



Erzurum Bölgesindeki İçme Sularının Kalitesinin Belirlenmesi*

Hüseyin GÖKÇEN^{1a}, Mustafa ATASEVER^{2b}✉

1. 7'inci Kolordu Gıda Kontrol Müfrez Komutanlığı, Diyarbakır, TÜRKİYE.
2. Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Erzurum, TÜRKİYE.
ORCID: 0000-0001-7665-8317^a, 0000-0002-1627-5565^b

Geliş Tarihi/Received	Kabul Tarihi/Accepted	Yayın Tarihi/Published
14.11.2018	13.03.2019	25.10.2019

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article:

Gökçen H, Atasever M: Erzurum Bölgesindeki İçme Sularının Kalitesinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg., 14(2): 159-169, 2019. DOI: 10.17094/ataunivbd.482765

Öz: Araştırmada, Erzurum çeşmeleri ve şebeke suları mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından incelenmiştir. Su numunelerinde pH değeri 6.65-8.33 (ortalama 7.31), bulanıklık ve renk ile koku ve tat değerlerinin, tüketicilerce kabul edilebilir sınırlarda olduğu belirlenmiştir. İletkenlik değerinin 113-830 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ortalama 453.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ve nitrit değerinin 0.02-0.25 mg/l (ortalama 0.083 mg/l) arasında değiştiği saptanmıştır. Erzurum il ve ilçe merkezlerindeki su numunelerinde nitrat değeri 9.60-26.85 mg/l (ortalama 17.44 mg/l) arasında saptanmıştır. Erzurum merkezde bulunan toplam 12 halk çeşmesinin 6'sında (%50) nitrat değerinin 50.17-145.84 mg/l (ortalama 95.88 mg/l) düzeyinde olduğu ve yönetmelikte bildirilen değerlere uygun olmadığı belirlenmiştir. Su numunelerinde amonyum, arsenik, alüminyum ve kurşun miktarları sırasıyla, 0.07-0.59 mg/l (ortalama 0.183 mg/l), 0-0.432 $\mu\text{g}/\text{l}$ (ortalama 0.036 $\mu\text{g}/\text{l}$), 0.04-0.25 $\mu\text{g}/\text{l}$ (ortalama 0.115 $\mu\text{g}/\text{l}$), 0-0.613 $\mu\text{g}/\text{l}$ (ortalama 0.049 $\mu\text{g}/\text{l}$) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Erzurum il ve ilçe merkezlerindeki su numunelerinde demir miktarı 0.04-0.18 $\mu\text{g}/\text{l}$ (ortalama 0.10 mg/l) arasında saptanmıştır. Toplam 1403 su numunesinin, 117 tanesinde (%8.33) *E. coli* ve koliform grubu bakteri üremesi saptanmıştır. Suların ortalama pH, iletkenlik, nitrit, nitrat, amonyum, demir, arsenik, alüminyum ve kurşun değerleri sırasıyla 7.31, 429.56 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 0.08 mg/l, 26.39 mg/l, 0.20 mg/l, 0.108 $\mu\text{g}/\text{l}$, 0.038 $\mu\text{g}/\text{l}$, 0.110 $\mu\text{g}/\text{l}$ ve 0.054 $\mu\text{g}/\text{l}$ olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Amonyak, Arsenik, İçme suyu, Koliform, Nitrat.

Determination of Drinking Water's Quality Around Erzurum Region

Abstract: In this research, Erzurum fountains and network waters were investigated in terms of microbiological, physical and chemical properties. The values of cloud, colour, smelt, taste of the water samples were thought that they were acceptable and there were no abnormal changes by consumers. pH rate of the water samples was assessed as 6.65-8.33 (average rate 7.31). The rate of conductivity and nitrite of the samples varied from, respectively 113-830 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (average rate 453.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$) and 0.02-0.25 mg/l (average rate 0.083 mg/l). The rate of nitrate of the samples varied from 9.60-26.85 mg/l (average rate 17.44 mg/l) in the centre of Erzurum and Erzurum's counties. The rate of nitrate varied from 50.17-145.84 mg/l (average rate 95.88 mg/l) in half of all public drinking fountain (6 of 12) in the centre of Erzurum and the rate was defined that it was not proper to legal limits. The rate of nitrate varied from 14.03-47.73 mg/l (average rate 34.55 mg/l) in the other half of all public drinking fountain (6 of 12) in the centre of Erzurum and the rate was defined that it was proper to legal limits. The rate of ammonium, arsenic, aluminum and lead of the samples varied from, respectively 0.07-0.59 mg/l (average rate 0.183 mg/l), 0-0.432 $\mu\text{g}/\text{l}$ (average rate 0.036 $\mu\text{g}/\text{l}$), 0.04-0.25 $\mu\text{g}/\text{l}$ (average rate 0.115 $\mu\text{g}/\text{l}$), 0-0.613 $\mu\text{g}/\text{l}$ (average rate 0.049 $\mu\text{g}/\text{l}$). The rate of iron of the samples varied from 0.04-0.18 mg/l (average rate 0.10 mg/l) in the centre of Erzurum and Erzurum's counties. Presence of *E. coli* and coliform bacteria was observed in 117 of 1403 samples (%8.33). Average pH, conductivity, nitrite, nitrate, ammonium, iron, arsenic, aluminum and lead values of waters were determined as 7.31, 429.56 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 0.08 mg/l, 26.39 mg/l, 0.20 mg/l, 0.108 $\mu\text{g}/\text{l}$, 0.038 $\mu\text{g}/\text{l}$, 0.110 $\mu\text{g}/\text{l}$ and 0.054 $\mu\text{g}/\text{l}$ respectively.

Keywords: Ammonia, Arsenic, Drinking water, Coliform, Nitrate.

✉ Mustafa Atasever

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Erzurum, TÜRKİYE.
e-posta: atasever@atauni.edu.tr

* Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalında yapılmış, yazarın aynı isimli yüksek lisans tezinden alınmıştır.

