

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

Özlem KOÇAK¹, Ahmet GÜNER²✉

¹Et ve Balık Kurumu Erzurum Et Kombinasi, Erzurum

²Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Kampus/Konya.

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

Su numunelerinin pH değerleri 6.64-7.78, bulanıklılık değerleri ise 0.01-4.21 NTU olarak tespit edildi. Ortalama bulanıklılık değerlerinin, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte bildirilen değerlerin üzerinde olduğu belirlendi. Sertlik değerlerinin 3.70-19.5 °f arasında değiştiği, kuyulardan sağlanan şebeke sularının sertlik değerlerinin depolardan sağlananlara göre önemli düzeyde (p<0.05) yüksek olduğu bulundu. Serbest klor miktarı 1.11-7.41 arasında belirlendi. Nitrit değerlerinin 0.01-0.50 mg/l nitrat değerlerinin ise 4.08-128.39 mg/l arasında değiştiği ve kuyulardan sağlanan şebeke sularında nitrit ve nitrat değerlerinin depolardan sağlananlara göre önemli düzeyde (p<0.05, p<0.01) yüksek olduğu saptandı. Araştırmada belirlenen kurşun değerlerinin (0.07-0.66 mg/l) İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte izin verilen değerden yüksek, flor değerlerinin (0.06-1.43 mg/l) ise uygun olduğu belirlendi. Toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısının 0-230.000 kob/ml arasında değiştiği ve incelenen 70 numunenin 34'ünde (%48.57) İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte izin verilen maksimum sayının üzerinde olduğu saptandı. Su numunelerinin dokuz tanesinde (%12.85) koliform bakteri, yalnızca bir tanesinde fekal koliform bakterisi tespit edildi.

Sonuç olarak, Erzurum şehir merkezindeki içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesinin İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe uymadığı ve halk sağlığı açısından önemli riskler taşıdığı kanaatine varıldı.

Anahtar kelimeler: Çeşme suyu, Erzurum, Hijyenik kalite

Chemical, Physical and Microbiological Qualities of Tap Water in Erzurum City

SUMMARY: In this research, the chemical, physical and microbiological characteristics of 70 tap water samples selected randomly from houses, public fountains, marketplaces, food companies and formal institutions in Erzurum were investigated. The pH and turbidity values of samples were 6.64-7.78 and 0.01-4.2 NTU, respectively. The average turbidity value determined was higher than that given by Drinking and Using Water Regulation. The hardness value of samples was 3.70-19.50 °f and the difference between the values of well and store waters was statistically significant (p<0.05). Free chlorine value of the samples was 1.11-7.41. Nitrite and nitrate values of the samples were 0.01-0.50 mg/l, 4.08-128.39 mg/l, respectively and the values of well water samples were found to be statistically higher than those of the store water (p<0.05, p<0.01). Lead value of the samples was 0.07-0.66 mg/l that was higher than the permitted value according to Drinking and Using Water Regulation. Total number of mesophilic aerobic microorganisms of all the samples was 0-230.000 cfu/ml and 34 (out of 70) samples had higher number of microorganisms than that permitted according to Drinking and Using Water Regulation. The coliform bacteria were determined in nine samples (%12.85). The faecal coliform bacteria were isolated in only one sample. As a result, it was concluded that the hygienic quality of water in Erzurum city centre is very poor, thus bearing an important risk for public health.

Key words: Tap water, Erzurum, Hygienic quality

GİRİŞ

Suyun kirlenme derecesi, havadan ilk düştüğü ve toplandığı bölgeye veya aktığı yerlerdeki insan topluluklarından ve çeşitli kaynaklardan gelen kirliliklerin varlığına bağlıdır (Demirer, 1995). Su kirliliği, suyun normal durumundan ne kadar uzaklaştığını, halk sağlığı ve çevre kirlenmesi üzerindeki etkilerini belirtir. Su kirlenme etkenleri arasında bazı patojen bakteriler ve virüsler, ağır metaller, bazı radyoaktif izotoplar, deterjanlar gibi maddeler bulunur (Akman ve ark., 2000).

Fertmann ve ark (2004), 5 µg/l'den fazla kurşun bulunan musluk suyu tüketen bireylerin kan kurşun seviyelerinin ortalama 31 µg/l, kurşun içermeyen musluk suyu tüketen bireylerin ise kan kurşun seviyelerinin 24 µg/l düzeyinde olduğunu ve musluk sularındaki kurşun seviyesi ile kan kurşun seviyeleri arasında pozitif bir korelasyon olduğunu ileri sürmüşlerdir. İngiltere'de içme sularındaki kabul edilen 50 mg/l nitrat seviyesi dikkate alındığında, diyetle toplam günlük nitrat alımının %50'sinden fazlasının içme sularından kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Parslow ve ark., 1997).

Su kaynaklarının hijyenik açıdan güvenilir olabilmesi için suyun fekal kirlenmeye maruz kalıp kalmadığının belirlenmesi gereklidir. Suda yüksek sayıda bakteri bulunması özellikle bebek ve çocuklarda enterik patojenlere yakalanma riskini oldukça artırmaktadır (Nwachuku ve Gerba, 2004). Hijyenik kalitesi düşük sular yüzünden dünyada, başlıca bulaşıcı diyarden dolayı meydana gelen yılda 1.7 milyon ölüm vakasının %90'ı çocuklarda ve hemen hemen hepsi gelişmekte olan ülkelerdedir (Ashbolt, 2004). Standart plate count olarak bilinen toplam mezofilik aerob mikroorganizma, günümüzde heterotrophic plate count (HPC) olarak adlandırılmakta ve suyun işlenmesi ve dağıtım sırasında

değişikleri ölçmek amacıyla aerobik ve fakültatif anaerobik canlı bakterilerin kültüre edilmesi sonrası sayılmasıyla belirlenmektedir. Heterotrophic bakteriler birincil ve ikincil patojen olarak kabul edilen bazı bakterilerin yanı sıra koliform gibi indikatör bakterileri de içermektedir (Allen ve ark., 2004). Dünyadaki içme sularının kalite özelliklerinde HPC bakteri sayısında izin verilen limitler 100-500 kob/ml arasındadır (Pavlov ve ark., 2004). Pepper ve ark (2004) dağıtım sisteminden tüketicinin musluğuna kadar HPC bakteri sayısının belirgin bir şekilde arttığını, bakterinin dağıtım sistemleri ya da su kaynaklarından ziyade, ev muslukları yada ev dağıtım sistemlerinin içindeki bakterilerinden kaynaklandığını ve dolayısıyla tüketicilerin ev musluklarını içme suyu olarak kullanmaları neticesinde düzenli olarak 500 adet/ml'den daha fazla HPC bakteri aldığını bildirmektedirler.

