T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

ERZURUM İL MERKEZİNDEKİ İÇME VE KULLANMA SULARININ KİMYASAL, FİZİKSEL VE MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Özlem KOÇAK

Danışman
Doç. Dr. Ahmet GÜNER

Konya – 2007

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

ERZURUM İL MERKEZİNDEKİ İÇME VE KULLANMA SULARININ KİMYASAL, FİZİKSEL VE MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Özlem KOÇAK

Danışman
Doç. Dr. Ahmet GÜNER

Konya – 2007

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
SABE PROJE NO: 06202027

ERZURUM İL MERKEZİNDEKİ İÇME VE KULLANMA SULARININ KİMYASAL, FİZİKSEL VE MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özlem KOÇAK

Bu tez aşağıda isimleri yazılı tez jürisi tarafından 17/12/2007 günü sözlü olarak yapılan tez savunma sınavında oybirliği ile kabul edilmiştir.

(S.B.E. Yönetim Kurulu Karar Tarih ve No:…….)

Tez Jürisi: Jüri Başkanı : Prof. Dr. Suzan YALÇIN

Danışman : Doç. Dr. Ahmet GÜNER

Üye : Doç. Dr. Seyfullah HALİLOĞLU

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ 1
2. LİTERATÜR BİLGİ 3
2.1. YERYÜZÜNDEKİ SULARIN OLUŞUMU VE DAĞILIMI 3
2. 2. SAF SUYUN ÖZELLİKLERİ 3
2. 3. İÇME VE KULLANMA SULARININ SINIFLANDIRILMASI 5
2.4. SULARIN KİRLENME SEBEPLERİ 5
2. 5. SUYUN SAĞLIĞA UYGUNLUĞU YÖNÜNDEN İNCELENMESİ 7
2.5.1. Suyun Fiziksel Özellikleri 7
2.5.1.1. pH Değeri 8
2.5.1.2. Bulanıklık 9
2.5.2. Suyun Kimyasal Özellikleri 10
2.5.2.1. İnorganik Kalite Parametreleri 10
2.5.2.2. Organik madde 11
2.5.2.3. Suyun Sertliği 12
2.5.2.4. Serbest klor 14
2.5.2.5. Nitrit 15
2.5.2.6. Nitrat 15
2.5.2.7. Flor 17
2.5.2.8. Diğerleri 17
2.5.2.8.1. Kurşun 18
2.5.3. Suyun Mikrobiyolojik Özellikleri 19
2.5.3.1. Toplam Mezofilik Aerob Mikroorganizma 22
2.5.3.2. Koliform Bakteri 23
2.5.3.3. Fekal Koliform Bakteri 25
3. MATERYAL ve METOT 26
3.1. Materyal 26
3.2. Metot 27
3.2.1. Fiziksel Analizler 27
3.2.1.1. pH değerinin saptanması 27
3.2.1.2. Bulanıklılık ölçümü 27
3.2.2. Kimyasal Analizler 27
3.2.2.1. Sertlik tayini 27
3.2.2.2. Serbest klor miktarının tayini 27
3.2.2.3. Nitrit miktarının tayini 28
3.2.2.4. Nitrat miktarının tayini 28
3.2.2.5. Flor miktarının tayini 28
3.2.2.6. Kurşun miktarının tayini 28
3.2.3. Mikrobiyolojik Analizler 28
3.2.3.1. Toplam aerobik mezofilik mikroorganizma 28
3.2.3.2. Koliform bakterisi 28
3.2.3.3. Fekal koliform bakterisi 28
3.3. İstatistiksel Analizler 29
4. BULGULAR 30
4.1. Suyun Fiziksel Özellikleri 30
4.1.1. pH Değerleri 31
4.1.2. Bulanıklık Değerleri 31
4.2. Suyun Kimyasal Özellikleri 32
4.2.1. Sertlik Değerleri 34

4.2.2. Serbest Klor Miktarı 34
4.2.3. Nitrit Miktarı 34
4.2.4. Nitrat Miktarı 35
4.2.5. Flor Miktarı 35
4.2.6. Kurşun Miktarı 35
4.3. Suyun Mikrobiyolojik Özellikleri 36
4.3.1. Toplam Aerobik Mezofilik Mikroorganizma 36
4.3.2. Koliform Bakteri 37
4.3.3. Fekal Koliform Bakteri 37
5. TARTIŞMA ve SONUÇ 38
5.1. Suyun Fiziksel Özellikleri 38
5.1.1. pH Değerleri 38
5.1.2. Bulanıklık Değerleri 39
5.2. Suyun Kimyasal Özellikleri 40
5.2.1. Sertlik Değerleri 40
5.2.2. Serbest Klor Miktarı 40
5.2.3. Nitrit Miktarı 41
5.2.4. Nitrat Miktarı 42
5.2.5. Flor Miktarı 43
5.2.6. Kurşun Miktarı 43
5.3. Suyun Mikrobiyolojik Özellikler 44
5.3.1. Toplam Aerobik Mezofilik Mikroorganizma 44
5.3.2. Koliform Bakteri 46
5.3.3. Fekal Koliform Bakteri 47
6. ÖZET 49
7. SUMMARY 51
8. LİTERATÜR LİSTESİ 52
9. ÖZGEÇMİŞ 55
10. TEŞEKKÜR 56

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1. Suyun Kaynama Noktasının Basınç İle Değişimi 4

Tablo 2.2. Erzurum İli İçme ve Kullanma Sularının Fiziksel Analiz Raporu 8

Tablo 2.3. Erzurum İli İçme ve Kullanma Sularının Kimyasal Analiz Raporu 10

Tablo 2.4. Toplam Çözünmüş Katı Madde Derişimleri Açısından Suların Sınıflandırılması 11

Tablo 2.5. Sertlik Derecelerine Göre Sularda Sınıflandırma 13

Tablo 2.6. Sulardaki Bazı Kimyasal Parametreler 18

Tablo 2.7. İçme ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Değerler3 20

Tablo 2.8. İçme ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Değerleri (imlahanede) 20

Tablo 2.9. Kaynak Sularının Mikrobiyolojik Değerleri 21

Tablo 2.10. Erzurum İli İçme ve Kullanma Sularının Bakteriyolojik Analiz Raporu 25

Tablo 3.1. Su Numunelerinin Toplandığı Yerler ve Şebekeyi Besleyen Merkezler 26

Tablo 4.1. Su Numunelerinin pH ve Bulanıklılık Değerleri 30

Tablo 4.2. Farklı Depoların pH ve Bulanıklılık Değerleri Bakımından Karşılaştırılması 31

Tablo 4.3. Su Numunelerinin Kimyasal Analiz Bulguları 32

Tablo 4.4. Farklı Depoların Kimyasal Analiz Bulguları Bakımından Karşılaştırılması 33

Tablo 4.5. Su Numunelerinin Toplam Mezofilik Aerob Mikroorganizma Bulguları 36

Tablo 4.6. Farklı Depoların Toplam Mezofilik Aerob Mikroorganizma Bakımından Karşılaştırılması 36

1. GİRİŞ

Su yaşam için en zorunlu maddelerden birisidir. İnsan vücudunun çeşitli organ ve dokularının büyük bir oranı sudur. Çok katı ve sert gibi gözüken kemiklerin %25, kasların % 75-80, kanın % 91'inin su olması, besin maddelerinin su vasıtasıyla doku ve hücrelere nakledilmesi, hücreler içindeki metabolizma olaylarının su ortamında yapılması, metabolizma artıklarının su ile dışarı atılması, hormonların, salgıların çok büyük bir kısmının su olması, vücutta ısı düzenlenmesinin su ile sağlanması, suyun insan hayatındaki rolü ve önemini gösteren örneklerdir (Demirer 1995).

Doğada buharlaşarak havaya karışan su, havada buhar halindeyken doğal olarak temizdir. Fakat bu su yağmur, kar vs. halinde yeryüzüne düşerken hava tabakalarında bulunan gazları, tozları, dumanları, radyoaktif serpintileri ve mikropları alarak atmosferin kirlilik derecesine göre az veya çok kirlenir. Yeryüzünde akarken veya 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 bağlanır (Demirer 1995).

Su kirliliği, su ortamının dolayısıyla su kalitesinin bozulması demektir. Aynı zamanda suyun normal durumundan ne kadar uzaklaştığını, halk sağlığına ve ekolojik dengeye etkilerini belirtir. Suları kirleten sebepler arasında bazı patojen bakteriler ve virüsler fazla miktardaki metaller, bazı radyoaktif izotoplar, deterjanlar, koli basilleri, fosfor, azot ve sodyum gibi eksojen mineral maddeleri de içerir (Akman ve ark 2000).

Buraya kadar ifade edildiği şekilde; su hayat için ne kadar gerekli olsa da kirlenmesi de o kadar kolay olmaktadır. Su, değişik aşamalarda bulaşmış çeşitli 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 artık herkes tarafından bilinmektedir. Ayrıca içme ve kullanma, banyo ve plaj sularının poliyomyelit, epidemik hepatit, ve Weil hastalıklarının bulaşmasında oynadıkları rol son senelerde dikkati çekmektedir

Suda yüksek sayıda bakteri bulunması özellikle bebek ve çocuklarda enterik patojenlere yakalanma riskini oldukça artırmaktadır. Çocuklardaki bu yüksek riskin immunolojik, neurolojik ve digestif sistemlerin gelişmesinin devam etmesinden kaynaklanabileceği bildirilmektedir (Nwachuku ve Gerba 2004). Zayıf sanitasyon şartları enterik patojenlere maruz kalmada çok önemli olduğundan, içme suları gelişmekte olan bölgelerde mikrobiyel

patojenlerin önemli bir kaynağıdır. Hijyenik kalitesi düşük nitelikli sular yüzünden dünyada yaygın olarak başlıca bulaşıcı diyareden dolayı meydana gelen yılda 1.7 milyon ölüm vakasının %90'ı çocuklarda ve hemen hemen hepsi gelişmekte olan ülkelerdedir. *Helicobacter pylori* ve *Burkholderia pseudomallei* gibi tehlikeli çevresel patojenler bazı bölgeler için çok önemli olabilir

Suyun kalitesi, potansiyel kullanımın belirlenmesinde temel kuraldır. Günümüzde suyun başlıca kullanım yerleri tarım ve endüstri alanlarıyla evsel gereksinimlerdir. Evlerde kullanılan su, sağlığa zararlı olan pestisitleri, hastalık yapan ajanları ve ağır metal gibi maddeleri içermemeli, tadı ve kokusu güzel olmalı, ayrıca su tesisatlarına ve ev aletlerine zarar vermeyecek kimyasal özelliklere sahip olmalıdır (Akman ve Ark 2000).

Bu çalışmada Erzurum İl merkezindeki içme ve kullanma sularının bazı kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenerek halk sağlığı açısından öneminin vurgulanması amaçlandı.

2. LİTERATÜR BİLGİ

2.1. YERYÜZÜNDEKİ SULARIN OLUŞUMU VE DAĞILIMI

Su, doğada her üç fazda da (katı, sıvı ve gaz) bulunur. Su, tüm sıvılar içinde en yüksek yüzey gerilimine sahiptir. Bu özelliği, yağmur damlacıklarının oluşumu açısından önem taşımaktadır. Yine tüm sıvılar içinde suyun buharlaşma sıcaklığı en yüksektir. Su, amonyaktan sonra en yüksek erime sıcaklığına sahip olan bileşiktir. Yüksek özgül ısısıyla birlikte bu özellikler, suyu yeryüzündeki iklimsel farklılıkların belirleyici unsuru durumuna getirir (Uslu ve Türkman 1987).

Yeryüzündeki serbest su miktarı, dünyanın tüm yüzey alanı üzerinde ($510x10^6 km^2$) yeknesak olarak 2,700 m kalınlığında bir tabaka oluşturacak kadardır. Bu su sadece denizler üzerinde toplansaydı, su tabakanın derinliği 3,700 m olurdu. Bu açıdan bakıldığında, yeryüzündeki suyun tüm insanlığın gereksinimlerini karşılayacak kadar çok olduğu ve dolayısıyla tükenmez bir kaynak oluşturduğu düşünülebilir. Ancak yeryüzündeki toplam su miktarının %97,6'sı denizlerdeki tuzlu sulardır ve bu sular insanların gereksinimlerini karşılamak açısından uygun niteliklere sahip değildirler. Karalardaki toplam su miktarı yeryüzündeki suların %2,4'ünü oluşturmaktadır ($33,4 x10^6 km^3$) (Uslu ve Türkman 1987).

Karalardaki suyun yaklaşık %10'u kullanılabilir tatlı su potansiyelini oluşturmaktadır (3-4 milyon km^3). Bu miktar yeryüzündeki toplam su potansiyelinin %0,3'ü kadardır. Günümüzde insanlığın toplam su gereksinmesi yılda 5,500 km^3 olarak hesaplanmaktadır. Bu gereksinme miktarı yeryüzündeki tüm akarsularda bir anda bulunan suyun üç katı olmakla beraber, yeraltı suyu ile birlikte karşılanabileceği anlaşılmaktadır. Ancak tüm akarsuların taşıdığı yıllık 37,000 km^3'lük debi ile kıyaslandığında, bu gereksinmenin (5,500 km^3), devreden suyun %15'i olduğu görülmektedir. Bu sonuç gelecekte artacak olan su gereksinmesinin karşılanmasının giderek daha büyük boyutlarda sorunlar yaratacağını ortaya koymaktadır (Uslu ve Türkman 1987).

2. 2. SAF SUYUN ÖZELLİKLERİ

Saf su renksiz, kokusuz ve tatsız bir sıvıdır. Çok kalın tabakalar halinde ise suyun rengi gök mavisidir. Su, bulunduğu şartlara göre katı, sıvı ve gaz hallerinde bulunabilir. Herhangi bir sıcaklıkta su benzerlerinden daha yoğundur (Uslu ve Türkman 1987). Yoğunluğu sıcaklıkla ilgili olup +4°C de en fazladır. Sıcaklığı +4°C olan saf suyun 1 cm^3'ü 1g ağırlıktadır. Su, 760 mm basınç altında 0˚C'de donarak katı hale geçer ve buzu meydana

getirir. Buzun yoğunluğu 0,916' dır. 100°C' ki su buharının yoğunluğu ise 0,625 dir (Demirer 1995). Buz moleküllerinin hacmi (32.4×10^{-30} m^3) su moleküllerinin hacminden daha büyüktür. Böylece suyun 0°C'de donmadan önce 999.9kg/m^3 olan yoğunluğu, 0°C'nin hemen altındaki buz için 916.7 kg/m^3 olur. Buzun erime noktası ile basıncı arasında çok zayıf bir bağıntı vardır. Basınçtaki iki atmosferlik değişim erime noktasında 0.0075°C değişime sebep olur. Öte yandan suyun buharlaşma noktası büyük ölçüde basınca bağımlıdır. Bu bağımlılık Tablo 2.1'de gösterilmiştir (Uslu ve Türkman 1987).

Tablo 2.1. Suyun Kaynama Noktasının Basınç İle Değişimi

Basınç (mm/hg)	7.50	75.002	750.002	7500	165755.45
Kaynama noktası (°C)	7	46	100	180	374.2

Kimyasal formülü H_2O olan su, ağırlıkça %11.1 hidrojen ve %88.9 oksijenden meydana gelir. Bu iki elementin birbirleri ile olan reaksiyonu ekzotermiktir. Reaksiyon sonucu açığa çıkan ısı 242 MJ/Kmol'dur. Bir su molekülünün hacmi 29.7 x $10^{-30}m^3$'tür. Bir kilogram suda 33.6 x 10^{24} molekül bulunur (Uslu ve Türkman 1987). Yapısındaki hidrojen havadan 14.4 kere daha hafif, renksiz, kokusuz ve lezzetsiz bir gaz olup solgun bir alevle yanarak diğer bir ifadeyle oksijenle birleşerek su buharını, dolayısıyla suyu meydana getirir. Renksiz, kokusuz ve lezzetsiz bir gaz olan oksijen yavaş veya hızlı bütün yanmaları sağlar (Demirer 1995).

Su moleküllerinde iki hidrojen atomu aynı tarafta yer alarak bu tarafın pozitif yüklü oluşuna neden olur, oksijen atomu ise negatif yükle yüklüdür. Yüklerin bu şekilde dağılımı, suyu kuvvetli bir dipolar (iki kutuplu) molekül haline getirir. Su molekülleri birbirini çeker ve hidrojen bağları yardımı ile kümeleşme olur. Sudaki hidrojen bağları, suyun pek çok olağan dışı özelliklerinin sorumlusudur (Uslu ve Türkman 1987).

Yukarıda ifade edilen özelliklere sahip su, ne asit nede baz reaksiyon verir. Birçok organik ve inorganik maddelerin bazıları su içersinde erir. Bir suyun içinde erimiş maddeler ne kadar çok bulunursa donma derecesi o kadar düşer, kaynama derecesi de yükselir (Demirer 1995).

Su, birçok gazları da eritebilir. Mesela, havada bulunan azot, oksijen, karbondioksit v.s gibi gazlar yağmur sularında az veya çok miktarda bulunurlar. Gazların suda erimesi sıcaklıkla azalır, basınçla artar. Buna lityum, sodyum, potasyum ve sezyum gibi alkali madenlerle, kalsiyum, baryum ve radyum gibi toprak alkali madenler adi sıcaklıkta suyu parçalarlar. Suyun oksijenini alarak hidrojenini açıkta bırakırlar (Demirer 1995).

2. 3. İÇME VE KULLANMA SULARININ SINIFLANDIRILMASI

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005) içme ve kullanma amacıyla kullanılacak sular aşağıda belirtildiği şekilde sınıflandırılmıştır.

Bu Yönetmelik, kaynak suları, içme suları ve içme-kullanma suları ile ilgili hükümleri kapsamakta, doğal mineralli sular, kaplıca ve içmece suları ile tıbbi amaçlı suları kapsamamaktadır.

