

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ
HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

**MERAM İLÇESİNDE EV TİPİ SU ARITMA CİHAZLARININ İÇME SUYU
KALİTESİNE ETKİSİ**

DR. YUSUF KENAN BOYRAZ

UZMANLIK TEZİ

KONYA, 2017

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ
HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

**MERAM İLÇESİNDE EV TİPİ SU ARITMA CİHAZLARININ İÇME SUYU
KALİTESİNE ETKİSİ**

DR. YUSUF KENAN BOYRAZ

UZMANLIK TEZİ

Danışman: YRD. DOÇ. DR. LÜTFİ SALTUK DEMİR

KONYA, 2017

ÖNSÖZ

Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı'nda almış olduğum 4 yıllık uzmanlık eğitimimde büyük emekleri olan, bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, sayın hocalarım Prof. Dr. Tahir Kemal ŞAHİN'e, Yrd. Doç. Dr. Yasemin DURDURAN'a ve Yrd. Doç. Dr. Mehmet UYAR'a;

Bu çalışmanın yürütülmesinde maddi destek aldığım Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne;

Tez çalışmamın her aşamasında önemli katkıları olan değerli arkadaşım Dr. Kübra EKEN'e, veri toplanmasında ve laboratuvar analizlerinde destek aldığım asistan arkadaşlarım Dr. Muhammet Fatih TABARA'ya, Dr. Reyhan EVCİ'ye ve tüm asistan arkadaşlarıma;

Hayatımın her aşamasında maddi ve manevi desteklerini, sevgisini ve ilgisini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili annem, babam ve kardeşlerime; neşe ve huzur kaynağım kıymetli eşim Sultan Ayşe BOYRAZ'a ve canım kızım Zehra Nüha BOYRAZ'a

Saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ocak/2017

Yusuf Kenan BOYRAZ

ÖZET

MERAM İLÇESİNDE EV TİPİ SU ARITMA CİHAZLARININ İÇME SUYU KALİTESİNE ETKİSİ

DR. YUSUF KENAN BOYRAZ

UZMANLIK TEZİ

KONYA, 2017

Amaç: Bu çalışmada Meram ilçesinde 18 yaş ve üzeri bireylerin içme suyu tercihlerinin ve nedenlerinin belirlenmesi ile ev tipi su arıtma cihazlarının içme suyu kalitesine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Yöntem: Kesitsel tipteki bu çalışma Meram ilçesinde 1 Nisan – 1 Haziran 2016 tarihleri arasında yapıldı. Örneklem büyüklüğü G-power 3.1.9.2 programıyla 810 hane olarak hesaplandı. Meram ilçesindeki mahallelerden örnekleme seçilen 810 haneye ulaşıldı. Çalışmaya katılmayı kabul eden katılımcılara yüz yüze görüşme yöntemiyle anket uygulandı. Ev tipi arıtma cihazı kullanılan ve analiz için ulaşılabilen hanelerin şebeke sisteminden ve arıtma cihazından, mikrobiyolojik ve kimyasal analiz için su örnekleri alındı. Verilerin analizleri bilgisayar ortamında IBM SPSS 23.0 programında yapıldı.

Bulgular: Katılımcıların günlük içme suyu tüketim miktarı ortancası 1 L olup, %88,3'ü günlük 2,5 L'den daha az su içmekteydi. Katılımcıların %8,3'ünün ev tipi su arıtma cihazı kullandığı tespit edildi. Evde kullanılan 39 arıtma cihazından alınan mikrobiyolojik örneklerin bir tanesinde toplam koliform üremesi tespit edildi. Arıtma cihazlarından kimyasal analiz için alınan örneklerde, pH, iletkenlik, serbest klor, florür, kalsiyum, magnezyum ve toplam sertlik değerleri şebeke suyuna göre anlamlı olarak düşük bulundu ($p<0,05$).

Sonuç: Katılımcıların günlük içme suyu tüketim miktarları düşük bulundu. Ev tipi arıtma cihazlarının içme suyunun hem mikrobiyolojik hem de kimyasal kalitesine olumsuz etki ettiği saptandı.

Anahtar Kelimeler: Ev tipi su arıtma cihazı, içme suyu tercihi, Meram.

ABSTRACT

THE EFFECTS OF HOUSEHOLD WATER PURIFIER ON DRINKING WATER QUALITY IN MERAM

DR. YUSUF KENAN BOYRAZ

SPECIALIZATION THESIS

KONYA, 2017

Objective: In this study, it was aimed to determine the preferences and reasons of drinking water for the people aged 18 years and over and the effects of household water purifier on drinking water quality in Meram district.

Methods: This cross-sectional study was conducted between 1 April and 1 June 2016 in Meram. The sample size was calculated as 810 homes with the program G-power 3.1.9.2. 810 homes were selected which were sampled from the neighborhoods of Meram district. A questionnaire was applied to the participants who agree to participate, by face to face interview. Water samples were taken from homes which were accesible, for microbiological and chemical analysis from the water network system and the household water purifier. Analyzes of the data were studied in the IBM SPSS 23.0 program on the computer.

Results: Median of participants' daily drinking water consumption was 1 L, 88.3% of them was drinking less than 2.5 L of water per day. It was found that 8.3% of the participants were using household water purifier. Coliform were detected in one of the 39 household water purifier sample. pH, conductivity, free chlorine, fluoride, calcium, magnesium and total hardness values were found significantly lower in the samples taken from the household water purifiers than the network water ($p < 0,05$).

Conclusion: Participants' daily consumption of drinking water was found low. It has been determined that household water purifiers have a negative effect on the microbiological and chemical quality of drinking water.

Keywords: Household water purifiers, drinking water preference, Meram

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	x
SİMGE VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Su.....	3
2.1.1 Su Kullanımı.....	4
2.1.2 İçme ve Kullanma Suyu Kaynakları.....	6
2.2 İçme ve Kullanma Sularının Kalitesi.....	7
2.3 Ülkemizde İçme Suyu Kalite Standartları.....	8
2.3.1 Mikrobiyolojik Parametreler.....	8
2.3.1.1 Gösterge (İndikatör) Mikroorganizmalar.....	9
2.3.2 Kimyasal Parametreler.....	15
2.3.3 Gösterge Parametreleri.....	16
2.3.4 Radyoaktivite Parametreleri.....	17
2.4 Su Kalitesinin İzlemi.....	18
2.4.1 Kontrol için izleme.....	18
2.4.2 Denetleme İzlemesi.....	19
2.5 İçme Suyunun Fiziksel Ve Kimyasal Parametreleri.....	19
2.5.1 Sıcaklık.....	20
2.5.2 Renk.....	20
2.5.3 Bulanıklık.....	20
2.5.4 Koku.....	21
2.5.5 Tat.....	21
2.5.6 pH.....	22
2.5.7 İletkenlik.....	23
2.5.8 Amonyum.....	23
2.5.9 Nitrat.....	24

2.5.10 Nitrit.....	24
2.5.11 Bakır.....	25
2.5.12 Bor.....	25
2.5.13 Demir.....	26
2.5.14 Mangan.....	26
2.5.15 Çinko.....	27
2.5.16 Florür.....	28
2.5.17 Kalsiyum.....	28
2.5.18 Magnezyum.....	29
2.5.19 Toplam Sertlik Derecesi.....	30
2.5.19.1 Sert Suların Sağlık Üzerine Etkileri.....	32
2.5.19.2 Suyun Sertliğini Giderme Yöntemleri.....	33
2.5.20 Arsenik.....	33
2.5.21 Kadmiyum.....	34
2.5.22 Siyanür.....	35
2.5.23 Krom.....	35
2.5.24 Cıva.....	36
2.5.25 Nikel.....	36
2.5.26 Kurşun.....	37
2.5.27 Antimon.....	37
2.5.28 Selenyum.....	38
2.5.29 Klorür.....	39
2.5.30 Sülfat.....	39
2.5.31 Sodyum.....	40
2.5.32 Alüminyum.....	41
2.5.33 Serbest Klor.....	41
2.5.34 Dezenfeksiyon Yan Ürünleri (Trihalometanlar).....	42
2.6 Toplumun İçme Suyu Tercihleri.....	43
2.6.1 Şebeke Suyu.....	44
2.6.2 Ambalajlı Su.....	44
2.6.3 Ev Tipi Su Arıtma Cihazları.....	45
2.6.3.1 Mekanik Filtreler.....	46
2.6.3.2 Yumuşatıcılar.....	46

2.6.3.3 Anyon Değiştirici Cihazlar.....	46
2.6.3.4 Ultraviyole Sistemler.....	47
2.6.3.5 Ters Osmoz.....	47
2.6.3.6 Ozonlayıcılar.....	48
2.6.4 Tatlı Su eşmeleri.....	48
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	50
3.1 Araştırmanın Tipi.....	50
3.2 Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Zaman.....	50
3.3 Araştırmanın Evreni.....	50
3.4 Araştırmanın Örneklemi.....	50
3.5 Araştırmaya Kabul Edilme Kriterleri.....	50
3.6 Veri Toplama Araçları.....	51
3.6.1 Su Örneğlerinin Alınması.....	51
3.6.2 Su Örneğlerinin Taşınması.....	51
3.6.3 Su Örneğlerinin Mikrobiyolojik Analizi.....	51
3.6.4 Su Örneğlerinin Kimyasal Analizi.....	51
3.6.5 Su Örneğlerinin Fiziksel Analizi.....	52
3.7 Etik Durum.....	52
3.8 Araştırmanın Bütçesi.....	52
3.9 Araştırmanın Hipotezi.....	52
3.10 Araştırmanın Bağımlı ve Bağımsız Değişkenleri.....	52
3.11 Verilerin Tanımları ve Kısaltmalar.....	52
3.12 Verileri Analizi.....	53
4. BULGULAR.....	54
4.1 Katılımcılara Ait Bulgular.....	54
4.1.1 Katılımcıların Sosyo-Demografik Özellikleri.....	54
4.1.2 Katılımcıların İçme Suyu Tüketimleri ve Tercihleri.....	55
4.1.3 Katılımcıların Cinsiyete Göre İçme Suyu Tüketim Miktarının ve Tercihlerinin Karşılaştırılması.....	57
4.1.4 Katılımcıların Yaş Gruplarına Göre İçme Suyu Tüketim Miktarlarının ve Tercihlerinin Karşılaştırılması.....	58
4.1.5 Katılımcıların Gelir Gruplarına Göre İçme Suyu Tüketim Miktarının ve Tercihlerinin Karşılaştırılması.....	59

4.1.6 Katılımcıların Evde Yaşayan Kişi Sayısına Göre İçme Suyu Tercihlerinin Karşılaştırılması.....	60
4.1.7 Katılımcıların Şebeke Suyunu Tercih Etmeme Nedenleri.....	61
4.1.8 Ev Tipi Su Arıtma Cihazı Kullanımıyla İlgili Özellikler.....	61
4.2 Ev Tipi Arıtma Cihazlarından Önce Şebeke Suyu ile Arıtma Cihazı Sonrası Arıtılmış Suyun Analizleri.....	62
4.2.1 Mikrobiyolojik Analiz.....	62
4.2.2 Fiziksel Analizler.....	62
4.2.3 pH ve İletkenlik Analizi.....	62
4.2.4 Nitrit, Amonyum, Florür, Kalsiyum, Magnezyum ve Toplam Sertlik Derecesi Analizleri.....	63
4.2.6 Serbest Klor Analizi.....	64
5. TARTIŞMA.....	66
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	73
7. KAYNAKLAR.....	75
EK-1 ANKET FORMU	
EK-2 N.E.Ü. MERAM TIP FAKÜLTESİ ETİK KURUL KARARI	

TABLULAR

	Sayfa
Tablo 2.1 Kentsel Alanda Kullanılan Suyun Yeterlilik Göstergeleri.....	6
Tablo 2.2 İçme-Kullanma Suları İçin Mikrobiyolojik Parametreler.....	9
Tablo 2.3 Sık Kullanılan Gösterge Mikroorganizmalar.....	10
Tablo 2.4 Suda Mikroorganizma Tespit Edildiğinde Yapılması Gerekenler.....	15
Tablo 2.5 Suda Saptanan Bazı Kimyasal Maddelerin Sınır Değerleri.....	16
Tablo 2.6 Gösterge Parametreleri.....	17
Tablo 2.7 Radyoaktivite Parametreleri.....	17
Tablo 2.8 Kontrol İzleme Parametreleri.....	19
Tablo 2.9 Sertlik Derecelerine Göre İçme Sularının Sınıflandırılması.....	31
Tablo 2.10 Uluslar Arası Sertlik Derece Değerlerinin Birbirine Çevrilmesi.....	31
Tablo 4.1 Katılımcıların Sosyo-Demografik Özellikleri (Meram/Konya 2016).....	55
Tablo 4.2 Katılımcıların İçme Suyu Tüketim Tercihlerinin Dağılımı (Meram/Konya 2016).....	56
Tablo 4.3 Katılımcıların İçme Suyu Tüketim Tercihlerine Göre Günlük İçme Suyu Tüketim Miktarı Ortancalarının Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).....	57
Tablo 4.4 Cinsiyete Göre Günlük İçme Suyu Tüketim Miktarı Ortancalarının Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).....	57
Tablo 4.5 Cinsiyete Göre İçme Suyu Tüketim Tercihlerinin Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).....	58
Tablo 4.6 Yaş Gruplarına Göre Günlük İçme Suyu Tüketim Miktarı Ortancalarının Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).....	58
Tablo 4.7 Yaş Gruplarına Göre İçme Suyu Tüketim Tercihlerinin Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).....	59
Tablo 4.8 Gelir Gruplarına Göre Günlük İçme Suyu Tüketim Miktarı Ortancalarının Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).....	59
Tablo 4.9 Gelir Gruplarına Göre İçme Suyu Tüketim Tercihlerinin Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).....	60
Tablo 4.10 Evde Yaşayan Kişi Sayısına Göre İçme Suyu Tüketimi Tercihlerinin Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).....	61
Tablo 4.11 Arıtma Cihazı Öncesi Şebeke Suyu ile Arıtma Cihazlarında Arıtılmış Suyun pH ve İletkenlik Ortancalarının Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).....	63

Tablo 4.12 Arıtma Cihazı Öncesi Şebeke Suyu ile Arıtma Cihazlarında Arıtılmış Suyun pH'sının İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe Uygunluğunun Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).....	63
Tablo 4.13 Arıtma Cihazı Öncesi Şebeke Suyu ile Arıtma Cihazlarında Arıtılmış Suyun Nitrit, Amonyum, Florür, Kalsiyum, Magnezyum ve Toplam Sertlik Derecesi Ortancalarının Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).....	64
Tablo 4.14 Arıtma Cihazı Öncesi Şebeke Suyu ile Arıtma Cihazlarında Arıtılmış Suyun Serbest Klor Ortancalarının Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).....	64
Tablo 4.15 Arıtma Cihazı Öncesi Şebeke Suyu ile Arıtma Cihazlarında Arıtılmış Suyun Serbest Klor Düzeylerinin Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).....	65



SİMGE ve KISALTMALAR

AWWA:	American Water Works Association
ATSDR:	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
Bq:	Becquerel
°C:	Santigrad derece
Ca:	Kalsiyum
CDC:	Centers for Disease Control and Prevention
CFU:	Colony-forming units
°dH:	Alman Sertlik Birimi
DSÖ:	Dünya Sağlık Örgütü
DYÜ:	Dezenfeksiyon Yan Ürünleri
°e:	İngiliz Sertlik Birimi
EFSA	European Food Safety Authority
EPA:	Environmental Protection Agency
°f:	Fransız Sertlik Birimi Mikrogram
Fe:	Demir
g:	Gram
HAA:	Haloasetikisit
mg:	Miligram
Mg:	Magnezyum
ml:	Mililitre
mSv:	Milisievert
Per:	Persentil
Ppm:	Parts per million
sd:	Serbestlik Derecesi
std:	Standart Sapma
TCU:	True colour unit
THM:	Trihalometan
TL:	Türk Lirası
TNSA:	Türkiye Nüfus Ve Sağlık Araştırmaları
TÜİK:	Türkiye İstatistik Kurumu
USEPA:	Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
WHO:	World Health Organization

μg : Mikrogram
 μS : Mikrosiemens



1. GİRİŞ VE AMAÇ

“Tüm canlılar yaşamak için suya ihtiyaç duyarlar. Toplumların ulaşmak için savaş verdikleri, insanlığın gelişiminde temel öneme sahip olan su, geçmiş çağlarda birçok toplumun çökmesine ve yok olmasına sebep olmuştur (Güler 1997)”.

“Su, yaşamın sürdürülebilmesi için vazgeçilemeyecek bir maddedir. Vücudumuzda bulunan su oranı yaşa ve cinsiyete göre farklılık göstermektedir. Organizmada %42 ile %75 arasında su vardır. Vücudun elektrolit dengesinin sağlanması ve korunmasında suyun etkin bir görevi vardır. Vücuttaki hücre, doku, organ ve sistem düzeyinde bütün yaşamsal olaylar suya muhtaçtır (Güler 2012a)”.

İçilen su miktarı kadar, suyun kalitesi de önemlidir. “Sağlığa uygun ve temiz su”, içerisinde “hastalık yapacak mikroorganizmalar” ile “toksik kimyasal maddeler” içermemelidir. Aynı zamanda vücuda gereken mineralleri içinde bulundurmalıdır. “Topluma sunulan içme-kullanma suyu niteliksel olarak aynı olması sağlanmalıdır”. Yani temizlikte, bulaşıқта ve çamaşırdaki kullanılan su, sağlığa zarar vermeyecek özellikte olmalıdır. Ayrıca içme suyunda toplumun fark edilebileceği koku, tat, renk ve bulanıklık problemleri olmamalıdır. İçme suyu konusundaki “fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve radyolojik” parametrelerin standart düzeyleri “Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)” tarafından belirlenmiştir (Sağlık Bakanlığı 2014, Güler 2015).

Türkiye’de “insani tüketim amaçlı suların” “teknik ve hijyenik şartlara uygunluğu ile suların kalite standartlarının sağlanması, kaynak suları ve içme sularının istihsalı, ambalajlanması, etiketlenmesi, satışı, denetlenmesi ile ilgili usul ve esasları” düzenlemek amacıyla 2005 yılında “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” hazırlanmış ve içme suyunun kalite standartları belirlenmiştir. “Bu standartlar hem DSÖ, hem de Çevre Koruma Ajansı’nın (EPA) içme suyu standartlarına uygun olup “Avrupa Birliği” uyum sürecinde “Avrupa Birliği” mevzuatına uyum çerçevesinde hazırlanmıştır (Sağlık Bakanlığı 2014)”.

“Uluslararası sağlık sözleşmesi niteliğinde olan Alma-Ata bildirgesinde vazgeçilmez nitelikteki temel bakım kavramı getirilmiştir. Temiz ve sağlıklı su sağlanması ile sanitasyon da bu sözleşmenin önemli bölümüdür (Güler 1994)”. “Sağlıklı, güvenli ve yeterli suyu topluma ulaştırmak bir kamu hizmetidir. Yerel yöneticiler suyun topluma sağlıklı, temiz ve güvenilir olarak ulaşmasını sağlamayı en önemli görev olarak görmelidirler (Tekbaş 2009)”.

Tüm dünyada sağlıklı içme suyuna erişim sağlayabilmek için birçok kamusal ve bireysel düzeyde faaliyet yürütülmektedir. Arıtma cihazları kullanımı da günümüzde yaygınlaşan bireysel faaliyetlerden biridir. Kamusal düzeyde şebeke sularına yapılan yatırımlar artmış olmasına rağmen, şebeke suyu hizmetlerinde zaman zaman olan kesintiler, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinde yaşanan sıkıntılar tüketicilerin aklında şebeke sularının temizliği ve güvenliği ile ilgili endişe oluşturmaktadır. Şebeke suları hakkında çıkan olumsuz haberler, ambalajlı sular ve arıtma cihazları için yapılan reklamlar şebeke suyu ile ilgili olumsuz algıları güçlendirmektedir (Til 2015, Tekbaş 2009).

“Evsel arıtım cihazları” farklı metotlar kullanarak su arıtımı yapan aygıtların genel ismidir. “Mekanik filtre sistemleri, kimyasal sistemler, yumuşatma yapan cihazlar, anyon değiştiren sistemler, ultraviyole ışın kullananlar, ters osmoz sistemiyle arıtım sağlayanlar, ozonlayanlar, klorlayanlar vb. birçok metot evsel su arıtma cihazlarında kullanılmaktadır.” Bu metotların hepsi aynı adla (ev tipi su arıtma cihazı) tanımlansa da bu cihazların birbirinden farklı etkileri, avantajları ve dezavantajları vardır. Bu cihazlarda belirli periyotlarda bakıma ve temizliğe ihtiyaç vardır. Bakımları uygun periyotlarda olmazsa cihazın filtre, süzgeç, arıtım haznesi, pompa vb. yerlerinde çeşitli mikroorganizmalar çoğalıp koloni oluşturmaktadır. Zamanında bakım, temizlik, filtre değiştirme gibi işlemler kullanıcılar tarafından pek dikkat edilmeyen konulardandır (Tekbaş 2009).

“Yapılan çalışmalarında ev tipi su arıtma cihazlarının ilk aylarda arıtım sağladığı, daha sonra mikrobiyolojik kirlenmenin başladığı saptanmaktadır. Sonuç olarak ev tipi su arıtma cihazlarının kullanımı halk sağlığı açısından önemli tehditler oluşturmaktadır (Tekbaş 2009)”.

Bu çalışmada Meram ilçesinde 18 yaş ve üzeri bireylerin içme suyu tercihlerinin ve nedenlerinin belirlenmesi ile ev tipi su arıtma cihazlarının içme suyu kalitesine etkisinin araştırılması amaçlandı.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Su

“Su, insanların hayatlarını devam ettirebilmeleri için oksijenden sonra gelen vazgeçilmez bir ögedir. İnsan, beslenmeden günlerce yaşamayı sürdürmesine karşın, suya ulaşamadığı durumda ancak birkaç gün yaşayabilmektedir. İnsan vücudunun içerdiği su miktarı yaşa ve cinsiyete göre %42 ile %75 arasında değişmekle birlikte yetişkin bir insan vücudunun ortalama %59'u sudur (Türkiye Halk Sağlığı Kurumu 2017)”.

Yeryüzünün %71'i sularla kaplı olmasına rağmen suların ancak %3'ü kullanılabilir sudur. Ayrıca bu suyun %75'i donmuş durumda kutuplarda veya kutuplara yakın yerlerde bulunmaktadır. İnsanların kullanmak amacıyla ulaşabileceği tatlı sular dünyadaki su miktarının ancak %0,5'idir. Bu durum, insanlığın kullanabileceği su kaynaklarının ne kadar sınırlı olduğunu net bir biçimde göstermektedir. Bu gerçek göz önüne alınırsa neden tatlı su kaynaklarının korunması gerektiği, mevcut suların dikkatli ve kontrollü kullanılmasının gerekliliği daha iyi anlaşılacaktır (Ankara Tabip Odası 2012, Sağlık Bakanlığı 2014, Güler 2012b).

Dünya nüfusu 1900'lü yılların başlarında yaklaşık 1,5 milyar iken, 21. yüzyıla girilirken yaklaşık 6 milyar insan su kaynaklarını kullanmaktadır. Birleşmiş Milletler'in yaptığı araştırmalarda, yaklaşık 2 milyar insan önemli derecede su sorunu yaşamaktadır. Sağlıklı suya erişmek insanlar için temel bir hak olduğu halde, günümüzde dünyada dünya nüfusunun %25'i sağlıklı içme suyuna ulaşamamaktadır. Bu nüfusun yaklaşık yarısının gelişmekte olan ülkelerde yaşadığı ifade edilmektedir. 2025 yılında dünya nüfusunun 8,3 milyar olacağı ve yaklaşık 2,3 milyar kişinin önemli düzeyde içme suyu sorunu yaşayacağı tahmin edilmektedir. İçme suyu tüketiminde, 20. yüzyılda yedi kat, son 20 yılda da iki kat artış kaydedilmiştir. Görüldüğü gibi su kaynakları üzerindeki nüfus baskısı önemli bir sorundur (Ulusoy 2009, Centers for Disease Control and Prevention 2016).

Sağlık açısından suyun miktarı kadar temizliği de önemlidir. Yeteri kadar temiz su sağlanması durumunda dünyadaki hastalıkların %80'den fazlası önlenilebilecektir. Suyla ilgili sorunların çoğunluğu suyun kalitesiyle ilgili sorunlardır. Kanalizasyon bulaşması, sanayi atıklarıyla kontamine olması kentsel alanlarda kullanılan içme ve kullanma sularının en büyük kirlilik sebebidir. Noktasal (kanalizasyonun ve sanayi çıkışı suların arıtılmadan deşarjı) ve noktasal olmayan kaynaklardan (tarım alanlarında aşırı oranda kullanılan tarım

ilaçları, pestisitler, katı atık depolama alanları vb.) yer altı ve yerüstü sularının kirletilmesi, içme ve kullanma suları açısından önemli tehlikelerden biridir (Sağlık Bakanlığı 2014).

“Su, yaşamın birçok boyutu (yiyecek güvenliği, beslenme, sağlık, yaşanabilir dengeli bir çevre gibi) açısından önem taşıdığından, su kaynaklarının yönetimi de insanların mutluluğu, sürekli ve dengeli kalkınma, ekolojik bütünlük ve bir tür olarak insanlığın kendi neslini sürdürmesi açısından vazgeçilmez unsurlardan birini oluşturmaktadır (Sağlık Bakanlığı 2014).”

“Dünyada herkes için sağlıklı ve güvenli su sağlandığında hastalık ve ölümlerde önemli ölçüde azalması beklenmektedir. Dünyada yaklaşık her on hastalıktan bir tanesinin;

- Sağlıklı ve güvenli içme suyuna erişim arttığında,
- Sanitasyon ve hijyen koşulları sağlandığında,
- Sudan bulaşan hastalıklar engellendiğinde,
- Suda boğulmaların önüne geçildiğinde önlenmesi beklenmektedir.

Sağlıklı ve güvenli suya erişim sağlandığında her yıl;

- Çocukluk döneminde 1,400 000,
- Sıtmaya bağlı 500 000,
- Malnütrisyonu bağlı 860 000,
- Boğulma nedeni 280 000 ölümün önlenebileceği bildirilmiştir (WHO 2016).”

“Ayrıca sağlıklı ve güvenli suyun sağlanması durumunda, beş milyon insanın önlenabilir bir körlük nedeni olan trahoma ve beş milyon insanın da lenfatik filariiazis hastalığına yakalanmasını önleyecektir (WHO 2016).”

2.1.1 Su Kullanımı

“Yaşam için mutlak düzeyde gerekli olan su, doğada bulunan gaz dışındaki maddeler arasında en fazla tüketilenidir. Bu öneminden dolayı tarihte medeniyetlerin kuruluşunda ve ayakta kalmasında önemli ölçütlerden birisi olmuştur. Su kaynakları yeterli olan coğrafyalar medeniyetlerin merkezi haline gelmiştir. İnsanlığın gelişmesi ile birlikte su ihtiyacı önemli bir şekilde artmış ve endüstri, eğlence gibi su değişik birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Su kullanımı üç sınıfta incelenebilir:

- Primer kullanım: içme, yiyecek - içeceklerin hazırlanması, yıkanma ve temizlik

- Sekonder kullanım: ev ve fabrikalardan atıkların uzaklaştırılması, endüstride su gerektiren işlerin gerçekleştirilmesi, yangınların söndürülmesi ve benzeri uygulamalarda
- Tersiyer kullanım: doğal suların balıkçılık, denizcilik, yüzme, eğlence, tarımsal sulama ve enerji için kullanımı (Oğur 2005).”

