

Araştırma Makalesi

Ambalajlı sular ile üç büyük ilin musluk sularının kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan karşılaştırılması

 Cemal Koçak

Uzman Dr., Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.

Geliş tarihi: 31.05.2020, Kabul tarihi: 26.11.2020.


Öz

Amaç: Toplumlarda içme suyu olarak musluk suyu yanında birtakım endişeler nedeniyle yaygınlaşan şekilde ambalajlı sular da tüketilmektedir. Oysaki musluk suyu yoluyla sağlıklı içme ve kullanma suyunun sağlanması esastır. Sağlıklı su tercihi için su içeriği bilinmelidir. Çalışmada su ürünleri karşılaştırılarak farklılıklar gösterilmiştir. **Yöntem:** Tanımlayıcı araştırmanın verisi Mayıs-Eylül 2019'da toplanmıştır. İstatistiksel analiz R programıyla yapılmıştır. Tanımlayıcı değerler sayı, yüzde, ortalama±SS, ortanca olarak belirtilmiştir. Kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında ki-kare, sürekli değişkenlerde nonparametrik testler kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ alınmıştır. **Bulgular:** İzmir'de alüminyum, Ankara ve İstanbul'dan anlamlı düşük, demir anlamlı yüksekti. İzmir'in su sertliği İstanbul'dan fazlaydı. İstanbul'da klorür, İzmir'den anlamlı yüksekken, Ankara'da bakiye klor İzmir'den anlamlı yüksekti. Ankara'da %26.0, İzmir'de %15.5 numunede bakiye klor 0.5 ppm'in altındaydı. İzmir'de, İstanbul'dan anlamlı şekilde yüksek nitrat, krom, arsenik, bakır varken, tersine mangan anlamlı düşüktü. pH, florür, sülfat, sodyum, kurşun açısından iller arasında fark yoktu. Musluk sularında pH, ambalajlı sulardan anlamlı düşüktü. 4 mineralli, 11 kaynak suyunun pH'ı standartların altındaydı (< 6.5). Standartın dışında musluk suyu örneği yoktu. Kaynak sularında diğer grup sulardan daha az sodyum, musluk suyundan daha az mangan vardı. Mineralli sularda florür diğer sulardan anlamlı fazlaydı. Musluk sularında pH, nitrit anlamlı düşük; alüminyum, klorür, sülfat, kalsiyum, magnezyum, demir, iletkenlik, kurşun, arsenik anlamlı yüksekti. Musluk suyunun sertliği, kurşun düzeyi kaynak sulara göre yüksek, oksitlenebilirliği azdı. Ambalajlı ve musluk suları arasında bikarbonat, krom, cıva açısından anlamlı fark yoktu. Mineralli suların %18.2'sinde, kaynak sularının %6.8'inde koloni pozitifliğine rastlanırken, musluk sularında koloni pozitifliği yoktu. **Sonuç:** Bazı ambalajlı sularda koloni ürettiğinden tesislerin denetimi sıkı yapılmalı, zamanı geçen damacanelerin kullanımına izin verilmemelidir. Musluk sularının büyük ölçüde standartlara uygunluğu görülse de daha sağlıklı hale getirilmesi için çabalanmalı; ambalajlı sulara göre fazla görülen ağır metallere arındırılması, sağlıklı hatlarla konut ve işyerlerine ulaştırılması sağlanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Doğal kaynak suyu, doğal mineralli su, musluk suyu, suyun kimyasal analizi, gösterge parametreleri

Sorumlu yazar: Cemal Koçak, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Sağlık Mahallesi Adnan Saygun Cad. No:55 06430 / Sıhhiye/ Çankaya/ Ankara, Türkiye. **E-mail:** cemal_kocak@hotmail.com

Copyright holder Turkish Journal of Public Health

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.  This is an open Access article which can be used if cited properly.

Chemical and microbiological comparison of packaged water and tap water from Turkey's three major cities

Abstract

Objective: Bottled waters are widely used in industrialised societies, largely due to convenience and worry over the safety of tap water. However, it is essential to provide healthy drinking and utility water through taps. Water content should be scientifically studied to prevent any negative health consequences. In this study, differences between bottled and tap water is investigated. **Methods:** The data of this descriptive research was collected between May and September in 2019. Statistical analysis made with R. Descriptive values are stated as frequency, percentage, mean±SD, median. Chi-square tests were used in comparison of categorical variables, nonparametric tests were used for continuous variables. Significance level was $p < 0.05$. **Results:** Aluminum in Izmir was significantly lower than Ankara, Istanbul, whereas iron was higher. Izmir's water hardness was higher than Istanbul. While chloride in Istanbul was significantly higher than Izmir, residual chlorine in Ankara was higher than Izmir. Residual chlorine was below 0.5 ppm in 26.0% of Ankara's samples and 15.5% of Izmir's samples. While there was significantly higher nitrate, chromium, arsenic and copper in Izmir than Istanbul, manganese was lower. pH of tap water was lower than packaged water. pH of 4 mineral waters, 11 spring waters were below standards. There was no sample of tap water outside standards. There was less sodium in spring waters than others, less manganese than tap water. In mineral waters, fluoride was higher than others. pH, nitrite are low in tap water; aluminum, chloride, sulfate, calcium, magnesium, iron, conductivity, lead and arsenic was higher. Tap water hardness and lead levels were higher than spring water; and oxidizability was low. There was no difference between packaged-tap water in terms of bicarbonate, chromium or mercury. While colonies were observed in 18.2% of mineral waters and 6.8% of spring waters, there were no colonies in the tap water samples. **Conclusion:** Since colonies reproduce in some packaged waters, the relevant facilities should be controlled strictly and the use of bottles that have expired should not be allowed. Water networks should be freed from heavy metals and delivered to housing and workplaces with healthy lines.

Keywords: Natural spring water, natural mineral water, tap water, chemical analysis of water, indicator parameters

Giriş

Sağlıklı su, içerisinde insan sağlığına zarar verecek mikroorganizmaları buldurmeyen sudur. Sağlıklı suda kötü tat ve koku olmaz. Vücut için emilimi kolaydır, yumuşak içimlidir. Su yaşam kaynağıdır ve sağlıklı su tüketmek herkesin hakkıdır. Gelişen toplumlarda birtakım endişelerle içme suyu olarak musluk suyu yanında yaygınlaşan şekilde ambalajlı sular da tüketilmektedir. Oysaki musluk suları yoluyla sağlıklı içme ve kullanma suyunun sağlanması esastır. Ambalajlı su birçok açıdan sorunludur. Kullanılan ambalajlar çevre problemi yaratmaktadır. Suyun

damacana ve plastik ambalajların içerdiği zararlı maddelerden uzak olması gerekir. Ayrıca ambalajlar, suda mikroorganizmaların üremesine zemin hazırlayabilir.

Mineralli sular 500 mg/L üzerinde, kaynak suları 500 mg/L altında çözünmüş madde içeren yeraltı sularıdır¹. Suda iyi bir sağlık için gerekli olan 14 mineralin de bulunduğu 21 element vardır. Bu elementler, kemik ve membran yapısını (Ca, P, Mg, F), su/elektrolit dengesini (Na, K, Cl), metabolik katalizi (Zn, Cu, Se, Mg, Mn), oksijen bağlanmasını (Fe), hormon fonksiyonlarını (I) etkiler. Doğal koşullar (Ca, Mg, Se, F, Zn), kasıtlı ilaveler (F) gibi

gerekçelerle suların içeriği değişkendir². İçme suyunun bazı bileşenlerinin sağlıkla ilgili olumsuz etkileri olabilir. Çalışmalar, eser elementlere (bakır, çinko, arsenik) ve minerallere (magnezyum) maruz kalmayla üreme sağlığı sorunları, kanserler, sinir sistemi konjenital malformasyonları, kardiyovasküler hastalık, ani ölüm arasındaki ilişkiyi incelemiştir³.

