

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Erciş (Van) İlçesi İçme Sularının Su Kalitesi Özellikleri

Ataman Altuğ ATICI^{1*}, Asude GÜLTEKİN¹, Fazıl ŞEN¹, Mahmut ELP²

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Van
²Kastamonu Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Kastamonu
*e-posta: atamanaltug@yyu.edu.tr

Özet: Bu çalışmada Van ili Erciş İlçesi ve çevresindeki çeşitli yerleşim yerlerinde içme suyu olarak kullanıldığını belirlediğimiz suların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Örneklerde fiziksel olarak sıcaklık, bulanıklık, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen, tuzluluk, kimyasal parametrelerden biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, pH, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, toplam alkalinite, karbonat, bikarbonat, nitrit, nitrat, amonyak, fosfor, çinko, bakır, nikel, kobalt, siyanür, florür, alüminyum, demir, potasyum, manganez, molibden, silisyum analizleri ve fekal koliform analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar “Yüzeyel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, TS-266 ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” kriterlerine göre değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: İçme suyu, Su kalitesi, Van-Erciş

Drinking Water Quality Properties of Ercis, Van-Turkey

Abstract: In this study, microbiological, physical, and chemical characters of drinking water supplied from city of Ercis were analyzed. Temperature, turbidity, conductivity, dissolved oxygen, biological oxygen demand, chemical oxygen demand, calcium, magnesium, total hardness, total alkalinity, free chloride, carbonate, bicarbonate, nitrite, nitrate, ammonia, phosphorus, zinc, copper, nickel, cobalt, cyanide, fluoride, aluminum, iron, potassium, manganese, molybdenum, silicon and microbiological parameters were analyzed in the laboratory. The results were evaluated according to “Turkish Regulation of Surface Water Quality Management, Turkish Water Pollution Control Regulations, TS 266, Turkish Regulation on Water Intended for Human Consumption.”

Keywords: Drinking water, Water quality, Van-Ercis

Giriş

Yaşamsal faaliyetlerimiz dışında ülkelerin gelişmesinde ve kalkınmasında önemli bir rol oynayan su medeniyetlerin kendilerine yerleşim yeri seçmelerinde, sanayi ve ekonomik yönden gelişmelerinde etkili olmuştur. Dünyanın artan nüfusu ile beraber suya olan ihtiyaç da sürekli artarken, çevre sorunları baş göstermiş su kaynakları azalmaya başlamış, bütün bunlar suya gösterilen değeri daha önemli bir hale getirmiştir (Çetinkaya 2003; Yılmaz ve Peker 2013).

Türklerin Anadolu’ya gelişi ile Çelebibağı mevkiinde kurulmuş olan Erciş, Van Gölü’nün yükselmesi ile şimdiki yerine taşınmıştır. İlçenin sahip olduğu en önemli akarsular Deliçay ve Zilan dereleridir (Anonim 2016a). İlçenin 36 km kuzeydoğusunda yer alan Deliçay üzerinde 1998 yılında sulama amacıyla inşasına başlanılan Morgedik Barajı’nın Erciş ve civar yerleşimleri içme suyu ihtiyacını da karşılaması amacıyla projede revizyona gidilmiş ve su tutulmaya başlanmıştır (DSİ 2016).

Türkiye’de sektörlere göre su kullanımına bakılacak olursa 1990 yılında 30.6 milyar m³ olan kullanılan su miktarı, 2000 yılında 39.3 milyar m³, 2004 yılında 40.1 milyar m³ olmuştur. 2023 yılında ise kullanılacak su miktarının 30.6 milyar m³ olması hedeflenmektedir. Bu miktar içerisinde sulama için %64, içme-kullanma için %16 ve sanayi için %20’lik bir oran yer almaktadır (Anonim 2016b).

Bu çalışmada Erciş İlçesi ve çevresindeki çeşitli yerleşim yerlerine ait içme sularının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenerek ülkemiz içme suları standartlarına uygunluğunun belirlenmesi, elde edilen verilerin insan sağlığı mevzuat çerçevesinde tartışılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Erciş İlçesi'nin yüzölçümü 2.115 km², rakımı ise 1750 metredir. İlçe nüfusu 2015 yılı verilerine göre 173.795 kişi olarak belirlenmiştir (Anonim 2016a).

Su örnekleri 6-7 Nisan 2016 tarihlerinde Erciş İlçesi'nde yoğun şekilde içme suyu olarak kullanılan 18 farklı noktadan alınmıştır. Örnek alınan noktaların koordinatları ve rakımları Magellan Explorist 100 marka GPS ile alınarak, Şekil 1 ve Çizelge 1'de belirtilmiştir.



Şekil 1. Su örneklerinin alındığı istasyonlar.

Su örneklerinde sıcaklık, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen, pH değerleri YSI marka multimetre ile ölçülürken, bulanıklık ölçümleri HACH 2100 Q Türbidimetre cihazı, serbest klor ise HACH Pocket Colorimeter II (chlorine) ile yerinde ölçülerek yapılmıştır. Alınan su numunelerinin laboratuvar ortamına taşınması sırasında soğuk zincir uygulamasına dikkat edilmiş ve su örnekleri kimyasal analizler bitinceye kadar +4°C sıcaklıktaki soğutucuda saklanmıştır.