GİRİŞ

Su; canlıların en temel ihtiyaçlarından, hayatın varlığı ve devamlılığı için vazgeçilmez bir kaynaktır. Dünyanın su sıkıntısı her geçen gün artmaktadır. Yeryüzünde iki çeşit su bulunur:

1. Tatlı su, insanların içebileceği su, az tuz içerir.
2. Tuzlu su, okyanuslardaki su, daha yüksek konsantrasyonda çözünmüş tuz içerir.

İnsan kullanımlarının neredeyse tamamı tatlı su gerektirir. Yeryüzündeki suyun %97'si tuzlu sudur ve sadece %3'ü tatlı su olup, bunun da üçte ikisi buzullarda donmuş durumdadır. Geri kalan dondurulmamış tatlı su esas olarak yeraltı suyu olarak bulunur, zeminin üstünde veya havada bulunan küçük bir fraksiyon vardır. Gelişmekte olan ülkelerde su gereksiniminin karşılanmasında temiz su bulma önemli sorunlardandır. Yetersiz sağlık ve hijyen koşulları nedeniyle bu ülkelerde suyun mikroorganizmalarla kontamine olması sıkça rastlanan bir durumdur. Güvenli olmayan içme suyuyla ilişkili birçok bulaşıcı hastalık (örn., tifo, dizanteri, kolera) salgınları ve özellikle çocuklarda her gün binlerle ifade edilen ölümler görülebilmektedir. Dünya'da her sekiz kişiden biri temiz tatlı suya yeterince erişememektedir.

Su kirliliği; genel anlamda insan etkileri sonucunda kullanımı kısıtlayan ya da engelleyen ve ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri şeklinde tanımlanmaktadır (1).

UNESCO Dünya Su Gelişme Raporuna göre en kaliteli suyun Finlandiya'da olduğu bildirilmiştir. Tatlı su kaynakları ve özellikle yer altı sularının miktarı ve temizliği, atık suyun nasıl arıtıldığı kriterleri değerlendirilerek oluşturulan listede ikinci sırada Kanada, üçüncü sırada Yeni Zelanda yer alırken, Türkiye 45. sırada yer almıştır (2).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) (3,4), Çevre Koruma Ajansı (EPA) (5) ve Avrupa Birliği (AB) (6) gibi uluslararası kuruluşlarca içme ve kullanma suları ile ilgili belirlenen standartlar birçok ülke tarafından kabul edilmiştir. Türkiye'de de yapılan değişikliklerle içme suları ile ilgili standart ve yönetmelikler bu kuruluşlarla uyumlu hale getirilmiştir (7,8).

Bu çalışmada, Erzurum bölgesi şehir merkezi, halk çeşmeleri ve ilçelerin su dağıtım şebekeleinin suları bazı mikrobiyolojik ve fiziksel ve kimyasal parametreler yönünden incelenerek verilerin standartlara uygunluğu araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Erzurum şehir merkezi, halk çeşmeleri ve ilçelerin su dağıtım şebekesinin uç noktalarından alınan 1403 adet su numunesi mikrobiyolojik, 258 adet su numunesi kimyasal analizleri yapmak amacıyla araştırmanın materyalini oluşturdu (Tablo 1).

Kimyasal analiz için numune kapları olarak H₂SO₄ çözeltisi ile yıkanıp ve bidistile suyla temizlendikten sonra kurutulan cam şişeler kullanıldı. Mikrobiyolojik analiz için numune kapları, cam şişeler H₂SO₄ ile yıkanıp bidistile suyla temizlendikten sonra kuru sterilizasyonda sterilize edildi. Numuneler 2009 yılı Eylül ve 2011 yılı Nisan ayları arasında alındı. Mikrobiyolojik analizler için numune alınacak çeşmeler, numune almadan önce 5 d akıtıldı, muslukların ağzı alevden geçirildi, sonra su bir süre tekrar akıtılıp cam kavanozlara steril olarak dolduruldu (9).

Tablo 1. Su numunelerinin toplandığı yerler.**Table 1.** Areas where water samples are collected.

No	Numune Alım Noktaları	Suyun Geldiği Kaynaklar	Dağıtım Yaptığı Yerler
1.	Çeşme	D1 Su Deposu / Erzurum	Yenişehir / Yıldızkent
2.	Çeşme	TD2 Su Deposu/ Erzurum	D6 Su Deposu / Yurtlar
3.	Çeşme	D3 Su Deposu / Erzurum	A. Gazi Mah./ K.Yurdalan/Hasanibasri/Emirşeyh Mah.
4.	Çeşme	D4 Su Deposu / Erzurum	Mecidiye Mah./Aziziye Mah./Hilalkent/Şehitler Üst Kısmı
5.	Çeşme	D5 Su Deposu / Erzurum	Yunusemre/K.Yurdalan/Ertuğrulgazi/Topraktabiya/Kay akyolu/Yenişehir Alt Kısımları
6.	Çeşme	D6 Su Deposu / Erzurum	Yakutiye Bölgesi (büyük bir kısmı)/Şehir Merkezi Tümü
7.	Çeşme	D7 Su Deposu / Erzurum	Şükrüpaşa Sanayi /Şih Köyü/Dadaşkøy/Terminal
8.	Çeşme	D8 Su Deposu / Erzurum	Mahallebaşı/Ayazpaşa/Topçuoğlu/Kongre/50.Yıl Caddesi
9.	Çeşme	D9 Su Deposu / Erzurum	Sanayi Mah./Çevre Yolu/Sağucak Mah
10.	Çeşme	D10 Su Deposu / Erzurum	Dadaşkent ve Ilıcanın Tamamı
11.	Çeşme	D12 Su Deposu / Erzurum	Dumlunun Tamamı
12.	Çeşme	Sütevleri maslağı/ Erzurum	Maksutefendinin Tamamı
13.	Paşapınarı Çeşmesi	Halk Çeşmeleri / Erzurum	
14.	Solakzade Cami Çeşmesi	Halk Çeşmeleri / Erzurum	
15.	Şabakhane Çeşmesi	Halk Çeşmeleri / Erzurum	
16.	Dabakhane Çeşmesi	Halk Çeşmeleri / Erzurum	
17.	Ayazpaşa Cami Çeşmesi	Halk Çeşmeleri / Erzurum	
18.	Pervizoğlu Cami Çeşmesi	Halk Çeşmeleri / Erzurum	
19.	Taşhan Çeşmesi	Halk Çeşmeleri / Erzurum	
20.	Cennet Çeşmesi	Halk Çeşmeleri / Erzurum	
21.	Yazıcı Çeşmesi	Halk Çeşmeleri / Erzurum	
22.	Gez Cami Üst Çeşmesi	Halk Çeşmeleri / Erzurum	
23.	Gez Cami Alt Çeşmesi	Halk Çeşmeleri / Erzurum	
24.	Çamlık Cami Çeşmesi	Halk Çeşmeleri / Erzurum	
25.	Çeşme	Tortum	
26.	Çeşme	İspir	
27.	Çeşme	Tekman	
28.	Çeşme	Oltu	
29.	Çeşme	Pasinler	
30.	Çeşme	Karaçoban	
31.	Çeşme	Hınıs	
32.	Çeşme	Horasan	
33.	Çeşme	Olur	