Ambalajlı su tüketimi, dünyada her yıl %10 artmaktadır. Ambalajlı suyun daha güvenli ve tadının daha iyi olduğuna dair inanışa rağmen, araştırmalar bunun çok gerçekçi olmadığını göstermiştir⁴. Ohio'da

ambalajlı suların sadece %5'inin önerilen florür düzeyine sahip olduğu, musluk sularının tamamının bu ihtiyacı karşıladığı; musluk sularının 3 CFU/mL altında, ambalajlı suların 0.01-4900 CFU/mL bakteriye sahip olduğu gösterilmiştir. Ambalajlı suların çoğu <1 CFU/mL bakteriye sahip olmasına rağmen, 6-4900 CFU/mL bakteri içeren 15 örnek vardı⁵. Ayrıca ambalajlı sudaki bakteriyel çoğalmanın, yüksek sıcaklıklarda musluk suyundan fazla olduğu gösterilmiştir⁴. İçme suyu güvenliğini sağlamak için kabul edilebilir üst sınırlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. İçme Suyu İle İlgili Standart Düzeyler

Parametreler	WHO (Dünya Sağlık Örgütü)	EU (Avrupa Birliği)	EPA (Amerikan Çevre Ajansı)	TS 266 (Türk Standartları Enstitüsü)	Sağlık Bakanlığı İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği
pH	-	6.5-9.5	6.5-8.5	6.5-9.5	6.5-9.5
Alüminyum (µg/l)	-	200	200	200	200
Amonyum (mg/L)	-	0.5	-	0.5	0.5
Arsenik (µg/l)	10	10	10	10	10
Bakır (mg/L)	2	2	1	2	2
Bakiye klor (mg/L)	0.5	-	-	-	0.5
Cıva (µg/l)	6	1	2	1	1
Çinko (mg/L)	-	-	5	-	-
Demir (µg/l)	-	200	300	200	200
Klorür (mg/L)	-	250	250	250	250
Florür (mg/L)	1.5	1.5	2	1.5	1.5
İletkenlik (mS/m)	-	250	-	250	250
Krom (µg/l)	50	50	100	50	50
Kurşun (µg/l)	10	10	15	10	10
Mangan (µg/l)	-	50	50	50	50
Nitrat (mg/L)	50	50	44	50	50
Nitrit (mg/L)	3	0.5	3.3	0.5	0.5
Oksitlenebilirlik (mg/L)	-	5	-	-	5
Sodyum (mg/L)	-	200	-	200	200
Sülfat (mg/L)	-	250	250	250	250
Sülfat (mg/L)	0	0	0	0	0
Enterokok (100 ml.)	0	0	0	0	0
Koliform bakteri (100 ml)	0	0	0	0	0

Ambalajlı sular ve musluk sularının içeriklerinin yeterince karşılaştırılmamış olması insanları endişelendirebilmektedir. Sağlıklı bir su tercihi için ambalajlı sular ile musluk sularının içeriği bilinmelidir. Böylece insanların su tercihleri şekillenebilecek ve ambalajlı su kullanmanın mutlak bir gereklilik olup

olmadığı ortaya çıkacaktır. Ayrıca bu araştırma, politika yapıcılara sağlıklı su hakkında fikir verebilecek ve sağlıklı su temini konusunda daha hassas davranılması için yol gösterici olacaktır. Bu çalışmada kaynak, mineralli ve musluk suyu karşılaştırılarak farklılıkları gösterilmeye çalışılmıştır.

Yöntem

Tanımlar

Jeolojik koşulları uygun jeolojik birimlerin içinde doğal olarak oluşan, bir veya daha fazla çıkış noktasından yeryüzüne kendiliğinden çıkan veya teknik usullerle çıkartılan 500 mg/L üzerinde çözünmüş madde içeren yeraltı sularına doğal mineralli sular, 500 mg/L altında çözünmüş madde içeren yeraltı sularına da doğal kaynak suları denilir. İçme suyu ise jeolojik koşulları uygun jeolojik birimlerin içinde doğal olarak oluşan, bir çıkış noktasından sürekli akan veya teknik usullerle çıkarılan ve uygun görülen dezenfeksiyon işlemleri uygulanabilen ve parametre değerleri eksiltilip arttırılabilen, etiketleme gerekliliklerini karşılayan ve satış amacı ile ambalajlanarak piyasaya arz edilen yer altı sularıdır⁶.

Veri toplama

Tanımlayıcı tipteki araştırmanın verisi Mayıs-Eylül 2019'da toplanmıştır. Güncel izinli ambalajlı sular listesine Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü'nün internet sitesinden ulaşılmıştır⁷. Listedeki 363 ürünün internet sitelerine ulaşılarak kimyasal-mikrobiyolojik parametre bilgileri veri setine geçirilmiştir. Bir yandan araştırmacı tarafından marketlerde ambalajlı suların etiket bilgileri kullanılarak bilgiler tamamlanmıştır. Bütün analiz sonuçları il sağlık müdürlükleri tarafından yapılan imzalı-kaşeli sonuçlardır. 363 üründen 25'i maden suyu vasfında olduğundan çalışmadan çıkarılmıştır. Kalan 338 numuneden 244'ü doğal kaynak suyu, 59'u doğal mineralli su ve 35'i ambalajlı içme suyudur. Ambalajlı su ürünleri hem türüne göre birbiriyle hem de nüfusça 3 büyük ilin (İstanbul, Ankara, İzmir) musluk sularıyla karşılaştırılmıştır. Ankara için www.aski.gov.tr adresindeki 25 ilçenin⁸, İstanbul için www.iski.gov.tr adresindeki 6 bölgenin⁹, İzmir için www.izsu.gov.tr adresindeki 40 merkez bölge ve 18 ilçenin¹⁰ 2019 yaz-kış analiz sonuçları kullanılmıştır. Bu 3 ilde kış verileri için 15 Ocak, yaz verileri için ise 15 Temmuz tarihine en

yakın analiz sonucu alınmıştır. Sonuçta 3 ile ait 196 analiz sonucu dâhil edilmiştir. Bütün illere ait verileri toparlamak zor olacağı için nüfusu en fazla olan 3 il seçilmiştir. Araştırma verisi topluma açık ve kolay ulaşılabilir olduğundan etik kurul izni alınmamıştır.

İstatiksel analiz

İstatiksel analiz R 3.5.1 programı kullanılarak yapılmıştır. Tanımlayıcı değerler sayı, yüzde, ortalama±SS, ortanca olarak belirtilmiştir. Kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında ki-kare testleri kullanılmıştır. Sürekli değişkenler, görsel-analitik testlerle yapılan değerlendirmede normal dağılıma uymadıkları için nonparametrik testler (Mann-Whitney U, Kruskal Wallis testi) ile karşılaştırılmıştır. Anlamlılık düzeyi p<0.05 alınmıştır.

Bulgular

Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü'nün 23.08.2019'te güncellediği izinli ambalajlı su listesindeki 338 markanın %72.2'si (n=244) doğal kaynak, %17.5'i (n=59) doğal mineralli, %10.3'ü (n=35) içme suyudur. Ambalajlı suların %45.9'u Marmara, %16.0'sı Ege Bölgesi'nde paketlenmektedir. İstanbul ambalajlı suların %23.1'le en çok paketlenildiği il iken, onu Sakarya (%9.5), Bursa (%6.4) takip etmektedir. Analiz sonuçlarına ulaşılan 172 ürünün %77.9'u kaynak, %16.9'u mineralli, %5.2'si içme suyu statüsündedir.

Tablo 2'de ambalajlı suların kimyasal parametre düzeyleri verilmiştir. Ortanca florür düzeyi doğal kaynak sularında 0.05, mineralli sularda 0.10, içme sularında 0.00 mg/L'ydü (p=0.027). Sülfat doğal kaynak sularında 4.03, doğal mineralli sularda 6.50, içme sularında 0.66 mg/L'ydü (p=0.022). İkili karşılaştırmalar sonucu mineralli suların, içme sularından daha yüksek florür ve sülfata sahip olduğu görüldü. Diğer parametreler açısından gruplar arasında fark yoktu (p>0.05).