Kimyasal parametrelerden kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, toplam alkalinite, karbonat, bikarbonat miktarı titrimetrik yöntemlerle belirlenirken (APHA 1899; Çetinkaya 2003), nitrit, nitrat, amonyak, fosfor, çinko, bakır, nikel, kobalt, siyanür, florür, alüminyum, demir, potasyum, manganez, molibden, silisyum analizleri HACH LANGE DR 5000 spektrofotometre cihazında HACH Standart metotlarıyla ve hazır su analiz kitleri kullanılarak yapılmıştır. Biyolojik oksijen ihtiyacını belirlemede HACH BOD Trak II cihazı kullanılırken, kimyasal oksijen ihtiyacını belirlemede ise HACH LT 200 Termoreaktör, HACH LCI 400 KOI Küvet Testi ve HACH LANGE DR 5000 Spektrofotometre cihazları kullanılmıştır (HACH 2005; 2010). Mikrobiyolojik analizlerde içme sularının fekal koliform oluşturup oluşturmadığına aynı gün içerisinde laboratuvar ortamında hızlı bir şekilde bakılmıştır. Analizlerde Sartorius marka membran filtre düzeneği ve besi yerleri (TS EN ISO 9308-1) kullanılmıştır. Su numunesinin 100 ml'si membran filtreden geçirildikten sonra membran filtre seçici bir besi yerine konulmuş, inceleme yapılan bakteri türüne göre 36±2°C ve 44±1°C sıcaklıkta 21±3 saat ve 44±4 saat inkübe edilerek tipik koloniler sayılmıştır (Tekbaş ve Oğur 2005).

Bulgular ve Tartışma

Fiziksel Analiz Sonuçları

Su örneklerine ait fiziksel su kalitesi ortalama değerleri ve standart hataları ile örnekleme noktalarının konum ve rakımları Çizelge 1'de verilmiştir.

Kimyasal Analiz Sonuçları

Laboratuvarında spektrofotometre cihazında yapılan kimyasal analizler ile BOİ ve KOİ ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 2 ve Çizelge 3'te verilmiştir.

Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Membran filtreleme yöntemi (TS EN ISO 9308-1) kullanılarak yapılan ölçümlerde 24 saat 44±1°C sıcaklıkta inkübe edilen besi yeri örneklerinde mavi renkte herhangi bir koloni oluşumu gözlenmemiştir.

Örnekleme noktalarında alınan sularda ortalama su sıcaklığı 12.8°C olarak ölçülürken (Çizelge 1), Alemdar ve ark. (2009) Bitlis İli su örneklerinde ortalama su sıcaklığını 11.4°C, Ağaoğlu ve ark. (2007a) Erciş İlçesi'ne ait musluk ve depo sularında su sıcaklığını 14.9 ve 12.9°C olarak ölçmüştür. Sıcaklık bakımından örnek sularımız YSKY ve SKKY'ye göre I. Sınıf ve TS-266'ya göre tavsiye edilen değerler içinde yer almıştır (Çizelge 4). Sıcaklık sudaki fiziko-kimyasal olaylar ile biyolojik reaksiyonları etkileyerek suyun içim kalitesini düşürmektedir (Çetinkaya 2003). Bu bakımdan sıcaklık örnek sularımızda herhangi bir sorun oluşturacak olumsuz bir etkene sahip değildir.

Çözünmüş oksijen su kirlenmesi ile ilgili en önemli parametrelerden birisidir (Güler 1997). Sularda ortalama çözünmüş oksijen miktarını 7.00 mg/L olarak ölçerken (Çizelge 1), farklı su kaynaklarında yapılan çalışmalara bakıldığında ortalama çözünmüş oksijen miktarı Erciş - Koçköprü Baraj Gölü ve gölü besleyen akarsularda daima 5.00 mg/L üzerinde (Elp 2002), Karasu'da 10.03 mg/L (Şekerci 2011) ve Bendimahi'de 10.86 mg/L (Bulum 2015) ölçülmüştür. Kasımbağı sondajı 3.09 mg/L ile III. sınıf içinde yer alırken, en kaliteli sular Işıklı Su Havzası Kaynak Suyu, Kocapınar Sondajı ve Çelebibağ AFAD Evleri sondaj suları olmuştur (Çizelge 4). İçme sularında bulunması gereken çözünmüş oksijen miktarının doyma noktasında olması istenmektedir (Atabey 2015).

Suyun asit veya bazik özellikte oluşunu belirleyen bir parametre olan pH, hidrojen iyonları konsantrasyonu arttıkça asit forma dönüşmekte ve azalmakta, hidrojen iyonları konsantrasyonu azaldığı durumda ise su bazik forma dönüşmekte ve pH artmaktadır (Göksu 2003). Yerinde yaptığımız ölçümlerden ortalama pH değerleri 6.89 (Çizelge 1) ile YSKY ve SKKY'de I. sınıf, II. sınıf ve III. sınıf su kalite özellikleri taşımaktadır. İTASHY'ye göre ise uygun sınırlar içinde kalmıştır (Çizelge 4). Örnek sularımızdan en düşük pH Kışla Mahallesi Sondaj Suyu ile en yüksek pH, Kocapınar Ziyaret suyuna ait olurken (Çizelge 4), Ağaoğlu ve ark. (2007a) Erciş İlçesi musluk ve depo sularında ortalama pH'yı 7.27 ve 7.60, Alemdar ve ark. (2009) Biltis İli içme sularında ortama pH'yı 7.41 olarak ölçmüştür. Araştırmacılar tarafından bildirilen değerlerin hepsi yönetmelikler ve TS-266'da belirtilen değerler içerisinde kalmıştır (Çizelge 4).

Sudaki bu direnç iyonlarına ayrılan maddelerin toplam miktarına bağlı olan elektriksel iletkenlik aynı zamanda çözeltinin elektrik akımını iletmesine karşı olan direnç olarak tanımlanmaktadır (Güler 1997). Sularda ortalama elektriksel iletkenlik değeri 313.0 µs/cm (Çizelge 1) ile TS-266 ve İTASHY'de istenilen değerlere uygunluk gösterirken (Çizelge 4), Şen (2001) en düşük iletkenliği Nazik Gölü'nün yüzeyinde 254.4 µs/cm ile sonbaharda, en yüksek iletkenliği gölün 12 m derinliğinde 340.6 µs/cm ile ilkbaharda, Ağaoğlu ve ark. (2007a) Erciş İlçesi içme suları için elektriksel iletkenlik değerini musluk sularında 301.9 µs/cm, depo sularında 294.5 µs/cm olarak ölçmüştür. Değerler TS-266'da TED içerisinde yer alırken, İTASHY'ye de uygunluk göstermiştir (Çizelge 4).

