi maddeler bulunmaktadır. İçme-kullanma sularının hijyenik açıdan güvenilir olması için, fekal kirlilik oluşturan bakterilerin sularda bulunmaması istenir. Mikrobiyal patojenlerin varlıklarının tespiti su kaynaklı hastalıklar ve ölümlerin azaltılması bakımından önemlidir.

2.1.5.1. Koliform bakteri

Safra asitlerinin varlığında üreme yeteneğine ve 35-37°C'de 24-48 saatte laktozu fermente ederek asit, gaz ve aldehit üretme yeteneğine sahip, gram-negatif, çubuk şeklindeki sporsuz bakterilere koliform bakteriler denir. Arıtılmış sularda bulunmaması gerekirken, bulunması durumunda işlemin yetersiz veya etkisiz olduğu anlaşılır. Ayrıca arıtma sonrası kontaminasyon ile de koliform bakteri bulaşmış olma ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sebeplerle koliform varlığının incelenmesi ile arıtma işleminin yeterliliği ve su dağıtım şebekesinin durumu hakkında bilgi sahibi olunmaktadır.

Koliform testi halen arıtılmış içme sularının mikrobiyolojik kalitesini ortaya koymada son derece faydalı bir yöntemdir (Soller, 2010).

2.1.5.2. E. coli

Eterobacteriaceae ailesinden olan *Escherichia coli*, uygun besiyerinde 44-45°C’de ürer, laktozu ve mannitolü fermente ederek asit ve gaz üretir ve triptofandan indol üretir. Bununla birlikte bazı suşları 37°C’de üreyebilirken 44-45°C’de üreyemezler ve gaz üretemezler. *E. coli* oksidaz üretmez ve üreyi hidrolize etmez. İnsan ve hayvan dışkısında fazla miktarda bulunmaktadır. Arıtım sonrası suda *E. coli* tespit edilirse yapılan arıtma işlemlerinin yetersiz olduğu anlaşılr.

Suda fekal koliform varlığı, suyun dışkı ile kontaminasyonunu işaret ederken, suyun başta hastalık oluşturan bakteriler olmak üzere, pek çok zararlı ve tehlikeli bakteri, virüs, protozoa gibi parazitler ile kontamine olması anlamına gelir. Bu mikroorganizmalar ile kontamine olan içme suları ishal ve mide bulantısı ile seyreden mide-bağırsak hastalıklarına sebep olabilirler. Bu etkiler çok çeşitlidir ve özellikle çocuklarda, yaşlılarda yüksek oranda hayati tehlike söz konusudur.

Türkiye’de ve dünyada su kalitesinin tespiti ve kalite standartlarının sağlanması amacıyla alınması gereken önlemler ile ilgili olarak yapılan birçok çalışma bulunmaktadır.

BÖLÜM 3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Erzurum ilinin bazı su kalite parametreleri 6 aylık bir sürede standart yöntemlerle analiz edilmiş ve içme suyu kalitesi bakımından değerlendirilmiştir. Bu çalışma Erzurum ilinin kuyu sularından elde edilen içme suyunun yerine, yapımı yeni tamamlanan ve devreye alınan içme suyu arıtma tesisinden elde edilen suyun şehre verilmeye başlandığı dönemi içermektedir. Bu geçiş döneminde içme suyunda meydana gelen değişiklikler pH, bulanıklık, iletkenlik, florür, klorür, nitrit, nitrat, sülfat, fosfat, sodyum, amonyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, arsenik, bakır, nikel, krom ve kurşun parametreleri yönünden izlenmiştir. İzleme çalışması için şehir merkezinde 11 adedi kapalı mesken ve 4 adedi de çeşme olmak üzere 15 istasyon belirlenmiştir. Belirlenen istasyonlardan aynı zamanda numuneler alınarak 2008 yılı aralık ayından 2009 yılı haziran ayına kadar analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda standartların üzerinde nitrat barındıran ve sertlik bakımından orta sertlikte olan kuyulardan elde edilen içme suyu yerine yumuşak ve nitrat değerleri standartlara uygun bir yüzeysel su ile şehrin içme suyu ihtiyacının karşılanmaya başlandığı görülmüştür. Ancak yüzeysel sudan elde edilen içme sularında zaman zaman bulanıklık değerlerinde yükseklik, bazı numunelerde de tat ve koku yönünden problem olduğu gözlenmiştir (Dombaycı, 2009).

Bitlis iline bağlı, Ahlat ilçe sınırları içerisinde bulunan Nazik Gölünden çıkan, güzergahı üzerinde evsel tarımsal ve endüstriyel kirleticileri bünyesinde toplayarak Van gölüne ulaşan Karmuç çayı üzerinde fiziksel konumları ve kirlilik baskısı oluşturan etmenlerdeki farklılıklara göre 4 farklı istasyon seçilmiştir. Van Gölü ise 5. istasyon olarak seçilmiştir. 2013 yılı buharlaşmanın en fazla olduğu haziran, temmuz, ağustos aylarında noktasal ve anlık olarak yüzey suyu örnekleri alınmıştır. Örneklerde sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen (ÇO), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), elektriksel iletkenlik (Eİ), askıda katı madde

(AKM), bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn), alüminyum (Al), kurşun (Pb), toplam kjeldahl-azotu, toplam fosfor (TP) derişimlerine bakılmış ve ulusal su kalite standartlarına göre kıyaslama yapılmıştır. İstasyonlardaki su parametrelerinin genelde yüksek kaliteli su sınıfında olduğu belirtilmiştir (Sönmez, 2015).

İzmit kenti içme suyunun fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik özellikleri; içme suyunun ülkemizdeki ve dünyadaki standartları, içme suyundaki kirleticiler ve kaynakları incelenmiştir. Bulanıklık, pH, sertlik, alüminyum, demir, mangan, serbest klor, koliform, E. coli, koloni sayımı, nitrit değerleri değerlendirilmiştir. 2004 yılı için tüm şebeke noktalarından, sadece birinde, mayıs ayı alüminyum konsantrasyonu ortalama değerinin, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte belirtilen limit değeri aştığı görülmüştür. Şebeke noktalarında 2005 yılının tüm aylarında ortalama, pH, sertlik, serbest klor, koloni sayımı ve nitrit değerlerinin, söz konusu yönetmeliklerdeki sınır değerlerini sağladığı belirtilmiştir. Şebeke noktalarının günlük koliform ve E. coli ölçüm sonuçları incelendiğinde ise, sadece bir noktada İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte belirtilen limiti aştığı görülmüştür. Diğer şebeke noktalarının farklı günlerdeki koliform ve E. coli ölçüm sonuçlarının, söz konusu yönetmelikteki sınır değerleri sağladığı belirtilmiştir (Alioğlu, 2006).

Bursa ili içme suyu şebekesinin mikrobiyal kalitesini ve *Yersinia enterocolitica* varlığını belirlemek amacıyla dağıtım sisteminin çeşitli noktalarından alınan su numuneleri incelenmiştir. Bu amaçla şebekeden 121, arıtma tesisi giriş ve çıkışından olmak üzere 2 numune alınmıştır. Su kalitesini belirlemek için heteretrofik aerobik bakteri, toplam koliform, fekal koliform sayımı ve serbest kalıntı klor tayini yapılmıştır. Bu araştırmanın sonucunda 121 örneğin 15 tanesinin (%12,4) heteretrofik aerobik bakteri sayısı bakımından, 19 tanesinin (%15,70) toplam koliform bakımından Gıda Maddeleri Tüzüğüne uygun olmadığını göstermiştir. Ayrıca bu numunelerin dışında kalan 3 numunede de (%2,47) *Yersinia enterocolitica*nın hem patojen hem de patojen olmayan strainleri saptanmıştır (Kemiksiz, 1999).

Samsun ilinde, içme ve kullanma suyunun arıtma tesisinde ve şebeke boyunca kalite değişimi incelenmiştir. Bu nedenle arıtma tesisinden ve yerleşimin yoğun olduğu merkez yerleşim bölgesinden toplam 15 örnekleme noktası seçilmiştir. Belirlenen bu noktalarda, bakır, demir, toplam fosfor, fosfat, kadmiyum, kalsiyum, kjehdahl azotu, klorür, kurşun, magnezyum, mangan, nitrat, nitrit ve pH analizlerinin yanı sıra mikrobiyolojik olarak toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokok analizleri de yapılmıştır. Elde edilen değerler ham su için Kıta İçi Su Kaynakları Kalite Parametreleri, içme ve kullanma suyu için TS 266 ile karşılaştırılmıştır. Bu tez sonucunda, arıtma tesisine giren ham suyun arıtım sürecinde kalite değişimi ve devamında şebekede kalite değişimine uğradığı gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler ışığında, demir, kjehdahl azotu, kurşun ve mangan parametreleri standartların üzerinde bulunmuştur. İçme suyundaki bu değişimin nedeni şebekenin yetersizliği ve eskimiş olması, boru bağlantılarının doğru yapılmamış olması ve bu noktalarda borulardan içeri kirleticilerin sızması olabilir. Bu nedenle daha geniş ölçekli çalışmalar başlatılmalı ve Samsun şehrinin mevcut alt yapısı gözden geçirilmelidir (Ayyıldız, 1998).

Şanlıurfa'da, ilin gelecekteki su tüketimi zamana bağlı olarak tahmin edilmiş, mevcut kaynak, depo ve şebeke sistemi değerlendirilmiş ve kaynak, depo ve şebekedeki su kalitesi deneysel olarak tespit edilerek kirlenme olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışmanın ana materyalini kaynak, depo ve şebekenin belirli noktalarından ve 1995 yılı boyunca periyodik aralıklarla alınan su numuneleri oluşturmuştur. Numunelerin kimyasal, fiziksel ve bakteriyolojik olarak analizleri yapılmıştır. Numunelerden alınan sonuçlar Avrupa Topluluğu, Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) ve TS 266 içme suyu standartları ile karşılaştırılmış. Şanlıurfa içme suyunun mevcut durumu ortaya konularak şebekenin yenileştirilmesi, su kaynaklarının yetersiz olduğu ve yeni kaynakların araştırılması gerektiği sonuçları ortaya çıkmıştır. Buna karşılık çözüm olarak kentin çok yakınına Şanlıurfa Tünelleri ile getirilmiş bulunan Atatürk Barajı göl suyunun arıtılarak içme suyu kaynağı olarak kullanılabileceği önerilmiştir (Yıldız, 1996).

Aksaray'da yapılan çalışmada, ilin en büyük akarsuyu olan Melendiz Çayı'nın Ilısu Kasabası'ndan Kızılkaya Kasabası'na (Mamasun Barajı girişi) kadar olan kesiminde doğal özelliklerinin, su kalitesinin ve çevresel etkiler sonucu su kalitesindeki değişimlerin ortaya koyulması amaçlanmıştır. Melendiz Çayı'nın su kalitesinin değerlendirilmesi için bu çalışma Haziran-Aralık 2003 tarihleri arasında yapılmıştır. Araştırma süresince Melendiz Çayı üzerinde belirlenen 8 istasyonda ve istasyondan alınan su örneklerinde arazide ve laboratuvarında olmak üzere 3 dönemde fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Ölçümler sonucunda akarsuyun birçok noktasal ve yaygın kaynak tarafından organik ve ağır metal (demir ve mangan) kirliliğine maruz bırakıldığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada son olarak, Melendiz Çayı havzasının korunması ve su kalitesinin iyileştirilmesine yönelik bir dizi öneriye yer verilmiştir (Çil, 2004).

2005 Nisan - 2006 Mart arasında bir yıl boyunca Hazar Gölü'nün 9 örnekleme noktasındaki farklı beş derinlikten aylık olarak alınan su numuneleri fiziksel, inorganik kimyasal, organik ve bakteriyolojik parametreler açısından incelenmiştir. Mevsimsel değişimler araştırılarak atık sular ve diğer kaynakların göl suyuna etkisi irdelenmiştir. Ayrıca göldeki mevcut su seviyesindeki değişimlerde yıl boyunca izlenmiştir. Sıcaklık ve çözünmüş oksijen parametrelerinde derinliğe bağlı olarak mevsimsel değişimler gözlenirken diğer parametrelerde bu değişimler gözlenmemiştir. Bazı parametrelerde bölgesel bazda farklı sonuçlar elde edilmiştir. İncelenen bütün parametreler ayrı ayrı değerlendirilerek göl suyunun kalitesi belirlenmeye çalışılmıştır. Hazar Gölü'nün, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği dikkate alındığında, fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından II.-III. Sınıf, organik parametreler açısından II. Sınıf, bakteriyolojik parametreler açısından I.-II. Sınıf su kalitesi grubuna girdiği anlaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar daha önceki yıllarda yapılmış olan çalışmalarla karşılaştırılarak Hazar Gölü'nün geleceği açısından bir takım öneriler sunulmuştur (Çoban, 2006b).

Sivas il merkezine içme suyu sağlayan 2 kaynak ve bu kaynaklardan su alan 6 mahalle çeşmesinin bakteriyolojik açıdan sağlığa uygun olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çerçevede 2 kaynak ve 6 çeşmeden 1 yıl boyunca her ay olmak üzere 96 örnek alınmıştır. Alınan örneklerin membran filtrasyon yöntemiyle koliform analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak alınan 96 örneğin 66 (%68,5)'sında koliform bakteri tespit edilmiş, 30 (%39,3)'unda koliform bakteriye rastlanmamıştır. Koliform tespit edilen örneklerin 51 (%72,3)'inde *E. coli*, 14 (%21,2)'ünde *Entrobacier*, 20 (%30,3)'sinde *Klebsiella* saptanmıştır. 51 örnekte *E. coli* bulunması suyun dışkı yoluyla kirlendiğini göstermektedir. Yağışların bol olduğu ve karların eridiği dönemlerde, örneklerde, koliform sayısında artış gözlenmiş, bu yüzden içme suyu şebekesinde yer yer korozyonlar olduğu anlaşılmıştır. Bulgulardan yola çıkılarak içme suyu şebekesinin gözden geçirilmesi suyun dezenfeksiyona tabi tutulması gerektiği sonucuna varılmıştır (Özdemir Doğan, 2003).

Yapılan bir çalışmada serbest klorun *E. coli* bakterisi üzerine etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar su şebekelerindeki serbest klorun *E. coli* bakterisini etkisiz hale getirmekte başarılı olduğunu göstermiştir (Rice ve ark., 1999).

Rusya'da içme suyu kaynaklarının mikrobiyolojik kalitesi üzerinde yapılan araştırmada, *E. coli* bakterisi fekal biyolojik indikatör olarak değerlendirilmiştir (Nedachin ve ark., 2004).

Yapılan bir çalışmada incelenen su örneklerinde toplam koliform bakteri ve *E. coli* bakterisinin belirlenmesi, membran filtrasyon sistemi kullanılarak yapılmıştır (Dunling ve ark., 2008).

BÖLÜM 4. MATERYAL ve YÖNTEM

4.1. Materyal

Sakarya İli Adapazarı Merkez İlçe, Serdivan, Söğütlü, Ferizli, Kaynarca ve Karasu ilçelerinin su dağıtım şebekesinin değişik noktalarından seçilmiş okul, halk çeşmeleri ve resmi kurumlardan oluşan 17 noktadan Kasım 2014 ve Nisan 2015 tarihleri arasında toplamda 102 su örneği toplanmıştır. Karasu ilçesinden alınan numuneler S7, S8, S9, S10, S11 ve S12 ile gösterilirken, Kaynarca ilçesinden alınan numuneler S13, S14 ve S15 ile gösterilmiştir. S1, S2 ve S3 Serdivan İlçesinden, S4, S16 ve S17 Adapazarı Merkez ilçeden, S5 numunesi Söğütlü ve S6 numunesi Ferizli ilçelerinden alınmıştır. Numune alınan noktalar Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.

4.2. Çalışma Alanının Tanıtılması

4.2.1. Coğrafya

Marmara Bölgesi'nin kuzeydoğu bölümünde yer alan Sakarya İli topraklarının iz düşüm alanı 4.838 km², gerçek alanı ise 5.015 km² alanıyla Türkiye topraklarının % 0,62'sini kaplar. İl toprakları coğrafi değerler bakımından, 29°, 57' ve 30°, 53' doğu boylamları ile 40°, 17' ve 41°, 13' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. İl merkezi olan Adapazarı, İstanbul'a göre 1 derece, 25 dakika doğudadır. İl topraklarının şekli, güneyden kuzeye doğru bir dikdörtgene benzemektedir. Sakarya İli, doğudan Düzce İli, güneydoğudan Bolu İli, güneyden Bilecik İli, batıdan Kocaeli İli ve kuzeyden ise Karadeniz ile çevrilidir.