Fiziksel Analizler

pH değerinin saptanması: Numunelerin pH değeri elektronik bir pH metre (Metler - Toledo GmbH, MP 225 model, Schwerzenbach- Switzerland) kullanılarak belirlendi.

İletkenlik tayini: Su numunelerinin iletkenliği Consort İletkenlik cihazı (Mes marka, K911 Model, Türkiye) kullanılarak saptandı.

Kimyasal Analizler

Nitrit miktarının tayini: Su numunelerinde nitrit varlığı Aquamate spektrofotometre cihazı ile (Merck 1.14776.0001) hazır kitleri kullanılarak saptandı.

Nitrat miktarının tayini: Su numunelerinde nitrat varlığı Aquamate spektrofotometre cihazı ile (Merck 1.09713.0001) hazır kitleri kullanılarak saptandı.

Amonyak miktarının tayini: Su numunelerinde amonyak varlığı Aquamate spektrofotometre cihazı ile (Merck 1.14752.0001) hazır kitleri kullanılarak saptandı.

Demir miktarının tayini: Su numunelerinde demir varlığı Aquamate spektrofotometre cihazı ile (Merck 1.14761.0001) hazır kitleri kullanılarak saptandı.

Arsenik miktarının tayini: Su numunelerinde arsenik varlığı optik emisyon spektrofotometre (ICP) cihazı kullanılarak saptandı.

Alüminyum miktarının tayini: Su numunelerinde alüminyum varlığı Aquamate spektrofotometre cihazı ile (Merck 1.14825.0001) hazır kitleri kullanılarak saptandı.

Kurşun miktarının tayini: Su numunelerinde kurşun varlığı optik emisyon spektrofotometre (ICP) cihazı kullanılarak saptandı.

Mikrobiyolojik Analizler**Koliform grubu bakteri**

Koliform grubu bakterilerinin belirlenmesinde; önce numune lauryl tryptose broth (Oxoid, CM0451) içeren ve içinde gaz oluşumunu gösteren durham tüpü olan tüplere ekildi. Etüvde 35 °C'de 48 saat

inkübe edildi. 48 saat sonra gaz oluşan tüpler muhtemel koliform olarak kabul edildi. Gaz oluşturmeyen tüpler negatif kabul edildi.

Gaz oluşan şüpheli tüplerden, brilliant green lactose broth (Oxoid, CM0031) besiyeri ve durham tüpü olan tüplere ekildi. Etüvde 35 °C'de 48 saat inkübe edildi. 48 saat sonra gaz oluşan tüpler pozitif kabul edildi. Gaz oluşturmeyen tüpler koliform negatif kabul edildi.

E. coli

Koliform bakterisinin belirlenmesi amacıyla uygulanan, muhtemel sanılan lauryl tryptose broth (Oxoid, CM0451) besi yeri ve durham tüpü içeren tüplerde, gaz oluşmayan tüpler *E. coli* negatif kabul edildi. Gaz oluşan tüplerden EC broth (Oxoid, CM0853) besiyerine ekildi ve etüvde 44.5 °C'de 48 saat inkübe edildi. Gaz oluşmayan tüpler *E. coli* negatif kabul edildi. Gaz oluşan tüpler muhtemel *E. coli* olarak kabul edildi ve biyokimyasal testlerle doğrulama yapıldı.

Biyokimyasal Testler

Mikroorganizmaların izolasyon ve identifikasyonunda; indol, metil red (MR), voges proskauer (VP) ve sitrat testlerinden yararlanıldı (10).

İndol Testi: Test için, Tryptone Water (Oxoid, CM 87) sıvı besi yeri kullanıldı. İzole edilen bakterinin taze kültüründen besiyerine inokulasyon yapılarak 37 °C'de 24-48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonucunda 0,5 ml kovaks indol ayırıcından (Merck, 1.09293) ilave edildi. Tüplerin üst kısmında 1-2 dakika içinde kiraz kırmızı bir halkanın oluşması indol pozitif (+), san-kahverengi halka oluşumu ise indol negatif (-) olarak değerlendirildi.

Metil Red Testi: Testte MR / VP Medium (Oxoid, CM43) kullanıldı. İzole edilen bakterinin taze kültüründen içinde 5 ml sıvı besiyeri bulunan tüplere inokulasyon yapılarak, 37 °C'de 48-72 saat süreyle inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon bitiminde 1-2 damla Metil Red solüsyonu damlatıldı. Besiyerinde belirgin kırmızı renkli bir halkanın meydana gelmesi pozitif (+), sarı-turuncu bir halka oluşması ise Metil Red testi negatif (-) olarak kabul edildi.

Voges Proskauer Testi: Testte MR / VP Medium (Oxoid, CM43) kullanıldı. İzole edilen bakterinin taze kültüründen içinde 5 ml sıvı besiyeri bulunan tüplere inokulasyon yapıldı ve 37 °C'de 48-72 saat süreyle inkubasyona bırakıldı. İnkubasyon sonrası üzerine 1 ml %40'lık potasyum hidroksit (KOH) çözeltisi ve 3 ml %5'lik a-naftol çözeltisi ilave edildikten sonra iyice karıştırılması sağlandı. 2-5 dakika içinde pembe rengin oluşması testin pozitif (+), sarı renk oluşumu ise negatif (-) olarak değerlendirildi.