- İnsani Tüketim Amaçlı Su: Orijinal haliyle ya da işlendikten sonra, dağıtım ağı, tanker, şişe veya kaplar ile tüketime sunulan içme, pişirme, gıda hazırlama ya da diğer evsel amaçlar için kullanılan bütün sular ile suyun kalitesinin, gıda maddesinin nihai halinin sağlığa uygunluğunu etkilemeyeceği durumlar haricinde insani tüketim amaçlı ürünlerin veya gıda maddelerinin imalatında, işlenmesinde, saklanmasında veya pazarlanmasında kullanılan bütün suları,

- Kaynak Suyu: Jeolojik koşulları uygun jeolojik birimlerin içinde doğal olarak oluşan, bir veya daha fazla çıkış noktasından yer yüzüne kendiliğinden çıkan veya teknik usullerle çıkartılan ve bu Yönetmeliğin 36 ncı maddesinde izin verilenler dışında her hangi bir işleme tabi tutulmaksızın Ek-1' deki nitelikleri taşıyan, etiketleme gerekliliklerini karşılayan ve satış amacı ile ambalajlanarak piyasaya arz edilen yer altı sularını,

- İçme Suyu: Jeolojik koşulları uygun jeolojik birimlerin içinde doğal olarak oluşan, bir çıkış noktasından sürekli akan veya teknik usullerle çıkarılan ve Bakanlıkça uygun görülen dezenfeksiyon, filtrasyon, çöktürme, saflaştırma ve benzeri işlemler uygulanabilen ve parametre değerlerinin eksiltilmesi veya arttırılması suretiyle Ek-1'deki parametre değerleri elde edilen, etiketleme gerekliliklerini karşılayan ve satış amacı ile ambalajlanarak piyasaya arz edilen yeraltı sularını,

- İçme-Kullanma Suyu: Genel olarak içme, yemek yapma, temizlik ve diğer evsel amaçlar ile, gıda maddelerinin ve diğer insani tüketim amaçlı ürünlerin hazırlanması, işlenmesi, saklanması ve pazarlanması amacıyla kullanılan, orijinine bakılmaksızın, orijinal haliyle ya da arıtılmış olarak ister kaynağından isterse dağıtım ağından temin edilen ve Ek-1' deki parametre değerlerini sağlayan ve ticari amaçlı satışa arz edilmeyen suları kapsar.

2.4. SULARIN KİRLENME SEBEPLERİ

Su kirliliği, su ortamının dolayısıyla su kalitesinin bozulması demektir. Aynı zamanda suyun normal durumundan ne kadar uzaklaştığını, halk sağlığı ve çevre kirlenmesi üzerindeki etkilerini belirtir. Su kirleten sebepler arasında bazı patojen bakteriler ve virüsler, ağır

metaller, bazı radyoaktif izotoplar, deterjanlar, koli basilleri, fosfor, azot ve sodyum gibi eksojen mineral maddeleri de içerir (Akman ve ark 2000).

Doğada buharlaşarak havaya karışan su, havada buhar halindeyken doğal olarak temizdir. Fakat bu su yağmur, kar vs. halinde yeryüzüne düşerken hava tabakalarında bulunan gazları, tozları, dumanları, radyoaktif serpintileri ve mikroorganizmaları alarak atmosferin kirlilik derecesine göre az veya çok kirlenir. Yeryüzünde akarken veya derinliklere geçerken insan, hayvan ve bitki organik atıkları ile tarım, endüstri, kanalizasyon ve nükleer kirlilikleri de bünyesine alır. Sudan kaynaklanabilecek mikrobiyel risk, sudaki mevcut mikroorganizmaların cins ve miktarına göre degişir. Suya karışan mikroorganizmalar zaman geçtikçe virulanslarını kaybederler. Bir suyun bakteriyolojik yükü fazla olabilir, fakat bu durum insan sağlığı için mutlaka tehlikeli olmaz. Fakat uygulamada suya kontamine olmuş patojen mikroorganizmaların virulanslarını araştırmak söz konusu olmadığı için, bakteriyolojik bakımından kirli bulunan bir su temizlenmeden içilemez (Demirer 1995).

Bütün sularda organik veya inorganik birçok madde bulunabilir. İnorganik maddelerden ağır metallerin önemli bir kirletici grub oldukları bilinmektedir. Bunların toksik ve kanserojen etkileri olduğu gibi, canlı organizmalarda birikme eğilimi de söz konusudur. Krom, civa, kurşun, kadmiyum, mangan, kobalt, nikel, bakır ve çinko gibi metaller doğada genellikle sülfür, oksit, karbonat ve silikat mineralleri şeklinde bulunmaktadır. Bunların suda çözünürlükleri oldukça düşüktür. Mangan ve demir, ağır metaller arasında en zehirsiz metal sayılırlar. Litrede 0,5 mg demir ve mangan içeren içme sularında, mürekkep tat ve kokusu hissedilir (Topbaş ve ark 1998). Büyük endüstri çevresinden geçen sular, fenoller, kreozot diğerleri gibi kömür damıtılma ürünlerini alırlar. Bunlardan başka hava unsurları, serbest ve erimiş bir halde azot, oksijen, hidrojen v.s gibi gazlarda bulunur (Demirer 1995).

Sular organik maddeleri ya süspansiyon halinde veya erimiş halde bulundururlar. Süspansiyon halindeki maddelerin ekserisi yosun, mantarlar, birçok bitkisel ve hayvansal kaynaklı proteinler ve bunların parçalanma ürünleri muhtelif bakteriler, parazitler ve hatta daha gelişmiş bitkisel ve hayvansal organizmaların teşkil ettiği planktonlardır (Demirer 1995).

Suyun kalitesi, potansiyel kullanımın belirlenmesinde temel kuraldır. Günümüzde suyun başlıca kullanım yerleri tarım ve endüstri alanları ve evsel gereksinimlerdir. Evlerde kullanılan su, sağlığa zararlı olan pestisitleri, hastalık yapan ajanları ve ağır metal gibi maddeleri içermemeli, tadı ve kokusu güzel olmalı, ayrıca su tesisatlarına ve ev aletlerine zarar vermeyecek kimyasal özelliklere sahip olmalıdır (Akman ve Ark 2000).

Dünya Sağlık Örgütü yüzeysel sularda kirletici etki yapabilecek unsurların sınıflandırılmasını aşağıda olduğu şekilde bildirmiştir (Uslu ve Türkman 1987).

a) Bakteriler, virüsler ve diğer hastalık yapıcı canlılar
b) Organik maddelerden kaynaklanan kirlenme
c) Endüstri atıkları
d) Yağlar ve benzeri maddeler
e) Sentetik deterjanlar
f) Radyo aktif bulaşmalar
g) Pestisitler
h) Yapay organik kimyasal maddeler
i) İnorganik tuzlar
j) Yapay ve doğal tarımsal gübreler
k) Atık ısı (tek geçişli soğutma suyu sistemlerine sahip termik santraller)

2. 5. SUYUN SAĞLIĞA UYGUNLUĞU YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Bir suyun içilebilir yahut kullanılabilir olması için, bir takım özellikleri taşıması, diğer bir ifadeyle her yönüyle sağlık için uygun olması gereklidir (Demirer 1995).

Suyun sağlıklı olup olmadığının anlaşılabilmesi, suyun fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin incelenerek, taşıyabileceği zararlı etkenlerin tespiti ile mümkündür. Suyun sağlığa uygunluğu üç grup altında toplanan özelliklerinin incelenmesi sonucunda belirlenir.

1- Suyun fiziksel özelliklerinin incelenmesi
2- Suyun kimyasal özelliklerinin incelenmesi
3- Suyun bakteriyolojik özelliklerinin incelenmesi.

2.5.1. Suyun Fiziksel Özellikleri

Erzurum Su ve Kanalizasyon İdaresince 21 Kasım 2007 tarihinde internet sayfasında içme ve kullanma sularının fiziksel özellikleri Tablo 2.2'de gösterildiği şekildedir (Anonim 2007).

Tablo 2.2. Erzurum İli İçme ve Kullanma Sularının Fiziksel Analiz Raporu

Suyun Cinsi	İçme ve Kullanma Suyu
Suyun Adı	Çamlık Çeşme
Renk Görünüş	0,18 Pt / Co
Koku Tat	Kendine Has
Tortu	Yok
pH	7,51
Sonuç	Analiz yapılan suyun TS 266 ya göre uygun olduğunu bildirir rapordur

2.5.1.1. pH Değeri

Suyun pH'sı, suda kalsiyum bikarbonat ve alkali tuzlar bulunursa alkali, fazla karbondioksit varsa asit reaksiyon gösterir. Suyun fazla alkali olması kokuşmanın varlığını gösterir. Asiditesi karbondioksitten başka asitlerden oluşan suların da korrozif özellikleri vardır. Suyun pH'sı nötr veya hafif alkali olmalıdır. Kaynak sularında pH 7,0-8,5, içme ve kullanma sularında pH 6,5-9,2 sınırları içinde olmalıdır (Demirer 1995).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte (Resmi Gazete, 2005), sulardaki pH'nın "≥6,5 ve ≤9,5 pH birimleri arasında olması ve suyun aşındırıcı olmaması gerektiği, ayrıca şişelere ya da kaplara konulan suların pH değerinin minimum 4,5 olması" gerektiği bildirilmektedir. Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO, 2006)'da suların pH değerinin 6,5-8,5 arasında olması gerektiğini bildirmiştir.

Bilgin (2003) Niğde İli içme suyu şebekesinin farklı noktalarından aldığı su numunelerinde pH değerlerini Nisan ayında 7,83, Temmuz ayında 6,53 olarak tespit etmiştir.

Can (2000) Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularının pH değerini 8,39 – 7,53, çeşme sularında ise 8,24 – 7,51 aralıklarında saptamış ve kuyu suları ile çeşme suları arasında pH değeri bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıkların bulunduğunu bildirmiştir.

Yalçın ve ark (1989) Konya il merkezindeki suların pH değerini 6,95-8,48 arasında saptamışlardır.

Esen (1990) Samsun içme sularında Mayıs-Aralık aylarında incelediği su numunelerinde pH değerini 7,10-8,55 arasında tespit etmiştir.

Yıldız (1996) Şanlı Urfa içme suyu depolarında, suyun pH değerlerini 6,52-8,78 arasında tespit etmiştir. Araştırmacı elde edilen değerlerin Avrupa Topluluğu, WHO ve TS

266 standartlarına uygun olduğunu, pH değerlerinin yazın yükselip sonbaharda 8 değerine eriştiğini kış ve ilkbahar aylarında ise 6,5-7 seviyesinde seyrettiğini bildirmiştir.

Kanca (1995) Trabzon içme sularında pH değerini su kaynağında (ham su) 8,14-8,50 ve temiz suda (arıtılmış su) 7,33-7,89 arasında saptamış ve arıtma esnasında yapılan pH ayarlamasından dolayı temiz suyun (arıtılmış su) pH değerinin ham suya göre düştüğünü bildirmiştir.

Kahraman (2007), Konya Garnizonundaki içme ve kullanma sularının pH değerini kuyulardan temin edilen sularda ortalama 7,24, şehir şebekesinden temin edilenlerde 7,20 olarak belirlemiş ve kuyu suları ile şehir şebeke suları arasında önemli bir faklılığın tespit edilmediğini bildirmiştir.

2.5.1.2. Bulanıklık

İçme ve kullanma sularının berrak olması, su hijyeni yönünden önemlidir. Suyun bulanıklığı, içerdiği kolloidal haldeki organik ve inorganik maddelerden ileri gelir. Organik maddeler, arasında patojen mikroorganizmaları da bulundurabileceğinden dolayı bulanık sular daima şüpheli olarak kabul edilmelidir. Önceden bir temizleme işlemine maruz kalsa da, bulanık suların içilmemesi, işletme ve ev işlerinde kullanılmaması gerekir. Borularda tortu bırakmaları dolayısıyla endüstride kullanılması da sakınca yaratır (Demirer 1995).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005), sulardaki bulanıklık "tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişimin olmadığı ve yüzeysel suyun arıtılması durumunda, arıtmadan sonra sudaki bulanıklığın 0,1 NTU (Nephelometrik bulanıklık üniteleri) değerinin aşılmaması" gerektiği bildirilmektedir.

Bilgin (2003), Niğde İli içme suyu şebekesinin farklı noktalarından aldığı su numunelerinde bulanıklılık değerini 0,02 ile 0,21 NTU aralıklarında tespit etmiştir. Araştırmacı tespit ettiği değerlerin TSE İçme Suyu Standardına uygun olduğunu ve suların önce depolarda toplanması ve daha sonra şebekeye verilmesinin bulanıklılığı azaltıcı bir neden olduğunu ileri sürmüştür.

Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularında bulanıklılık değerini 1,62 – 0,86, çeşme sularında ise 1,09 – 0,276 aralıklarında saptamış ve kuyu suları ile çeşme suları arasında bulanıklılık bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıkların bulunduğunu bildirmiştir. Araştırmacı elde edilen bulanıklılık değeri bakımından incelenen su numunelerinin TSE standardına ve Sağlık Bakanlığı tarafından çıkartılan Doğal Kaynak ve İçme Suları Yönetmeliği'ne uygun olduğunu bildirmiştir.

Kanca (1995), Trabzon içme su kaynağında (ham su) bulanıklılık değerlerinin kış aylarında 2-800 NTU, yaz aylarında ise 2-1300 NTU arasında değiştiğini gözlemlemiştir.

Araştırmacı temiz su (arıtılmuş su) numunelerindeki bulanıklılık değerlerinin standart değerlerin çok altında olduğunu bildirmiştir.

Kahraman (2007), Konya Garnizonundaki içme ve kullanma sularının bulanıklılık değerini kuyulardan temin edilen sularda ortalama 0,27 NTU, şehir şebekesinden temin edilenlerde 0,20 NTU olarak belirlemiştir. Araştırmacı, kuyu sularındaki bulanıklılık değerlerinin şehir şebeke suyundan önemli düzeyde yüksek olduğunu saptamıştır.

2.5.2. Suyun Kimyasal Özellikleri

İçme ve kullanma sularının kimyasal kalitesinin uygunluğu; erimiş gazlar (özellikle CO_2 ve O_2), sertlik derecesi, organik maddeler, amonyak, nitrat, nitrit, klorür, deterjan bulunup bulunmadığı ve miktarları dikkate alınarak belirlenir. Gerektiğinde demir, kurşun ve çinkonun yanı sıra pestisidler ve radyoaktif serpintilerin kontaminasyonu da araştırılır (Demirer 1995).

Erzurum Su ve Kanalizasyon İdaresi'nin internet sayfasından 21 Kasım 2007 tarihnide alınan kimyasal su analiz raporlarına göre (Tablo 2.3) analizi yapılan suyun TS 266'ya uygun olduğu bildirilmiştir (Anonim 2007).

Tablo 2.3. Erzurum İli İçme ve Kullanma Sularının Kimyasal Analiz Raporu

Suyun Cinsi	İçme ve Kullanma Suyu
Suyun Adı	Çamlık Çeşme
Sertlik	7,2 f
Toplam Organik Madde	2,08 mg/lt
Nitrit (NO2)	Yok
Klorür (C1)	78,12 mg/lt
Amonyak	Yok
Nitrat (NO3)	29,127 mg/lt
Sonuç	Analiz yapılan suyun TS 266 ya göre uygun olduğunu bildirir rapordur

2.5.2.1. İnorganik Kalite Parametreleri

Suyun mineral bileşiminin saptanmasında en önemli parametre, sudaki toplam çözünmüş katı madde derişimi (tuzluluk) olmaktadır. Toplam çözünmüş katı madde derişimi bir su örneğinde önce filtrasyonla askıdaki maddelerin ayrılması ve bunu takiben filtreden geçen suyun 103°C'de bir saat buharlaşma sonucunda kalan katı maddenin tartılmasıyla elde edilir. Uluslar arası uygulamalarda bu parametreye benzer TDS (total dissolved solids) adıyla tanımlanan bir parametre daha kullanılmaktadır. Ancak TDS, filtrelenmiş su örneğinin

180°C'de kurutulması sonucunda elde edilmektedir. Bu işlem sırasında bikarbonatların derişimi, karbondioksit kayıpları nedeniyle yarı yarıya azalmakta ve dolayısıyla adı geçen iki parametre farklı sonuçlar vermektedir. Yukarıda anlatılan yöntemlerle kurutulmuş olan örneğin 550°C'de işlem görmesi sonucunda kalıntıdaki organik maddeler yanmakta ve geriye kalan katı madde suyun toplam mineral içeriğini vermektedir. TDS'nin 300 ile 500 g/m3 gibi düşük olduğu sularda zararlı maddelerin bulunma olasılığının küçük olması beklenir.

Çeşitli nitelikteki suların belirlenmesinde Tablo 2.4'de verilen tanımlar uluslar arası düzeyde kullanılmaktadır (Uslu ve Türkman 1987).

Tablo 2.4. Toplam Çözünmüş Katı Madde Derişimleri Açısından Suların Sınıflandırılması

Suyun cinsi	Toplam çözünmüş katı madde (g/m3)
Tatlı sular	0-1,000
Acı sular	1,000-10,000
Tuzlu sular	10,000-100,000
Deniz suyu	100,000 den fazla

Bilgin (2003), Niğde İli içme suyu şebekesinin farklı noktalarından aldığı su numunelerinde toplam çözünmüş madde miktarını Nisan ayında 149 mg/lt, Haziran ayında 87 mg/lt düzeylerinde tespit etmiştir.

2.5.2.2. Organik madde

Genel olarak organik maddeler sulara bitkilerden, insan ve hayvanlarda olmak üzere çeşitli kaynaklardan karışabilir. Bitkisel kaynaklı organik maddeler zararlı olmadıklarından önemsizdirler. Hijyen yönünden tehlikeli olan, insan ve hayvanlar tarafından suya bulaştırılan organik maddelerdir.

Sularda organik maddelerin sağlık üzerine doğrudan doğruya bir zararı yoktur. Ancak bu maddelerin ve özellikle kaynağı hayvansal olanların suya geldikleri kaynaktan mikroplarında girebilmesi, diğer taraftan da fazla organik madde içeren sularda mikropların daha çok veya çabuk gelişebilmeleri endişesi, bunların varlığına ve miktarına önem verdirmektedir. Ayrıca bu organik maddeler dezenfeksiyon maddeleriyle birleşerek sağlık açısından zararlı bileşiklerin oluşumuna sebep olur.