Çizelge 1. İçme Sularına ait yerinde yapılan fiziksel ölçümler ve örnekleme noktalarının konum ve rakımları

Sıra No	Örnek Alma Noktaları	Fiziksel Parametreler									
		Sıcaklık (°C)	Çözülmüş Oksijen (mg/L)	Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	Tuzluluk (ppt)	pH	AKM (mg/L)	Bulanıklık (NTU)	Koordinat Kuzey Enlemi	Koordinat Doğu Boylamı	Yükselti (Metre)
1.	Yukarı TOKİ Depo Suyu	13.2	7.28	154.8	0.09	6.77	0.00	0.09	39°01'524"	43°24'355"	1841
2.	Yekmal Bölgesi Sondaj	13.5	6.60	520.2	0.25	7.18	1.00	1.50	39°01'524"	43°24'356"	1692
3.	Salihye Mah. Cevizaltı Mevki Sondaj	12.5	7.66	411.5	0.20	7.54	1.00	0.13	39°02'261"	43°22'988"	1718
4.	Işık Su Havzası Kaynak Suyu	13.9	8.40	11.25	0.00	7.69	0.00	0.47	39°03'587"	43°20'216"	1703
5.	Işık Sağlık Ocağı	14.1	7.44	228.7	0.11	6.67	0.00	1.26	39°03'508"	43°19'472"	1692
6.	Kocapınar Yolboyu Kaynak Suyu	12.4	7.60	363.3	0.17	6.93	0.00	0.11	39°03'534"	43°18'201"	1699
7.	Kocapınar Sondajı	14.7	8.67	169.1	0.08	7.58	0.00	0.17	39°06'096"	43°18'167"	1708
8.	Kışla Mah. Sondajı	13.9	5.97	354.2	0.17	6.03	0.00	0.46	39°01'266"	43°20'470"	1684
9.	Çelebibağ AFAD Evleri Sondajı	13.6	8.16	477.9	0.23	6.61	0.00	0.19	39°03'892"	43°18'335"	1708
10.	Çelebibağ Eski Bld. Önü Sondajı	12.3	6.92	475	0.16	6.56	0.00	0.14	39°59'543"	43°18'167"	1666
11.	Örene Köprüsü Sondajı	12.3	7.56	227.4	0.11	6.44	1.00	0.14	39°00'230"	43°19'063"	1658
12.	Kasımbağı Sondajı	13.8	3.09	559.2	0.27	7.22	0.00	0.09	39°03'892"	43°18'335"	1652
13.	Gölağzı Sondaj	11.2	7.77	299.9	0.14	6.83	1.00	0.23	39°03'892"	43°18'335"	1659
14.	Kadirasker Sondaj	10.6	6.60	311.9	0.15	6.83	0.00	0.53	39°01'475"	43°25'100"	1719
15.	Hayderbey Sondaj	11.1	4.83	329.8	0.16	7.01	0.00	0.46	39°00'379"	43°25'482"	1703
16.	DSİ Çeşme Suyu	13.7	6.69	300.8	0.14	6.62	0.00	0.47	39°01'327"	43°22'534"	1668
17.	Yeşil Erciş Alabalık Tesisi	11.4	6.83	227.6	0.11	6.67	1.00	0.94	38°59'610"	43°18'250"	1703
18.	Kocapınar Ziyaret Yeri	-	7.96	211.8	0.10	7.98	1.00	0.12	-	-	-
	Ortalama Değerler	12.8 ± 0.29	7.00 ± 0.32	313.0 ± 33.35	0.15 ± 0.02	6.95 ± 0.12	0.33 ± 0.11	0.43 ± 0.10	-	-	-

Çizelge 2. İçme Sularına ait kimyasal ölçüm sonuçları

Sıra No	Örnek Alma Noktaları	Kimyasal Parametreler													
		NO ₃ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	PO ₄ ⁻³ (mg/L)	P (mg/L)	SO ₄ ⁻ (mg/L)	Fe ⁺² (mg/L)	Cu (µg/L)	Fl ⁻ (mg/L)	CN ⁻ (µg/L)	Al (µg/L)	Cr ⁺⁶ (mg/L)	Ar (µg/L)
1.	Yukarı TOKİ Depo Suyu	1.1	4.7	0.005	0.015	1.13	0.37	1	0.01	0	1.29	2	1	0.009	3.74
2.	Yekmal Bölgesi Sondaj	3.4	15.1	0.003	0.011	0.48	0.16	18	0.01	0	0.52	1	2	0.011	4.15
3.	Salihiye Mahallesi Cevizaltı Mevki Sondaj	1.4	6.0	0.004	0.012	0.35	0.11	2	0.00	0	0.57	0	0	0.007	4.75
4.	Işıklı Su Havzası Kaynak Suyu	1.5	6.8	0.004	0.013	0.49	0.16	3	0.01	0	0.35	1	0	0.007	0.23
5.	Işıklı Sağlık Ocağı	1.4	6.4	0.004	0.014	0.41	0.13	3	0.01	6	0.34	2	0	0.008	0.14
6.	Kocapınar Yol Boyu Kaynak Suyu	0.7	3.3	0.003	0.009	0.34	0.11	12	0.01	0	0.46	2	0	0.009	5.53
7.	Kocapınar Sondajı	1.0	4.6	0.003	0.01	0.29	0.09	0	0.01	0	0.77	1	0	0.009	1.38
8.	Kışla Mah. Sondajı	1.9	8.4	0.004	0.015	0.82	0.27	2	0.00	0	0.51	1	0	0.008	3.78
9.	Çelebibağ AFAD Evleri Sondajı	2.3	10.2	0.004	0.012	0.84	0.28	13	0.00	0	1.03	1	0	0.008	9.63
10.	Çelebibağ Eski Bld. Önü Sondajı	2.2	9.6	0.004	0.012	0.81	0.27	13	0.01	0	1.07	1	0	0.007	9.23
11.	Örene Köprüsü Sondajı	1.6	7.3	0.003	0.009	0.36	0.12	2	0.01	0	0.35	5	0	0.007	0.15
12.	Kasımbağı Sondajı	2.0	8.9	0.024	0.078	0.59	0.19	21	0.02	0	0.58	2	0	0.007	12.07
13.	Gölağzı Sondaj	1.6	7.1	0.004	0.015	0.4	0.13	3	0.00	1	0.39	0	3	0.007	1.51
14.	Kadirasker Sondaj	3.8	16.8	0.004	0.014	0.74	0.24	9	0.01	0	0.45	3	1	0.008	2.27
15.	Hayderbey Sondaj	1.7	7.4	0.004	0.013	0.6	0.2	0	0.01	0	0.44	0	15	0.017	1.70
16.	DSİ Çeşme Suyu	1.4	1.4	0.003	0.009	0.41	0.13	3	0.01	0	0.29	1	30	0.006	0.20
17.	Yeşil Erciş Alabak Tesisi	1.4	1.4	0.004	0.012	0.42	0.14	0	0.01	0	0.32	1	0	0.006	1.00
18.	Kocapınar Ziyaret Yeri	2.2	2.2	0.004	0.013	0.38	0.12	2	0.01	0	0.64	2	0	0.008	2.23
Ortalama Değerler		1.8 ± 0.18	7.1 ± 0.98	0.005 ± 0.001	0.012 ± 0.004	0.51 ± 0.04	0.18 ± 0.02	5.94 ± 1.56	0.01 ± 0.00	0.39 ± 0.3	0.58 ± 0.07	1 ± 0.00	2.88 ± 2.00	0.008 ± 0.001	3.54 ± 0.84