Ambalajlı sularla musluk sularının karşılaştırılması

Tablo 2. Ambalajlı Suların Kimyasal Parametrelerinin Karşılaştırılması

	Doğal kaynak suyu		Doğal mineralli su		İçme suyu		P
	Ort.±SS	Ortanca (min-maks)	Ort.±SS	Ortanca (min-maks)	Ort.±SS	Ortanca (min-maks)	
pH	7.41±0.57	7.43 (5.86-8.90)	7.51±0.73	7.64 (5.95-8.50)	7.30±0.63	7.31 (6.56-8.36)	0.207*
Alüminyum (µg/l)	9.27±14.56	1.14 (0.00-61.30)	8.07±14.95	0.85 (0.00-44.10)	13.32±29.78	0.00 (0.00-66.60)	0.684*
Amonyum (mg/L)	0.01±0.03	0.00 (0.00-0.25)	0.00±0.01	0.00 (0.00-0.02)	0.03±0.07	0.00 (0.00-0.20)	0.968*
Klorür (mg/L)	4.00±6.62	2.03 (0.00-42.60)	5.27±5.84	2.00 (0.05-19.33)	8.59±8.52	3.00 (1.56-19.19)	0.139*
Florür (mg/L)	0.09±0.15	0.05 (0.00-0.90)	0.20±0.35	0.10 (0.00-1.36)	0.02±0.03	0.00 (0.00-0.06)	0.027*
Sülfat (mg/L)	6.22±7.80	4.03 (0.00-50.80)	32.49±90.01	6.50 (0.60-415.97)	3.26±6.23	0.66 (0.00-14.40)	0.022*
Oksitlenme (mg/L)	0.97±0.75	0.80 (0.00-3.20)	0.72±0.39	0.79 (0.00-1.20)	0.46±0.23	0.50 (0.10-0.70)	0.194*
Kalsiyum (mg/L)	13.82±21.59	6.55 (2.80-62.55)	28.14±27.75	19.37 (3.20-118.40)	-	-	0.080**
Mg (mg/L)	3.70±4.01	2.32 (1.20-12.62)	23.78±88.91	3.40 (0.20-411.45)	-	-	0.596**
Sodyum (mg/L)	6.76±14.43	3.21 (0.00-94.98)	21.81±30.04	6.55 (0.90-91.70)	17.89±28.03	3.80 (2.20-67.30)	0.060*
Potasyum (mg/L)	0.55±0.78	0.55 (0.00-1.10)	1.38±2.42	0.54 (0.00-9.62)	-	-	0.658**
Demir (µg/l)	8.86±20.14	0.00 (0.00-108.60)	22.40±42.69	1.54 (0.00-138.00)	11.02±24.64	0.00 (0.00-55.10)	0.535*
Mangan (µg/l)	1.17±2.37	0.00 (0.00-10.60)	13.69±29.61	1.00 (0.00-80.00)	1.39±1.60	1.35 (0.00-2.84)	0.393*
Bikarbonat (mg/L)	316.67±378.61	122.00 (75.00-753.00)	283.72±689.31	107.46 (12.20-3025.60)	-	-	0.421**
Nitrat (mg/L)	3.05±3.90	1.44 (0.00-18.20)	2.67±3.41	1.30 (0.00-11.30)	1.21±1.32	1.08 (0.00-2.70)	0.541*
Nitrit (mg/L)	0.02±0.05	0.00 (0.00-0.23)	0.06±0.11	0.00 (0.00-0.33)	0.00±0.00	0.00 (0.00-0.00)	0.355*
İletkenlik (mS/m)	11.79±10.11	8.30 (1.20-50.00)	13.87±11.46	13.50 (1.50-40.10)	10.88±7.44	9.53 (3.00-27.10)	0.786*
Kurşun (µg/l)	0.18±0.50	0.00 (0.00-1.79)	0.00±0.00	0.00 (0.00-0.01)	0.00	0.00 (0.00-0.00)	0.888*
Krom (µg/l)	1.86±4.51	0.00 (0.00-18.05)	0.33±0.52	0.00 (0.00-1.00)	0.00	0.00 (0.00-0.00)	0.796*
Arsenik (µg/l)	0.70±1.76	0.00 (0.00-8.93)	1.41±3.36	0.00 (0.00-9.00)	1.00±1.55	0.35 (0.00-3.30)	0.714*
Bakır (µg/l)	1.67±4.08	0.00 (0.00-10.00)	0.00	0.00 (0.00-0.00)	5.00±7.07	5.00 (0.00-10.00)	0.565*
Cıva (µg/l)	0.04±0.11	0.00 (0.00-0.29)	0.00	0.00 (0.00-0.00)	0.00	0.00 (0.00-0.00)	0.867*

Ort.=ortalama, SS=standart sapma, *Kruskal Wallis Testi, **Mann Whitney U Testi

Tablo 3. Üç Büyük İlin Musluk Sularının Kimyasal Parametrelerinin Karşılaştırılması

	Ankara		İstanbul		İzmir		p
	Ort.±SS	Ortanca (min-maks)	Ort.±SS	Ortanca (min-maks)	Ort.±SS	Ortanca (min-maks)	
pH	-	-	7.16±0.19	7.18 (6.83-7.47)	7.24±0.24	7.20 (6.50-7.70)	0.149*
Alüminyum (µg/l)	41.73±33. 94	23.00 (5.00-148.00)	46.27±28.1 1	40.00 (5.00-141.00)	7.73±13.20	5.66 (1.61-119.97)	<0.001* *
Klorür (mg/L)	-	-	36.92±14.6 8	28.60 (22.23-74.60)	29.42±18.5 4	26.00 (7.37-164.51)	<0.001*
Bakiye klor (mg/L)	0.51±0.14	0.50 (0.20-0.80)	-	-	0.47±0.07	0.50 (0.20-0.50)	0.001*
Florür (mg/L)	-	-	0.08±0.04	0.06 (0.03-0.19)	0.07±0.06	0.07 (0.00-0.16)	0.947*
Sülfat (mg/L)	71.67±68. 33	31.00 (3.10-190.00)	48.33±24.8 8	41.45 (16.30-94.30)	44.07±27.6 0	39.79 (8.15-93.30)	0.954**
Sodyum (mg/L)	-	-	19.70±10.8 8	14.80 (10.99-47.20)	34.27±31.3 5	22.49 (4.50-80.43)	0.392*
Demir (µg/l)	22.57±25. 78	16.00 (5.00-119.00)	24.50±29.8 8	7.50 (5.00-90.00)	37.29±31.4 9	30.58 (5.15-130.20)	0.015**
Mangan (µg/l)	-	-	5.87±4.90	4.00 (2.00-20.00)	0.80±0.77	1.11 (0.00-1.63)	<0.001*
Nitrat (mg/L)	-	-	2.99±2.30	2.70 (0.37-10.71)	16.36±7.25	15.48 (4.90-28.58)	<0.001*
İletkenlik (mS/m)	53.07±26. 92	49.75 (19.50-119.30)	-	-	60.08±23.7 7	55.40 (11.70-140.00)	0.055*
Toplam sertlik (fr)	-	-	15.08±2.63	14.50 (11.40-21.40)	27.89±8.83	27.00 (5.00-48.00)	<0.001*
Kurşun (µg/l)	-	-	0.40±0.00	0.40 (0.40-0.40)	0.77±0.55	0.56 (0.30-1.82)	0.378*
Krom (µg/l)	-	-	0.28±0.10	0.25 (0.20-0.40)	0.89±0.48	0.90 (0.28-1.55)	0.023*
Arsenik (µg/l)	-	-	0.38±0.10	0.35 (0.30-0.50)	2.93±2.00	2.82 (0.33-8.08)	0.001*
Bakır (µg/l)	-	-	1.33±0.59	1.00 (1.00-3.00)	4.22±2.58	3.39 (1.58-7.70)	0.001*

Ort.=ortalama, SS=standart sapma, *Mann Whitney U Testi, **Kruskal Wallis Testi

Tablo 3'te musluk sularının kimyasal parametreleri karşılaştırılmıştır. Ortanca alüminyum düzeyi Ankara'da 23.00, İstanbul'da 40.00, İzmir'de 5.66 µg/l'dir. İzmir'de alüminyum, Ankara ve İstanbul'dan anlamlı düşüktü. Klorür İstanbul'da 28.60, İzmir'de 26.00 mg/L'dir. İstanbul'da klorür, İzmir'den anlamlı yüksekti. Ankara'da 13 (%26.0), İzmir'de 17 (%15.5) numunede bakiye klor olması gereken 0.5 ppm'in altındaydı. Ortanca demir düzeyi Ankara'da 16.00, İstanbul'da

7.50, İzmir'de 30.58 µg/l'dir. İzmir'de demir, Ankara ve İstanbul'dan anlamlı yüksekti. Mangan İstanbul'da 4.00, İzmir'de 1.11 µg/l'dir. İstanbul'da mangan, İzmir'den anlamlı yüksekti. Nitrat İstanbul'da 2.70, İzmir'de 15.48 mg/L'dir. İzmir'de nitrat, İstanbul'dan anlamlı yüksekti. Krom İstanbul'da 0.25, İzmir'de 0.90 µg/l'dir. Arsenik İstanbul'da 0.35, İzmir'de 2.82 µg/l'dir. Bakır İstanbul'da 1.00, İzmir'de 3.39 µg/l'dir. İzmir'de, İstanbul'dan anlamlı şekilde yüksek krom,

arsenik, bakır vardı. Su sertliği İstanbul'da 14.50, İzmir'de 27.00 fr'ydi. İzmir'in suyu, İstanbul'dan daha sertti. pH, florür, sülfat, sodyum, kurşun, iletkenlik açısından iller arasında fark yoktu.

Tablo 4'te ambalajlı ve musluk suyu ölçüm sonuçları verilmiştir. Ortanca pH düzeyi kaynak sularında 7.43, mineralli sularında 7.64, musluk sularında 7.20'ydi. Musluk sularında pH anlamlı düşüktü. 4 mineralli, 11 kaynak suyunun pH değeri standartların altındaydı (<6.5). Standardın dışında pH değerli musluk suyu yoktu. Ortanca alüminyum düzeyi kaynak sularında 1.14, mineralli sularında 0.85, musluk sularında 10.00; amonyum ise her üç grupta 0.00 µg/l'ydi. Klorür kaynak sularında 2.03, mineralli sularında 2.00, musluk sularında 27.74 µg/l'ydi. Florür kaynak sularında 0.05, mineralli sularında 0.10, musluk sularında 0.06 mg/L'ydi. Sülfat

kaynak sularında 4.03, mineralli sularında 6.50, musluk sularında 39.79 mg/L'ydi. Oksitlenebilirlik kaynak sularında 0.80, mineralli sularında 0.79, musluk sularında 0.60 mg/L'ydi. Kalsiyum kaynak sularında 6.55, mineralli sularında 19.37, musluk sularında 48.85; magnezyum kaynak sularında 2.32, mineralli sularında 3.40, musluk sularında 6.36 mg/L'ydi. Sodyum kaynak sularında 3.21, mineralli sularında 6.55, musluk sularında 14.90; potasyum kaynak sularında 0.55, mineralli sularında 0.54, musluk sularında 2.56 mg/L'ydi. Demir kaynak sularında 0.00, mineralli sularında 1.54, musluk sularında 21.21; mangan kaynak sularında 0.00, mineralli sularında 1.00, musluk sularında 3.00 µg/l'ydi. Nitrat kaynak sularında 1.44, mineralli sularında 1.30, musluk sularında 2.96; nitrit kaynak sularında, mineralli sularında ve musluk sularında 0.00 mg/L'ydi.