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

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırmada, Erzurum şehir merkezinde su dağıtım şebekesinin değişik noktalarından tesadüfi olarak seçilmiş ev, halk çeşmeleri, market, gıda işletmeleri ve resmi kurumlardan toplanan 70 su numunesi araştırma materyalini oluşturdu. İncelenen numunelerin dört tanesini Et ve Balık Kurumu tarafından açılan özel kuyulardan beslenen sular, dokuz tanesini belediye tarafından şehrin su ihtiyacını gidermek amacıyla açılmış kuyulardan beslenen sular, 57 numuneyi ise şehrin değişik semtlerini besleyen dört farklı su deposundan gelen sular oluşturdu.

İncelenen su numunelerinin 25 tanesi halk çeşmeleri olarak bilinen umuma açık alanlardaki musluk sularından, 45 tanesi de mesken, gıda işletmeleri, marketler, resmi kurumlar, ticarethane gibi kapalı mekanlardan (Tablo 1), 2007 yılı Haziran ve Temmuz ayları içerisinde, saat 12 ile 17 arasında toplandı. Kimyasal amaçlı numune alımında, H₂SO₄ çözeltisi ile yıkanmış ve bidistile sudan geçirildikten sonra kurutulmuş cam şişeler kullanıldı. Mikrobiyolojik numune alımında kullanılan 500ml hacimli kapaklı cam şişeler H₂SO₄ ile yıkanıp bidistile sudan geçirildikten sonra kuru sterilizasyona tabi tutuldu. Numune alınacak çeşmeler, önce 5 dakika süreyle akıtıldı, muslukların ağzı alevden geçirildikten sonra musluğun soğutulması amacıyla su bir süre tekrar akıtılıp cam kavanozlar boşluk kalmayacak şekilde aseptik olarak dolduruldu (Tekinşen 1976).

Metot

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

Bulanıklılık ölçümü: Numunelerin bulanıklığı photoflex cihazı (WTW marka, 82362 Weilheim, Serial Number 06440414, Germany) kullanılarak tespit edildi.

Sertlik tayini: Photoflex cihazı kullanılarak saptandı. Bu amaçla Total Hardnes Cell Test Kitleri (Merck, HC 736261) kullanıldı.

Serbest klor miktarının tayini: Spectroquant hazır kitleri (Merck) kullanılarak, spektrofotometrede 550 nm dalga boyunda okundu.

Nitrit miktarının tayini: Photoflex cihazı kullanılarak belirlendi.

Nitrat miktarının tayini: Spectroquant hazır kitleri (Merck) kullanılarak, spektro-

fotometrede 340 nm dalga boyunda okundu.

Flor miktarının tayini: Photoflex cihazı kullanılarak saptandı. Bu amaçla Flouride Cell Test kitleri (Merck, HC 609762) kullanıldı.

Kurşun miktarının tayini: Photoflex cihazı kullanılarak saptandı. Bu amaçla Kurşun Cell Test Kitleri (Merck, HC 607700) kullanıldı.

Toplam mezofilik aerob mikroorganizma: Bu amaçla dökme plak yöntemi kullanıldı. Su numunelerinin 10⁷'ye kadar dilüsyonları hazırlandı, sonra petri plaklarına 1 ml örnek koyuldu ve üzerine plate count agar (Oxoid, CM 325) besi yeri döküldü. Plaklar 35°C'de 48 saat inkübe edildi (Csuros ve Csuros 1999).

Koliform bakterisi: En muhtemel sayı tekniği kullanıldı. Test; tahmin, doğrulama ve tamamlama olmak üzere üç aşamadan oluştu. Tahmin testi; lauryl tryptose broth (Oxoid, CM0451) içeren fermentasyon tüplerine su numesinin ondalık dilüsyonlarından ekildikten sonra 35°C'de 48 saat inkübe edildi. Gaz oluşan tüpler muhtemel koliform olarak kabul edildi. Doğrulama testi; pozitif olarak belirlenen tahmin tüplerinden alınan örnekler brillant green lactose broth (Oxoid, CM 0031) besiyeri içeren tüplere aktarıldı.

35°C'de 24-48 saat inkübasyon sonrası gaz oluşanlar pozitif kabul edildi. Tamamlama testi; doğrulama pozitif olan tüplerden öze vasıtasıyla eosin methylene blue agara (Oxoid, CM 0069) geçildi. 35°C'de 48 saat inkübasyon sonrası gelişen tipik ve atipik kolonilerden lauryl tryptose broth (Oxoid, CM 0451) ve nutrient agara (Oxoid, CM 0003) geçildi. İnkübasyon sonrası gaz oluşturan tüpler gözlemlendikten sonra nutrient agardan yapılan Gram boyamada gram negatif olanlar

toplam koliform olarak kabul edildi (Csuros ve Csuros 1999).

Fekal koliform bakterisi: Koliform bakterisinin belirlenmesi amacıyla uygulanan en muhtemel sayı tekniğinin tahmin aşamasında lauryle tryptose broth (Oxoid, CM 0451) besiyerinde gaz pozitif olan tüplerden EC broth (Oxoid, CM 0853) besiyerine inokulasyon yapıldı ve 44.5°C’de 48 saat inkübasyon sonrası gaz oluşan tüpler fekal koliform pozitif olarak kabul edildi (Csuros ve Csuros 1999).