Şekil 4.1. Sakarya ili numune alma istasyonları

4.2.2. İklim

Bölge, Aşağı Sakarya Havzasında, Marmara'nın doğusunda yer almakta olup, iklim hem Karadeniz hem de Marmara bölgesinin özelliklerini yansıtmaktadır. İlin güneyindeki dağlık kütleler bilhassa kuzeyden gelen hava kütlelerinin hareketini yavaşlatan, yön veren etken olarak sahanın daha fazla yağış almasına sebep olmaktadır. Çevredeki denizler, göller ve ovadaki bataklıklar sebebiyle nemli bir havaya sahiptir. Bölgede yağışlı gün sayısı ve miktarı, Marmara bölgesine nazaran daha fazladır. Ancak yağış miktarı Karadeniz'den iç kesimlere doğru azalır. Karasu'da 1000 mm olan yıllık toplam yağış miktarı, Sakarya'da 840 mm, Geyve'de 600 mm'ye kadar düşer. Bölgenin hakim rüzgar yönü kuzeybatıdır. Nispi nem ortalaması %72'dir. İklim genel olarak kışlar bol yağışlı ve az soğuk, yazlar ise nemli ve sıcak olur. Uzun yıllar ortalamasına göre yağışın mevsimlere dağılışı; ilkbahar aylarında 179,2 mm, yaz aylarında 148,4 mm, sonbahar aylarında 279,1 mm, kış aylarında ise 233,8 mm'dir.

4.2.3. Nüfus

Sakarya'nın nüfusu 2015 yılı sonu itibarı ile 953.181'dir. İl nüfusunun yaklaşık yarısı erkek, yarısı da kadın nüfustan oluşmaktadır. Yıllık nüfus artış hızı binde 21,7, ilin yüz ölçümü 4.817 km² olup, km²'ye il genelinde 197 kişi düşmektedir. İlimiz nüfus olarak iller arasında 21., yüzölçümü olarak 66. sıradadır. 1954 yılına kadar Kocaeli'ye bağlı bir ilçe durumunda olan Adapazarı, 22 Haziran 1954 tarihinde İl olarak Sakarya adını almıştır. 06.03.2000 tarihinde de Büyükşehir Belediyesi statüsüne kavuşturulmuştur. Sakarya'da 16 ilçe mevcuttur. 22 Mart 2008 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan 5747 Sayılı Kanunla; Adapazarı, Erenler, Serdivan ve Arifiye adında 4 yeni ilçe kurulmuştur (Anonim, 2016).

4.2.4. Su kaynakları

4.2.4.1. Sapanca Gölü

Marmara Bölgesinin doğu kesiminde, Adapazarı Ovasını İzmit Körfezi oluğuna birleştiren uzun bir çukurun doğu yarısında yer alan tatlı su gölüdür.

Sapanca Gölü'nün kıyıları, doğuda Sakarya İli, batı ucunda Kocaeli İlinde kalır. Havzası 252 km²'dir. Yüzölçümü 47 km²'dir. Doğu-batı uzunluğu 17 km'dir. Kuzey-güney genişliği 5 km olup yüzeyin denizden yüksekliği 31 m'dir. En derin yeri 61 m'dir.

DSİ tarafından yapılan incelemelerde 69 milyon m³'lük göl aktif hacminin, yıllık olarak minimum 120 milyon m³ su üretebileceği belirtilmektedir.

Sapanca Gölü kuzey ve güneyindeki dağlardan inen küçük derecikler ve göl dibindeki kaynaklardan beslenmektedir. Göle gelen derelerin debileri çok düşük olup, bir kısmı yaz aylarında kurumaktadır. Göl daha ziyade tabandan beslenmektedir. Bu derelerin uzunlukları Tablo 4.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Sapanca gölünü besleyen derelerin uzunlukları

Keçi Deresi	4,3 km
İstanbul Deresi	12,8 km
Mahmudiye Deresi	12,4 km
Kuruçay Deresi	11,8 km
Karaçay Deresi	14 km
Balıkthane Deresi	8,8 km
Maden Deresi	5,2 km
Arifiye Deresi	5 km

Bölgenin en önemli su kaynağı olan Sapanca Gölü'nde DSİ tarafından yapılan ölçümlerde, maksimum verim 136 milyon m³/yıl, minimum (emniyetli) verim ise 128 milyon m³/yıl olarak ölçülmüştür.

Gölün tabii akış ayağı olan Çark Deresi'nin ekolojik dengesi için 10 milyon m³/yıl su bırakılması gerekmektedir. Bu durumda, içme suyu ihtiyacı ile Çark Deresi'ne bırakılan toplam su miktarı; $Q_{\text{toplam}}=116+10=126$ milyon m³/yıl yapmaktadır. Bu değer, DSİ tarafından ölçülen maksimum değere çok yakındır. Nüfusun 1.500.000 kişi olması durumunda, gölün tamamı alınsa dahi alternatif su kaynaklarına ihtiyaç bulunmaktadır.

4.2.4.2. Yeraltı su kaynakları

Sakarya şehri kaynak ve maden suları açısından oldukça zengin bir yapıya sahiptir. Bunların en önemlileri Akyazı, Sapanca ve Geyve ilçelerinde bulunmaktadır. Kuzuluk, Şerefiye, Kristal, Kardelen, Reşadiye, Mahmudiye, Memnuniye ve Çamdağı kaynak suları bunların başlıcalarıdır.

4.2.4.3. İçme-kullanma suyu ve kanalizasyon

Sakarya'da 360.622 hanenin tamamında (410.303 abone) sağlıklı içme suyu bulunmaktadır. Yeterli atık sistemine ulaşamayan hane sayısı oranı %25 olup, şehirdeki hanelerin %75'i fenni kanalizasyon sistemine bağlıdır. Şehrin büyük bir kısmının içme suyu Sapanca Gölü'nden karşılanmaktadır. İlin su potansiyeli yer üstü 1,71 milyar m³/yıl, yer altı 0,25 milyar m³/yıl olmak üzere toplam 1,96 milyar m³/yıl'dır.

4.2.5. Sakarya ili içme suyu arıtma tesisleri

4.2.5.1. Hızırilyas içme suyu arıtma tesisleri

Sapanca gölünden 1800 lük CTP isale hattı ile beslenen Hızırilyas İçme Suyu Arıtma Tesisinin 277000 m³/gün'dür. Hızırilyas arıtma tesisi, Merkez, Erenler, Serdivan, Söğütlü, Ferizli, Kaynarca, Arifiye İlçelerimizin içme suyu ihtiyacını karşılamaktadır.

Arıtma tesisi diğer geleneksel içme suyu arıtma tesislerinden farklı bir teknoloji ile dizayn edilmiş ve ekonomik açıdan birçok avantajları da beraberinde getirmiştir. Teknolojinin getirdiği verimlilik sebebiyle, özellikle enerji ve kimyasal giderlerinde ciddi derecede tasarruf sağlanmaktadır.

İçme suyu arıtma tesisi geleneksel arıtma tesislerinden farklı olarak 350 m³/saat kapasiteli 33 adet modüler tanktan oluşmaktadır. Adsorbsiyon ve filtrasyon bölümlerinden oluşan arıtma tankları otomasyon sistemi ile kontrol edilmektedir. Tesiste yumaklaştırıcı olarak Al₂(SO₄)₃ (Alüminyum sülfat) ve polimer kullanılmaktadır. Arıtma tesisini oluşturan tüm tankların arıtma verimleri tek tek anlık olarak izlenmekte çıkış suyu kalitesinin stabil kalması sağlanmaktadır.

Filtre malzemeleri seçilirken, su içerisinde 10-20 mikron partikül boyutuna kadar maddelerin tutulması düşünülmüş ve kimyasal açıdan stabil malzemeler tercih edilmiştir.

Tesisi besleyen suyun dezenfeksiyonu için Sağlık Bakanlığının direktifleri çerçevesinde gaz klor (Cl₂) kullanılmaktadır. Tesisin verimli çalışması dolayısı ile dezenfeksiyon yan ürünleri yok denecek kadar az meydana gelmektedir. Gaz klor dozajlanması sonucu oluşan dezenfeksiyon yan ürünleri (THM) ile birlikte ağır metaller ve diğer su kalite parametreleri laboratuvarlarda günlük olarak izlenmektedir. Bahar aylarında Sapanca gölünde meydana gelen alg patlamaları dolayısı ile bozulan su kalitesinin iyileştirilmesi için aktif karbon dozaj sistemleri kurulmuştur. Aktif karbon koku ve tat problemlerini oluşturan kimyasalları bünyesine hapsedmektedir. Aktif karbon, arıtma tesisinde filtrelerde tutularak sudan uzaklaştırılmakta ve su kalitesinin yükselmesi sağlanmaktadır.

4.2.5.2. İlçeler içme suyu arıtma tesisleri

Sapanca Gölü'nden beslenmeyen ilçelerin su kaynaklarında, bahar ve kış aylarında meydana gelen yağışlar dolayısı ile su kalitesinde bozulmalar meydana gelmektedir.

Halka içilebilir su sağlayabilmek adına Sapanca Kurtköy, Sapanca Muradiye, Karapürçek, Yeşilyurt ve Hacımercan arıtma tesisleri kurularak devreye alınmıştır. Tesisler diğer geleneksel arıtma sistemlerinden farklı bir teknoloji ile dizayn edilmiş olup, yüksek bulanıklık değerlerinde dahi su kalitesinden taviz vermemektedirler. Arıtma tesislerinin kapasiteleri ve beslediği bölgeler Tablo 4.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Arıtma tesislerinin kapasiteleri ve beslediği bölgeler

Tesis Adı	Tesis Debisi	Beslediği Yerleşimler
Hacımercan	640 m ³ /saat	Çaybaşı, Kemaliye, Akçay, Karaçam
Sapanca Muradiye	640 m ³ /saat	Sapanca Merkez
Sapanca Kurtköy	320 m ³ /saat	Kurtköy, Kırkpınar ve Mahmudiye
Karapürçek	320 m ³ /saat	Karapürçek (Merkez)
Yeşilyurt	320 m ³ /saat	Yeşilyurt, Tuzak, Yağbasan, Sofular,
Akarca, Paşaköy, Karatoprak, Sukenarı, Aşağıçalıca, Yukarıçalıca, Sivritepe ve Hallaç		

4.3. Yöntem

4.3.1. Numunelerin toplanması

Numuneler, su içerisinde bulunan klorun etkisini gidermesi için içerisinde %20'lik Na₂S₂O₃ (sodyum tiyosülfat) bulunan steril, 500 mL'lik kahverengi şişelere alınmıştır. Örneklerin toplanmasında "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği" esas alınmıştır (Anonim, 1991).

4.3.2. Kullanılan besiyerleri

Besiyerleri: Lactose TTC Agar with Tergitol 7 kullanıldı. İçerik olarak TS EN ISO 9308-1- Su kalitesi – Escherichia coli ve koliform bakterilerin tespiti ve sayımı – Bölüm 1: Membranla süzme yöntemi standardına uygundur.

Doğrulama Besiyerleri ve Reaktifleri : Selektif olmayan agar [Tryptic Soy Agar; TSA], Triptofan buyyonu besiyeri + Lauryl Sulfate Broth Fluorocult, Oksidaz indol reaktifi, Kovaks reaktifi.

4.3.3. Analizler

Serbest klor, toplam klor, pH ve klorür parametreleri numune alınan noktalarda analiz edilmiştir. Toplam klor, pH ve klorür parametrelerinin belirlenmesinde Norateks marka hazır test kitleri ve önerdikleri örnek hazırlama yöntemleri kullanılmıştır. Serbest klor tayini için Chembio marka hazır test kiti, DPD metod (N, N- dietil- P- phenylenediamine fenilendiamin) uygulanarak kullanılmıştır.

4.3.3.1. pH analizi

pH tayini: Deney kabına 10 mL numune doldurup, üzerine 3 damla Fenol kırmızısı (pH indikatörü) damlatarak çalkalandı. Oluşan renk, skala ile karşılaştırarak pH değerleri belirlendi.

4.3.3.2. Serbest klor analizi

Deney tüpüne 10 mL örnek alarak, 3 damla serbest klor-A reaktifi eklenip çalkalandı. 5 dakika beklendikten sonra oluşan renk, renk skalası ile karşılaştırılıp mg/L olarak tespit edildi.

4.3.3.3. Toplam klor analizi

Toplam klor tayini: Deney kabına 5 mL numune doldurarak, üzerine 6 damla DPD-1 damlatıldı. Daha sonra ½ mikro kaşık DPD-2 damlatılarak çalkalandı. Üzerine 3 damla DPD-3 damlatıldı. 1 dakika sonra oluşan renk, skala ile karşılaştırılarak toplam klor değeri mg/L olarak tayin edildi.

4.3.3.4. Klorür analizi

Klorür tayini: Deney kabı analizi yapılacak su ile çalkalanarak, 5 mL numune ile dolduruldu. Üzerine 3 damla indikatör solüsyonu damlatılıp, çalkalandı. Daha sonra renk tuğla kırmızısına dönünceye kadar titrasyon solüsyonu damlatıldı.

4.3.3.5. Membran filtrasyon yöntemi

Mikrobiyolojik parametreler (koliform bakteri ve *E. coli*) ise iki saatlik süre içerisinde Sakarya İl Halk Sağlığı Laboratuvarında standart metotlar (TS EN ISO 9308-1) kullanılarak analiz edilmiştir (Anonim, 2005).

Analiz öncesinde numune çalkalanıp homojenleştirilerek 100 mL'si membran filtreden geçirildi ve membran filtre Lactose TTC Agar with Tergitol 7 besiyeri üzerine yerleştirildi. İşlem, kirli sularda istenmeyen üremenin engellenmesi amacıyla $44,5\pm0,2^{\circ}\text{C}$ 'de inkübe edilecek diğer petri kutusu için tekrarlandı.

Hazırlanmış petri kutularından biri $36\pm2^{\circ}\text{C}$ 'de 21 ± 3 saat inkübe edildi. Diğer Petri kutusu $44,5\pm0,2^{\circ}\text{C}$ 'de 21 ± 3 saat inkübe edildi. İnkübasyon işleminden sonra sarı hale oluşumu gözlenen petri kutuları şüpheli koloniler olarak belirlendi ve doğrulama işlemi için TSA üzerine ekildi ve $36\pm2^{\circ}\text{C}$ 'de 21 ± 3 saat inkübe edildi. TSA'da oluşan koloninin bir kısmı oksidaz şeridi üzerine sürüldü. 20-60 sn içerisinde şerit üzerinde renklenme oluşturmayan koloniler, koliform bakteri olarak belirlendi ve değerleri KOB/100 mL olarak tayin edildi.

Lauryl Sulfate Broth Fluorocult gibi MUG ve triptofan içeren besiyerine, TSA üzerine ekim yapılan aynı koloniler kullanılarak ekim yapıldı ve $36\pm2^{\circ}\text{C}$ 'de 21 ± 3 saat inkübe edildi. Yaklaşık 366 nm dalga boylu UV lamba altında floresan ışıma veren tüpler belirlendi. Bu tüplere 0,2-0,3 mL kovaks reaktifi damlatılarak indol oluşumu kontrol edildi. Pozitif sonuç veren *E. coli* bakterilerinin değerleri KOB/100 mL olarak tayin edildi. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve WHO verilerine göre içme ve kullanma sularının 100 mL'sinde koliform bakteri bulunmamalıdır (Anonim, 1997 ve WHO, 2011).