Tablo 4. Ambalajlı Sular İle Üç İle Ait Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Türü	Doğal kaynak suyu		Doğal mineralli su		Muskuk suyu		p**
	Ort.±SS	Ortanca (min-maks)	Ort.±SS	Ortanca (min-maks)	Ort.±SS	Ortanca (min-maks)	
pH	7.41±0.57	7.43 (5.86-8.90)	7.51±0.73	7.64 (5.95-8.50)	7.22±0.2 3	7.20 (6.50-7.70)	<0.001
Alüminyum (µg/l)	9.27±14.56	1.14 (0.00-61.30)	8.07±14.95	0.85 (0.00-44.10)	24.49±2 9.45	10.00 (1.61-148.00)	<0.001
Amonyum (mg/L)	0.01±0.03	0.00 (0.00-0.25)	0.00±0.01	0.00 (0.00-0.02)	0.00±0.0 0	0.00 (0.00-0.00)	0.001
Klorür (mg/L)	4.00±6.62	2.03 (0.00-42.60)	5.27±5.84	2.00 (0.05-19.33)	31.73±1 7.73	27.74 (7.37-164.51)	<0.001
Florür (mg/L)	0.09±0.15	0.05 (0.00-0.90)	0.20±0.35	0.10 (0.00-1.36)	0.08±0.0 5	0.06 (0.00-0.19)	0.032
Sülfat (mg/L)	6.22±7.80	4.03 (0.00-50.80)	32.49±90.0 1	6.50 (0.60-415.97)	60.55±5 4.02	39.79 (3.10-190.00)	<0.001
Oksitlenme (mg/L)	0.97±0.75	0.80 (0.00-3.20)	0.72±0.39	0.79 (0.00-1.20)	0.52±0.1 3	0.60 (0.40-1.20)	<0.001
Kalsiyum (mg/L)	13.82±21.5 9	6.55 (2.80-62.55)	28.14±27.7 5	19.37 (3.20-118.40)	48.05±6. 96	48.85 (35.68-63.40)	<0.001
Magnezyum	3.70±4.01	2.32 (1.20-	23.78±88.9 1	3.40 (0.20-	7.53±3.1 3	6.36 (4.15-	0.001

Ambalajlı sularla musluk sularının karşılaştırılması

(mg/L)		12.62)		411.45)		14.80)	
Sodyum (mg/L)	6.76±14.43	3.21 (0.00-94.98)	21.81±30.0 4	6.55 (0.90-91.70)	22.07±1 6.39	14.90 (4.50-80.43)	<0.001
Potasyu m (mg/L)	0.55±0.78	0.55 (0.00-1.10)	1.38±2.42	0.54 (0.00-9.62)	2.91±0.8 9	2.56 (1.89-5.13)	<0.001
Demir (µg/l)	8.86±20.14	0.00 (0.00-108.60)	22.40±42.6 9	1.54 (0.00-138.00)	33.23±3 0.78	21.21 (5.00-130.20)	<0.001
Mangan (µg/l)	1.17±2.37	0.00 (0.00-10.60)	13.69±29.6 1	1.00 (0.00-80.00)	4.25±4.6 9	3.00 (0.00-20.00)	<0.001
Bikarbo nat (mg/L)	316.67±37 8.61	122.00 (75.00-753.00)	283.72±68 9.31	107.46 (12.20-3025.60)	-	-	0.421*
Nitrat (mg/L)	3.05±3.90	1.44 (0.00-18.20)	2.67±3.41	1.30 (0.00-11.30)	5.17±6.0 7	2.96 (0.37-28.58)	0.019
Nitrit (mg/L)	0.02±0.05	0.00 (0.00-0.23)	0.06±0.11	0.00 (0.00-0.33)	0.00±0.0 0	0.00 (0.00-0.00)	<0.001
İletkenli k (mS/m)	11.79±10.1 1	8.30 (1.20-50.0)	13.87±11.4 6	13.5 (1.50-40.10)	57.89±2 4.92	54.45 (11.70-140.00)	<0.001
Top. Sertlik (fr)	1.87±0.61	1.70 (0.93-3.00)	2.00	2.00 (2.00-2.00)	24.57±9. 54	21.00 (5.00-48.00)	<0.001
Kurşun (µg/l)	0.18±0.50	0.00 (0.00-1.79)	0.00±0.00	0.00 (0.00-0.01)	0.69±0.5 0	0.45 (0.30-1.82)	<0.001
Krom (µg/l)	1.86±4.51	0.00 (0.00-18.05)	0.33±0.52	0.00 (0.00-1.00)	0.67±0.4 9	0.46 (0.20-1.55)	0.096
Arsenik (µg/l)	0.70±1.76	0.00 (0.00-8.93)	1.41±3.36	0.00 (0.00-9.00)	2.81±2.0 3	2.20 (0.30-8.08)	<0.001
Bakır (µg/l)	1.67±4.08	0.00 (0.00-10.00)	0.00	0.00 (0.00-0.00)	2.14±1.9 1	1.00 (1.00-7.70)	0.011
Cıva (µg/l)	0.04±0.11	0.00 (0.00-0.29)	0.00	0.00 (0.00-0.00)	0.22±0.2 1	0.19 (0.00-0.57)	0.109

Ort.=ortalama, SS=standart sapma, *Mann Whitney U Testi, **Kruskal Wallis Testi

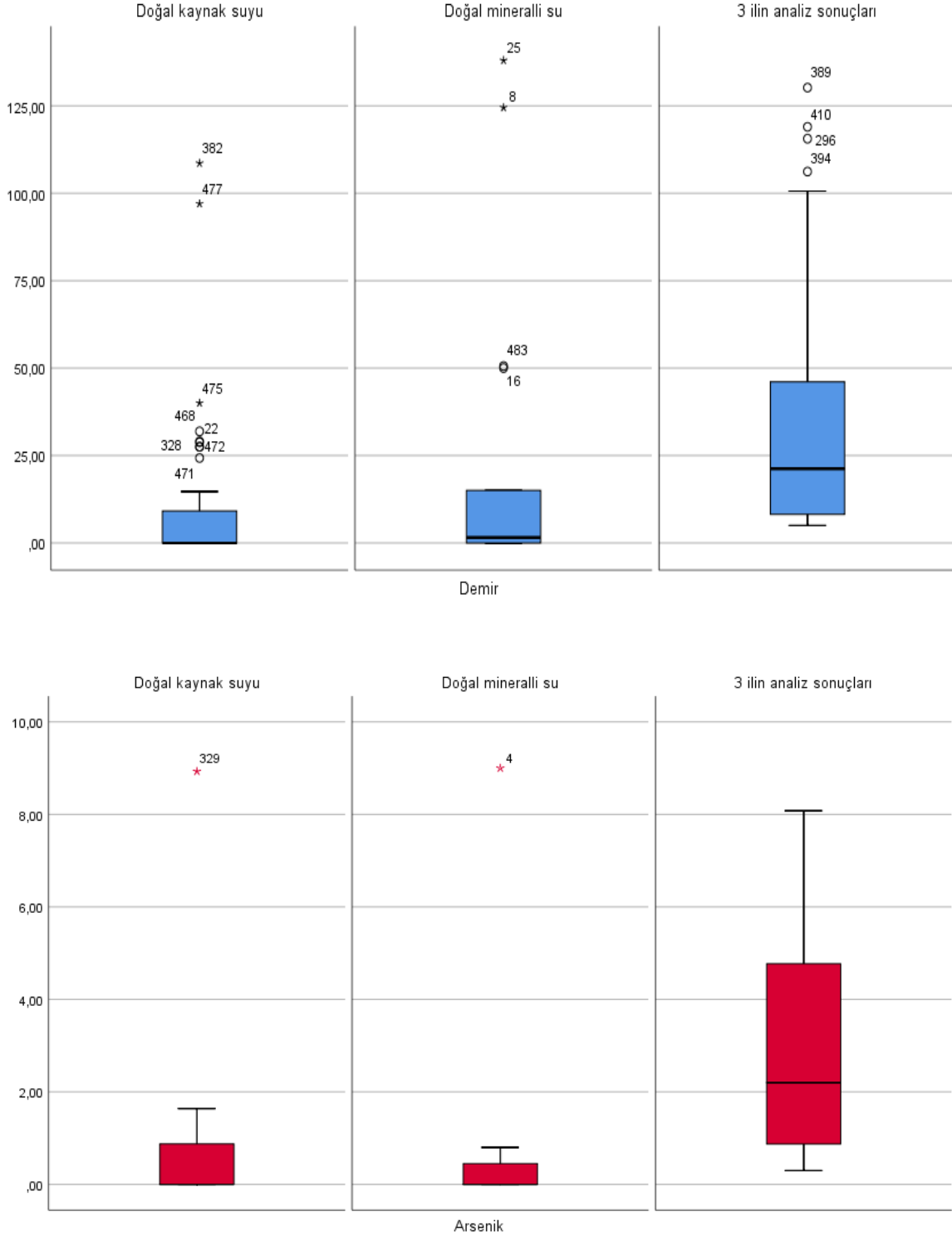
Ortanca iletkenlik kaynak sularında 8.30, mineralli sularda 13.50, musluk sularında 54.45 mS/m'ydı. Sertlik kaynak sularında 1.70, musluk sularında 21.00 fr'ydı. Kurşun kaynak sularında 0.00, mineralli sularda 0.00, musluk sularında 0.45 µg/l'ydı. Arsenik kaynak sularında 0.00, mineralli sularda 0.00, musluk