Çizelge 3. İçme Sularına ait kimyasal ölçüm sonuçları

Sıra No	Örnek Alma Noktaları	Kimyasal Parametreler												Toplam Alkalinite (mg/L)	Toplam Sertlik (mg/L)
		SiO ₂ (mg/L)	Si (mg/L)	Mn ⁺² (mg/L)	Zn (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	BOİ (mg/L)	KOİ (mg/L)	Cl ₂ (mg/L)	Mg ⁺² (mg/L)	Ca ⁺² (mg/L)	CO ₃ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)		
1.	Yukarı TOKİ Depo Suyu	72	34	0.1	0.04	3.1	0.39	0.57	0.09	24.3	10.7	40	101.7	183.3	126.67
2.	Yekmal Bölgesi Sondaj	35	16	0.1	0.02	4.8	0.00	0.00	0.00	25.9	64.0	40	203.3	266.7	266.67
3.	Salihye Mahallesi Cevizaltı Mevki Sondaj	44	21	0.1	0.02	2.3	0.00	0.00	0.04	40.5	29.3	40	223.7	283.3	240.00
4.	Işık Su Havzası Kaynak Suyu	47	22	0.1	0.01	2.1	0.00	0.00	0.06	25.9	16.0	20	162.7	183.3	146.67
5.	Işık Sağlık Ocağı	47	22	0.1	0.01	2.1	0.00	0.00	0.02	14.6	16.0	20	183.0	200.0	100.00
6.	Kocapınar Yol Boyu Kaynak Suyu	63	29	0.1	0.02	4.0	0.41	0.60	0.04	17.8	42.7	20	203.3	216.7	180.00
7.	Kocapınar Sondajı	53	25	0.1	0.02	2.6	0.31	0.45	0.02	3.2	26.7	40	101.7	183.3	80.00
8.	Kışla Mah. Sondajı	74	35	0.1	0.01	4.6	3.23	4.75	0.03	32.4	18.7	40	203.3	266.7	180.00
9.	Çelebibağ AFAD Evleri Sondajı	62	29	0.2	0.01	9.0	2.97	4.37	0.00	25.9	48.0	20	101.7	133.3	226.67
10.	Çelebibağ Eski Bld. Önü Sondajı	62	29	0.2	0.01	9.3	2.82	4.14	0.00	34.0	50.7	20	264.3	266.7	266.67
11.	Örene Köprüsü Sondajı	46	22	0.1	0.01	2.1	4.45	6.54	0.05	24.3	13.3	20	203.3	216.7	133.33
12.	Kasımbağı Sondajı	55	26	0.2	0.01	5.2	4.34	6.38	0.03	45.4	24.0	40	142.3	216.7	246.67
13.	Gölağzı Sondaj	46	21	0.2	0.01	2.2	1.36	2.00	0.02	25.9	24.0	20	244.0	250.0	166.67
14.	Kadirasker Sondaj	48	22	0.1	0.01	10.5	0.11	0.16	0.02	21.1	29.3	40	122.0	200.0	160.00
15.	Hayderbey Sondaj	49	23	0.1	0.02	6.4	0.00	0.00	0.01	19.5	26.7	20	101.7	133.3	146.67
16.	DSİ Çeşme Suyu	47	22	0.1	0.00	2.1	0.00	0.00	0.00	21.1	16.0	20	244.0	250.0	126.67
17.	Yeşil Erciş Alabalık Tesisi	50	23	0.1	0.01	2.6	0.52	0.76	0.00	17.8	21.3	20	183.0	200.0	126.67
18.	Kocapınar Ziyaret Yeri	53	23	0.1	0.01	4.3	0.00	0.00	0.01	21.1	18.7	40	101.7	183.3	133.33
	Ortalama Değerler	52.9 ± 2.38	24.7 ± 1.14	0.1 ± 0.01	0.01 ± 0.002	4.4 ± 0.64	1.16 ± 0.38	1.71 ± 0.56	0.02 ± 0.006	24.5 ± 2.25	27.6 ± 3.44	28.9 ± 2.41	171.7 ± 13.28	213.0 ± 10.40	169.63 ± 13.46

Şebekelerden gelen içme sularında organik maddeler, mikroorganizmalar, demir ve manganez gibi çözünmeyen maddeler, sudaki ince kil veya silt partikülleri sudaki bulanıklığı arttırmaktadır (Gray 2015a). Sularda ortalama bulanıklık değeri 0.43 NTU olarak ölçülürken (Çizelge 1), Ağaoğlu ve ark. (2007a) Erciş İlçesi içme sularının ortalama bulanıklık değerini musluk suları için 4.07 NTU, depo suları içinse 6.67 NTU, Bulum (2015) Bendimahi'de 10.68 NTU olarak bildirmiştir. Bulanıklık değerlerimiz İTASHY'ye göre uygunluk göstermiştir (Çizelge 4). Örneklerimizde ortalama AKM ise 0.3 mg/L ile TS-266'da müsaade edilebilecek maksimum değerin altında olmuştur.