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

Tablo 1. Su Numunelerinin Toplandığı Yerler ve Şehir Su Şebekesini Besleyen Merkezler

Table 1. Places at Water Samples Collected and Source Supplying Water for City Water Network

No	Numune Alım Noktaları	Suyun Geldiği Kaynaklar
1	Kapalı mesken	Özel kuyu
2	Umuma açık çeşme	Belediye’ye ait kuyu
3	Kapalı mesken	Özel kuyu
4	Kapalı mesken	Özel kuyu
5	Kapalı mesken	Özel kuyu
6	Umuma açık çeşme	Belediye’ye ait kuyu
7	Umuma açık çeşme	Belediye’ye ait kuyu
8	Kapalı mesken	Belediye’ye ait kuyu
9	Umuma açık çeşme	Belediye’ye ait kuyu
10	Umuma açık çeşme	1 no’lu su deposu
11	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu
12	Umuma açık çeşme	1 no’lu su deposu
13	Umuma açık çeşme	1 no’lu su deposu
14	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu
15	Umuma açık çeşme	1 no’lu su deposu
16	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu
17	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu

18	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu
19	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu
20	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu
21	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu
22	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu
23	Kapalı mesken	2 no’lu su deposu
24	Kapalı mesken	2 no’lu su deposu
25	Kapalı mesken	2 no’lu su deposu
26	Umuma açık çeşme	2 no’lu su deposu
27	Umuma açık çeşme	2 no’lu su deposu
28	Kapalı mesken	3 no’lu su deposu
29	Umuma açık çeşme	3 no’lu su deposu
30	Umuma açık çeşme	3 no’lu su deposu
31	Umuma açık çeşme	3 no’lu su deposu
32	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu
33	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu
34	Kapalı mesken	3 no’lu su deposu
35	Kapalı mesken	3 no’lu su deposu
36	Umuma açık çeşme	3 no’lu su deposu
37	Umuma açık çeşme	3 no’lu su deposu
38	Kapalı mesken	3 no’lu su deposu
39	Kapalı mesken	3 no’lu su deposu
40	Kapalı mesken	3 no’lu su deposu
41	Kapalı mesken	4 no’lu su deposu
42	Kapalı mesken	4 no’lu su deposu
43	Umuma açık çeşme	4 no’lu su deposu
44	Kapalı mesken	4 no’lu su deposu
45	Kapalı mesken	2 no’lu su deposu
46	Kapalı mesken	2 no’lu su deposu
47	Kapalı mesken	2 no’lu su deposu
48	Kapalı mesken	2 no’lu su deposu
49	Umuma açık çeşme	3 no’lu su deposu
50	Umuma açık çeşme	3 no’lu su deposu
51	Umuma açık çeşme	3 no’lu su deposu
52	Kapalı mesken	3 no’lu su deposu
53	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu
54	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu
55	Umuma açık çeşme	1 no’lu su deposu
56	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu
57	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu
58	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu
59	Umuma açık çeşme	1 no’lu su deposu
60	Kapalı mesken	1 no’lu su deposu
61	Kapalı mesken	2 no’lu su deposu
62	Kapalı mesken	2 no’lu su deposu
63	Kapalı mesken	2 no’lu su deposu
64	Umuma açık çeşme	2 no’lu su deposu
65	Kapalı mesken	Belediye’ye ait kuyu
66	Kapalı mesken	Belediye’ye ait kuyu
67	Umuma açık çeşme	2 no’lu su deposu
68	Umuma açık çeşme	Belediye’ye ait kuyu
69	Umuma açık çeşme	Belediye’ye ait kuyu
70	Kapalı mesken	3 no’lu su deposu

BULGULAR

Erzurum şehir merkezinin değişik bölgelerinden ve farklı mekanlardan tesadüfi örneklemeyle toplanan 70 su numunesinin, bulunduğu bölge itibariyle Erzurum Su ve Kanalizasyon İdaresinden temin edilen su şebekesinin beslediği kaynaklar incelendiğinde, dört tanesini Et ve Balık Kurumu tarafından açılan özel kuyuların suları, dokuz tanesini belediye tarafından şehrin su ihtiyacını gidermek amacıyla açılmış ve belirli bölgelere dağıtılan kuyu suları, 57 numuneyi ise şehrin değişik semtlerini besleyen dört farklı su deposundan gelen sular oluşturdu.

İncelenen su numunelerinin 25 tanesi halk çeşmeleri olarak bilinen umuma açık alanlardaki musluk sularından, 45 tanesi de mesken, gıda işletmeleri, market, resmi kurum, ticarethane gibi kapalı mekanlardaki musluk sularından toplandı. İncelenen numunelerde kapalı meskenlerin % 84.44'nün, umuma açık çeşmelerin ise % 76'sının su depolarından beslediği gözlemlenmiştir. Araştırmada, incelenen su örneklerinden sağlanan değerler il genelinde ortalama değerler şeklinde ve ayrıca kuyu veya depo suyu olarak beslediği kaynaklar ile halk çeşmeleri ve kapalı mekanlardan temin edilenler şeklinde değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda elde edilen bulgular Tablo 2-7'de verilmiştir.

Tablo 2. Su Numunelerinin pH ve Bulanıklık Değerleri

	pH	Bulanıklık (NTU)
Ortalama	7.22±0.030	1.42±0.11
Minimum	6.6.4	0.01
Maksimum	7.78	4.21
Kapalı mekan (n:45)	7.22±0.03	1.46±0.16
Halk çeşmesi (n:25)	7.23±0.06	1.36±0.14
F değeri	0.21	0.18
Kuyu suyu (n:13)	7.14±0.081	1.65±0.27
Depo suyu (n:57)	7.24±0.031	1.37±0.12
F değeri	1.70	0.90

Table 2. pH and Turbidity Values of Water Samples

Tablo 3. Farklı Depoların pH ve Bulanıklık Değerleri Bakımından Karşılaştırılması

Table 3. Comparison of Diffrent Water Store for pH and Turbidity Values

	Ortalama	Minimum	Maksimum	F
pH				
1 nolu depo (n: 23)	7.19±0.04	6.64	7.73	0.87
2 nolu depo (n: 14)	7.26±0.06	7.07	7.74	
3 nolu depo (n: 16)	7.32±0.06	6.89	7.64	
4 nolu depo (n: 4)	7.21±0.18	6.71	7.60	
Bulanıklık (NTU)				
1 nolu depo (n: 23)	1.51±0.22	0.22	4.21	0.80
2 nolu depo (n: 14)	1.04±0.20	0.01	2.16	
3 nolu depo (n: 16)	1.41±0.25	0.26	3.91	
4 nolu depo (n: 4)	1.61±0.28	0.98	2.36	

Tablo 4. Su Numunelerinin Kimyasal Analiz Bulguları
Table 4. Chemical Analysis Findings of Water Samples