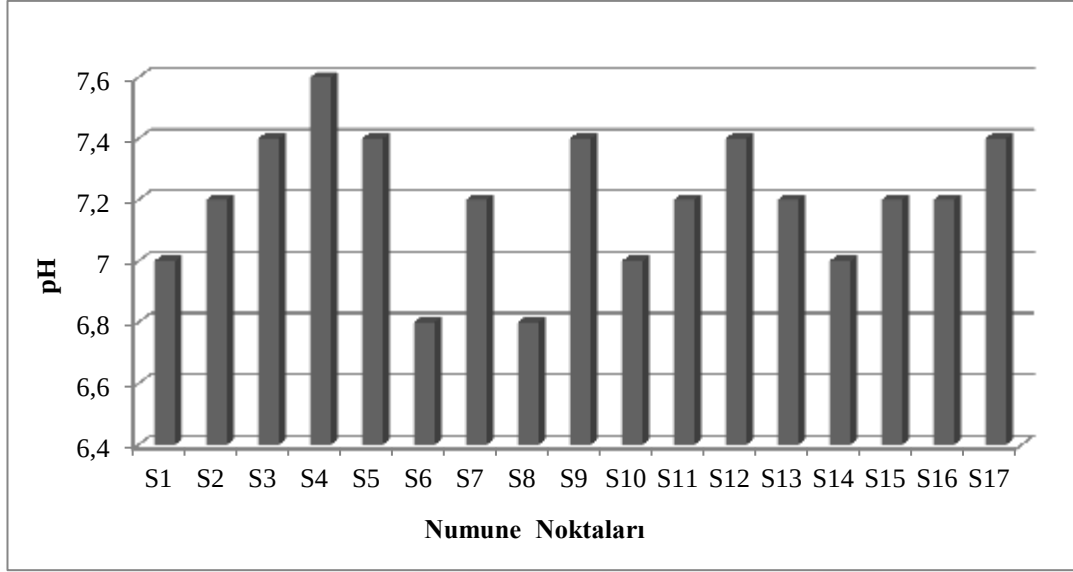
BÖLÜM 5. BULGULAR ve TARTIŞMA

5.1. Kasım ayı analiz bulguları

Kasım ayı pH, serbest klor, klorür ve toplam klor analiz sonuçları Tablo 5.1.'de belirtilmiştir. pH değerlerinin noktalara göre dağılımları Şekil 5.1.'de, serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.2.'de, klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.3.'de ve toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.4.'de gösterilmiştir.

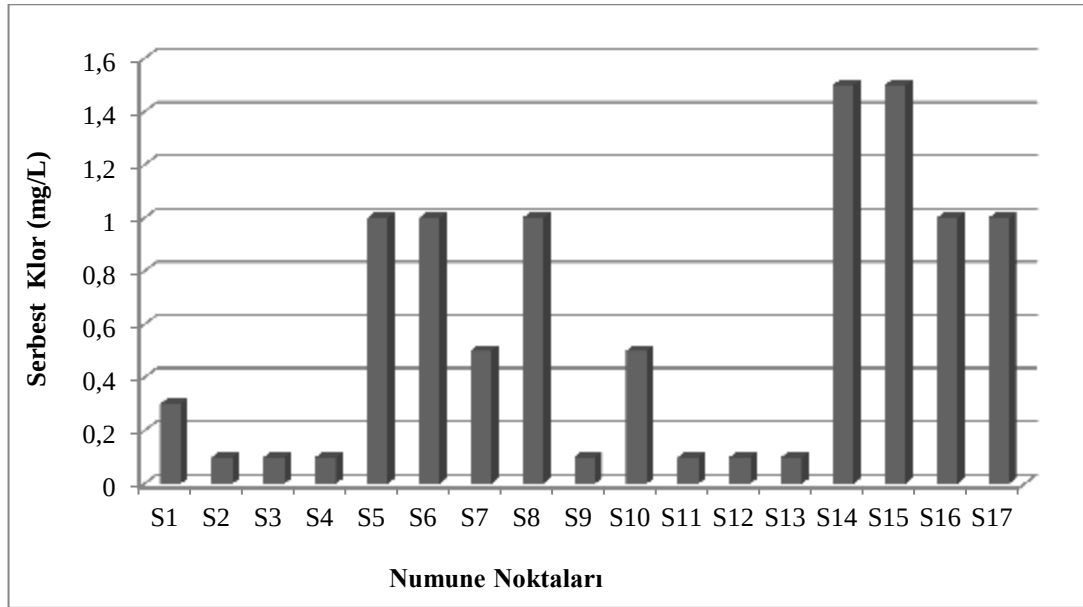
Tablo 5.1. Kasım ayı analiz bulguları

Noktalar	pH	Serbest klor (mg/L)	Klorür (mg/L)	Toplam klor (mg/L)
S1	7,0	0,3	60	0,6
S2	7,2	0,1	60	0,3
S3	7,4	0,1	60	0,3
S4	7,6	0,1	60	0,3
S5	7,4	1,0	60	3,0
S6	6,8	1,0	30	1,5
S7	7,2	0,5	30	0,6
S8	6,8	1,0	30	1,5
S9	7,4	0,1	30	0,3
S10	7,0	0,5	60	1,0
S11	7,2	0,1	30	0,3
S12	7,4	0,1	30	0,6
S13	7,2	0,1	30	0,3
S14	7,0	1,5	30	3,0
S15	7,2	1,5	60	3,0
S16	7,2	1,0	30	1,5
S17	7,4	1,0	30	1,5



Şekil 5.1. Kasım ayı pH değerlerinin noktalara göre dağılımı

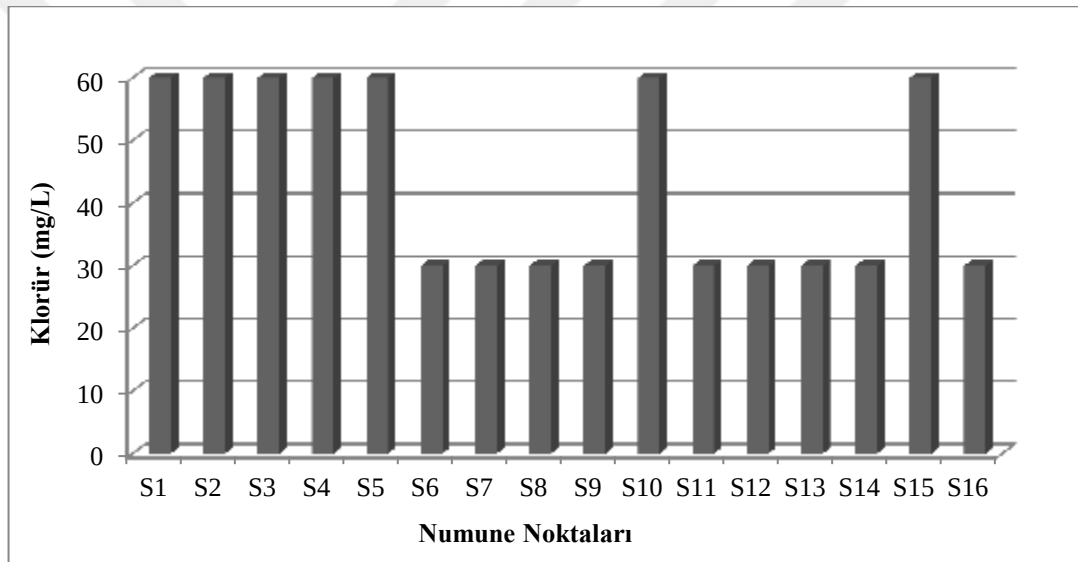
Kasım ayında pH değerlerinin noktalara göre değişimi Şekil 5.1.'de gösterilmiştir. En düşük değerlere S6 ve S8 noktalarında, en yüksek değere S4 noktasında rastlanmıştır. pH değerleri 6,8-7,6 arasında farklılık gösterirken, değerlerin TS 266 standartlarına (6,5-9,2) uygun olduğu görülmüştür.



Şekil 5.2. Kasım ayı serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı

Serbest klor miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.2.'de gösterilmiştir. En yüksek değerlere S14 ve S15 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda bakiye klor miktarlarının TS 266 sınır değerlerinin üstünde olduğu görülmüştür. Bu durumun şebeke standartlarının sağlanması nedeniyle kullanılan yüksek klor miktarları nedeniyle oluştuğu düşünülmüştür.

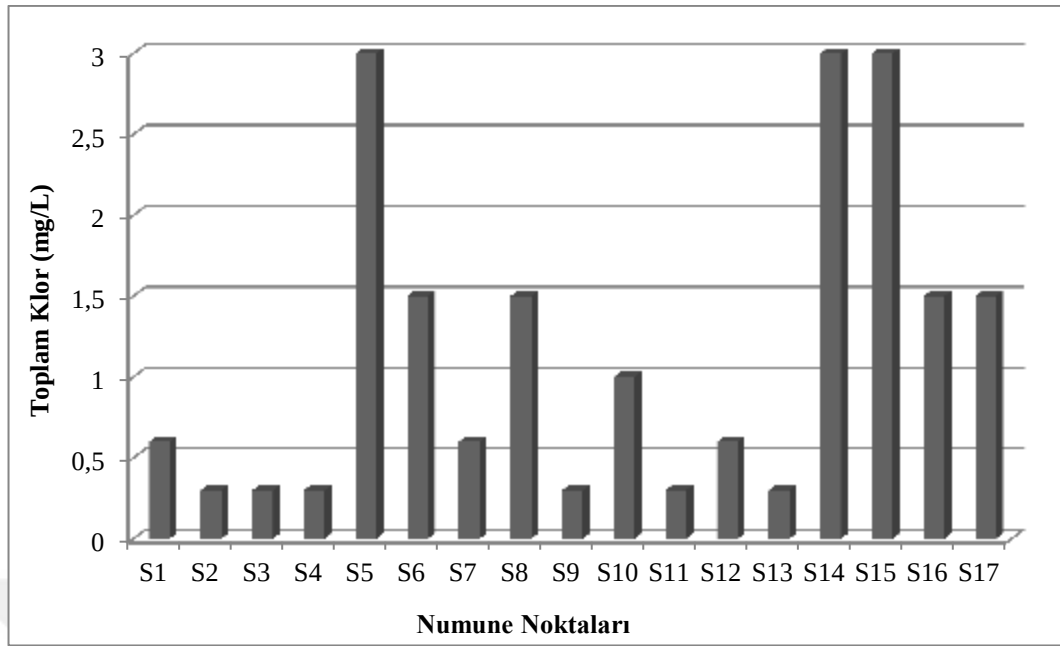
En düşük değerlere S2, S3, S4, S9, S11, S12 ve S13 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda sonuçların TS 266 alt sınır değeri olan 0,1 mg/L'ye yakın olduğu gözlenmiş olmakla birlikte şebeke standartlarını sağlamak için yeterli olduğu düşünülmüştür.



Şekil 5.3. Kasım ayı klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı

Sağlıklı bir suyun göstergelerinden birisi olan klorür, sudaki klorür iyonlarının konsantrasyonunu belirten bir parametredir. Klorür miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.3.'de gösterilmiştir. Tüm noktalardan alınan örneklerde klorür değeri 30 - 60 mg/L arasında değişiklik göstermiştir.

TS 266 standartlarına göre kabul edilebilir maksimum klorür konsantrasyon değeri 600 mg/L olmakla birlikte, örnekleme noktalarındaki bulgular bu değer oldukça altındadır. Bu sebeple numune alınan tüm noktalarda klorür değerlerinin standart değerleri sağladığı belirlenmiştir.



Şekil 5.4. Kasım ayı toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı

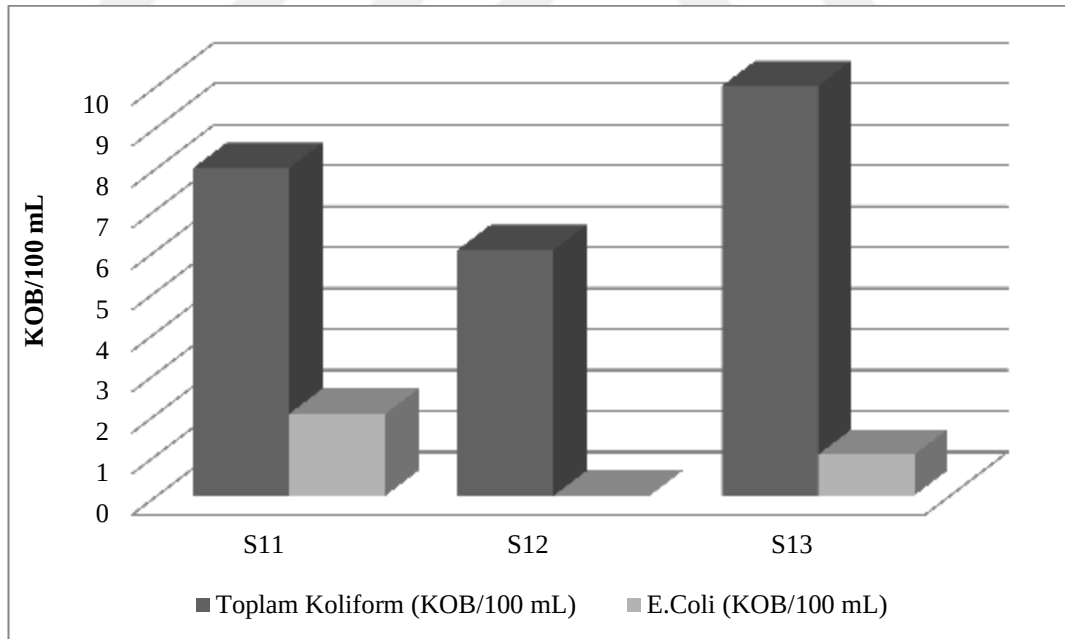
Toplam klor miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.4.'de gösterilmiştir. Şebeke sistemi içinde suda bulunan serbest ve bağlı haldeki klorların toplamına toplam klor denir. Kasım ayında en düşük toplam klor değerlerine S2, S3, S4, S9, S11 ve S13 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda sonuçların TS 266 alt sınır değeri olan 0,1 mg/L'ye yakın olduğu gözlenmiş olmakla birlikte şebeke standartlarını sağlamak için yeterli olduğu görülmüştür.

En yüksek toplam klor değerlerine S5, S14 ve S15 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda toplam klor miktarlarının TS 266 sınır değerlerinin üstünde olduğu bu durumun şebeke standartlarının sağlanması nedeniyle kullanılan yüksek klor miktarları nedeniyle oluştuğu düşünülmüştür.

Kasım ayı mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 5.2.'de gösterilmiştir. Alınan numunelerden S11, S12 ve S13 noktalarında koliform bakteri ve E. coli tespit edilmiştir. 3 noktada tespit edilen koliform ve E. coli miktarları numune noktalarına göre dağılımları Şekil 5.5.'de gösterilmiştir. Alınan 17 numunenin 3 tanesinde koliform ve 2 tanesinde E. coli tespit edilmiştir.

Tablo 5.2. Kasım ayı mikrobiyolojik analiz sonuçları

Nokta	Toplam koliform (KOB/100 mL)	E. coli (KOB/100 mL)
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	8	2
S12	6	0
S13	10	1
S14	-	-
S15	-	-
S16	-	-
S17	-	-



Şekil 5.5. Kasım ayında tespit edilen koliform ve E. coli miktarları

Karasu ilçesinde alınan S11 ve S12 no'lu numunelerde toplamda 14 KOB/100 mL koliform bakteri tespit edilmiş ve S11 no'lu numunede 2 KOB/100 mL E. coli bakterisi varlığı belirlenmiştir. Bu iki noktada varlık gösteren mikrobiyolojik kirlilik sebebiyle kullanılan suların sağlıklı ve güvenilir sular olmadığı su kalitesinde sorunlar olduğu düşünülmüştür. İlçede var olan kaynakların, kuyu sularının (sondaj) kullanılıyor olmasının veya yeterice korunamayan suların kontamine olma ihtimalinin bu sonuçlarda belirleyici olduğu düşünülmüştür.

Kaynarca ilçesinde alınan S13 no'lu numunede 10 KOB/100 mL koliform bakteri ve 1 KOB/100 mL E. coli bakterisi tespit edilmiştir. Arıtım yapılan şebeke sularının kullanıldığı ilçede, sistemde yeterince serbest klor olmasına rağmen mikrobiyolojik kirlilik tespit edilmiştir. Bu noktada suyun eski borular yada çeşitli sebeplerle kontamine olma ihtimali üzerinde durulmuştur. Ayrıca mikrobiyolojik kirliliğe sadece kasım ayında rastlanmış olması sebebi ile kanalizasyondan ya da atık su birikintilerinden içme suyu borularına sızıntı olabilme ihtimali düşünülmüştür.