Yüzeysel sulardaki organik madde taneciklerinin bir kısmı tabana çökelerek dip çamuru oluştururken, diğer bir kısmı fiziksel parçalanma ve biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda

kolloidal ve moleküler düzeyde çözünmüş organik maddeye dönüşür. Çözünmüş hale dönüşen organik maddenin su kalitesine çok fazla olumsuz etkisi vardır. Dolayısıyla suyun kullanım değeri önemli ölçüde düşer. Bu organik maddelerden kaynaklanan koku ve tat bileşikleri, içme ve kullanma amacıyla sudan yararlanmayı büyük ölçüde sınırlar (Uslu ve Türkman 1987). Ortamdaki mevcut olan mikroorganizmaların organik kirlilik parçalanmasında rol oynaması nedeniyle parçalanabilir organik madde konsantrasyonu ve mikroorganizma sayısı arasında orantılı bir oksijen tüketimi olduğu düşünülerek organik madde toplam miktarı tayin yöntemi geliştirilmiştir. Kimyasal oksijen ihtiyacı 3,5 mg O_2/lt den fazla organik madde içeren sular kirlidir (Demirer 1995). Suda organik madde miktarının artmasına bağlı olarak aerobik mikroorganizmaların yerine oksijensiz ortamda yaşamlarını sürdürebilen anaerobik mikroorganizmalar da sudaki organik maddeleri tüketerek pis kokulu metan, hidrojen sülfür ve amonyak gibi gazları ortaya çıkarırlar. Suların anaerobik duruma geçmesi söz konusu olmasa bile, organik madde derişiminin yüksekliği, su kalitesi açısından her zaman için olumsuz bir göstergedir (Uslu ve Türkman 1987).

Bilgin (2003), Niğde İli içme suyu şebekesinin farklı noktalarından aldığı su numunelerinde organik madde miktarını 0,2 mg/l ile 0,9 mg/l aralıklarında tespit etmiştir.

Esen (1990), Samsun içme sularında Mayıs-Aralık aylarında incelediği su numunelerinde organik madde miktarını 0,03-0,23 mg/l arasında tespit etmiştir. Araştırmacı Mayıs ayında bir düşme fakat Eylül-Aralık ayları arasında yağışlara bağlı olarak önemli değişiklikler gözlemlendiğini bildirmiştir.

Kanca (1995), Trabzon içme sularında organik madde miktarını suyun kaynağında (ham su) 0,38 mg/l- 1,98 mg/l ve temiz suda (arıtılmış su) 0,13 mg/l-0,49 mg/l arasında saptamış ve bulunan değerlerin standartların altında olduğunu bildirmiştir.

2.5.2.3. Suyun Sertliği

Genel olarak suyun sertliği, kalsiyum seviyesi olarak kabul edilmesine rağmen, içerdikleri erimiş kalsiyum ve magnezyum tuzlarından ileri gelmektedir. Bunlar topraktan suya geçer. Sular, erimiş halde bulunan kalsiyum ve magnezyumu, bikarbonat, sülfat, klorür ve ayrıca az miktarda nitrat tuzları halinde içerirler. Özellikle kalsiyum bikarbonat ve kalsiyum sülfat suyun sertliğinde önemli rol oynar. Tüm inorganik tuzlar suda çözünürler. Sıcaklık artışı bazı tuzların çözünürlüğünü azaltır. Alçak rakımlı bölgelerde tuz derişimi zeminle temas yüzeyi büyük olduğundan yüksektir. Su da en sık bulunanlar kalsiyum, magnezyum, sodyum karbonat, sülfat ve klorürlerdir. Sularda erimiş halde bulunan kalsiyum ve magnezyum bikarbonat tuzları, sular kaynatıldığında erimeyen karbonatlar halinde çöktüğünden bunların oluşturduğu sertlik “geçici sertlik”, diğer tuzların oluşturduğu sertliğe

de “kalıcı sertlik” denir. Çünkü bu tuzların oluşturduğu sertlik suları kaynatmakla geçmez. Bahsedilen tüm tuzlardan ileri gelen sertlik ise “toplam sertlik” adını alır. Özellikle kalsiyum ve magnezyumun sülfat tuzları kalıcı sertlik nedenidir. Kalsiyum ve magnezyum bikarbonat tuzları ise geçici sertlik oluşturur. Geçici sertliği oluşturan bikarbonat tuzları su ısı işlemine tabii tutulduğunda,

$Ca(HCO_3)_2$----------> $CaCO_3 + CO_2 + H_2O$

$Mg(HCO_3)_2$----------> $MgCO_3 + CO_2 + H_2O$

şeklinde ayrışırlar. Karbonatlar çöker, oluşan veya suda önceden erimiş halde bulunan serbest karbondioksit uçar. Suyun kalıcı sertliği genellikle toprak alkali maddelerin sülfatlarından ve klorürlerinden ileri gelen sertliklerdir. Bu tür sertlik ısıtılmakla giderilmemesine karşılık sülfatlardan kaynaklanan kalıcı sertlik ise sodyum karbonatla giderilir.

$CaSO_4 + Na_2CO_3$ ----------> $Na_2SO_4 + CaCO_3$

Suların sertlik derecesi Fransız, İngiliz, Alman, Amerikan ve minival sertlik derecesi olarak değişik şekillerde belirtilir. Türkiye de Fransız sertlik derecesi kullanılmaktadır.

Bir Fransız sertlik derecesi 10 mg $CaCO_3$ /l veya 8.4 mg $MgCO_3$ 'a

Bir İngiliz sertlik derecesi 14.3 mg $CaCO_3$ /l veya 2.0 mg $MgCO_3$ ’a

Bir Alman sertlik derecesi 10 mg $CaCO_3$ /l veya 7.1 mg $MgCO_3$ 'a

Bir Amerikan sertlik derecesi 1 mg $CaCO_3$ /l veya 0.8 mg $MgCO_3$’a

Bir Minival sertlik derecesi 50 mg Ca CO_3 /l veya 42 mg Mg CO_3 'a

Suların sertlik derecelerine göre farklı ülkelerde uygulanan kıstaslar farklılık arz etmektedir. (Tablo 2.5) (Demirer 1995).

Tablo 2.5. Sertlik Derecelerine Göre Sularda Sınıflandırma

Suyun niteliği	Fransız sertlik derecesi	Alman sertlik derecesi	İngiliz sertlik derecesi
Çok yumuşak	0-7	0-4	0-5
Yumuşak	7-14	4-8	5-10
Hafif sert	14-22	8-12	10-15
Sert	22-32	12-18	15-22
Çok sert	32-54	18-30	22-35
Çok aşırı sert	>54	>30	>35

Suyun sertliğinin fazlasının yahut azılığının sağlığa zararlı olabileceği hakkında kesin bir sınır belirlenememiştir. Fakat saf su ayarında yumuşak suların, vasat sert sulara oranla, sağlık için elverişsiz oldukları muhakkaktır. Fazla sert suların mideye ağır gelmesi ve sindirimlerinin tatlı sulara nazaran daha güç olması sebebiyle yaklaşık bir sınır olarak içme

sularının toplam sertliklerinin 30 Fransız derecesini (°f) ve kalıcı sertliklerinin de 12'yi geçmemesi önerilmektedir (Demirer 1995).

Bilgin (2003), Niğde İli içme suyu şebekesinin farklı noktalarından aldığı su numunelerinde sertlik değerini 12,3 ile 16,8 °f arasında derecelerinde tespit etmiştir.

Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularının toplam sertlik değerini 3,40-12,0 °f, çeşme sularında ise 8,21-10,53 °f arasında saptamış ve kuyu suları ile çeşme suları arasında toplam sertlik bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıkların bulunduğunu bildirmiştir.

Yalçın ve ark (1989) Konya il merkezindeki suların sertlik değerini numunelerin % 66'sında 18-50 °f, %34'ünde 50 °f'in üzerinde saptamışlardır.

Esen (1990), Samsun içme sularında Mayıs-Aralık aylarında incelediği su numunelerinde sertlik değerini 17-72,5 °f arasında tespit etmiştir.

Yıldız (1996), Şanlı Urfa içme suyu depolarındaki suyun sertlik derecesini 17,5-22,5 °f arasında belirlemiştir.

Kanca (1995), Trabzon içme sularında sertlik değerini su kaynağında (ham su) 9,0-16,6 °f ve temiz suda (arıtılmış su) 10,0-16,0 °f arasında saptamıştır.

Kahraman (2007), Konya Garnizonundaki içme ve kullanma sularının sertlik değerini kuyulardan temin edilen sularda ortalama 32,40 °f, şehir şebekesinden temin edilenlerde 30.48 °f olarak belirlemiştir. Araştırmacı, kuyu suları ile şehir şebeke sularının sertlik değerleri bakımından önemli bir farklılık arz etmediğini bildirmiştir.

2.5.2.4. Serbest klor

Suda, organik ve inorganik maddelerin absorbsiyonundan okside veya klorüre olmak üzere kalan ve suların dezenfeksiyonunda esas rol oynayan miktarına serbest klor denir. Serbest klorun miktarı suyun koku, lezzet ve kemiricilik niteliğinde etkili olur ve fazla miktarda serbest klor içeren sular; klor kokarlar, içimleri zordur ve klorun fazlalığı oranında kemiricidirler (Demirer 1995).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005), içme-kullanma sularının dezenfeksiyonunda klor kullanılması halinde şebekenin en uç noktalarından alınan numunelerde maksimum klor miktarı 0,5 mg/l olarak bildirilmiştir.

Kemiksiz (1999), Bursa İli içme suyu şebekesinde incelediği 122 su numunesinden sadece 5 tanesinde olması gereken kalıntı klor miktarının belirlendiğini, diğerlerinde ise 0,2 mg/l'nin altında olduğu için saptanamadığını bildirmiştir.

Kanca (1995), Trabzon içme sularında klor miktarını temiz suda (arıtılmış su) 0,40 mg/l-0,90 mg/l arasında saptamıştır.

Çalık (2005), Diyarbakır kent merkezindeki içme suyu şebekesinin su kalitesini konutların depolarına girişinden ve depoların çıkışından numuneler alarak analiz etmiştir. Araştırmacı, incelenen numunelerin bakiye klor miktarını depoların girişinde (şebeke suyu) %33'ünde 0,19 ppm altında, depo çıkışında %65'inde 0,19 ppm'in altında saptamıştır.

2.5.2.5. Nitrit

Organik maddelerin parçalanması sonucu oluşan amonyağın, inorganik bileşiklere dönüşmesi sırasındaki ilk oksidasyon safhasında oluşur. Nitritlerin varlığı kuyulara veya kaynaklara dışkı suyunun sızması işaretidir (Demirer 1995).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005) sulardaki nitritin "0,50 mg/l değerini aşmaması ve kullanılmış su arıtma işleminden sonra 0,1 mg/l değerinde " olması gerektiği bildirilmektedir.

Büyükyörük (1995), Ankara Bölgesi Askeri birliklerdeki kuyu sularının 16'sında, çeşme sularının 22'sinde nitrit tespit edilmediğini bildirmiştir. Araştırmacı nitrit tespit edilen 9 kuyuda en düşük miktarı 0,01 mg/l, en yüksek miktarı 0,1 mg/l, nitrit tespit edilen 3 çeşme suyunda miktarları 0,01 mg/l, 0,013 mg/l ve 0,02 mg/ olarak saptamıştır.

Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu suları ile çeşme sularından numunelerini hiçbirisinde nitrit tespit edilmediğini dolayısıyla incelenen su numunelerinin hepsinin TSE standardına ve Sağlık Bakanlığı tarafından çıkartılan Doğal Kaynak ve İçme Suları Yönetmeliği'ne uygun olduğunu bildirmiştir.

Yalçın ve ark (1989) Konya il merkezindeki içme ve kullanma sularının %86'sında nitrit tespit edilmediğini bildirmişlerdir.

Esen (1990), Samsun içme sularında Mayıs-Aralık aylarında incelediği su numunelerinde nitrit miktarını 0,018-0,88 mg/l arasında tespit etmiştir.

2.5.2.6. Nitrat

Nitrat, parçalanmış organik maddelerin azotlarının oksidasyonu ile meydana gelen tamamen mineralize olmuş ve kirlilik bakımından belirli bir miktara kadar zararsız kabul edilen ürünlerdir. Derin olmayan yeraltı sularında litrede 1 mg kadar bulunabilirler. Fakat çok derin yeraltı sularında da fazla miktarda (500-1000mg/l) bulunduğu saptanmıştır. Yetişkinler için zararsız olduğu kabul edilmektedir. Fakat araştırmalarla 20 mg/l 'den fazla nitrat içeren sularla hazırlanan mamalarla beslenen 6 aylığa kadar bebeklerde siyanozla ortaya çıkan methaemoglobinemi'ye neden olduğu saptanmıştır. Çünkü altı aylığa kadar olan bebeklerde mide pH'sı 4.9'un üstündedir. Bu pH derecesinde midede nitratları nitrite indirgeyen bakteriler kolayca üreyebilir ve nitratları nitrite dönüştürebilir. Böylece kana karışan nitritler

hemoglobin'e bağlanarak okside olmasını engeller. Sonuçta metheamoglobinemi denilen ve siyanozla kendini gösteren zehirlenme ortaya çıkar (Demirer 1995).

İçme sularıyla vücuda alınan nitrat, barsak kanalında 4-12 saat içinde absorbe olur ve böbrekler aracılığı ile vücuttan atılır. Bu mekanizmanın yanı sıra yetişkinlerde de vücuda giren nitratlar, tükrük bezlerinde konsantre olabilir ve ağızda anaerobik ortamlarda nitrite indirgenirler.

Bu mekanizmalar sonucunda nitratın toksikolojik etkilerini üç aşamada incelemek mümkündür.

- Primer toksisite **:** İçme sularında nitrat derişimleri 500 g NO_3^- / m^3 değerini aşması halinde yetişkinlerde bağırsak, sindirim ve idrar sisteminde iltihaplanmalar görülmektedir.
- Sekonder toksisite**:** İçme sularındaki yüksek nitrat derişimleri bebeklerde methaemoglobinaemia hastalığa neden olmaktadır.
- Tersiyer toksisite**:** Tersiyer toksisite nitritlerin asit ortamında sekonder ve tersiyer aminler, alkil amonyum bazlar ve amidlerle reaksiyona girmeleri sonucunda ortaya çıkar. Bunun sonucunda nitrosaminler ve nitrosamidler oluşur. Son yıllarda yapılan araştırmalarla bu bileşiklerin (özellikle dimetilnitrosamin ve dietilnitrosamin) kuvvetli kanserojen etkileri saptanmıştır (Uslu ve Türkman 1987).

Zaki ve ark (2004), ratlara 5 ay boyunca 150 ve 500 mg miktarındaki nitrat uygulamasının serum troid T_3 hormon seviyesinde önemli bir azalmaya, nitrat dozuna bağlı olarak troid bezinin ağırlığında artışa sebep olduğunu tespit etmişler ve nitratın içme sularında fazla bulunmasının troid bezinde morfolojik ve fonksiyonel değişiklere sebep olduğunu ve nitratın quatırojenik (guatır oluşturan) bir faktör olarak düşünülebileceğini bildirmişlerdir (Zaki ve ark 2004).

Ogur ve ark (2005), yüksek düzeyde (>200 mg/l) nitrat alınmasının fare karaciğerinde histopatolojik ve fonksiyonel değişiklere neden olduğu bildirmişlerdir. Parslow ve ark (1997) içme sularındaki nitratın yüksek seviyelerde bulunmasıyla juvenil diyabetin görülme sıklığı arasında ilişki olduğunu belirlemişler ve içme sularındaki nitratın pankreas için zehirli olabilen birçok kimyasalın ön maddesi olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

European Communite Drinking Water Dairektor 80/778/EEC'de göre nitratın içme sularındaki maksimum miktarı 50 mg/l olarak açıklanmış ve nitratın 25 mg/l'nin üzerine çıkmaması önerilmiştir. İngiltere'de içme sularındaki kabul edilen 50 mg/l nitrat seviyesi dikkate alındığında, diyetle toplam günlük nitrat alımının %50'sinden fazlasının içme sularından kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Parslow ve ark 1997).

Yönetmelikte (Resmi Gazete, 2005), sulardaki nitratın "50 mg/l değerini aşmaması" gerektiği belirtilmektedir.

Bilgin (2003), Niğde İli içme suyu şebekesinin farklı noktalarından aldığı su numunelerinde nitrat miktarlarını 5,59 ile 13,63 mg/l arasında belirlemiştir.

Yalçın ve ark (1989) Konya il merkezindeki içme ve kullanma sularından inceledikleri numunelerin %16'sında nitrat bulunmadığını bildirmişlerdir.

Büyükyörük (1995), Ankara Bölgesi Askeri birliklerin kuyu sularında ortalama nitrat miktarını 27,83 mg/l, çeşme sularında 12,41 mg/l olarak saptamıştır. Araştırmacı kuyu sularının çeşme sularının iki katı kadar nitrat içerdiğini ve farkın istatistiksel olarak önem arz ettiğini bildirmiştir.

2.5.2.7. Flor

Vücudun gereksinimi olan florun esas kaynağı içme sularıdır. Sularda flor bulunması ve florun konsantrasyonu, geçtikleri toprakların bileşimine bağlı bulunmaktadır. Bu bakımdan insanın günlük flor gereksiniminin karşılanması için suların içermesi gerekli flor konsantrasyonu 0,8-1 mg/l olmalı veya bu miktara göre ayarlanma yolunda işlemler yapılmalıdır (Demirer 1995).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte (Resmi Gazete, 2005), sulardaki florun "1,5 mg/l değerini aşmaması" gerektiği bildirilmektedir.

Esen (1990), Samsun içme sularında Mayıs-Aralık aylarında incelediği su numunelerinde florür miktarını 0,01-1,10mg/l arasında tespit etmiştir. Mayıs ve Haziran aylarında yükselme, Kasım ve Aralık aylarında biraz düşme saptandığını, genelde florür miktarının TS 266'da tavsiye edilen sınırların altında olduğunu bildirmiştir.

2.5.2.8. Diğerleri

Yukarıda belirtilen kimyasal maddeler suyun çıktığı topraktan kaynaklanabilen ve suların birçoğunda sıklıkla rastlanan maddelerdir. Bu kimyasal maddelerin yanı sıra sularda sanayi kuruluşlarının yan ürünleri, endüstriyel atıklar, tarımsal kaynaklı kirlenmeler, radyoaktif serpintiler ve temizlik maddelerinin sulara kontaminasyonun yanı sıra dezenfeksiyon yan ürünlerinin sulardaki varlığı insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sebep olabilmektedir. Bu kimyasallar ve sularda izin verilen maksimum sınırları Tablo 2.6'da gösterilmiştir (Resmi Gazete, 2005).