Sulara ait Ca^{+2} , Mg^{+2} ve K^+ değerlerine bakıldığında ortalama değerler sırasıyla 27.6, 24.5 ve 4.4 mg/L olarak bulunurken (Çizelge 3), Ağaoğlu ve ark. (1999) Van ve yöresi kaynak sularında ortalama kalsiyum ve magnezyum değerini 58.4 ve 6.7 mg/L, Ağaoğlu ve ark. (2007a) Erciş İlçesi içme suları için ortalama kalsiyum değerini musluk sularında 13.9 mg/L, depo sularında 7.5 mg/L, ortalama magnezyum değerini musluk sularında 6.4 mg/L, depo sularında 4.5 mg/L, ortalama potasyum değerini musluk sularında 1.9 mg/L, depo sularında 1.7 mg/L, Alemdar ve ark. (2009), Bitlis İli içme sularında ortalama Ca ve Mg değerlerini 18.4 ve 6.1 mg/L, Atasoy ve ark. (2011) Van merkezde bulunan içme sularında ortalama kalsiyum ve magnezyum değerini 31.06 - 38.49 mg/L, ve 6.78 - 6.81 mg/L, Bulum (2015) Bendimahi'de ortalama Ca^{+2} , Mg^{+2} ve K^+ değerlerini 153.2, 53.9 ve 6.7 mg/L olarak belirlemiştir. Sulardaki Ca^{+2} , Mg^{+2} ve K^+ değerleri diğer sonuçlarla benzerlik göstermezken, TS-266'da tavsiye edilen değerlerin altında olmuştur (Çizelge 4). Suya sertlik özelliği kazandıran kalsiyum kanın pıhtılaşmasında, kas hareketlerinde, hücre zarının geçirgenliğinde ve sinirsel aktivitede görev almaktadır. Kemik, kas ve sinirsel dokularda bulunan magnezyumun günlük 35 mg alınması gerekmektedir (Güler 1997). Su ile şiddetli tepkimeye girip hidrojen gazı açığa çıkaran potasyumun ise günlük 2-4 g arasında alınması gerektiği, eksikliğinde iştahsızlık, bulantı, kusma ve sindirim sistemi rahatsızlığı görüldüğü bildirilmiştir (Atabey, 2015).

Doğal sularda bulunan CO_3^{-2} ve HCO_3^- iyonlarını nötralle eden H^+ iyonları miktarına alkalinite denilmekte olup, suyun asitleri nötralle edebilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (MEGEP 2012). İçme sularında karbonat (CO_3) ve bikarbonat (HCO_3^-) dengesinin bulunmaması durumunda ise kullanılan boru malzemesine bağlı olarak içme suyuna çeşitli metaller geçebilmektedir (Anonim 2016c). Su örneklerimizde ortalama CO_3 , HCO_3 ve toplam alkalinite değerleri sırasıyla 28.9, 171.7 ve 213.0 mg/L olurken (Çizelge 3), Bulum (2015) Bendimahi'de karbonat, bikarbonat ve toplam alkaliniteyi 0.0, 651.0 ve 490.55 mg/L, olarak bulmuştur.

Sertlik, kalsiyum ve magnezyum iyonlarının varlığından ileri gelen ve sabunun köpürmeye karşı direncini gösteren özellik olarak tarif edilebilir. Sularda sertlik Alman, Fransız, Rus ve Amerikan sertlik dereceleriyle ölçülürken, ülkemizde Fransız sertlik derecesi kullanılmaktadır (Güler 1997). Erciş İlçesi içme suyu örneklerinde ortalama toplam sertlik miktarı 169.63 mg/L olurken, en sert su 266.67 mg/L ile Yekmal Bölgesi Sondaj Suyu ve Çelebibağ Eski Belediye Önü Sondaj Suyu, en yumuşak su 80.00 mg/L ile Kocapınar Sondaj Suyu olmuştur (Çizelge 3). Suyun sertlik derecesi ile kalp-damar hastalıklarından Akut Miyokard Enfarktüs (Kalp krizi-AMI) hastalıkları arasında doğrudan bir ilişki olduğu bildirilmektedir (Atabey 2015).

Oksijen tüketen bakteriler tarafından sulardaki karbonlu bileşiklerin parçalanma sırasında ihtiyaç duyulan oksijen miktarı olan BOİ ile sulardaki doğal ve kirletici maddelerin kuvvetli kimyasal oksitleyicilerle parçalanması sırasında tüketilen oksijen miktarı olan KOİ, kirlilik belirleme çalışmalarında en çok kullanılan parametrelerdendir (Göksu 2003). Suların ortalama BOİ5 ve KOİ değerleri incelendiğinde değerler 1.16 ve 1.71 mg/L hesaplanırken (Çizelge 3), sonuç değerleri YSKY ve SKKY'de I. Sınıf kalite su sınıfına girmektedir (Çizelge 4).