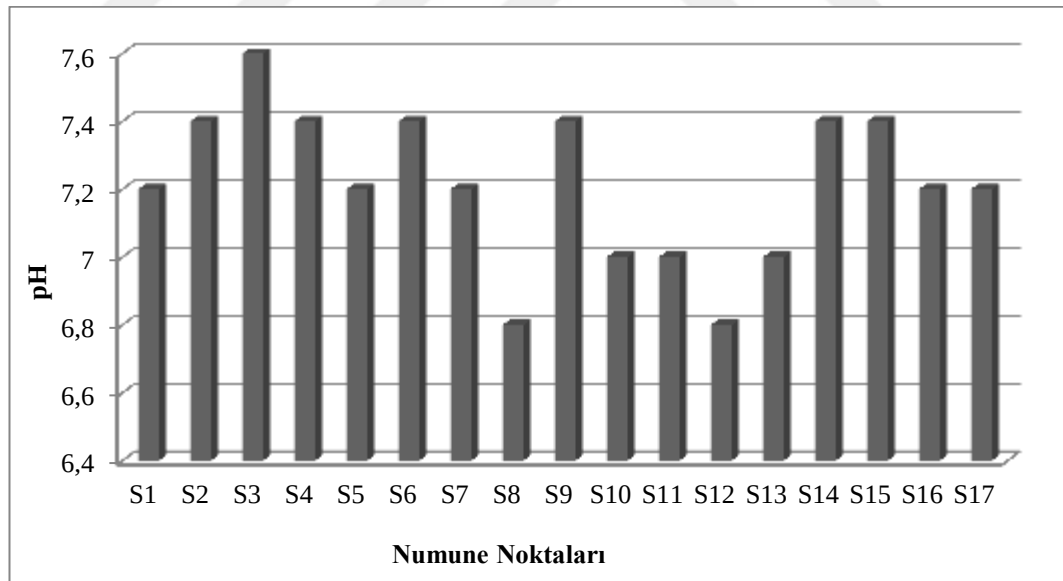
Alınan diğer numunelerde analizi yapılan bakterilere rastlanmamıştır. Yapılan dezenfeksiyon işleminin yeterli olduğu ve halk sağlığı açısından bir tehlikenin bulunmadığı düşünülmüştür.

5.2. Aralık ayı analiz bulguları

Aralık ayı pH, serbest klor, klorür ve toplam klor analiz sonuçları Tablo 5.3.'de belirtilmiştir. pH değerlerinin noktalara göre dağılımları Şekil 5.6.'da, serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.7.'de, klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.8.'de ve toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.9.'da gösterilmiştir.

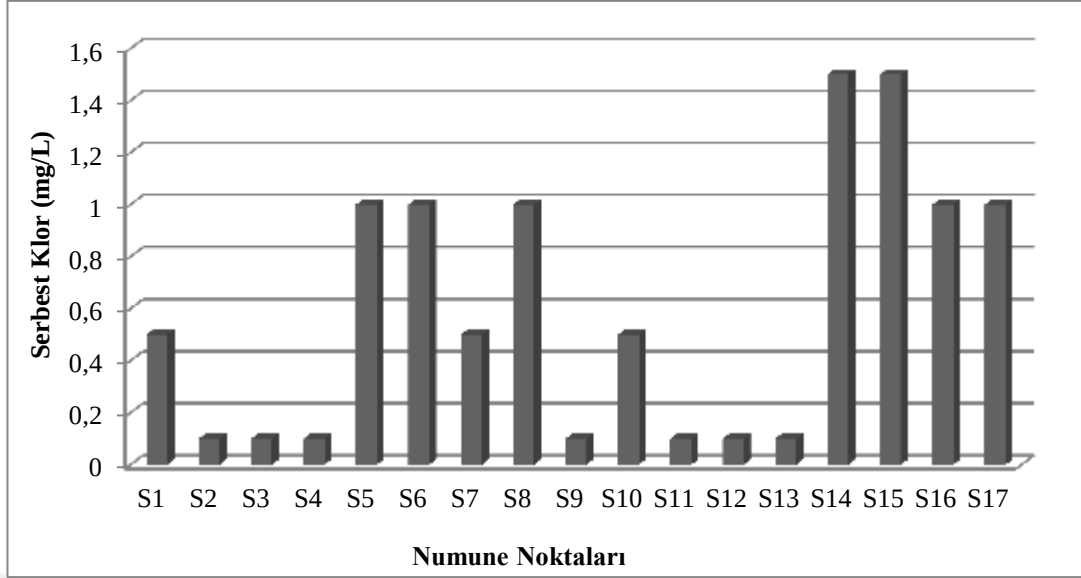
Tablo 5.3. Aralık ayı analiz bulguları

Noktalar	pH	Serbest klor (mg/L)	Klorür (mg/L)	Toplam klor (mg/L)
S1	7,2	0,5	60	0,6
S2	7,4	0,1	60	0,3
S3	7,6	0,1	60	0,3
S4	7,4	0,1	60	0,3
S5	7,2	1,0	60	3,0
S6	7,4	1,0	60	3,0
S7	7,2	0,5	30	0,6
S8	6,8	1,0	30	1,5
S9	7,4	0,1	30	0,3
S10	7,0	0,5	60	1,0
S11	7,0	0,1	30	0,3
S12	6,8	0,1	30	0,3
S13	7,0	0,1	30	0,3
S14	7,4	1,5	30	3,0
S15	7,4	1,5	60	3,0
S16	7,2	1,0	60	1,5
S17	7,2	1,0	60	1,5



Şekil 5.6. Aralık ayı pH değerlerinin noktalara göre dağılımı

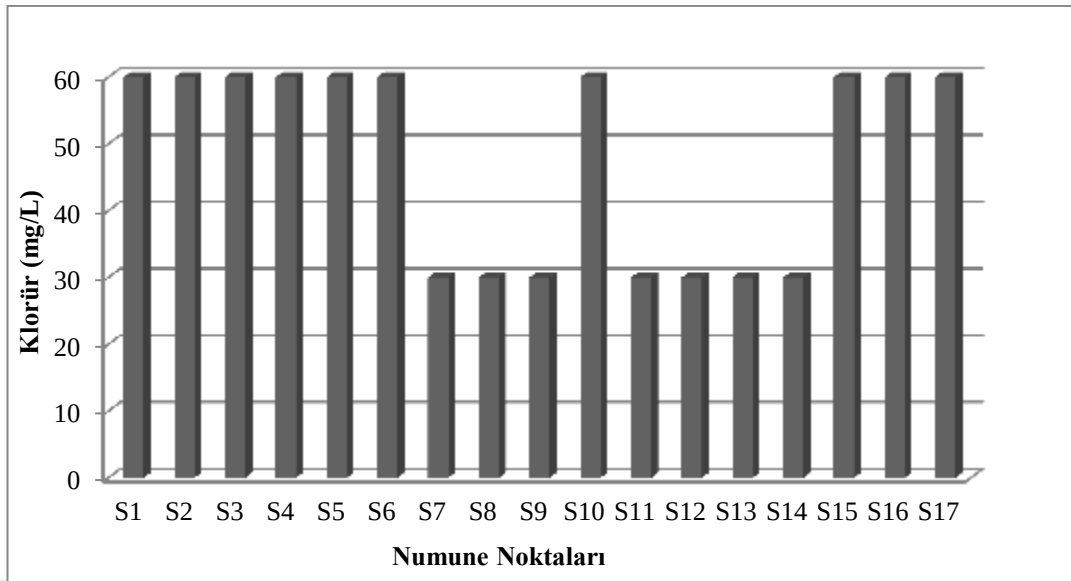
Aralık ayında pH değerlerinin noktalara göre değişimi Şekil 5.6.'da gösterilmiştir. En düşük değerlere S8 ve S12 noktalarında, en yüksek değere S3 noktasında rastlanmıştır. pH değerleri 6,8-7,6 arasında farklılık gösterirken, değerlerin TS 266 standartlarına (6,5-9,2) uygun olduğu görülmüştür.



Şekil 5.7. Aralık ayı serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı

Serbest klor miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.7.'de gösterilmiştir. En yüksek değerlere S14 ve S15 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda bakiye klor miktarlarının TS 266 sınır değerlerinin üstünde olduğu görülmüştür. Bu durumun şebeke standartlarının sağlanması nedeniyle kullanılan yüksek klor miktarları nedeniyle oluştuğu düşünülmüştür.

En düşük değerlere S2, S3, S4, S9, S11, S12 ve S13 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda sonuçların TS 266 alt sınır değeri olan 0,1 mg/L'ye yakın olduğu gözlenmiş olmakla birlikte şebeke standartlarını sağlamak için yeterli olduğu düşünülmüştür.



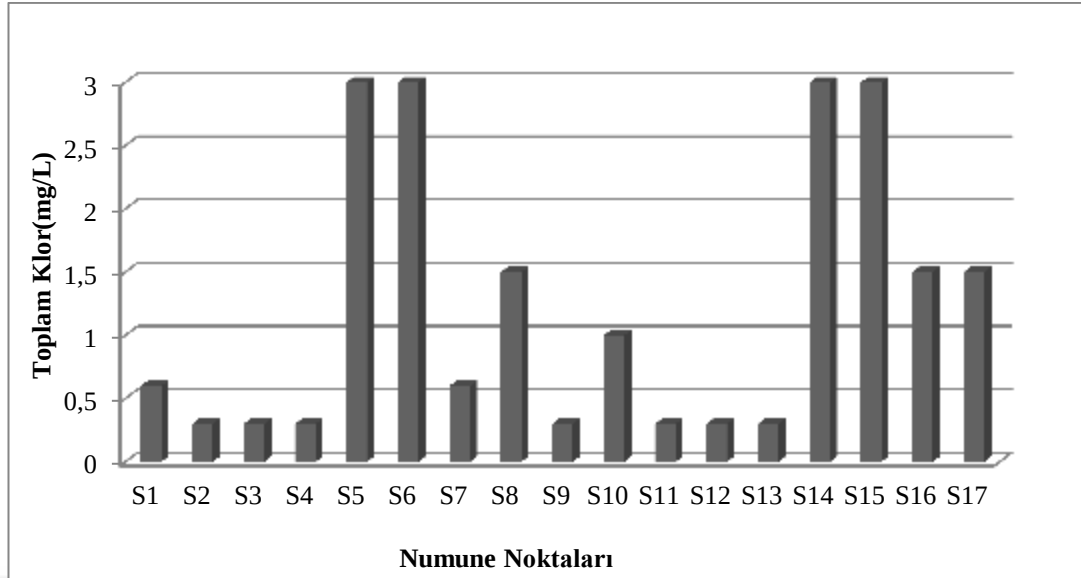
Şekil 5.8. Aralık ayı klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı

Klorür miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.8.'de gösterilmiştir. Tüm noktalardan alınan örneklerde klorür değeri 30-60 mg/L arasında değişiklik göstermiştir.

TS 266 standartlarına göre kabul edilebilir maksimum klorür konsantrasyon değeri 600 mg/L olmakla birlikte, örnekleme noktalarındaki bulgular bu değerin oldukça altındadır. Bu sebeple numune alınan tüm noktalarda klorür değerlerinin standart değerleri sağladığı belirlenmiştir.

Toplam klor miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.9.'da gösterilmiştir. Aralık ayında en düşük toplam klor değerlerine S2, S3, S4, S9, S11, S12 ve S13 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda sonuçların TS 266 alt sınır değeri olan 0,1 mg/L'ye yakın olduğu gözlenmiş olmakla birlikte şebeke standartlarını sağlamak için yeterli olduğu düşünülmüştür.

En yüksek toplam klor değerlerine S5, S6, S14 ve S15 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda toplam klor miktarlarının TS 266 sınır değerlerinin üstünde olduğu bu durumun şebeke standartlarının sağlanması nedeniyle kullanılan yüksek klor miktarları nedeniyle oluştuğu düşünülmüştür.

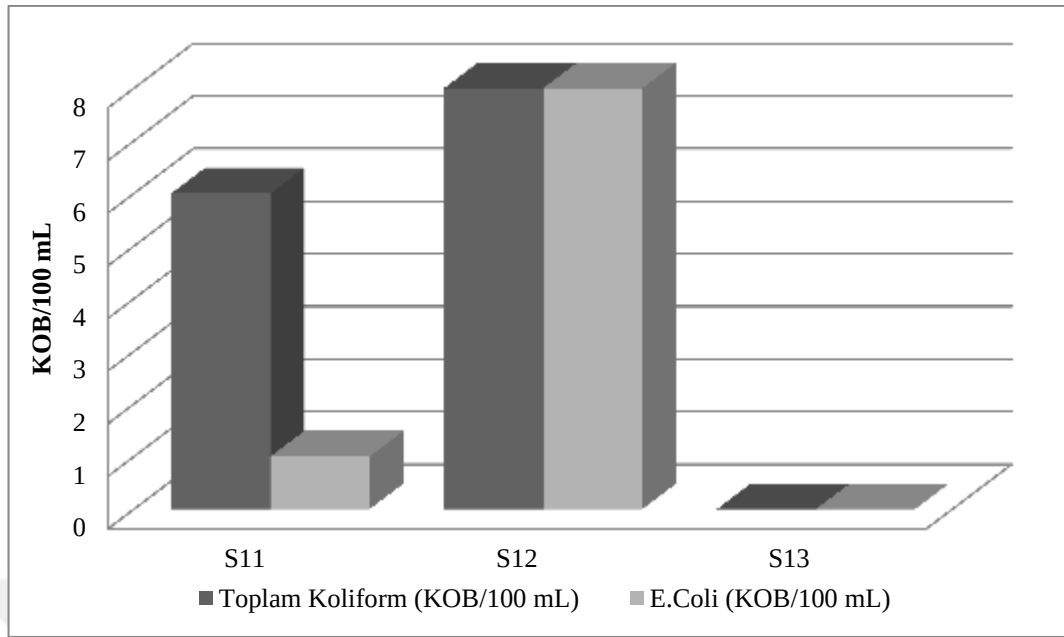


Şekil 5.9. Aralık ayı toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı

Aralık ayı mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 5.4.'de gösterilmiştir. Alınan numunelerden S11 ve S12 noktalarında koliform bakteri ve E. coli tespit edilmiştir. 2 noktada tespit edilen koliform ve E. coli miktarları numune noktalarına göre dağılımları Şekil 5.10.'da gösterilmiştir. Alınan 17 numunenin 2 tanesinde koliform ve 2 tanesinde E. coli tespit edilmiştir.

Tablo 5.4. Aralık ayı mikrobiyolojik analiz sonuçları

Nokta	Toplam koliform (KOB/100 mL)	E. coli (KOB/100 mL)
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	6	1
S12	8	8
S13	-	-
S15	-	-
S16	-	-
S17	-	-



Şekil 5.10. Aralık ayında tespit edilen koliform ve E. coli miktarları

Karasu ilçesinde alınan S11 ve S12 no'lu numunelerde toplamda 14 KOB/100 mL koliform bakteri ve 9 KOB/100 mL E. coli bakterisi varlığı belirlenmiştir. Bu iki noktada varlık gösteren mikrobiyolojik kirlilik sebebiyle kullanılan suların sağlıklı ve güvenilir sular olmadığı su kalitesinde sorunlar olduğu düşünülmüştür. Kasım ayındaki sonuçlarla paralellik gösteren bulguların sebepleri olarak aynı şekilde var olan kaynakların, kuyu sularının (sondaj) kullanılıyor olmasının veya yeterince korunamayan suların kontamine olma ihtimalinin olduğu düşünülmüştür.

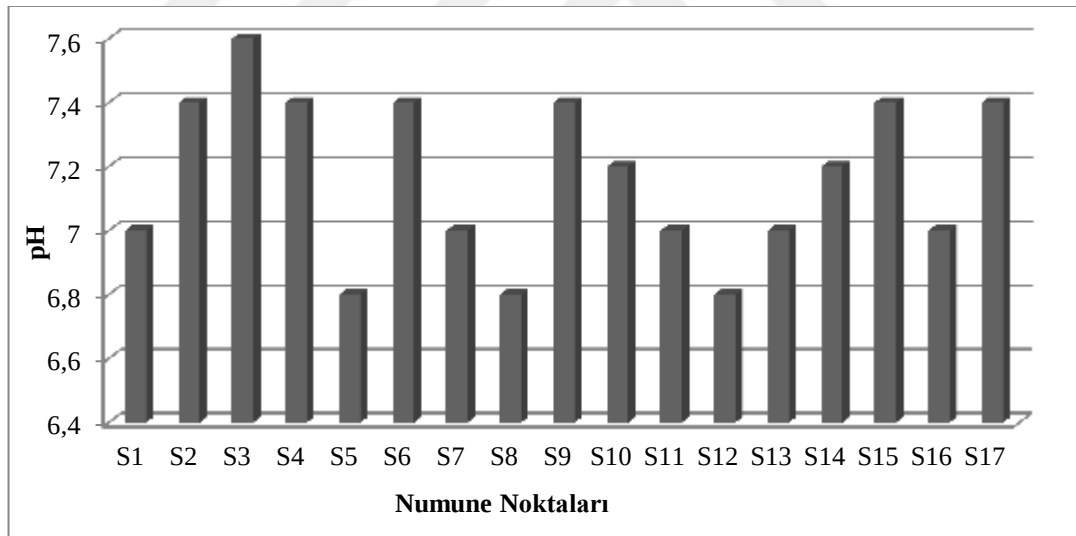
Alınan diğer numunelerde analizi yapılan bakterilere rastlanmamıştır. Yapılan dezenfeksiyon işleminin yeterli olduğu ve halk sağlığı açısından bir tehlikenin bulunmadığı düşünülmüştür.