	Sertlik	Serbest Klor	Nitrit	Nitrat	Flor	Kurşun
Ortalama	8.09±0.35	2.54±0.11	0.03±0.01	43.66±4.17	0.82±0.02	0.24±0.01
Minimum	3.70	1.11	0.01	4.08	0.06	0.07
Maksimum	19.50	7.41	0.50	128.39	1.43	0.66
Kapalı mekan (n:45)	7.96±0.40	2.65±0.16	0.03±0.00	41.47±5.69	0.84±0.03	0.23±0.01
Halk çeşmesi (n:25)	8.32±0.68	2.35±0.14	0.044±0.02	47.62±5.67	0.79±0.02	0.26±0.02
F değeri	0.20	1.46	0.32	0.44	1.58	0.54
Kuyu suyu (n:13)	9.59±1.03	2.27±0.19	0.07±0.04	66.87±11.16	0.90±0.06	0.26±0.03
Depo suyu (n: 57)	7.74±0.35	2.60±0.13	0.02±0.00	38.37±4.19	0.81±0.02	0.24±0.01
F değeri	4.26*	1.17	3.40*	7.73**	2.67	0.19

*: p<0.05; **: p<0.01

Tablo 5. Farklı Depoların Kimyasal Analiz Bulguları Bakımından Karşılaştırılması
Table 5. Comparison of Different Water Stores For Chemical Analysis Findings

	Sertlik	Serbest Klor	Nitrit	Nitrat	Flor	Kurşun
1 nolu depo (n: 23)	6.86±0.47 ^b	2.60±0.29	0.02±0.01 ^{ab}	31.81±7.06 ^{ab}	0.82±0.03	0.22±0.02
2 nolu depo (n: 14)	10.54±0.54 ^a	2.70±0.15	0.01±0.00 ^b	52.89±8.15 ^a	0.78±0.06	0.26±0.04
3 nolu depo (n: 16)	6.85±0.52 ^b	2.36±0.20	0.01±0.00 ^b	43.17±6.54 ^a	0.80±0.02	0.24±0.02
4 nolu depo (n: 4)	6.60±1.50 ^b	3.24±0.41	0.06±0.05 ^a	6.11±0.74 ^b	0.82±0.14	0.29±0.03
F	9.79 ^{***}	0.79	1.31 [*]	3.13 [*]	0.142	0.412

a,b: Aynı sütunda değişik harf taşıyan gruplar birbirlerinden önemli düzeyde farklı bulunmuştur.

Tablo 6. Su Numunelerinin Toplam Mezofilik Aerob Mikroorganizma Bulguları (kob/ml)

Table 6. Total Mesophilic Aerob Microorganism of Water Samples (cfu/ml).

	Toplam Mezofilik Aerob
Ortalama	11.601±4.857
Minimum	0
Maksimum	230.000
Kapalı mekan (n: 45)	7.504±4.812
Halk çeşmesi (n: 25)	18.976±10.490
F değeri	1.286
Kuyu suyu (n:13)	6.999±6.916
Depo suyu (n:57)	12.651±5.767
F değeri	0.202

Tablo 7. Farklı Depoların Toplam Mezofilik Aerob Mikroorganizma Bakımından Karşılaştırılması**Table 7.** Comparison of Different Water Stores for Total Mesophilic Aerob Microorganism

Toplam mezofilik aerob mikroorganizma	Ortalama	Minimum	Maksimum	F
1 nolu depo (n: 23)	17.503±10.305	0	200.000	0.431
2 nolu depo (n: 14)	1.796±714	0	10.000	
3 nolu depo (n: 16)	16.461±14.310	0	230.000	
4 nolu depo (n: 4)	7.500±7.499	0	30.000	

TARTIŞMA

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

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005), sulardaki pH " ≥ 6.5 ve ≤ 9.5 pH birimleri arasında olmalı, su aşındırıcı olmamalı ve ayrıca şişelere ya da kaplara konulan sular için minimum pH değeri 4.5 olarak belirlenebilir" şeklinde bir ifade geçmektedir. Kapalı mekanlardan alınan su numunelerinin pH değeri (7.22) ile halk çeşmelerinde tespit edilen pH değerleri (7.23) arasında önemli bir fark saptanmadı ($p > 0.05$). Araştırmada tespit edilen ortalama pH değerinin (7.22) Yönetmelikte bildirilen değerler arasında olduğu gözlemlendi. Elde edilen bulgular, farklı illerde şehir su şebekesi üzerine araştırma yapan bazı araştırmacıların (Bilgin, 2003; Kanca, 1995; Yalçın ve ark., 1989) elde ettiği değerlerle benzer, bazı araştırmacıların (Can, 2000; Esen, 1990; Yıldız, 1996) bulgularından düşük bulundu.

Kuyulardan sağlanan şebeke sularında pH değeri ortalama 7.14, su depolarından

sağlananlarda ise 7.247 olarak belirlendi. Kuyu ve depo kaynaklı su numunelerinin pH değerleri arasında önemli bir fark tespit edilmedi ($p > 0.05$). Araştırmada elde edilen bu bulgulara benzer şekilde Kahraman (2007), Konya Garnizonundaki içme ve kullanma sularının pH değerini kuyulardan temin edilen sularda ortalama 7.24, şehir şebekesinden temin edilenlerde 7.20 olarak belirlemiş ve kuyu suları ile şehir şebeke suları arasında önemli bir farklılığın tespit edilmediğini bildirmiştir. Buna karşın, Can (2000) Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularının pH değerini 8.39-7.53, çeşme sularında ise 8.24-7.51 arasında saptamış ve kuyu suları ile çeşme sularının pH değerleri arasında önemli istatistiksel farklılıkların bulunduğunu bildirmiştir.

Şehir besleyen farklı depolar arasında istatistiksel farklılıklar saptanmadı ($p > 0.05$).

Su numunelerinin bulanıklılık değerlerinin 0.01-4.21 NTU (ortalama 1.42 NTU) arasında değiştiği saptandı. Kapalı mekanlardan toplanan su numunelerinin bulanıklılık değerleri ortalama 1.46 NTU, halk çeşmelerinde ise 1.36 NTU olarak saptandı. Bulanıklılık değerleri bakımından kapalı mekanlar ve halk çeşmeleri arasında önemli bir fark saptanmadı ($p > 0.05$). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005), sulardaki bulanıklık "tüeticilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişimin olmadığı ve yüzeysel suyun artırılması durumunda arıtmadan sonra sudaki bulanıklığın 0.1 NTU (nephelometrik

bulanıklık üniteleri) değerinin aşılmaması” gerektiği bildirilmektedir. Araştırmada elde edilen ortalama bulanıklık değerinin, Yönetmelikte bildirilen değer üzerinde olduğu gözlemlendi. İncelenen 70 numunenin yalnızca bir tanesinde (2 no’lu su deposundan gelen ve kapalı bir mekandan temin edilen) bulanıklık değerinin izin verilen maksimum değerden düşük olduğu, diğer bütün numunelerin izin verilen değer üzerinde olduğu belirlendi. Buna karşın Kanca (1995), Trabzon içme su kaynağında (ham su) bulanıklık değerlerinin kış aylarında 2-800 NTU, yaz aylarında ise 2-1300 NTU arasında değiştiğini tespit etmiş fakat şehir şebeke suyunda bulanıklık değerlerinin standart değerlerin çok altında olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Bilgin (2003), Niğde İli içme suyu şebekesinin farklı noktalarından aldığı su numunelerinde bulanıklık değerini 0.02 ile 0.21 NTU aralıklarında saptamış ve suların önce depolarda toplanması ve daha sonra şebekeye verilmesinin bulanıklığı azaltıcı bir neden olduğunu ileri sürmüştür.