sularında 2.20 µg/l'ydı. Bakır kaynak sularında 0.00, musluk sularında 1.00 µg/l'ydı. Kaynak sularında diğer gruplardan anlamlı şekilde az sodyum ve musluk suyundan anlamlı şekilde az mangan vardı. Mineralli sularda florür diğer sulardan anlamlı fazlaydı. Musluk sularında pH, nitrit anlamlı düşük, alüminyum, klorür, sülfat,

kalsiyum, magnezyum, demir, iletkenlik, kurşun, arsenik anlamlı yüksekti. Musluk suyunun sertliği, kurşun düzeyi; kaynak sularından anlamlı yüksek, oksitlenebilirliği azdı. Ambalajlı ve musluk suları arasında

bikarbonat, krom, cıva açısından anlamlı fark yoktu ($p>0.05$).

Şekil 1’de demir ve arsenik ölçüm sonuçlarına ait kutu-çizgi grafiği verilmiştir.



Şekil 1. Ambalajlı Sular İle Üç İle Ait Demir ve Arsenik Ölçüm Sonuçlarına Ait Kutu-Çizgi Grafiği

Musluk sularındaki parametrelerin yaz-kış düzeyleri incelenmiştir. Sadece alüminyum, nitrat, su sertliği, bakır düzeyleri anlamlı olarak mevsimsel değişiklik göstermekteydi. Alüminyum ve bakır yaz mevsiminde, nitrat ve su sertliği kış mevsiminde anlamlı yüksekti ($p<0.05$).

Tablo 5'te ambalajlı ve musluk sularının 22 derecede koloni sayıları verilmiştir. Buna göre; mineralli suların %18.2'sinde, kaynak sularının %6.8'inde koloni pozitifliğine rastlanırken, ambalajlı içme suyu ve musluk sularında koloni pozitifliği yoktu.

Tablo 5. Paketlenmiş Sular ve Üç Büyük İl Musluk Suyuna Ait 22 Derecede Koloni Sayısı

Türü	Koloni pozitifliği			
	Var		Yok	
	n	%	n	%
Ambalajlı sular	10	7.3	127	92.7
Doğal kaynak suyu	8*	6.8	109	93.2
Doğal mineralli su	2**	18.2	9	81.8
Ambalajlı içme suyu	0	0.0	9	100.0
Musluk suları	0	0.0	195	100.0
Toplam	10	3.0	322	97.0

n=sayı, %=satır yüzdesi, ki-kare $p<0.001$, *50, 8, 5, 4, 2, 1, 1 ve 1 koloni, **18 ve 20 koloni

Tartışma

Bu çalışmada 172 ambalajlı, 196 musluk suyu analiz sonucu incelenmiştir. Ortalama pH kaynak sularında 7.4 (ortanca=7.4), mineralli sularda 7.5 (ortanca=7.6), musluk sularında 7.2'ydi (ortanca=7.2). Musluk sularında pH anlamlı düşüktü. Sierra Leone'de bir çalışmada; pH; ambalajlı üretim tesislerinde 6.6, ambalajlı poşet sularında 6.3, musluk sularında 5.6'ydı¹¹. Çin'de 2015 yılında bir çalışmada; ortalama pH, musluk sularında 7.9, yüzey sularında 7.8'di¹². Hindistan'da bir çalışmada; ortalama pH; şişe sularında 6.3, poşet sularında 7.1, musluk sularında 7.8'di¹³. Etiyopya'da musluk suları 7.4-8.1 arasında pH'a sahipti¹⁴. Güney Kore'de 9 farklı PET (polietilen tereftalat) su ve musluk sularından örneklerinin karşılaştırılması amacıyla yapılan çalışmada; ortalama pH musluk sularında 7.1 ve 7.2; ambalajlı sularda en düşük ortalama 6.7, en yüksek 8.0'di¹⁵. İtalya'da musluk ve kuyu suyunda sırasıyla ortalama pH 7.7 ve 7.5'di ($p<0,05$)¹⁶. Ülkemizdeki çalışmalarda ortalama pH Van'da 7.4¹⁷, Bitlis'te 7.4¹⁸, Erziş'te 6.9'du¹⁹. Hindistan, Çin ve İtalya'da musluk suyu pH düzeyinin çalışmamıza göre yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Sierra Leone'deki tüm su türlerinde pH düşüktür. Bu durum muhtemelen bölgelerin yer altı su özellikleriyle ilgilidir. Kimi çalışmalarda musluk suyu, kimi çalışmalarda ise

ambalajlı su pH'ının daha düşük olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada ortalama kalsiyum kaynak sularında 13.8 (ortanca=6.6), mineralli sularda 28.1 (ortanca=19.4), musluk sularında 48.1 (ortanca=48.9) mg/L'ydı. Magnezyum kaynak sularında 3.7 (ortanca=2.3), mineralli sularda 23.8 (ortanca=3.4), musluk sularında 7.5 (ortanca=6.4) mg/L'ydı. Musluk suları diğer iki gruptan anlamlı şekilde yüksek kalsiyuma sahipken, magnezyum mineralli sularda fazlaydı. Çin'de musluk suyu ve yüzey sularda ortalama değerler sırasıyla kalsiyum 28.0-41.8, magnezyum 3.4-20.9 mg/L'ydı¹². Hindistan'da ortalama kalsiyum ve magnezyum sırasıyla; şişe suyunda 14.6-23.2, poşet suda 14.3-8.0, kuyu suyunda 70.1-52.3, musluk suyunda 92.0-92.0 mg/L'ydı¹³. ABD'nin kuzeyinde 21 şehrin musluk suyu içeriğinde önemli farklar bulunmuştu. Ortalama kalsiyum ve magnezyum sırasıyla yüzeyel musluk suyu kaynaklarında 34.0-10.0, yer altı kaynaklardan gelen musluk suyunda 52.0-20.0, ambalajlı kaynak sularında 18.0-8.0, ambalajlı mineral sularında 100.0-24.0 mg/L'ydı³. ABD'de kalsiyum ve magnezyum yeraltı kaynaklarda, yüzey kaynaklarından fazlaydı. Mineralli sular hariç diğer sulardaki magnezyum bizimkinden fazlaydı. İspanya'da kalsiyum musluk sularında 39.0, ambalajlı mineral sularda 39.6 mg/L'ydı²⁰. Van'da ortalama kalsiyum 36.0, magnezyum

22.0 mg/L'ydi¹⁷. Muğla Bodrum'da, içme-sulama amaçlı kullanılan baraj suyunda kalsiyum 79.4, magnezyum 47.6 mg/L'ydi²¹. Erciş İlçesi'nde kalsiyum 27.6, magnezyum 24.5 mg/L bulundu¹⁹. Bu ülke örneklerinde magnezyum seviyeleri bizim çalışmadaki musluk suyu magnezyum seviyelerinden daha yüksekti. Bunun nedeni çalışma bölgelerinin coğrafi farklılıkları olabilir.