Kişinin öncelikle fizyolojik olarak suya ihtiyacı bulunmaktadır. Vücut için gerekli olan sıvı miktarının en önemli kaynağını su oluşturmaktadır. Genel olarak, vücutta oluşan toksik maddelerin atılımını sağlamak ve vücut sıvı dengesinin korunması için 8-10 bardak su içilmesi önerilmektedir. Vücudumuzun günlük su ihtiyacı cinsiyete, yaşa, vücut ağırlığına, günlük fiziksel aktiviteye, yaşanılan yerin iklimine ve mevsim şartlarına göre değişebilmektedir (Türkiye Halk Sağlığı Kurumu 2016). Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (European Food Safety Authority, EFSA) günlük içilmesi gereken su miktarını kadınlar için 2 L, erkekler için 2,5 L olarak belirlemiştir (EFSA 2010).

Kişiler içme suyu gereksiniminin yanı sıra yiyecek ve içeceklerin hazırlanması, yıkanma, temizlik vb. ihtiyaçları içinde suya gereksinim duyarlar. Su tüketimi suya ulaşılabilirlik, toplumun su kullanım alışkanlıkları, endüstrileşme, ekonomik durum gibi faktörlerden etkilenir ve kişiden kişiye değiştiğinden bilimsel kaynaklarda verilen ortalama değerlerde farklılıklar olabilmektedir (Erkman 2011).

“Bireyin su ihtiyacı olan su miktarı 24 saatte litre olarak tanımlanır. Yetişkin bir birey fizyolojik olarak 24 saatte iki buçuk litre suya gereksinim duyar. Bunun yarım litreden fazlası katı yiyeceklerle birlikte alınır. Fizyolojik olarak gerekli olan bu iki buçuk litre suya kullanma suyu için gerekli olan su miktarı da eklenmelidir (Güler 2015).” “Bir toplumun ihtiyacı olan su miktarı; yaşanılan şehrin büyüklüğü ve o toplumun sosyokültürel seviyesine ve ekonomik durumuna göre değişmektedir. Şehirler büyüdükçe, toplumun ekonomik durumu iyileştikçe ve kültür seviyesi arttıkça birey başına harcanan günlük su miktarı da artar (Akdur 1998).” Şehirlerde kişi başına gerekli su miktarını hesaplanırken endüstriyel ihtiyaçlar da hesaba eklenmelidir. (Güler 2015).

“Araştırmalara göre, nüfusu beş bine kadar olan yerlerde yaşayanlar günlük kişi başına 50-60 litre suya ihtiyaç duyarlar. Nüfusu beş bin ile elli bin arasında olan yerlerde kişi başına günlük 60-100 litre suya ihtiyaç vardır. Nüfusu elli binin üzerinde olan yerlerde yaşayanların su ihtiyacı ise günlük kişi başına 100 ile 1000 litre arasında değişmektedir. Kırsal bölgelerde günlük kişi başına yirmi litre yeterli olmaktadır. Bazı Afrika ülkelerinde

hesaplanan bu miktarın %10'undan daha azı sağlanmaktadır. Amerikalılar için ortalama kişi başına günlük su tüketimi 600 litre olarak bulunmuştur (Güler 2015).”

Birleşmiş Milletlerce 2002 yılında yapılan Dünya Su Değerlendirme raporunda kentsel alanda kullanılan suyun yeterlilik göstergeleri aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.1 Kentsel Alanda Kullanılan Suyun Yeterlilik Göstergeleri (Erkman 2011).

Su Kullanımı (L/kişi/gün)	Yeterlilik
20	Minimum gerekli olan miktar
>20 ve < 50	Temel ihtiyaç
> 50 ve <100	Yaşam seviyesi açısından düşük değer
> 100 ve <150	Yaşam kalitesi açısından uygun seviye
> 150	Yeterli durum

Gelişmiş toplumlarda kişi başına günlük su gereksinimi 400-500 litre olarak bildirilmesine rağmen Türkiye’de kentsel bölgelerde günlük en fazla 200-250 litre, kırsal bölgelerde ise günlük 100-150 litredir (Akbaba 2008). 2014 yılında Türkiye’de belediyelerce şebeke sistemine verilen kişi başı günlük ortalama su miktarı 203 litre olarak hesaplanmıştır. (TÜİK 2014).

2.1.2 İçme Ve Kullanma Suyu Kaynakları

“Dünyadaki suyun %97,6’sı tuzlu sudur. Okyanuslar $3,6 \times 10^8$ km² alan kaplamakta ve 13×10^8 km³ su içermektedir. Bir yılda okyanuslardan $3,8 \times 10^{14}$ ton su buharlaşarak atmosfere karışır. Fakat yağışlar her zaman buharlaşmanın olduğu yerlere yağmayabilir. Kutuplarda donmuş olan suyun oranı ise dünyadaki suyun %1,9’u kadarıdır. Bu verilere göre, insanlığın ulaşılabilir kullanacağı su, dünyadaki suyun sadece %0,5’ini oluşturmaktadır. Yeraltı suyu, topraktaki nem, akarsular ve göller, hepsi bu oranın içindedir (Güler 2012b).”

İnsanların içme ve kullanma sularını aldığı / elde ettiği başlıca su kaynakları aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Erkman 2011).

1.Yerüstü Suları	2.Yeraltı Suları	3.Meteor Suları
- Akarsular	Adi Kuyu	- Kar
- Göller	Delme Kuyu	- Yağmur
- Barajlar	Çakma Kuyu	- Dolu
- Denizler	Keson Kuyu	

suda bulunması gerekir. Flor, kalsiyum ve magnezyum buna örnek verilebilir. Toksik olan maddelerin hiçbirisinin suyun içerisinde bulunmaması gerekir (Güler 1997).

Su kalitesi hidrolojik dolaşım, uygulanan arıtım ve dağıtım sistemi gibi değişik faktörlere bağlıdır. İçme suyu kalitesi kaynaktan, arıtma tesisinde, şebeke sisteminde ve bina içi tesisat sisteminde çeşitli etkenlerle değişebilmektedir. Hızlı bir şehirleşme ve sanayileşme olgusunun yaşandığı günümüzde su kaynakları, yoğun çevre sorunlarıyla karşı karşıyadır. İçme suyunda görülen kirleticiler sadece kaynağa ulaşan ve oradan içme suyuna karışan maddelerden oluşmamaktadır. İçme suyunu bu kirleticilerden arındırmak maksadıyla yapılan arıtma işlemleri süresince de kimyasallar ilave edilmekte ya da çeşitli malzemelere temas etmekte ve bu şekilde de çeşitli kimyasallar ile bunların yan ürünleri içme suyuna karışabilmektedir. Bir diğer kaynak olarak da içme suyu arıtma tesisinden çıkan suyun son tüketiciye ulaşana kadar geçirdiği süreçte temas ettiği malzemeler sayılabilir. İçme suyunun, sağlıklı ve güvenilir şekilde son tüketiciye ulaşabilmesi için, tüm bu kaynaklardan gelen kirleticilerin doğru tespit edilmesi, tespit edilen kirletici miktarları göz önüne alınarak uygun arıtma yapılması ya da yerinde kontrolün sağlanması gibi tedbirlerin alınması gereklidir (Güler 1994, Güler 1997, Oğuz 2015).

2.3 Ülkemizde İçme Suyu Kalite Standartları

Türkiye’de insani tüketim amaçlı suların teknik ve hijyenik şartlara uygunluğu ile suların kalite standartlarının sağlanması, kaynak suları ve içme sularının istihsalı, ambalajlanması, etiketlenmesi, satışı, denetlenmesi ile ilgili usul ve esasları düzenlemek amacıyla 2005 yılında İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik hazırlanmıştır. Bu yönetmelik ile içme suyu standartları belirlenmiştir. Bu standartlar hem DSÖ, hem de EPA’nın içme suyu standartlarına uygun olup Avrupa Birliği mevzuatına uyum çerçevesinde hazırlanmıştır. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te mikrobiyolojik, kimyasal, gösterge ve radyoaktivite parametreleri ile sınır değerleri belirlenmiştir.

2.3.1 Mikrobiyolojik Parametreler

Kentsel şebekede ulaşan içme-kullanma sularında 100 ml’de enterokok veya koliform bakteri bulunmamalıdır. Ambalajlı sularda ise Enterokok veya koliform bakteriye ek olarak *P. aeruginosa*, Fekal koliform bakteri, *Salmonella*, *Clostridium Perfringens*, Patojen Staphylococlar ve parazitler bulunmamalıdır.

Tablo 2.2 İçme-Kullanma Suları İçin Mikrobiyolojik Parametreler.

Parametre	Parametrik değer (sayı/100 ml)
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	0
<i>Enterokok</i>	0
Koliform bakteri	0

Kaynaktan alınan numunede 22 °C’de 72 saatte agar-agar veya agar-jelatin karışımında koloni sayısı ml’de 20’den az olmalı, 37 °C’de 24 saatte agar-agar karışımında koloni sayısı ml’de 5’ten az olmalıdır.

Ambalajlı sularda ise; *Enterokok* veya *koliform* bakteriye ek olarak; *P. aeruginosa*, Fekal koliform bakteri, *Salmonella*, *Clostridium Perfringens*, *Patojen Staphylococlar* ve parazitler bulunmamalıdır. Ambalajlı sularda 22 °C’de koloni sayısı 100/ml, 37 °C’de koloni sayısı 20/ml’den az olmalıdır.

Ambalajlı sularda numune ambalajlanmayı takiben 12 saat içerisinde alınmak ve bu süre içerisinde 4 °C ±1 °C’de saklanmış olmak kaydıyla, 22 °C’de 72 saatte agar-agar veya agar-jelatin karışımında koloni sayısı ml’de 100’den az olmalı, 37 °C’de 24 saatte agar-agar karışımında koloni sayısı ml’de 20’den az olmalıdır. Ayrıca parazitler ve diğer mikroskopik canlı bulunmamalıdır (İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik 2005).

2.3.1.1 Gösterge (İndikatör) Mikroorganizmalar

İndikatör mikroorganizma analizleri suların mikrobiyolojik olarak kontamine olup olmadığını tespit etmek için en kısa sürede yapılması gereken bir analizdir. Sık kullanılan gösterge mikroorganizmalar Tablo 2.3’te sunulmuştur. Su yaşamsal bir madde olduğu için, suyun hijyenik olup olmadığına en kısa zamanda karar vermek önemlidir. Kirletici mikroorganizmanın cinsini ve tipini kesin olarak belirlemek zaman alacağı için tespiti kolay ve hızlı olan indikatör mikroorganizmalar tespit edilmeye çalışılmaktadır (Sağlık Bakanlığı 2014).

Tablo 2.3 Sık Kullanılan Gösterge Mikroorganizmalar.

Gösterge	Amaç
Standart sayı / Heterotrofik sayı	Su arıtım işleminin etkinliğini izlemek ve şebeke müdahalelerinden sonra kontaminasyonu izlemek için kullanılır.
Toplam koliform bakteri	İçme sularının genel olarak mikrobik kalitesini değerlendirmede kullanılır.
Fekal koliform bakteri	İçme sularının olası fekal kirlenmesinin göstergesi olarak kullanılır.
<i>Escherichia coli</i> (<i>E.coli</i>)	İçme sularının fekal kirlenmesinin göstergesi olarak kullanılır

Bir toplumda su ile ilgili olarak karşılaşılabilecek en önemli ve riskli tehlikelerden birisi suda fekal kontaminasyonun meydana gelmesine bağlı gelişebilecek enfeksiyonlardır. Dolayısı ile içme sularının mikrobiyolojik analizi kullanılan suyun hijyenik kalitesini ortaya koymada en önemli basamaklardan birisidir. Bunun için suda fekal kontaminasyonu gösteren organizmaların izole edilerek belirlenmesi gerekir. Bazı durumlarda bu organizmaların aynısı içme suyu arıtma tesislerinin etkinliğini değerlendirmede de kullanılır. Suda bulunabilen bazı mikroorganizma ve ürünlerinin özellikleri şunlardır (Oğur 2005):

***Escherichia coli*:** *Enterobacteriaceae* ailesinden olan *Escherichia coli*, beta-galaktozidaz ve beta-glukorinidaz enzimlerinin varlığı ile karakterizedir. Uygun besi yerinde 44 - 45°C'de ürer, laktozu ve mannitolü fermente ederek asit ve gaz ile triptofandan indol üretir. Bununla birlikte bazı suşları 37 °C'de üreyebilirken 44 - 45 °C'de üreyemezler ve gaz üretmezler. *E. coli* oksidaz üretmez ve üreyi hidrolize etmez. Tam bir tanımlama oldukça zordur ve rutin analizler için önerilmemektedir (Sağlık Bakanlığı 2014).

E.coli, insan ve hayvan dışkısında fazla miktarda bulunabilir. Taze dışkının 1 gramında 10 milyar adet bulunabilir. Herhangi bir şekilde fekal kontaminasyona maruz kalmış atık su, doğal sular, toprak gibi kaynaklarda bulunabilir. Yapılan analizlerde suda *E.coli* veya termotoleran bakteri saptanması o suda fekal kontaminasyon olduğunu ve/veya yapılan arıtma işlemlerinin yetersiz olduğunu göstermektedir (Oğur 2005).

Termotoleran Koliform Bakteri: Bu bakteriler 44 - 45°C'de laktozu fermente edebilen koliform bakterilerdir; *Escherichia* türü ile *Klebsiella*, *Enterobacter* ve *Citrobacter* türlerinin bir kısmı bu gruba dahildir. *E.coli* dışındaki termotoleran

koliformlar, endüstriyel atıklarla veya bitki ve toprak işleyen fabrika atıkları ile kontamine olan sularda olabileceği için, bu grup bakterilere fekal koliform bakteriler demek doğru değildir. (Sağlık Bakanlığı 2014).

Şebeke sisteminde termotoleran bakterilerin bulunması ve üremesi eğer uygun ortam yoksa mümkün değildir; ancak su borularında bir problem varsa, su sıcaklığı 13°C'nin üzerinde ise ve suda hiç klor kalmamış ise üreme olabilmektedir. Çoğu durumda termotoleran bakteri konsantrasyonunu doğrudan *E.coli* miktarı belirler. Bu nedenle rutin analizler için bu bakteriler suyun hijyenik kalitesi hakkında yeterli bilgi verebilir, ancak her zaman için bu bakterilerin fekal koliform bakterilerle aynı grup olmadığına dikkat edilmelidir. Eğer termotoleran bakteri çok yüksek miktarda saptanmış ve herhangi bir hatalı uygulamaya da rastlanamamışsa mutlaka *E.coli*'yi araştırmaya yönelik testler yapılmalıdır. Konu ile ilgili ulusal referans laboratuvarlar yerel olarak yapacakları analizlerle termotoleran koliformlar içindeki *E.coli* durumunu ortaya koymalıdır. Termotoleran koliformlar daha kolay saptanabildiklerinden dolayı özellikle arıtma tesislerinin etkinliğini ölçmede son derece kullanışlıdır (Oğur 2005).

Koliform Organizmalar (Toplam Koliformlar): Koliformlar, uzun zamandan beri içme suyu kalitesinin mikrobiyolojik olarak kontrolünde gösterge mikroorganizma olarak kullanılmaktadır. Bunun en önemli nedeni suda tespit edilmelerinin ve değerlendirilmelerinin kolay ve pratik olmasıdır. “Koliform organizma” terimi; safra asitlerinin varlığında üreme yeteneğine ve 35 - 37 °C'de 24 - 48 saatte laktozu fermente ederek asit, gaz ve aldehit üretme yeteneğine sahip, Gram-negatif, çubuk şeklindeki sporsuz bakterileri belirtmek için kullanılmaktadır. Bu bakteriler aynı zamanda, oksidaz negatiftirler ve beta-galaktozidaz aktivitesi gösterirler (Sağlık Bakanlığı 2014).

Geleneksel olarak koliform bakterilerin *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* ve *Klebsiella* türlerine dahil oldukları kabul edilmektedir. Bununla birlikte modern taksonomik yöntemlere göre, grup heterojendir. Bu grupta *Enterobacter Cloacae* ve *Citrobacter Freundii* gibi laktozu fermente eden ve besin içeriği yüksek içme sularının yanı sıra hem dışkıda hem de doğada (doğal sular, toprak, bitki atıkları gibi) bulunabilen bakterileri de kapsar. Sularda daha nadir olarak bulunmakla birlikte *Serratia Fonticola*, *Rabnella Aquatilis* ve *Buttiauxella Agrestis* bakterileri de bu gruba dahildir (Oğur 2005).

Fekal kaynaklı olmayan bazı bakterilerin koliform bakteri tanımına uyabilmesi ve bazı koliform bakterilerin laktoz negatif olması, bu grup bakterilerin fekal kirlenmeyi

ortaya koymada yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Arıtılmış sularda koliform bakteri bulunmamalıdır; eğer bulunursa arıtma işleminin yetersiz ya da etkisiz olduğu, arıtma sonrası kontaminasyon olduğu veya su içerisinde aşırı miktarda besin maddesi bulunduğu düşünülür. Dolayısı ile koliform testi, arıtma işleminin yeterliliğini ve su dağıtım şebekesinin bütünlüğünü ortaya koymada etkili bir göstergedir. Koliform organizmalar her zaman fekal kontaminasyonu veya sudaki patojenlerin varlığını göstermemekle birlikte, koliform testi halen arıtılmış içme sularının mikrobiyolojik kalitesini ortaya koymada son derece faydalı bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Eğer elde edilen sonuçlarda her hangi bir karışıklık veya şüphe varsa, özellikle de *E.coli* ve termotoleran koliformların saptanmadığı durumlarda koliform organizmalar saptanmışsa doğal kaynaklı bir kontaminasyonu incelemeye yönelik özel analizler gerçekleştirilmelidir (Oğur 2005).

Fekal Streptokoklar: Fekal streptokoklar genellikle insan ve hayvanların dışkısında bulunan streptokoklardır. Tümü Lancefield grubu D antijenine sahiptir. Taksonomik olarak, *Enterococcus* ve *Streptococcus* grubuna dahildirler. Enterekok taksonomisi yakın zamanda önemli değişikliklere uğramış ve birçok yeni tür hakkında yeterli ekolojik bilgi birikimi gerçekleşmemiştir. *Enterococcus* grubu şu anda belirli kimyasal özelliklere sahip olan tüm streptokokları içine almaktadır ve üreme - gelişme özellikleri konusunda büyük farklılıklar bulunmaktadır. Bu bakterilerin bir çoğu fekal kaynaklıdır ve pratikte insan dışkısı ile kontaminasyonun en önemli göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte hayvan dışkılarından da izole edilebilirler ve belirli tip alt tipleri esas olarak bitkisel materyalde bulunur (*E.casseliflavus*, *E.faecalis* *E.malodoratus* ve *E.solitarius*) (Sağlık Bakanlığı 2014).

Streptococcus ailesinden sadece *S.bovis* ve *S.equinus* grup D antijenine sahiptir ve fekal streptokok grubuna dahildir. Esas olarak hayvan dışkılarında bulunurlar. Fekal streptokoklar kirli sularda nadiren çoğalırlar, ancak *E.coli* ve koliform bakterilerden daha dayanıklıdırlar. Dolayısı ile su kalitesi kontrolündeki primer değerleri, arıtma işlemlerinin etkinliğini ölçmede sekonder indikatör organizma olmalarıdır. Bunun yanı sıra, streptokoklar kuruluğa son derece dirençli olduklarından yeni döşenen, tamir edilen boruların rutin kontrolünde veya yer altı sularında ve yüzey sularında yüzeysel akıntılarla meydana gelen kirliliklerin kontrolünde kullanılabilirler (Oğur 2005).

Sülfid İndirgeyen Clostridiumlar: Anaerobik, spor oluşturan bu mikroorganizmaların en önemli örneklerinden birisi *Clostridium perfiringens*'tir.

C.perfringens, *E.coli*'ye göre çok az olmakla birlikte dışkıda normal olarak bulunabilirler. *C.perfringens*'in esas kaynağı dışkı değildir ve doğada sıklıkla bulunmaktadır. Clostridium sporları suda diğer organizmalardan daha uzun süre canlı kalabilirler ve dezenfeksiyona son derece dirençlidir. Dolayısı ile şebeke sularında saptanması arıtma ve dezenfeksiyon işlemlerinin yetersizliğini gösterir. *C.perfringens* sporlarının sularda saptanması protozoal kistlerin olabileceğinin de göstergesi olarak kabul edilebilir. Uzun süre canlı kalabilmeleri nedeni ile aralıklı ve uzak mesafeden kaynaklanan kontaminasyonun en önemli göstergeleridir. Ancak dağıtım şebekelerinde rutin olarak analizleri önerilmemektedir çünkü saptanmaları halinde yanlış alarmlara neden olabilmektedirler (Sağlık Bakanlığı 2014).

Bakteriofajlar: Bakteriofajlar, bakterileri enfekte eden virüsler olarak kabul edilebilirler. Genelde genetik materyal ve protein yapıda kabuk içerirler. DNA veya RNA içerebilirler. Ebatları genelde 25 - 100 nm arasındadır. Bakteriofajların enterik virüslerle benzer özelliklere sahip olması ve enterik virüslerden daha kolay saptanabilmeleri nedeni ile su kalitesi kontrolünde bir indikatör olarak kabul edilmektedirler. Dahası bazı bakteriofajların sudaki canlılıkları ve arıtma işlemlerine dayanıklılıkları enterik virüslerle çok büyük bir benzerlik göstermektedir. Özellikle *E.coli*'yi enfekte eden somatik kolifajlar ve F-spesifik RNA bakteriofajları üzerinde yoğun olarak çalışılmaktadır. Bu ikisi dışkıda yoğun olarak bulunmamakla birlikte kanalizasyon sularında bulunmaktadır. Dolayısı ile bunlar esasen sularda kanalizasyon kontaminasyonu olup olmadığının ve yer altı sularının kalitesinin araştırılmasında kullanılmaktadırlar (Oğur 2005).

Diğer İndikatörler: *Bifidobacteria* ve *Bacteroides fragilis* grupları, dışkıya spesifik anaeroblardır. Doğal sularda yaşayamazlar ve üreyemezler. Genelde tropikal ve subtropikal bölgelerde su kalitesinin bir indikatörü olarak kullanılabilmeyle birlikte, normalde sayılarının hızla azalması ve analiz yöntemlerinin tam olarak standardize edilememesi nedeni ile kullanımları önerilmemektedir.

Yukarıda sayılan indikatörler fekal kontaminasyonun göstergeleridir. Bunun dışında su kalitesinin ortaya konmasında kullanılan başka indikatörler de bulunmaktadır (Sağlık Bakanlığı 2014).

Heterotrofik Plate Sayımı (Koloni Sayımı): Sudaki genel bakteri içeriğini ortaya koymak için yapılır. Suda bulunabilen tüm bakterileri ortaya koymaz, sağlanan üreme şartlarında gelişebilen ve koloni oluşturabilen bakterileri saptamak için kullanılmaktadır.

Suyun arıtılması, dezenfeksiyonu, dağıtım aşamalarının etkinliğini ölçmek ve yüzme havuzlarının durumunu saptamak için kullanılır. Sonuçlar “colony-forming units” (CFU) olarak ifade edilir. 35 °C’de 48 saatlik inkübasyon önerilmekle birlikte, en yüksek değerler 20 - 28 °C’de ve 5 - 7 günde alınır (Sağlık Bakanlığı 2014).

Aeromonas türleri ve Pseudomonas aeruginosa: Su hijyeninin kontrolü amacı ile analizi önerilen mikroorganizmalardandırlar. Ancak rutin olarak kullanılmaları önerilmemektedir. Şehir şebekesi sularının ve arıtma tesislerinin genel temizliklerinin araştırılmasında ve şişe sularının hijyenik kalitelerinin kontrolünde önemlidir (Oğur 2005).

Suda mikroorganizma saptandığında yapılabilecekler Tablo 2.4’te sunulmuştur (Sağlık Bakanlığı 2014).



Tablo 2.4 Suda Mikroorganizma Tespit Edildiğinde Yapılması Gerekenler.

Üreyen etken	Sorun	Yapılması gereken işlem	Depo girişinde klor düzeyi	Depo çıkışında klor düzeyi
Toplam Canlı (+) ise	Depoda veya su kaynağında sorun vardır	Depoyu temizlet	2 ppm	0.5 ppm
Toplam Koliform (+) ise	Depoda veya su kaynağında sorun vardır	Depoyu temizlet		2 ppm
Fekal Streptokok (+) ise	Dağıtım şebekesinde sorun vardır	Depoyu ve şebeke sistemini dezenfekte et, Çapraz bağlantı noktalarını araştır, Tesisatçı personeli bilgilendir.	“Depoyu doldurulmalı ve 5 ppm klorlanmalı. Vanaları açıp şebeke sistemine su vermeye başlayın, depodaki su seviyesi yarıya gelene kadar bu işleme devam edin. Sonrasında vanayı kapatarak en az dört saat depo giriş ve çıkışını kapatarak depo iç yüzeylerinde oksidasyon ve dezenfeksiyon işlemlerinin gerçekleşmesi sağlanmalı. Bu şekilde şebeke sisteminin dezenfeksiyonu sağlanmış olacaktır.”	
Parazit (+) ise	Kaynakta, depoda, şebekede sorun olabilir.	Depoyu temizlet	5 ppm	2 ppm
Virüs (+) ise	Kaynakta, depoda, şebekede sorun olabilir.	Depoyu temizlet		2 ppm

Not: Sonuçlar iki kez üst üste normal çıkana kadar analizler tekrarlanmalıdır. Daha sonra 0.5 ppm klorlayarak kullanmaya devam edilir. Tabloda sıralananlar yapıldı ise su içilebilir.

2.3.2 Kimyasal Parametreler

İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelikte içme sularındaki kimyasal parametreler Tablo 2.5’te verilmiştir.

“Tablo 2.5 Suda Saptanan Bazı Kimyasal Maddelerin Sınır Değerleri.

Parametre	Parametrik değer	Birim
Akrilamid	0.1	µg/L
Antimon	5.0	µg/L
Arsenik	10	µg/L
Benzen	1.0	µg/L
Benzo (a) piren	0,010	µg/L
Bor	1	mg/L
Bromat	10	µg/L
Kadmiyum	5,0	µg/L
Krom	50	µg/L
Bakır	2	mg/L
Siyanür	50	µg/L
1,2-dikloreten	3,0	µg/L
Epikloridin	0,10	µg/L
Florür	1,5	mg/L
Kurşun	10	µg/L
(içme-kullanma suları için 31 Aralık 2012 tarihine kadar 25 µg/L olarak uygulanır)		
Cıva	1,0	µg/L
Nikel	20	µg/L
Nitrat	50	mg/L
Nitrit	0,50	mg/L
Pestisitler	0,10	µg/L
Toplam pestisitler	0,50	µg/L
Polisiklik aromatik hidrokarbonlar	0,10	µg/L
Selenyum	10	µg/L
Tetrakloreten ve trikloreten	10	µg/L
Trihalometanlar-toplam	100	µg/L
(içme-kullanma suları için 31 Aralık 2012 tarihine kadar 150 µg/L olarak uygulanır)		
Vinil Klorür	0,50	µg/L”

2.3.3 Gösterge Parametreleri

İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelikte içme sularındaki gösterge parametreleri Tablo 2.6’da verilmiştir.