Kuyulardan sağlanan şebeke sularının bulanıklık değerleri ortalama 1.65 NTU, su depolarından gelen suların bulanıklık değerleri ise 1.37 NTU olarak saptandı. Kuyu ve depo kaynakları bakımından, bulanıklık değerleri arasında önemli bir fark saptanmadı ($p > 0.05$). Kahraman (2007), Konya Garnizonundaki sularda bulanıklık değerini kuyulardan temin edilenlerde ortalama 0.27 NTU, şehir şebekesinden temin edilenlerde 0.20 NTU olarak belirlemiş ve kuyu suları ile şehir şebeke suyu arasında önemli bir fark bulunmadığını bildirmiştir. Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularında bulanıklık değerini 0.866-1.626 NTU, çeşme sularında ise 0.27-1.09 NTU aralıklarında tespit etmiş ve kuyu suları ile çeşme suları arasında bulanıklık bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptamıştır.

Su depoları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önem arz etmedi ($p > 0.05$).

Su numunelerinin sertlik değerleri 3.70-19.50 °f (ortalama 8.09 °f) arasında tespit edildi. Kapalı mekanlardan toplanan su numunelerinde sertlik değerleri ortalama 7.96 °f, halk çeşmelerinde ise ortalama 8.32 °f olarak saptandı. Bu bulguların ışığında Erzurum şehir şebeke suyunun yumuşak sular sınıfında olduğu söylenebilir. Benzer şekilde Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularının toplam sertlik değerini 3.40-12.00 °f, çeşme sularında ise 8.21-10.53 °f arasında, Bilgin (2003), Niğde İli içme suyu şebekesinin farklı noktalarından aldığı su numunelerinde sertlik değerini 12.3 ile 16.8 °f arasında saptamıştır. Buna karşın Yalçın ve ark (1989)’nın Konya il merkezindeki içme sularında, Esen’in (1990), Samsun içme sularında, Kahraman (2007)’in Konya Garnizonundaki şehir şebeke suyunda tespit ettiği sertlik derecesi ile Yıldız’ın (1996), Şanlı Urfa içme suyu depolarında belirlediği sertlik derecesi bu araştırma bulgularından yüksek bulunmuştur.

Kuyulardan sağlanan şebeke sularının sertlik değerleri (9.59 °f) ile su depolarından gelen suların sertlik değerleri (7.75 °f) arasında oluşan fark istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulundu. Benzer şekilde Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularının toplam sertlik değeri (3.40-12.00 °f) ile çeşme sularının toplam sertlik değerleri (8.21-10.53 °f) arasında önemli farklılıkların bulunduğunu bildirmiştir. Buna karşın Kahraman (2007), Konya Garnizonundaki kuyu ve şehir şebekesinden temin edilen suların sertlik değerleri arasında önemli bir farkın olmadığını bildirmiştir.

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

Su numunelerinin serbest klor miktarı 1.11-7.41 mg/l (2.54 mg/l) arasında tespit edildi. Kapalı mekanlardan toplanan su numunelerinde serbest klor miktarı ortalama 2.65 mg/l, halk çeşmelerinde ise 2.35 mg/l olarak belirlendi. Bütün numunelerde tespit edilen serbest klor miktarlarının Yönetmelikte izin verilen

maksimum değerden (0.5mg/l) yüksek olduğu gözlemlendi. Buna karşın, Kemiksiz (1999)'ın Bursa, Kanca (1995)'ın Trabzon, Çalık (2005)'ın Diyarbakır şehir merkezindeki içme ve kullanma sularında tespit ettiği değerlerin bu araştırma bulgularından oldukça düşük ve izin verilen maksimum değerlerin altında olduğu gözlemlenmiştir.

Kuyulardan sağlanan şebeke sularında tespit edilen serbest klor miktarı (ortalama 2.27 mg/l) ile su depolarından gelen suların ortalama serbest klor miktarı (2.60 mg/l) arasında önemli bir farklılık gözlemlenmedi ($p < 0.05$).

Farklı depoların serbest klor miktarı bakımından farklılık tespit edilmedi ($p > 0.05$).

Su numunelerinin nitrit değerlerinin 0.01-0.50 mg/l (ortalama 0.03 mg/l) arasında değiştiği, kapalı mekanlardan toplanan su numunelerinin ortalama nitrit değerleri 0.03 mg/l, halk çeşmelerinde ise 0.04 mg/l olarak belirlendi. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte (Resmî Gazete 2005) sulardaki nitritin "0.50 mg/l değerini aşmaması ve kullanılmış su arıtma işleminden sonra 0.1 mg/l değerinde" olması gerektiği bildirilmektedir. Bütün numunelerde belirlenen nitrit değerlerinin, Yönetmelikte izin verilen maksimum değerden düşük olduğu gözlemlendi. Ayrıca incelenen 70 numunenin 24 (% 34.28) tanesinde nitrit varlığı belirlenmedi. Nitrit tespit edilmeyen numuneler kapalı mekan ve halk çeşmesi olarak irdelendiğinde, 24 numunenin 19'unu (% 79.16) kapalı mekanlardan alınan numuneler oluşturdu. Diğer bir ifadeyle kapalı mekanlardan alınan numunelerin % 42.22'sinde, halk çeşmelerinden alınan numunelerin % 20'sinde nitrit varlığı saptanmadı. Araştırmada tespit edilen ortalama nitrit değeri, Esen'in (1990) Samsun içme sularında, Büyükyörük'ün (1995), Ankara Bölgesi Askeri birliklerin kuyu sularında belirlediği değerlerle uyumlu bulundu. Benzer şekilde Yalçın ve ark (1989), Konya il merkezindeki içme ve kullanma sularının %14'ünde nitrit tespit edilmediğini bildirmişlerdir. Bunun yanı

sıra Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu suları ile çeşme sularında nitrit tespit edilmediğini bildirmiştir.