Sitrat Testi: Testte, Simmons Citrate agar (Oxoid, CM 155 B) besi yeri kullanıldı. Yatık olarak hazırlanan besiyerine şüpheli bakterinin taze

kültüründen iğne uçlu öze ile alınan koloniler dibe daldırma ve yüzeye çizme yapılarak 37 °C'de 24-48 saat inkubasyona bırakıldı. İnkubasyon sonrası mavi renk oluşumu ve çizgi şeklinde üreme testin pozitif (+), orijinal yeşil renk ise negatif (-) olarak değerlendirildi.

Yapılan biyokimyasal testlerde; İndol (+), Metil Red (+), Voges Proskauer (-) ve Sitrat (-) olan bakteriler *E. coli* olarak değerlendirildi.

BULGULAR

Su numunelerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 2'de, fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları da Tablo 3'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Su numunelerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları.
Tablo 2. Microbiological analysis results of water samples.

Çeşme/Depo/İlçe	Toplam Numune	<i>E. coli</i> 0/100 ml				Koliform Bakteri 0/100 ml			
		Üredi	%	Üremedi	%	Üredi	%	Üremedi	%
Tortum	87	10	11.5	77	88.5	10	11.5	77	88.5
Olur	12	1	8.3	11	91.7	1	8.3	11	91.7
Uzundere	12	1	8.3	11	91.7	1	8.3	11	91.7
Köprüköy	119	43	36.1	76	63.9	43	36.1	76	63.9
Karaçoban	63	0	0	63	100	0	0	63	100
Oltu	211	11	5.2	200	94.8	11	5.2	200	94.8
Tekman	19	3	15.8	16	84.2	3	15.8	16	84.2
Horasan	213	10	4.7	203	95.3	10	4.7	203	95.3
Hınıs	31	7	22.6	24	77.4	7	22.6	24	77.4
Aşkale	24	11	45.8	13	54.2	11	45.8	13	54.2
Pasinler	73	18	24.7	55	75.3	18	24.7	55	75.3
Genel İlçeler	864	115	13.3	749	86.7	115	13.3	749	86.7
D1 Su Deposu	60	2	3.3	58	96.7	2	3.3	58	96.7
TD2 Su Deposu	10	0	0	10	100	0	0	10	100
D3 Su Deposu	60	0	0	60	100	0	0	60	100
D4 Su Deposu	15	0	0	15	100	0	0	15	100
D 5 Su Deposu	90	0	0	90	100	0	0	90	100
D 6 Su Deposu	151	0	0	151	100	0	0	151	100
D7 Su Deposu	18	0	0	18	100	0	0	18	100
D8 Su Deposu	12	0	0	12	100	0	0	12	100
D9 Su Deposu	10	0	0	10	100	0	0	10	100
D10 Su Deposu	39	0	0	39	100	0	0	39	100
D12 Su Deposu	12	0	0	12	100	0	0	12	100
Sütevleri maslağı	14	0	0	14	100	0	0	14	100
Genel Depolar	491	2	0.4	489	99.6	2	0.4	489	99.6

Tablo 2. Su numunelerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları (DEVAMI).**Table 2.** Microbiological analysis results of water samples (RESUME).

Çeşme/Depo/ilçe	Toplam Numune	<i>E. coli</i> 0/100 ml				Koliform Bakteri 0/100 ml			
		Üredi	%	Üremedi	%	Üredi	%	Üremedi	%
Solakzade Cami Çeşmesi	4	0	0	4	100	0	0	4	100
Paşapınarı Çeşmesi	4	0	0	4	100	0	0	4	100
Şabakhane Çeşmesi	4	0	0	4	100	0	0	4	100
Dabakhane Çeşmesi	4	0	0	4	100	0	0	4	100
Ayazpaşa Cami Çeşmesi	4	0	0	4	100	0	0	4	100
Pervizoğlu Cami Çeşmesi	4	0	0	4	100	0	0	4	100
Taşhan Çeşmesi	4	0	0	4	100	0	0	4	100
Cennet Çeşmesi	4	0	0	4	100	0	0	4	100
Yazıcı Çeşmesi	4	0	0	4	100	0	0	4	100
Gez Camii Üst Çeşmesi	4	0	0	4	100	0	0	4	100
Gez Camii Alt Çeşmesi	4	0	0	4	100	0	0	4	100
Çamlık Camii Çeşmesi	4	0	0	4	100	0	0	4	100
Çeşmeler Toplam	48	0	0	48	100	0	0	48	100
Genel Toplam	1403	117	8.34	1286	91.66	117	8.34	1286	91.66

Tablo 3. Su numunelerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.**Table 3.** Physical and chemical analysis results of water samples.