“Tablo 2.6 Gösterge Parametreleri.

Parametre	Parametrik Değer	Birim
Alüminyum	200	µg/L
Amonyum	0,50	mg/L
Klorür	250	mg/L
C. perfringens (sporlular dahil)	0	sayı/100 ml
Renk	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	
İletkenlik	2500	20 °C’de µS/cm ⁻¹
pH	≤ 9,5-6,5≤	pH birimleri
Demir	200	µg/L
Mangan	50	µg/L
Koku	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	
Oksitlenebilirlik	5,0	mg/L O ₂
Sülfat	250	mg/L
Sodyum	200	mg/L
Tat	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	
22 °C’de koloni sayımı	Anormal değişim yok	
Koliform bakteri	0	Sayı/100 ml
Toplam Organik Karbon (TOC)	Anormal değişim yok	
Bulanıklık	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok”	

2.3.4 Radyoaktivite Parametreleri

“İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelikte” içme sularındaki radyoaktivite parametreleri Tablo 2.7’de verilmiştir.

Tablo 2.7 Radyoaktivite Parametreleri.

Parametre	Parametrik değer	Birim
Trityum	100	Bq/L
Toplam gösterge dozu	0,10	mSv/yıl

2.4 Su Kalitesinin İzlemi

“Günümüzde insanların çeşitli faaliyetleri sonucunda meydana gelen su kirlenici maddeler hızla artmaktadır. Bu maddelerin insan sağlığına zarar verdiğine ilişkin bilgilerin olması sebebiyle sulara analiz edilmesi gereken parametrelerin sayısında önemli bir artış olmuştur.”

“İçme suyunda bulanabilen kirlenici maddeler sadece kaynaklarda oluşmamaktadır. İçme suyunu bu kirlenicilerden arıtmak amacıyla yapılan arıtım işlemleri sürecinde de çeşitli kimyasal maddeler eklenmektedir. Bu kimyasal maddelerin yan ürünleri sulara karışabilmektedir. Diğer bir kaynak olarak arıtım tesisinden çıkan suyun insanlara ulaşana kadar geçirdiği sürede temas halinde olduğu şebeke boruları olabilir (Oğuz 2015).”

Bütün bu kaynaklardan bulaşan kirlenici maddelerin doğru saptanması için su kaynağını, arıtım tesisini, depoyu, şebekeyi ve tüketiciye ulaşan suyu temsil eden noktalardan numune almak esas olmalıdır.

Bunun için kriterler şunlardır:

- Su sağlayan kaynak birden fazla ise bütün kaynakları temsil edecek şekilde numune alınmalıdır.
- Numune alma noktaları seçilirken suyun olası kirlenme noktaları, özellikle kontamine olabilecek durumlar göz önünde bulundurularak, korumasız su kaynakları, düşük basınç noktaları, sistemin en uç noktası gibi özellikler göz önünde bulundurulmalıdır.
- Şebekelerin hizmet verdiği nüfus ve şebekedeki dallanmalar bilinmelidir. Alınan numuneler hem ana şebekeyi hem de dalları temsil etmelidir.
- Numuneler tankları, depoları ve rezervuarları temsil etmelidir.
- Birden çok su kaynağı varsa her bir kaynağın ulaştığı nüfus miktarı bilinmelidir (Sağlık Bakanlığı 2014).

2.4.1 Kontrol için İzleme

“Kontrol izleminin amacı; insani kullanım amaçlı suyun yönetmelikteki parametrik değerlere uyup uymadığını belirlemektir. Suyun organoleptik ve mikrobiyolojik kalitesi hakkında rutin bilgi sağlamaktır. Aynı zamanda yapılan dezenfeksiyon işleminin etkili olup olmadığını izlemektir.”

Kontrol izlemesinde Tablo 2.8’de yer alan parametrelerin mutlaka dikkate alınması gereklidir.

Tablo 2.8 Kontrol İzleme Parametreleri.

“İçme-Kullanma Suları”	“İçme Suları”	“Kaynak Suları” [*]
Renk	Renk	Renk
Bulanıklık	Bulanıklık	Bulanıklık
Koku	Koku	Koku
Tat	Tat	Tat
İletkenlik	İletkenlik	İletkenlik
Hidrojen iyonu konsantrasyonu (pH)	Hidrojen iyonu konsantrasyonu (pH)	Hidrojen iyonu konsantrasyonu (pH)
Nitrit		
Amonyum	Amonyum	Amonyum
Alüminyum	Alüminyum	
Demir	Demir	
C. perfringens (Sporlar dâhil)	C. perfringens (Sporlar dahil)	C. perfringens (Sporlar dahil)
E. coli	E. coli	E. coli
Koliform bakteri	Koliform bakteri	Koliform bakteri
	P. aeruginosa	P. aeruginosa
	22 ve 37 °C’de koloni sayımı	22 ve 37 °C’de koloni sayımı

“*Kaynak sularında, demir, kükürt, mangan ve arseniğin ozonla zenginleştirilmiş hava kullanılarak ayrıştırılması halinde, ozon, bromat ve bromoform parametrelerine, aktif alüminyum kullanılarak florürün ayrıştırılması halinde florür parametresine de bakılır (“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik 2005”).”

2.4.2 Denetleme İzlemesi

“Denetleme izlemesinin amacı; “yönetmelikteki” bütün parametrik değerlere uyulup uyulmadığını belirlemektir.”

2.5 İçme Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Parametreleri

“Suyun fiziksel analizi ile; sıcaklığı, bulanıklığı, rengi, kokusu ve tadı, incelenir. Bu özelliklerin bir bölümü ölçüme, bir bölümü ise duyuşal olarak incelemeye dayanır. Suyun duyuşal olarak değerlendirilen özelliklerine organoleptik özellikler denir. Bulanık, renginde farklılık olan, kokusu ve tadı bozuk olan sular içilebilir nitelikte kabul edilmemelidir. Bu sular yetkili kurumlarca tam bir incelemeden geçmeden içilmemelidir (Güler 1994).”

Ülkemizde artan su ihtiyacı ve su kısıtlılığı sebebiyle büyük yerleşim yerlerinde, yüzey sularının arıtılmasıyla su sağlama gerekliliğinin meydana gelmesi suyun kimyasal kirliliğinin de ön plana gelmesine sebep olmuştur. Suyun kuvvetli bir çözücü olması sebebiyle doğada saf olarak bulunmamaktadır. Örneğin, yağış suları bile yeryüzüne inerken havada bulunan çeşitli gazları içerisine alabilmektedir. Toprağa ulaştığında ve katmanlarından geçerken topraktaki birçok anorganik kirletici suya geçer. Bunlar arasında arsenik, baryum, krom, kurşun, cıva, gümüş gibi toksik metaller bulunur. Suda sağlığa zararlı olan bu kimyasal maddeler bulunmamalıdır (Güler 2012b).

2.5.1 Sıcaklık

Su kaynakları; su kaynağının özellikleri, iklimsel koşulları gibi birçok faktörün etkisiyle farklı sıcaklıklarda olabilir. Genel olarak sıcaklığı 7-12 °C arasında olan suların susuzluğu giderici etkisi vardır. Sıcaklığı 20 °C'nin üzerindeki su lezzetsizdir (Güler 2012b).

“Sıcaklık; sularda kimyasal, biyokimyasal ve biyolojik aktiviteyi etkileyebilmesi nedeniyle su arıtım sistemlerinin tasarımında önemli bir kriterdir (Crittenden 2012).” “Su sıcaklığının yüksek olması mikroorganizma gelişimine neden olabilir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda lezzet, koku, renk ve aşındırıcılık problemleri de oluşabilir (WHO 2011).”

2.5.2 Renk

“İçme suyu renksiz olmalıdır. İnsan gözü 15 true colour unit (TCU) üzerindeki rengi görebilirler (WHO 2011).” İçme sularında renk oluşumu genellikle toprak kaynaklıdır. “Bunun dışında demir ve diğer metallerin varlığıyla ya da su kaynağının sanayi kaynaklarıyla kirlenmesi sonucunda suda renk gözlenebilmektedir (Oğuz 2015).”

Sudaki renk tüketime verilmeden önce giderilmelidir (Oğur 2005). “Renk gideriminde; ozon, klor, klordioksit gibi kimyasallarla oksidasyon yöntemleri kullanılmakta. Pıhtılaştırma, çöktürme ve filtrasyon da etkili bir giderim sağlamaktadır (Oğuz 2015).”

2.5.3 Bulanıklık

İçme ve kullanma suları berrak olmalıdır. Şebeke sisteminde bir tamirat olduğunda bir süre suların berraklığı bozulabilir. Suyun bulanıklığı içerisinde bulunan balçık, bitki atıkları ve yosunlar nedeniyle gelişebilmektedir. “Bazen fazla miktarda mikrobiyolojik canlı üremesi

sebebiyle bulanıklık oluşabilir. Ayrıca suyun içerisinde bulunabilen inorganik tuzlar da bulanıklığa sebep olabilmektedir. Bu tür bulanıklık sular kaynatılınca ortadan kalkar.”

“Bulanıklık türbidite değeri ile ölçülür. Türbidite; suyun kendisine gelen ışığı doğrudan değil de yön değiştirerek geçirmesi özelliğidir. Suların izin verilen bulanıklık değeri 5-10 Nephelometric Turbidity Unit arasındadır (Oğur 2005, Güler 2012b).”

Bulanıklığın giderilmesinde; durultma, pıhtılaştırma, çöktürme, filtreden geçirme ve aktif karbon metotları kullanılmaktadır (Oğuz 2015).

2.5.4 Koku

“Su doğal formunda kokusuzdur. Sudaki kokunun insanlar tarafından fark edilmesi, sudan kaynaklanabilecek zehirlenmeler için ilk ve en önemli korunma yöntemidir. Sudaki koku içerisindeki yosun, ot, balık, algler, protozoalar, planktonlar ve diğer mikroorganizmalardan kaynaklanabilir. Su topraktan yeraltına geçerken kükürt dioksit, hidrojen sülfür gibi gazların sulara karışmasına bağlı kokular olabilir. Suların korunması ve saklanması sırasında içerisinde bulunduğu depo veya kaplara bağlı kokular da olabilmektedir. Bu kokular suda üreyen mikroorganizmaların ürettiği maddelere bağlı olarak gelişir. Endüstriyel atıkların içerisindeki kimyasalların kokularının da sulara karışma olasılığı vardır (Oğur 2005)”.

“Koku genellikle koagülasyon ve klorlama ile giderilebilir. Fakat daha ileri bir arıtımın gerekmesi durumunda; havalandırma, granüler/toz aktif karbon, ozonlama gibi yöntemler kullanılabilir (WHO 2011).”

2.5.5 Tat

“Tat genel olarak acı, tuzlu, ekşi ve tatlı olarak tanımlanır. Ağza alınan su örneği içindeki kimyasalların özelliğine göre- hemen her durumda tat ve koku reseptörlerini birlikte harekete geçireceğinden sonuçta genel olarak “lezzet” adı verilen bir sonuç ortaya çıkar.”

“Suya lezzet veren etkenler içerisinde çözülmüş durumda bulunan karbondioksit ve oksijendir. Kaynamış suyun lezzetinin iyi olmaması kaynatma sırasında bu gazların uçmasına bağlıdır. Bu durumda suyun kaptan kaba dökülerek havalandırılması lezzetinin yeniden gelmesini sağlamaktadır. Bazı inorganik maddeler de aşırı oranda bulunursa madeni bir tat oluşabilir. Serin sularda lezzeti bozan faktörlerin etkisi belirgin olmayabilir. Litrede 0.3 mg üzerindeki klor tat olarak algılanabilmektedir.”

“Sadece içilmesinin kesin olarak güvenilir olduğu bilinen su örneklerinin lezzet analizi yapılır. Atık sular ve benzeri sularda lezzet analizi yapılmaz. Analizin yapılacağı ortamda koku olmamalıdır (Oğur 2005).”

2.5.6 pH

Suyun asitlik veya bazlık durumunu gösteren logaritmik bir ölçüdür. Bir çözeltinin hidrojen iyonu aktivitesinin negatif logaritmasıdır: $pH = -\log (H^+)$. Seyreltik çözeltilerde, hidrojen iyonu aktivitesi, hidrojen iyon konsantrasyonuna yaklaşık olarak eşittir (WHO 2007).

Suyun pH'sı, asit-baz dengesi karbon dioksit - bikarbonat - karbonat denge sistemi tarafından kontrol edilir. Karbondioksit konsantrasyonunda artış pH'yi düşürürken, azalışı ise pH'yi artırır. Sıcaklık da dengelyi ve pH değerini etkileyecektir. Saf suda sıcaklığın 25°C'ye yükselmesi, pH değerinde yaklaşık 0.45 azalma meydana getirir. Bikarbonat, karbonat ve hidroksil iyonları ile kazandırılan tamponlama kapasitesine sahip suda, bu sıcaklık etkisi modifiye edilir. Doğadaki çoğu suyun pH'si 6,5-8,5 arasındadır (WHO 2007).

Sulu bir numunenin pH değeri genellikle, bir cam elektrot ile elektrometrik olarak ölçülür. Sıcaklık pH ölçümü üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

pH suyun korozivitesinin belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Genel olarak pH düştükçe korozivite artar. Bununla birlikte pH değeri, koroziviteyi etkileyen çeşitli faktörlerden sadece biridir (WHO 2007).

Asitlerin ve alkalilerin etkileri gücüne ve konsantrasyonuna bağlıdır. Güçlü konsantre asitler ve alkaliler aşındırıcıdır, seyreltik ve zayıf asitler ile alkaliler aşındırıcı etkiye sahip değildirler. Tek başına pH, olumsuz etkilerin primer belirleyicisi değildir. Normalde suda asitler ve alkaliler seyreltik halde bulunurlar. Hidroklorik asit içeren mide sıvısının pH'sı 1.0-3.5 arasındadır. Yaklaşık 2.0 pH değerinde bir çok gıda bulunmaktadır. Limon suyu 2.4 pH ve sirke 2.8 pH değerindedir. Bunlar zayıf asit olduklarından tüketilmelerinde sağlığa hiçbir tehditleri yoktur. Dünya Sağlık Örgütü, içme suyu pH değeri ile insan sağlığı arasında doğrudan bir ilişki bulunmadığını fakat pH değerinin suların dezenfeksiyon verimliliğini etkilediğini ve düşük pH'ın metallerin korozyonunu arttırdığını, böylece pH değerinin insan sağlığını dolaylı olarak etkilediğini belirtmektedir

(WHO 2007). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te belirlenen pH değeri 6.5-9.5 arasındadır (İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik 2005)

2.5.7 İletkenlik

“İletkenlik, su kalitesi için gösterge bir parametre olup, suyun elektrik akımını iletme kabiliyetinin bir ölçüsüdür. İletkenlik genel olarak kirlilik izlemesinde kullanılır (Oğuz 2015).” “İletkenlik ölçüm birimi $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. $1 \mu\text{S}/\text{cm} = 1 \mu\text{mho}/\text{cm}$ 'dir.” Distile sular genelde $0.5-3 \mu\text{S}/\text{cm}$ iletkenliğe sahiptirler, ancak havayla ve kap ile temastan sonra iletkenlikleri değişebilir. İçme sularının iletkenliği $50 - 1500 \mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişebilir, kirlilik arttıkça iletkenlik de artar ve bazı endüstriyel atık sularda iletkenlik $10000 \mu\text{S}/\text{cm}$ 'in üzerinde olabilmektedir (Oğur 2005). “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te” belirlenen iletkenlik üst sınır değeri “ $2500 \mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir” (“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” 2005).

“Alkol, fenol ve şeker gibi maddeler elektrik akımını iyi iletmediğinden suda bulduklarında suyun iletkenliği düşer. Fakat, klor, nitrat ve sülfat anyonları ya da sodyum, magnezyum, kalsiyum ve alüminyum katyonları gibi inorganik çözülmüş maddelerin varlığında suyun iletkenlik değeri artmaktadır (Spellman 2003).”

“İletkenliğin” insan sağlığı üzerinde, içme suyu tüketimi yoluyla bağlantılı bir etkisinin olduğuna dair bir veri bulunmamaktadır (WHO 2011).

Suyun iletkenlik düzeyinin artışı, magnezyum, kalsiyum ve demir gibi maddeler nedeniyle ise yumuşatma yöntemleriyle giderilebilir. Eğer sorun sodyum, potasyum vb. konsantrasyonların artışından dolayı ise ters ozmoz ve distilasyon ünitesiyle giderilebilir (Oğuz 2015).

2.5.8 Amonyum

Amonyumun suda bulunması tarım ve endüstri kaynaklıdır. Kloraminle dezenfeksiyon sırasında da oluşabilmektedir. Dezenfeksiyonun etkinliğini tehlikeye düşürebilir, şebeke sisteminde nitrit oluşumuna yol açabilir, filtrelerin manganezi arıtmasını tehlikeye düşürebilir. Anaerobik ortamlarda (yer altı suyunda) konsantrasyonu yüksek olabilmektedir. Çimento harçlı borularda oluşabilir. Amonyum yüksekse; bakteriyel, kanalizasyon, evsel atıklar, endüstriyel atıklar ve hayvan atığı ile kirlenmiş olma olasılığı akla gelmelidir. Sularda tat ve koku problemi oluşturur. İnsan sağlığı üzerinde olumsuz

etkisi vardır. 200 mg/kg üzerinde alımı toksik etkilere yol açar (Türkiye Halk Sağlığı Kurumu 2016). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te belirlenen amoyum üst sınırı 0.50 mg/L'dir (İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik 2005).

2.5.9 Nitrat

“Nitrat, çevrede doğal olarak bulunabilir. Bitkilerin önemli bir besinidir. Nitrat, tarımsal faaliyetlerden, endüstriyel deşarjlardan ve yerüstü ve yer altı sularına ulaşabilmektedir (Güler 2012b). Araştırmalarda nitrat seviyelerindeki ani artışların sadece gübre kullanımındaki artışların değil, fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan azot oksitlerinin de neden olduğu saptanmıştır (Oğuz 2015).”

“Nitrat, vücut içinde nitrit'e dönüşebilir. Sağlığa zararlı etkisi olabilecek kimyasal reaksiyonlara uğrayabilir. Bebeklerde mavi bebek sendromuna (methemoglobinemi) neden olabilirken, nitrosamit/nitrosamin formlarına dönüşerek muhtemel “karsinojenik” etkiye de neden olabilir (American Water Works Association 1999).”

Dünya Sağlık Örgütü'nün 2011'de yayınladığı içme suyu kalitesi kılavuzunda üst limit 50 mg/L'dir (WHO 2011). “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te” belirlenen nitrat üst sınırı 50 mg/L'dir (“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” 2005).

“Biyolojik nitrifikasyon, kimyasal indirgeme, iyon değişimi, ters ozmoz, distilasyon ve elektrodializ metotları nitrat arıtımında kullanılabilir (WHO 2011).”

2.5.10 Nitrit

“Nitrit; katkı maddesi veya kontaminantlar şeklinde doğada yaygın olarak bulunabilmektedir.” Bu bileşiklerin sudaki varlığı bakteriyel bir kontaminasyonun göstergesidir. Son yıllarda nüfus artışı ve sanayileşmeye bağlı olarak, bu maddelerin sularda bulunma olasılığı ve miktarı artış göstermektedir. Evsel atıklar, azot içeren sanayi atıkları; gıda, gübre, deri, yün, bira, süt endüstrisi, organik maddeler, mezbaaha atıkları ve tarımda kullanılan azotlu gübrelerin sulama suyu ya da yağmur sularıyla taşınması, nitritin sulara karışmasında etkili olan başlıca faktörlerdir (Ağaoğlu 2007).

Bu bileşiklerin insan sağlığı üzerinde önemli etkilerinin olduğu bilinmektedir. Özellikle nitritin sekonder aminler ve diğer azotlu maddelerle reaksiyona girerek N-

nitrozaminleri oluşturduğu; “karaciğer, özefagus, böbrek, mide, bağırsak, merkezi sinir sistemi ve lenfoid sistem kanserlerine” neden olduğu bildirilmiştir (Ağaoğlu 2007).

Dünya Sağlık Örgütü’nün 2011’de yayınladığı içme suyu kalitesi kılavuzunda üst limit 3 mg/L’dir (WHO 2011). “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te” belirlenen nitrit üst sınırı 0.5 mg/L’dir (“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” 2005)

2.5.11 Bakır

“Bakır ve bileşikleri yüzeysel sulara bulunabilirler.” “Sudaki bakırın, suyun pH’sıyla, karbonat konsantrasyonu ve diğer anyonlarla ilgili olabileceği belirtilmiştir (Güler 1997).” Bakır doğal su kaynaklarında düşük miktarlarda bulunmaktadır. “Bakırın su kaynaklarında bulunması kaya aşınması ya da endüstriyel sebeplerle olabilir. Şebeke suyunda ise şebeke sistemindeki borulardan kaynaklı olabilir (Oğuz 2015)”.

“Bakır 1 mg/L üzerinde çamaşır ve sıhhi tesisat malzemelerinde lekelenmelere neden olabilir.” “2,5 mg/L’yi aşan miktarlarda acı bir tat olarak algılanabilir (WHO 2011).” Daha yüksek konsantrasyonlarda suyun rengini de değiştirir.(Oğuz 2015).

“Bakır”; besin olarak gerekli bir element olup, eksikliğinde “anemiye, iskelet rahatsızlıklarına, sinir sistemi hastalıklarına ve infertiliteye” neden olabilir. Yüksek miktarda bakır alımında ise, bulantıyla birlikte sindirim sistemi hastalıklarına, karaciğer ve böbrek hastalıklarına sebep olabilir (American Water Works Association 1999). WHO tarafından saptanan üst sınır 2 mg/L’dir (WHO 2011). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te de aynı değer geçerlidir.

2.5.12 Bor

“Cam, deterjan, kozmetik, ilaç, pestisit, yapay gübre” yapımında “bor” bileşiklerini kullanılmaktadır.

Bor, kayalar ve topraklardan süzülme gibi yollarla yeraltı sularında görülmektedir. “Bor, Avrupa’daki su kaynaklarında 20 mg/L’ye kadar görülebilmektedir. Dünya bor rezervleri açısından zengin olan Türkiye’nin bor madenlerinin yoğun olduğu Kütahya, Hisarcık köyü civarında bor miktarı 2-29 mg/L değerleri arasında ölçülmüştür (Çöl 2003).”

“Yerüstü sularında bor bulunması daha çok atık su deşarjlarından kaynaklanmaktadır. İçme suyundaki miktarı genel olarak 0,5 mg/L'nin altındadır (WHO 2011).” İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te belirlenen bor üst sınır 1 mg/L'dir.

“Kusma, baş ağrısı, ishal, heyecan ve depresyon” yetişkinlerde borun toksik etkileridir. “Konvülziyon, kanama ve beyin zarı tahribi gibi etkiler” ise daha çok çocuklarda görülebilmektedir. Bor ile zehirlenmeyi gösteren tipik görünüş “parmak uçlarında görülen pembe renktir”. “Yüksek miktarda bor içeren suların içilmesi, sindirim sisteminde bazı rahatsızlıklara yol açabilmektedir. (Demirtaş 2010).”

Sodyum alüminat ve kireçle % 90 bor arıtımı sağlanabilir (WHO 2009).

2.5.13 Demir

“Demir, dünyanın yapısında çok miktarda bulunmaktadır. Demire doğada element olarak çok nadir rastlanmaktadır. Demir, doğada en çok oksitlenmiş haliyle bulunmaktadır (Oğuz 2015).”

Su kaynaklarındaki 0,5-50 mg/L arasında değişen değerlerde bulunabilir (WHO 2011). “Demir, kaya ve minerallerin çözünmesinden, katı atık sızıntılarından, atık su deşarjlarından ve demir ile ilgili sanayilerden” kaynaklı olarak sularda bulunabilmektedir (Guidelines for Canadian Drinking Water Quality 2014). Demir ayrıca, şebeke sistemindeki demir boruların aşınması nedeniyle içme suyunda bulunabilmektedir (Oğuz 2015).

“Demir 0,3 mg/L ve altı değerlerde suyun lezzetinde önemli bir değişiklik yapmaz. 0,3 mg/L üzerindeki demir konsantrasyonlarında çamaşır ve seramikler üzerinde lekelenme görülebilmektedir. (WHO 2003).” İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te belirlenen demir üst sınırı 200 µg/L (0,2 mg/L)

“Havalandırma” ve “kimyasal oksidasyon metodu” ile “demirin oksidasyonu” sağlanır. Bunun sonucunda çözünmeyen formda demir oluşur, çökebilir hale getirilerek arıtılır (Oğuz 2015).”

2.5.14 Manganez

“Dünyanın yapısında en çok bulunan metallere manganez de manganezdır.” Genellikle demirle birlikte görülür. Fakat sudaki miktarı demire göre düşüktür. “Çeşitli ürünlerin içeriğinde, demir ve çelik üretiminde, temizlikte, ağartmada ve potasyum permanganat” olarak

“dezenfeksiyonda” kullanılmaktadır. “Ham suda 0,001-0,6 mg/L düzeyinde bulunmaktadır (Oğuz 2015).”

“Mangan 0,1 mg/L değerini aşan miktarlarda istenmeyen tat algılanmasına neden olabilir.” “Ayrıca borularda ve çamaşırlarda lekelenmelere sebep olabilir.” “0,02 mg/L gibi düşük miktarlarda şebeke borularında tabaka oluşturabilmektedir.” Birçok ülke, renk değişimi gibi sorunlar nedeniyle, “mangan” için 0,05 mg/L değer belirlemiştir (WHO 2011a). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te belirlenen mangan üst sınırı 50 µg/L(0,05 mg/L)’dir.

“Mangan”, “insanların ve hayvanların sağlığı” için gerekli bir elementtir (WHO 2011a). Yüksek konsantrasyonlarda bulunması durumunda insan vücudunda toksik etki gösterebilir (Talaat 2010).

“Mangan” arıtımı “iyon değişimi, ters ozmoz, kireçle yumuşatma ve çöktürme” metotlarıyla sağlanabilmektedir (Oğuz 2015).

2.5.15 Çinko

“Çinko, yiyeceklerde ve içme sularında bulunabilen gerekli bir elementtir (WHO 2011).” Yerüstü ve yeraltı sularındaki çinko konsantrasyonları 0,01 mg/L ile 0,05 mg/L’nin arasında değişmektedir. “Su kaynaklarında yüksek konsantrasyonlar, çinko madenlerinin çıkarıldığı bölgelerde görülebilir.” Çinkonun şebeke sularındaki önemli kaynağı tesisat borularının aşınmasıdır. Bu aşınma düşük pH’lı sulara daha fazla olmaktadır (Güler 1997, Oğuz 2015). Ayrıca şebeke sularındaki “çinko düzeylerinin” boru kaynaklı olarak yüksek olması (>0,1 mg/L) suda “kadmiyum” konsantrasyonlarının da arttığının göstergesi olabilir (Oğuz 2015).