Araştırmada kuyulardan sağlanan şebeke sularındaki ortalama nitrit değerlerinin su depolarından gelen suların alınan örneklerle göre önemli düzeyde ($p < 0.05$) yüksek olduğu saptandı. Buna karşın, Büyükyörük (1995), Ankara Bölgesi Askeri Birliklerinde kuyu sularında çeşme suyundan daha düşük miktarda nitrit tespit etmiş fakat istatistiksel bir farklılık bildirmemiştir. Nitrit tespit edilmeyen 24 numunenin 22 tanesini depolardan, ikisini kuyudan beslenen musluklardan alınan numuneler oluşturdu. Diğer bir ifadeyle depo suyu örneklerinin % 38.59'unda, kuyu suyu örneklerinin % 15.38'inde nitrit varlığı tespit edilmedi.

Farklı depolardan gelen suların nitrit değerleri arasında önemli bir farklılık tespit edilmedi ($p > 0.05$).

Su numunelerinin nitrat değerleri 4.08-128.39 mg/l (ortalama 43.669 mg/l) arasında tespit edildi. Kapalı mekanlardan toplanan su numunelerinin ortalama nitrat değerleri 41.7 mg/l, halk çeşmelerinde ise 47.2 mg/l olarak belirlendi. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte (Resmî Gazete, 2005), sulardaki nitratın "50 mg/l değerini aşmaması" gerektiği belirtilmektedir. İncelenen numunelerin 26 tanesinin Yönetmelikte izin verilen maksimum değerden yüksek miktarda nitrat içerdiği saptandı. Bu 26 numunenin, 7'sini halk çeşmesi, 19'unu kapalı mekanlardan temin edilen numuneler oluşturdu. Buna karşın, Bilgin (2003)'in, Niğde İli içme suyu şebekesinin farklı noktalarından aldığı su numunelerinde belirlediği nitrat miktarlarının bu araştırma bulgularından düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yalçın ve ark (1989), Konya il merkezindeki içme ve kullanma sularının %16'sında nitrat tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Kuyulardan sağlanan şebeke sularının ortalama nitrat değerleri 66.87 mg/l, su depolarından gelen suların ortalama nitrat değerleri ise 38.37 mg/l olarak saptandı. Kuyulardan sağlanan şebeke sularındaki

nitrat değerlerinin depo sularına göre önemli düzeyde ($p<0.05$) yüksek olduğu saptandı. Yönetmelik'te izin verilen değerlerden fazla nitrat içeren 26 numunenin 6'sının kuyu, 20'sinin depolardan geldiği, diğer bir ifadeyle kuyulardan beslenen şebeke sularının %46.15'inin, su depolarından beslenen şehir şebeke sularının %44.44'ünün nitrat miktarı bakımından uygun olmadığı saptandı. Büyükyörük (1995), Ankara Bölgesi Askeri birliklerin kuyu sularında ortalama nitrat miktarını 27.83 mg/l, çeşme sularında 12.41 mg/l olarak saptamıştır. Araştırmacı kuyu sularının çeşme sularının iki katı kadar nitrat içerdiği ve farkın istatistiksel olarak önem arz ettiğini bildirmiştir.

Farklı depolardan gelen suların nitrat değerleri kıyaslandığında; iki ve üç no'lu su depolarından gelen suların nitrat miktarlarının dört no'lu su deposundan önemli düzeyde ($p<0.05$) yüksek olduğu tespit edildi. İzin verilen değerlerin üzerinde nitrat tespit edilen 20 depo suyunun dördünün bir no'lu su deposu, 12'sinin iki no'lu su deposu, dördünün üç no'lu su deposundan geldiği belirlendi.

Su numunelerinin flor içeriği 0.06-1.43 mg/l (ortalama 0.82 mg/l) arasında tespit edildi. Kapalı mekanlardan toplanan su numunelerinin flor miktarları ortalama 0.84 mg/l, halk çeşmelerinde ise 0.791 mg/l olarak saptandı. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005) sulardaki florun "1.5 mg/l değerini aşmaması" gerektiği bildirilmektedir. Araştırmada, her bir numunede tespit edilen flor miktarının Yönetmelikte izin verilen değerleri aşmadığı gözlemlendi. Elde edilen sonuç, Esen'in (1990), Samsun içme sularında tespit ettiği flor miktarıyla uyum içersindedir.

Araştırmada kuyulardan sağlanan sularının flor değerleri (0.90 mg/l), su depolarından gelen suların flor değerlerine (0.81 mg/l) göre yüksek olmasına rağmen farklılık önem arz etmedi ($p>0.05$).

Su numunelerinin kurşun miktarının 0.07-0.66 mg/l (ortalama 0.24 mg/l) arasında değiştiği saptandı. Kapalı

mekanlardan toplanan su numunelerinin kurşun değerleri 0.23 mg/l, halk çeşmelerinde ise 0.26 mg/l arasında belirlendi. Kurşun miktarı bakımından kapalı mekan ve halk çeşmeleri arasında önemli bir farklılık saptanmadı ($p>0.05$). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete 2005), içme ve kullanma suları için 31 Aralık 2012 tarihine kadar en fazla 25µg/l miktarında kurşun varlığına izin verilmiştir. Araştırmada bütün numunelerde tespit edilen kurşun değerlerinin Yönetmelikte izin verilenden yüksek olduğu saptandı. Atılgan (1992), ev musluk sularında sabah alınan ilk örneklerde incelenen numunelerin %10'unun 0.28-2.0µg/l'dan az %50'sinin 2.1-5,0 µg/l'dan aralıklarında kurşun içerdiğini, akşam alınan örneklerde incelenen numunelerin %66.7'sinin 0.28-2.0 µg/l, %33'ünün 2.1-5.0 µg/l aralıklarında kurşun içerdiğini tespit etmiştir. Araştırmacı, ev musluk sularının boruda beklemiş olanlarında, su rezervlerinin 3.5-6.5 katı miktarlarda kurşun içerdiklerini fakat İstanbul içme sularında sabah musluktan ilk yarım saatte akan suların yiyecek ve içeceklerde kullanılmaması şartı ile kurşun kirliliği riski bulunmadığını ileri sürmüştür. Kahraman (2007), Konya Garnizonundaki içme ve kullanma sularının kurşun değerinin (0.004 mg/l) izin verilen maksimum değerlerin altında olduğunu bildirmiştir. Sürmeli (1996), Trakya'nın bazı yörelerinden içilen sularda ortalama kurşun 0.187 ppm olarak tespit etmiştir. Araştırmacı tüm yörelerde belirlenen kurşun miktarlarının tavsiye edilen limitler ile uyum içersinde olduğunu bildirmiştir.