Tablo 2.6. Sulardaki Bazı Kimyasal Parametreler

Parametre	Parametrik değer	Birim	Notlar
Akrilamid	0.1	µg/l	Not 1
Antimon	5	µg/l	
Arsenik	10	µg/l	
Benzen	0,1	µg/l	
Benzo (a) piren	0,010	µg/l	
Bor	1	µg/l	
Bromat	10 (içme-kullanma suları için 31 aralık 2007 yılına kadar 25 µg/l uygulanır)	µg/l	Not 2
Kadmiyum	5	µg/l	Not 3
Krom	50	µg/l	
Bakır	2	µg/l	
Siyanür	50	µg/l	
1,2 dikloretan	3	µg/l	
Epikloridin	0,1	µg/l	Not 1
Kurşun	10 (içme-kullanma suları için 31 aralık 2012 tarihine kadar 25 µg/l olarak uygulanır)	µg/l	Notlar 3 ve 4
Civa	1	µg/l	
Nikel	20	µg/l	Not 3
Pestisitler	0,1	µg/l	Notlar 6-7
Toplam pestisitler	0,5	µg/l	Notlar 6-8
Polisiklik aromatic hidrokarbonlar	0,1	µg/l	Belli bileşiklerin konsantrasyon toplamı: not 9
Selenyum	10	µg/l	
Tetrakloreten ve trikloreten	10	µg/l	Belli parametrelerin konsantrasyon toplamı
Trihalometanlar-toplam	100 (içme-kullanma suları için 31 aralık 2012 tarihine kadar 150 µg/l olarak uygulanır)	µg/l	Belli bileşiklerin konsantrasyon toplamı not 10
Vinil klorür	0,5	µg/l	Not 1

2.5.2.8.1. Kurşun

Çevresel kirlilikten kaynaklanan kurşuna uzun süreli düşük dozlarda maruz kalmanın böbrek, hemopoetik ve sinir sisteminde uzun süre zararlı olduğu bilinmektedir. Fertmann ve ark (2004), 5 µg/l'den fazla kurşun bulunan musluk suyu tüketen bireylerin kan kurşun seviyelerinin ortalama 31 µg/l, kurşun içermeyen musluk suyu tüketen bireylerin ise kan kurşun seviyelerinin 24 µg/l düzeylerinde olduğu ifade edilmiştir. Araştırmacılar, musluk sularındaki kurşun seviyesi ile kan kurşun seviyeleri arasında pozitif bir korelasyon bulunduğunu ileri sürmüşlerdir.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005), "içme-kullanma için 31 Aralık 2012 tarihine kadar 25µg/l" olarak izin verilmiştir. Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO, 2006), sularda izin verilen maksimum kurşun miktarını 0.01mg/l olarak bildirmiştir.

Atılgan (1992), ev musluk sularında sabah alınan ilk örneklerde incelenen numunelerin %10'unun 0,28-2,0µg/l'dan az %50'sinin 2,1-5,0 µg/l'dan aralıklarında kurşun içerdiğini, akşam alınan numunelerin %66,7'sinin 0,28-2,0 µg/l, %33'ünün 2,1-5,0 µg/l aralıklarında kurşun içerdiğini tespit etmiştir. Araştırmacı, ev musluk sularının boruda beklemiş olanların ortalama 6,77 µg/l kurşun içerikleri ile su rezervlerinin 3,5-6,5 katı miktarlarda kurşun içerdiklerini fakat İstanbul içme sularında sabah açılan musluktan ilk yarım saatte akan suların yiyecek ve içeceklerde kullanılmaması şartı ile kurşun kirlilği riski bulunmadığını ileri sürmüştür.

Sürmeli (1996), Trakyanın bazı yörelerinden içilen sulardaki kurşun miktarını ortalama 0,187 ppm olarak tespit etmiştir. Araştırmacı tüm yörelerde belirlenen kurşun miktarlarının tavsiye edilen limitler ile uyum içersinde olduğunu bildirmiştir.

Kahraman (2007), Konya Garnizonundaki içme ve kullanma sularının kurşun değerini kuyulardan temin edilen sularda ortalama 0,0044 mg/l, şehir şebekesinden temin edilenlerde 0,0045 mg/l olarak belirlemiştir. Araştırmacı, kuyu suları ile şehir şebekesi sularında kurşun miktarları arasında önemli bir farkın olmadığını bildirmiştir.

2.5.3. Suyun Mikrobiyolojik Özellikleri

Bir suyun kullanılmaya ve içilmeye elverişli olup olmadığı kararının verilebilmesi için fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra mikrobiyolojik profilinin de mutlaka bilinmesi gerekir. Türkiye'de sağlık alanında kayıtların ve bildirim sisteminin yeterli olmamasından dolayı su kaynaklı hastalıklarla ilgili veri sayısı oldukça az sayıdadır.

Sularda bulunabilen ve insan sağlığı açısından zararlı mikroorganizmalar arasında patojen bakteriler, virüsler ve parazitler gelmektedir. İçme suyu, fekal-oral enfeksiyon zincirinin en önemli halkasıdır. Suda bulunan mikroorganizmaları üç grupta toplayabiliriz (Demirer 1995).

a- Suda doğal olarak bulunan mikroorganizmalar: *Spirillum, Vibrio, Pseudomanas Achromobacter, Chromobacter* türleri ile *Micrococcus* ve *Sarcina*'nın bazı türleri. Bu bakterilerin optimum üreme sıcaklıkları 25°C'nin altındadır.

b- Toprak kökenli mikroorganizmalar: Suyun toprak tabakalarından geçmesi sırasında ya da yağmurla toprağın yıkanması sonucu suya karışırlar. Bunlar; *Bacillus, Streptomyces* ve *Enterobacteriaceae*'nın saprofit üyeleridir. Bunlarında optimum üreme sıcaklıkları 25°C veya daha düşüktür.

c- İnsan ve hayvan kökenli mikroorganizmalar: Başlıcaları; *Esherichia coli, Streptococcus faecalis, Clostridium perfringens* ve diğer bağırsak patojenleridir (Demirer 1995).

Su kaynaklarının hijyenik açıdan güvenilir olabilmesi için suyun fekal kirlenmeye maruz kalıp kalmadığının belirlenmesi gereklidir. Bu amaçla bazı prosedürler geliştirilmiş olup, bunların çoğu indikatör mikroorganizmanın varlığının belirlenmesine dayanır. Ancak, son yıllarda, patojen bakteriler ve virüslerin tayini için daha iyi teknik ve prosedürler geliştirilmiştir. Bunların yardımıyla, bazı durumlarda, özellikle sıcak iklim koşullarında, patojenlerin varlığı, indikatör mikroorganizmaların bulunmadığı durumlarda dahi gösterilmiştir. Benzer sonuçlar klorlama sonucunda da elde edilmiştir. Bulunan bu sonuçlar, suların incelenmesinde kullanılan metotlar ve anlayışın uluslararası olmadığına işaret etmektedir. Buna karşın fekal kirlenmenin belirlenmesinde kullanılan alışılagelmiş yöntemler, suyun bakteriyolojik yönden emniyetli olup olmadığını gösteren temel kıstaslar olup, bu yöntemlerin uygulanmasıyla su kaynaklı salgın hastalıkların baş göstermemesi; indikatör mikroorganizmaların aranmasının kullanılabilirliğinin en önemli göstergesidir (Uslu ve Türkman 1987). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005) çeşitli sular için bildirilen mikrobiyolojik kriterler Tablo 2.7, 2.8 ve 2.9'da belirtilmektedir.

Tablo 2.7. İçme ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Değerleri

Parametre	Parametrik değer sayı/100 ml
Escherichia coli	0/100ml
Enterokok	0/100ml
Koliform bakteri	0/100ml

Tablo 2.8. İçme ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Değerleri (imlahanede)

Parametre	Parametrik değer sayı/1ml
Escherichia coli	0/250ml
Enterokok	0/250ml
Koliform bakteri	0/250ml
Pseudomonas aeruginosa	0/250ml
Fekal koliform bakteri	0/250ml
Salmonella	0/100ml
Clostridium perfiringens	0/50ml
Patojen staphylococlar	0/100ml
22ºC'de koloni sayısı	100/ml
37ºC'de koloni sayısı	20/ml
Parazitler	0/100ml
Diğer mikroskobik canlılar	0/100ml

Tablo 2.9. Kaynak Sularının Mikrobiyolojik Değerleri

Parametre	Parametrik değer sayı/1ml
Escherichia coli	0/250ml
Enterokok	0/250ml
Koliform bakteri	0/250ml
Pseudomonas aeruginosa	0/250ml
Fekal koliform bakteri	0/250ml
Patojen mikroorganizmalar	0/100ml
Anaerop sporlu sülfat redükte eden bakteriler	0/50ml
Patojen staphylococlar	0/100ml
22ºC'de 72 saatte agar-agar veya agar- jelatin karışımında koloni sayısı	20/ml
37ºC'de 24 saatte agar-agar karışımından koloni sayısı	5/ml
Ambalajlanmış sularda ambalajlandıktan sonra maksimum: (numune, ambalajlanmayı takiben 12 saat içerisinde alınmak ve bu süre içerisinde 4ºC'de ± 1ºC'de saklanmış olmak kaydıyla):	
22ºC'de 72 saatte agar-agar veya agar- jelatin karışımında koloni sayısı	100/ml
37ºC'de 24 saatte agar-agar karışımından koloni sayısı	20/ml
Parazitler	0/100ml
Diğer mikroskobik canlılar	0/100ml

Suda yüksek sayıda bakteri bulunması özellikle bebek ve çocuklarda enterik patojenlere yakalanma riskini oldukça artırmaktadır. Çocuklardaki bu yüksek riskin immunolojik, neurolojik ve digestif sistemlerin gelişmesinin devam etmesinden kaynaklanabileceği bildirilmektedir (Nwachuku ve Gerba 2004). Zayıf sanitasyon şartları enterik patojenlere maruz kalmada çok önemli olduğundan, gelişmekte olan bölgelerde mikrobiyel patojenlerin önemli kaynaklarından birisi içme sularıdır. Hijyenik kalitesi düşük sular yüzünden dünyada, başlıca bulaşıcı diyareden dolayı, meydana gelen yılda 1.7 milyon ölüm vakasının %90'ı çocuklarda ve hemen hemen hepsi gelişmekte olan ülkelerdedir. *Helicobacter pylori* ve *Burkholderia pseudomallei* gibi tehlikeli çevresel patojenler bazı bölgeler için çok önemli olabilir (Ashbolt 2004) ve *H. pylori* ile kontamine olan suları suların içilmesi ve kullanılması *H. pylori* infeksiyonuna neden olur (Ulrike ve ark 2004).

Ayrıca zehirli dinaflegellates'lerin alınmasıyla, saxitoksinlerin tüketimi sonucu hayvan ve insanlarda zehirlenme ve ölümler tespit edilmiştir. Saxitoksin terimi Avustralya'da farklı sularda *Cyanobacter* tarafından üretilen paralytic shellfish poisons'lerin (PSP) durumunu belirtmek için kullanılmıştır. (Orr ve ark 2004). Toksin üreten *Cyanobacter* içme suyu kaynağı olarak kullanılan yüzey sularında ve doğada bulunmaktadır (Hoeger ve ark 2004; Orr ve ark 2004). *Cyanobacter* (mavi-yeşil alg) eski taze marina sularda veya çevresindeki

toprağın doğal habitatında bulunmaktadır. *Cyanobacter*'lerin ürettiği toksinler; nörotoksinler, irritanlar, sitotoksinler ve gastrointestinal olmak üzere dört grupta toplanmaktadır (Geoffrey ve ark 2005). İnsanlar *Cyanobacter* toksinlerine sindirim ve deri yolu ile maruz kalmaktadırlar (Hoeger ve ark 2004). İçme sularında *Cyanobacter* toksinlerini arındırmak amacıyla geleneksel filtrasyon ve fluktasyon işlemleri uygulanmaktadır. Fakat bu işlemler sularda çözünmemiş mikrosistinleri uzaklaştırmada yetersiz kalmaktadır. *Cyanobacter* toksinlerinin (dc-STX, C toksin ve GTX) olumsuz etkileri ancak ozon ve hidrojen peroksit kombinasyonları ile başarılı bir şekilde giderilmektedir (Hoeger ve ark 2004; Orr ve ark 2004).

2.5.3.1. Toplam mezofilik aerob mikroorganizma

Standart plate count olarak bilinen toplam mezofilik aerob mikroorganizma, günümüzde heterotrophic plak sayısı olarak adlandırılmakta ve suyun işlenmesi ve dağtımı sırasında değişikleri ölçmek amacıyla aerobik ve fakültatif anaerobik canlı bakterilerin kültüre edilmesi sonrası sayılmasıyla belirlenir. Şebeke suyunda bu bakterilerin varlığında, borularda biofilm tabakaları meydana gelir.

Heterotrophic bakteri terimi, organik besinleri kullanabilen bakterileri içermektedir. Bu bakteriler doğada tüm sularda, yiyeceklerde, toprakta ve havada bulunmaktadır. Heterotropic bakteriler birincil ve ikincil patojen olarak kabul edilen bazı bakterilerin yanı sıra koliform gibi (*Esherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*) indikatör bakterileri de içermektedir. Sulardaki bu bakteriler Standart for the Examination of Water and Wasterwater'a (Su ve Atık Suların Muayenesi Standardı) göre HPC olarak gruplandırılmıştır (Martin ve ark 2004). Dünyadaki içme sularının kalite özelliklerinde HPC bakteri sayısında izin verilen limitler 100-500 kob/ml arasındadır. Çoğu kez patojenik olarak içme sularında izole edilen bakteri türleri *Aeromonas, Acinotebacter, Auroebacter, Bacillus, Chyryseobacterium, Corynebacterium, Klebsiella, Moraxella, Pseudomonas, Staphylococcus* ve *Vibrio*'dur (Pavlov ve ark 2004).

Pepper ve ark (2004) dağıtım sisteminden tüketicinin musluğuna kadar genel heterotropik canlı (HPC) bakteri sayısının belirgin bir şekilde arttığını göstermiştir. Araştırmacılar bundan dolayı tüketici tarafından ortalama olarak alınan bakterinin önemli kaynağı dağıtım sistemleri ya da su kaynaklarından ziyade, ev muslukları yada ev dağıtım sistemlerinin içindeki bakterilerinden kaynaklandığını ve dolayısıyla tüketicilerin ev musluklarını içme suyu olarak kullanmaları neticesinde düzenli olarak 500 adet/µl'den daha fazla HPC bakteri aldığını bildirmektedirler.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete 2005) şebeke suyu için toplam mezofilik aerobik mikroorganizma hakkında herhangi bir sayı

belirtilmezken, şebekeye verilmeden önce imlahanedeki sular ve ambalajlanmış kaynak suları için için 22ºC'de koloni sayısı 100/ml, 37ºC'de koloni sayısı 20/ml olarak bildirilmiştir.

Kemiksiz (1999), Bursa İli içme suyu şebekesinde aerobik heterotrofik bakteri sayısını $0.8x10^1$ ile $1x03x10^3$ arasında tespit etmiştir. Araştırmacı incelediği numunelerin %12,4'ünün aerobik heterotrofik bakteri sayısı bakımından Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne uymadığını bildirmiştir.

Yalçın ve ark (1989) Konya il merkezindeki içme ve kullanma sularında genel canlı mikroorganizma sayısını ortalama 667 kob/ml olarak saptamışlardır.

Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularının ortalama topam canlı bakteri sayısını 85,333 – 14,333, çeşme sularında ise 36 – 11,666 arasında saptamış ve kuyu suları ile çeşme suları arasında toplam canlı bakteri sayısı bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıkların bulunduğunu bildirmiştir. Araştırmacı, incelenen su numunelerinin, toplam canlı bakteri sayısı bakımından, TSE Standardına ve Sağlık Bakanlığı tarafından çıkartılan Doğal Kaynak ve İçme Suları Yönetmeliği'ne uygun olduğunu bildirmiştir.

Altınkum (1996), incelediği 90 istasayon suyu örneğinde toplam bakteri sayısının 3/ml-7,200/ml arasında değiştiğini, mililitrede 500'ün altında üreyen örnek sayısını 70 (%78) olarak, 90 pet şişe örneğinde toplam bakteri sayısını 0/ml-990/ml arasında değiştiğini, mililitrede 500'ün altında üreyen örnek sayısını 87 (%96,7) olarak bildirmiştir. Galon suyu örneklerinde 0/ml-6,280/ml arasında, cam şişelerde ise 0/ml-6,280/ml arasında toplam bakteri ürediğini galonların %85'inde, cam şişelerin ise %60'ında 500/ml'den daha az bakteri ürediğini belirlemiştir.

2.5.3.2. Koliform bakteri

Su kaynaklarının hijyenik açıdan güvenilir olabilmesi için suyun fekal kirlenmeye maruz kalıp kalmadığının belirlenmesi gereklidir. Bu amaçla bazı prosedürler geliştirilmiş olup, bunların çoğu indikatör mikroorganizmanın varlığının belirlenmesine dayanır.

Kuşçuoğlu (1997), Tokat İl merkezindeki şebeke sularından incelediği numunelerin % 19.45'ünde koliform bakterisi tespit etmiştir. Araştırmacı il merkezinde kullanılan suların koliform bakteri bakımından ilçe merkezlerine göre daha iyi durumda olduğunu bildirmiştir.

Yılmaz (2001), İstanbul İli şebeke suyundan inceledikleri numunelerin %94'ünün içilebilir özellikte olduğunu, numunelerin yalnızca dördünde koliform bakterisi tespit edildiğini ifade etmiştir. Araştırmacı incelediği 135 adet polikarbonat kaplardaki kaynak suyu numunesinin sadece %36'sının bakteriyolojik yönden uygun olduğunu ve %64'ünde koliform

bakterisi tespit edildiğini, buna karşın pet şişe sularının hiçbirisinde koliform bakterisi belirlenmediğini bildirmiştir.

Bilgin (2003), Niğde İli içme suyu şebekesinin farklı noktalarından aldığı su numunelerinin hiçbirisinde koliform bakterisi tespit edilmediğini bildirmiştir.

Alim (1995), Sivas İl merkezinde sulardan aldığı numunelerin %83'ünde koliform bakteri tespit edilmediğini bildirmiştir. Araştırmacı, İl merkezinde şebeke sularında incelenen örneklerin %16,9'unda koliform bakterisi bulunduğunu, bu oranın ilçe merkezinde %36,5 olduğunu bildirmiştir.

Kemiksiz (1999), Bursa İli içme suyu şebekesinden topladıkları numunelerin %15,7'sinin koliform sayısı bakımından Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne uygunluk göstermediğini bildirmiştir.

Yalçın ve ark (1989) Konya il merkezindeki içme ve kullanma sularının %75'inde koliform mikroorganizmaya rastlanmadığını bildirmişlerdir.

Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularından incelediği 45 adet çeşme suyu numunesinini yalnızca üç tanesinde koliform bakterisi tespit ettiklerini, koliform bakteri sayısı bakımından incelenen su numunelerinin TSE Standardına ve Sağlık Bakanlığı tarafından çıkartılan Doğal Kaynak ve İçme Suları Yönetmeliği'ne uygun olduğunu bildirmiştir.

Altınkum (1996), incelediği 90 istasyon suyu örneğinde koliform bakteri sayısının en muhtemel sayı olarak 0-1,100/100ml arasında değiştiğini, örneklerin % 27'sinde koliform bakteri tespit edildiğini bildirmiştir. Araştırmacı incelediği 90 pet şişe örneğinin hiçbirisinde koliform bakteri tespit edemezken, galon suyu örneklerinin %32,5'inde, cam şişelerin ise %22'sinde koliform bakteri tespit etmiştir.

Şimşekli (1988), Bursa İl merkezindeki incelediği 248 çeşme suyunun 39 tanesi (%15,7), 13 şebeke suyunun 1 tanesini (%7,6), 28 kuyu suyunun 8 tanesini (%28,6), Bursa yöresinden elde ettiği 128 çeşme suyunun 23 tanesini (%12,9), 5 şebeke suyunun 1 tanesini (%20), 21 kuyu suyunun 6 tanesini (%3,4) koliform bakteri yönünden kirli olarak değerlendirmiştir.

Çalık (2005), Diyarbakır kent merkezindeki içme suyu şebekesinin su kalitesini, konutların depolarına girişteki şebeke suyundan ve depoların çıkışından numuneler alarak analiz etmiştir. Araştırmacı, incelenen numunelerin koliform bakteri sayısını depoların girişinde (şebeke suyu) bakiye klor miktarı 0,19 ppm altında olan numunelerin % %98,5'inde, 0,2-0,5ppm aralığında olan numunelerin %29,1'inde koliform bakterisi ürediğini bildirmiştir. Araştırmacı depo çıkış suyunda koliform bakteri üreyen numune oranını, bakiye klor miktarı

0,19ppm'in altında olan depolarda %69,2, 0,20-5ppm aralığında olan depolarda ise ise %20 olarak bildirmiştir.

Erzurum Su ve Kanalizasyon İdaresi'nin internet sayfasından 21 Kasım 2007 tarihinde alınan mikrobiyolojik su analiz raporlarına göre (Tablo 2.10) koliform grubu bakteri görülmediğine dair bir sonuç elde edildiği görülmektedir (Anonim 2007).

Tablo 2.10. Erzurum İli İçme ve Kullanma Sularının Bakteriyolojik Analiz Raporu

Suyun Cinsi	İçme ve Kullanma Suyu
Suyun Adı	Şehitler Mah. Afet Evler
Sonuç	Analiz yapılan su numunesinin 100 ml sinde Koliform grubu bakteri görülmemiştir

2.5.3.3. Fekal koliform bakteri

Su numunelerinde *E. coli*'nin yokluğunda diğer koliform organizmalar var olabilir. Koliform bakterisi, *E. coli* hariç, çürüyen bitkilerden ve topraktan ileri gelen bulaşmalar şeklinde olabilir. Su numunelerinde *E. coli*'nin bulunması insan ve/veya hayvan kaynaklı bir kontaminasyonu gösterir (Tekinşen, 1976).

Alim (1995), Sivas İl merkezindeki şebeke sularından incelenen örneklerin %6,4'ünde fekal koliform bakterisi bulunduğunu, bu oranın ilçe merkezinde %15.5 olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı koliform pozitif su numunelerinde *E. coli* bulunma oranını il merkezinde %58,8, ilçe merkezinde ise %69 olarak tespit etmiştir.

Kemiksiz (1999), Bursa İli içme suyu şebekesinin farklı noktalarından topladığı 122 su numunesinin yalnızca 1 tanesinde fekal koliform üremesi olduğunu bildirmiştir.

Altınkum (1996), incelediği 90 istasyon suyu örneğinin 24'ünde koliform bakterisi tespit edildiğini, bu numunelerin 8 tanesinde de fekal koliform üremesi olduğunu, 90 pet şişe örneğinin hiçbirisinde koliform bakteri ve dolayısıyla fekal koliform saptanmadığını, 40 galon suyu örneğinin 2 tanesinde 50 cam şişe suyu numunesinin 4'ünde fekal koliform bakterisi tespit edildiğini bildirmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Araştırmada, Erzurum şehir merkezinde su dağıtım şebekesinin değişik noktalarından tesadüfî olarak seçilmiş ev, halk çeşmeleri, marketler, gıda işletmeleri ve resmi kurumlardan toplanan 70 su numunesi araştırma materyalini oluşturdu (Tablo 3.1). Kimyasal amaçlı numune alımında, H_2SO_4 çözeltisi ile yıkanmış ve bidistile sudan geçirildikten sonra kurutulmuş cam şişeler kullanıldı. Numuneler 2007 yılı Haziran ve Temmuz ayları içersinde, saat 12 ile 17 arasında toplandı.

Mikrobiyolojik numune alımında 500ml hacimli kapaklı cam şişeler H_2SO_4ile yıkanıp bidistile sudan geçirildikten sonra kuru sterilizasyona tabi tutuldu. Numune alınacak çeşmeler, alımdan önce 5 dakika süreyle akıtıldı, sonra muslukların ağzı alevden geçirildi daha sonra musluğun soğutulması amacıyla su bir süre tekrar akıtılıp cam kavaonozlar boşluk kalmayacak şekilde aseptik olarak doldurulduldu (Tekinşen 1976).

Tablo 3.1. Su Numunelerinin Toplandığı Yerler ve Şehir Su Şebekesini Besleyen Merkezler

No	Numune Alım Noktaları	Suyun Geldiği Kaynaklar
1	Kapalı mesken	Özel kuyu
2	Çeşme	Belediye'ye ait kuyu
3	Kapalı mesken	Özel kuyu
4	Kapalı mesken	Özel kuyu
5	Kapalı mesken	Özel kuyu
6	Çeşme	Belediye'ye ait kuyu
7	Çeşme	Belediye'ye ait kuyu
8	Kapalı mesken	Belediye'ye ait kuyu
9	Çeşme	Belediye'ye ait kuyu
10	Çeşme	1 no'lu su deposu
11	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
12	Çeşme	1 no'lu su deposu
13	Çeşme	1 no'lu su deposu
14	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
15	Çeşme	1 no'lu su deposu
16	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
17	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
18	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
19	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
20	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
21	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
22	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
23	Kapalı mesken	2 no'lu su deposu
24	Kapalı mesken	2 no'lu su deposu
25	Kapalı mesken	2 no'lu su deposu
26	Çeşme	2 no'lu su deposu
27	Çeşme	2 no'lu su deposu
28	Kapalı mesken	3 no'lu su deposu
29	Çeşme	3 no'lu su deposu
30	Çeşme	3 no'lu su deposu
31	Çeşme	3 no'lu su deposu
32	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
33	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
34	Kapalı mesken	3 no'lu su deposu
35	Kapalı mesken	3 no'lu su deposu
36	Çeşme	3 no'lu su deposu
37	Çeşme	3 no'lu su deposu

Tablo 3.1. Devamı

No	Numune Alım Noktaları	Suyun Geldiği Kaynaklar
38	Kapalı mesken	3 no'lu su deposu
39	Kapalı mesken	3 no'lu su deposu
40	Kapalı mesken	3 no'lu su deposu
41	Kapalı mesken	4 no'lu su deposu
42	Kapalı mesken	4 no'lu su deposu
43	Çeşme	4 no'lu su deposu
44	Kapalı mesken	4 no'lu su deposu
45	Kapalı mesken	2 no'lu su deposu
46	Kapalı mesken	2 no'lu su deposu
47	Kapalı mesken	2 no'lu su deposu
48	Kapalı mesken	2 no'lu su deposu
49	Çeşme	3 no'lu su deposu
50	Çeşme	3 no'lu su deposu
51	Çeşme	3 no'lu su deposu
52	Kapalı mesken	3 no'lu su deposu
53	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
54	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
55	Çeşme	1 no'lu su deposu
56	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
57	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
58	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
59	Çeşme	1 no'lu su deposu
60	Kapalı mesken	1 no'lu su deposu
61	Kapalı mesken	2 no'lu su deposu
62	Kapalı mesken	2 no'lu su deposu
63	Kapalı mesken	2 no'lu su deposu
64	Çeşme	2 no'lu su deposu
65	Kapalı mesken	Belediye'ye ait kuyu
66	Kapalı mesken	Belediye'ye ait kuyu
67	Çeşme	2 no'lu su deposu
68	Çeşme	Belediye'ye ait kuyu
69	Çeşme	Belediye'ye ait kuyu
70	Kapalı mesken	3 no'lu su deposu

3.2. Metot

3.2.1. Fiziksel Analizler

3.2.1.1. pH değerinin saptanması: Numunelerin pH değeri elektronik bir pH metre (InoLab pH 720 model, WTW, GmbH, Germany) kullanılarak belirlendi (AOAC, 1984).

3.2.1.2. Bulanıklılık ölçümü: Numunelerin bulanıklığı photoflex cihazı (WTW marka, 82362 Weilheim, Serial Number 06440414, Germany) kullanılarak tespit edildi. Cihazın kalibrasyonu, 0.02, 10 ve 1000 NTU'luk standart çözeltiyle yapıldı.

3.2.2. Kimyasal Analizler

3.2.2.1. Sertlik tayini: Su numunelerinin sertliği photoflex cihazı (WTW marka, 82362 Weilheim, Serial Number 06440414, Germany) kullanılarak saptandı. Bu amaçla Total Hardnes Cell Test Kitleri (Merck, HC 736261) kullanıldı.

3.2.2.2. Serbest klor miktarının tayini: Su numunelerinin serbest klor miktarları, Spectroquant hazır kitleri (Merck) kullanılarak, spektrofotometrde 550 nm dalga boyunda okundu.

3.2.2.3. Nitrit miktarının tayini: Su numunelerinin nitrit varlığı photoflex cihazı (WTW marka, 82362 Weilheim, Serial Number 06440414, Germany) kullanılarak belirlendi.

3.2.2.4. Nitrat miktarının tayini: Su numunelerinin nitrat varlığı, Spectroquant hazır kitleri (Merck) kullanılarak, spektrofotometrde 340 nm dalga boyunda okundu.

3.2.2.5. Flor miktarının tayini: Su numunelerinin flor miktarı photoflex cihazı (WTW marka, 82362 Weilheim, Serial Number 06440414, Germany) kullanılarak saptandı. Bu amaçla Flouride Cell Test kitleri (Merck, HC 609762) kullanıldı.

3.2.2.6. Kurşun miktarının tayini: Su numunelerinde kurşun varlığı photoflex cihazı (WTW marka, 82362 Weilheim, Serial Number 06440414, Germany) kullanılarak saptandı. Bu amaçla Kurşun Cell Test Kitleri (Merck, HC 607700) kullanıldı.

3.2.3. Mikrobiyolojik Analizler

3.2.3.1. Toplam mezofilik aerob mikroorganizma

Toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısının belirlenmesinde dökme plak yöntemi kullanıldı. Su numunelerinin 10^{-7}'ye kadar dilüsyonları hazırlandı, sonra petri plaklarına 1 ml örnek koyuldu ve üzerine PCA (Oxoid,) besi yeri döküldü. Plaklar 35°C'de 48 saat inkübe edildi (Csuros ve Csuros 1999).

3.2.3.2. Koliform bakterisi

Koliform bakterilerinin belirlenmesinde en muhtemel sayı tekniği kullanıldı. Test; tahmin, doğrulama ve tamamlama olmak üzere üç aşamadan oluştu.

Tahmin testi; lauryl tryptose broth (Oxoid, CM0451) içeren fermentasyon tüplerine su numesinin ondalık dilüsyonlarından ekildikten sonra 35°C'de 48 saat inkübe edildi. Gaz oluşan tüpler muhtemel koliform olarak kabul edildi.

Doğrulama testi; pozitif olarak belirlenen tahmin tüplerinden alınan örnekler brillant green lactose broth (Oxoid, CM0031) besiyeri içeren tüplere aktarıldı. 35°C'de 24-48 saat inkübasyon sonrası gaz oluşanlar pozitif kabul edildi.

Tamamlama testi; doğrulama pozitif olan tüplerden öze vasıtasıyla eosin methylene blue agara (Oxoid, CM0069) geçildi. 35°C'de 48 saat inkübasyon sonrası gelişen tipik ve atipik kolonilerden lauryl tryptose broth (Oxoid, CM0451) ve nutrient agara (Oxoid, CM0003) geçildi. İnkübasyon sonrası tüplerde gaz oluşturan ve nutrient agardan yapılan Gram boyamada gram pozitif olanlar toplam koliform olarak kabul edildi (Csuros ve Csuros 1999).

3.2.3.3. Fekal koliform bakterisi

Koliform bakterisinin belirlenmesi amacıyla uygulanan en muhtemel sayı tekniğinin tahmin aşamasında lauryle tryptose broth (Oxoid, CM0451) besiyerinde gaz pozitif olan tüplerden EC

broth (Oxoid, CM0853) besiyerine inokulasyon yapıldı ve 44.5°C'de 48 saat inkübasyon sonrası gaz oluşan tüpler fekal koliform pozitif olarak kabul edildi (Csuros ve Csuros 1999).

3.3. İstatistiksel Analizler: Analizler sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS (10.0) paket programı kullanılarak varyans analizi uygulandı (Steel ve Torrie, 1981)

4. BULGULAR

Araştırmada, Erzurum şehir merkezinde su dağıtım şebekesinin değişik noktalarından tesadüfî olarak seçilmiş ev, halk çeşmeleri, marketler, gıda işletmeleri, resmi kurumlardan toplanan 70 musluk suyu numunesi fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri bakımından incelendi. İncelenen numunelerin 4 tanesini Et ve Balık Kurumu tarafından açılan özel kuyuların suları, 9 tanesini belediye tarafından şehrin su ihtiyacını gidermek amacıyla açılmış ve belirli bölgelere dağıtılan kuyu suları, 57 numuneyi ise şehrin değişik semtlerini besleyen 4 farklı su deposundan gelen sular oluşturdu. İncelenen su numunelerinin 25 tanesi halk çeşmeleri olarak bilinen umuma açık alanlardaki musluk sularından, 45 tanesi de mesken, gıda işletmeleri, marketler, resmi kurumlar, ticarethane gibi kapalı mekanlardan toplandı. İncelenen numunelerde kapalı meskenlerin % 84,44'nün, umuma açık çeşmelerin ise % 76'sının su depolarından beslendiği gözlemlenmiştir.

4.1. Suyun Fiziksel Özellikleri

Erzurum su şebekesinin musluklardan akan suların pH ve bulanıklılık değerleri Tablo 4.1.'de, farklı depolardan gelen suların pH ve bulanıklılık değerlerinin karşılaştırılması ise Tablo 4.2'de verilmektedir.

Tablo 4.1. Su Numunelerinin pH ve Bulanıklılık Değerleri

	pH	Bulanıklık
Ortalama	7,22±0,030	1,42±0,11
Minumum	6,6,4	0,01
Maksimum	7,78	4,21
Kapalı mesken (n:45)	7,22±0,03	1,46±0,16
Halk çeşmesi (n:25)	7,23±0,06	1,36±0,14
F değeri	*0,21*	*0,18*
Kuyu suyu (n:13)	7,14±0,081	1,65±0,27
Depo suyu (n:57)	7,24±0,031	1,37±0,12
F değeri	*1,70*	*0,90*

Tablo 4.2. Farklı Depoların pH ve Bulanıklılık Değerleri Bakımından Karşılaştırılması

	Ortalama	Minumum	Maksimum	F
pH				
1 nolu depo (n: 23)	7,19±0,04	6,64	7,73	0,87
2 nolu depo (n: 14)	7,26±0,06	7,07	7,74	
3 nolu depo (n: 16)	7,32±0,06	6,89	7,64	
4 nolu depo (n: 4)	7,21±0,18	6,71	7,60	
Bulanıklık				
1 nolu depo (n: 23)	1,51±0,22	0,22	4,21	0,80
2 nolu depo (n: 14)	1,04±0,20	0,01	2,16	
3 nolu depo (n: 16)	1,41±0,25	0,26	3,91	
4 nolu depo (n: 4)	1,61±0,28	0,98	2,36	

4.1.1. pH Değerleri

Su numunelerinin pH değerlerinin 6,64-7,78 (ortalama 7,22) arasında değiştiği saptandı. Kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinin pH değerleri ortalama 7,22, halk çeşmelerinde ise 7,3 olarak tespit edildi. Kuyu sularının pH değeleri ortalama 7,14, su depolarından gelen suların pH değerleri ise 7,24 olarak belirlendi. pH değerleri bakımından kuyu ve depo suları, kapalı meskenler ve halk çeşmeleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmedi ($p>0.05$). Üç no'lu su deposundan gelen suların pH değerleri daha yüksek bulunmasına rağmen farklılık önem arz etmedi ($p>0.05$).

4.1.2. Bulanıklık Değerleri

Su numunelerinin bulanıklılık değerlerinin 0,01-4,21 NTU (ortalama 1,42 NTU) arasında değiştiği saptandı. Kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinin bulanıklılık değerleri 1,46 NTU, halk çeşmelerinde ise 1,36 NTU olarak tespit edildi. Bulanıklılık değeleri kuyu sularında ortalama 1,65 NTU, su depolarında ise 1,37 NTU olarak belirlendi. Bulanıklılık değerleri bakımından kuyu ve çeşme suları, kapalı meskenler ve halk çeşmeleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark saptanmadı ($p>0.05$). Üç no'lu su deposundan gelen su numunelerinin ortalama bulanıklık değeri daha düşük bulunmasına rağmen farklılık istatistiksel olarak önem arz etmedi ($p>0.05$).

4.2. Suyun Kimyasal Özellikleri

Erzurum su şebekesinin musluklardan akan sularında kimyasal analiz bulguları Tablo 4.3'de, şehri besleyen 4 farklı deponun karşılaştırılması Tablo 4.4'de verilmektedir.