“3 mg/L’yi aşan çinko seviyelerinde suda bulanıklık ve tat değişikliği olur.(WHO 2011).” İnsanlarda çinko zehirlenmesinin belirtileri; “kusma, elektrolit dengesizliği, karın ağrısı, bulantı, uyuşukluk ve baş dönmesidir (Güler 1997).”

“Sudan çinko arıtımı için yumuşatma ile pH 9,5-10 değerlerinde artırmak mümkündür (Australian Drinking Water Guidelines 6 2011).”

2.5.16 Florür

“Flor; gaz halinde bulunur. Bilinen en reaktif ametaldir. Yüksek reaktivitesi nedeniyle florür şeklinde bulunur (Oğuz 2015).”

Su kaynaklarında florür, doğal kaynaklardan aşınma yoluyla, “gübre ve alüminyum sanayisinden kaynaklanan” bulaşlar sebebiyle görülmektedir. Yeraltı sularında 10 mg/L’ye kadar görülebilmektedir (WHO 2011).

Florürün, belirli konsantrasyonlarda diş çürüklerine karşı korunmada fayda sağladığı bilinmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda ise “diş florozisi ve iskelet florozisi” gibi hastalıklara neden olabilmektedir (WHO 2011). Düşük konsantrasyonlarda içme suların içerisine flor katılabilir. “Şebeke suyuna katılan florürün optimum noktası 1mg/L’dir.” Sıcak yerlerde su tüketiminin fazlalığı nedeniyle miktar azaltılır, soğuk yerlerde miktar arttırılır (Güler 1997). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te belirlenen florür üst limiti 1,5 mg/L’dir.

Florür; koagülasyon, alüminyum ve membran prosesleri ile arıtılabilmektedir (WHO 2011)

2.5.17 Kalsiyum

“Sudaki kalsiyum iyonu kaynağını karbonatlı ve sülfatlı kalsiyum mineralleri teşkil eder. Suya sertlik özelliğini veren en önemli iyonlardan birisi kalsiyumdur. Kalsiyumlu sularda karbonat ve sülfat da bulunuyorsa; karbonat ve sülfat çökerek kabuk meydana getirebilir. Borularda bir miktar karbonat çökerek, borunun iç yüzeyini bir tabaka halinde örterek boruların aşınmasını önler (Güler 1997).”

Kalsiyum biyolojik olarak önemli bir mineraldir. İnsan vücudunda en yoğun bulunan katyondur. Toplam vücut kalsiyumunun % 99’u, “kemiklerde ve dişlerde” bulunur ve buralarda anahtar yapısal unsur olarak işlev görür (Güler 1997, WHO 2009). Kalsiyumun vücuttaki görevleri arasında “kasların kasılması ve gevşemesi, kanın pıhtılaşma mekanizması, sinir iletiminin ve çeşitli hormon ile enzimlerin salgılanmalarının düzenlenmesi” yer almaktadır (WHO 2009). Yetersiz kalsiyum alımı “osteoporoz, böbrek taşı, kolorektal kanser, hipertansiyon, felç, koroner arter hastalığı, insülin direnci ve obezite” risklerindeki artış ile ilişkilendirilmiştir (WHO 2009).

Alınması gereken günlük kalsiyum miktarı 700-1000 mg’dır. İçme suyu da bu miktar için önemli bir kaynaktır (Kozisek 2004).

“WHO içme suyunda asgari kalsiyum içeriğinin 1980’de 20 mg/L olmasını önerirken 1996 ve sonraki içme suyu kılavuzlarında asgari seviye veya azami limit tavsiyesinde bulunmamıştır (Kozisek 2004).” 2011 yılındaki WHO içme suyu kalitesi kılavuzunda kalsiyum için tat eşik değerinin 100-300 mg/L arasında olduğu belirtilmiştir (WHO 2011). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te de herhangi bir değer belirtilmemiştir.

2.5.18 Magnezyum

“Magnezyum suya sertlik veren minerallerdendir (Güler 2012).” “Suda bulunan karbondioksit, karbonatlı ve silikatlı minerallerdeki magnezyumun suya geçmesinde rol oynar. Su kaynaklarında değişik miktarlarda bulunmaktadır (Güler 1997).”

İnsan vücudu için magnezyum önemli minerallerden birisidir (Güler 1997). “Magnezyum vücutta dördüncü en fazla bulunan katyondur ve hücre içi sıvıda ikinci en bol katyondur.” “Birçoğu enerji metabolizmasında yer alan 350 enzimin kofaktörüdür. Ayrıca, protein ve nükleik asit sentezinde yer alır ve normal damar tonusu ile insülin duyarlılığı için gereklidir (WHO 2009).” Magnezyum eksikliğinde kalp damar hastalıkları, eklampsi, osteoporoz ve diyabet gibi hastalıklar ortaya çıkabilir. Alınması gereken günlük magnezyum miktarı 300-400 mg’dır. Şebeke suyu bu önemli mineralin alımı için önemli bir kaynaktır (Kozisek 2004).

“İçme Suyu Kalitesi Kılavuzu’nda WHO kalsiyum, magnezyum ve sertlik açısından asgari seviye veya azami seviye önerisinde bulunmamıştır (Kozisek 2004).” İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te de herhangi bir değer belirtilmemiştir.

“Avrupa Birliği mevzuatında kalsiyum, magnezyum ya da sertlik için bir koşul bulunmamaktadır. Buna karşılık, Avrupa Birliği’ne 2004’te katılan dört Orta Avrupa ülkesi, bağlayıcı hükümleri değişik seviyelerde olsa da, kendi mevzuatlarında kalsiyum ve magnezyum için aşağıda belirtilen koşullara yer vermiştir:”

- “Çek Cumhuriyeti (2004): Yumuşak su için 30 mg/L kalsiyum ve 10 mg/L magnezyum; kılavuz seviyeleri 40-80 mg/L kalsiyum ve 20–30 mg/L magnezyum (toplam sertlik: Ca + Mg = 2.0 – 3.5 mmol/L).”

- “Macaristan (2001): Sertlik 50 – 350 mg/L (CaO olarak); şişelenmiş içme suyunda, yeni su kaynaklarında, yumuşatılmış ve tuzdan arındırılmış suda zorunlu olan asgari konsantrasyon 50 mg/L.”

- “Polonya (2000): Sertlik 60–500 mg/L (CaCO₃ olarak).”
- “Slovakya (2002): Kılavuz seviyeleri > 30 mg/l kalsiyum ve 10 – 30 mg/L magnezyum (Kozisek 2004).”

2.5.19 Toplam Sertlik Derecesi

“Toplam sertlik derecesi, su içerisinde bulunan iyonların sayısını ve özellikle kalsiyum ile magnezyum miktarını belirtmek için kullanılan bir tanımlamadır (Tekbaş 2004).”

Sulardaki sertlik iki çeşittir. “Bikarbonatların” oluşturduğu “geçici sertlik” ve sülfatların oluşturduğu “kalıcı sertlik”tir. “Kalıcı sertlik kaynatmadan etkilenmez ama geçici sertlik kaynatma ile ortadan kalkar.” Karbonatın içerisindeki karbondioksitin uçması neticesinde geriye yalnızca su kalacağından karbonat sertliği geçici bir sertlik çeşididir. Kalıcı ve geçici sertliğin toplanması ile elde edilen değere “toplam sertlik derecesi” denir (Tekbaş 2004, Koçak 2011).

Dünyada çeşitli ülkelerde değişik sertlik dereceleri kullanılmaktadır, bunlar arasında sık kullanılanlar şu şekildedir;

“1 Alman sertlik derecesi= 100 ml suda 1 mg CaO”

“1 Fransız sertlik derecesi= 100 ml suda 1 mg CaCO₃”

“1 İngiliz sertlik derecesi= 700 ml suda 10 mg CaCO₃.”

“1 ABD sertlik derecesi= 100 ml suda 0,1 mg CaCO₃” (Oğur 2005)

Tablo 2.9 Sertlik Derecelerine Göre İçme Sularının Sınıflandırılması (Koçak 2011).

Suyun sertlik derecesi	Fransız sertlik derecesinin sınıflandırılması	Alman sertlik derecesinin sınıflandırılması	İngiliz sertlik derecesinin sınıflandırılması	Suların özellikleri
Çok yumuşak	0-7.2	0-4	0-5	Tam doymamış ve koroziv sular olduğundan şehir şebekesi için önerilmez.
Yumuşak	7.3-14.2	5-8	6-10	Şehir şebeke sularının sertliğinin bu düzeyde olması önerilir.
Orta sert	14.3-21.5	9-12	11-15	İçmek için ideal sertlikteki sulardır. Bir çok hastalıktan koruyucu etkisi olduğu bilinmektedir.
Oldukça sert	21.6-32.5	13-18	16-22,5	Birçok maden suyu ve mineralli sular bu düzeylerde dir. İçmek için uygun olabilir
Sert	32.6-54.0	19-30	22,6-37,5	
Çok sert	54'den fazla	30'dan fazla	37,5'den fazla	

“Ülkemizde Fransız sertlik derecesi (f) kullanılmaktadır.”

Birimlerin de birbirine dönüşümü şu şekildedir:

“1 Amerikan SD = Fransız SD x 10”

“1 Fransız SD = 0.56 Alman SD = 0.70 İngiliz SD”

Tablo 2.10 Uluslar Arası Sertlik Derece Değerlerinin Birbirine Çevrilmesi.

Çarpma Faktörleri	Alman(°dH)	Fransız(°f)	İngiliz(°e)
°dH için	1	1.79	1.25
°f için	0.56	1	0.7
°e için	0.80	1.43	1

Sert olmayan sular aşındırıcı oldukları için şebeke sistemlerinde aşınmaya sebep olabilirler. “Yumuşak sular” yüksek geçirgenlikleri nedeniyle temas ettikleri “toksik metalleri” daha yüksek miktarda içerebilirler (Tekbaş 2004). Sert sularda bu zararlı maddelerin daha az olduğu bilinmektedir. Sudaki kalsiyum bu koruyucu etkide en önemli rolü oynar. “Vücudumuzda kalsiyum toksik iyonların bağırsaklardan emilerek kana karışmasını da engeller (Güler 1997).”

2.5.19.1 Sert Suların Sağlık Üzerine Etkileri

“İçme suyunun sertliği ile kalp-damar hastalıklarındaki mortalite arasındaki ilişkiyi dünyada ilk defa ABD’li Schroeder (1960) ve Japon Kobayashi (1957) ortaya çıkarmıştır.” “Suyun sertlik derecesi ile kap-damar hastalıkları arasında ters bir ilişki olduğu birçok kaynakta belirtilmektedir (Koçak 2011)”. 1956 yılından 1978'e kadar yapılan 60 çalışma, su sertliği ve kardiyovasküler hastalık mortalitesi arasında ilişkileri bildirmiştir. Bu çalışmaları 1979-2004 yılları arasındaki 18 çalışma izlemiştir. Genel olarak bu çalışmalarda sert suyun koruyucu etkisinin olduğu öne sürülmüştür (Morris 2008). “Yapılan çalışmalarda, yumuşak su kullanan toplumlardaki kap-damar hastalıkları mortalitesi, sert su kullananlara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Sertlik derecesi fazla olan suyun kalbi koruyucu etkisinin öncelikle sert sulardaki kalsiyum ve magnezyum içeriğinin yüksekliği ile yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir (Koçak 2011).”

“Lacey ve Shaper’ın 1984 yılındaki çalışmasında, sudaki kalsiyum karbonat 100mg/L arttırıldığında erkeklerde kardiyovasküler hastalığa bağlı mortaliteyi %7,5 azalttığı bulunmuştur (Lacey 1984)”. “Rubenowitz ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada içme suyunda magnezyum düzeyi 6.9mg/L ve daha fazla ise erkeklerde akut miyokard infarktüsü nedeniyle ölümleri anlamlı düzeyde azalttığı gösterilmiştir (Rubenowitz 1996).” “Morris ve arkadaşlarının 24 İngiliz kentindeki erkeklerde yapmış oldukları prospektif çalışmada, “suyun sertlik derecesi” ile “kardiyovasküler hastalıklar” arasında zayıf bir ilişki olduğu bulunmuştur (Morris 2008)”.

Sertlik derecesi yüksek suların pankreas, karaciğer, kolon, rektum, meme, over kanseri gibi hastalıklardan ölümlere karşı koruyucu olduğuna yönelik birçok çalışma mevcuttur (Koçak 2011). Özellikle magnezyumun bu koruyuculuğun ortaya çıkmasında önemli olduğu bildirilmektedir (Blondell 1980).

Bazı çalışmalarda magnezyumun koroner kalp hastalığı mortalitesine koruyucu etki yaptığı gibi serebrovasküler hastalık mortalitesine de koruyucu etki yaptığı bulunmuştur (Ferrandiz 2004). “Yang ve arkadaşlarının çalışmalarında magnezyumun serebrovasküler hastalıklara bağlı mortaliteyi azalttığı saptanmıştır (Yang 1998)”. “Marque ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada 4-11 mg/L arasında olan magnezyum seviyesinin 4 mg/L den daha düşük magnezyum seviyesine göre serebrovasküler hastalıklardan daha çok koruduğu belirtilmiştir (Marque 2003)”. “Miyake ve arkadaşlarının yaptıkları araştırmada “serebrovasküler mortalite” ile “suyun sertliği” arasında bir ilişki bulunmamıştır (Miyake 2003)”.

“Ramello suda bulunan maddelerle ile böbrek taşı oluşumu arasında bir ilişki saptanmadığını belirtmiştir (Ramello 2000).” “Böbrek taşı oluşumu ile suyun sertlik derecesi arasında ilişki olabileceği yönünde öngörüler olmasına rağmen ispatlanmış bir bilgi ortaya konamamıştır (Koçak 2011).”

2.5.19.2 Suyun Sertliğini Giderme Yöntemleri

“Havalandırma, fosfat yöntemi ile sertlik giderme, kalsiyum oksit ile muamele etme, damıtma yöntemi ile sertlik giderme, ters osmoz yöntemi ile sertlik giderme, zeolit–permutit yöntemi ile sertlik giderme, kireç–soda yöntemi ile sertlik giderme, resinler kullanılarak suyun sertliğinin giderilmesi (Koçak 2011).”

2.5.20 Arsenik

“Arsenik” “beyaz renkte, kırılğan, kristal yapıda, yarı-metal” katı bir kimyasal elementtir. Su kaynaklarında çeşitli metal madenlerinde yapılan işlemler sonucunda bulunur. “Seramik, pil, cam, boya, ilaç, ve elektronik ekipmanlar için alaşım yapımı ile pestisit” olarak kullanılabilir. “Ahşap koruyucuların üretimi” “arseniğin” en yaygın kullanım alanıdır (Güler 2012b, Oğuz 2015).

Doğada çoğunlukla “sülfürler, metal arsenitler ya da arsenatlar” halinde bulunur. Arsenik, suda doğal olarak 1-2 µg/L miktarında görülebilmektedir (WHO 2011).

İnsan vücudu için arsenik gerekli bir element değildir. Ancak arseniğin belli miktarların üzerinde insan sağlığına olumsuz etkileri söz konusudur, Arsenik alımı en çok içme suları nedeniyle gerçekleşebilir. “Arsin” arsenik formlarından en toksik olandır. “Arsini arsenit, arsenat ve organik bileşikleri” takip eder (WHO 2011b).

Arsenik zehirlenmesinin semptomları “halsizlik, karın ağrısı, kusma, ishal, kas ağrısı ile cilt kızarıklığıdır”. Bu belirtileri “eller ve ayaklardaki hissizlik, kaslarda kramp ve sivilce gibi döküntüler” takip eder. Kronik arsenik zehirlenmesinde “cilt lezyonları, periferik nöropati, cilt kanseri, mesane ve akciğer kanseri ile periferik arter hastalığı” görülebilir (WHO 2011b).

WHO tarafından limit değer 0,01 mg/L olarak saptanmıştır (WHO 2011). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te de aynı değer verilmiştir.

Arsenat normal pH değerlerinde negatif yüzey yüküne sahiptir ve etkin şekilde arıtılabilir. Bu nedenle arsenik arıtımında ilk basamak arsenit formunu arsenata dönüştürmektir. Dönüştürme işlemi için klor, permanganat, ozon ve klor dioksit kullanılabilir. Dönüştürme işleminden sonra “koagülasyon/filtrasyon, aktif alüminyum, iyon değişimi, ters ozmoz ve kireçle yumuşatma” ile arıtım yapılabilir (Oğuz 2015).

2.5.21 Kadmiyum

“Kadmiyum yumuşak, mavi-beyaz metalik bir elementtir.” “Çinko, kurşun, bakır gibi metallerin üretim aşamasında yan ürün olarak, pillerde, kaplamalarda, seramiklerde, plastiklerde, fotoğrafçılıkta, insektisitlerde ve çeşitli alaşımlarda” kullanılır (Oğuz 2015).

Kadmiyum suya şebeke borularının aşınması ve sanayi atıklarının karıştırılmasından bulaşabilir (Güler 1997).

Kadmiyum böbreklerde birikebilir. Vücutta uzun yarılanma ömrüne sahiptir. Kadmiyuma uzun süre düşük seviyede maruz kalındığında “akciğerde, böbreklerde ve karaciğerde kanserlere” neden olabilir. Akut olarak yüksek miktarlardaki kadmiyum, “mideyi tahriş eder, kusma ve ishale bazen de ölüme” dahi sebep olabilmektedir (Agency for Toxic Substances and Disease Registry-ATSDR 2012)

WHO 0,003 mg/L değerini üst limit olarak kabul etmiştir (Oğuz 2015). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te kadmiyum üst sınırı 0,005 mg/L (5 µg/L)’dir.

Kadmiyum arıtma yöntemleri; “koagülasyon/filtrasyon, kireçle yumuşatma, ters ozmoz, iyon değişimidir (Oğuz 2015).”

2.5.22 Siyanür

“Karbon atomunun üçlü bağ ile azot atomuna bağlanarak oluşan ve siyano grubu olarak adlandırılan bileşikler siyanür (CN⁻)’dür.” “Gümüş ve altın madenleri” işlemlerinde siyanürler kullanılmaktadır (Oğuz 2015).

“Su kaynaklarında, serbest siyanür miktarı çoğunlukla 0,01 mg/L’nin altındadır (Australian Drinking Water Guidelines 2011).”

Akut yüksek miktarda siyanür zehirlenmesinde “beyin, kalp hasarı, koma ve ölüm” görülebilmektedir. Az miktarlarda olan siyanür zehirlenmeleri bile, hemen tedavisi yapılmazsa ölümlü sonuçlanabilir (Oğuz 2015).

Siyanür zehirlenmesinin ilk semptomları, “nefes darlığı, konvulziyon ve bilinç kaybıdır” (Agency for Toxic Substances and Disease Registry ATSDR, 2006).

Siyanür için kısa süreli maruziyette 0,5 mg/L limit değer olarak hesaplanmıştır. Bu sınır değer beş günlük süre için geçerlidir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te siyanür üst sınırı 0,05 mg/L (50 µg/L)’dir.

Siyanürün arıtımında oksidasyon önemli bir yer tutar. Siyanürün arıtılmasında “kimyasal oksidasyon, iyon değiştirme ve ters ozmoz” metotları kullanılır (Oğuz 2015).

2.5.23 Krom

Krom, kayalar, hayvanlar, bitkiler, toprak, volkanik kül ve tozlarında bulunur. Doğal birikintilerin erozyonuyla sulara karışır. Doğada birçok farklı biçimde görülür. Hava, su ve toprağa genellikle “üç ve altı” değerli biçimlerinde girer (Güler 2012b). Krom (VI) bileşikleri; “metalürji endüstrisinde ve kimya endüstrisinde” kullanılmaktadır (Oğuz 2015).

İçme suyundaki düzeyi 0,002 mg/L’den 0,12 mg/L düzeyine kadar saptanmıştır. İnsan sağlığına toksik olan “krom (VI)” formudur. WHO tarafından belirlenen limit değer 0,005 mg/L’dir (WHO 2011).

“Krom (III) insan sağlığı için gerekli bir elementtir.” Ancak krom (VI)’nın insan vücudu için toksiktir. Yüksek dozlarda alınması durumunda “akciğer kanserine” sebep olduğu kanıtlanmıştır (Australian Drinking Water Guidelines 6 2011). WHO tarafından üst sınır 0,05 mg/L değeri saptanmıştır. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te de krom üst sınırı 0,05 mg/L (50 µg/L) verilmiştir.

Krom, “koagülasyon, filtrasyon, iyon değişimi, ters ozmos, kireçle yumuşatma” yöntemleriyle içme suyu kaynaklarından arıtılabilir (Australian Drinking Water Guidelines 6 2011).

2.5.24 Cıva

Doğada en az bulunan elementlerden biri cıvadır. Çoğunlukla sülfürlü bileşikler halinde bulunur. Serbest halde nadir olarak görülür. (Oğuz 2015). Cıva yüzeysel 0,001 mg/L'nin altındadır. İçme sularında ki seviyesi çok düşüktür (Güler 1997)

Cıva bileşiklerinin zehirli etkileri daha çok “böbreklerde” görülür (Oğuz 2015). Akut cıva zehirlenmelerinde “kanamalı gastrit” görülebilir. Cıva (II) klorürün ise benign tümör oluşturma potansiyeli vardır (WHO 2011).

Metil cıvanın yağda çözünürlüğünün daha yüksek olması sebebiyle vücuttaki pek çok sisteme (“beyin, omirilik, plenta” vb.) girebilmektedir. (Australian Drinking Water Guidelines 6 2011). Metil cıva zehirlenmeleri “Minamata hastalığı” ile “çok ciddi nörolojik bozukluklara ve zihinsel problemlere” neden olabileceği saptanmıştır (Oğuz 2015)

WHO 2004 yılında inorganik cıva için limit değeri 0,006 mg/L olarak belirlemiştir (Oğuz 2015). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te cıva üst sınırı 0,001 mg/L (1 µg/L)'dir.

Cıva arıtımında “koagülasyon, kireçle yumuşatma, aktif karbon ve membranlar” kullanılabilir (WHO 2011)

2.5.25 Nikel

“Nikel parlak ve sert bir metaldir. Doğada çoğunlukla saf halde bulunmaz. Sülfidler, arsenitler, oksitler ve silikatlar halinde bulunur. Paslanmaz çelik kaplamada kullanılmaktadır (Oğuz 2015).”

Nikel içeren toprak ve taşların erimesi sonucu bazı yer altı sularında bulunabilir. Ancak içme suyunda şebeke borularından kaynaklı olarak bulunabilir(Oğuz 2015).

Nikelin eksikliği insan sağlığı için bir sorun değildir. Nikel düşük toksisiteye sahip bir elementtir. Dokularda birikim yapmaz (Oğuz 2015).

“Bir işyerinde işçilerin nikel içeren suyu yanlışlıkla içmeleri sonucunda, işçilerde bulantı, kusma, ishal, baş dönmesi, halsizlik, baş ağrısı, nefes kesilmesi ve geçici körlük gibi semptomlar görülmüştür (WHO 2005).”

WHO limit değerini 0,07 mg/L olarak belirlenmiştir (WHO 2011). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te nikel üst sınırı 0,02 mg/L (20 µg/L)'dir.

Kimyasal “koagülasyon, çöktürme ve filtrasyon” ile arıtım sağlanabilmektedir. Yüksek pH'da nikel daha iyi arıtılır (WHO 2005).

2.5.26 Kurşun

Kurşun yumuşak, kolay işlenebilir bir elementtir. “Akü, alaşım, lehim, boya pigmenti, kablo yalıtımı ve plastik dengeleyici” sektörlerinde kullanılabilir (Oğuz 2015).

Yerüstü ve yeraltı sularında 0,01 mg/L düzeyinde bulunur. Çoğunlukla yüksek konsantrasyonlar tesisat kaynaklı olabilir. İçme sularında genellikle 5 µg/L altındaki değerlerde bulunur, ancak şebeke borularında kurşun olan yerlerde daha yüksek konsantrasyonlarda görülebilir (WHO 2011).

Kurşun zehirlenmesi öncelikle “sinir sistemini” etkiler. Kurşuna maruz kalındığında “halsizlik, tansiyonda artış, anemi” gibi belirtiler görülmektedir. Yüksek seviyede maruz kalındığında beyin ve böbreklerde ciddi hasarlara hatta ölüme sebep olabilir. Gebelerde yüksek seviyedeki maruziyetler “düşüklere” neden olurken erkeklerde yüksek maruziyetler “sperm üretimine” zarar verebilir. “Uluslararası Kanseri Araştırma Kuruluşu” inorganik kurşunu insanlar için “muhtemel kanserojenik” olarak kabul etmiştir. (Agency for Toxic Substances and Disease Registry ATSDR, 2007)”.

Kurşun “koagülasyon, filtrasyon ve kireçle yumuşatma” ile arıtılmaktadır. Bu metotlara ek olarak “aktif karbon, iyon değişirme, ters ozmoz” olabilir (Oğuz 2015).

2.5.27 Antimon

Elemental antimon formları “bakır, kurşun ve kalay” ile çok sert alaşımlar oluşturur. Antimon bileşikler, çeşitli terapötik kullanımlara sahiptir. Antimon, “kurşunlu lehim yerine antimonlu lehim” olarak kullanılabilir. Antimon maruziyeti incelendiğinde mesleki maruziyetlere göre gıda ve içme suyundan olan maruziyet çok düşüktür (WHO 2011).

Yeraltı suyunda konsantrasyonu 0.001 µg/L'den az, yüzey suyu konsantrasyonu 0.2 µg/L'den az, içme suyunda konsantrasyonu 5 µg/L'den az görülmektedir. İçme suyunda antimonun en yaygın kaynağı, “metal sıhhi tesisat ve bağlantı parçalarından” çözünme yoludur (WHO 2011).

Araştırmalarda “kalpte, karaciğerde, böbrekte ve dalakta” birikim yaptığı gözlenmiştir. Ayrıca “kan şekerini düşürür ve kolesterol seviyelerini” artırır. Antimon (III) tuzlarının “genotoksik” olduğu görülmüştür. “Uluslararası Kanser Araştırma Kuruluşu” antimon trioksit’i insanlar için “muhtemel kanserojenik (Grup 2B)” olarak belirlemiştir (Oğuz 2015).

WHO antimon için üst sınır değeri 0.02 mg/L (20 µg/L) olarak belirlemiştir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te bu değer 0,005 mg/L (5 µg/L) olarak belirlenmiştir.

İçme suyunda çoğunlukla şebeke sisteminden kaynaklandığından, bu kaynaklardaki ürün kontrolü ile kontrol altına alınabilir (WHO 2011).

2.5.28 Selenyum

Sülfür grubunda “ametalik” bir elementtir. “Kimya endüstrisinde, cam, ilaç, elektrikli aygıtlar ve lastik sanayisinde kullanılmaktadır (Güler 1997).”