5.3. Ocak ayı analiz bulguları

Ocak ayı pH, serbest klor, klorür ve toplam klor analiz sonuçları Tablo 5.5.'de belirtilmiştir. pH değerlerinin noktalara göre dağılımları Şekil 5.11.'de, serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.12.'de, klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.13.'de ve toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.14.'de gösterilmiştir.

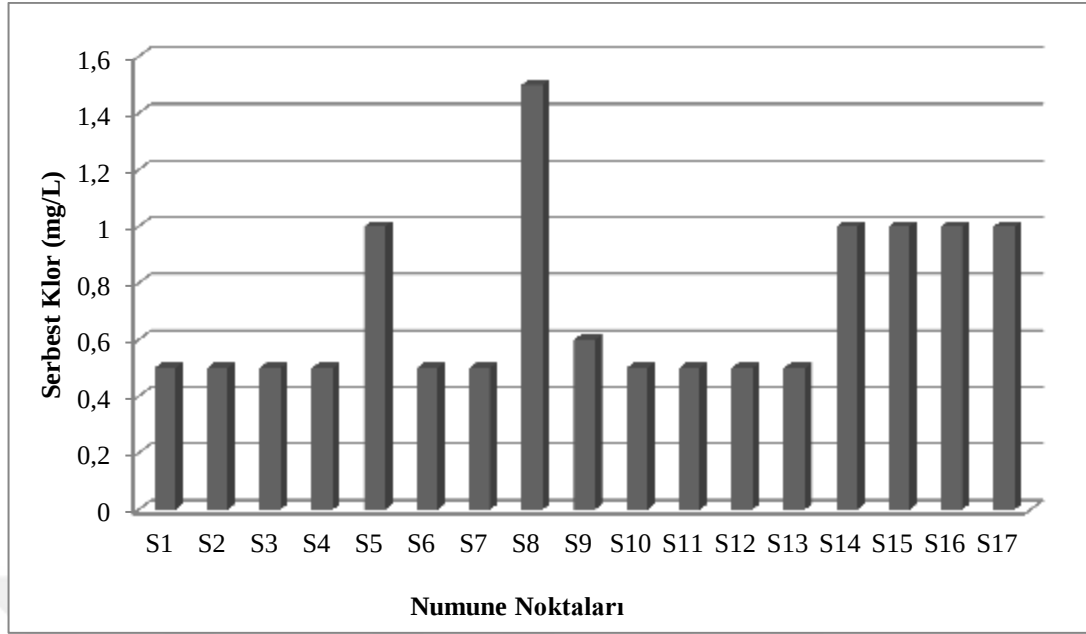
Tablo 5.5. Ocak ayı analiz bulguları

Noktalar	pH	Serbest klor (mg/L)	Klorür (mg/L)	Toplam klor (mg/L)
S1	7,0	0,5	60	1,5
S2	7,4	0,5	30	1,0
S3	7,6	0,5	60	0,6
S4	7,4	0,5	60	0,6
S5	6,8	1,0	30	1,5
S6	7,4	0,5	60	1,0
S7	7,0	0,5	30	1,0
S8	6,8	1,5	60	3,0
S9	7,4	0,6	30	1,0
S10	7,2	0,5	60	1,0
S11	7,0	0,5	30	1,0
S12	6,8	0,5	30	0,6
S13	7,0	0,5	30	0,6
S14	7,2	1,0	30	1,5
S15	7,4	1,0	30	1,5
S16	7,0	1,0	60	1,5
S17	7,4	1,0	30	3,0



Şekil 5.11. Ocak ayı pH değerlerinin noktalara göre dağılımı

Ocak ayında pH değerlerinin noktalara göre değişimi Şekil 5.11.'de gösterilmiştir. En düşük değerlere S5, S8 ve S12 noktalarında, en yüksek değere S3 noktasında rastlanmıştır. pH değerleri 6,8-7,6 arasında farklılık gösterirken, değerlerin TS 266 standartlarına (6,5-9,2) uygun olduğu görülmüştür.

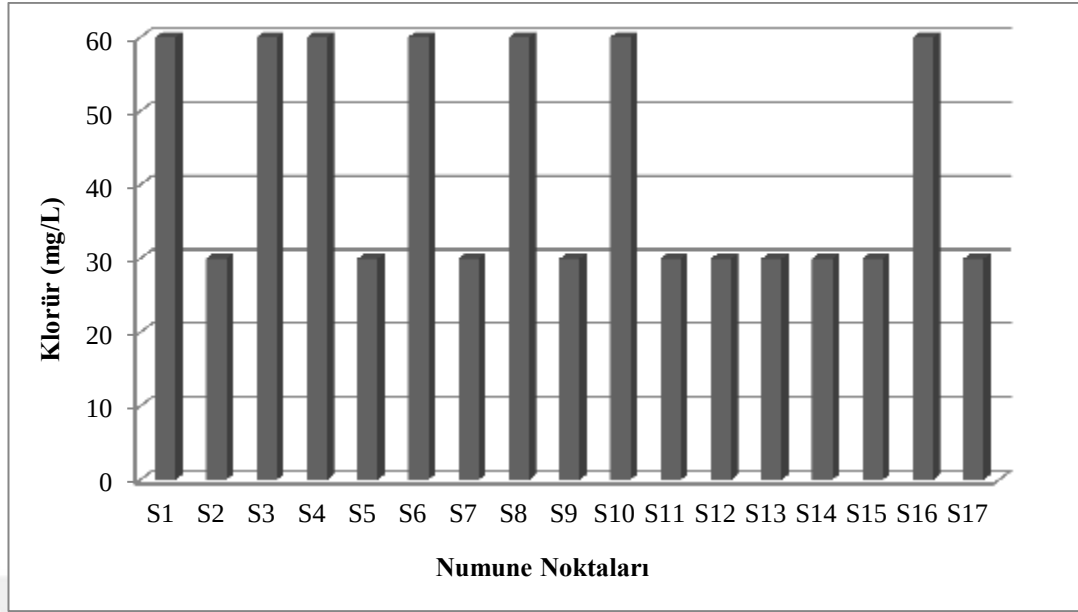


Şekil 5.12. Ocak ayı serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı

Serbest klor miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.12.'de gösterilmiştir. En yüksek değere S8 noktasında rastlanmıştır. Bu noktada bakiye klor miktarının TS 266 sınır değerlerinin üstünde olduğu görülmüştür. Bu durumun şebeke standartlarının sağlanması nedeniyle kullanılan yüksek klor miktarları nedeniyle olduğu düşünülmüştür.

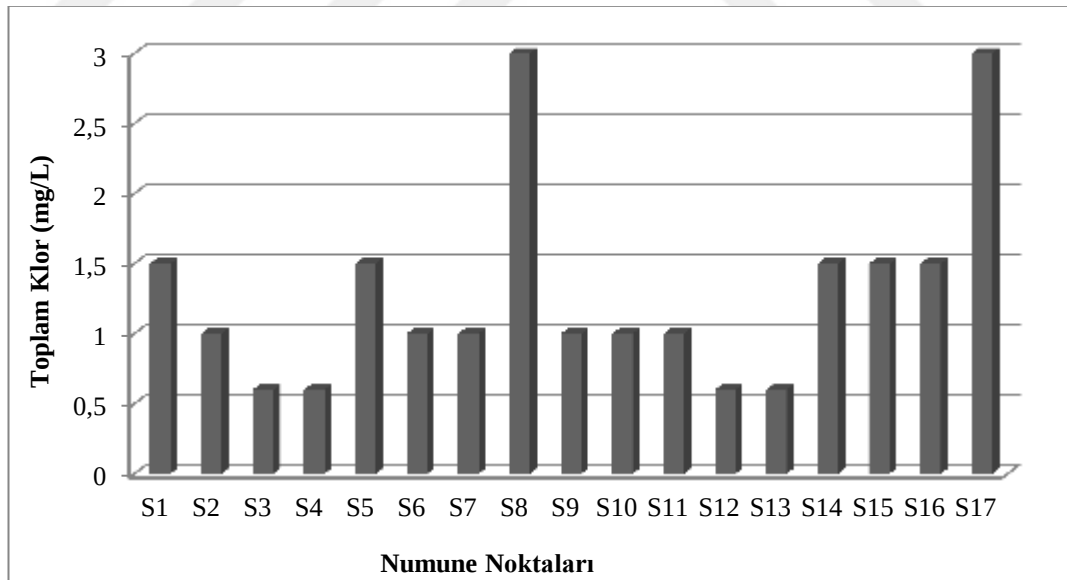
Serbest klor miktarına diğer noktalarda birbirine yakın miktarlarda rastlanırken değerlerin TS 266 standardına göre şebeke standartlarını sağlamak için yeterli olduğu görülmüştür.

Klorür miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.13.'de gösterilmiştir. Tüm noktalardan alınan örneklerde klorür değeri 30-60 mg/L arasında değişiklik göstermiştir.



Şekil 5.13. Ocak ayı klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı

TS 266 standartlarına göre kabul edilebilir maksimum klorür konsantrasyon değeri 600 mg/L olmakla birlikte tüm noktalarda klorür değerlerinin standart değerleri sağladığı belirlenmiştir.



Şekil 5.14. Ocak ayı toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı

Toplam klor miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.14.'de gösterilmiştir. Ocak ayında en düşük toplam klor değerlerine S3, S4, S12 ve S13 noktalarında rastlanmıştır.

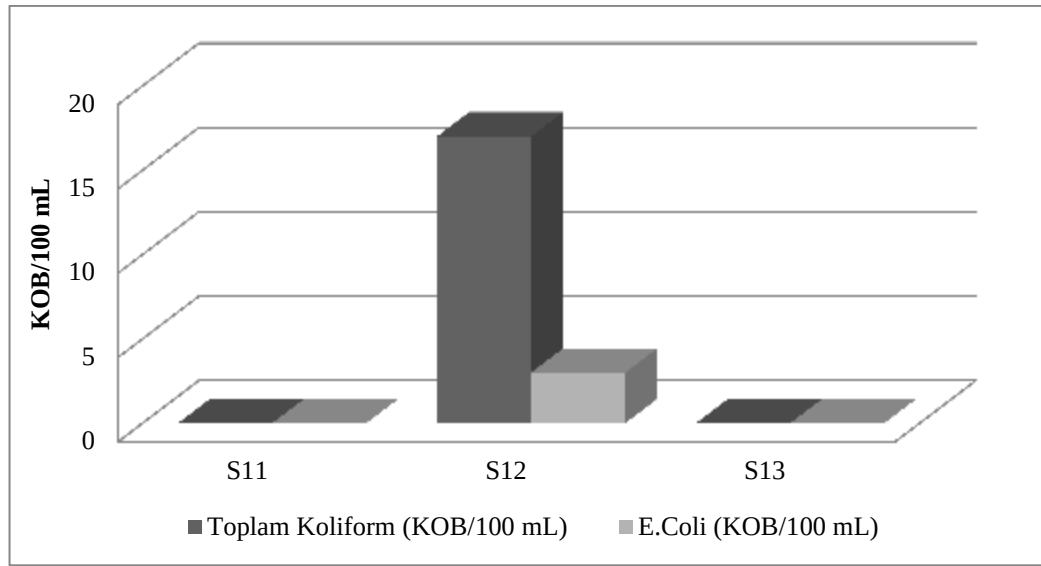
Bu noktalarda sonuçların TS 266 alt sınır değeri olan 0,1 mg/L'ye yakın olduğu gözlenmiş olmakla birlikte şebeke standartlarını sağlamak için yeterli olduğu düşünülmüştür.

En yüksek toplam klor değerlerine S8 ve S17 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda toplam klor miktarlarının TS 266 sınır değerlerinin üstünde olduğu bu durumun şebeke standartlarının sağlanması nedeniyle kullanılan yüksek klor miktarları nedeniyle olduğu düşünülmüştür.

Ocak ayı için mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 5.6.'da gösterilmiştir. Alınan numunelerden S12 noktasında koliform bakteri ve E. coli tespit edilmiştir. Daha önce mikrobiyolojik kirlilik görülen 3 nokta ile birlikte tespit edilen koliform ve E. coli miktarları Şekil 5.15.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.6. Ocak ayı mikrobiyolojik analiz sonuçları

Nokta	Toplam koliform (KOB/100 mL)	E. coli (KOB/100 mL)
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	-	-
S12	17	3
S13	-	-
S14	-	-
S15	-	-
S16	-	-
S17	-	-



Şekil 5.15. Ocak ayında tespit edilen koliform ve E. coli miktarları

Karasu ilçesinde alınan S12 no'lu numunede 17 KOB/100 mL koliform bakteri ve 3 KOB/100 mL E. coli bakterisi varlığı belirlenmiştir. Bu noktada varlık gösteren mikrobiyolojik kirlilik sebebiyle kullanılan suların sağlıklı ve güvenilir sular olmadığı su kalitesinde sorunlar olduğu düşünülmüştür. Yine ilçede var olan kaynakların kullanılıyor olmasının veya yeterice korunamayan suların kontamine olma ihtimalinin bu sonuçlarda belirleyici olduğu düşünülmüştür.

Alınan diğer numunelerde analizi yapılan bakterilere rastlanmamıştır. Yapılan dezenfeksiyon işleminin yeterli olduğu ve halk sağlığı açısından bir tehlikenin bulunmadığı düşünülmüştür.

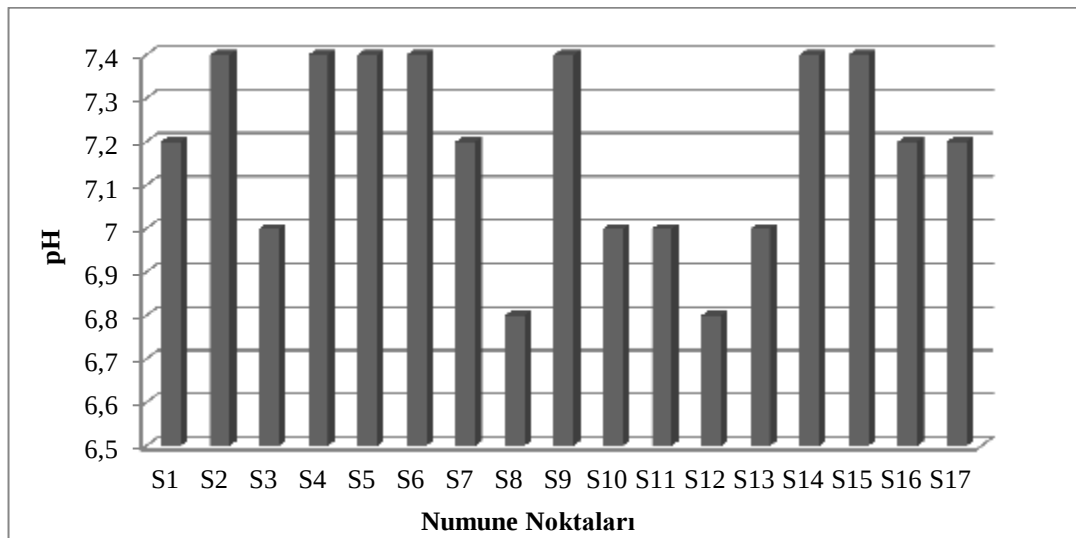
5.4. Şubat ayı analiz bulguları

Şubat ayı pH, serbest klor, klorür ve toplam klor analiz sonuçları Tablo 5.7.'de belirtilmiştir. pH değerlerinin noktalara göre dağılımları Şekil 5.16.'da, serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.17.'de, klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.18.'de ve toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.19.'da gösterilmiştir.