Tablo 4.3. Su Numunelerinin Kimyasal Analiz Bulguları

	Sertlik	Serbest Klor	Nitrit	Nitrat	Flor	Kurşun
Ortalama	8,09±0,35	2,54±0,11	0,03±0,01	43,66±4,17	0,82±0,02	0,24±0,01
Minumum	3,70	1,11	0,01	4,08	0,06	0,07
Maksimum	19,50	7,41	0,50	128,39	1,43	0,66
Kapalı mesken (n:45)	7,96±0,40	2,65±0,16	0,03±0,00	41,47±5,69	0,84±0,03	0,23±0,01
Halk çeşmesi (n:25)	8,32±0,68	2,35±0,14	0,044±0,02	47,62±5,67	0,79±0,02	0,26±0,02
F değeri	*0,20*	*1,46*	*0,32*	*0,44*	*1,58*	*0,54*
Kuyu suyu (n:13)	9,59±1,03	2,27±0,19	0,07±0,04	66,87±11,16	0,90±0,06	0,26±0,03
Depo suyu (n: 57)	7,74±0,35	2,60±0,13	0,02±0,00	38,37±4,19	0,81±0,02	0,24±0,01
F değeri	*4,26**	*1,17*	*3,40**	*7,73***	*2,67*	*0,19*

Tablo 4.4. Farklı Depoların Kimyasal Analiz Bulguları Bakımından Karşılaştırılması

	Ortalama	Minumum	Maksimum	F
Sertlik				
1 nolu depo (n: 23)	6,86±0,47[b]	4,40	11,30	
2 nolu depo (n: 14)	10,54±0,54[a]	6,00	12,40	
3 nolu depo (n: 16)	6,85±0,52[b]	4,40	11,20	9,79***
4 nolu depo (n: 4)	6,60±1,50[b]	4,50	11,00	
Serbest Klor				
1 nolu depo (n: 23)	2,60±0,29	1,11	7,41	
2 nolu depo (n: 14)	2,70±0,15	1,77	3,50	
3 nolu depo (n: 16)	2,36±0,20	1,42	4,59	0,79
4 nolu depo (n: 4)	3,24±0,41	2,33	4,05	
Nitrit				
1 nolu depo (n: 23)	0,02±0,01[ab]	0,01	0,20	
2 nolu depo (n: 14)	0,01±0,00[b]	0,01	0,05	
3 nolu depo (n: 16)	0,01±0,00[b]	0,01	0,03	1,31*
4 nolu depo (n: 4)	0,06±0,05[a]	0,01	0,17	
Nitrat				
1 nolu depo (n: 23)	31,81±7,06[ab]	4,42	123,95	
2 nolu depo (n: 14)	52,89±8,15[a]	5,93	115,54	
3 nolu depo (n: 16)	43,17±6,54[a]	5,21	84,76	3,13*
4 nolu depo (n: 4)	6,11±0,74[b]	4,08	7,33	
Flor				
1 nolu depo (n: 23)	0,82±0,03	0,35	1,21	
2 nolu depo (n: 14)	0,78±0,06	0,06	0,99	
3 nolu depo (n: 16)	0,80±0,02	0,62	1,02	0,142
4 nolu depo (n: 4)	0,82±0,14	0,45	1,15	
Kurşun				
1 nolu depo (n: 23)	0,22±0,02	0,07	0,52	
2 nolu depo (n: 14)	0,26±0,04	0,08	0,66	
3 nolu depo (n: 16)	0,24±0,02	0,07	0,48	0,412
4 nolu depo (n: 4)	0,29±0,03	0,24	0,40	

4.2.1. Sertlik Değerleri

Su numunelerinin sertlik değerlerinin 3,70-19,50 °f (ortalama 8,09 °f) arasında değiştiği saptandı. Kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinin sertlik değerleri ortalama 7,96 °f, halk çeşmelerinin ise ortalama 8,32 °f olarak tespit edildi. Kuyu sularında sertlik değeleri ortalama 9,59 °f, su depolarında ise 7,74 °f olarak belirlendi. Kuyu ve depo suları arasında ortaya çıkan fark istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulundu. Farklı depolar kendi aralarında kıyaslandığında iki no'lu su deposundan gelen suyun sertlik değerleri diğer depolara göre önemli düzeyde ($p<0.01$) yüksek bulundu.

4.2.2. Serbest Klor Miktarı

Su numunelerinin serbest klor miktarının 1,11-7,4 mg/l (ortalama 2,54 mg/l) arasında değiştiği saptandı. Kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinin serbest klor miktarı ortalama 2,65 mg/l, halk çeşmelerinin ise 2,35 mg/l olarak belirlendi. Kuyu sularında serbest klor miktarı ortalama 2,27 mg/l, su depolarından gelen sularda ise 2,60 mg/l olarak saptandı. Farklı depolardan gelen suların serbest klor miktarları arasında önemli bir farklılık tespit edilmedi ($p>0.05$).

4.2.3. Nitrit Miktarı

Su numunelerinin nitrit değerlerinin 0,01-0,50 mg/l (ortalama 0,03 mg/l) arasında değiştiği saptandı. Kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinin nitrit değerleri ortalama 0,03 mg/l, halk çeşmelerinde ise 0,04 mg/l olarak belirlendi. Bütün numunelerde belirlenen nitrit değerlerinin İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005) izin verilen maksimum değerden (0,5 mg/l) düşük olduğu gözlemlendi. Ayrıca incelenen numunelerin 24'ünde (%34,28) nitrit tespit edilmedi. Suyun geldiği kaynaklar dikkate alındığında nitrit içermeyen 24 numunenin 2 tanesinin kuyulardan, 22 tanesinin depolardan geldiği, suyun tüketime sunulduğu noktalar dikkate alındığında 5'inin umuma açık çeşmelerden, 19 tanesinin kapalı meskenlerden temin edilen sular olduğu saptandı. Depolar kendi arasında karşılaştırıldığında nitrit içermeyen 22 depo suyu numunesinin 9'unun 1 no'lu su deposu, 4'ünün 2 no'lu su deposu, 8'inin 3 no'lu su deposu ve 1'inin 4 no'lu su deposundan geldiği belirlendi.

Kuyu sularının nitrit değeleri 0.07 mg/l, su depolarından gelen suların ortalama nitrit değerleri ise 0.02 mg/l olarak tespit edildi. Kuyu sularının nitrit değerlerinin depo sularına göre önemli düzeyde ($p<0.05$) yüksek olduğu saptandı.

Farklı depolardan gelen suların nitrit değerleri kıyaslandığında iki ve üç no'lu su deposundan gelen suların nitrit miktarlarının 4 no'lu su deposundan önemli düzeyde ($p<0.05$) düşük olduğu tespit edildi.

4.2.4. Nitrat Miktarı

Su numunelerinin nitrat değerlerinin 4,08-128,39 mg/l (ortalama 43,66 mg/l) arasında değiştiği saptandı. Kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinin nitrat değerleri ortalama 41,47 mg/l, halk çeşmelerinde ise 47,62 mg/l olarak belirlendi. İncelenen numunelerin 26 tanesinin (%37,14) İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005) izin verilen maksimum değerden (50 mg/l) yüksek miktarda nitrat içerdiği tespit edildi. Bu 26 numunenin, suların kaynakları dikkate alındığında, 6'sının kuyu, 20'sinin depolardan geldiği, suyun tüketime sunulduğu noktalar bakımından 7'sinin çeşme, 19'unun kapalı meskenlerden temin edilen numuneler olduğu tespit edildi. Depolar bakımından irdelendiğinde 4'ünün 1 no'lu su deposu, 12'sinin 2 no'lu su deposu, 4'ünün 3 no'lu su deposundan geldiği belirlendi.

Kuyu sularında nitrat değeleri ortalama 66,87 mg/l, su depolarında ise 38,37 mg/l olarak tespit edildi. Kuyu sularının nitrat değerlerinin depo sularına göre önemli düzeyde ($p<0.05$) yüksek olduğu saptandı.

Farklı depolardan gelen suların nitrat değerleri izlendiğinde iki ve üç no'lu su deposundan gelen suların nitrat miktarlarının dört no'lu su deposundan önemli düzeyde ($p<0.05$) yüksek olduğu tespit edildi.

4.2.5. Flor Miktarı

Su numunelerinin flor değerlerinin 0,06-1,43 mg/l (ortalama 0,82 mg/l) arasında değiştiği saptandı. Kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinin flor değerleri ortalama 0,84 mg/l, halk çeşmelerinde ise 0,79 mg/l olarak saptandı. Kuyu sularında flor değeleri ortalama 0,90 mg/l, su depolarında ise 0,81 mg/l şeklinde saptandı. Flor miktarları bakımından kapalı mesken ve halk çeşmeleri, kuyu ve depo sularının değerlerinde ortaya çıkan farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($p>0.05$).

4.2.4. Kurşun Miktarı

Su numunelerinin kurşun değerlerinin 0,07-0,66 mg/l (ortalama 0,24 mg/l) arasında değiştiği saptandı. Kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinin kurşun değerleri ortalama 0,23 mg/l, halk çeşmelerinde ise 0,26 mg/l arasında saptandı. Kuyu sularında kurşun değerleri ortalama 0,26 mg/l, su depolarından gelen sularda ise 0,24 mg/l olarak tespit edildi. Kurşun miktarı bakımından kapalı mesken ve halk çeşmeleri, kuyu ve depo suları arasında önemli bir farklılık saptanmadı ($p>0.05$).

4.3. Suyun Mikrobiyolojik Özellikleri

Erzurum su şebekesinin musluklardan akan suların toplam mezofilik aerob mikroorganizma analiz bulguları Tablo 4.5'de, farklı depoların toplam mezofilik aerob mikroorganizma bakımından kıyaslanması Tablo 4.6.'da verilmektedir.

Tablo 4.5. Su Numunelerinin Toplam Mezofilik Aerob Mikroorganizma Bulguları

	Toplam Mezofilik aerob
Ortalama	11,601±4,857
Minumum	0
Maksimum	230,000
Kapalı mesken (n: 45)	7,504±4,812
Halk çeşmesi (n: 25)	18,976±10,490
F değeri	1,286
Kuyu suyu (n:13)	6,999±6,916
Depo suyu (n:57)	12,651±5,767
F değeri	0,202

Tablo 4.6. Farklı Depoların Toplam Mezofilik Aerob Mikroorganizma Bakımından Karşılaştırılması

	Ortalama	Minumum	Maksimum	F
Toplam mezofilik aerob mikroorganizma				
1 nolu depo (n: 23)	17,503±10,305	0	200,000	
2 nolu depo (n: 14)	1,796±714	0	10,000	0,431
3 nolu depo (n: 16)	16,461±14,310	0	230,000	
4 nolu depo (n: 4)	7,500±7,499	0	30,000	

4.3.1. Toplam Mezofilik Aerob Mikroorganizma

Su numunelerinin toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısının 0-230,000 kob/ml (ortalama 11,601kob/ml) arasında değiştiği saptandı. Kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinin toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı ortalama 7,504 kob/ml,

çeşmelerde ise 18,976 kob/ml olarak belirlendi. Kuyu sularında toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı ortalama 6,999 kob/ml, su depolarından gelen sularda ise 12,651 kob/ml olarak saptandı. Toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı bakımından kapalı meskenler ve halk çeşmeleri, kuyu ve depo suları arasında önemli bir farkın bulunmadığı ($p>0.05$) tespit edildi. Şehri besleyen depolar arasında iki ve üç no'lu su deposundan gelen suların ortalama ve en yüksek toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı oldukça yüksek bulunmasına rağmen yapılan istatistiksel analizlerde herhangi fark gözlemlenmedi.

4.3.2. Koliform Bakteri

Su numunelerinin 9 tanesinde (%12,85) koliform bakteri üremesi saptandı. İncelenen 13 adet kuyu suyunun 6 tanesinde (% 46.,15), depodan gelen 57 su numunesinin 3 tanesinde (% 5,26) koliform bakterisi tespit edildi. Koliform bakterisi yalnızca üç no'lu su deposundan gelen sulardan toplanan 16 örneğin 3 tanesinde (% 18,75) saptanırken, diğer 3 farklı depodan gelen örneklerde saptanmadı.

4.3.3. Fekal Koliform Bakteri

Gaz tespit edilen tahmin tüplerinden yapılan fekal koliform testinde yalnızca kuyu suyundan beslenen bir halk çeşmesinde fekal koliform tespit edildi.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırma; Erzurum İl merkezinde içme-kullanma suyu olarak faydalanılan şebeke sularının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirildi. Araştırmada, Erzurum şehir merkezindeki su dağıtım şebekesinin değişik noktalarından tesadüfî olarak seçilmiş ev, halk çeşmeleri, marketler, gıda işletmeleri, resmi kurumlardan toplanan 70 su numunesi kullanıldı.

5.1. Fiziksel Analizler

5.1.1. pH Değerleri

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005), sulardaki pH'nın "≥6,5 ve ≤9,5 pH birimleri arasında olması, suyun aşındırıcı olmamalı gerektiği ve ayrıca şişelere ya da kaplara konulan sular için minimum pH değeri 4,5 olarak belirlenebilir" şeklinde bir ifade geçmektedir. Kapalı meskenlerden alınan su numunelerinin pH değeri (7,22) ile çeşmelerden tespit edilen pH değerleri (7,23) arasında önemli bir fark saptanmadı ($p>0.05$). Araştırmada tespit edilen ortalama pH değerinin (7,22) İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005) bildirilen değerler arasında olduğu gözlemlendi. Elde edilen bulgular, farklı illerde şehir su şebekesi üzerine araştırma yapan bazı araştırmacıların (Bilgin 2003; Kanca 1995; Yalçın ve ark 1989) elde ettiği değerlerle benzer, bazı araştırmacıların (Can 2000; Esen 1990; Yıldız 1996) bulgularından düşük bulundu.

Kuyu sularında pH değeri ortalama 7,14, su depolarında ise 7,247 olarak belirlendi. Kuyu ve depo kaynaklı su numunelerinin pH değerleri arasında önemli bir fark tespit edilmedi ($p>0.05$). Araştırmada elde edilen bu bulgulara benzer şekilde Kahraman (2007), Konya Garnizonundaki içme ve kullanma sularının pH değerini kuyulardan temin edilen sularda ortalama 7,24, şehir şebekesinden temin edilenlerde 7,20 olarak belirlemiş ve kuyu suları ile şehir şebeke suları arasında önemli bir faklılığın tespit edilmediğini bildirmiştir. Buna karşın, Can (2000) Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularının pH değerini 8,39 – 7,53, çeşme sularında ise 8,24 – 7,51 arasında saptamış ve kuyu suları ile çeşme suları arasında pH değeri bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıkların bulunduğunu bildirmiştir.

Farklı depolar kendi aralarında kıyaslandığında; üç no'lu su deposundan gelen suların pH değerleri daha yüksek bulunmasına rağmen farklılık önem arz etmedi ($p>0.05$).

5.1.2. Bulanıklık Değerleri

Su numunelerinin bulanıklılık değerlerinin 0,01-4,21 NTU (ortalama 1,42 NTU) arasında değiştiği saptandı. Kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinin bulanıklılık değerleri ortalama 1,46 NTU, halk çeşmelerinde ise 1,36 NTU olarak saptandı. Araştırmada, bulanıklılık değerleri bakımından kapalı meskenler ve halk çeşmeleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark saptanmadı ($p>0.05$). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005), sulardaki bulanıklık "tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişimin olmadığı ve yüzeysel suyun arıtılması durumunda arıtmadan sonra sudaki bulanıklığın 0,1 NTU (Nephelometrik bulanıklık üniteleri) değerinin aşılmaması" gerektiği bildirilmektedir. Araştırmada elde edilen ortalama bulanıklılık değerinin, Yönetmelik'te bildirilen değerin üzerinde olduğu gözlemlendi. İncelenen 70 numunenin yalnızca bir tanesinde (2 no'lu su deposundan gelen ve kapalı bir meskenden temin edilen) bulanıklık değerinin izin verilen maksimum değerden (0,1 NTU) düşük olduğu, diğer bütün numunelerin izin verilen değerin üzerinde olduğu gözlemlendi. Buna karşın Kanca (1995), Trabzon içme su kaynağında (ham su) bulanıklılık değerlerinin kış aylarında 2-800 NTU, yaz aylarında ise 2-1300 NTU arasında değiştiğini tespit etmiş fakat şehir şebeke suyunda bulanıklık değerlerinin standart değerlerin çok altında olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Bilgin (2003), Niğde İli içme suyu şebekesinin farklı noktalarından aldığı su numunelerinde bulanıklılık değerini 0,02 ile 0,21 NTU aralıklarında saptamış ve suların önce depolarda toplanması ve daha sonra şebekeye verilmesinin bulanıklılığı azaltıcı bir neden olduğunu ileri sürmüştür.

Kuyu sularının bulanıklılık değeleri ortalama 1,65 NTU, su depolarından gelen suların bulanıklılık değerleri ise 1,37 NTU olarak saptandı. Araştırmada, bulanıklılık değerleri bakımından kuyu ve çeşme suları istatistiksel olarak önemli bir fark saptanmadı. Benzer şekilde Kahraman (2007), Konya Garnizonundaki içme ve kullanma sularının bulanıklılık değerini kuyulardan temin edilen sularda ortalama 0,27 NTU, şehir şebekesinden temin edilenlerde 0,20 NTU olarak belirlemiş ve kuyu suları ile şehir şebeke suyu arasında önemli bir fark bulunmadığını bildirmiştir. Buna karşın Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularında bulanıklılık değerini 0,866-1,626NTU, çeşme sularında ise 0,27-1,09 NTU aralıklarında saptamış ve kuyu suları ile çeşme suları arasında bulanıklılık bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıkların bulunduğunu bildirmiştir.

Bulanıklılık değerleri bakımından farklı depolar kendi aralarında kıyaslandığında; iki no'lu su deposundan su numunelerinin ortalama bulanıklık değeri daha düşük bulunmasına rağmen farklılık istatistiksel olarak önem arz etmedi ($p>0.05$).

5.2. Suyun Kimyasal Özellikleri

5.2.1. Sertlik Değerleri

Su numunelerinin sertlik değerlerinin 3,70-19,50 °f (ortalama 8,09 °f) arasında değiştiği saptandı. Kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinde sertlik değerleri ortalama 7,96 °f, halk çeşmelerinde ise ortalama 8.32 °f olarak saptandı. Bu bulguların ışığında Erzurum şehir şebeke suyunun yumuşak sular sınıfında olduğu söylenebilir. Benzer şekilde Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularının toplam sertlik değerini 3,40-12.00 °f, çeşme sularında ise 8,21-10.53 °f arasında, Bilgin (2003), Niğde İli içme suyu şebekesinin farklı noktalarından aldığı su numunelerinde sertlik değerini 12,3 ile 16,8 °f arasında saptamıştır. Buna karşın yalçın ve ark (1989)'nın Konya il merkezindeki içme sularında, Esen'in (1990), Samsun içme sularında, Kahraman (2007)'ın Konya Garnizonundaki şehir şebeke suyunda (30,48 °f) tespit ettiği sertlik derecesi (17-72,5 °f) ile Yıldız'ın (1996), Şanlı Urfa içme suyu depolarında belirlediği sertlik derecesi (17,5-22,5 °f) bu araştırma bulgularından yüksek bulunmuştur.