Su kaynaklarında selenyum miktarı düşüktür. İçme sularında genellikle 10 µg/L’nin çok altında bulunmaktadır. Yeraltı suyunda 6 mg/L’ye kadar çıkabilmektedir (Australian Drinking Water Guidelines 6 2011). Endüstriyel kirlenmeden dolayı suda yüksek değerli selenyuma rastlanabilir (Güler 1997).

İnsan sağlığı için selenyum çok düşük miktarlarda gerekli bir mineraldir. Selenyum eksikliğinde “Keshan hastalığı ve Kaschin-Beck hastalığı” görülebilmektedir. Selenyumun kanserlerde koruyucu olduğuna dair çalışmalar vardır (WHO 2011). “Yüksek miktarlarda selenyum alınması halinde sindirim sistemi ile ilgili rahatsızlıklar, ciltte renk değişimi, diş, saç ve tırnak kaybı, tırnak anomalileri görülebilmektedir (WHO 2011).”

Dünya Sağlık Örgütü selenyum üst sınırını 0.04 mg/L (40 µg/L) olarak belirlemiştir (WHO 2011). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te bu değer 0,01 mg/L (10 µg/L) olarak belirlenmiştir.

“Koagülasyon, kireçle yumuşatma, ters ozmoz, elektrodiyaliz, iyon değişimi, adsorpsiyon aktif alüminyum” yöntemleriyle arıtım yapılabilir (Oğuz 2015).

2.5.29 Klorür

“Klorürler, klorun bileşikleridir (WHO 2003).” İçme sularında klorür “doğal kaynaklardan, kanalizasyondan, endüstriyel deşarjlardan” kaynaklı olarak görülebilmektedir (Oğuz 2015).

Yüzey sularında klorür miktarı çoğunlukla 100 mg/L'nin altındadır (Australian Drinking Water Guidelines 6 2011).

Klorür'ün miktarı 250 mg/L'yi geçmesi durumunda suya tuzlumsu bir tat verir. WHO tarafından herhangi bir limit değeri belirtilmemiştir (WHO 2003). “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te” klorür üst sınırı 250 mg/L olarak belirlenmiştir.

Klorür, suyun elektriksel iletkenliğini artırması sebebiyle aşındırıcı etkisini de artırır. Alkaliniteye bağlı olarak şebeke sisteminde boruların aşınmasına neden olabilir. Ters ozmoz ve elektrodiyaliz metotlarıyla arıtım sağlanabilir (Oğuz 2015).

2.5.30 Sülfat

“Sülfürik asitin tuz ya da ester halidir.” Sülfürün en çok üretilen kimyasal formudur. Doğal halde birçok mineralde bulunur. Sülfatlar “gübre, boya, cam, kağıt, sabun, tekstil, ilaç yapımında, metal ve kaplama endüstrilerinde, atık su arıtımında, deri işlemede” kullanılmaktadır (WHO 2004).

Su kaynaklarında 1990 yılında yapılan bir çalışmada, sülfatın tatlı sulardaki değerinin 20 mg/L olduğu tespit edilmiştir. İçme suyu arıtımında kullanılan kimyasallar sülfat düzeyinin artmasına neden olabilmektedir (WHO 2004).

Sülfatın tat eşiği, 250 mg/L olarak saptanmıştır (WHO 2004). Sülfid oluşumuna bağlı istenmeyen tat ve kokunun yanı sıra şebekede aşındırıcılık oluşabilir (Australian Drinking Water Guidelines 6 2011)

Yüksek sülfat (600 mg/L ve üzeri için) maruziyetinde sülfatın ishal yapıcı etkisi vardır. (WHO 2011). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te sülfat üst sınırı 250 mg/L olarak belirlenmiştir.

“Ters ozmoz ve elektrodializ gibi membran prosesleri ile ya da iyon değişimi” yöntemi ile arıtım yapılabilmektedir (Oğuz 2015).

2.5.31 Sodyum

Yerkabuğunda en fazla bulunan elementlerdendir. “Deniz suyunda %2,6 NaCl vardır. (Güler 1997).” Sodyum tuzları “kağıt, cam, sabun, ilaç olarak ve diğer çeşitli amaçlar için genel kimya endüstrilerinde” kullanılır (Australian Drinking Water Guidelines 6 2011).

Vücut sıvılarında en yoğun bulunan elementtir. Vücuttaki en önemli görevi sıvı basıncının sağlanmasıdır. Suyun sodyum içeriği, elde edilen kaynağa göre değişir (Polat 2009). Birçok ülkede su kaynaklarının çoğunun sodyum içeriği 20 mg/L’den azdır. Fakat 250 mg/L’den fazla olan kaynaklarda bulunmaktadır (Australian Drinking Water Guidelines 6 2011).

Sodyum vücutun su dengesi, etkin mide, sinir ve kas fonksiyonu, kan pH’ının normal seviyede olması ve potasyumun hücre zarlarından dışarı pompalanması için uygun ortamı sağlamaya yardım eder. Sodyum yetersizliği mide krampları, aşırı kilo kaybı, bilinç bulanıklığı, dehidratasyon, depresyon, baş dönmesi, yorgunluk, baş ağrısı, kalp çarpıntısı, tat duyusu bozukluğu, uyuşukluk, düşük kan basıncı, hafıza bozukluğu, kas zayıflığı, nöbet ve kilo kaybı gibi sorunlara sebep olur. Hipertansiyonu, kalp yetmezliği ve karaciğer sirozlu olanların sodyum miktarı yüksek olan sulardan içmeleri tavsiye edilmez. Bunun dışında, küçük çocuklarda böbreklerin tam gelişmemesi nedeniyle fazla sodyum alınması zararlıdır. Aşırı sodyum alımı, idrarla kalsiyum atımını hızlandırarak kemik erimesi sorununa yol açabilir (Sönmez F 2008, Polat 2009).

İçme suyundaki sodyumla hipertansiyon arasında kesin bir ilişki gösteren sonuçlar olmadığında WHO herhangi bir sınır değeri önermemektedir. Ancak 200 mg/L konsantrasyonları aşan sularda tat problemi olacağını belirtmiştir (WHO 2011). “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te” sodyum üst sınırı 200 mg/L olarak belirlenmiştir.

Sodyum tuzları kolaylıkla içme suyundan arıtılamaz. Sodyum konsantrasyonlarını azaltmak için suyu yumuşatma basamağında kullanılan sodyum yerine alternatif tuzlar kullanılabilir. “Ters ozmoz veya damıtma” sodyum arıtımında kullanılabilir (Australian Drinking Water Guidelines 6 2011).

2.5.32 Alüminyum

Alüminyum element formunda doğal olarak bulunmamaktadır. Dünyada en çok bulunan metallere biridir. Alüminyum birçok endüstri kolunda, metal alaşımlarının üretiminde, elektrik endüstrisinde ve pişirme aletleri ile yiyecek paketlemede kullanılmaktadır. (Oğuz 2015). Alüminyum suların renginin ve bulanıklığının giderilmesinde koagülant olarak kullanılabilir (Güler 1997).

Doğal pH seviyesinde alüminyumun çözünürlüğü düşüktür. Su kaynaklarında alüminyum miktarı genellikle düşüktür. Konsantrasyonları 0,001-0,05 mg/L arasında değişmektedir. WHO 0,9 mg/L'yi limit değer olarak belirlemiştir (WHO 2011). Ancak estetik açıdan içme suyunda bulunması önerilen değerler bu değerden daha düşük olduğundan sağlık açısından belirlenen değer kullanılmamaktadır (Oğuz 2015). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te alüminyum üst sınırı 0,2 mg/L (200 µg/L) olarak belirlenmiştir.

Alüminyum yiyecek, içme suyu gibi geniş bir kullanım alanına sahip olmasına karşın ağız yoluyla vücuda alınmasında akut toksik etkisiyle ilgili çok az bulgu mevcuttur. 1988 yılında kayıtlara geçen bir vakada; alüminyum sülfat kullanan bir içme suyu arıtma tesisinden kaynaklı olarak yüksek miktarda alüminyum seviyelerine yaklaşık 5 gün boyunca maruz kalan nüfus üzerinde gözlenen semptomlar, baş dönmesi, kusma, ishal, ağız ülseri, deri ülseri, deri kaşıntısı ve eklem ağrıları tespit edilmiştir (WHO 2010).

Uzun süreli maruz kalmaya ilişkin bilgiler sınırlıdır. Ancak fosfor metabolizması ile etkileşime geçtiği, halsizlik, kemik ağrısı ve anoreksiyaya neden olduğu bilinmektedir. İçme suyunda alüminyum varlığının olası sağlık etkileri, özellikle alüminyumun Alzheimer hastalığı ya da diyaliz ensefalopatisi ile ilişkilendirilmesi sebebiyle giderek tartışılır hale gelmektedir. Zayıf kanıtlar da olsa içme suyu aracılığı ile yüksek düzeyde alüminyum alınmasının Alzheimer hastalığı açısından yüksek risk oluşturduğu düşünülmektedir (Yavuz 2013).

Alüminyum arıtımı “koagülasyon, flokülasyon ve filtrasyon” gibi metotlarla mümkündür (Australian Drinking Water Guidelines 6 2011).

2.5.33 Serbest Klor

Suyun dezenfeksiyonunda en çok kullanılan madde klor gazı ve klor bileşikleridir. Klor dezenfeksiyon etkisinin yanı sıra suda bulunabilen organik ve inorganik maddelerle

reaksiyona girerek onları okside eder. Bu oksidasyon işlemi sırasında tüketilen ve mikroorganizmaları etkisiz hale getirmek için gereken klor miktarının toplamına “aslan payı” denir ve bu aşamada meydana gelen ürünlere “dezenfeksiyon yan ürünleri” adı verilir (Oğur 2004).

“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te” içme-kullanma sularının dezenfeksiyonunda serbest klor düzeyinin 0,2-0,5 mg/L olması gerektiği bildirilmiştir.

2.5.34 Dezenfeksiyon Yan Ürünleri (Trihalometanlar)

Klor içerikli dezenfektanlar ekonomik ve kolay uygulanabilir olmasının yanı sıra, suyun işlendiği tesisten kullanıcıya ulaştığı son noktaya kadar sürekli dezenfeksiyon sağlayan tek yöntem olduğu için en yaygın kullanılan dezenfektanlardır. Ancak klor doğal organik maddelerle reaksiyona girerek “trihalometan (THM) ve haloasetikasit (HAA)” gibi kanserojen olduğu ve insan sağlığına zarar verdiği bilinen çeşitli “dezenfeksiyon yan ürünlerini (DYÜ)” oluşturur. Bunlar arasında en tehlikeli ve en yaygın olanlar “THM’lerdir” (Gümüş 2013).

İnsanların “trihalometanlara” maruz kalması sadece içme suyu tüketimi ile değil bu suların temizlik amacıyla kullanılması durumunda deri yoluyla emilmesi şeklinde de gerçekleşebilir (Backer 2000).

“Kanada’da yapılan klorlama yan ürünleri ile kolon-rektum kanserleri arasındaki ilişkinin araştırıldığı bir çalışmada; 767 kolon kanseri, 661 rektum kanseri olgusu ve 1545 kontrol olmak üzere 2973 kişi araştırılmıştır. 75 mikrogram/L düzeyinde Trihalometanlar içeren suyu uzun süre tüketen kişilerde kanser riskinin 2 kat fazla olduğu bulunmuştur (King 2000). ABD kanser enstitüsünün yaptığı topluma dayalı bir araştırmada; klorlama yan ürünlerinin beyin kanseri oluşma olasılığını artırdığı bulunmuştur (Cantor 1999). Standartların üzerinde “THM” içeren suların içilmesi “böbrek, karaciğer ve merkezi sinir sistemi sorunlarına” yol açarken, “kanseri riskini” de arttırabilmektedir (Güler 2012b, Tekbaş 2015)

“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te” belirtilen “THM” bileşikleri kloroform, bromoform, dibromoklorometan, bromodiklorometan’dır”. Yönetmelikte toplam değer olarak üst sınır 0,1 mg/L (100 µg/L) olarak belirlenmiştir. WHO’nun 2011 su kalitesi standartlarında “Chloroform: 0.3 mg/L (300 µg/L) Bromoform:

0.1 mg/L (100 µg/L) Dibromochloromethane (DBCM): 0.1 mg/L (100 µg/L) Bromodichloromethane (BDCM): 0.06 mg/L (60 µg/L)” olarak belirlenmiştir.

İçme ve kullanma sularının dezenfeksiyonu için kullanılan ve günümüzde de halen en etkili, en güvenli ve ucuz dezenfektan klordur. Dezenfektan olarak kullanılan klorun bilinen sağlık etkisi yoktur. Ancak klorlama sonrası oluşabilen THM’lerin sağlık etkisi olduğuna dair bazı yayınlar bulunmaktadır. Vazgeçilmez bir dezenfektan olan klorun organik yükü fazla olan içme suyu kaynaklarında daha fazla THM oluşumuna neden olduğu bilinmektedir. Bu nedenle klorlama ile dezenfekte edilecek suların ön arıtım işleminin etkin bir biçimde yapılması ve organik yükünün azaltılması ve daha sonra klorlanması önerilmektedir (Tekbaş 2015). Yani dezenfeksiyon yan ürünlerin oluşmasını engellemede temel basamak organik prekürsör maddelerin ortamdan uzaklaştırılmasıdır (Oğur 2004).

2.6 Toplumun İçme Suyu Tercihleri

Su, insan yaşamında vazgeçilmez bir öğedir. İçilen ya da kullanılan suyun temiz ve güvenilir olması son derece önemlidir. Günümüzde yaygın hale gelen kent yaşantısı, gelişen sanayi ve doğal kaynakların azalması gibi nedenlerden dolayı insanların içme-kullanma suyu tercihleri farklılaşmaya başlamıştır (Ufacık 2015).

“Nüfus artışı, göçler, üretim ve tüketim baskısı, iklim değişikliği, çevre kirliliği gibi etkenler, insanın ve doğanın ihtiyaçlarının karşılanmasında su kaynaklarının yetersiz kalmasına neden olmaktadır.” Su kaynaklarının giderek azaldığı bölgelerde, tarım ve sanayi üretiminin kapasitesi kadar kentsel yaşam kalitesi de etkilenmektedir. Gittikçe artan stratejik öneme sahip olan suya erişim, tüm canlılar için doğal ve yasal bir haktır. Bireyler, içme amaçlı tüketim için “ambalajlı su, şebeke suyu, kaynak suyu ve arıtılmış su” tercih etmektedirler. İnsanlar için hayati öneme sahip olmakla birlikte sağlık açısından da oldukça büyük bir öneme sahip olan suyun, öncelikle güvenilir olması ve ilgili kuruluşlar tarafından kullanımı uygun bulunmuş olması gereklidir (Karakuş 2016). Bu nedenlerden dolayı insanların su ihtiyacını yeterli ve güvenli şekilde karşılaması için güvendikleri sulara talep giderek artmaktadır. Bunun sonucunda da ambalajlı su ve arıtma cihazı kullanımı yeni bir içme suyu tercihi olarak yaygınlaşmaktadır. Belediye su dağıtım sisteminin veya su kalitesinin yetersiz olduğu düşünülen yerlerde hane halkının büyük çoğunluğu şişe suyu tüketmektedir. Aynı nedenlerden dolayı da evinde arıtma cihazı bulduran ailelerin sayısı her geçen gün artmaktadır. Ayrıca şebeke suyunun dışında

mahalle ve ünlü çeşmelerdeki sulara da birçok tüketici rağbet etmektedir (Uzundumlu 2016).

2.6.1 Şebeke Suyu

Şebeke: İnsani tüketime yönelik suları kullanıcılara ulaştırmak maksadıyla sarfiyat yerlerine dağıtan borular ve donanım elemanlarından oluşan dağıtım ağını, ifade eder (“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” 2005).

İyileştirilmiş içme suyuna sürdürülebilir bir şekilde ulaşabilen nüfusun oranının artırılması, Türkiye'nin dünyadaki diğer devletler ile birlikte kabul ettiği Binyıl Kalkınma Hedefleri'nden bir tanesidir. İçme suyunun kaynağı, o suyun içmek için uygun olup olmadığının bir göstergesidir. Uygun nitelikte olan içme suyu kaynakları “İyileştirilmiş kaynak” olarak, uygun nitelikte olmayan kaynaklar ise “İyileştirilmemiş kaynak” olarak sınıflandırılmışlardır. Türkiye nüfus ve sağlık araştırmaları 2013'te (TNSA-2013) şu kaynaklar “iyileştirilmiş kaynaklar” olarak nitelendirilmişlerdir: “(1) evde veya bahçede şebeke suyu, (2) ortak şebeke suyu veya umumi çeşme, (3) sondaj veya borulu kuyu suyu, (4) korunaklı kuyu suyu, (5) korunaklı kaynak suyu ve (6) şişe suyu. “İyileştirilmemiş kaynaklar” ise şunları kapsamaktadır: (1) korunaksız kuyu suyu, (2) korunaksız kaynak suyu, (3) tanker/su istasyonu veya küçük tanker, (4) yüzey suyu ve (5) diğer su kaynakları.”

“Genel olarak, Türkiye’de hanelerin yüzde 99’u iyileştirilmiş içme suyu kaynağına ulaşabilmektedir. Kentteki hanelerin iyileştirilmiş su kaynağına ulaşma yaygınlığı kırdaki hanelere göre daha yüksektir (sırasıyla yüzde 100 ve yüzde 97). Türkiye’deki konutların yarısı (yüzde 50) evde şebeke suyu, yüzde 36’sı şişe suyu ve yüzde 8’i korunaklı kaynak suyu kullanmaktadır (TNSA 2013).”

2.6.2 Ambalajlı Su

Ambalajlı su, gelişmemiş su kaynağı olarak kabul edilmektedir. Ambalajlı sular, bireylerin tüm ihtiyaçlarını karşılamada ucuz elde edilir, kolay ulaşılabilir ve yeterli miktarda olmadığı için gelişmemiş su kaynağı olarak sınıflandırılmıştır. Bununla birlikte gelişmekte olan ülkelerde hızla yaygınlaşan ambalajlı sular, ikincil bir su kaynağı gibi algılanmaktadır. Oysa ambalajlı sular bir su kaynağı değil, var olan kaynaklardaki suyun işlenip, şişelenerek tüketime sunulmasıdır. Hatta üretim sırasındaki işlemler ve tüketim sonucunda açığa çıkan ambalajlar var olan su kaynaklarının kirlenmesine ve kötü

kullanımına yol açmaktadır. İnsanların çoğu standartlarını karşıladığı takdirde günlük içme suyu ihtiyaçlarını karşılamak için ambalajlı suları tercih eder ve su için çok daha fazla paralar öder hale gelmiştir (Til 2015).

Türkiye’de de son zamanlarda ambalajlı su kullanımında ciddi artışlar gözlenmiştir. Ambalajlı su kullanımı kentlerde daha fazla görülmüştür. TNSA’da bu artışı gözler önüne sermiştir. TNSA-1998’de kent merkezinde ambalajlı su tüketimi %14,9 iken TNSA-2003, 2008 ve 2013’de sırasıyla %26,4, %49,0 ve %43,5 bulunmuştur. Kent nüfusunun yarısına yakını temel içme suyu kaynağı olarak ambalajlı suyu tercih etmektedir. AB ülkelerinin ortalama tüketimi 104 litre iken Türkiye’de kişi başı ortalama ambalajlı su tüketimi yaklaşık 126 litredir. Türkiye, AB ülkeleri arasında İtalya (189,1 L) ve Almanya’dan (165,3 L) sonra üçüncü sıradadır. (Til 2015).

2.6.3 Ev Tipi Su Arıtma Cihazları

Ev tipi su arıtım cihazları değişik yöntemlerle arıtım yapan cihazların genel adıdır. “Mekanik filtreli sistemler, kimyasal sistemler, yumuşatıcı cihazlar, anyon değiştiriciler, ultraviyole ışın kullanarak dezenfekte ediciler, ters ozmoz sistemiyle arıtım sağlayanlar, ozonlayıcılar, klorlayanlar” vb. birçok yöntem kullanılabilir. Bütün bu yöntemlerin hepsi aynı isimle ifade edilse de farklı etkileri, avantaj ve dezavantajları yanında, farklı düzeyde faydaları ve zararları olduğu bilinmektedir (Tekbaş 2009).

Bu cihazların bazıları şebeke sisteminin eve giriş noktasına yerleştirilir. Bunlara giriş noktası cihazları denir. Bunlar evdeki bütün musluklara giden suyun arıtımına yöneliktir ve su saatinden sonra takılırlar. Su yumuşatıcıları genellikle bu tip cihazlardır (Güler 2008).

Diğer bir tip de kullanım noktasına ya da tek musluğa takılır. Bunlar kullanım noktası cihazlarıdır. Ülkemizde genellikle mutfak musluğuna takılmaktadır. Aktif kömür filtreleri genellikle bu tiptedir. Kişisel termos biçiminde olanlar genellikle bir şişe ve süzgeçten oluşur. Suyu emici bir düğmeleri ya da pipetleri vardır. Akıtma tiplerinde su yerçekimi etkisiyle alttaki sürahiye akar. Bunların süzme kapasiteleri genellikle diğer tiplerden azdır. Bazı araçlar tezgahın altında şebeke sistemine takılır ve su musluğa gelmeden önce cihazdan geçer. Bu ya musluktan akan suyu sürekli süzer ya da ayrı bir musluk takılarak gerektiğinde arıtılmış su alınır (Güler 2008).

Bütün bu sistemlerle ilgili olarak unutulmaması gereken genel kurallar şunlardır:

- Tek bir arıtım sistemi hiçbir zaman bütün su kalitesi sorunlarına çözüm olmaz.
- Bütün sistemlerin kısıtlılıkları ve belirli bir kullanım ömrü vardır.
- Bütün sistemler düzenli bakım ve izleme gerektirir.
- Arıtılacak suyun özelliğine göre arıtım cihazı seçilmelidir (The University Of Iowa Hygienic Laboratory 1999).

Türkiye'nin çeşitli illerinde yapılan çalışmalarda ev tipi su arıtma cihazı kullanım sıklığı %6,3 ile %25 arasında değişmektedir (Çalık 2004, Bal 2014, Til 2015, Uzundumlu 2016).

2.6.3.1 Mekanik Filtreler

Aktif kömürlü filtreler bu tip sistemlerdendir. Genellikle suyun tadını, kokusunu, görünümünü düzeltmeye yönelik cihazlar olduğundan estetik amaçlı cihazlar olarak da tanımlanmaktadır. Aktif kömürlü filtreler bazı haşere kırıcı kalıntıları da dahil olmak üzere özgül organik kimyasal maddelerin sudan arıtılması için en iyi yöntemdir. Aktif kömürlü cihazlar bakteri, nitrat ve metallerin çoğunu tutmaz. Bu cihazlar sudaki kimyasal maddelerle kısa sürede doyumluğa ulaşabilirler. Aktif kömürün doyumunu gösteren güvenilir bir ölçüt yoktur. Bu süzgeçlerin kullanılmaya devam edilmesi durumunda biriken kirleticiler çok miktarda süzülen suya geçebilirler. Bunların üzerinde bakteri üremesi olabilir. Karbon, mikrobiyolojik canlılar için mükemmel bir üreme ortamıdır. Bu yüzden filtreler çok sık değiştirilmelidir (Güler 2008).

2.6.3.2 Yumuşatıcılar

Bir katyon değiştirici yapay reçine kullanarak suda kalsiyum, magnezyum gibi sertlik etkenlerinin uzaklaştırılmasını sağlarlar. Bu sistemlerde sudaki sertliği oluşturan iyonlar potasyum ya da sodyumla yer değiştirirler. Suların sodyum derişimi artabilir. Düşük miktardaki kalsiyum ve magnezyumu da alabilir. Bu düzeydeki kalsiyum ve magnezyumun alınması istenmeyebilir. Suyun metalleri aşındırıcı özelliğini artırır (Güler 2008).

2.6.3.3 Anyon Değiştirici Cihazlar

Nitratlar, florürler, sülfatlar ve bikarbonatlar gibi negatif yüklü iyonları arıtırlar. Doğal olarak oluşan humik asit, fulvik asit ve humin gibi maddelerin arıtılmasını sağlarlar. Etkinliğinin artırılması için ham suyun pH'sının ayarlanması gerekebilir. Arıtım sırasında

sudaki klorür miktarını arttırabilir. Suda tuzlumsu bir tat bırakır. Bikarbonatların arıtılması suyun aşındırıcılığını arttırır. Suda sülfat yüksekse; nitratları arıtma etkinliği azalır (Güler 2008)

2.6.3.4 Ultraviyole Sistemler

Suyun dezenfeksiyonu için ve sudaki heterotrofik bakterileri azaltabilmek için ultraviyole ışınlarını kullanan sistemlerdir. Organik karbon kullanan bütün bakterileri kapsayan geniş gruba heterotrofik bakteriler denmektedir. Bunlar kolayca biyofilm oluşturduklarından şebeke içinde akan su kütesinde kolayca üreyebilirler (Güler 2008).

Dezenfeksiyon için 254 nm'de ultraviyole kullanılır. Bu görünür ışık yelpazesinin hemen sınırına yakındır. Mikrobiyolojik canlılar ultraviyoleyi soğurlar. Ultraviyole bu yolla onların genetik materyallerini etkileyerek çoğalmalarını daha sonra da ölmelerini sağlar. Suyu herhangi bir kimyasal eklenmediğinden tadında değişiklik yapmaz. Dezenfeksiyon süreci hızlıdır. Ancak dezenfeksiyon kalitesini izleme olanağı vermeyen bir sistemdir. Beş mikrometreden büyük parçacıklar etkinliğini azaltır. Humik asitler, tanenler, sertlik, demir, manganiz ultraviyole bölmesinin deliklerini tıkayarak ya da ultraviyoleyi soğurarak etkisizleştirir. Ultraviyole çıktısı giderek azaldığından etkinliği de azalır. Cihazların çoğunda bu konuda uyarıcı bir mekanizma yoktur. Donanımın karmaşıklığı güvenilirliği azaltır (Güler 2008).

2.6.3.5 Ters Ozmoz

Yarı geçirgen zarlardaki doğal ozmoz süreçlerindeki su akış yönü basınç uygulanarak tersine çevrilir, böylece su daha derişik olan ortamdan daha az derişik ya da sulu ortama geçer. Basit olarak kirli suya basınç uygulanarak sadece suyun yarı geçirgen zardan geçmesi sağlanır. Bunların çoğu ön süzme ya da son süzme filtreleriyle bir arada üretilirler. Zarlar mikrofiltrasyon, ultrafiltrasyon ve nanofiltrasyon sağlayacak özellikte olabilir (Güler 2008).

Anorganik kirleticilerin bir bölümünü arıtabilir. Sodyum, kalsiyum, demir, manganiz, magnezyum, ağır metaller, nitratlar, sülfatlar, florürler ve klorürler gibi anorganikleri arıtırlar. Pestisitlerin bazılarını, petrol ürünlerini ve humus maddelerini süzebilirler. Bazı organik kirleticileri arıtabilmesi için aktif kömür filtreleriyle birleştirilebilmektedirler (Güler 2008).