Erciş içme sularında fekal koliform açısından herhangi koloni oluşumuna rastlanmazken, Ağaoğlu ve ark. (1999) TS-266'ye göre Van ve çevresindeki kaynak sularının %33.3'ünde koliform grubu mikroorganizma belirlemiş, Alisharlı ve ark. (2007) Van-Merkez ve ilçelerde bulunan kuyu, dere, kaynak/çeşme, musluk ve depolardan aldıkları su örneklerinde koliform grubu mikroorganizmaların diğer indeks mikroorganizmalarına oranla daha fazla bulunduğunu, bazı örneklerde E. coli olduğunu bildirirken, Alemdar ve ark. (2009) Bitlis merkez ve ilçelerindeki depo ve musluk sularından aldıkları içme sularının %30'unun enterokok, %12'sinin koliform, %24'ünün sülfid indirgeyen anaerob'lar ve %8'inin E. coli yönünden standartlara uygunluk göstermediğini, Ekici ve ark. (2010) Van ve yöresinde değişik kaynaklardan topladıkları içme suyu örneklerinde %17.5 koliform ve %10E. coli bulunduğunu

belirtmişlerdir. Kendi su örneklerimiz mikrobiyal açıdan YSKY ve SKKY’de I. Sınıf su kalite özelliği taşımakla beraber, İTASHY’de istenilen değeri de sağlamaktadır (Çizelge 4).

Bakteriyel bulaşmanın, kanalizasyon ve hayvancılık atığı kirliliği sonucu sudaki amonyak klorla tepkimeye girerek üç farklı kloramin (monokloramin, dikloramin ve trikloramin) yapı meydana getirmekte sudaki serbest klordan daha kötü bir koku oluşturmaktadır (Gray 2015b). Sulardaki ortalama amonyum (NH_4^+), amonyak (NH_3) ve amonyak azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$) değerlerinin hepsi 0.00 mg/L olurken (Çizelge 2), Bulum (2015) Bendimahi’de ortalama amonyum, amonyak ve amonyak azotu değerlerini 0.06, 0.06 ve 0.05 mg/L, Şekerci (2011) Karasu’da ortalama amonyum, amonyak ve amonyak azotu değerlerini 0.41, 0.40 ve 0.33 mg/L olarak bildirmişlerdir. Sularda amonyum ve amonyum azotu değerleri YSKY ve SKKY’nde I. Sınıf su kalite özelliğinde, TS-266’da tavsiye edilen değerler içinde ve İTASHY’de belirtilen değerlerdedir (Çizelge 4).

Azot doğal sularda amonyak, nitrat ve nitrit iyonu halinde olurken, serbest atomu veya iyonları bulunmamaktadır (Güler 1997). Sulara ait ortalama Nitrat (NO_3^-) ve nitrit (NO_2^-) düzeyi 7.1 ve 0.012 mg/L ölçülürken (Çizelge 2), Ağaoglu ve ark. (2007b) tarafından Van merkez ve ilçelerinde ilkbahar ve sonbahar olmak üzere ortalama nitrat düzeylerini kuyu sularında 35.93 ve 24.75 mg/L, dere suyunda 5.16 ve 4.99 mg/L, kaynak/çeşme sularında 19.06 ve 14.61 mg/L, musluk sularında 9.61 ve 14.11 mg/L, depo sularında 6.33 ve 7.39 mg/L olarak, Nitrit düzeyinin de genelde standartlara uygun olduğunu, Bulum (2015) ise Bendimahi’de ortalama nitrat ve nitrit miktarını 2.0 ve 0.018 mg/L olarak belirtmiştir. Nitrat düzeyi yüksek suların uzun süre ve fazla miktarda kullanımı zehirlenmelere sebep olabilmektedir (Ağaoglu ve ark. 2007b). Yönetmeliğe bakıldığında sularımızdaki nitrat ve nitrit seviyeleri YSKY ve SKKY’nde I. Sınıf su kalite özelliğinde olurken, TS-266’da tavsiye edilen değerler içinde olmuştur. Ayrıca İTASHY’te belirtilen değerlerdedir (Çizelge 4).

İçme suyunda pH 7 olduğunda litrede 0.16 mg klor ve pH 9 olduğunda litrede 0.45 mg klor belirgin bir koku oluşturmaktadır. İçme suyundaki düşük klor kokusu insanlara güven vermekteyken, yüksek miktardaki klor miktarları rahatsız edici bir hal kazanmaktadır (Gray 2015b). Sulardaki ortalama serbest klor miktarı 0.02 mg/L (Çizelge 3) ile YSKY ve SKKY’nde III. Sınıf su kalite özelliğinde olmakla beraber, TS-266’da ise belirtilen değerleri kısmen aşarken (Çizelge 4), Ağaoglu ve ark. (2007a) Erciş İlçesi içme suları için ortalama klorür değerini musluk ve depo sularında 8.99 ve 9.07 mg/L, Alemdar ve ark. (2009) Bitlis İli içme sularında ortalama serbest klor miktarını 7.69 mg/L olarak bildirmiştir.

Sulara ait ortalama arsenik değeri 3.54 $\mu\text{g As/L}$ olurken (Çizelge 3), Yılmaz ve Ekici (2004) Van içme sularında ortalama arsenik seviyesini 5.03 $\mu\text{g As/L}$ olarak bildirmiştir. İçme suyu ile vücuda alınan arsenik önce kana karışır, sonra başlıca karaciğer, kas, böbrek, dalak ve deride bulunur, biyolojik yan ömrü yaklaşık olarak 10 saat ile 1-2 gün arasındadır (Güler 1997). Erciş sularındaki arsenik değerleri YSKY ve SKKY’de I. Sınıf su kalite özelliğinde olmakla beraber, TS-266 ve İTASHY’de tavsiye edilen değerler içinde olmuştur.

Sularımıza ait florür değeri ortalama 580 $\mu\text{g F}^-/\text{L}$ olurken (Çizelge 2), Ağaoglu ve ark. (2007c) Erciş İlçesi içme suyu örneklerinde ortalama flor değerlerini kuyu sularında 766 $\mu\text{g F}^-/\text{L}$, dere suyunda 158 $\mu\text{g F}^-/\text{L}$, çeşme/kaynak suyunda 300 $\mu\text{g F}^-/\text{L}$, musluk 457 $\mu\text{g F}^-/\text{L}$ ve depo suyunda 88 $\mu\text{g F}^-/\text{L}$ olarak standartlarda belirtilen değerlerin altında belirlemişler ancak flor düzeyini, merkez ve ilçelerdeki kuyu suyu örneklerinde sırasıyla %4 ve %3, Çaldıran ilçesindeki depo suyu örneklerinde ise %10 oranında standart değerlerin üzerinde bulmuşlardır. Kahraman ve ark. (2011) Bitlis İli ve İlçelerine ait depo ve musluk sularındaki florür seviyelerini 360 ve 350 $\mu\text{g F}^-/\text{L}$ olarak bildirmiştir. Sulardaki florür değerlerinin hepsi YSKY ve SKKY’de I. Sınıf su kalite özelliği gösterirken, TS-266 ve İTASHY bakımından da tavsiye edilen değerlerin altında olmuştur (Çizelge 4). Florlama dış çürüklerini engellerken bazı nörolojik etkiler, dental florozis, kemik sağlığı, kanser, immünolojik etkiler, üreme bozuklukları, doğum kusurları, böbrek ve sindirim sistemi problemlerine de neden olmaktadır (Gray 2015c).