Kuyu sularının sertlik değeleri (ortalama 9,59 °f) ile su depolarından gelen suların sertlik değerleri (7,75) arasında oluşan fark istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) bulundu. Benzer şekilde Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularının toplam sertlik değeri (3,40-12,00 °f) ile çeşme sularının toplam sertlik değerleri (8,21-10,53 °f) arasında önemli farklılıkların bulunduğunu bildirmiştir. Buna karşın Kahraman (2007), Konya Garnizonundaki kuyu ve şehir şebekesinden temin edilen suların sertlik değerleri arasında önemli bir farkın olmadığını bildirmiştir.

Farklı depolar kendi aralarında kıyaslandığında iki no'lu su deposundan gelen suyun sertlik değerleri diğer depolara göre önemli düzeyde ($p<0.01$) yüksek bulundu.

5.2.2. Serbest Klor Miktarı

Su numunelerinin serbest klor miktarının 1,11-7,41 mg/l (ortalama 2,54 mg/l) arasında değiştiği saptandı. Kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinde serbest klor miktarı ortalama 2,65 mg/l, halk çeşmelerinde ise 2,35 mg/l olarak belirlendi. Bütün numunelerde tespit edilen serbest klor miktarlarının İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005) izin verilen maksimum değerden (0.5mg/l) yüksek

olduğu gözlemlendi. Buna karşın, Kemiksiz (1999)'in Bursa, Kanca (1995)'ın Trabzon, Çalık (2005)'ın Diyarbakır şehir merkezindeki içme ve kullanma sularında tespit ettiği değerlerin bu araştırma bulgularından oldukça düşük ve izin verilen maksimum değerlerin altında olduğu gözlemlenmiştir.

Kuyu sularının serbest klor miktarı ortalama 2,27 mg/l, su depolarından gelen suların ortalama serbest klor miktarı ise 2,60 mg/l olarak saptandı. Kuyu sularının serbest klor miktarı ile depo suları arasında önemli bir farklılık gözlemlenmedi ($p<0.05$).

Farklı depolardan gelen suların serbest klor miktarı arasında önemli bir farklılık tespit edilmedi ($p>0.05$).

5.2.3. Nitrit Miktarı

Su numunelerinin nitrit değerlerinin 0,01-0,50 mg/l (ortalama 0,03 mg/l) arasında değiştiği, kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinin ortalama nitrit değerleri 0,03 mg/l, halk çeşmelerinde ise 0,04 mg/l olarak belirlendi. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte (Resmi Gazete 2005) sulardaki nitritin "0,50 mg/l değerini aşmaması ve kullanılmış su arıtma işleminden sonra 0,1 mg/l değerinde " olması gerektiği bildirilmektedir. Araştırmada tespit edilen nitrit miktarlarının Yönetmelik'te izin verilen maksimum değerlerin altında olduğu gözlemlendi. Bütün numunelerde belirlenen nitrit değerlerinin, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005) izin verilen maksimum değerden (0,5 mg/l) düşük olduğu gözlemlendi. Ayrıca incelenen 70 numunenin 24 (% 34,28) tanesinde nitrit varlığı belirlenmedi. Nitrit tespit edilmeyen numuneler kapalı mekan ve halk çeşmesi olarak irdelendiğinde, 24 numunenin 19'unu (% 79,16) kapalı meskenlerden alınan numuneler oluşturdu. Diğer bir ifadeyle kapalı mekanlardan alınan numunelerin % 42,22'sinde, halk çeşmelerinden alınan numunelerin % 20'sinde nitrit varlığı saptanmadı.

Araştırmada tespit edilen ortalama nitrit değeri (0,03 mg/l), Esen'in (1990) Samsun içme sularında belirlediği nitrit miktarı (0,01-0,88 mg/l) ile Büyükyörük'ün (1995), Ankara Bölgesi Askeri birliklerin kuyu sularında belirlediği değerlerle uyumlu bulundu. Benzer şekilde Yalçın ve ark (1989), Konya il merkezindeki içme ve kullanma sularının %14'ünde nitrit tespit edilmediğini bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu suları ile çeşme sularında nitrit tespit edilmediğini bildirmiştir.

Araştırmada kuyu sularındaki ortalama nitrit değelerinin (0,07 mg/l) su depolarından gelen suların ortalama nitrit değerlerine (0,02 mg/l) göre önemli düzeyde ($p<0.05$) yüksek olduğu saptandı. Buna karşın, Büyükyörük (1995), Ankara Bölgesi Askeri Birliklerinde kuyu sularında tespit ettiği nitrit miktarını (0,01 mg/l – 0,1 mg/l) çeşme suyunda tespit ettiği

miktarlardan (0,01 mg/l – 0,02 mg/l) düşük olarak saptamış fakat kuyu ve çeşme suları arasında istatistiksel bir farklılık bildirmemiştir. Nitrit tespit edilmeyen 24 numunenin 22 tanesini depolardan, ikisini kuyudan beslenen musluklardan alınan numuneler oluşturdu. Diğer bir ifadeyle depo suyu örneklerinin % 38,59'unda, kuyu suyu örneklerinin % 15,38'inde nitrit varlığı tespit edilmedi.

Farklı depolardan gelen suların nitrit değerleri arasında önemli bir farklılık tespit edilmedi ($p>0.05$). Depolar kendi arasında karşılaştırıldığında dokuzunun 1 no'lu su deposundan, dördünün 2 no'lu su deposundan, sekizinin 3 no'lu su deposundan ve birinin 4 no'lu su deposundan geldiği belirlendi.

5.2.4. Nitrat Miktarı

Su numunelerinin nitrat değerlerinin 4,08-128,39 mg/l (ortalama 43,669 mg/l) arasında değiştiği saptandı. Kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinin ortalama nitrat değerleri ortalama 41,7 g/l, halk çeşmelerinde ise 47,2 mg/l olarak belirlendi. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte (Resmi Gazete, 2005), sulardaki nitratın "50 mg/l değerini aşmaması" gerektiği belirtilmektedir. İncelenen numunelerin 26 tanesinin Yönetmelik'te izin verilen maksimum değerden (50mg/l) yüksek miktarda nitrat içerdiği saptandı. Bu 26 numunenin, suyun tüketime sunulduğu noktalar bakımından 7'sinin çeşme, 19'unun kapalı meskenlerden temin edilen numuneler olduğu tespit edildi. Benzer şekilde, Yalçın ve ark (1989), Konya il merkezindeki içme ve kullanma sularının %16'sında nitrat tespit edildiğini bildirmişlerdir. Bun karşın, Bilgin (2003), Niğde İli içme suyu şebekesinin farklı noktalarından aldığı su numunelerinde belirlediği nitrat miktarlarını (5,59 ile 13,63 mg/l) bu araştırma bulgularından düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Kuyu sularının nitrat değeleri 66,87 mg/l, su depolarından gelen suların ortalama nitrat değerleri ise 38,37 mg/l olarak saptandı. Kuyu sularındaki nitrat değerlerinin depo sularına göre önemli düzeyde ($p<0.05$) yüksek olduğu saptandı. Yönetmelik'te izin verilen değerlerden fazla nitrat içeren 26 numune, suların kaynakları dikkate alındığında, 6'sının kuyu, 20'sinin depolardan geldiği, diğer bir ifadeyle kuyu sularının %46,15'inin, şehir şebeke sularının %44,44'ünün nitrat miktarı bakımından uygun olmadığı saptandı. Büyükyörük (1995), Ankara Bölgesi Askeri birliklerin kuyu sularında ortalama nitrat miktarını 27,83 mg/l, çeşme sularında 12,41 mg/l alarak saptamıştır. Araştırmacı kuyu sularının çeşme sularının iki katı kadar nitrat içerdiği ve farkın istatiksel olarak önem arz ettiğini bildirmiştir.

Farklı depolardan gelen suların nitrat değerleri kıyaslandığında; 2 ve 3 no'lu su depolarından gelen suların nitrat miktarlarının 4 no'lu su deposundan önemli düzeyde ($p<0.05$) yüksek olduğu tespit edildi. Depolar bakımından irdelendiğinde nitrat miktarı izin

verilen değerlerin üzerinde bulunan 20 depo suyunun 4'ünün bir no'lu su deposu, 12'sinin iki no'lu su deposu, 4'ünün üç no'lu su deposudan geldiği belirlendi.

5.2.3. Flor Miktarı

Su numunelerinin flor içeriğinin 0,06-1,43 mg/l (ortalama 0,82 mg/l) arasında değiştiği saptandı. Kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinin flor miktarları ortalama 0,84 mg/l, halk çeşmelerinde ise 0,791 mg/l olarak saptandı. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005) sulardaki florun "1,5 mg/l değerini aşmaması" gerektiği bildirilmektedir. Araştırmada, her bir numunede ayrı ayrı ve ortalama olarak tespit edilen flor miktarının Yönetmelik'te izin verilen değerleri aşmadığı gözlemlendi. Araştırmada elde edilen bu sonuç, Esen'in (1990), Samsun içme sularında tespit ettiği flor miktarıyla (0,01-1,10 mg/l) uyum içersindedir.

Araştırmada kuyu sularının flor değeleri (0,90 mg/l), su depolarından gelen suların flor değerlerine (0,81 mg/l) göre yüksek olmasına rağmen farklılık önem arz etmedi ($p>0.05$).

5.2.4. Kurşun Miktarı

Su numunelerinin kurşun miktarının 0,07-0,66 mg/l (ortalama 0,24 mg/l) arasında değiştiği saptandı. Kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinin kurşun değerleri 0,23 mg/l, halk çeşmelerinde ise 0,26 mg/l arasında belirlendi. Kurşun miktarı bakımından kapalı mesken ve halk çeşmeleri arasında önemli bir farklılık saptanmadı ($p>0.05$). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete 2005), içme ve kullanma suları için 31 Aralık 2012 tarihine kadar en fazla 25µg/l miktarında izin verilmiştir. Araştırmada bütün numunelerde tespit edilen kurşun değerlerinin Yönetmelik'te izin verilenden yüksek olduğu saptandı.

Atılgan (1992), ev musluk sularında sabah alınan ilk örneklerde incelenen numunelerin %10'unun 0,28-2,0µg/l'dan az %50'sinin 2,1-5,0 µg/l'dan aralıklarında kurşun içerdiğini, akşam alınan örneklerde incelenen numunelerin %66,7'sinin 0,28-2,0 µg/l, %33'ünün 2,1-5,0 µg/l aralıklarında kurşun içerdiğini tespit etmiştir. Araştırmacı, ev musluk sularının boruda beklemiş olanların ortalama ,.77 µg/l kurşun içerikleri ile su rezervlerinin 3,5-6,5 katı miktarlarda kurşun içerdiklerini fakat İstanbul içme sularında sabah açılan musluktan ilk yarım saatte akan suların yiyecek ve içeceklerde kullanılmaması şartı ile kurşun kirlilği riski bulunmadığını ileri sürmüştür. Kahraman (2007), Konya Garnizonundaki içme ve kullanma sularının kurşun değerinin (0,004 mg/l) izin verilen maksimum değerlerin altında olduğunu bildirmiştir. Sürmeli (1996), Trakyanın bazı yörelerinden içilen sularda ortalama kurşun 0.187 ppm olarak tespit etmiştir. Araştırmacı tüm yörelerde belirlenen kurşun miktarlarının tavsiye edilen limitler ile uyum içersinde olduğunu bildirmiştir.

Kuyu sularının ortalama kurşun değerleri 0,26 mg/l, su depolarından gelen suların kurşun değerleri ise 0,24 mg/l olarak belirlendi. Kurşun miktarı bakımından kuyu ve depo suları arasında önemli bir farklılık saptanmadı ($p>0.05$). Benzer şekilde Kahraman (2007), Konya Garnizonundaki içme ve kullanma sularının kurşun değerini kuyulardan temin edilen sularda ortalama 0,0044 mg/l, şehir şebekesinden temin edilenlerde 0,0045 mg/l olarak belirlemiş ve istatistiksel bir farkın tespit edilmediğini bildirmiştir.

5.3. Suyun Mikrobiyolojik Özellikleri

5.3.1. Toplam Mezofilik Aerob Mikroorganizma

Su numunelerinin toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısının 0-230,000 kob/ml (ortalama 11,601) arasında değiştiği saptandı. Kapalı meskenlerden toplanan su numunelerinin toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı ortalama 7,504 kob/ml, çeşmelerde ise 18,976 kob/ml olarak saptandı. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete 2005) şebeke suyu için toplam mezofilik aerob mikroorganizma hakkında herhangi bir sayı belirtilmezken, şebekeye verilmeden önce imlahanedeki sular ve ambalajlanmış kaynak suları için için 22ºC'de koloni sayısı 100/ml, 37ºC'de koloni sayısı 20/ml olarak bildirilmiştir. Araştırmada, incelenen 70 numunenin 34'ünde (% 48,57) Yönetmelik'te izin verilen maksimum sayının üzerinde mikroorganizma saptandı. Mesken ve halk çeşmesi şeklinde numuneler karşılaştırıldığında kapalı mekânlardan alınan 45 numunenin 23'ünde (%51,11), halk çeşmelerinden toplanan 25 numunenin 11'inde (%44) tespit edilen toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısının Yönetmelik'te izin verilenden fazla olduğu saptandı. Kapalı meskenlerden alınan numunelerde daha yüksek sayıda ve oranda toplam mezofilik aerob mikroorganizma tespit edilmesi Pepper ve ark (2004)'ın belirttiği gibi; HPC bakteri sayısı dağıtım sistemleri ya da su kaynaklarından ziyade, ev muslukları veya ev dağıtım sistemlerinin içindeki bakterilerden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Araştırmada toplam mezofilik aerob bakteri sayısı ve yönetmeliğe uymayan numune sayısı bakımından elde edilen bulgular aşağıda bildirilen birçok araştırmacının sonuçlarından yüksek bulunmuştur.

Yalçın ve ark (1989), Konya il merkezinde içme ve kullanma sularından inceledikleri numunelerin genel canlı mikroorganizma sayısını 667 kob/ml olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Kemiksiz (1999), Bursa İli içme suyu şebekesinde aerobik heterotrofik bakteri sayısını $0.8x10^1$ ile $1x03x10^3$ arasında tespit etmiştir. Araştırmacı incelediği numunelerin %12,4'ünün

aerobik heterotrofik bakteri sayısı bakımından Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne uymadığını bildirmiştir.

Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan su numunelerinin, toplam canlı bakteri sayısı bakımından, TSE Standardına ve Sağlık Bakanlığı tarafından çıkartılan Doğal Kaynak ve İçme Suları Yönetmeliği'ne uygun olduğunu bildirmiştir.

Altınkum (1996), incelediği 90 istasayon suyu örneğinde toplam bakteri sayısının 3/ml-7,200/ml arasında değiştiğini, mililitrede 500'ün altında üreyen örnek sayısını 70 (%78) olarak, 90 pet şişe örneğinde toplam bakteri sayısını 0/ml-990/ml arasında değiştiğini, mililitrede 500'ün altında üreyen örnek sayısını 87 (%96,7) olarak bildirmiştir. Galon suyu örneklerinde 0/ml-6,280/ml arasında, cam şişelerde ise 0/ml-6,280/ml arasında toplam bakteri ürediğini galonların %85'inde, cam şişelerin ise %60'ında 500/ml'den daha az bakteri ürediğini belirlemiştir.

Kuyu sularından toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı ortalama 6,999 kob/ml, su depolarında ise ortalama 12,651 kob/ml olarak saptandı. Toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı bakımından kuyu ve depo suları arasında önemli bir farkın bulunmadığı ($p>0.05$) tespit edidi. Araştırmada, Yönetmelik'te izin verilen maksimum sayının üzerinde mikroorganizma saptanan 34 numune suyun kaynakları bakımından irdelendiğinde; kuyu sularının 4'ünün (% 30,76), depo sularının 30'unun (% 52,63) Yönetmelik'e uyum sağlamadığı gözlemlendi. Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularının ortalama topam canlı bakteri sayısını ortalama 85,333 – 14,333, çeşme sularında ise 36 – 11,666 arasında saptamış ve kuyu suları ile çeşme suları arasında toplam canlı bakteri sayısı bakımından önemli farklılıkların bulunduğunu bildirmiştir. Araştırmacı, incelenen su numunelerinin, toplam canlı bakteri sayısı bakımından, TSE Standardına ve Sağlık Bakanlığı tarafından çıkartılan Doğal Kaynak ve İçme Suları Yönetmeliği'ne uygun olduğunu bildirmiştir.

Şehri besleyen depolar arasında iki no'lu su deposu ile dört no'lu su deposundan beslenen musluklardan alınan suların ortalama ve en yüksek toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı oldukça yüksek bulunmasına rağmen yapılan istatistiksel analizlerde herhangi farklılık saptanmadı ($p>0.05$). Su depoları toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı bakımından kıyaslandığında; bir no'lu su deposundan beslenen musluklardan alınan örneklerin 13'ünde (% 54,16), iki nol'lu su deposunda 10 numunede (% 62,5), üç no'lu su deposunda 6 numunede (% 37,5), dört no'lu su deposundan ise 1 numunede (%25) Yönetmelik'te izin verilen değerlerin aşıldığı gözlemlendi.

5.3.2. Koliform Bakteri

Su kaynaklarının hijyenik açıdan güvenilir olabilmesi için suyun fekal kirlenmeye maruz kalıp kalmadığının belirlenmesi gereklidir. Bu amaçla bazı prosedürler geliştirilmiş olup, bunların çoğu indikatör mikroorganizmanın varlığının belirlenmesine dayanır.

Araştırmada, incelenen su numunelerinin 9 tanesinde (%12,85) koliform bakteri üremesi saptandı. Mesken ve halk çeşmesi olarak incelendiğinde; koliform bakterisi tespit edilen su numunelerinin hepsinin çeşmelerden alınan örnekler olduğu gözlemlendi. Koliform bakterisi bakımından elde edilen bulguların Bilgin (2003)'in sonuçları ile uyumsuz, aşağıda bildirilen birçok araştırmacının bulgularıyla benzer olduğu gözlemlendi.