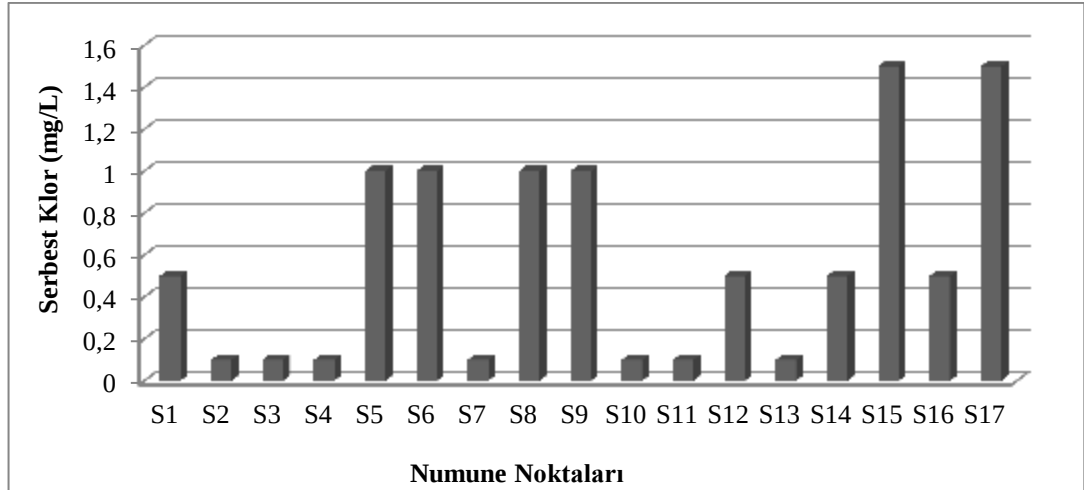
Tablo 5.7. Şubat ayı analiz bulguları

Noktalar	pH	Serbest klor (mg/L)	Klorür (mg/L)	Toplam klor (mg/L)
S1	7,2	0,5	30	1,5
S2	7,4	0,1	60	0,6
S3	7,0	0,1	60	0,3
S4	7,4	0,1	60	0,6
S5	7,4	1,0	60	1,5
S6	7,4	1,0	60	1,5
S7	7,2	0,1	30	0,6
S8	6,8	1,0	60	3,0
S9	7,4	1,0	30	1,5
S10	7,0	0,1	60	1,0
S11	7,0	0,1	30	1,0
S12	6,8	0,5	30	1,0
S13	7,0	0,1	30	0,3
S14	7,4	0,5	60	1,0
S15	7,4	1,5	60	3,0
S16	7,2	0,5	30	1,0
S17	7,2	1,5	60	3,0

Şubat ayında pH değerlerinin noktalara göre değişimi Şekil 5.16.'da gösterilmiştir. En düşük değerlere S8 ve S12 noktalarında, en yüksek değere S2, S4, S5, S6, S9, S14 ve S15 noktalarında rastlanmıştır. pH değerleri 6,8-7,6 arasında farklılık gösterirken, değerlerin TS 266 standartlarına (6,5-9,2) uygun olduğu görülmüştür.



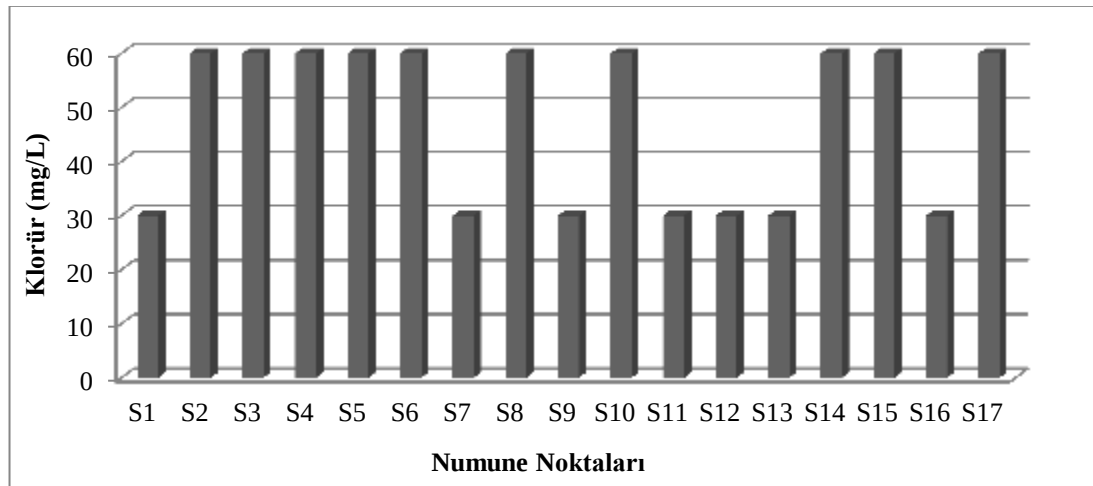
Şekil 5.16. Şubat ayı pH değerlerinin noktalara göre dağılımı



Şekil 5.17. Şubat ayı serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı

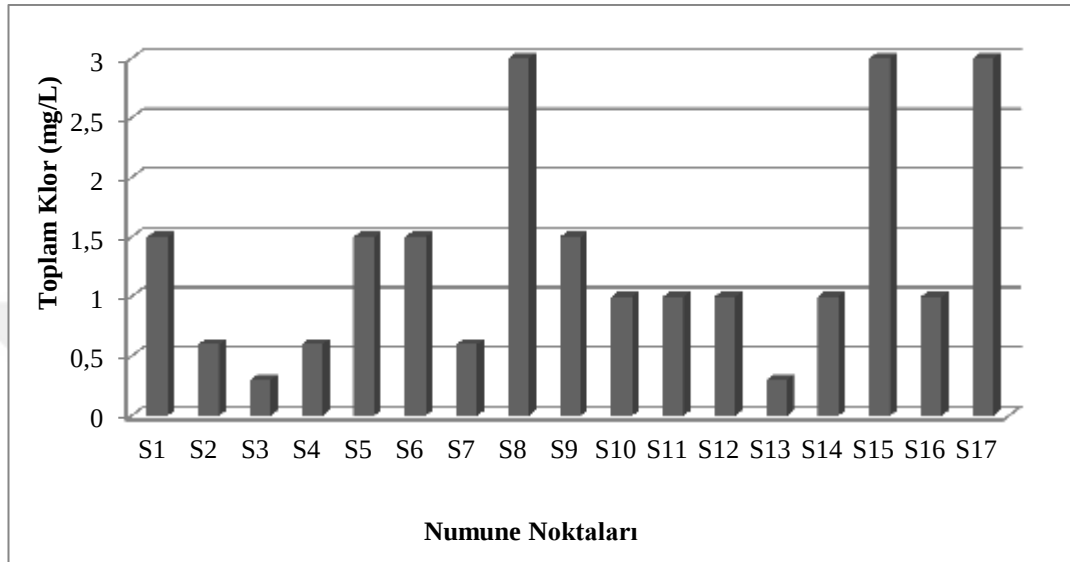
Serbest klor miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.17.'de gösterilmiştir. En yüksek değere S15 ve S17 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda bakiye klor miktarının TS 266 sınır değerlerinin üstünde olduğu görülmüştür. Bu durumun yine şebeke standartlarının sağlanması nedeniyle kullanılan yüksek klor miktarları nedeniyle oluştuğu düşünülmüştür.

En düşük değerlere S2, S3, S4, S7, S10, S11 ve S13 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda sonuçların TS 266 alt sınır değeri olan 0,1 mg/L'ye yakın olduğu gözlenmiş olmakla birlikte şebeke standartlarını sağlamak için yeterli olduğu görülmüştür.



Şekil 5.18. Şubat ayı klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı

Klorür miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.18.'de gösterilmiştir. Tüm noktalardan alınan örneklerde klorür değeri 30-60 mg/L arasında değişiklik göstermiştir. Tüm noktalarda klorür değerlerinin standart değerleri sağladığı belirlenmiştir.



Şekil 5.19. Şubat ayı toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı

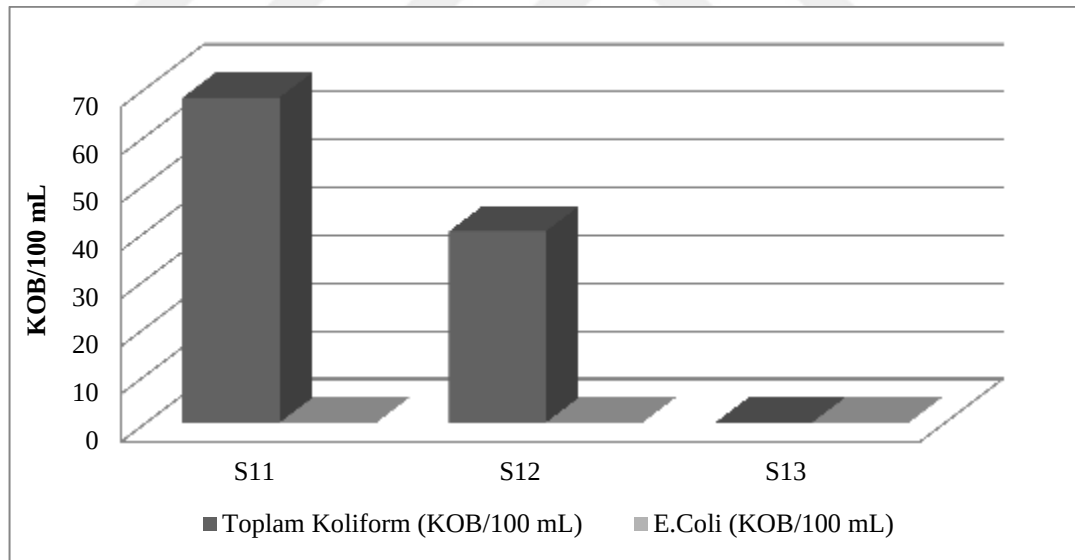
Toplam klor miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.19.'da gösterilmiştir. Şubat ayında en düşük toplam klor değerlerine S3 ve S13 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda sonuçların TS 266 alt sınır değeri olan 0,1 mg/L'ye yakın olduğu gözlenmiş olmakla birlikte şebeke standartlarını sağlamak için yeterli olduğu görülmüştür.

En yüksek toplam klor değerlerine S8, S15 ve S17 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda toplam klor miktarlarının TS 266 sınır değerlerinin üstünde olduğu bu durumun yine şebeke standartlarının sağlanması nedeniyle kullanılan yüksek klor miktarları nedeniyle oluştuğu düşünülmüştür.

Şubat ayı için mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 5.8.'de gösterilmiştir. Alınan numunelerden S11 ve S12 noktasında koliform bakteri ve E. coli tespit edilmiştir. Daha önce mikrobiyolojik kirlilik görülen 3 nokta ile birlikte tespit edilen koliform ve E. coli miktarları Şekil 5.20.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.8. Şubat ayı mikrobiyolojik analiz sonuçları

Nokta	Toplam koliform (KOB/100 mL)	E. coli (KOB/100 mL)
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	68	0
S12	40	0
S13	-	-
S14	-	-
S15	-	-
S16	-	-
S17	-	-



Şekil 5.20. Şubat ayında tespit edilen koliform ve E. coli miktarları

Karasu ilçesinde alınan S11 ve S12 no'lu numunelerde toplamda 108 KOB/100 mL koliform bakteri tespit edilmiş, E. coli bakterisi varlığı belirlenmemiştir.

Bu iki noktada varlık gösteren mikrobiyolojik kirlilik sebebiyle kullanılan suların sağlıklı ve güvenilir sular olmadığı su kalitesinde sorunlar olduğu düşünülmüştür. İlçenin su kaynakları sebebiyle yine aynı noktalarda problemler olduğu görülmüştür.

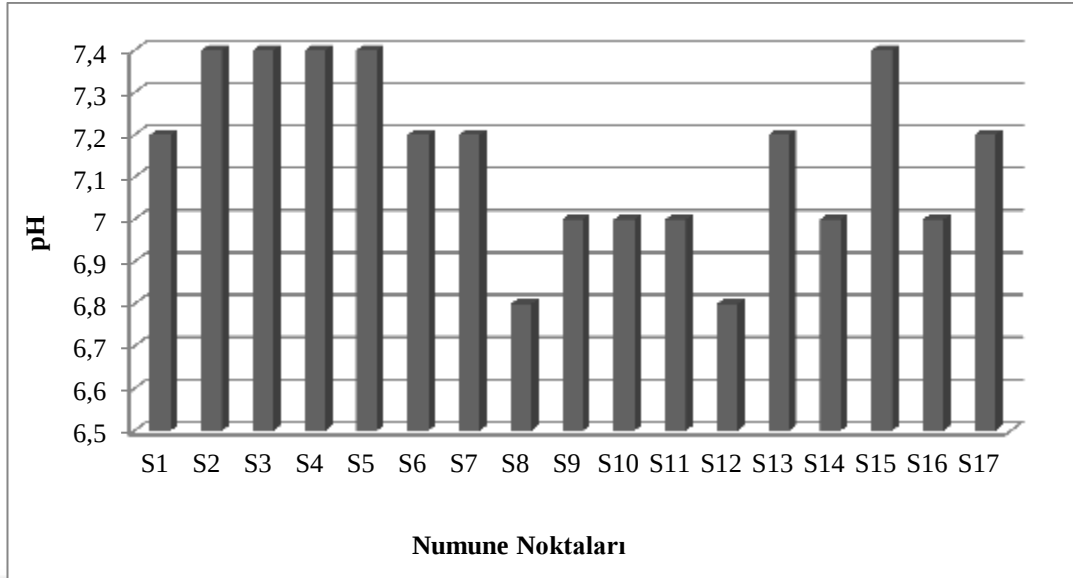
Alınan diğer numunelerde analizi yapılan bakterilere rastlanmamıştır. Yapılan dezenfeksiyon işleminin yeterli olduğu ve halk sağlığı açısından bir tehlikenin bulunmadığı düşünülmüştür.

5.5. Mart ayı analiz bulguları

Tablo 5.9. Mart ayı analiz bulguları

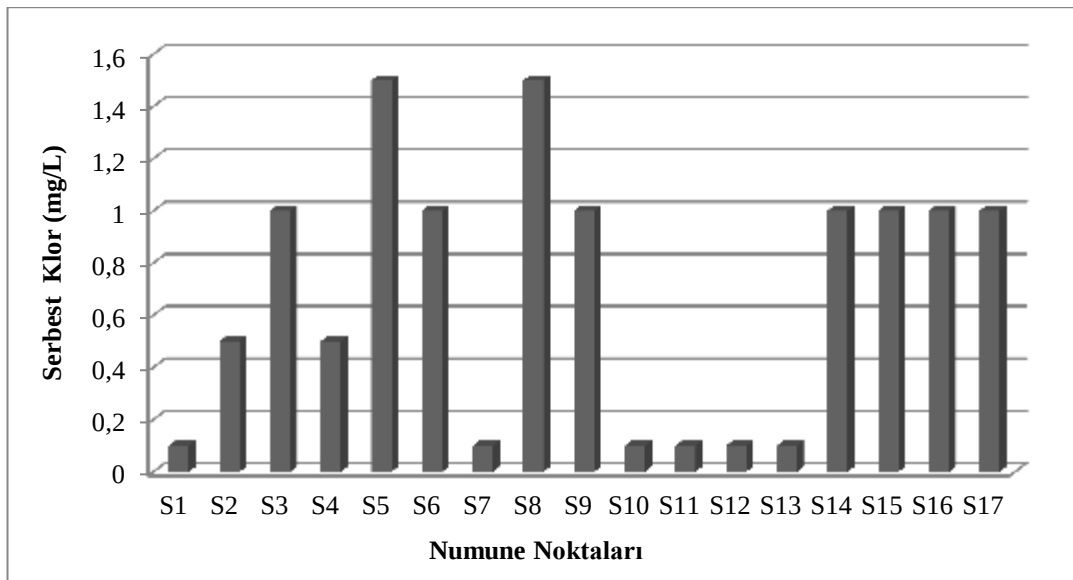
Noktalar	pH	Serbest klor (mg/L)	Klorür (mg/L)	Toplam klor (mg/L)
S1	7,2	0,1	60	3,0
S2	7,4	0,5	60	0,6
S3	7,4	1,0	60	3,0
S4	7,4	0,5	60	1,0
S5	7,4	1,5	60	3,0
S6	7,2	1,0	60	1,5
S7	7,2	0,1	30	1,5
S8	6,8	1,5	30	3,0
S9	7,0	1,0	30	3,0
S10	7,0	0,1	60	1,0
S11	7,0	0,1	30	0,3
S12	6,8	0,1	30	0,3
S13	7,2	0,1	30	0,3
S14	7,0	1,0	30	3,0
S15	7,4	1,0	60	3,0
S16	7,0	1,0	60	3,0
S17	7,2	1,0	60	1,5

Mart ayı pH, serbest klor, klorür ve toplam klor analiz sonuçları Tablo 5.9.'da belirtilmiştir. pH değerlerinin noktalara göre dağılımları Şekil 5.21.'de, serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.22.'de, klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.23.'de ve toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.24.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.21. Mart ayı pH değerlerinin noktalara göre dağılımı

Mart ayında pH değerlerinin noktalara göre değişimi Şekil 5.21.'de gösterilmiştir. En düşük değerlere S8 ve S12 noktalarında, en yüksek değere S2, S3, S4, S5 ve S15 noktalarında rastlanmıştır. pH değerleri 6,8-7,6 arasında farklılık gösterirken, değerlerin TS 266 standartlarına (6,5-9,2) uygun olduğu görülmüştür.