Çeşme/Depo/ilçe	Renk (N)	Bulanıklık (N)	Koku (N)	Tat (N)	pH	iletkenlik 6.5-9.5 2500µS/cm	Nitrit 0.5 mg/L	Nitrat 50 mg/L	Amonyak 0.5 mg/L	Demir 0.2 mg/L	Arsenik 10 µg/l	Alüminyum 0.2 mg/L	Kurşun 10 µg/l
Tortum	N	N	N	N	7.86	402.5	0.06	14.62	0.16	0.12	0.017	0.12	0.044
İspir	N	N	N	N	7.24	280.3	0.08	15.30	0.14	0.10	0.040	0.10	0.036
Tekman	N	N	N	N	7.49	616.7	0.05	15.86	0.17	0.08	0.039	0.07	0.091
Oltu	N	N	N	N	7.04	421.6	0.08	17.40	0.15	0.10	0.036	0.11	0.061
Pasinler	N	N	N	N	7.35	581.4	0.14	18.31	0.15	0.07	0.043	0.12	0.064
Karaçoban	N	N	N	N	7.46	622.3	0.11	17.6	0.13	0.11	0.032	0.14	0.049
Hınıs	N	N	N	N	7.31	627.9	0.11	17.19	0.14	0.08	0.063	0.09	0.035
Horasan	N	N	N	N	7.02	606.8	0.14	20.40	0.13	0.10	0.148	0.08	0.133
Olur	N	N	N	N	7.66	554.1	0.11	21.24	0.13	0.09	0.074	0.11	0.042
İlçeler Ortalama	N	N	N	N	7.38	523.7	0.10	17.55	0.14	0.09	0.055	0.10	0.062
D1 Su Deposu	N	N	N	N	7.43	450.4	0.07	16.09	0.22	0.14	0.024	0.12	0.032
TD2 Su Deposu	N	N	N	N	7.20	275.5	0.07	18.94	0.31	0.11	0.028	0.10	0.032
D3 Su Deposu	N	N	N	N	7.20	306	0.08	15.78	0.20	0.14	0.031	0.12	0.068
D4 Su Deposu	N	N	N	N	7.28	373.1	0.07	17.58	0.30	0.12	0.032	0.10	0.039
D5 Su Deposu	N	N	N	N	7.27	328	0.07	17.84	0.25	0.07	0.024	0.08	0.118
D6 Su Deposu	N	N	N	N	7.28	276.1	0.08	17.61	0.32	0.14	0.045	0.12	0.097
D7 Su Deposu	N	N	N	N	7.25	306	0.07	17.07	0.26	0.12	0.039	0.11	0.076
D8 Su Deposu	N	N	N	N	7.22	332.3	0.08	17.41	0.30	0.10	0.032	0.12	0.048

Tablo 3. Su numunelerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları (DEVAMI).
Table 3. Physical and chemical analysis results of water samples (RESUME).

Çeşme/Depo/ilçe	Renk (N)	Bulanıklık	Koku (N)	Tat (N)	pH	iletkenlik 6.5-9.5 2500µS/c	Nitrit 0.5 mg/L	Nitrat 50 mg/L	Amonyak 0.5 mg/L	Demir 0.2 mg/L	Arsenik 10 µg/l	Alüminyum m	Kurşun 10 µg/l
D9 Su Deposu	N	N	N	N	7.23	288.5	0.07	17.64	0.29	0.11	0.040	0.11	0.051
D10 Su Deposu	N	N	N	N	7.21	279.9	0.08	17.71	0.29	0.10	0.029	0.08	0.058
D12 Su Deposu	N	N	N	N	7.35	443.2	0.08	15.92	0.16	0.09	0.014	0.09	0.063
Sütevleri maslağı	N	N	N	N	7.24	329.3	0.08	18.40	0.26	0.10	0.040	0.10	0.058
Depolar	N	N	N	N	7.26	332.4	0.08	17.33	0.26	0.11	0.032	0.10	0.062
SolakzadeCamii	N	N	N	N	7.26	149.6	0.073	15.48	0.14	0.222	0.015	0.14	0.024
Paşapınarı	N	N	N	N	6.98	135.8	0.07	16.05	0.13	0.12	0.014	0.132	0.033
Şabakhane	N	N	N	N	7.21	806.2	0.07	127.6	0.14	0.12	0.015	0.145	0.014
Dabakhane	N	N	N	N	7.38	431	0.087	64.56	0.14	0.115	0.014	0.147	0.009
Ayazpaşa Camii	N	N	N	N	7.29	653.5	0.07	100.3	0.12	0.112	0.025	0.135	0.017
Pervizoğlu	N	N	N	N	7.28	656.25	0.07	93.77	0.25	0.115	0.027	0.142	0.017
Taşhan Çeşmesi	N	N	N	N	7.28	654.5	0.073	95.31	0.15	0.115	0.033	0.153	0.033
Cennet Çeşmesi	N	N	N	N	7.27	656.25	0.07	93.62	0.15	0.12	0.018	0.133	0.036
Yazıcı Çeşmesi	N	N	N	N	7.35	477.5	0.07	44.83	0.13	0.12	0.039	0.138	0.04
Gez Camii Üst	N	N	N	N	7.39	476.5	0.073	43.10	0.14	0.12	0.012	0.17	0.012
Gez Camii Alt	N	N	N	N	7.40	477	0.07	43.84	0.14	0.113	0.024	0.165	0.017
Çamlık Cami	N	N	N	N	7.42	476.5	0.07	44.01	0.143	0.117	0.034	0.147	0.029
Çeşmeler	N	N	N	N	7.29	504.2	0.07	65.22	0.15	0.12	0.022	0.145	0.023
Genel Ortalama	N	N	N	N	7.31	429.56	0.08	26.39	0.20	0.108	0.038	0.110	0.054

TARTIŞMA ve SONUÇ

pH değerleri: yönetmelikte (7,8), sulardaki pH değerinin “>6.5 ve <9.5 birimleri arasında olması, suyun aşındırıcı olmaması gerektiği ve ayrıca şişelere ya da kaplara konulan sular için minimum pH değerinin 4.5 olabileceği” ifade edilmektedir. Halk çeşmeleri, Erzurum il merkezi ve ilçe merkezlerindeki çeşmelerden temin edilen su numunelerinin pH değerleri ortalama sırasıyla, 7.29, 7.26, 7.38 olarak belirlenmiştir. Numunelerin pH değerleri araştırmacıların (11,12) elde ettiği değerlerle uyumludur.

Bulanıklık ve renk değerleri: Yönetmelikte (7,8) sulardaki bulanıklık “tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişimin olmadığı ve yüzeysel suyun arıtılması durumunda arıtmadan sonra sudaki bulanıklığın 1.0 NTU aşılması” ve sulardaki renk değerinin “tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi

bir anormal değişim olmaması” gerektiği bildirilmektedir. Halk çeşmeleri, Erzurum il merkezi ve ilçe merkezlerindeki çeşmelerden temin edilen su numunelerinde bulanıklık ve renk değerlerinin tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişimin olmadığı belirlenmiştir.