Kuşçuoğlu (1997), Tokat İl Merkezindeki şebeke sularından incelediği numunelerin % 19,45'ünde koliform bakterisi tespit etmiştir. Araştırmacı il merkezinde kullanılan suların koliform bakteri bakımından ilçe merkezlerine göre daha iyi durumda olduğunu bildirmiştir.

Yılmaz (2001), İstanbul İli şebeke suyundan inceledikleri numunelerin %94'ünün içilebilir özellikte olduğunu, numunelerin yalnızca dördünde koliform bakterisi tespit edildiğini ifade etmiştir. Araştırmacı incelediği 135 adet polikarbonat kaplardaki kaynak suyu numunesinin sadece %36'sının bakteriyolojik yönden uygun olduğunu ve %64'ünde koliform bakterisi tespit edildiğini, buna karşın pet şişe sularının hiçbirisinde koliform bakterisi belirlenmediğini bildirmiştir.

Yalçın ve ark (1989) Konya il merkezindeki içme ve kullanma sularından inceledikleri numunelerin %25'inde koliform bakteri ürediğini bildirmişlerdir.

Alim (1995), Sivas İl merkezinde sulardan aldığı numunelerin %83'ünde koliform bakteri tespit edilmediğini örneklerin %16.9'unda koliform bakterisi bulunduğunu, bu oranın ilçe merkezinde %36.5 olduğunu bildirmiştir.

Kemiksiz (1999), Bursa İli içme suyu şebekesinden topladıkları numunelerin %15,7'sinin koliform sayısı bakımından Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne uygunluk göstermediğini bildirmiştir.

Altınkum (1996), incelediği 90 istasayon suyu örneğinde 100ml'dedki koliform bakteri sayısının en muhtemel sayı olarak 0-1,100 arasında değiştiğini, örneklerin % 27'sinde koliform bakteri tespit edildiğini bildirmiştir. İncelediği 90 pet şişe örneğinin hiçbirisinde koliform bakteri tespit edemezken, galon suyu örneklerinin %32,5'inde, cam şişelerin ise %22'sinde koliform bakteri tespit etmiştir.

Çalık (2005), Diyarbakır kent merkezindeki içme suyu şebekesinden konutların depolarına girişteki şebeke suyundan ve depoların çıkışından numuneler alarak suyu analiz etmiştir. Araştırmacı, incelenen numunelerin koliform bakteri sayısını depoların girişinde

(şebeke suyu) bakiye klor miktarı 0,19 ppm altında olan numunelerin % %98,5'inde, 0,2-0,5 ppm aralığında olan numunelerin %29,1'inde koliform bakterisi ürediğini bildirmiştir. Araştırmacı depo çıkış suyunda bakiye klor miktarı 0,19 ppm'in altında olan depoların %69,2'sinde, 0,2-0,5 ppm aralığında olan depolarda ise koliform bakteri üreyen numune oranını ise %20 olarak bildirmiştir.

Kuyudan beslenen musluklardan alınan 13 adet numunenin 6 tanesinde (% 46,15), depodan beslenen musluklardan alınan 57 numunenin 3 tanesinde (% 5,26), koliform bakterisi tespit edildi. Şimşekli (1988), Bursa İl merkezindeki incelediği 248 çeşme suyunun 39 tanesi (%15,7), 13 şebeke suyunun 1 tanesini (%7,6), 28 kuyu suyunun 8 tanesini (%28,6), Bursa yöresinden elde ettiği 128 çeşme suyunun 23 tanesini (%12,9), 5 şebeke suyunun 1 tanesini (%20), 21 kuyu suyunun 6 tanesini (%3,4) koliform bakteri yönünden kirli olarak değerlendirmiştir. Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularından incelediği 45 adet çeşme suyu numunesinin yalnızca üç tanesinde koliform bakterisi tespit ettiğini, koliform bakteri sayısı bakımından incelenen su numunelerinin TSE Standardına ve Sağlık Bakanlığı tarafından çıkartılan Doğal Kaynak ve İçme Suları Yönetmeliği'ne uygun olduğunu bildirmiştir.

Şehri besleyen farklı depolar koliform bakterisi pozitif numune sayısı bakımından kıyaslandığında; üç no'lu su deposundan alınan 16 örneğin üç tanesinde (% 18,75) tespit edilirken diğer üç depodan beslenen musluklardan alınan numunelerde belirlenmedi.

5.3.3. Fekal Koliform Bakteri

Gaz tespit edilen tahmin tüplerinden yapılan fekal koliform testinde yalnızca kuyudan beslenen bir halk çeşmesinden alınan örnekte fekal koliform bakterisi tespit edildi. Araştırmada incelenen 70 su numesinde fekal koliform bakterisi tespit edilme oranı % 1,42, koliform bakterisi içeren numunelerde ise %11,11 olarak belirlendi. Bu oran, Bursa İli içme suyu şebekesinin farklı noktalarından topladığı 122 su numunesinin yalnızca 1 tanesinde fekal koliform üremesi olduğunu tespit eden Kemiksiz (1999)'in bulgularıyla uyum içersindedir. Buna karşın; Alim (1995), Sivas İl merkezinde şebeke sularında incelenen örneklerin %6.4'ünde fekal koliform bakterisi bulunduğunu, bu oranın ilçe merkezinde %15,5 olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı toplam koliform bulunan şebeke sularında *E. coli* bulunma oranını il merkezinde %58,8, ilçe merkezinde ise %69 olarak tespit etmiştir. Altınkum (1996), incelediği 90 istasayon suyu örneğinin 24'ünde koliform bakterisi tespit edildiğini bu numunelerin 8 tanesinde de fekal koliform üremesi olduğunu, 90 pet şişe örneğinin hiçbirisinde koliform bakteri ve dolayısıyla fekal koliform tespit edilmediğini, 40 galon suyu

örneğinin 2 tanesinde 50 cam şişe suyu numunesinin 4'ünde fekal koliform bakterisi tespit ettiğini bildirmiştir.

Sonuç olarak Erzurum şehir merkezindeki içme ve kullanma sularından incelenen bütün numunelerin bulanıklılık, serbest klor ve kurşun değerleri bakımından, bazı numunelerin ise nitrit, nitrat, toplam mezofilik aerob bakteri ve koliform bakterisi bakımından Yönetmeliğe uymadığı belirlendi. Kuyulardan sağlanan sularının su depolarından sağlananlara göre kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinin daha düşük olduğu saptandı. Bu bulgular ışığında Erzurumda gerek kuyulardan gerekse su depolarından sağlanan suların yeterince temizlenmediği ve bu dezavantajı bertraf etmek amacıyla fazla klorlandığı kanaatine varıldı.

6. ÖZET

Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı
YÜKSEK LİSANS TEZİ-2007

Erzurum İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Kalitesi

Araştırmada, Erzurum şehir merkezinde su dağıtım şebekesinin değişik noktalarından tesadüfî olarak seçilmiş ev, halk çeşmeleri, gıda işletmeleri, resmi kurumlardan toplanan 70 su numunesi bazı kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özellikleri bakımından incelendi.

Su numunelerinin pH değerlerinin 6,64-7,78 (ortalama 7,22) bulanıklılık değerlerinin ise 0,01-4,21 NTU (ortalama 1,42 NTU) arasında değiştiği ve elde edilen ortalama bulanıklılık değerlerinin, Yönetmelikte bildirilen değerlerin üzerinde olduğu belirlendi.

Sertlik değerlerinin 3,70-19,5 °f (ortalama 8,09 °f) arasında değiştiği ve kuyu ve depo suları arasında ortaya çıkan farkın istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edildi. Su numunelerinin serbest klor miktarı 1,11-7,41 (ortalama 2,54) arasında belirlendi. Su numunelerinin nitrit değerlerinin 0,01-0,50 mg/l (ortalama 0,03 mg/l) arasında değiştiği ve kuyu sularının nitrit değerlerinin depo sularına göre önemli düzeyde ($p<0.05$) yüksek olduğu saptandı. 2 no'lu su depsoundan gelen suyun nitrit değerlerinin 4 no'lu su deposundan önemli düzeyde düşük olduğu tespit edildi. Su numunelerinin nitrat değerlerinin 4,08-128,39 (43,66) arasında belirlendi. Kuyu sularındaki nitrat miktralarının depo sularından önemli düzeyde ($p<0.01$) yüksek olduğu tespit edildi. Su numunelerinin kurşun değerlerinin 0,07-0,66 mg/l (ortalama 0,24 mg/l) arasında değiştiği saptandı. Kurşun miktarı bakımından kapalı mesken ve halk çeşmeleri ile kuyu ve depo suları arasında önemli bir farklılık tespit edilmedi. Araştırmada tespit edilen kurşun değerlerinin Yönetmelik'te izin verilenden yüksek olduğu saptandı. Araştırmada 0,06-1,43 mg/l (ortalama 0,82 mg/l) arasında değişen flor değerlerinin Yönetmeliğe uygun oldu belirlendi.

Su numunelerinin toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısının 0-230,000 kob/ml (ortalama 11,601 kob/ml) arasında değiştiği saptandı. İncelenen 70 numunenin 34'ünde (% 48,57) izin verilen maksimum sayının üzerinde mikroorganizma saptandı. Su numunelerinin 9 tanesinde (%12,85) koliform bakteri üremesi saptandı. 13 kuyu suyu numunesinin 6 tanesinde

(% 46,15), depodan gelen 57 su numunesinin 3 tanesinde (% 5,26) koliform bakterisi tespit edildi. Numunelerin yalnızca bi tanesinde fekal koliform bakterisi tespit edildi.

Sonuç olarak Erzurum şehir merkezindeki içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesinin oldukça düşük olduğu ve halk sağlığı açısından önemli riskler taşığı kanaatine varıldı.

7. SUMMARY

Chemical, Physical and Microbiological Qualites of Tap Water in Erzurum

In this research, chemical, physical and microbiological chracteristics of samples from tap water selected randomly at trading establishment, house, formal institution, fountain in Erzurum was investigated.

The pH value of samples was determined as 6,64-7,78 (mean 7,22) and turbidity value was 0,01-4,2 NTU (mean 1,42 NTU). Turbidity value determined was higher than turbidity value informed by drinking and using water regulation.

Hardness value of the samples was determined as 3,70-19,50 °f (mean 8,09 °f). differences between well and store water was foun improtant statistically ($p<0.05$). free chlorine value of the samples was found as 1,11-7,41 (mean 2.54). Nitrite value of the samples was determined as 0,01-0,50 mg/l (mean 0,03 mg/l). Nitrite value of the well water samples was found higher than store water samples statistically ($p<0.05$). Nitrate value was determined as 4,08-128,39 (mean 43,69). Nitrate value of well sapmles was found higher than samples from store water. Lead value of the samples was determined as 0,07-0,66 mg/l (mean 0,24 mg/l). No diffreneces between well and store water was not determined. Lead value of the samples was found higher than permitted value informed by drinking and using water regulation.

Total mesophilic aerob microorganisms of the all samples was determined as 0-230,000 kob/ml (mean 11,601 cfu/ml). 34 of the 70 samples was higher microroganisms than permitted value informed by Drinking and Using Water Regulation. Only 9 samples (%12,85) in all, coliform bacteria was determined. In another way, coliform bacteria was determined 6 (% 50) of the 13 well water and 3 (% 5,26) of the 57 store water. Only one of the 70 samples, fecal coliform bacteria was isolated.

As a result, it was concluded that hygienic quality of water in Erzurum city center is very poor and it has important risk on public health

8. LİTERATÜR LİSTESİ

Alim A (1995) Sivas İl ve İlçe Merkezlerinde İçme Sularının Bakteriyolojik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı.

Altınkum S M (1996) İstanbul'da Satılan İçme Sularının Bakteriyolojik Yönden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji ABD

Anonim (2007) http://www.eski.gov.tr/sukalite.htm, 21/11/2007

AOAC (1984) Official Methods of Analysis. 14 th ed. Association of Official Analytical Chemist. Virginia

Ashbolt N J (2004) Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions. Toxicology 198, 229-238

Atılgan M (1992) İstanbul İçme Suyu Şebekesini Besleyen Yüzey Sularının Kurşunla Kirlenme Düzeylerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı.

Bilgin M (2003) Niğde İli İçme Sularının Fizksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliğ Anabilim Dalı.

Büyükyörük İ (1995) Ankara Bölgesi Askeri Birliklerinin İçme ve Kullanma Sularında Nitrat ve Nitrit Miktarlarının Saptanması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Can M (2000) Balıkesir Yöresinde İçme Suyu Olarak Kullanılan Kuyu Suları ve Çeşme Sularının Fiziksel Kimyasal ve Mikrobiyolojik Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.

Csuros M and Csuros C (1999) Microbiological Examination of Water and Wastewater. Lewis Publishers, Washington.

Çalık O (2005) Diyarbakır Kent Merkezindeki İçme Suyu Şebekesi ile Konut Su Depolarının Fiziki Özelliklerinin Bakteriyolojik Kirlilik Üzerine Etkileri. Uzamanlık Tezi, Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı.

Demirer A (1995) Su Hijyeni. Teksir, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi.

Esen D (1990) Samsun Şehir İçme Suyu Fiziksel ve Kimyasal Analizleri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Fertman R, Hentschel S, Dengler D, Janben U and Lommel A (2004) *Lead Exposure by Drinking Water an Epidemiologial Study in Hamburg*, Germany. Int. J. Hyg. Environ healt

207, 235-244.

Hoeger S J, Shaw G, Hitzfeld B C and Dietrich D R (2004) *Occurrence and Elimination of Cyanobacterial Toxins in Two Australian Drinking Water Treatment Plants*. Toxicon 43, 639-649

Kahraman Ü C (2007) Konya Garnizon Birliklerindeki Kuyu Suları İle Şehir Şebeke Sularının Kalitesi ve Ağır Metaller Yönünden Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Kanca M A (1995) Trabzon İçme Sularında Bazı Kalite Parametrelerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı.

Kemiksiz A (1999) Bursa İli İçme Suyu ebekesinde Mikrobiyolojik Kalite ve *Yersinia enterocoltica*'nın Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Enstitüsü.

Kuşçuoğlu S (1997) Tokat İl-İlçe ve Bağlı yerleşim Bölgelerindeki İçme-Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı.

Nwachuku N and Gerba C P (2004) *Microbial Risk Assessment:Don't Forget the Children*. Current opinion in microbiyology 7:206-209

Ogur R, Coşkun Ö, Korkmaz A, Oter Ş, Yaren H and Hasde M (2005) Hing nitrate intake impairs liver functions and morphology in rats; protective effects of alfa- tocopherol. Environmental toxicology and pharmacology

Orr P.T, Jones G.J and Hamilton G.R (2004) *Removal of Saxitoxins from Drinking Water by Granular Activated Carbon, Ozone and Hydrogen Peroxide-Implications for Compliance with the Australian Drinking Water Guidelines*. Water Research 38, 4455-4461

Parslow R C, Mckinney P A, Law G R, Staines A, Williams R and Bodansky H J (1997) *Incidence of Childhood Diabetes Mellitus in Yorkshire, Northern England, is Associated with Nitrate in Drinking Water*. Diabetologia 40: 550-556

Pavlov D, Wet C M E de, Grabow W O K and Ehlers M M (2004) Potentially pathogenic features of heterotrophic plate count bacteria isolated from treated and untreated drinking water. İnternational Journal of food microbiology 92, 275-287

Pepper I.L, Rusin P, Quintanar D.R, Haney C, Josephson K.L and Gerba C.P (2004) *Tracking the Concentration of Heterotrophic Plate Count Bacteria from the Source to the Consumer's Tap*. İnternational Journal of Food Microbiology 92, 289-295

Resmi Gazete (2005) İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete

17 Şubat 2005-Sayı : 25730

Sürmeli İ (1996) Trakya'nın Bazı Yörelerinde İçilen Sulardaki Ağır Metal ve Radyoaktivite Miktarlarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Şimşekli M (1988) Bursa İl Merkezi İçme Sularında Patojenik Bakterilerin Araştırılması. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Mikrobiyoloji Anabilm Dalı.

Tekinşen OC (1976) Suyun Bakteriyolojik Muayenesi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

Topbaş M T, Brohi A R, Karaman M R (1998) Çevre Kirliliği. T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları.

Uslu O ve Türkman A (1987) Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1. Ankara.

WHO (2006) Chemical Aspects, Guidelines for Drinking Water Quality, First Addendum to Third Edition Volume 1, 296-460. World Health Organization, Geneva.

Yalçın S, Tekinşen O C, ve Nizamlıoğlu M (1989) *Konya İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Hijyenik Kalitesi*. Selçuk Üniv Vet Fak Dergisi, 4, 1, 83-89.

Yıldız N (1996) Şanlıurfa İçme Suyu Sisteminin Kalite Kontrol Parametreleri Açısından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi FenBilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.

Yılmaz G (2001) İstanbul İli Şebeke Suları ile Piyasada Satılan Kaynak Sularının Bkateriyel Yönden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Maramara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Moleküler Biyoloji Programı.

Zaki A, Chaoui A A, Talibi A, Derouiche A F, Aboussaouira T, Zarrouck K, Chait A and Himmi T (2004) Impact of nitrate intake in drinking water on the thyroid gland activityin male rat. Toxicology Letters 147, 27-33

9. ÖZGEÇMİŞ

Almanya'da 06.01.1979 tarihinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ankara'nın Şereflikoçhisar İlçesi'nde tamamladı. 1997 yılında başladığı Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nden 2003 yılında mezun oldu. 2004 yılında Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Öğrenimine başladı. 2007 yılında Et Balık Kurumu Erzurum Et Kombinası'nda Veteriner Hekim olarak göreve başladı. Halen aynı görevini sürdürmektedir

10. TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimim sırasında ders aldığım, bilgi ve becerisine başvurduğum Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı'nın değerli Öğretim Üyeleri, çalışmalarım sırasında destek olan Erzurum Gıda Müfreze Komutanlığı'ndan Yüzbaşı Korhan ÖZTURHAN, Konya Personel Okulu Gıda Müfreze Komutanı Albay Erol DEMİR, Erzurum Et kombinası Müdürü Muharrem UÇAR ve Sağlık Kalite Kontrol Şefi İsmail ATASEVER ve beni bu günlere hazırlayan değerli Ailem'e teşekkür ederim.