Bu çalışmada ortalama sodyum kaynak sularında 6.8 (ortanca=3.2), mineralli sularında 21.8 (ortanca=6.6), musluk sularında 22.1 (ortanca=14.9) mg/L'ydi. Kaynak sularında diğer sulardan anlamlı şekilde az sodyum vardı. Potasyum kaynak sularında 0.6 (ortanca=0.6), mineralli sularında 1.4 (ortanca=0.5), musluk sularında 2.9 (ortanca=2.6) mg/L'ydi. Musluk suyu, mineralli sulardan daha fazla potasyum içermekteydi. Çin'de musluk ve yüzey sularında ortancalar sırasıyla sodyum 4.1-78.3, potasyum 1.9-5.5 mg/L'ydi¹². Hindistan'da ortalama sodyum ve potasyum sırasıyla; şişe suyunda 18.6-0.4, poşet suda 13.27-1.0, kuyu suyunda 36.1-1.4, musluk suyunda 20.4-2.6 mg/L'ydi¹³. Hindistan'da çalışmamıza benzer şekilde musluk suyunda daha yüksek potasyum vardı. ABD'de ortalama sodyum bizim çalışmaya göre çok fazla değişkenlik göstermiş olup yüzeyel musluk suyu kaynaklarında 35, yer altı kaynaklardan gelen musluk suyunda 91, ambalajlı kaynak sularında 4, ambalajlı mineral sularında 371 mg/L'ydi³.

Bu çalışmada ortalama klorür kaynak sularında 4.0 (ortanca=2.0), mineralli sularında 5.3 (ortanca=2.0), musluk sularında 31.7 (ortanca=27.7) µg/l'ydi. Florür kaynak sularında 0.1 (ortanca=0.1), mineralli sularında 0.2 (ortanca=0.1), musluk sularında 0.1 (ortanca=0.1) mg/L'ydi. Sülfat kaynak sularında 6.2 (ortanca=4.0), mineralli sularında 32.5 (ortanca=6.5), musluk sularında 60.6 (ortanca=39.8) mg/L'ydi. Musluk sularında klorür ve sülfat şekilde yüksekti. Çin'de musluk suyu ve yüzey sularında ortanca değerler sırasıyla klorür 9.4-81.6, florür 0.1-0.7, sülfat 26.2-148.3 mg/L'ydi¹². Hindistan'da ortalama klorür ve sülfat sırasıyla; şişe suyunda 17.0-2.7, poşet suda 38.0-2.9, kuyu suyunda 66.7-33.3, musluk suyunda 51.0-4.3 mg/L'ydi. Florür; şişe suyunda 0.1, poşet

suda 0.0, kuyu suyunda 0.3, musluk suyunda 0.3 mg/L'ydi¹³. Güney Kore'de, musluk suları için ortanca sülfat değerleri 0.4 ve 3.4 mg/L iken; ambalajlı sularında en düşük ortanca 1.8, en yüksek 15.0 mg/L'ydi¹⁵. İtalya'da ortanca sülfat değerleri musluk suyunda 31.1, kuyu suyunda 36.8 mg/L'ydi¹⁶. Kanada'da ambalajlı sularında ortalama klorür 24.0, sülfat 27.0 mg/L'ydi²². Van'da sülfat 29.0, florür 0.2¹⁷, Erciş'te sülfat 5.9 mg/L'ydi¹⁹. Muğla, Bodrum'da klor ve sülfat düzeylerini sırasıyla 1.2 ve 66.2 mg/L'ydi²¹. Yurtdışı yayınların aksine ülkemizde yapılan çalışmalarda genel olarak musluk suyunda sülfatın daha fazla olması dikkat çekicidir. Fazla sülfat suyun tadını bozar ve aşındırıcı etkisi vardır. Fazla sülfatlı sular acıdır. İshale sebep olabilir. Bu yüzden sudaki sülfat düzeyinin fazla yükselmesine müsaade edilmemelidir.

Bu çalışmada ortalama nitrat kaynak sularında 3.1 (ortanca=1.4), mineralli sularında 2.7 (ortanca=1.3), musluk sularında 5.2 (ortanca=3.0) mg/L'ydi. Musluk suyu, kaynak suyundan anlamlı şekilde fazla nitrat içermekteydi. Nitrit kaynak sularında 0.0 (ortanca=0.0), mineralli sularında 0.1 (ortanca=0.0), musluk sularında 0.0 (ortanca=0.0) mg/L'ydi. Alüminyum kaynak sularında 9.3 (ortanca=1.1), mineralli sularında 8.1 (ortanca=0.9), musluk sularında 24.5 (ortanca=10.0) µg/l'ydi. Musluk sularında alüminyum düzeyi anlamlı yüksekti. Amonyum kaynak sularında 0.0 (ortanca=0.0), mineralli sularında 0.0 (ortanca=0.0), musluk sularında 0.0 (ortanca=0.0) µg/l'ydi. Sierra Leone'de bir çalışmada; ortalama nitrat, ham suda 5, ambalajlı su tesislerinde 4, ambalajlı poşet suyunda 4, musluk suyunda 3 mg/L'ydi¹¹. Çin'de musluk suyu ve yüzey sularında ortanca değerler sırasıyla nitrat 11.2-17.9, amonyum 0.2-0.0 mg/L'ydi¹². Hindistan'da ortalama nitrat; kuyu suyunda 10.2, musluk suyunda 8.0 mg/L'ydi¹³. İtalya'da musluk ve kuyu suyunda ortalama nitrat 16.2-5.5, amonyum 0.0-0.0 mg/L'ydi¹⁶. Kanada'da ortalama nitrat ambalajlı sularında 0.7 mg/L'ydi²². Van'da ortalama musluk suyu nitratı kuyuda 10.0, kaynak/çeşmede 17.4, depolarda 4.9 mg/L'ydi. Nitrit kuyuda 0.0,

kaynak/çeşmede 0.1, depoda 0.0 mg/L'ydi¹⁷. Erciş içme sularında nitrat 7.1, nitrit 0.0, alüminyum 0.5 mg/L'ydi¹⁹. Erzurum'da musluk sularında ortalama nitrat 43.7, nitrit 0.0 mg/L'ydi²³. Çalışmamızın en büyük farklılığı nitrat düzeyinin diğer çalışmalara göre genel olarak düşük olmasıdır.

Bu çalışmada ortalama demir kaynak sularında 8.9 (ortanca=0.0), mineralli sularda 22.4 (ortanca=1.5), musluk sularında 33.2 (ortanca=21.2) µg/l'ydi. Musluk suyu demir düzeyi diğer sulardan anlamlı yüksekti. Mangan kaynak sularında 1.2 (ortanca=0.0), mineralli sularda 13.7 (ortanca=1.0), musluk sularında 4.3 (ortanca=3.0) µg/l'ydi. Krom kaynak sularında 1.9 (ortanca=0.0), mineralli sularda 0.3 (ortanca=0.0), musluk sularında 0.7 (ortanca=0.5) µg/l'ydi. Sierra Leone'de, ortalama demir ham suda 12.1, ambalajlı su üretim tesislerinde 12.0, ambalajlı poşet sularında 10.7, musluk sularında 20.0 µg/l'ydi. Mangan; ham suda 463.0, ambalajlı üretim tesislerinde 450.0, ambalajlı poşet sularında 418.0, musluk sularında 451.0 µg/l'ydi¹¹. Mangan değerleri bizimkinden oldukça yüksekti. Çin'de ortalama demir ve mangan sırasıyla; şişe sularında 4.7-0.1, poşet sularda 8.0-0.2, musluk sularında 35.9-2.4 µg/l'ydi. Ortanca krom ise musluk suyunda 2.5, yüzey sularında 3.3 µg/l'ydi¹². Hindistan'da ortalama krom; şişe suyunda 1.8, poşet suda 0.8, musluk suyunda 0.9'du¹³. İtalya'da musluk ve kuyu suyu ortalama değerleri sırasıyla; krom, 1.3, 0.0, demir 1.1, 3.5 µg/l'ydi¹⁶. İran'da bir çalışmaya göre krom; Mashhad'da 4.9, Ahvaz'da 5.3, Avusturalya'da 4.4, Çin'de 2.8, Tayland'da 0.6, Hindistan'da 28.3, Malezya'da 2.2 µg/l'ydi²⁴. Van'da demir 0.02, krom 0.012 mg/L'dir¹⁷. Erciş'te demir 0.01, mangan 0.1 mg/L'ydi¹⁹. Çalışmamızda krom değerleri yurtdışı yayınlardan daha düşükken, demir ve krom değerleri yurtiçi diğer yayınlara göre yüksektir.