Kuyulardan sağlanan şebeke sularının ortalama kurşun değerleri 0.26 mg/l, su depolarından gelen suların kurşun değerleri ise 0.24 mg/l olarak belirlendi. Kurşun miktarı bakımından kuyu ve depo suları arasında önemli bir farklılık saptanmadı ($p>0.05$). Benzer şekilde Kahraman (2007), Konya Garnizonundaki içme ve kullanma sularının kurşun değeri bakımından kuyulardan temin edilen sularla, şehir şebekesinden temin edilenler arasında

istatistiksel bir farkın tespit edilmediğini bildirmiştir.

Su numunelerinin toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısının 0-230.000 kob/ml (ortalama 11.601kob/ml) arasında değiştiği saptandı. Kapalı mekanlardan toplanan su numunelerinin toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı ortalama 7504 kob/ml, halk çeşmelerinde ise 18.976 kob/ml olarak belirlendi. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete 2005) şebeke suyu için toplam mezofilik aerob mikroorganizma hakkında herhangi bir sayı belirtilmezken, şebekeye verilmeden önce imlahanedeki sular ve ambalajlanmış kaynak suları için 22°C'de koloni sayısı 100/ml, 37°C'de koloni sayısı 20/ml olarak bildirilmiştir. Araştırmada, incelenen 70 numunenin 34'ünde (% 48.57) Yönetmelik'te izin verilen maksimum sayının üzerinde mikroorganizma saptandı. Kapalı mekanlardan alınan 45 numunenin 23'ünde (%51.11), halk çeşmelerinden toplanan 25 numunenin 11'inde (%44) tespit edilen toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısının Yönetmelik'te izin verileden fazla olduğu saptandı. Kapalı mekanlardan alınan numunelerde daha yüksek sayı ve oranda toplam mezofilik aerob mikroorganizma tespit edilmesi Pepper ve ark (2004)'ün belirttiği gibi; HPC bakteri sayısı dağıtım sistemleri ya da su kaynaklarından ziyade, ev muslukları veya ev dağıtım sistemlerinin içindeki bakterilerden kaynaklanmaktadır. Araştırmada toplam mezofilik aerob bakteri sayısı ve Yönetmeliğe uymayan numune sayısı bakımından elde edilen bulgular birçok araştırmacının (Altinkum, 1996; Can, 2000; Kemiksiz, 1999; Yalçın ve ark., 1989) sonuçlarından yüksek bulunmuştur.

Kuyulardan sağlanan şebeke sularında toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı ortalama 6.999 kob/ml, su depolarından sağlananlarda ise ortalama 12.651 kob/ml olarak saptandı. Toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı bakımından kuyu ve depo suları arasında önemli bir farkın bulunmadığı ($p>0.05$) tespit edildi. Yönetmelikte izin verilen maksimum sayının üzerinde mikro-

organizma saptanan 34 numune, suyun kaynakları bakımından irdelendiğinde; kuyu sularının dördünün (% 30.76), depo sularının 30'unun (% 52.63) uyum sağlamadığı gözlemlendi. Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularının ortalama toplam canlı bakteri sayısını 85.333–14.333, çeşme sularında ise 36–11.666 arasında saptamış ve kuyu suları ile çeşme suları arasında toplam canlı bakteri sayısı bakımından önemli farklılıkların bulunduğunu, incelenen su numunelerinin, toplam canlı bakteri sayısı bakımından, TSE Standardına ve Sağlık Bakanlığı tarafından çıkartılan Doğal Kaynak ve İçme Suları Yönetmeliği'ne uygun olduğunu bildirmiştir.

Şehri besleyen depolar arasında iki no'lu su deposu ile dört no'lu su deposundan beslenen musluklardan alınan suların toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı oldukça yüksek bulunmasına rağmen yapılan istatistiksel analizlerde herhangi farklılık saptanmadı ($p>0.05$). Bir no'lu su deposundan beslenen musluklardan alınan örneklerin 13'ünde (% 54.16), iki no'lu su deposunda 10 numunede (% 62.5), üç no'lu su deposunda altı numunede (% 37.5), dört no'lu su deposundan ise bir numunede (%25) Yönetmelik'te izin verilen değerlerin aşıldığı gözlemlendi.

Su kaynaklarının hijyenik açıdan güvenilir olabilmesi için suyun fekal kirlenmeye maruz kalıp kalmadığının belirlenmesi gereklidir. Bu amaçla bazı prosedürler geliştirilmiş olup, bunların çoğu indikatör mikroorganizmanın varlığının belirlenmesine dayanır. Araştırmada, incelenen su numunelerinin dokuz tanesinde (%12.85) koliform bakteri üremesi saptandı. Koliform bakterisi tespit edilen su numunelerinin hepsinin halk çeşmelerinden alınan örnekler olduğu gözlemlendi. Bulguların, Bilgin (2003)'in sonuçları ile uyumsuz, birçok araştırmacının (Alim, 1995; Altinkum, 1996; Çalık, 2005; Kuşçuoğlu, 1997; Yalçın ve ark., 1989; Yılmaz, 2001) bulgularıyla benzer olduğu belirlendi.

Kuyudan beslenen musluklardan alınan 13 adet numunenin 6 tanesinde (% 46.15), depodan beslenen musluklardan alınan 57 numunenin üç tanesinde (% 5.26), koliform bakterisi tespit edildi. Şimşekli (1988), Bursa İl merkezinde incelediği 248 çeşme suyunun 39 tanesi (%15.7), 13 şebeke suyunun 1 tanesini (%7.6), 28 kuyu suyunun sekiz tanesini (%28.6), koliform bakteri yönünden kirli olarak değerlendirmiştir. Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularından incelediği 45 adet çeşme suyu numunesinin yalnızca üç tanesinde koliform bakterisi tespit ettiğini, koliform bakteri sayısı bakımından incelenen su numunelerinin TSE Standardına ve Sağlık Bakanlığı tarafından çıkartılan Doğal Kaynak ve İçme Suları Yönetmeliği'ne uygun olduğunu bildirmiştir.