Koku ve tat değerleri: Yönetmelikte (7,8) sulardaki koku ve tat değerlerinin “tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim olmaması” gerektiği bildirilmektedir. Halk çeşmeleri, Erzurum il merkezi ve ilçe merkezlerindeki çeşmelerden temin edilen su numunelerinin koku ve tat değerlerinin kokusuz ve tatsız olduğu belirlenmiştir.

İletkenlik değerleri: Yönetmelikte (7) sulardaki iletkenlik (EC) “20 °C’de 2500 µS/cm değerini aşmaması” gerektiği bildirilmektedir. Halk çeşmeleri, Erzurum il merkezi ve ilçe merkezlerindeki çeşmelerden temin edilen su numunelerinin EC değerleri ortalama sırasıyla, 504.2 µS/cm, 332.4

$\mu\text{S/cm}$ ve $523.7 \mu\text{S/cm}$ olarak belirlenmiştir. Numunelerin iletkenlik değerleri araştırmacıların (13-16) elde ettiği değerler uyumludur.

Nitrit değerleri: Yönetmelikte (7,8) sulardaki nitrit miktarının "0.50 mg/l değerini aşmaması" gerektiği bildirilmektedir. Halk çeşmeleri, Erzurum il merkezi ve ilçe merkezlerindeki çeşmelerden temin edilen su numunelerinin nitrit değerleri ortalama sırasıyla, 0.07 mg/l, 0.08 mg/l, 0.10 mg/l olarak belirlenmiştir. Sulardaki nitritin kaynağını, organik maddeler, azotlu gübreler ve tabiattaki bazı mineraller oluşturmaktadır. Azotun, amonyak aracılığı ile oksidasyonundan nitrit oluşur. Dolayısıyla nitritin oluşumu sudaki oksijeni azaltan bir nedendir. Azotun dolayısıyla nitritin diğer olumsuz etkisi de nitrifikasyon sebebi ile sulara ötrafikasyona neden olmasıdır. Bu olay sulara kirliliği artıran bir faktördür. Sulara nitrit tespit edilmesi, bu sulara kanalizasyon atıklarının karıştığına işaretidir (17). Sulara nitritin varlığı sağlık açısından önemlidir. Çünkü nitrit, asidik ortamda nitrozaminler ve nitrozamidleri oluşturur. Yönetmelikte (7,8) sulardaki nitritin "0.50 mg/l değerini aşmaması ve kullanılmış su arıtma işleminden sonra 0.1 mg/l değerinde" olması gerektiği bildirilmektedir. WHO (3), sulardaki nitritin 3 mg/l olması halinde akut hastalıklara, 0.2 mg/l olması halinde kronik hastalıklara neden olacağını bildirmektedir. Koçak (18) Erzurum il merkezindeki içme ve kullanma sularında, nitrit değerini 0.01-0.50 mg/l (ortalama 0.03), kuyu sularında 0.07 mg/l, su depolarından gelen sulara ortalama 0.02 mg/l olarak tespit ettiğini, kuyu sularının nitrit değerlerinin depo sularına göre önemli düzeyde yüksek olduğunu saptamıştır.

Nitrat değerleri: Yönetmelikte (7,8), sulardaki nitrat miktarının "50 mg/l değerini aşmaması" gerektiği bildirilmektedir. Halk çeşmeleri, Erzurum il merkezi ve ilçe merkezlerindeki çeşmelerden temin edilen su numunelerinin nitrat değerleri ortalama sırasıyla 34.55 mg/l, 17.33 mg/l, 17.55 mg/l olarak belirlenmiştir. Nitrat düzeyinin halk çeşmelerinin (12 çeşmenin) 6'sında (%50) ortalama 95.88 mg/l, olarak belirlenmiştir. Halk çeşmelerinin 6'sı Yönetmelikte

(7,8) bildirilen değerlerin üstünde olduğu, dolayısıyla uygun olmadığı belirlendi. Nitrat değerinin yüksek çıkması muhtemelen, tarımsal faaliyetlerde kullanılan nitratlı gübrelerin yağmur suları ile kaynaklara ulaşması ve/veya evsel ve endüstriyel atık suların karışmasından kaynaklanmıştır. Toprakta ve yeraltı sularında nitrat birikimine, azotlu mineral ve tabii gübrelerin bilinçsizce, normların çok üzerinde ve sürekli artırılarak kullanılması, evsel ve endüstriyel atık sular veya hayvansal atıklar neden olabilmektedir. Kaplan ve ark. (19), Kumluca yöresi kuyu sularının nitrat içeriklerini 2.46-164.91 mg/l değerleri arasında tespit etmişlerdir. Yöredeki kuyu sularında nitrat kirlenmesinin çok önemli düzeye ulaştığı, 45 mg/l olarak ele alınan sınır değerinin üzerinde nitrat içeren örnek oranının %50 seviyesinde olduğunu saptamışlardır. Birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede de evsel ve endüstriyel atıklar ile nitratlı gübrelerin kullanımı nedeniyle sulardaki nitrat miktarı; Dünya Sağlık Örgütü (WHO) (3,4), Çevre Koruma Ajansı (EPA) (5) ve Avrupa Birliği (AB) (6) gibi uluslararası kuruluşlarca içme ve kullanma sularında izin verilen nitrat miktarlarından fazladır. Bu durum dünyada önemli bir halk sağlığı sorunu olarak görülmektedir. Sürekli yüksek nitrat içerikli su tüketen kişilerde bazı hastalıkların (örn., diyabet ve guatr) insidansında artış olabilmektedir.

Amonyak değerleri: Yönetmelikte (7,8), sulardaki amonyum miktarının "0.50 mg/l değerini aşmaması" gerektiği bildirilmektedir. Halk çeşmeleri, Erzurum il merkezi ve ilçe merkezlerindeki çeşmelerden temin edilen su numunelerinin amonyum değerleri ortalama sırasıyla, 0.150 mg/l, 0.26 mg/l, 0.14 mg/l olarak belirlenmiştir. İçme suyunda bulunan amonyak konsantrasyonu, organik kökenli kirlenmenin göstergesidir. Amonyanın canlılara toksik etkisi, oksijen eksikliği, sıcaklık artışı ve diğer toksik maddelerin bulunması ile daha da artar.