Bu çalışmada ortalama kurşun kaynak sularında 0.2 (ortanca=0.0), mineralli sularda 0.0 (ortanca=0.0), musluk sularında 0.7 (ortanca=0.5); arsenik kaynak sularında 0.7 (ortanca=0.0), mineralli sularda 1.4 (ortanca=0.0), musluk sularında

2.8 (ortanca=2.2) µg/l'ydi. Musluk suyu kurşun ve arsenik düzeyi diğer sulardan anlamlı şekilde fazlaydı. Fakat hiçbir numunede standartların dışında kurşun ve arseniğe rastlanmadı. Bakır kaynak sularında 1.7 (ortanca=0.0), musluk sularında 2.1 (ortanca=1.0) µg/l'ydi. Musluk suyunda bakır, kaynak sularından anlamlı şekilde fazlaydı. Çin'de musluk suyu ve yüzey sularında ortalama değerler sırasıyla kurşun 1.1-0.5, bakır 5.6-5.1 µg/l'ydi¹². Hindistan'da ortalama bakır ve kurşun sırasıyla; şişe sularında 0.6-0.3, poşet suda 245.2-1.6, musluk suyunda 14.0-1.5 mg/L'ydi¹³. Etiyopya'da ortalama kurşun korunmamış kuyularda 0.03, korumalı kuyuda 0.02, korumalı kaynaklarda 0.02, korumasız kaynaklarda 0.02 mg/L'ydi. Musluk suyunda maksimum 0.09 mg/L'ydi. Farklı kaynakların konsantrasyonları arasında istatistiksel fark yoktu¹⁴. İtalya'da ortalama bakır musluk sularında 4.5, kuyu sularında 3.1 µg/l'ydi¹⁶. Kanada'da ambalajlı sularda ortalama kurşun 5.3, bakır 5.5 µg/l'ydi²². İran'daki bir çalışmaya göre kurşun; Ahvaz'da 21.1, Tahran'da 4.5, Avusturalya'da 5.2, Çin'de 5.1, Tayland'da 16.7, Hindistan'da 46.2, Malezya'da 5.2 µg/l'ydi. Arsenik; Ahvaz'da 5.8, Tahran'da 2.3, Avustralya'da 0.6, Tayland'da 1.1, Hindistan'da 32.0, Malezya'da 2.5 µg/l'ydi²⁴. Van'da¹⁷ ortalama bakır 1.2, arsenik 14.3, Erciş'te¹⁹ bakır 0.4, arsenik 5.0 µg/L'ydi. Düzce'de; ambalajlı su numunelerinde alüminyum, krom, mangan, demir, arsenik, cıva ve kurşun düzeyleri, çalışmamıza benzer şekilde musluk sularından anlamlı düzeyde düşük bulunmuştu²⁵. Kurşun, bakır ve arsenik düzeyi dünya genelinde geniş bir yelpazede değişkenlik göstermektedir. Arsenik düzeyi açısından ülkemiz ortalarında yer alırken, genel olarak kurşun ve bakır düzeylerinin ülkemiz musluk sularında daha az olduğu söylenebilir. Bu da kurşunun solunum ve sinir sistemi ile ilgili enzim problemlerinden, ölümcül olan kalp ve beyin hasarlarına ve bakırın mukoza iltihaplanması, damar hastalıkları, karaciğer ve böbrek hastalıkları ve depresyonla seyreden merkezi sinir sistemi irritasyonlarına birçok zararlı etkisinden daha az etkilenmek anlamına gelmektedir.

Bu çalışmada ortalama iletkenlik kaynak sularında 11.79 (ortanca=8.30), mineralli sularında 13.87 (ortanca=13.5), musluk sularında 57.89 (ortanca=54.45) mS/m'ydı. Musluk sularının iletkenliği kaynak sularından anlamlı şekilde yüksekti. Sertlik kaynak sularında 1.9 (ortanca=1.7), musluk sularında 24.6 (ortanca=21.0) fr'ydı. Musluk suyu sertliği, kaynak sularına göre anlamlı yüksekti. Sierra Leone'de ortalama sertlik; ham suda 5.0, ambalajlı üretim tesislerinde 5.0, paketlenmiş poşet suyunda 6.0, musluk suyunda 11.0 mg/L tespit edilmişti¹¹. Çin'de iletkenlik değerleri, musluk sularında bizimkinden daha düşük olarak ortalama 20.0 (ortanca 13.6), yüzey sularında ortalama 71.3 (ortanca 41.7) mS/m arasındaydı¹². Hindistan'da ortalama iletkenlik; şişe suyunda 10.4, poşet suda 11.2, kuyu suyunda 65.9, musluk suyunda bizimkine benzer şekilde 45.6 mS/m'ydı. Ortalama sertlik; şişe suyunda 37.8, poşet suda 13.0, kuyu suyunda 237.6, musluk suyunda 184.0'dü¹³. Güney Kore'de analiz edilen çoğu PET su, genellikle sertlik seviyesi 14.0-83.0 mg/L olan yumuşak suydü. Sadece bir tanesi 110.0 mg/L sertlik gösterdi. Seul ve Chuncheon şehrindeki musluk suyu yumuşaktı. Seul musluk suyu sertlik değeri 48.0, Chuncheon 35.0 mg/L'ydü. Musluk suları için ortanca sertlik değerleri 35.0 ve 48.0; ambalajlı sularında en düşük ortanca 14.0, en yüksek 110.0'dü¹⁵. İtalya'da musluk ve kuyu suyunda ortalama sertlik sırasıyla 240 ve 245 mg/L'ydü¹⁶. Van'da toplam sertlik 181.2 mg/L'ydü¹⁷.

Su kaynaklı patojenlerle içme suyunun kirlenmesi ciddi halk sağlığı endişesidir. Bu nedenle içme suyunun mikrobiyolojik kalitesi önemlidir. Bu çalışmada; mineralli suların %18.2'sinde, kaynak sularının %6.8'inde koloni pozitifliğine rastlanmışken, paketlenmiş içme suyu ve musluk sularında koloni pozitifliğine rastlanmamıştı. Sierra Leone'de koliform pozitifliği, ham suda %66.0, üretim tesisinde %38.0, ambalajlı suda %67.0, musluk suyunda %100.0'dü¹¹. Hindistan'da, kuyu suyu hariç diğer sularında koliform ve e. Coli görülmemişken, 4 köyde kuyu suyunda pozitiflik saptandı¹³. Etiyopya'da tüm kaynak ve kuyuların %63.6'sı, musluk sularının %30.0'u WHO

tarafından önerilen sınırların üzerinde koliform sayımına sahipti. Açık kaynakların %72.8'i, açık kuyuların %63.7'si, korunaklı kaynak sularının %36.4'ü ulusal ve uluslararası kılavuzların üstünde termotolerant koliform sayımlarına sahipti²⁶. Alemdar ve arkadaşları, Bitlis içme sularının %30'unun enterokok, %12'sinin koliform, %24'ünün sülfid indirgeyen anaerob'lar, %8'inin *E. coli* yönünden standartlarda uymadığını bildirdi. Musluk sularının %14'ünde enterokok, %7'sinde koliform, %7'sinde *E. coli*'nin sayısal dağılımı 501-5000/100 ml aralığında belirlendi¹⁸. İstanbul'da 92 polikarbonat damacana suyu incelendi. Örneklerde %54 koliform, %3 dışkı kaynaklı *E. coli*, %23 Aeromonas, %38 Pseudomonas tespit edildi. Örneklerin %54'ünün TS 266'da belirtilen niteliklere uymadığı görüldü. Bu kontaminasyonun tekrar tekrar kullanılan damacaneler nedeniyle olabileceği düşünüldü²⁷. Bu çalışmalarda, musluk sularında değişen sıklıklarda üreme görülmesi farklı klorlama programlarından veya bölgeler arası mevsimsel sıcaklık değişimlerinden kaynaklanıyor olabilir. Ama ne sebeple olursa olsun içme-kullanma sularında mikroorganizma üremesi kabul edilemez bir durumdur.

Araştırmanın Kısıtlılıkları

Çalışmada ambalajlı su markalarının kendi ilan ettikleri analiz sonuçları kullanılmıştır. Her ne kadar bu sonuçlar sağlık müdürlüğü kaşeli ve imzalı olsa da seçilmiş sonuçların açıklanmış olması muhtemeldir. İl musluk sularına ait sonuçlar ise belediyelerin resmi sitelerinden alınmıştır ve taraflı olup olmadığı bilinmemektedir.

Ambalajlı sularında ve il musluk sularında bakılan parametreler farklılık arz edebilmektedir. Bu nedenle her parametre karşılaştırılamamıştır. Her ilin kendi parametre profili de laboratuvar koşullarına göre farklı olabilmektedir. Örneğin Ankara'da rutinde bakılmadığı için sodyum, nitrat, mangan, kurşun, krom, arsenik, bakır gibi veriler eksiktir.

Çalışmanın asıl amacı kaynak ve mineralli sularla musluk sularını karşılaştırmak olduğundan ve yeterli sayıda

ambalajlı içme suyu numunesine ait veriye ulaşamadığından tablo 4'e ambalajlı içme suları alınmamıştır.