Bu sistemlerin su tüketimi yüksektir. Ham suyun %10-30'u arıtılmış su olarak çıkar. %50 ve üzerinde su israfına yol açar. Kloroform gibi bazı organik bileşikleri arıtamaz. Arıtma cihazlarının en maliyetli olanıdır. Süzme zarının tıkanmasını önlemek için ham suyun özellikle sert suların ön arıtımı gereklidir. Biyofilm oluşumu zar etkinliğini azaltır. Düzenli aralıklarla tüm sistemin yıkanması gerekir (Güler 2008).

Bu cihazlar mikropları arıtma amacıyla önerilmez. Kriptospor, giardia ve virüsleri süzme etkinliği zar tiplerine göre değişir ve güvenlik açısından dezenfeksiyonun yerini alamazlar (Güler 2008).

2.6.3.6 Ozonlayıcılar

Bakteri ve virüsleri öldürür. Organik bileşiklere bağlı tat ve kokuyu giderir. Organik olarak bağlı demir ve manganizi parçalayarak alınmalarını kolaylaştırır. Su yosunlarını öldürür. Koloid bulanıklığı azaltarak süzmeyi kolaylaştırır. Dezenfeksiyon kalıntısı olmadığından bakteriler tekrar üreyebilir. Malathion ve parathion gibi bazı haşerekiricileri daha toksik bileşenlere parçalar. Araç pahalı ve karmaşıktır. Belirli bir ozon düzeyine ulaşılması ve sürdürülmesi gerekir. Ortamdaki ozonun uzaklaştırılması için etkin havalandırma gerekir (Güler 2008).

2.6.4 Tatlı Su Çeşmeleri

1989 yılına kadar Konya şehir merkezindeki birkaç çeşmede ve bazı bölgelerde (Lalebahçe, öğretmenleri, vb.) akan pınar suları 1989 yılında yapılan bir projeyle normal su şebekesinden ayrı çalışan, yeni döşenen çeşitli cins ve ebatta 300.000 m.lık bir şebekeyle mahallere yapılan 644 adet tatlı su çeşmesiyle tüm Konya halkının hizmetine sunulmuştur. Bu çeşmelerden 313'ü Meram ilçesinde bulunmaktadır (KOSKİ 2016). Bu çeşmeler ilçe halkının içme suyu tercihinde önemli bir yere sahiptir.

Şehir merkezindeki 644 adet tatlı su çeşmesinin beslendiği beş ayrı tatlı su kaynağı bulunmaktadır. Bunlar Çayırbağı, Dutlukırı, Kırankaya, Mukbil ve Beypınarı tatlı su kaynaklarıdır. Çayırbağı kaynak suyu Hatip'da bulunan 3000 m³'lük betonarme bir gömme depoda, Dutlukırı kaynağı Krom-Magnezit Fabrikası'nın yan tarafında bulunan 2000 m³'lük betonarme gömme depoda toplanıp dağıtım şebekesine verilmektedir. Depo çıkışlarında klorlanmaktadır. Mukbil, Beypınarı ve Kırankaya kaynakları çıktıkları noktalardan doğrudan dağıtım şebekesine verilmektedir. Bu kaynaklarda ve dağıtım

şebekesinde fiziksel-kimyasal ve bakteriyolojik analizler için sürekli numune alınıp analizleri yapılmaktadır (KOSKİ 2016).

Bu çalışmada;

- Meram ilçesinde 18 yaş ve üzeri bireylerin içme suyu tercihlerinin ve nedenlerinin belirlenmesi
- Ev tipi su arıtma cihazlarının kullanıldığı hanelerde içme suyu kalitesine etkisinin araştırılması amaçlandı.



3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Tipi

Bu çalışma Meram ilçesinde içme suyu tercihleri ve nedenlerinin belirlenmesi ile ev tipi su arıtma cihazlarının kullanıldığı hanelerde içme suyu kalitesine etkisini ortaya koyan kesitsel bir çalışmadır.

3.2 Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Zaman

Araştırma Konya ili Meram ilçesinde 2016 yılı 1 Nisan – 1 Haziran tarihleri arasında yapıldı.

3.2 Araştırmanın Evreni

Araştırmanın evreni Konya ili Meram ilçesindeki hanelerdir.

3.4 Araştırmanın Örnekleme

Örnekleme büyüklüğü G-Power 3.1.9.2 bilgisayar programı (Faul 2007) ile Meram ilçesinde ev tipi su arıtma cihazı kullanım prevalansı bilinmediğinden, prevalans %50 alınarak %95 güven aralığında ($\alpha=0,05$), %7 sapma, %80 güç ve desen etkisi 2 olacak şekilde 810 hane olarak hesaplandı. Meram İlçesinde bulunan 115 mahalle küme kabul edilerek 27 mahalle (Alavardı, Dede Korkut, Hocacihan Saray, Armağan, Yunus Emre, Melikşah, Abdülaziz, Büyük İhsaniye, Sahibata, Köyceğiz, Kürden, Yaka, Yorgancı, Havzan, Orgeneral Tural, Küçük Kovanağzı, Saadet, Lalebahçe, Aşkan, Necip Fazıl, Durunday, Gazanfer, Dr. Ziyi Barlas, Toprak Sarnıç, Selver, Toki Gödene, Hacı İsa Efendi) basit rastgele yöntem kullanılarak kümeye seçildi. Kümeye dahil olan her mahalleden “Konya Büyükşehir Belediyesi Kent Bilgi Sistemi” kullanılarak basit rastgele örnekleme yöntemiyle 30 hane örnekleme dahil edilerek toplam 810 haneye ulaşıldı.

3.5 Araştırmaya Kabul Edilme Kriterleri

- 1) Meram ilçesinde ikamet etmek.
- 2) 18 yaş ve üzeri olmak.
- 3) Araştırmaya katılmaya gönüllü olmak.

3.6 Veri Toplama Araçları

Araştırmacı tarafından yapılan konu ile ilgili literatür taraması sonrasında 16 sorudan oluşan anket formu (Ek-1) hazırlanmıştır. İlk 4 soru sosyodemografik bilgileri, 5-8. sorular içme suyu tüketimini, içme suyu tercihlerini ve nedenlerini, 9-16. sorular arıtma cihazı kullanımıyla ilgili bilgileri içermekteydi.

3.6.1 Su Örneklerinin Alınması

Şebekeye doğrudan bağlanan arıtma cihazı kullanıldığı tespit edilen 67 haneden 52'si su örneği almaya izin verdi. Su örneği almak için hanelere ziyarete gidildiğinde 9 katılımcıya evde ulaşılamadığından, 3 hane cihazı söktürdüğünden, 1 hanede taşındığı için toplam 13 ev tipi arıtma cihazından örnek alınamadı. 39 haneden su örnekleri mutfakta arıtma cihazından önce şebeke sisteminden ve arıtma cihazında arıtılmış sudan alındı. Su örnekleri alınırken musluk alkollü mendille silindi, 2-3 dakika orta şiddette akıtıldı, musluk kapatılıp alevle alazlandı, tekrar musluk açılarak örnekler numune kaplarına alındı. Mikrobiyolojik analiz için “Konya Halk Sağlığı Laboratuvarından” temin edilen 500 ml'lik steril kaplara, kimyasal analiz için 500 ml'lik numune kaplarına da su örnekleri alındı.

3.6.2 Su Örneklerinin Taşınması

Mikrobiyolojik analiz için alınan örnekler soğuk zincir taşıma kabında 2-4 saat süresinde Konya Halk Sağlığı Laboratuvarına ulaştırıldı. Kimyasal analiz için alınan örnekler 2-4 saat içerisinde “Meram Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı'na” ulaştırıldı.

3.6.3 Su Örneklerinin Mikrobiyolojik Analizi

Mikrobiyolojik analiz olarak “Konya Halk Sağlığı Laboratuvarında” toplam koliform analizi yaptırıldı.

3.6.4 Su Örneklerinin Kimyasal Analizi

pH, iletkenlik, serbest klor, amonyum, nitrit, florür, kalsiyum, magnezyum ve toplam sertlik analizleri orijinal kitleriyle Hach Lange DR 3900 UV spektrofotometresinde ve Hach Lange HQ40D Ph-iletkenlik cihazıyla Meram Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı'nda yapıldı. Serbest klor analizi numune alındığı anda hanelerde Hach Lange DR 3900 UV spektrofotometresiyle yapıldı.

3.6.5 Su Örneklerinin Fiziksel Analizleri

Tat, koku ve renk analizleri organoleptik olarak araştırmacı tarafından yapıldı.

3.7 Etik Durum

Araştırmanın yürütülebilmesi için Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kuruluna proje sunulup (Tarih: 18/12/2015, Sayı:2015/384) onayı alınmıştır (Ek-2). Anket formları uygulanmadan önce araştırmacı tarafından katılımcılara çalışmanın amacı ve formların içeriği hakkında açıklamalarda bulunulup, katılımları için sözlü onayları alındı.

3.8 Araştırmanın Bütçesi

Araştırmanın finansmanını Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinasyon Birimi sağladı. (Proje No: 161518004)

3.9 Araştırmanın Hipotezleri

- 1) Bireylerin sosyo-demografik özelliklerine göre içme suyu tüketim miktarları ve tercihleri değişmektedir.
- 2) Ev tipi su arıtma cihazları şebeke suyunun fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik kalitesini değiştirmektedir.

3.10 Araştırmanın Bağımlı ve Bağımsız Değişkenleri

Araştırmada katılımcıların yaş, cinsiyet, ekonomik durum, evde birlikte yaşadıkları kişi sayısı bağımsız değişken, iken içme suyu tercihleri ve tüketim miktarı bağımlı değişkendir. Arıtma cihazı kullanımının su kalitesine etkisini araştırmak için; kullanım süresi, cihaza düzenli bakım yaptırma durumu, en son bakımının yapılma zamanı bağımsız değişken iken, arıtma cihazından alınan numunenin analiz sonuçları bağımlı değişken olarak kabul edildi.

3.11 Verilerin Tanımları ve Kısaltmaları

Tatlı Su Çeşmesi: Konya'da belediye tarafından sağlanan, ayrı bir şebeke sistemi olan çeşmeler.

Kaynak Suyu: Meram'a yakın köylerde bulunan kaynak suları.

Arıtılmış Su: Hanelerde ev tipi arıtma cihazlarında üretilen su.

Günlük Yeterli Su Kullanımı: Kadınlar için 2 L, erkekler için 2,5 L olarak belirlenmiştir (EFSA 2010).

ŞS: Şebeke Suyu

TSC: Tatlı Su Çeşmesi

AS: Ambalajlı Su

ETAC: Ev Tipi Arıtma Cihazı

KS: Kaynak Suyu

SAS: Site Arıtma Sistemi

3.12 Verilerin Analizi

Araştırmadan elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarıldı. Verilerin analizleri bilgisayar ortamında IBM SPSS 23.0 (IBM SPSS Statistics, Sürüm 23.0 Armonk, NY: IBM Corp.) programında yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler ortanca (1. Çeyreklik - 3. çeyreklik) ve % dağılım kullanılarak verildi. İstatistik analizde; verilerin normallik analizleri Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro Wilk testleriyle incelendi. Kategorik verilerin karşılaştırmasında ki-kare testi, sürekli verilerin analizinde Mann Whitney U testi, bağımlı gruplarda t testi, Wilcoxon işaretli sıra testi, Kruskal-Wallis testi ve Oneway Anova testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık için $p < 0.05$ değeri kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1 Katılımcılara Ait Bulgular

4.1.1 Katılımcıların Sosyo-Demografik Özellikleri

Çalışmaya toplam 810 kişi katıldı ve katılımcıların %36,5'i (296) erkek, %63,5'i (514) kadındı. Katılımcıların yaş ortalaması $43,20 \pm 15,57$ idi. Yaş sınıflamasına göre katılımcıların %48,4'ünün (392) 39 yaş ve altında, %39,8'inin (322) 40-64 yaş aralığında, %11,9'unun (96) 65 yaş ve üzerinde olduğu saptandı. Hanelerde ortalama olarak $3,84 \pm 1,63$ kişi yaşadığı hesaplandı. Hanelerde yaşayan kişi sayısına göre; iki kişi olanlar %18,4 (149), üç kişi olanlar %20,1 (163), dört kişi olanlar %27,9 (226), beş kişi olanlar %19 (154) olarak tespit edildi. Gelir sınıflamasına göre katılımcıların %41,2'si (334) 1000-1999 TL, %25,9'u (210) 2000-2999 TL, %12,8'i (104) 3000-3999 TL, %15,9'u (129) 4000 TL ve üzeri gelirleri vardı. Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerinin ayrıntıları Tablo 4.1'de görülmektedir.

Tablo 4.1 Katılımcıların Sosyo-Demografik Özellikleri (Meram/Konya 2016).

		n	%
Cinsiyet	Erkek	296	36,5
	Kadın	514	63,5
	Toplam	810	100
Yaş	39 ve altı	392	48,4
	40-64	322	39,8
	65 ve üzeri	96	11,9
	Toplam	810	100
Hanelerde Yaşayan Kişi Sayısı	Bir kişi	28	3,5
	İki Kişi	149	18,4
	Üç Kişi	163	20,1
	Dört Kişi	226	27,9
	Beş Kişi	154	19
	Altı ve Daha fazla	90	11,1
	Toplam	810	100
Gelir Durumu	1000 TL altı	33	4,1
	1000-1999 TL	334	41,2
	2000-2999 TL	210	25,9
	3000-3999 TL	104	12,8
	4000 ve üzeri TL	129	15,9
	Toplam	810	100

4.1.2 Katılımcıların İçme Suyu Tüketimleri ve Tercihleri

Erkek katılımcıların %12,8'i (38) günlük yeterli miktarda (2,5 L ve üzeri) içme suyu tüketirken, kadın katılımcıların %31,3'ünün (161) günlük yeterli miktarda (2 L ve üzeri) içme suyu tükettiği saptandı. Günlük içme suyu tüketim miktarı ortalaması $1,40 \pm 0,81$ L, ortancası 1,00 L (1,00-2,00) olarak bulundu. Katılımcıların; %1,2'sinin (10) site arıtma sistemini, %4'ünün (32) kaynak suyunu, %8,3'ünün (67) bireysel ev tipi arıtma cihazını, %19,4'ünün (157) şebeke suyunu, %22'sinin (178) ambalajlı suyu, %45,2'sinin (366) tatlı su çeşmesini içme suyu olarak tercih ettiği saptandı. Yemek ve çay yaparken katılımcıların kullandıkları su tercihinde en çok %51,5 (417) ile şebeke suyu kullanılırken, ardından %35,1 (284) tatlı su çeşmesi gelmekteydi (Tablo 4.2).

Çalışmaya katılanların içme suyu tüketim tercihlerine göre günlük içme suyu tüketim miktarları arasında anlamlı bir fark tespit edildi. Ambalajlı suyu tercih edenlerde günlük içme suyu tüketim miktarı şebeke suyunu, tatlı su çeşmesini ve kaynak suyunu tercih edenlere göre anlamlı olarak fazla bulundu (Tablo 4.3, p=0,001)

Tablo 4.2 Katılımcıların İçme Suyu Tüketim Tercihlerinin Dağılımı (Meram/Konya 2016).

	n	%	
İçmek İçin Su Tüketim Tercihi	Tatlı Su Çeşmesi (TSC)	366	45,2
	Ambalajlı Su (AS)	178	22
	Şebeke Suyu (ŞS)	157	19,4
	Ev Tipi Arıtma Cihazı (ETAC)	67	8,3
	Kaynak Suyu (KS)	32	4
	Site Arıtma Sistemi (SAS)	10	1,2
	Toplam	810	100
Yemek ve Çay Yapmak İçin Su Tüketim Tercihi	Şebeke Suyu (ŞS)	417	51,5
	Tatlı Su Çeşmesi (TSC)	284	35,1
	Ev Tipi Arıtma Cihazı (ETAC)	39	4,8
	Ambalajlı Su (AS)	32	4
	Kaynak Suyu (KS)	21	2,6
	Site Arıtma Sistemi (SAS)	17	2,1
	Toplam	810	100

Tablo 4.3 Katılımcıların İçme Suyu Tüketim Tercihlerine Göre Günlük İçme Suyu Tüketim Miktarı Ortancalarının Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).

	Günlük İçme Suyu Tüketimi (L)	p Değeri
AS (n=178)	1,50 (1,00-2,00)	
ETAC + SAS (n=77)	1,10 (1,00-2,00)	0,193
TŞÇ + KS (n=398)	1,00 (1,00-2,00)	
ŞS (n=157)	1,00 (0,60-1,50)	

4.1.3 Katılımcıların Cinsiyete Göre İçme Suyu Tüketim Miktarının ve Tercihlerinin Karşılaştırılması

Cinsiyete göre günlük içme suyu tüketim miktarına bakıldığında; erkeklerle kadınların günlük içme suyu tüketimleri arasında anlamlı fark bulunmadı (Tablo 4.4, $p=0,193$). Cinsiyete göre günlük yeterli su tüketimi oranları karşılaştırıldığında kadınların (%31,3) yeterli su tüketim oranı erkeklerin (%12,8) yeterli su tüketim oranından anlamlı olarak yüksek bulundu ($p=0,001$, $\chi^2:34,633$ sd:1).

Tablo 4.4 Cinsiyete Göre Günlük İçme Suyu Tüketim Miktarı Ortancalarının Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).

	Günlük İçme Suyu Tüketimi (L)	p Değeri
Erkek (n=296)	1,40 (1,00-2,00)	0,193
Kadın (n=514)	1,00 (0,87-2,00)	

Cinsiyete göre içme suyu tüketim tercihleri karşılaştırıldığında; erkeklerle kadınların içme suyu tüketim tercihleri benzer olarak bulundu (Tablo 4.5, $p=0,217$).

Tablo 4.5 Cinsiyete Göre İçme Suyu Tüketim Tercihlerinin Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).

	ŞS n (%)	TŞÇ n (%)	ETAC n (%)	AS n (%)	KS n (%)	SAS n (%)	Toplam n (%)	p Değeri
Erkek	50 (16,9)	144 (48,6)	26 (8,8)	57 (19,3)	13 (4,4)	6 (2,0)	296 (100)	0,217
Kadın	107 (20,8)	222 (43,2)	41 (8,0)	121 (23,5)	19 (3,7)	4 (0,8)	514 (100)	
Toplam	157 (19,4)	366 (45,2)	67 (8,3)	178 (22,0)	32 (4)	10 (1,2)	810 (100)	

$\chi^2:7,05$ sd:5

4.1.4 Katılımcıların Yaş Gruplarına Göre İçme Suyu Tüketim Miktarlarının ve Tercihlerinin Karşılaştırılması

Yaş gruplarına göre içme suyu tüketimi karşılaştırıldığında 40 yaş altı, 40-64 yaş arası, 65 ve üzeri yaş grupları arasında anlamlı fark bulunmadı (Tablo 4.6, p=0,582).

Tablo 4.6 Yaş Gruplarına Göre Günlük İçme Suyu Tüketim Miktarı Ortancalarının Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).

	Günlük İçme Suyu Tüketimi (L)	p Değeri
40 yaş altı (n=392)	1,00 (1,00-2,00)	0,582
40-64 yaş (n=322)	1,20 (1,00-2,00)	
65 ve üzeri (n=96)	1,05 (1,00-2,00)	

Yaş gruplarına göre içme suyu tüketim tercihleri karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı farklılık bulundu (Tablo 4.7, p=0,032). Kaynak suyu kullanım oranı 40 yaş altı grupta diğer yaş gruplarına göre anlamlı olarak daha düşük bulundu (p=0,032).

Tablo 4.7 Yaş Gruplarına Göre İçme Suyu Tüketim Tercihlerinin Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).

	ŞS n (%)	TŞÇ n (%)	ETAC n (%)	AS n (%)	KS n (%)	SAS n (%)	Toplam n (%)	p Değeri
40 yaş	90	176	30	86	6	4	392	
altı	(23,0)	(44,9)	(7,7)	(21,9)	(1,5)	(1,0)	(100)	
40-64	57	142	28	70	20	5	322	
yaş	(17,7)	(44,1)	(8,7)	(21,7)	(6,2)	(1,6)	(100)	0,032
65 ve	10	48	9	22	6	1	96	
üzeri	(10,4)	(50,0)	(9,4)	(22,9)	(6,3)	(1,0)	(100)	
Toplam	157	366	67	178	32	10	810	
	(19,4)	(45,2)	(8,3)	(22,0)	(4)	(1,2)	(100)	

χ^2 :19,761 sd:10

4.1.5 Katılımcıların Gelir Gruplarına Göre İçme Suyu Tüketim Miktarının ve Tercihlerinin Karşılaştırılması

Katılımcıların gelir gruplarına göre günlük içme suyu tüketim miktarları karşılaştırıldığında geliri 2000 TL ve üzeri olanların günlük içme suyu tüketim miktarı, geliri 2000 TL altında olanlara göre anlamlı olarak yüksek bulundu (Tablo 4.8, p=0,001).

Tablo 4.8 Gelir Gruplarına Göre Günlük İçme Suyu Tüketim Miktarı Ortancalarının Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).

	Günlük İçme Suyu Tüketimi (L)	p Değeri
2000 TL altı (n=367)	1,00 (1,00-2,00)	
2000 TL ve üzeri (n=443)	1,50 (1,00-2,00)	0,001

Gelir gruplarına göre içme suyu tüketim tercihleri anlamlı olarak farklı bulundu (Tablo 4.9, p=0,001). 2000 TL üzeri gruplarda ev tipi su arıtma ve ambalajlı su tercihi oranı anlamlı olarak yüksek bulundu. (p=0,001)

Tablo 4.9 Gelir Gruplarına Göre İçme Suyu Tüketim Tercihlerinin Karşılaştırılması
(Meram/Konya 2016).

Gelir Grubu (TL)	ŞS n (%)	TŞÇ+K S n (%)	ETAC+ SAS n (%)	AS n (%)	Toplam n (%)	p Değeri
0-999	10 (30,3)	18 (54,5)	1 (3,0)	4 (12,1)	33 (100)	
1000-1999	88 (18,1)	193 (57,8)	12 (3,6)	41 (12,3)	334 (100)	
2000-2999	38 (18,1)	107 (51,0)	21 (10,0)	44 (21,0)	210 (100)	
3000-3999	9 (8,7)	35 (33,7)	17 (16,3)	43 (41,3)	104 (100)	0,001
4000≥	12 (9,3)	45 (34,9)	26 (20,2)	46 (35,7)	129 (100)	
Toplam	157 (19,4)	398 (49,1)	77 (9,5)	178 (22,0)	810 (100)	

χ^2 :118,246 sd:12

4.1.6 Katılımcıların Evde Yaşayan Kişi Sayısına Göre İçme Suyu Tercihlerinin Karşılaştırılması

Katılımcıların evde yaşayan kişi sayısına göre içme suyu tüketim tercihleri anlamlı olarak farklı bulundu (Tablo 4.10, p=0,003). Evde yaşayan kişi sayısının 3 ve daha fazla olduğu grupta ambalajlı su kullanım oranı diğer gruplara göre anlamlı olarak düşük bulundu (p=0,003).

Tablo 4.10 Evde Yaşayan Kişi Sayısına Göre İçme Suyu Tüketimi Tercihlerinin Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).

	ŞS n (%)	TSC n (%)	ETAC n (%)	AS n (%)	KS n (%)	SAS n (%)	Toplam n (%)	p Değeri
1 Kişi	3 (10,7)	12 (42,9)	1 (3,6)	11 (39,3)	1 (3,6)	0 (0,0)	28 (100)	
2 Kişi	24 (16,1)	53 (35,6)	12 (8,1)	50 (33,6)	9 (6,0)	1 (0,7)	149 (100)	
3 ve Daha Fazla	130 (20,5)	301 (47,6)	54 (8,5)	117 (18,5)	22 (3,5)	9 (1,4)	633 (100)	0,003
Toplam	157 (19,4)	366 (45,2)	67 (8,3)	178 (22,0)	32 (4)	10 (1,2)	810 (100)	

χ^2 :26,372 sd:10

4.1.7 Katılımcıların Şebeke Suyunu Tercih Etmeme Nedenleri

Şebeke suyunu tercih etmeyen 653 (%80,6) kişinin; %45,8'i (299) tat ve koku problemlerinden, %30,3'ü (198) kireçli olduğundan, %24,8'i (162) kirli olduğunu düşündüğünden, % 11,8'i (77) alışkanlıktan, %8,7'si (57) de klordan rahatsız olduğu için şebeke suyunu tercih etmediği saptandı.

4.1.8 Ev Tipi Arıtma Cihazı Kullanımıyla İlgili Özellikler

İçme suyu tüketim tercihi ev tipi arıtma cihazı olan 67 katılımcının bu cihazları en sık tercih nedeni %58,2 (39) ile şebeke suyunu kirli bulduğu için olurken, %44,8'i (30) şebeke suyunun tadını beğenmediği, %25,4'ü (17) şebeke suyunu kireçli bulduğu için ev tipi su arıtma cihazını tercih ettiğini ifade etti.

Ev tipi arıtma cihazı kullananların bu cihazları kullanım süresi ortancası 48 ay (36-84) olarak tespit edildi. Ev tipi arıtma cihazı kullananların %21,9'u (14) 0-24 aydır, %43,7'si (28) 25-60 aydır, %34,6'sı (22) 61 ay ve daha fazla süredir arıtma cihazı kullanmaktaydı.

'Cihazınıza düzenli bakım yaptırıyor musunuz?' sorusuna katılımcıların,%90,8'i (59) 'düzenli bakım yaptırıyorum' cevabını verdi. 'Cihazınıza ne sıklıkta bakım yapıyor?' sorusuna ise katılımcıların %7,7'si (5) üç ayda bir, %49,2'si (32) altı ayda bir, %36,9'u

(24) yılda bir cevabını verdi. Katılımcıların cihazlarının son bakımı ortanca olarak 6 (2-10) ay önce yaptırıldıkları tespit edildi. Katılımcıların %81,5'inin (53) cihazlarının son bakımlarını zamanında yaptırdığı belirlendi. Katılımcıların %80'i (52) cihazlarından çıkan suyun ücretsiz analizinin yapılmasına izin verdi. Ancak su örnekleri toplanırken analize izin verilen cihazların %75,0'ına (39) ulaşıldı. Cihazların tamamının ters ozmos sistemiyle arıtma yaptığı tespit edildi.

4.2 Ev Tipi Arıtma Cihazlarından Önce Şebeke Suyu ile Arıtma Cihazı Sonrası Arıtılmış Suyun Analizleri

4.2.1 Mikrobiyolojik Analiz

Arıtma cihazlarında arıtılmış sudan alınan örneklerin birinde (%2,5) toplam koliform üremesi oldu. Üreme olan cihaz bakımı zamanında yapıldığı belirtilen bir arıtma cihazıydı. Arıtma öncesi şebeke suyundan alınan mikrobiyolojik örneklerin hiçbirinde toplam koliform üremesi görülmedi.

4.2.2 Fiziksel Analizler

Arıtma cihazlarının suyundan ve şebeke suyundan alınan örneklerin tamamında renk, koku ve tat açısından herhangi bir problem tespit edilmedi.