Şehri besleyen üç no'lu su deposundan alınan 16 örneğin üç tanesinde (% 18.75) koliform bakterisi tespit edilirken diğer üç depodan beslenen musluklardan alınan numunelerde belirlenmedi.

Araştırmada incelenen 70 su numunesinden yalnızca kuyudan beslenen bir halk çeşmesinden alınan örnekte (% 1.42) fekal koliform bakterisi tespit edildi. Bu sonuç, Bursa İli içme suyu şebekesinin farklı noktalarından topladığı 122 su numunesinin yalnızca bir tanesinde fekal koliform tespit eden Kemiksiz (1999)'in bulgularıyla uyum içersindedir. Buna karşın; Alim (1995), Sivas il merkezinde şebeke sularında incelenen örneklerin %6.4'ünde, ilçe merkezinde %15.5 oranında fekal koliform bakterisi bulunduğunu bildirmiştir. Altınkum (1996), incelediği 90 istasyon suyu örneğinin 24'ünde koliform bakterisi tespit edildiğini bu numunelerin 8 tanesinde de fekal koliform üremesi olduğunu, 90 pet şişe örneğinin hiçbirisinde koliform bakteri ve dolayısıyla fekal koliform tespit edilmediğini, 40 galon suyu örneğinin 2 tanesinde 50 cam şişe suyu numunesinin 4'ünde fekal koliform bakterisi tespit ettiğini bildirmiştir.

Sonuç olarak Erzurum şehir merkezindeki içme ve kullanma sularından incelenen bütün numunelerin bulanıklılık,

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

TEŞEKKÜR: Bu çalışmayı 06202027 nolu proje olarak destekleyen Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akman Y., Ketenoğlu O., Evren H., Kurt L. ve Düzenli H. 2000. Çevre Kirliliği ve Çevre Biyolojisi. Palme Yayın Dağıtım ve Pazarlama, İç ve Dış Ltd. Şti. Ankara.
- Alim A. 1995. Sivas İl ve İlçe Merkezlerinde İçme Sularının Bakteriolojik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı.
- Allen MJ., Edberg SC., and Reasoner DJ. 2004. Heterotrophic plate count bacteria-what is their higher significance in drinking water. *International Journal of Food Microbiology*. 92, 265-274.
- Altınkum SM. 1996. İstanbul'da Satılan İçme Sularının Bakteriolojik Yönden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji ABD.
- AOAC 1984. Official Methods of Analysis. 14 th ed. Association of Official Analytical Chemist. Virginia.
- Ashbolt NJ. 2004. Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions. *Toxicology* 198, 229-238.

- Atılğan M. 1992. İstanbul İçme Suyu Şebekesini Besleyen Yüzey Sularının Kurşunla Kirlenme Düzeylerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı.
- Bilgin M. 2003. Niğde İli İçme Sularının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Büyükyörük İ. 1995. Ankara Bölgesi Askeri Birliklerinin İçme ve Kullanma Sularında Nitrat ve Nitrit Miktarlarının Saptanması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Can M. 2000. Balıkesir Yöresinde İçme Suyu Olarak Kullanılan Kuyu Suları ve Çeşme Sularının Fiziksel Kimyasal ve Mikrobiyolojik Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Csuros M. and Csuros C. 1999. Microbiological Examination of Water and Wastewater. Lewis Publishers, Washington.
- Çalık O. 2005. Diyarbakır Kent Merkezindeki İçme Suyu Şebekesi ile Konut Su Depolarının Fiziki Özelliklerinin Bakteriyolojik Kirlilik Üzerine Etkileri. Uzamanlık Tezi, Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı.
- Demirer A. 1995. Su Hijyeni. Teksir, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi.
- Esen D. 1990. Samsun Şehir İçme Suyu Fiziksel ve Kimyasal Analizleri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Fertman R., Hentschel S., Dengler D., Janben U. and Lommel A. 2004. Lead exposure by drinking water an epidemiological study in Hamburg, Germany. International Journal of Hygiene Environmental Health 207, 235-244.
- Kahraman ÜC. 2007. Konya Garnizon Birliklerindeki Kuyu Suları İle Şehir Şebeke Sularının Kalitesi ve Ağır Metaller Yönünden Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Kanca MA. 1995. Trabzon İçme Sularında Bazı Kalite Parametrelerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı.
- Kemiksiz A. 1999. Bursa İli İçme Suyu Şebekesinde Mikrobiyolojik Kalite ve *Yersinia enterocolitica*'nın Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Enstitüsü.
- Kuşçuoğlu S. 1997. Tokat İl-İlçe ve Bağlı yerleşim Bölgelerindeki İçme-Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı.
- Nwachuku N. and Gerba CP. 2004. Microbial risk assessment: don't forget the children. Current Opinion in Microbiology 7:206-209.
- Parslow RC., Mckinney PA., Law GR., Staines A., Williams R. and Bodansky HJ. 1997. Incidence of childhood diabetes mellitus in Yorkshire, Northern England, is associated with nitrate in drinking water. Diabetologia 40: 550-556.
- Pavlov D., Wet CME de, Grabow WOK. and Ehlers MM. 2004. Potentially pathogenic features of heterotrophic plate count bacteria isolated from treated and untreated drinking water. International Journal of Food Microbiology 92, 275-287.
- Pepper IL., Rusin P, Quintanar DR., Haney C., Josephson KL. and Gerba CP. 2004. Tracking the concentration of heterotrophic plate count bacteria from the source to the consumer's tap. International Journal of Food Microbiology 92, 289-295.
- Resmi Gazete 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete 17 Şubat 2005-Sayı : 25730.
- Steel RGD and Torrie JH 1981 Principles and Procedures of Statistics. 2nd ed. Mc Graw-Hill International Book Company, Tokyo.
- Sürmeli İ. 1996. Trakya'nın Bazı Yörelerinde İçilen Sulardaki Ağır Metal ve Radyoaktivite Miktarlarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

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

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

Yalçın S., Tekinşen OC., ve Nizamlioğlu M. 1989. Konya il merkezindeki içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesi.

Selçuk Üniv Vet Fak Dergisi, 4, 1, 83-89.

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

Yılmaz G. 2001. İstanbul İli Şebeke Suları ile Piyasada Satılan Kaynak Sularının Bakteriyel Yönden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bil. Enst., Biyoloji A.D. Moleküler Biyoloji

✉ **Yazışma Adresi**

Doç. Dr. Ahmet GÜNER,
Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Kampus/Konya. 42075
E-posta: aguner@selcuk.edu.tr