Tartışma bölümünde farklı ülkelerde yapılan çalışmaların sonuçları ile bu çalışmanın sonuçları karşılaştırılmış ve farklar ortaya konulmuştur. Bu farklılıkların gerçek sebeplerini bilebilmek mümkün olmadığından aradaki farklar daha çok yeryüzü ve iklim koşullarına bağlanmıştır. Çalışma tanımlayıcı verileri ortaya koymayı amaçlamıştır. Neden-sonuç ilişkisi beklenmemelidir. O yüzden ülkemiz sularında diğer ülkelere göre neden bazı parametrelerin düşük veya yüksek olduğu ile ilgili bilgi yer almamaktadır ve bu konuda daha ileri çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

Parametre değerlerinin sunumunda uç değerler olması sebebiyle hem tabloda hem açıklamalarda ortalama yanında ortanca değerler de verilmiş ve istatistiksel analizler ortancalar üzerinden yapılmıştır. Bu nedenle sadece ortalamalar üzerinden konuşmak mümkün değildir. Tartışma kısmında da bazı ülke verilerinde sadece ortalamalar yer aldığı için her iki parametre birlikte verilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak bu çalışmada; 4 mineralli, 11 kaynak suyunun pH'ı standartların altındaydı. Standartın dışında Ph değerli musluk suyu yoktu. Kaynak sularında diğer gruplardan anlamlı şekilde az sodyum ve musluk suyundan anlamlı şekilde az mangan vardı. Mineralli sularda florür diğer sulardan anlamlı fazlaydı. Musluk sularında pH, nitrit anlamlı düşük, alüminyum, klorür, sülfat, demir, iletkenlik, kurşun, arsenik anlamlı yüksekti. Musluk suyunun sertliği, kurşun düzeyi; kaynak sularından anlamlı yüksek, oksitlenebilirliği azdı. Ambalajlı ve musluk suları arasında bikarbonat, krom, cıva açısından anlamlı fark yoktu. Ambalajlı suların %7.3'ünde koloni pozitifliğine rastlanırken, musluk sularında kolini pozitifliği yoktu.

Bazı ambalajlı su ürünlerinde koloni ürediği görülmüştür. Bu nedenle dolun tesislerinin denetimi sıkı bir şekilde

yapılmalıdır. Sık aralarla ürün analizleri tekrarlanmalıdır. Zamanı geçen damacanelerin kullanımına izin verilmemelidir. Sağlıklı olduğundan kuşku duyulmayacak içme suyunun tüm bireylere ulaştırılması temel bir sağlık hakkıdır. Musluk sularının büyük ölçüde standartlara uygun olduğu görülmüş olsa da daha sağlıklı ve içilebilir hale getirilmesi için çabalanmalı, ambalajlı sulara göre fazla olduğu görülen ağır metallerden arındırılması, sağlıklı ulaşım hattıyla konut ve işyerlerine ulaştırılması sağlanmalıdır.

Çıkar Çatışması

Bu araştırmanın yürütüldüğü süreçte ve makale yazım sürecinde herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Finansal Destek

Çalışma için parasal ve aynı herhangi bir katkı alınmamıştır.

Not

Görüşlerim bireyseldir, kurumumu bağlamaz. Bu çalışma 26-30 Kasım 2019 tarihleri arasında Antalya'da yapılan 3. Uluslararası 21. Ulusal Halk Sağlığı Kongresi'nde sözel bildiri olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

1. Karagülle Z. Güvenli Su, Doğal Kaynak Suyu, Mineralli Su, ANKEM Dergisi, 2004;18(Ek 2):21-25.
2. Verma KC, Kushwaha AS. Demineralization of drinking water: Is it prudent? medical journal armed forces india 2014;70:377-379.
3. Azoulay A, Garzon P, and Eisenberg MJ. Comparison of the mineral content of tap water and bottled waters. J Gen Intern Med 2001;16:168-175.
4. Zhuhua Hu, Morton LW and Mahler RL. Bottled Water: United States consumers and their perceptions of water quality. Int. J. Environ. Res. Public Health 2011;8:565-578.
5. Lalumandier JA, Ayers LW. Fluoride and bacterial content of bottled water vs. tap water. Arch. Fam. Med. 2000;9:246-250.

6. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, Resmî Gazete Tarihi: 17.02.2005 Resmî Gazete Sayısı: 25730 [internet sitesi].
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=7510&MevzuatTur=7&MevzuatTerTip=5> Erişim tarihi: 20.10.2020.
7. T.C. Sağlık Bakanlığı 23.08.2019 Tarihli İzinli Ambalajlı Su Listesi [internet sitesi].
https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/c-evre-sagligi/1-su-guvenligi/Guncel_Izinli_Ambalajli_Sular_Listesi/FirmaListe_23082019.pdf Erişim tarihi: 22.09.2019.
8. Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi (ASKİ) Genel Müdürlüğü Ankara Güncel Su Analiz Sonuçları [internet sitesi].
<http://www.aski.gov.tr/TR/SuAnalizSonuclari.aspx> Erişim tarihi: 27.09.2019.
9. İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) Su Kalite Raporları [internet sitesi].
<https://www.iski.istanbul/web/tr-TR/su-kalite-raporlari> Erişim tarihi: 27.09.2019.
10. İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi (İZSU) Haftalık Analiz Sonuçları ve Çevre İlçelerin Aylık Analiz Sonuçları [internet sitesi].
<https://www.izsu.gov.tr/tr/haftalikAnalizSonuclari/1> ve
<https://www.izsu.gov.tr/tr/CevreIlceAylıkAnalizSonuclari/1> Erişim tarihi: 27.09.2019.
11. Fisher MF, Williams AR, Jalloh MF, Saquee G, Bain RES, Bartram JK. Microbiological and chemical quality of packaged sachet water and household stored drinking water in freetown, Sierra Leone. *Plos One*, July 10, 2015. Doi:10.1371/journal.pone.0131772
12. Wu T, Li X, Yang T, Sun X, Mielke HW, Cai Y, Ai Y, Zhao Y, Liu D, Zhang X, Li X, Wang L and Yu H. Multi-elements in sourcewater (drinking and surface water) within five cities from the semi-arid and arid region, NW China: Occurrence, Spatial Distribution and Risk Assessment. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017;14,1168; doi:10.3390/ijerph14101168.
13. Rao KY, Anjum MS, Reddy PP, Monica M, Hameed IA, Sagar GV. Physico-chemical and bacterial evaluation of public and packaged drinking water in Vikarabad, Telangana, India - potential public health implications. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2016 May, Vol-10(5): LC01-LC07.
14. Yasin M, Ketema T and Bacha K. Physico-chemical and bacteriological quality of drinking water of different sources, Jimma Zone, Southwest Ethiopia. *BMC Res Notes*, 2015;8:541.
15. Hourri D, Koo CM. Water quality evaluation of PET bottled water by mineral balance in the Northeast Asian Region: a case study of South Korea. *Yonago Acta medica* 2015;58:115-122.
16. Di Martino G, Piccirillo A, Giacomelli M, Comin D, Gallina A, Capello K, Buniolo F, Montesissa C, and Bonfanti L. Microbiological, chemical and physical quality of drinking water for commercial turkeys: a cross-sectional study. *Poultry Science*. 2018;97:2880-2886
<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey130>.
17. Çavuş A, Atıcı AA, Şen F. Van merkez içme sularının su kalite kriterlerinin incelenmesi. *YYÜ Tar Bil Derg (Yyu J Agr Sci)* 2017;27(3):326-336.
18. Alemdar S, Kahraman T, Ağaoğlu S, Aışarlı M. Bitlis ili içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri. *Ekoloji* 2009;19(73):29-38 (2009).
19. Atıcı AA, Gültekin A, Şen F, Elp M. Erciş (Van) ilçesi içme sularının su kalitesi özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi (YYU J AGR SCI)* 2016;26 (4):517-528.
20. Vitoria I, Maraver F, Ferreira-Pêgo C, Armijo F, Aznar LM and Salas-Salvador J. The calcium concentration of public drinking waters and bottled mineral waters in Spain and its contribution to satisfying nutritional needs. *Nutr Hosp*. 2014;30:188-199.
21. Yılmaz F. Mumcular Barajı'nın fizikokimyasal özellikleri. *Ekoloji*, 2004;13(50):10-17.
22. Pip E. Survey of bottled drinking water available in Manitoba, Canada. *Environmental Health Perspectives*, September 2000;108(9)
23. Koçak Ö, Güner A. Erzurum il merkezindeki içme ve kullanma sularının kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik kalitesi, Atatürk Üniv. Vet. Bil. Dergisi 2009;4(1):9-22.
24. Alidadi H, Sany SBT, Oftadeh BTG, Mohamad T, Shamszade H and Fakhari M. Health risk assessments of arsenic and toxic heavy metal exposure in drinking water in

- northeast Iran. *Environmental Health and Preventive Medicine* 2019;24:59.
25. Yılmaz M, Bolu F, Mayda A.S, Poyraz B. Düzce'de Satılan şişe suları ile musluk sularının ağır metal düzeylerinin incelenmesi. *Konuralp Tıp Dergisi* 2017;9(1):24-29.
26. Tsega N, Sahile S, Kibret M, Abera B. Bacteriological and physico-chemical quality of drinking water sources in a rural community of Ethiopia. *African Health Sciences* 2013;13(4):1156-1161.
27. Köksal F, Samastı M. İstanbul'da polikarbonat damacanalarda satılan içme sularının bakteriyolojik incelenmesi. *Türk Mikrobiyol Cem Derg.* 2007;37(4):221-224.