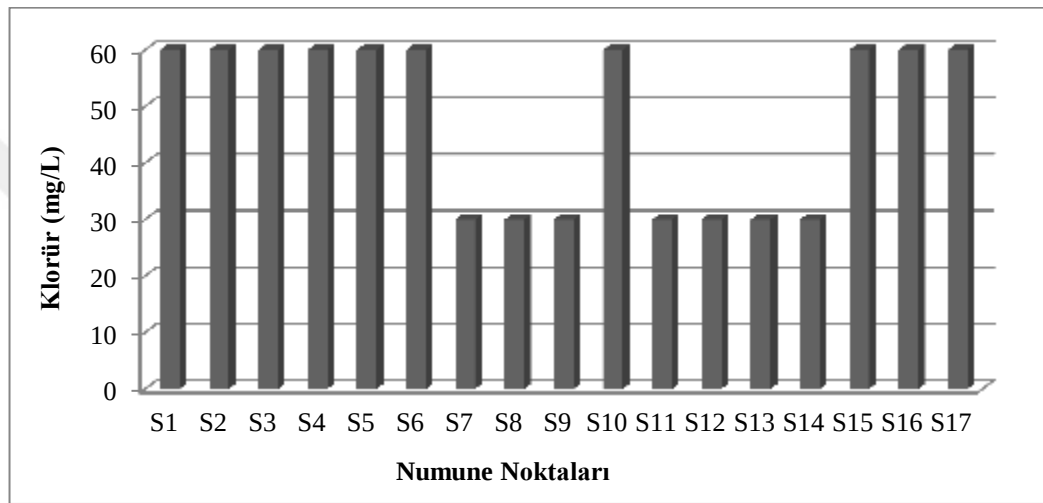


Şekil 5.22. Mart ayı serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı

Serbest klor miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.22.'de gösterilmiştir. En yüksek değere S5 ve S8 noktasında rastlanmıştır. Bu noktada bakiye klor miktarının TS 266 sınır değerlerinin üstünde olduğu görülmüştür. Bu durumun şebeke

standartlarının sağlanması nedeniyle kullanılan yüksek klor miktarları nedeniyle oluştuğu düşünülmüştür.

En düşük değerlere S1, S7, S10, S11, S12 ve S13 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda sonuçların TS 266 alt sınır değeri olan 0,1 mg/L'ye yakın olduğu gözlenmiş olmakla birlikte şebeke standartlarını sağlamak için yeterli olduğu görülmüştür.

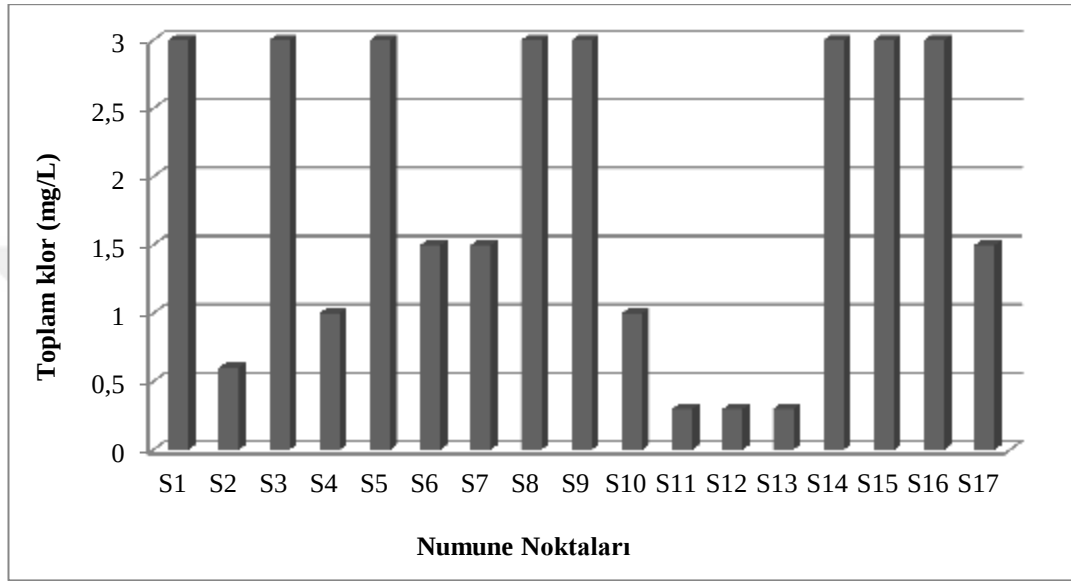


Şekil 5.23. Mart ayı klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı

Klorür miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.23.'de gösterilmiştir. Tüm noktalardan alınan örneklerde klorür değeri 30-60 mg/L arasında değişiklik göstermiştir.

TS 266 standartlarına göre kabul edilebilir maksimum klorür konsantrasyon değeri 600 mg/L olmakla birlikte, örnekleme noktalarındaki bulgular bu değerin oldukça altındadır. Bu sebeple numune alınan tüm noktalarda klorür değerlerinin standart değerleri sağladığı belirlenmiştir.

Toplam klor miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.24.'de gösterilmiştir. En düşük toplam klor değerlerine S2, S11, S12 ve S13 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda sonuçların TS 266 alt sınır değeri olan 0,1 mg/L'ye yakın olduğu gözlenmiş olmakla birlikte şebeke standartlarını sağlamak için yeterli olduğu düşünülmüştür.



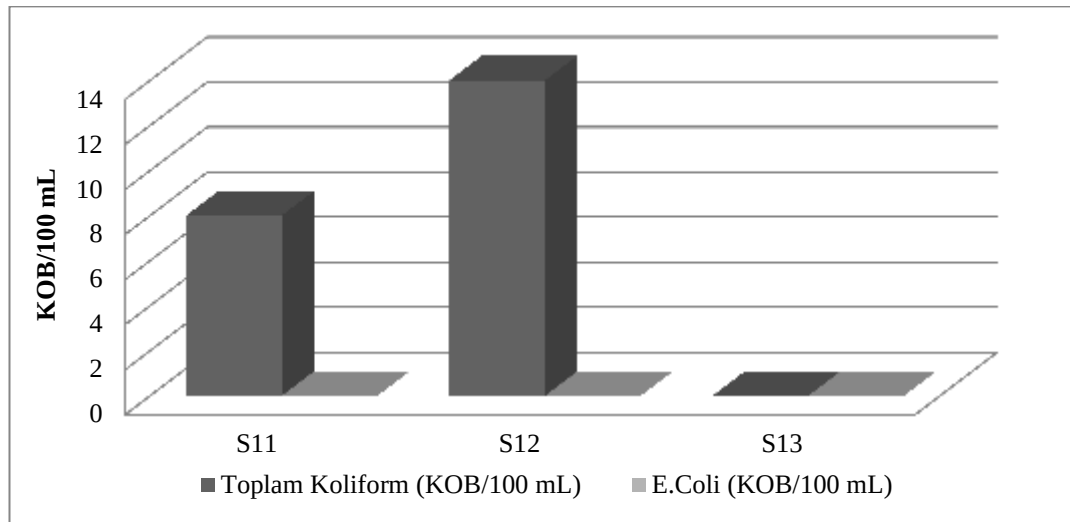
Şekil 5.24. Mart ayı toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı

En yüksek toplam klor değerlerine S1, S3, S5, S8, S9, S14, S15 ve S16 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda toplam klor miktarlarının TS 266 sınır değerlerinin üstünde olduğu bu durumun yine şebeke standartlarının sağlanması nedeniyle kullanılan yüksek klor miktarları nedeniyle olduğu düşünülmüştür.

Mart ayı için mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 5.10.'da gösterilmiştir. Alınan numunelerden S11 ve S12 noktasında koliform bakteri tespit edilmiştir. Daha önce mikrobiyolojik kirlilik görülen 3 nokta ile birlikte tespit edilen koliform ve E. coli miktarları Şekil 5.25.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.10. Mart ayı mikrobiyolojik analiz sonuçları

Nokta	Toplam koliform (KOB/100 mL)	E. coli (KOB/100 mL)
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	8	0
S12	14	0
S13	-	-
S14	-	-
S15	-	-
S16	-	-
S17	-	-



Şekil 5.25. Mart ayında tespit edilen koliform ve E. coli miktarları

Karasu ilçesinde alınan S11 ve S12 no'lu numunelerde toplamda 22 KOB/100 mL koliform bakteri tespit edilmiş, E. coli bakterisi varlığı belirlenmemiştir. Diğer aylarda olduğu gibi bu iki noktada varlık gösteren mikrobiyolojik kirlilik sebebiyle kullanılan suların sağlıklı ve güvenilir sular olmadığı su kalitesinde sorunlar olduğu

düşünülmüştür. İlçede var olan kaynakların, kuyu sularının (sondaj) kullanılıyor olmasının veya yeterice korunamayan suların kontamine olma ihtimalinin bu sonuçlarda belirleyici olduğu düşünülmüştür.

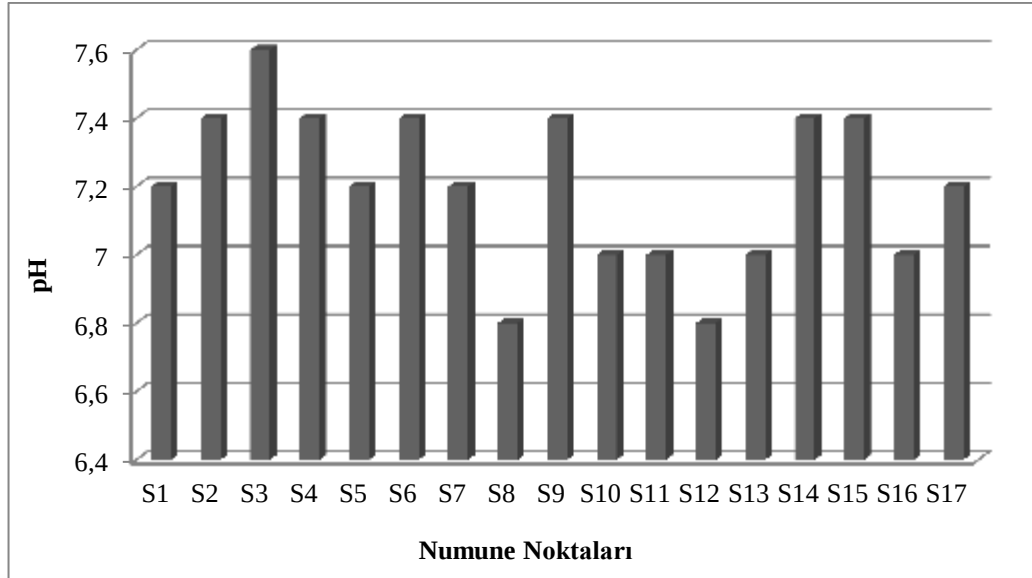
Alınan diğer numunelerde analizi yapılan bakterilere rastlanmamıştır. Yapılan dezenfeksiyon işleminin yeterli olduğu ve halk sağlığı açısından bir tehlikenin bulunmadığı düşünülmüştür.

5.6. Nisan ayı analiz bulguları

Nisan ayı pH, serbest klor, klorür ve toplam klor analiz sonuçları Tablo 5.11.'de belirtilmiştir. pH değerlerinin noktalara göre dağılımları Şekil 5.26.'da, serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.27.'de, klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.28.'de ve toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı Şekil 5.29.'da gösterilmiştir.

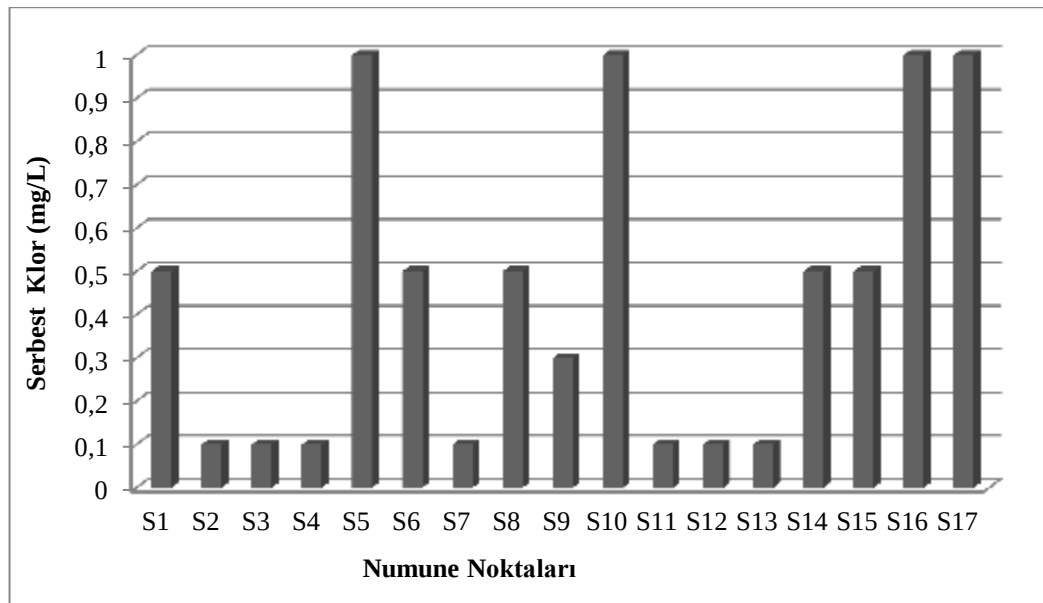
Tablo 5.11. Nisan ayı analiz bulguları

Noktalar	pH	Serbest klor (mg/L)	Klorür (mg/L)	Toplam klor (mg/L)
S1	7,2	0,5	60	1,5
S2	7,4	0,1	30	0,3
S3	7,6	0,1	60	0,6
S4	7,4	0,1	30	0,3
S5	7,2	1,0	30	1,5
S6	7,4	0,5	60	3,0
S7	7,2	0,1	30	1,0
S8	6,8	0,5	30	3,0
S9	7,4	0,3	30	3,0
S10	7,0	1,0	60	1,5
S11	7,0	0,1	30	0,3
S12	6,8	0,1	30	0,3
S13	7,0	0,1	30	0,3
S14	7,4	0,5	30	3,0
S15	7,4	0,5	60	1,5
S16	7,0	1,0	30	1,5
S17	7,2	1,0	60	1,5



Şekil 5.26. Nisan ayı pH değerlerinin noktalara göre dağılımı

Nisan ayında pH değerlerinin noktalara göre değişimi Şekil 5.26.'da gösterilmiştir. En düşük değerlere S8 ve S12 noktalarında, en yüksek değere S3 noktasında rastlanmıştır. pH değerleri 6,8-7,6 arasında farklılık gösterirken, değerlerin TS 266 standartlarına (6,5-9,2) uygun olduğu görülmüştür.

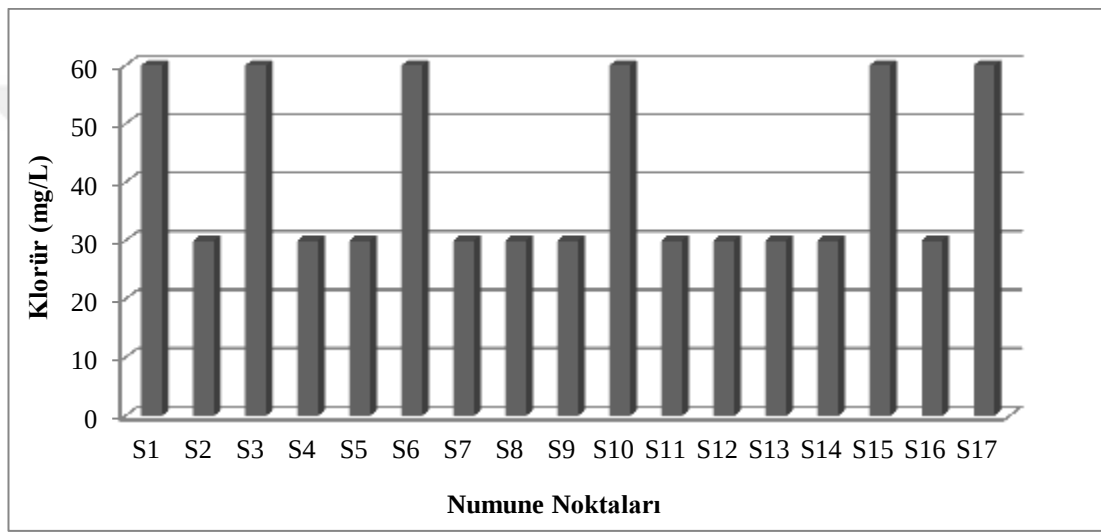


Şekil 5.27. Nisan ayı serbest klor değerlerinin noktalara göre dağılımı

Serbest klor miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.27.'de gösterilmiştir. En yüksek değere S5, S10, S16 ve S17 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda bakiye

klor miktarının TS 266 sınır değerlerinin üstünde olduğu görülmüştür. Bu durumun şebeke standartlarının sağlanması nedeniyle kullanılan yüksek klor miktarları nedeniyle oluştuğu düşünülmüştür.