Sulardaki bakır, krom, kobalt, nikel, çinko, alüminyum ortalama değerleri sırasıyla 0.06 $\mu\text{g Cu/L}$, 8 $\mu\text{g Cr}^{+6}/\text{L}$, 0 $\mu\text{g Co/L}$, 0 $\mu\text{g Ni/L}$, 10 $\mu\text{g Zn/L}$, 0.003 mg Al/L olarak bulunurken (Çizelge 2 ve 3), Alemdar ve ark. (2007) Van merkezde bakır, krom, kobalt, nikel, çinko ortalama değerlerini kuyu sularında 30, 30, 90, 50 ve 20 $\mu\text{g/L}$, kaynak/çeşme sularında 30, 50, 10, 30 ve 30 $\mu\text{g/L}$, musluk suyunda 30, 20, 90, 20 ve 20 $\mu\text{g/L}$, depo suyunda 50, 30, 60, 10 ve 40 $\mu\text{g/L}$, Atasoy ve ark. (2011) Van şehir merkezi içme ve musluk sularında çinkoyu 30-400 $\mu\text{g/L}$, bakırın 6-110 $\mu\text{g/L}$, nikelini 12-46 $\mu\text{g/L}$, kobaltı 7-14 $\mu\text{g/L}$,

Kahraman ve ark. (2012) Bitlis ili içme sularındaki bakırı 7.52 µg/L ve çinkoyu 28.2 µg/L olarak bulmuştur. Buldukları değerler TS-266'da bildirilen kriterlere uygun değerler olarak bulunmuştur. Kendi örneklerimizde Bakır, krom, kobalt, nikel, çinko ve alüminyum YSKY ve SKKY'nde I. Sınıf su kalite özelliği gösterirken, TS-266 bakımından tavsiye edilen değerlerin de altında olmuştur İTASHY'de belirtilen değerlerin üstünde olan tek element bakır olmuştur. Sulardaki ortalama mangan miktarı YSKY ve SKKY'de I. sınıf su kalitesine uygunken, TS-266 ve İTASHY'de belirtilen değerlerin dışında kalmıştır (Çizelge 4). Dağıtım sistemlerindeki çamur kontrolü, manganezin engellenmesi ve depolardaki bakteri büyümelerinin kontrolünde kullanan bakır tuzlarının fazlası mukozaya iltihaplanmasına, damar, karaciğer ve böbrek hastalıklarına, merkezi sinir sistemi tahrişlerine neden olabilmektedir (Güler 1997). Vücuda 1-5 g arasında krom alındığında mide ve bağırsak rahatsızlıkları, kalp çarpıntılarını gibi rahatsızlıklar görülmektedir. Kobalt B12 vitamininin bileşeni olmakla beraber, anemiyi engeller, sindirim zorluğu, yorgunluk ve kas yorgunluğunun giderilmesini sağlamaktadır. Zehirleyici etkisi bulunan nikel deride alerjik reaksiyon yapmaktadır. Çinko içme sularında 3 mg/L'nin üzerinde olması durumunda sağlık sorunları yaratmaktadır. Alüminyumun içme suyu ile yüksek miktarlarda alınması durumunda ise bunama etkisi yarattığı bildirilmiştir (Atabey 2015).

Sulardaki mangan ve demir seviyeleri 100 µg Mn²⁺/L ve 10 µg Fe/L olurken (Çizelge 2 ve 3), Alemdar ve ark. (2007) Van merkezde mangan ve demiri kuyu sularında 50 ve 140 µg/L, dere suyunda 50 ve 200 µg/L, kaynak/çeşme sularında 50 ve 150 µg/L, musluk suyunda 60 ve 100 µg/L, depo suyunda 60 ve 120 µg/L olarak, yine Van'da yapılan başka bir çalışmada Atasoy ve ark. (2011) içme ve musluk sularında manganı 7-15 µg/L, demiri 1-180 µg/L, Kahraman ve ark. (2012) Bitlis ili içme sularında mangan ve demiri 3.88 ve 6.67 µg/L, Sönmez ve ark. (2012) Karasu Irmağı'nda ortalama mangan ve demir seviyelerini 374 ve 150 µg/L olarak bulmuştur. İçme sularında yüksek miktardaki demir sebebiyle şebeke borularında demir birikimleri olmakta ve mikroorganizma sayısında artış olmaktadır (Avşarar ve ark. 2005). Vücutta demir fazlalığında karaciğer yetmezliği görülürken, az miktarda alınmasında ise halsizlik, nefes darlığı, sarılık, kansızlık ve aşırı yorgunluk oluşmaktadır. Mangan ise çok zehirleyici olmamasına rağmen, dokularda artan birikimi beyin ve akciğerlerde zehirleyici etkilere sebep olmaktadır (Atabey 2015). Erciş sularında demir ve mangan YSKY ve SKKY'de I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, mangan TS-266 ve İTASHY'de belirtilen sınırların üstüne çıkmıştır (Çizelge 4).