Demir değerleri: Yönetmelikte (7), sulardaki demir miktarının "0.2 $\mu\text{g/l}$ değerini aşmaması" gerektiği bildirilmektedir. WHO (3,4), sulardaki demir miktarının 0.3 $\mu\text{g/l}$ değerini aşmaması gerektiğini

bildirmiştir. Halk çeşmeleri, Erzurum il merkezi ve ilçe merkezlerindeki çeşmelerden temin edilen su numunelerinin demir değerleri ortalama sırasıyla, 0.117 µg/l, 0.11 µg/l, 0.09 µg/l olarak saptandı. Demir düzeyinin halk çeşmelerinin (12 çeşmenin) 1 tanesinde (%8.3) 0.222 µg/l miktarında olduğu belirlenmiştir. Demir miktarının yüksek çıkmasının nedeni olarak; maden, metal sanayi, tarımsal ilaçlama ve gübreleme ile küçük sanayi siteleri ile içme suyu borularının yıpranmasının etkili olabileceği düşünülmektedir. Demirin kronik olarak vücuda alınmasının genetik bozukluklara da neden olabileceği bildirilmiştir (3).

Arsenik değerleri: Yönetmelikte (7), sulardaki arsenik miktarının “10 µg/l değerini aşmaması” gerektiği bildirilmektedir. Halk çeşmeleri, Erzurum il merkezi ve ilçe merkezlerindeki çeşmelerden temin edilen su numunelerinin arsenik değerleri ortalama sırasıyla, 0.022 µg/l, 0.032 µg/l ve 0.055 µg/l olarak belirlenmiştir. Arsenik, saf ve diğer maden bileşikleriyle doğada yaygın bir şekilde bulunur. Kolaylıkla su, bitki ve dolayısıyla gıdalara geçebilir. Çevrede bulunan arsenikli atıklar doğal koşullara çok dayanıklı olduğundan kalıcı kirlenmeler oluşturmaktadır. Arsenikle zehirlenmenin yaygın ve sık olmasının nedeni, bileşiklerin çoğunluğu kokusuz, tatsız olması, endüstriden tarımsal ilaçlara kadar yaygın kullanım alanının olmasından ileri gelmektedir. Bununla birlikte, 2 µg/kg’ dan fazla arsenik içeren gıdalar ile 0.2 µg/l’ den fazla arsenik içeren suların tüketilmesi, özellikle yenilebilir dokularda bu metalin birikimi söz konusu olacağından tehlikeli kabul edilmektedir. Suyu genellikle maden ocakları ve metalürjik işletmelerin atık sularından karıştır. Tarımda herbisit olarak kullanılan bazı arsenikli ilaçlarda zamanla suya geçer. Arsenik insan vücudu için olduğu kadar, bütün canlılar için de toksik bir elementtir.

Alüminyum değerleri: Yönetmelikte [7,8], sulardaki alüminyum miktarının “200 µg/l değerini aşmaması” gerektiği bildirilmektedir. Halk çeşmeleri, Erzurum il merkezi ve ilçe merkezlerindeki çeşmelerden temin edilen su numunelerinin

alüminyum değerleri ortalama sırasıyla, 0.145 mg/l, 0.10 mg/l ve 0.10 mg/l olarak belirlenmiştir. Alüminyum, suya bulanık mavimsi renk verir. Sudaki alüminyum fazlalığı su arıtımında aşırı alüminyum sülfat kullanılmasından, endüstriyel kirlenmeden veya toprak yapısından kaynaklanabilir.

Kurşun değerleri: Yönetmelikte [7,8], sulardaki kurşun miktarının “İçme-kullanma suları için 10 µg/l değerini aşmaması” gerektiği bildirilmektedir. Halk çeşmeleri, Erzurum il merkezi ve ilçe merkezlerindeki çeşmelerden temin edilen su numunelerinin kurşun değerleri ortalama sırasıyla, 0.023 µg/l, 0.062 µg/l ve 0.062 µg/l olarak belirlenmiştir. Kurşun, sulara çevre kirliliği sonucunda karışır. Yanma olayları ve özellikle kurşunlu benzinin yanması sonucu atmosfere karışan kurşun çevreye dağılır ve yağış suları ile akarsuları ve yeraltı sularını kirletir.

Koliform bakteri: Yönetmelikte (7,8), sulardaki koliform bakteri miktarının “0/100 ml değerini olması” gerektiği bildirilmektedir. Halk çeşmelerinin 48 adedinde koliform bakteri üremesi negatif bulunurken, Erzurum il merkezi 491 adet ve ilçe merkezlerindeki 864 adet su numunesinde koliform bakteri üremeleri sırasıyla, 2 (%0.4), 115 (%13.31) numunede tespit edilmiştir. Alemdar ve ark. [20], Bitlis ili içme sularında, incelenen örneklerde koliform bakterilerin pozitiflik oranını %12 (19/164) olarak belirlemişler, en yüksek bulunma oranının %24 (7/29) ile Tatvan ilçesindeki musluk sularında tespit etmişlerdir. Adilcevaz, Hizan ve Tatvan ilçelerindeki depo ve musluk sularında sırasıyla %14 ve %12, %17 ve %10, %18 ve %24’ü; merkez ve Güroymak ilçelerindeki musluk sularında sırasıyla %10 ve %8’i, Ahlât ilçesindeki depo sularının %17’sinde koliform bakteri tespit etmişlerdir.