4.2.3 pH ve İletkenlik Analizi

Arıtma cihazlarının suyu ile şebeke suyunun pH analizleri karşılaştırıldığında; şebeke suyundan alınan örneklerin pH'sının anlamlı olarak daha yüksek olduğu bulundu (Tablo 4.11, $p=0,001$). Şebeke suyu örneklerinin tamamı pH açısından yönetmelikteki değerlere (6,5-9,5) uygunken, arıtma cihazlarından alınan su örneklerinin 11'i (%28,2) İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te alt sınır olan 6,5'ten daha küçük bulundu. Alınan örneklerin pH değeri bu yönetmeliğe uygunluk açısından değerlendirildiğinde; arıtma cihazlarından alınan uygunsuz örnek sayısının şebeke suyundan alınanlardan anlamlı olarak daha fazla olduğu tespit edildi (Tablo 4.12, $p=0,001$).

Arıtma cihazlarının suyu ile şebeke suyunun iletkenlik analizleri karşılaştırıldığında; şebeke suyundan alınan örneklerin iletkenliği anlamlı olarak daha yüksek bulundu (Tablo 4.11, $p=0,001$). Şebeke suyundan ve arıtma cihazları suyundan

alınan örneklerin tamamı iletkenlik açısından İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe uygun bulundu.

Tablo 4.11 Arıtma Cihazı Öncesi Şebeke Suyu ile Arıtma Cihazlarında Arıtılmış Suyun pH ve İletkenlik Ortancalarının Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).

	Şebeke Suyu (n=39)	Arıtılmış Su (n=39)	p Değeri
pH	7,71 (7,49 - 7,85)	6,59 (6,37 - 6,87)	0,001
İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$)	436,00 (405,00 - 671,00)	52,40 (38,00 - 67,00)	0,001

Tablo 4.12 Arıtma Cihazı Öncesi Şebeke Suyu ile Arıtma Cihazlarında Arıtılmış Suyun pH'sının “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe” Uygunluğunun Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).

	Uygun n(%)	Uygunsuz n(%)	Toplam n(%)	p
Şebeke Suyu	39 (100,0)	0 (0)	39 (100,0)	
Arıtılmış Su	28 (71,8)	11 (28,2)	39 (100,0)	0,001
Toplam	67 (85,9)	11 (14,1)	78 (100,0)	

χ^2 :12,806 sd:1

4.2.4 Nitrit, Amonyum, Florür, Kalsiyum, Magnezyum ve Toplam Sertlik Derecesi Analizleri

Şebeke suyu ve arıtma cihazları suyundan alınan örneklerin tamamı nitrit, amonyum ve florür açısından “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe” uygundu. Kalsiyum, magnezyum ve toplam sertlik derecesi açısından “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te” sınır değer belirtilmemiştir. Nitrit ve amonyum değerleri arasında şebeke ve arıtma cihazı suyu arasında anlamlı bir fark tespit edilmedi (p değerleri sırasıyla 0,106, 0,287, Tablo 4.13). Florür, kalsiyum, magnezyum ve toplam sertlik derecesi değerlerinin ise şebeke suyunda anlamlı olarak daha yüksek olduğu tespit edildi (p değeri tamamında 0.001, Tablo 4.13).

Tablo 4.13 Arıtma Cihazı Öncesi Şebeke Suyu ile Arıtma Cihazlarında Arıtılmış Suyun Nitrit, Amonyum, Florür, Kalsiyum, Magnezyum ve Toplam Sertlik Derecesi Ortancalarının Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).

	Şebeke Suyu (n=39)	Arıtılmış Su (n=39)	p Değeri
Nitrit (mg/L)	0,003 (0,002 - 0,003)	0,002 (0,001 - 0,003)	0,106
Amonyum(mg/L)	0,005 (0,005 - 0,009)	0,006 (0,003 - 0,010)	0,287
Florür (mg/L)	0,157 (0,00 - 0,321)	0,00 (0,00 - 0,008)	0,001
Kalsiyum (mg/L)	53,00 (42,60 - 71,40)	1,20 (0,00 - 3,75)	0,001
Magnezyum (mg/L)	27,10 (22,30 - 47,70)	6,59 (3,02 - 10,70)	0,001
Toplam Sertlik (°f)	24,03 (20,64 - 38,98)	2,79 (1,79 - 4,71)	0,001

°f: Fransız sertlik derecesi olarak hesaplanmıştır.

4.2.6 Serbest Klor Analizi

Arıtma cihazı suyu ile şebeke suyunun serbest klor analizleri karşılaştırıldığında; şebeke suyundan alınan örneklerde serbest klor miktarının anlamlı olarak daha yüksek olduğu bulundu (Tablo 4.14, p=0,001). Şebeke suyu örneklerinde yapılan serbest klor incelemesinde 3'ünün (%7,7) yönetmelikte alt sınır olan 0,2 mg/L'den küçük, 13'ünün (%33,3) normal sınırlar (0,2 – 0,5 mg/L) içerisinde ve 23'ünün (%59) 0,5 mg/L'den büyük olduğu tespit edildi. Arıtma cihazından alınan su örneklerinin tamamında serbest klor seviyesi 0,2 mg/L'den küçük olarak tespit edildi (Tablo 4.15 p=0,001).

Tablo 4.14 Arıtma Cihazı Öncesi Şebeke Suyu ile Arıtma Cihazlarında Arıtılmış Suyun Serbest Klor Ortancalarının Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).

	Şebeke Suyu (n=39)	Arıtılmış Su (n=39)	p Değeri
Serbest Klor (mg/L)	0,58 (0,43 - 0,69)	0,02 (0,01 - 0,03)	0,001

Tablo 4.15 Arıtma Cihazı Öncesi Şebeke Suyu ile Arıtma Cihazlarında Arıtılmış Suyun Serbest Klor Düzeylerinin Karşılaştırılması (Meram/Konya 2016).

	< 0,2 mg/L n(%)	0,2 – 0,5 mg/L n(%)	> 0,5 mg/L n(%)	p
Şebeke Suyu	3 (7,7)	13 (33,3)	23 (59)	0,001
Arıtılmış Su	39 (100)	-	-	

χ^2 :66,857 sd:2



5. TARTIŞMA

İnsan yaşamının her döneminde, hayatsal faaliyetlerin gerçekleşebilmesi için temel öğelerden birisi sudur. Bu açıdan suyun yaşam ortamında bulunması ve kalitesi son derece önemlidir. Suyun şebeke dağıtımı ile yeterli düzeyde, temiz, sağlıklı ve güvenilir olarak dağıtılması gerekmektedir (Bal 2014).

Kamusal düzeyde şebeke sularına yapılan yatırımlar artmış olmasına rağmen, şebeke suyu hizmetlerinde zaman zaman olan kesintiler, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinde yaşanan sıkıntılar tüketicilerin aklında şebeke sularının temizliği ve güvenliği ile ilgili endişe oluşturmaktadır. Şebeke suları hakkında çıkan olumsuz haberler, ambalajlı sular ve arıtma cihazları için yapılan reklamlar şebeke suyu ile ilgili olumsuz algıları güçlendirmektedir (Til 2015). Bu problemlerden dolayı toplumda kaliteli içme suyuna ulaşabilmek için; ev tipi su arıtma cihazı kullanımı, ambalajlı su kullanımı, sokaklardaki tatlı su çeşmelerinden su taşınması ve yakın köylerdeki doğal kaynak suyu kullanımı gibi çeşitli çözüm arayışları olmuştur. Literatürde bu çözüm seçeneklerinden biri olan ev tipi su arıtma cihazlarının içme suyu kalitesine etkilerini inceleyen sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır.

EFSA günlük içilmesi gereken su miktarını kadınlar için 2 L, erkekler için 2,5 L olarak belirlemiştir (EFSA 2010). Trabzon'da yapılan bir çalışmada ise günlük içme suyu tüketim ortalaması 1,2 L olarak bulunmuş ve İstanbul'da yapılan bir çalışmada da katılımcıların %86,6'sı 2 L'nin altında su tükettiğini bildirmişlerdir (Ufacık 2015, Yıldırım 2009). Bu çalışmada da benzer şekilde günlük içme suyu tüketimi ortancası 1,0 L olarak bulunmuştur. Erkek katılımcıların %12,8'i (38) günlük yeterli miktarda (2,5 L ve üzeri) içme suyu tüketirken, kadın katılımcıların %31,3'ünün (161) günlük yeterli miktarda (2 L ve üzeri) içme suyu tükettiği saptanmıştır. Bu konuda aile hekimleri ve diğer hekimlerin kişilere günlük içmeleri gereken su miktarı ile ilgili bilgilendirme yapmaları ve Sağlık Bakanlığı tarafından kamu spotları hazırlanması faydalı olacaktır.

TNSA 2013'e göre Türkiye'deki konutların yarısı evde şebeke suyu, %36'sı şişe suyu ve %8'i korunaklı kaynak suyu kullanmaktadır. Yerleşim yerine göre içme suyu kaynakları oldukça değişmektedir. Kentte en yaygın içme suyu kaynakları evde şebeke suyu (%51) ve şişe suyudur (%44). Kırsal bölgelerde hanelerde ise en yaygın içme suyu kaynağı evde şebeke suyu (%48), korunaklı kaynak suyu (%22) ve sondaj veya borulu kuyu suyudur (%10) (TNSA 2013). Türkiye'de çeşitli illerde yapılan çalışmalarda şebeke

suyu kullanımı %31,7 - %44,9, ambalajlı su kullanımı %13,0 - %54,0, ev tipi arıtma cihazı kullanımı %6,3 - %25, kaynak suyu kullanımı %2,0 - %27,1 arasında değişmektedir (Çalık 2004, Bal 2014, Til 2015, Uzundumlu 2016, Ufacık 2015). Bu çalışmada ise şebeke suyunu tercih edenler %19,4, ambalajlı suyu tercih edenler %22,0, bireysel ev tipi arıtma cihazını tercih edenler %8,3, kaynak suyunu tercih edenler %4,0 ve site arıtma sistemini tercih edenler ise %1,2 olarak bulunmuştur. Ayrıca çalışmamızda Konya’da belediye tarafından sağlanan, ayrı bir şebeke sistemi olan tatlı su çeşmeleri Meram ilçesindeki bireylerin en fazla tercih ettiği içme suyu olarak tespit edilmiştir (%45,2). Ambalajlı su, ev tipi arıtma cihazı ve kaynak suyu kullanım oranları literatürdeki çalışmalarla benzer oranlarda bulunmuştur. Şebeke suyu kullanımı hem TNSA 2013 hem de diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında bu çalışmada daha düşük bulunmuştur. Bu durum belediye tarafından sağlanan tatlı su çeşmeleri hizmetinin, şebeke suyuna bir alternatif oluşturmasına bağlı olabilir.

Literatür incelendiğinde içme suyu tüketim miktarını ve tercihlerini etkileyen faktörlerin araştırıldığı birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda bireylerin içme suyu tercihlerini; “kişisel sağlık inancı, alışkanlıklar, konut durumu, yaş, cinsiyet, gelir durumu, eğitim durumu gibi sosyo-demografik faktörler, tat, koku, lezzet, mineral düzeyi ve kirlilik gibi şebeke suyunun kalitesi ile ilgili parametreler, ambalajlı su ve arıtma cihazı reklamları ile içme suyu kaynaklarına ulaşılabilirlik” gibi birçok faktörün etkilediği tespit edilmiştir (Doria 2006, Ward 2009, Chenoweth 2010, Teillet 2010, Durga 2010, Tümer 2011, Ogbuji 2011, Chen 2012, Quansah 2015). Bu çalışmada ise yaş grupları, gelir durumu ve evde yaşayan kişi sayısına göre içme suyu tercihleri anlamlı olarak farklı bulundu. Yaş gruplarına göre 40 yaş altında kaynak suyu tercihi 40-64 yaş, 65 yaş ve üzeri gruplara göre anlamlı olarak düşük bulunmuştur ($p=0,032$). Gelir durumlarına göre 2000 TL üzerinde geliri olanlarda ambalajlı su kullanımı ve ev tipi arıtma cihazı kullanımı, geliri 2000 TL’nin altında olanlara göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($p=0,001$). Evde yaşayan kişi sayısına göre içme suyu tercihleri kıyaslandığında evde üç kişi ve daha fazla yaşayan grupta ambalajlı su kullanımı daha düşük bulunmuştur ($p=0,003$). Arıtma cihazı kullanımının gelir seviyesi artması ile ilişkili olması bu cihaz ve bakım maliyetinin karşılanabilmesi ile ilişkili olarak değerlendirilmiştir.

Toplumun içme suyu tercihinin nedenlerine baktığımızda Tümer ve arkadaşlarının Ankara- Keçiören’de yaptıkları çalışmada da tüketicilerin, ambalajlı suda en çok kokuya, tada ve lezzete önem verdikleri belirlenmiştir (Tümer 2011). Tokat’ta yapılan bir

çalışmada tüketicilerin ambalajlı su tüketmeyi tercih nedenleri olarak; şebeke suyunun kireçli (%39,46) ve kirli (%36,05) olması düşüncesi, ambalajlı suyun sağlıklı (%35,37), daha güvenilir (%17,69) ve çocuklar için uygun olması (%8,16) düşüncesi, alışkanlıklar (%5,44) ve ev dışı su tüketim ihtiyacı (%0,68) şeklinde tespit edilmiştir. Aynı çalışmada katılımcılar şebeke suyunu; ucuz (%50,37), alışkanlık dolayısıyla tüketilen (%31,9), içmek için uygun olmayan (%68,75), temiz olmayan (%78,31), kireçli (%88,60) ve temini kolay (%63,97) şeklinde ifade etmişlerdir (Bal 2014). Edirne’de yapılan bir çalışmada tüketicilerin ambalajlı su satın almada birinci öncelik nedeni sağlık ve hijyen (%47,7) olarak bildirilmiştir. Sağlık ve hijyeni, fiyat (%21,0) ve ürüne kolay erişim (%14,8) izlemektedir (Karakuş 2016). Erzurum’da yapılan bir çalışmada tüketicilerin içme suyu tercihinde en fazla önem verdiği kriterler sırasıyla hijyen, tat, mineral içeriği, fiyat ve ulaşım kolaylığıdır (Uzundumlu 2016). Bu çalışmada ise içme suyu olarak şebeke suyunu kullanmayan katılımcıların; şebeke suyunda tat ve koku problemi olduğu (%45,8), şebeke suyu kireçli olduğu (%30,3), şebeke suyu kirli olduğu (%24,8), şebeke suyu dışındaki tercihlere alışkanlıkları olduğu (%11,8) ve şebeke suyundaki klordan rahatsız oldukları (%8,7) için içme suyu olarak şebeke suyunu tercih etmedikleri belirtilmektedir. Çalışmalarda görüldüğü gibi içme suyu tercihinde en önemli nedenler tercih edilen suyun temiz, sağlıklı, güvenilir ve damak tadına uygun olması olmuştur. Yerel yönetimlerin topluma güvenli, sağlıklı ve damak tadına uygun su sağlamaları şebeke suyu tercihini artıracaktır.

Toplumun içme suyu tercihlerinden birisi de olan ev tipi su arıtma cihazlarının kullanım sıklığı ülkemizde %6,3 - %25 arasında değişmektedir (Çalık 2004, Bal 2014, Til 2015, Uzundumlu 2016, Ufacık 2015). Tokat’ta yapılan çalışmada katılımcıların %75’i arıtma cihazının daha sağlıklı olduğunu düşündükleri için, %22,1’i tükettikleri suyun maliyetini azaltmak için, %1,5’i apartmanda arıtma cihazının mevcut olması ve %1,5’i de yemek yapımında kullanmak için ev tipi su arıtma cihazı kullandıklarını belirtmişlerdir (Bal 2014). Bu çalışmada ise ev tipi su arıtma cihazı kullanım sıklığı %8,3 olarak bulunmuştur. İçme suyu tercihi ev tipi su arıtma cihazı olan katılımcıların bu cihazları %58,2 oranında şebeke suyunu kirli bulduğu, %44,8 şebeke suyunun tadını beğenmediği, %25,4 şebeke suyunu kireçli bulduğu, %6,0 ambalajlı suya göre daha ekonomik bulduğu için tercih ettikleri tespit edilmiştir. Belediyelerin içme sularının güvenli olmasını sağlaması, Konya’da olduğu gibi güvenli tatlı su çeşmeleri oluşturmaları arıtma cihazı kullanımının azalmasını sağlayacaktır.

Ev tipi su arıtım cihazları değişik yöntemlerle arıtım yapan cihazların genel adıdır. Mekanik filtreli sistemler, kimyasal sistemler, yumuşatıcı cihazlar, anyon değiştiriciler, ultraviyole ışın kullanarak dezenfekte ediciler, ters ozmoz sistemiyle arıtım sağlayanlar, ozonlayıcılar, klorlayanlar vb. birçok yöntem kullanılabilir. Bütün bu yöntemlerin hepsi aynı isimle ifade edilse de farklı etkileri, avantaj ve dezavantajları yanında, farklı düzeyde faydaları ve zararları olduğu bilinmektedir (Tekbaş 2009). Bu çalışmada analizi yapılan cihazların tamamı ters ozmoz yöntemiyle arıtım yapmaktadır. Bütün bu cihaz tiplerinin etkin çalışabilmeleri için düzenli bakım gerektiği bilinmelidir. Takıldıktan sonra herhangi bir maliyet getirmeden etkinliğini sürdüren hiçbir araç yoktur. Örneğin bazı cihazlarda süzmeyi sağlayan kimyasalın, bazılarında filtrelerin değiştirilmesi gerekir. Bunların işlevlerini yitirdiği, değiştirilmesi gereken ortalama süreler verilebilmekle birlikte arıtılacak suyun niteliğine göre bu süreler değişebilmektedir (Güler 2008). Bu çalışmada katılımcıların önemli bir bölümünün (%81,5) cihazlarına düzenli bakım yaptırmakta olduğu görülmüştür.

“Yapılan çalışmalarda ev tipi su arıtım cihazlarının tamamının ilk birkaç ay kaliteli arıtım sağladığı, daha sonra “mikrobiyolojik kirlenmenin” başladığı tespit edilmiştir (Tekbaş 2009).” Ankara’da yapılan bir çalışmada 16 adet cihazdan mikrobiyolojik örnek alınmış, 10 tanesinde toplam koliform bakteri ürediği tespit edilmiştir (Kürklü 2015). Bu çalışmada ise 39 arıtma cihazından alınan örneklerin bir tanesinde, zamanında bakım yapılmış olmasına rağmen toplam koliform üremesi tespit edilmiştir. Arıtma cihazlarının bağlandığı şebeke sularından alınan numunelerin hiçbirinde üreme olmadığı görülmüştür. Her ne kadar benzer çalışmaya göre cihazlardan alınan örneklerde koliform üremesi az görülmüş olsa bile bu durum önemli bir hijyen ve halk sağlığı sorunudur. Ayrıca bu çalışmada toplam koliform üremesi olan cihaz sayısının az olması cihazların önemli bir bölümünün bakımlarının zamanında yaptırılmış olmasına bağlanabilir.

Alınan örnekler pH bakımından değerlendirildiğinde, şebeke suyundan alınan örneklerin tamamı pH açısından yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir. Arıtma cihazlarının neredeyse tamamının bağlı oldukları şebeke suyunun pH’sını düşürdüğü ve bu örneklerin üçte birinin pH değerinin yönetmelikte sınır değer olarak belirtilen 6,5 değerinin altında olduğu tespit edildi. Dünya Sağlık Örgütü, içme suyu pH değeri ile insan sağlığı arasında doğrudan bir ilişki bulunmadığını fakat pH değerinin suların dezenfeksiyon verimliliğini etkilediğini ve düşük pH’nın metallerin korozyonunu arttırdığını, böylece pH değerinin insan sağlığını dolaylı olarak etkilediğini belirtmektedir (WHO 2007). Şebeke

sularının pH değerlerinin ulusal ve uluslararası standartlara uygun olduğu fakat arıtma cihazında arıtılmış suların pH değerinin bu standartlara uygun olmadığı gözlenmiştir. Bu nedenle sağlıklı yaşam için şebeke suyunun tercih edilmesi gerektiği Sağlık Bakanlığı ve Halk Sağlığı Müdürlükleri tarafından çeşitli ortamlarda halka ulaşacak şekilde dile getirilmelidir.

“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te” içme-kullanma sularının dezenfeksiyonunda klor kullanılması halinde, uç noktada yapılacak ölçümlerde serbest klor düzeyinin 0,2-0,5 mg/L olması gerektiği bildirilmiştir. Bu çalışmada alınan şebeke suyu örneklerinin serbest klor miktarı (0,54 mg/L) yönetmelikte belirtilen üst sınırdan yüksektir. Şebeke suyu serbest klor miktarı alınan örneklerin küçük bir kısmında (%7,7) yönetmelikteki alt sınırdan daha düşük bulunurken, örneklerin çoğunda (%59) üst sınırdan yüksek bulunmuştur. Çalışmada şebeke suyunu tercih etmeme nedeni olarak ‘tat, koku ve klordan rahatsız olma’ katılımcıların %54,5’i tarafından bildirilmiştir. Bu durumun şebeke sularındaki yüksek klor düzeyi ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür. Arıtma cihazından alınan örneklerde ise tamamında serbest klor miktarı alt sınırdan düşük bulunmuştur. Klor içme suyu dezenfeksiyonu için önemli bir elementtir ve uygun dozda klorlama yapılması insanların şebeke suyunun tat ve kokusundan rahatsız olmalarını azaltacaktır. Arıtma cihazlarında klor miktarının düşük olması da olası cihaz kaynaklı mikrobiyolojik kirlenmelerde olumsuzluğa neden olacaktır. Bu nedenle cihazların kullanım esnasında düzenli bakımlarının yaptırılması gereklidir.

“Flor doğada, özellikle suda, yöreye ve ısıya bağlı olarak değişen düzeylerde bulunur. İnsanın yapısında bulunan florun esas kaynağı yiyecek ve içeceklerdir. Florun yiyeceklerdeki miktarı düşüktür, dolayısıyla asıl kaynağı sudur. İçme sularında olması istenen florür değeri 0,5-1,0 mg/l arasındadır. 0,5 mg/L’nin altı florür düzeyi diş çürüklerinin daha kolay oluşmasına neden olurken, 1,5 mg/L’nin üzeri florür düzeyi ise florozis denilen dişlerdeki lekelenmelere yol açabilir (Şavik 2012).” WHO içme suyu kalitesi kılavuzunda ve “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te” üst sınır 1,5 mg/L olarak belirtilmiştir. Florür düzeylerini belirlemek için Türkiye’de yapılan birçok çalışmada içme suyunda, florür konsantrasyonlarının 1,0 mg/L’den daha düşük olduğu gözlenirken, Isparta’da bir çalışmada florür değeri 1,66 mg/L olarak bulunmuştur. Konya’da 2005 yılında yapılan bir çalışmada 50 farklı noktadan numuneler alınmış, numunelerin %92’si 0,15-0,30 mg/L aralığında bulunmuştur (Dursun 2005, Şavik 2012). Bu çalışmada da benzer şekilde şebeke sularından alınan örneklerin %97,4’ünde florür

düzeyi, olması istenen minimum florür düzeyinden düşük bulunmuştur. İran'da yapılan bir çalışmada ev tipi arıtma cihazlarının şebeke suyunda bulunan florür miktarını tamamen süzdüğü gösterilmiştir (Ashkavandi 2013). Bu çalışmada da arıtma cihazlarının tamamının şebeke suyundaki florür miktarını azalttığı tespit edilmiştir. Bu nedenle arıtma cihazlarının kullanımının dış sağlığı açısından risk oluşturacağı düşünülmektedir.

Suda bol miktarda bulunan kalsiyum (Ca^{+2}) ve magnezyum (Mg^{+2}) iyonları mide ve barsak sistemi tarafından kolaylıkla emilebilmektedir (Şavik 2012). Sulardan alınan Mg yiyeceklerden alınan Mg'ye göre daha hızlı emilebilmektedir (Durlach 1989). Bir günde 700-1000 mg kalsiyum, 300-400 mg magnezyum alınmasının gerekli olduğu bildirilmektedir (Kozisek 2004). Ca^{+2} ve Mg^{+2} içeriği yüksek olan sert suların kolon, rektum, pankreas, karaciğer, meme, over kanseri gibi hastalıklardan ölümlere karşı koruyucu olduğuna yönelik birçok çalışma mevcuttur (Koçak 2011). Düşük Ca^{+2} ve Mg^{+2} içerikli suların olduğu yerlerde yaşayan kişilerin yüksek Ca^{+2} ve Mg^{+2} içerikli suların olduğu yerlerde yaşayan kişilere göre kalp damar hastalıklarından ölüm oranı %10-30 daha fazla olmaktadır (Garzon 1998). Isparta'da yapılan çalışmada çeşitli noktalardan alınan su örneklerinde Ca^{+2} düzeyleri 51.24-92.15 mg/L, Mg^{+2} düzeyleri 4.25-28.24 mg/L arasında bulunmuştur (Şavik 2012). Bu çalışmada şebeke suyundaki kalsiyum miktarı 53,00 mg/L olarak bulunurken, ev tipi arıtma cihazlarından alınan örneklerde kalsiyum miktarı 1,20 mg/L olarak bulunmuştur. İran'da yapılan bir çalışmada da bu cihazların şebeke suyundaki kalsiyum ve magnezyum miktarlarını düşürdüğü gösterilmiştir (Ashkavandi 2013). Kalsiyum ve magnezyum içeren içme sularının faydaları göz önüne alındığında bu cihazların kullanımı bu faydalardan mahrum kalınacağı anlamına gelmektedir.

Suyun sertliği, su içerisinde bulunan iyonların sayısını ve özellikle kalsiyum ile magnezyumun sülfat ve karbonat tuzlarının miktarını belirtmek için kullanılan bir terimdir. Suyun bu özelliği içme, endüstri ve hizmet alanında kullanımı için önemli bir kalite ve estetik parametredir. Sert su, özellikle kalsiyum ve magnezyum gibi günlük olarak alınması gereken minerallerin birçoğunu içermektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi sert suyun “kardiyovasküler hastalıklar, serebrovasküler hastalıklar, inme ve birçok kanser çeşidinde” koruyucu bir rol oynadığına yönelik olan çalışmalar mevcuttur. Sert su içerisindeki kalsiyum ve magnezyum içeriği ne kadar yüksek ise söz konusu hastalıkları o kadar azalttığı ifade edilmektedir (Koçak 2011). Isparta'da yapılan çalışmada çeşitli noktalardan alınan su örneklerinde toplam sertlik derecesi 16,2-34,2 °f arasında bulunmuştur (Şavik 2012). Çalışmamızda şebeke suyu sertlik derecesi 24,03 °f olarak

bulunurken, ev tipi arıtma cihazlarından alınan örneklerde 2,79 °f olarak bulunmuştur. Suyun sertliği damak tadına hitap eden estetik bir parametredir. Yumuşak suya alışkın damak tadı olan toplumlarda belediyeler tarafından temin edilen içme sularının bireyler tarafından evlerde arıtma cihazları kullanılarak sertliğinin giderilmeye çalışılması, yumuşak su kategorisindeki ambalajlı suların içme suyu olarak tercih edilmesi toplum sağlığı açısından sert suyun yararlarından mahrum kalmak anlamına gelmektedir (Koçak 2011). Sert içme suyuna sahip olan bölgelerde yerel yönetimlerin Konya'dakine benzer şekilde tatlı su çeşmeleri oluşturarak güvenli ve yumuşak suyu vatandaşların hizmetine sunabilir ve ev tipi arıtma cihazı kullanımının önüne geçilebilir.