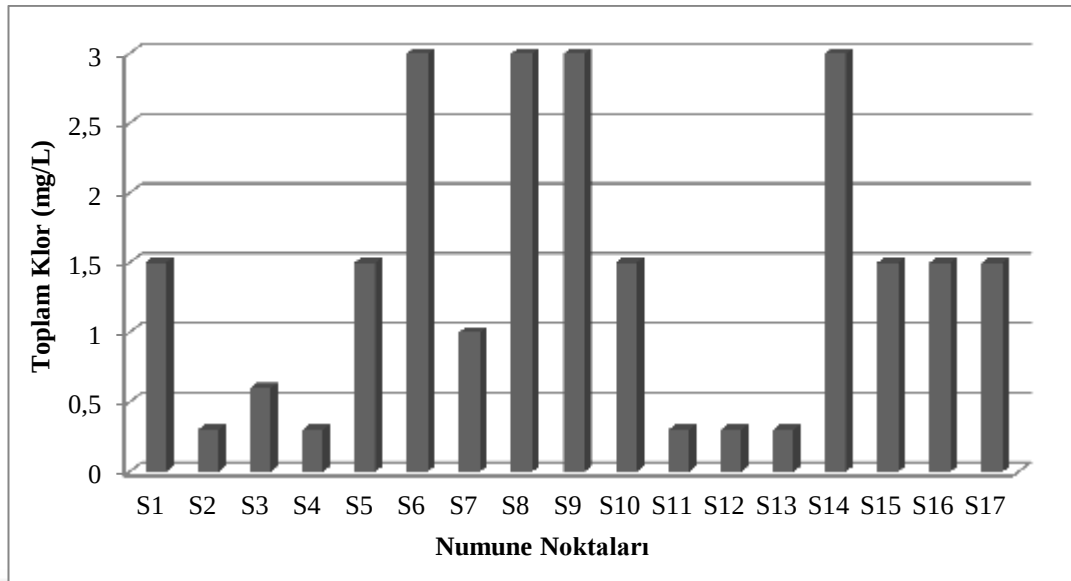
En düşük değerlere S2, S3, S14, S7, S11, S12 ve S13 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda sonuçların TS 266 alt sınır değeri olan 0,1 mg/L'ye yakın olduğu gözlenmiş olmakla birlikte şebeke standartlarını sağlamak için yeterli olduğu görülmüştür.



Şekil 5.28. Nisan ayı klorür değerlerinin noktalara göre dağılımı

Klorür miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.28.'de gösterilmiştir. Tüm noktalardan alınan örneklerde klorür değeri 30-60 mg/L arasında değişiklik göstermiştir.

TS 266 standartlarına göre kabul edilebilir maksimum klorür konsantrasyon değeri 600 mg/L olmakla birlikte tüm noktalarda klorür değerlerinin standart değerleri sağladığı belirlenmiştir.



Şekil 5.29. Nisan ayı toplam klor değerlerinin noktalara göre dağılımı

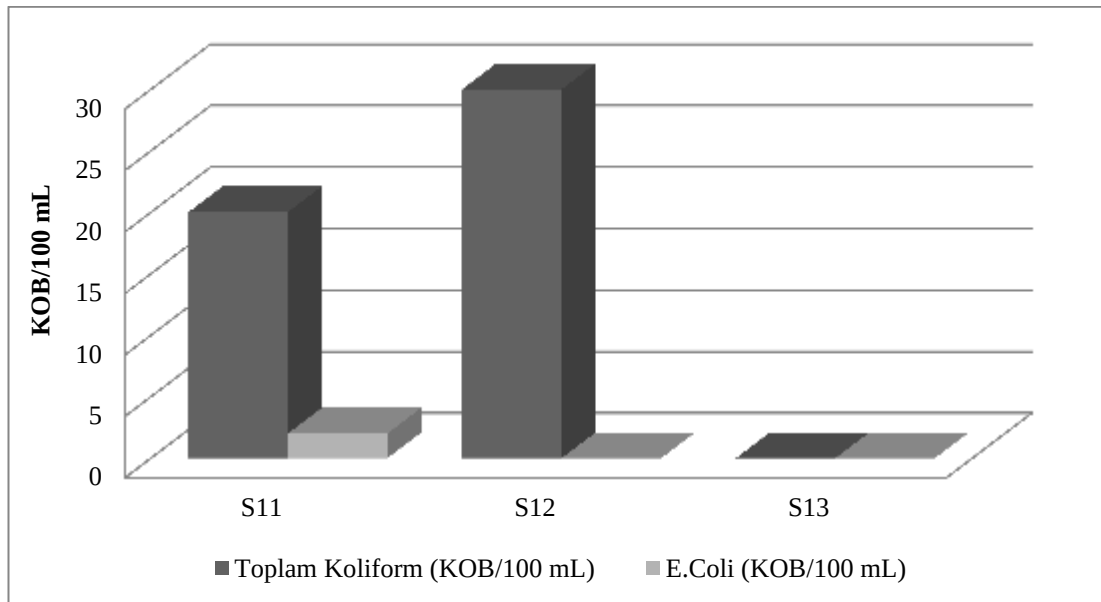
Toplam klor miktarlarının noktalara göre değişimi Şekil 5.29.'da gösterilmiştir. Nisan ayında en düşük toplam klor değerlerine S2, S4, S11, S12 ve S13 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda sonuçların TS 266 alt sınır değeri olan 0,1 mg/L'ye yakın olduğu gözlenmiş olmakla birlikte şebeke standartlarını sağlamak için yeterli olduğu görülmüştür.

En yüksek toplam klor değerlerine S6, S8, S9 ve S14 noktalarında rastlanmıştır. Bu noktalarda toplam klor miktarlarının TS 266 sınır değerlerinin üstünde olduğu bu durumun şebeke standartlarının sağlanması nedeniyle kullanılan yüksek klor miktarları nedeniyle olduğu düşünülmüştür.

Nisan ayı için mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 5.12.'de gösterilmiştir. Alınan numunelerden S11 ve S12 noktasında koliform bakteri ve E. coli tespit edilmiştir. Daha önce mikrobiyolojik kirlilik görülen 3 nokta ile birlikte tespit edilen koliform ve E. coli miktarları Şekil 5.30.'da gösterilmiştir.

Tablo 5.12. Nisan ayı mikrobiyolojik analiz sonuçları

Nokta	Toplam koliform (KOB/100 mL)	E. coli (KOB/100 mL)
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	20	2
S12	30	0
S13	-	-
S14	-	-
S15	-	-
S16	-	-
S17	-	-



Şekil 5.30. Nisan ayında tespit edilen koliform ve E. coli miktarları

Karasu ilçesinde alınan S11 ve S12 no'lu numunelerde toplamda 50 KOB/100 mL koliform bakteri ve 2 KOB/100 mL E. coli bakterisi varlığı belirlenmiştir. Bu iki noktada varlık gösteren mikrobiyolojik kirlilik sebebiyle kullanılan suların sağlıklı ve güvenilir sular olmadığı su kalitesinde sorunlar olduğu düşünülmüştür. Yine ilçede var olan kaynakların kullanılıyor olmasının kontamine bu sonuçlarda belirleyici olduğu düşünülmüştür.

Alınan diğer numunelerde analizi yapılan bakterilere rastlanmamıştır. Yapılan dezenfeksiyon işleminin yeterli olduğu ve halk sağlığı açısından bir tehlikenin bulunmadığı düşünülmüştür.



BÖLÜM 6. SONUÇ

Bu sonuçlara göre, pH değerleri 6,8-7,6 arasında farklılık gösterirken, değerlerin TS 266 standartlarına (6,5-9,2) uygun olduğu görülmüştür. Tüm noktalardan alınan örneklerde klorür değeri 30-60 mg/L arasında değişiklik göstermiştir. TS 266 standartlarına göre kabul edilebilir maksimum klorür konsantrasyon değeri 600 mg/L olmakla birlikte tüm noktalarda klorür değerlerinin standart değerleri sağladığı belirlenmiştir.

Bir çok noktada bakiye klor miktarının TS 266 sınır değerlerinin üstünde olduğu görülmüştür. Bu durumun şebeke standartlarının sağlanması nedeniyle kullanılan yüksek klor miktarları nedeniyle olduğu düşünülmüştür. Serbest klor miktarına diğer noktalarda birbirine yakın miktarlarda rastlanırken değerlerin TS 266 standardına göre şebeke standartlarını sağlamak için yeterli olduğu görülmüştür.

Birçok noktada toplam klor miktarlarının TS 266 sınır değerlerinin üstünde olduğu bu durumun şebeke standartlarının sağlanması nedeniyle kullanılan yüksek klor miktarları nedeniyle olduğu düşünülmüştür. S11, S12 ve S13 noktalarında sonuçların TS 266 alt sınır değeri olan 0,1 mg/L'ye yakın olduğu gözlenmiş olmakla birlikte şebeke standartlarını sağlamak için yeterli olduğu düşünülmüştür.

Çalışmamızda 102 numunenin 17'sinde (%15) koliform bakteri tespit edilmiş, 85'inde (%15) koliform bakteriye rastlanmamıştır. Koliform tespit edilen örneklerin 5'inde (%5) E. coli bakterisi tespit edilmiştir.

Numune alınan ilçeler açısından değerlendirme yapılırsa, Sakarya İli Adapazarı, Serdivan, Söğütlü ve Ferizli İlçelerinden alınan numunelerde içme sularının, ülkemiz

için öngörülen içme suyu standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir. Kullanılan dezenfeksiyon yönteminin ise yeterli olduğu tespit edilmiştir.

Adapazarı, Serdivan, Söğütlü ve Ferizli ilçelerinden alınan numunelerde, şebekede bulunması gereken bakiye klor miktarının yeterli olduğu gözlenmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre koliform bakteriye rastlanmamıştır. Yapılan dezenfeksiyon işleminin etkili olduğu ve şebeke sisteminde herhangi bir sorun olmadığı düşünülmüştür.

Kuzey kesimdeki Kaynarca İlçesinden alınan numunelerin bir kısmında mikrobiyolojik olarak bazı dönemlerde E. coli bakterisine rastlanmıştır. İnsan sağlığı için olumsuz durumlar oluşturabilecek olan bu durumun nedeni olarak, şebekeye sızıntı olabilme ihtimali üzerinde durulmuştur. Şebekenin eski olması veya inşasında yapılan hatalar nedeniyle şebeke sularına sızıntı olabilmektedir. Şebeke uzunluğu nedeniyle ara klorlama istasyonlarının kurulması, şebekeye bulaşma olmasını engellemek için sızdırmaz özellikte boruların kullanılması ve bakımlarının düzenli aralıklarla yapılması gerekmektedir.

Karasu ilçesinden alınan numunelerde yapılan analiz sonuçlarında görülen koliform bakteri ve E. coli bakterisi sebebi ile su kalitesinin düşük olduğu belirlenmiştir. İçme ve kullanma suyu olarak var olan kaynakların ve ihtiyaca göre derin kuyulardan (sondaj) temin edilen suların kullanıyor olmasının su kalitesi için sorun oluşturduğu ve toplum sağlığını tehdit ettiği düşünülmüştür.

Bölgede dezenfeksiyon işleminin ardından kullanılan şebeke sularının kaliteli ve sağlık açısından güvenilir olduğu fakat arıtım yapılmadan doğrudan kullanılan kaynak sularının sıkıntı yarattığı belirlenmiştir.

İçme ve kullanma sularında bulunan bu değerler göz ardı edilmemeli özellikle kuzey kesimdeki ilçelerde gerekli önlemler alınmalıdır. İlçede en kısa sürede güvenilir su temini sistemlerinin oluşturulması için yetkili kuruluşların, alt yapı çalışmalarını planlamaları ve belirli aralıklarla kontrollerini yapmaları sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Acehan, G. 2007. İçme sularının mikrobiyolojik kirlenme potansiyelinin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Alioğlu, S. 2006. İzmit Kenti içme suyu dağıtım şebekesindeki kirliliğin incelenmesi. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Anonim, 1991. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği: Numune alma ve analiz metotları tebliği. Resmi Gazete No:20748.
- Anonim, 1997. Sular-İçme ve Kullanma Suları, TS-266, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. 25730 sayılı Resmî Gazete, Ankara.
- Anonim, 2015. <http://www.ketsaritim.net/> Erişim Tarihi:05.07.2016.
- Anonim, 2016. Sakarya. Sakarya Valiliği, <http://www.sakarya-saski.gov.tr>, Erişim Tarihi:15.03.2016.
- Ashbolt, N. J. 2004. Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions. Toxicology, 198(1), 229-238.
- Ayyıldız, N. 1998. Samsun Kenti içme ve kullanma suyunun arıtma tesisi ve şebeke boyunca kalite değişiminin incelenmesi. On dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Çil, O. Ş. 2004. Aksaray Melendiz Çayı Ilısu-Kızılkaya sularının fiziko-kimyasal özellikleri ve çevresel etkilerin incelenmesi. Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Çoban, F. 2006a. Hazar Gölü su kalitesinin araştırılması. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Çoban, F. 2006b. Hazar Gölü su kalitesinin araştırılması. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.

- Dombaycı, K. 2009. Erzurum İli içme suyunun bazı fiziksel ve kimyasal kalite parametreleri bakımından izlenmesi ve değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Dunling, W. A. N. G., & FIESSEL, W. 2008. Evaluation of media for simultaneous enumeration of total coliform and *Escherichia coli* in drinking water supplies by membrane filtration techniques. *Journal of Environmental Sciences*, 20(3), 273-27.
- Kemiksiz, A. T. 1999. Bursa İli içme suyu şebekesinde mikrobiyolojik kalite ve *Yersinia enterocolitica*'nın araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Karadirek, İ. E. 2014. İçme suyu dağıtım şebekelerinde serbest bakiye klor konsantrasyonlarının deterministik ve veriye dayalı modelleme teknikleri kullanarak yönetimi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği, Doktora Tezi.
- Liu, J., Liu, Q., & Yang, H. 2015. Assessing water scarcity by simultaneously considering environmental flow requirements, water quantity, and water quality. *Ecological Indicators*, 60, 434-441.
- Nedachin, A. E., Artemova, T. Z., Dmitrieva, R. A., Doskina, T. V., Talaeva, I., Ivanova, L. V., ... & Anganova, E. V. 2004. [Problems of epidemic safety of drinking water use by the population of Russia]. *Gigiena i sanitariia*, (6), 14-18.
- Nemade, P. D., Kadam, A. M., & Shankar, H. S. 2009. Removal of iron, arsenic and coliform bacteria from water by novel constructed soil filter system. *Ecological Engineering*, 35(8), 1152-1157.
- Özdemir Doğan, F.A. 2003. Sivas İli içme sularının koliform bakteriler açısından incelenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Rice, E. W., Clark, R. M., & Johnson, C. H. 1999. Chlorine inactivation of *Escherichia coli* O157: H7. *Emerging Infectious Diseases*, 5(3), 461.
- Soller, J. Embrey, M. Tuhela, L. Ichida A, Rosen J. 2010. Risk-based evaluation of *Escherichia coli* monitoring data from undisinfected drinking water. *Journal of Environmental Management*, 91, 2329-2335.
- Sönmez, F. Y. 2015. Karmuç Çayı Su Kalitesinin İzlenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Yıldız, N. 1996. Şanlıurfa içme suyu sisteminin kalite kontrol parametreleri açısından incelenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.

WHO. 2011. Guidelines for drinking water quality, 4nd. ed. Malta, 15-30.



ÖZGEÇMİŞ

Eda Nihan Tanas, 06.06.1987’de Balıkesir’de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Balıkesir’de tamamladı. 2005 yılında Şehit Mehmet Gönenç Lisesi’nden mezun oldu. 2005 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nü 2009 yılında bitirdi. 2011 yılında Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans eğitimine başladı. Yüksek lisans eğitimine Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nde devam etti.