Yönetmelikte (7,8) sulardaki *E. coli* miktarının “0/100 ml olması” gerektiği bildirilmektedir. Halk çeşmeleri 48 adedinde *E. coli* üremesi yönünden negatif olarak bulunurken, Erzurum il merkezi 491 adet ve ilçe merkezlerindeki 864 adet çeşmelerden temin edilen su numunelerinde *E. coli* üremeleri sırasıyla 2 (%0.4), 115 (%13.31) numunede tespit edilmiştir. Erzurum il merkezinde 2 ve ilçelerden 115

numunede *E. coli* üremesi ve koliform grubu mikroorganizma tespit edildiğinden söz konusu numunelerin Yönetmeliğe (7,8) uygun olmadığı belirlendi. Şebeke suyu kaynaklarına kanalizasyon veya hayvan dışıklarının karışması ve su depolarında dezenfeksiyon işleminin yetersizliği nedeniyle söz konusu numunelerde koliform grubu bakterisi ve *E. coli* üremesi olduğu sanılmaktadır. Su depolarının ve kaynaklarının bulduktan bölgelerin yeterince korunamadığı için bu bölgeler evcil veya vahşi hayvanların dışıkları ile kirlenebilmekte buralarda fekal kirlilikler ortaya çıkabilmektedir.

Araştırmada, Erzurum merkez halk çeşmeleri ve şebeke suları ile ilçe merkez şebeke suları bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından incelenmiştir. Su numuneleri incelenen parametreler açısından genellikle yönetmeliklere uygun bulunmuştur. Bu durum özellikle bölgenin nispeten sanayi bölgelerine uzaklığı, doğal sularının zenginliği ve konvansiyonel tarım sistemlerinin yaygın olmamasıyla yakından ilişkilidir. Çok sınırlı sayıda numunede yönetmeliğe uygun olmayan parametreler de ortaya çıkmıştır.

Depoların usulüne uygun dizayn edilmesi ve en az yılda bir kez depo temizliğinin yapılması gerekmektedir. İç şebeke sistemlerinin ve muslukların uzun yıllar kullanılması sonucunda potansiyel olarak mikrobiyolojik kirlilik olabileceği düşünülmektedir. Muslukların mümkün olduğu kadar mikrobiyolojik gelişmeye yer vermeyecek malzemelerden yapılması gerekmektedir. Ayrıca musluk ağızlarına elle temasından kaçınılmalı ve çok uzun süre kullanımda olan muslukların mikrobiyolojik kirlilik bakımından potansiyel bir risk taşıdığı unutulmamalıdır. Su kesintilerinin yaşandığı dönemlerde mikrobiyolojik kirlenme ortaya çıkabilmektedir. Bu dönemlerde su kesintisi olan bölgelerde ilgili kurumların gerekli uyarıları yapması alınabilecek başka bir tedbirdir. Suların doğru bir şekilde dezenfekte edilmesi halk sağlığı açısından önemli bir zorunluluktur. Su depolarının ve kaynaklarının buldukları bölgelerin yeterince korunamamasından dolayı bu bölgeler evcil veya vahşi hayvanların dışıkları ile kirlenebilmekte

buralarda fekal kirlilikler ortaya çıkabilmektedir. Su temini sistemlerinin sızıntı sularından etkilenmemesi için evsel katı atıkların uygun şekilde toplanıp depolanacağı alanların belirlenerek, atıkların bu bölgelerde depolanmasının sağlanması ve bu yerlerin kontrol altına alınması gerekmektedir. İnsanların suyun önemi ve hijyeni konularında eğitilmesi ve aydınlatılması için yayınlar, broşürler çıkarılmalı, radyo ve televizyon programları düzenlenmelidir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

1. Munsuz N., Ünver I., 1995. Su Kalitesi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yay. No: 1389, Ders Kitabı: 403, Ankara.
2. Öztürk A., 2006. İçme ve kullanma suyu temini, aranan özellikler ve arıtımı. Dizayn Konstrüksiyon 246: 100-111.
3. WHO, 2006. Chemical aspects, guidelines for drinking water quality, first addendum to third edition Volume 1, 296-460. World Health Organization, Geneva.
4. WHO, 1996. Iron in drinking water, background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2 Health criteria and other supporting information, World Health Organization, Geneva.
5. EPA, 2009. 816-F-09-004, National primary drinking water regulations. United States Environmental Protection Agency. EPA 816-F-09-004 May 2009
6. Commission Directive (EU), 2018. The drinking water directive (Council Directive) Brussels, 1.2.2018 COM (2017) 753 final.
7. Resmi Gazete, 2005. İnsani tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmelik. 17 Şubat 2005, Sayı: 25730.
8. Resmi Gazete, 2013. İnsani tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmelikte değişiklik yapılmasına dair yönetmelik. 7 Mart 2013, Sayı: 28580.
9. Tekinşen, OC., 1976. Suyun bakteriyolojik

- muayenesi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
10. Özdemir S., Sert S., 2001. Gıda mikrobiyolojisi tatbikat notları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ofset Tesisi, Erzurum.
11. Dayıoğlu H., Özyurt SM., Bingöl N., Yıldız C., 2004. Kütahya İli içme sularının bazı fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özellikleri. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bil Enst Derg, 7, 12-14.
12. Karadavut Sİ., 2007. Melendiz havzası yüzey ve yer altı suyu kirliliğinin araştırılması. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendiliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
13. Hınıs M., 2007. Aksaray İli içme suyu kaynaklarının arıtma öncesi organik madde miktarı bakımından incelenmesi ve değerlendirilmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
14. Sarcan A., 2008. Konya İli Hadim ilçesi kullanım sularının kalitesinin belirlenmesi ve dezenfeksiyon yönteminin etkinliğinin araştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendiliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
15. Süphandağ AŞ., Uyguner SC., Bekbölet M., 2007. İstanbul'da tüketilen ticari ve şebeke bazlı içme sularının kimyasal ve spektroskopik profilleri. İtüdergisi/e, Su Kirlenmesi Kontrolü, 17, 23-35.
16. Tofan S., 2008. Konya bölgesindeki içme sularında metal tayini. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
17. Demirer A., 1995. Su Hijyeni. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Ders Notları Ankara.
18. Koçak Ö., 2007. Erzurum İl merkezindeki içme ve kullanma sularının kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik kalitesi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
19. Kaplan M., Sönmez S., Tokmak S., 1999. Antalya Kumluca yöresi kuyu sularının nitrat içerikleri. Tr.J. of Agriculture and Forestry, 23, 309-313.
20. Alemdar S., Kahraman T., Ağaoğlu S., Alışarlı M. 2009. Bitlis İli içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri. Ekoloji, 19, 29-38.