Elektriksel iletkenlik suyun çözülmüş tuz içeriğine bağlı olarak artacaktır. Dünya Sağlık Örgütü 0-800 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ arasındaki elektriksel iletkenlik değerini hiçbir organik kirlilik ve askıda katı madde olmaması koşuluyla insanlar için iyi içme suyu olarak tanımlamıştır (Şavik 2012). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te belirlenen iletkenlik değeri üst sınırı 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ 'dir. Isparta'da yapılan çalışmada örnek alınan suların elektriksel iletkenliği 524-704 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ arasında olup ortalaması 583,3 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Bu çalışmada da benzer şekilde şebeke suyunda iletkenlik değeri 436 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Çalışmamızda hem şebeke suyu örneklerinin iletkenlik değerleri hem de ev tipi arıtma cihazlarından alınan örnekler sınır değerlere uymaktadır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Meram ilçesinde 18 yaş ve üzeri bireylerin içme suyu tercihleri ve nedenleri ile ev tipi su arıtma cihazlarının içme suyu kalitesine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edildi.

- 1) Meram ilçesinde en çok tercih edilen içme suyunun tatlı su çeşmeleri olduğu bulundu. İçme suyu olarak şebeke suyu kullanım oranı hem TNSA 2013'e göre hem de Türkiye'nin çeşitli illerinde yapılan araştırmalara göre düşük bulundu.
- 2) Katılımcıların içme suyu olarak şebeke suyunu tercih etmemelerinin en önemli sebepleri tat, koku, kirlilik, kireç gibi problemler olarak saptandı.
- 3) Katılımcıların içme suyu tercihinde ekonomik sebeplerin rol oynadığı tespit edildi. Gelir gruplarına göre içme suyu tercihlerinin farklı olduğu gözlemlendi.
- 4) Katılımcıların büyük çoğunluğunun, günlük içilmesi gereken 2,5 L'den az su içtiği tespit edildi.
- 5) Meram ilçesinde ev tipi su arıtma cihazı kullanım oranı %8,3 olarak bulundu.
- 6) Meram ilçesinde 39 hanenin şebeke suyundan alınan örneklerde toplam koliform üremesi olmazken, 39 ev tipi su arıtma cihazından alınan örneklerin bakımı zamanında yapıldığı bildirilen bir tanesinde toplam koliform üremesi olduğu tespit edildi.
- 7) Şebeke suyundan alınan örneklerin bir kısmında serbest klor miktarının 0,5 mg/L'den yüksek olduğu görülürken çok az bir kısmında 0,2 mg/L'den düşük olduğu tespit edildi.
- 8) Ev tipi su arıtma cihazlarının şebeke suyunda bulunan florür, kalsiyum ve magnezyum miktarlarını önemli ölçüde düşürdüğü saptandı. Bu minerallere bağlı olarak ev tipi arıtma cihazlarının toplam sertlik değerini de düşürdüğü tespit edildi. Su içerisinde çözülmüş madde miktarına bağlı olarak değişebilen suyun elektrik iletkenliğini de düşürdüğü tespit edildi.
- 9) Hem şebeke suyundan alınan örneklerde hem de ev tipi su arıtma cihazlarından alınan örneklerde amonyum, nitrit değerlerinin sınır değerlere uygun olduğu bulundu.

Bu sonuçlara dayanarak aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

- 1) Yerel yöneticilerin halka musluktan temiz, sağlıklı, yeterli ve güvenilir su sağlaması temel görevlerinden biridir. Su kaynaklarının güvenliğini sağlamak, su

dağıtım sistemlerinin kalitesini arttırmak ve şebeke suyuna yönelik olumsuz tutumu ortadan kaldırmak için çalışmalar yürütülmesi gerekmektedir.

- 2) Bireylerin ev tipi su arıtma cihazları konusunda yanlış bilgilendirilmesini engelleyecek tedbirler alınmalıdır. Bu cihazların su kalitesine olumlu bir etki yapmadığı ve sağlığa uygun olmayan özellikleri de vurgulanmalı, konuyla ilgili olarak toplum eğitilmelidir. Bu konuda yerel yöneticilere sağlık yöneticileri ve basın da destek vermelidir.
- 3) Aile hekimleri ve diğer hekimler kişilere günlük içmeleri gereken su miktarı ile ilgili bilgilendirme yapmalıdır ve Sağlık Bakanlığı bu konuda kamu spotları hazırlamalıdır.
- 4) Belediyelerin içme sularının güvenli olmasını sağlaması, Konya'da olduğu gibi güvenli tatlı su çeşmeleri oluşturmaları arıtma cihazı kullanımının azalmasını sağlayacaktır.

7. KAYNAKLAR

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry-ATSDR. Public Health Statement for Cadmium. U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta; 2012. <https://www.atsdr.cdc.gov/phs/phs.asp?id=46&tid=15> Erişim Tarihi:29.12.2016
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry-ATSDR. Toxicological profile for Cyanide. U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta; 2006. <https://www.atsdr.cdc.gov/phs/phs.asp?id=70&tid=19> Erişim Tarihi: 29.12.2016.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry-ATSDR. Toxicological profile for lead. U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta; 2007. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.pdf> Erişim Tarihi: 29.12.2016
- Ağaoğlu S, Alişarlı M, Alemdar M, Dede S. Van bölgesi içme ve kullanma sularında nitrat ve nitrit düzeylerinin araştırılması. YYÜ Vet Fak Dergisi. 2007;18(2):17-24
- Akdur R, Çöl M, Işık A, İdil A, Durmuşoğlu M, Tunçbilek A. Halk sağlığı. Ankara: Antip Aş. Tıp Kitapları Ve Bilimsel Yayınlar; 1998.
- American Water Works Association. Water quality and treatment a handbook of community water supplies. 5th ed. New York: McGraw-Hill; 1999.
- Ankara Tabip Odası, ASKİ-SUKADER, Çevre Mühendisleri Odası, Gıda Mühendisleri Odası, Halkevleri, İnşaat Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, Jeoloji Mühendisleri Odası, Kimya Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, Tüketici Dernekleri Federasyonu, Tüketici Hakları Derneği, Ziraat Mühendisleri Odası. Algı Tanıtım. Su ve yaşam. Birinci Baskı. Ankara: Algı Tanıtım; 2012.
- Ashkavandi ZJ, Kheirmand M. Effect of homeused water purifier on fluoride concentration of drinking water in Southern Iran. Dent Res J (Isfahan). 2013;10(4):489-492.
- Australian Drinking Water Guidelines 6 2011 Version 3.2 Updated February 2016 National Health and Medical Research Council. Canberra: 2011. https://www.nhmrc.gov.au/_files_nhmrc/file/publications/nhmrc_adwg_6_version_3.3_2.pdf Erişim Tarihi 30.12.2016
- Bal ZE. Tokat il merkezinde tüketicilerin ambalajlı su tüketimleri üzerine bir araştırma. Tokat: Gaziosmanpaşa Üniversitesi; 2014.
- Backer CL, Ashley DL, Bonin MA, Cardinali FL, Kieszak SM, Wooten JV. Household exposures to drink water disinfection by products: whole blood trihalomethane levels. Journal of Exposure Analysis And Environmental Epidemiology. 2000;10:321-6.
- Blondell JM. The anticarcinogenic effect of magnesium. Medical Hypotheses. 1980; 6:863-71.
- Cantor KP, Lynch CF, Hildesheim ME, Döşemeci M, Lubin J, Alavanja M, Craun G. Drinking Water Source and Chlorination Byproducts in Iowa. American Journal of Epidemiology. 1999;150(6):552-60.
- CDC. The safe water system. <https://www.cdc.gov/safewater/pdf/sws-overview-factsheet508c.pdf>. erişim tarihi:17.06.2016
- Chen H, Zhang Y, Ma L, Liu F, Zheng W, Shen Q, et al. Change of water consumption and its potential influential factors in shanghai: a cross-sectional study. BMC Public Health. 2012;12:450.

- Chenoweth J, Barnett J, Capelos T, Schaw CF, Kelay T. Comparison of consumer attitudes between cyprus and latvia: an evaluation of effect of setting on consumer preferences in the water industry. *Water Resour Manage*. 2010;24: 4339-4358.
- Crittenden JC, Trussell RR, Hand DW, Howe KJ, Tchobanoglous G. *MWH's water treatment: principles and design*. Third edition. John Wiley & Sons Inc., United States of America; 2012: 42.
- Çalık E, Menteş Y, Karadağ F, Dayıoğlu H. İçme suyunun sağlık açısından değerlendirilmesi. *DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2004;6:17-26.
- Çöl M, Çöl, C. "Environmental boron contamination in waters of hisarcik area in the kutahya province of turkey", *Food and Chemical Toxicology*. 2003;41:1417-20.
- Demirtaş, A. Bor'un insan beslenmesi ve sağlığı açısından önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2010;41(1):75-80.
- Doria, M. F. Bottled water versus tap water: understanding consumers preferences. *Journal of Water and Health*. 2006;4(2):271-6.
- Durga, M. Consumers' buying behavior of bottled water in Suriname. Department of Health New York State. FHR Lim A Po Institute for Social Studies: 2010. <http://www.fhrinstitute.org/mod/data/view.php?d=1&rid=49>
ErişimTarihi:05.01.2017
- Durlach J. Recommended dietary amounts of magnesium: Mg RDA. *Magnesium Res*. 1989; 2:195-203.
- Dursun Ş, Karataş M, Öztürk E. Konya il merkezindeki kuyu içme sularının florür seviyelerinin tespit edilmesi. *S Ü Fen Ed Fak Fen Derg*. 2005;26:63-70.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies, Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water. *EFSA Journal*. 2010;8(3):1459
- Erkman NG. Düzce ilindeki içme ve kullanma sularının durumunun değerlendirilmesi. Düzce: Düzce Üniversitesi; 2011.
- Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A.. *G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences*. *Behavior Research Methods*. 2007;39:175-91.
- Federal-Provincial-Territorial Committee on Health and the Environment. *Guidelines for Canadian Drinking Water Quality*. Ottawa, Ontario: 2014. http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubc/water-eau/sum_guide-res_recom/sum_guide-res_recom_2014-10_eng.pdf Erişim Tarihi:26.12.2016.
- Ferrándiz J, Abellán JJ, Rubio VG, Quílez AL, Sanmartín P, Abellán C, et al. Spatial analysis of the relationship between mortality from cardiovascular and cerebrovascular disease and drinking water hardness. *Environmental Health Perspectives*, 2004;112(9):1037-44.
- Garzon P, Eisenberg MJ. Variation in the mineral content of commercially available bottled waters: implications for health and disease. *The American Journal Of Medicine*, 1998;105:125-30.

- Güler Ç, Akın L. editörler. Halk sağlığı temel bilgiler. İkinci baskı. Hacettepe üniversitesi yayınları, Ankara; 2012a.
- Güler Ç, Çevre Sağlığı (Çevre ve Ekoloji Bağlantılarıyla). Birinci Baskı. Birinci Cilt. Yazıt Yayıncılık, Ankara; 2012b.
- Güler Ç, Çobanoğlu Z. Su kalitesi. Birinci baskı. Ankara: Aydoğdu Ofset; 1997.
- Güler Ç, Çobanoğlu Z. Su kirliliği. Birinci baskı. Ankara: Aydoğdu Ofset; 1994.
- Güler Ç. İstenmeyen seçenek: evsel su arıtım aygıtları. Ankara: Yazıt Yayıncılık; 2008.
- Güler Ç. Su. Çamur D, Topbaş M. editörler. Uluslararası katılımlı ulusal su ve sağlık kongre kitabı; 26-30 Ekim 2015; Antalya.
- Gümüş D, Akbal F. İçme sularında doğal organik madde giderimi ve trihalometan oluşumunun önlenmesi. Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi. 2013; 31: 529-53.
- Hygienic Laboratory The University of Iowa. Well water quality and home treatment systems. Iowa;1999. <http://www.water-research.net/Waterlibrary/privatewell/privatewellquality.pdf> Erişim Tarihi: 07.01.2017.
- İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete Tarihi: 17.02.2005 Resmi Gazete Sayısı: 25730.
- Karakuş E, Lorcu F, Demiralay T. Ambalajlı su sektöründe tüketici tercihleri: edirne ili örneği. International Journal of Economic and Administrative Studies. 2016;17:103-28.
- King WD, Marrett LD, Woolcott CG. Case-control study of colon and rectal cancers and chlorination by-products in treated water. Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention, American Association for Cancer Research. 2000;10:813-8.
- Koçak N, Güleç M, Tekbaş ÖF. Suyun sertlik derecesi ve sağlık etkileri. TAF Prev Med Bull. 2011;10(2):187-92.
- KOSKİ. Tatlı Su Çeşmeleri <http://www.koski.gov.tr/mSu/TatliSuKaynak.php?pd=2||23&>. ErişimTarihi:15.11.2016.
- Kozisek F. Health risks from drinking demineralised water. World Health Organization Geneva: 2004.
- Kürklü S, Çınar M, Oğur R, Tekbaş ÖF. Ev tipi su arıtma cihazlarının suyun mikrobiyolojik kalitesine etkisinin araştırılması. Çamur D, Topbaş M. editörler. Uluslararası katılımlı ulusal su ve sağlık kongre kitabı; 26-30 Ekim 2015; Antalya.
- Lacey RF, Shaper AG. Changes in water hardness and cardiovascular death rates. International Journal of Epidemiology. 1984;13(1):18-24.
- Marque S, Gadda HJ, Dartigues JF, Commenges D. Cardiovascular mortality and calcium and magnesium in drinking water: An ecological study in elderly people. European Journal of Epidemiology. 2003;18:305-9.
- Morris RW, Walker M, Lennon LT, Shaper AG, Whincup PH. Hard drinking water does not protect against cardiovascular disease: new evidence from the British

- Regional Heart Study. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*. 2008;15:185–9.
- Miyake Y, Iki M. Ecologic study of water hardness and cerebrovascular mortality in Japan. *Archives of Environmental Health: An International Journal*. 2003;58(3):163-6.
- Oğur R, Tekbaş ÖF. Temel su analizleri teknikleri. GATA Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı Ankara; 2005.
- Oğur R, Tekbaş ÖF, Hasde M. Klorlama rehberi. GATA Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı Ankara; 2004.
- Oğuz TC. İçme suyu arıtımında yaygın olarak karşılaşılan su kalite problemleri ve arıtımı için çözüm önerileri. Uzmanlık Tezi. T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı. Ankara; 2015
- Ogbuji CN, Anyanwu AV, Onah JO. An Empirical Study of the Impact of Branding on Consumer Choice for Regulated Bottled Water in Southeast Nigeria. *International Journal of Business and Management*. 2011;6(6):150-66.
- Polat A. Bir damla su. Birinci Baskı. İstanbul: A4 Ofset Matbaacılık; 2009.
- Quansah F, Okoe A, Angenu B. Factors Affecting Ghanaian Consumers' Purchasing Decision of Bottled Water. *International Journal of Marketing Studies*. 2015; 7(5): 76-87.
- Ramello A, Vitale C, Marangella M. Epidemiology of nefrolithiazis. *J Nephrol*. 2000;13(3):45-50.
- Sönmez F. Çocuklarda sodyum dengesi bozuklukları ve tedavisi. *J Curr Pediatr*. 2008;6:152-8
- Spellman FR. Hand book of water and wastewater treatment plant operations. A CRC Press Company; 2003.
- Şavik E, Demer S, Memiş Ü, Doğuç DK, Çalışkan TA, Sezer MT. Isparta ve civarında tüketilen suların içerik ve sağlık açısından değerlendirilmesi. *S.D.Ü. Tıp Fak. Derg.* 2012; 19(3): 92-102.
- Talaat H, Ghaly MY, Kamel EM, Ahmed EM, Awad EM. Simultaneous removal iron and manganese from ground water by combined photo-electrochemical method. *Journal of American Science*. 2010;6(12):1-7
- T.C. Sağlık Bakanlığı. Çok paydaşlı sağlık sorumluluğunu geliştirme programı 2013-2023 fiziksel çevrenin geliştirilmesi. Birinci baskı. Ankara: Anıl Matbaacılık Ltd. Şti; 2014.
- Teillet E, Urbano C, Cordelle S, Schlich P. Consumer perception and preference of bottled and tap water. *Journal of sensory studies*. 2010; 25: 463-80.
- Tekbaş ÖF, Güleç M. Suların sertlik derecesi ve sağlık etkileri. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni. 2004;3(7):156-61.
- Tekbaş ÖF. İçme suyu dezenfeksiyonunda klorlama ve tartışılan bir konu trihalometanlar. Çamur D, Topbaş M. editörler. Uluslararası katılımlı ulusal su ve sağlık kongre kitabı; 26-30 Ekim 2015; Antalya.

- Tekbaş ÖF, Oğur R. Eysel su arıtma cihazlarına dikkat. TAF Preventive Medicine Bulletin. 2009;8(2):i-ii
- Til A, Topaloğlu S, Zencir M. Denizli ili çalışan nüfusun içme suyu tercihleri ve etkileyen faktörler. Çamur D, Topbaş M. editörler. Uluslararası katılımlı ulusal su ve sağlık kongre kitabı; 26-30 Ekim 2015; Antalya.
- TNSA 2013. Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü. Ankara: Elma Teknik Basım Matbaacılık Ltd. Şti; 2013.
- Tümer Eİ, Birinci A, Yıldırım Ç. Ambalajlı su tüketimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi: Ankara İli Keçiören İlçesi Örneği. Alnteri Zirai Bilimler Dergisi. 2011;21(B),11-9.
- TÜİK Belediye Su İstatistikleri <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18779>. 2014. Erişim Tarihi: 30.06.2016.
- Türkiye Halk Sağlığı Kurumu [http://cevresagligi.thsk.saglik.gov.tr/dosya/Dokumanlar/sunumlar/Su/25_nisan_Antalya/Su_analizlerinde_bakilan_parametreler_Anلامي_Kaynagi_-_Saglik_etikeleri.ppt](http://cevresagligi.thsk.saglik.gov.tr/dosya/Dokumanlar/sunumlar/Su/25_nisan_Antalya/Su_analizlerinde_bakilan_parametreler_Anلامي_Kaynagi_-_Saglik_etikileri.ppt) erişim tarihi:25/09/2016.
- Türkiye Halk Sağlığı Kurumu. Su ve sağlık. <http://beslenme.gov.tr/index.php?page=112> erişim tarihi: 27.01.2017.
- Ufacık A, Topbaş M, Çankaya S, Nas SS, Sağdıç T, Ortahisar E. Trabzon şehir merkezinde yaşayanların içme, kullanma suyu tercihleri ve nedenleri. Çamur D, Topbaş M. editörler. Uluslararası katılımlı ulusal su ve sağlık kongre kitabı; 26-30 Ekim 2015; Antalya.
- Ulusoy CK. Metropolitan alanlarda su yönetimi sorunu: Ankara örneği. Memleket Siyaset Yönetim Dergisi. 2009; 4(10): 125-57.
- Uzundumlu AS, Fakıoğlu Ö, Köktürk M, Temel T. Erzurum ilinde en uygun içme suyu tercihinin belirlenmesi. Alnteri Dergisi. 2016; 30(B): 1-7.
- Yavuz CI, Vaizoğlu SA, Güler Ç. İçme suyunda alüminyum. TAF Preventive Medicine Bulletin. 2009;12(5): 589-96.
- Yıldırım İE. İstanbul'da su tüketim bilinci araştırması. 2009: Proje İstanbul (İstanbul Büyükşehir Belediyesi Tarafından Hazırlanmıştır).
- Ward LA, Cain OL, Mullally RA, Holliday KS, Wernham AGH, Baillie PD, et al. Health beliefs about bottled water: a qualitative study. Biomed Central Public Health, 2009;9:196.
- WHO. Aluminium in drinking-water. World Health Organization. Geneva: 2010.
- WHO. Arsenic in drinking-water. World Health Organization. Geneva: 2011b.
- WHO. Boron in drinking-water. World Health Organization. Geneva: 2009.
- WHO. Calcium and magnesium in drinking-water. World Health Organization. Geneva: 2009.
- WHO. Chloride in drinking-water. World Health Organization. Geneva: 2003.

WHO. Guidelines for drinking water quality. 4th ed.: World Health Organization Geneva: 2011.

WHO. How does safe water impact global health? <http://www.who.int/features/qa/70/en/#> erişim tarihi: 17.06.2016

WHO. Iron in drinking-water. World Health Organization. Geneva: 2003.

WHO. Ph in drinking-water. World Health Organization. Geneva; 2007.

WHO. Manganese in drinking-water. Geneva: 2011a.

WHO. Nickel in drinking-water. World Health Organization. Geneva: 2005.

WHO. Sulfate in drinking-water. World Health Organization. Geneva: 2004.



8. EKLER

EK-1 Anket Formu

Sayın Katılımcı:

Anket No:

Bu çalışma Meram ilçesinde ev tipi su arıtma cihazı kullanım sıklığının, nedenlerinin belirlenmesi ve evlerdeki şebeke suyu ile bu cihazların ürettiği suyu analiz ederek karşılaştırılması amacıyla yapılmaktadır. Katılımcılardan ücret talep edilmeyecek, elde edilen veriler gizli tutulacak sadece bilimsel amaçlı kullanılacaktır. Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmekte olup Meram Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Arş. Gör. Dr. Yusuf Kenan Boyraz'ın tez çalışmasıdır. Anketin doldurulmasında katkıda bulunduğunuz için teşekkür ederim. Saygılarımla.

Arş. Gör. Dr. Yusuf Kenan BOYRAZ

1- Yaşınız:

2- Cinsiyetiniz: 1) Erkek 2) Kadın

3- Evinizde kaç kişi yaşıyor?

.....

4- Evinizin aylık toplam geliri ne kadardır?

1) 0 -999 TL

2) 1000-1999 TL

3) 2000-2999 TL

4) 3000-3999 TL

5) 4000 ve üzeri TL

5- Günlük içme suyu tüketiminiz ne kadardır? (Kaç litre?)

.....

6- Evinizde içme suyu olarak aşağıdakilerden hangisini kullanıyorsunuz? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)

1) Şebeke suyu

2) Tatlı su çeşmeleri

3) Arıtma cihazı suyu

4) Hazır ambalajlı su

5) Diğer (.....)

7- Evinizde yemek ve çay yapmak için aşağıdakilerden hangisini kullanıyorsunuz?

1) Şebeke suyu

2) Tatlı su çeşmeleri

3) Arıtma cihazı suyu

4) Hazır ambalajlı su

5) Diğer (.....)

8- Evinizde içme suyu olarak şebeke suyu dışında başka sular kullanma nedeniniz nedir?

.....
.....

Arıtma cihazı kullanıyorsanız bundan sonraki soruları cevaplayınız. Teşekkür ederim.

9- Arıtma cihazı kullanıyorsanız kullanma sebebiniz nedir? (birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz)

1) Şebeke suyunun kirli olduğunu düşünüyorum

2) Şebeke suyunun tadını beğenmiyorum

3) Hazır ambalajlı suya göre daha ekonomik olduğunu düşünüyorum

4) Diğer

(.....
.....)

10- Ne kadar süredir arıtma cihazı kullanıyorsunuz?

.....

11- Kullanmakta olduğunuz arıtma cihazını ne kadar süredir kullanıyorsunuz?

.....

12- Arıtma cihazınıza düzenli bakım yaptırıyor musunuz?

- 1) Evet
- 2) Hayır

13- Arıtma cihazınızın bakımı ne sıklıkta yapılıyor? (12. Soruya 'Evet' yanıtı verenler yanıtlayacaktır.)

- 1- Ayda 1 kez
- 2- 3 ayda 1 kez
- 3- 6 ayda 1 kez
- 4- Yılda 1 kez,
- 5- Diğer(.....)

14- En son ne zaman cihazınızın bakımı ve filtre değişimi yapıldı? (12. Soruya 'Evet' yanıtı verenler yanıtlayacaktır.)

15- Ücretsiz olarak arıtma cihazınızın ürettiği suyun tahlil edilmesini ister misiniz?

- 1- Evet
- 2- Hayır

Ek-2 Etik Kurul Kararı



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Meram Tıp Fakültesi Dekanlığı



Sayı : 14567952-050/
Konu :



Sayın

Yrd. Doç. Dr. Lütfi Saltuk DEMİR
Halk Sağlığı Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

İlgi:01.02.2017 tarihli dilekçeniz;

“Meram İlçesinde Ev Tipi Su Arıtma Cihazlarının İçme Suyu Kalitesine Etkisi” başlıklı, Yrd. Doç. Dr. Lütfi Saltuk DEMİR’ in sorumluluğundaki uzmanlık tez çalışmasına yardımcı araştırmacı eklenmesi hakkında Fakültemiz İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulunun 03 Şubat 2017 tarihinde aldığı 2017/797 sayılı karar ilişikte gönderilmiştir. Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Saim AÇIKGÖZOĞLU
İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar
Etik Kurul Başkanı

Eki: 1

Adres:Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Dekanlığı 42080 –Meram KONYA
Tel: (0332) 223 65 00 Faks: (0332) 223 61 81

Bilgi İçin : Personel Şubesi Tel : (0332) 2236504

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ MERAM TIP FAKÜLTESİ
İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

Toplantı Sayısı:44

Toplantı Tarihi: 03.02.2017

Karar Sayısı:2017/797:Fakültemiz Dahili Tıp Bilimleri Bölümü Halk Sağlığı Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Lütfi Saltuk DEMİR' in "Meram İlçesinde Ev Tipi Su Arıtma Cihazlarının İçme Suyu Kalitesine Etkisi" başlıklı uzmanlık tez çalışması ile ilgili 01.02.2017 tarihli yardımcı araştırmacı eklenmesi dilekçesi ve ekleri görüşüldü, Arş. Gör. Dr. Yusuf Kenan POYRAZ' in uzmanlık tez çalışmasına Arş. Gör. Dr. Kübra EKEN, Arş. Gör. Dr. Muhammet Fatih TABARA, Arş. Gör. Dr. Reyhan EVCİ, Yrd. Doç. Dr. Yasemin DURDURAN, Yrd. Doç. Dr. Mehmet UYAR ve Prof. Dr. Tahir Kemal ŞAHİN' in yardımcı araştırmacı olarak eklenmesinin uygun olduğuna oybirliği ile karar verilmiştir.

Sorumlu Araştırmacı: Yrd. Doç. Dr. Lütfi Saltuk DEMİR

Yardımcı Araştırmacılar: Arş. Gör. Dr. Yusuf Kenan POYRAZ, Arş. Gör. Dr. Kübra EKEN, Arş. Gör. Dr. Muhammet Fatih TABARA, Arş. Gör. Dr. Reyhan EVCİ, Yrd. Doç. Dr. Yasemin DURDURAN, Yrd. Doç. Dr. Mehmet UYAR ve Prof. Dr. Tahir Kemal ŞAHİN

ASLI GİBİDİR
03.02.2017

Prof. Dr. Saim ACIKGÖZÖGLÜ
İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurul Başkanı