Sudaki canlılar için çok tehlikeli bir element olan siyanür su ortamına endüstriyel faaliyetlerden girebilmektedir. Günlük 2.9 - 4.7 mg seviyesinde alınan siyanür insanlar için tehlike oluşturmazken, 50 - 60 mg/L'lik tek dozu insanlar için öldürücü bir etkiye sahiptir. (MEGEP 2011). İçme sularında siyanüre rastlanmazken (0 µg CN/L), Bulum (2015) Bendimahi'de siyanür miktarını da 1.6 µg/L olarak analiz etmiştir. Siyanür bakımından örnek suları YSKY ve SKKY'de I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, TS-266 ve İTASHY'de tavsiye edilen değerlerin de altında olmuştur (Çizelge 4).

Su örneklerinde toplam fosfor, fosfat ve sülfat değerleri 0.17, 0.51 ve 5.94 mg/L olurken, Ağaoglu ve ark. (2007a) Erciş İlçesi içme suyu örneklerinde ortalama fosfat ve sülfat değerlerini kuyu sularında 0.15 ve 23.14 mg/L, çeşme/kaynak suyunda 0.14 ve 52.87 mg/L, musluk 0.08 ve 12.21 mg/L ve depo suyunda 0.10 ve 15.00 mg/L, Alemdar ve ark. (2009) Bitlis İli'nde sülfat yönünden en yüksek değeri 14.77 mg/L ile Tatvan ilçesinden alınan örneklerde olduğunu bildirmiştir. Sulardaki ortalama toplam fosfor değerleri içme sularının YSKY ve SKKY'de III. Sınıf su kalitesinde, TS-266'da ise sınır değerlerde olmuştur. Ortalama sülfat değerleri TS-266'da ve İTASHY'de istenilen değerlerde yer almıştır (Çizelge 4). Suda yüksek sülfat konsantrasyonu şebeke borularında düşük alkalinite olduğu zamanlarda metal boruların aşınmasına neden olabilmektedir (Güler 1997).

Doğal sularda 2-20 mg/l arasında bulunan silisyum, kırıkdak oluşumu için temel elementtir. Eksikliğinde yüksek tansiyon, yaşlanma, kalp rahatsızlığı ve damar sertliği ortaya çıktığı belirtilmiştir. Bununla birlikte vücutta silisyum miktarının artmasının yemek borusu kanserine neden olduğu da bildirilmiştir (Tepe ve Mutlu 2004; Aksoy 2006). Sularımızdaki silisyum miktarı 24.7 mg/L olurken, Tepe ve Mutlu (2004) Yayladağı Göleti'nde ortalama silis miktarını 7.2 mg/L, Tepe (2009) Reyhanlı Yenişehir Gölü'nde yaptığı çalışmada ise ortalama silis miktarını 9.85 mg/L olarak bildirmiştir.

Çizelge 4. Su Kalite Parametreleri ile ilgili yönetmelikler (Anonim 2016e; 2016f; 2016g; TSE, 1997).

Su Kalite Parametreleri	SKKY, YSKY Su Kalite Sınıfları				TS-266		
	I	II	III	IV	TED	MEMD	İTASHY
A) Fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler							
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30	12	25	-
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında	6.5-8.5	6.5-9.2	≤ 9,5-6,5≤
3) ÇO (mg O ₂ /L)	8	6	3	< 3	-	-	-
4) Oksijen doygunluğu (%)	90	70	40	< 40	-	-	-
5) Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400	> 400	25	600	250
6) Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁼ /L)	200	200	400	> 400	25	250	-
7) Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0.2	1	2	> 2	-	-	-
8) Amonyum (mg NH ₄ ⁺ /L)	-	-	-	-	0.05	0.5	0.50
9) Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05	-	-	-
10) Nitrit (mg NO ₂ ⁻ /L)	-	-	-	-	-	0.1	0.50
11) Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20	-	-	-
12) Nitrat (mg NO ₃ ⁻ /L)	-	-	-	-	25	50	50
13) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65	0.4	5	-
14) Potasyum (mg K ⁺ /L)	-	-	-	-	10	12	-
15) Bulanıklık (NTU)	-	-	-	-	5	25	1
16) AKM (mg/L)	-	-	-	-	-	1	-
17) İletkenlik (µs/cm)	-	-	-	-	400	2000	2500
B) Organik parametreler							
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70	-	-	-
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20	-	-	-
C) İnorganik kirlenme parametreleri							
1) Arsenik (µg As/L)	20	50	100	> 100	-	50	10
2) Bakır (µg Cu/L)	20	50	200	> 200	100	3000	0.002
4) Krom (toplam) (µg Cr/L)	20	50	200	> 200	-	-	-
5) Krom (µg Cr ⁺⁶ /L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50	-	50	50
6) Kobalt (µg Co/L)	10	20	200	> 200	-	-	-
7) Nikel (µg Ni/L)	20	50	200	> 200	-	50	20
8) Çinko (µg Zn/L)	200	500	2000	> 2000	100	5000	-
9) Siyanür (toplam) (µg CN/L)	10	50	100	> 100	-	50	50
10) Florür (µg F ⁻ /L)	1000	1500	2000	> 2000	-	1500	1500
11) Serbest klor (µg Cl ₂ /L)	10	10	50	> 50	100	500	-
12) Sülfür (µg S ⁼ /L)	2	2	10	> 10	-	-	-
13) Sülfat (mg SO ₄ ⁼ /L)	-	-	-	-	25	250	250
13) Demir (µg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000	50	200	200
14) Manganez (µg Mn ⁺² /L)	100	500	3000	> 3000	20	50	50
15) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1	0.05	0.2	0.2
16) Kalsiyum (mg Ca ⁺² /L)	-	-	-	-	100	200	-
17) Magnezyum (mg Mg ⁺² /L)	-	-	-	-	30	50	-
18) Toplam Sertlik (CaCO ₃)	-	-	-	-	500	-	-
D) Bakteriyolojik parametreler							
1) Fekal koliform (EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000	-	-	0
2) Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	> 100000	-	-	0

SKKY: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, YSKY: Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, TED: Tavsiye Edilen Değer, MEMD: Müsaade Edilebilecek Maksimum Değer, İTASHY: İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik

Sonuç

Erciş İlçesi'nde yaygın olarak kullanılan içme sularında yapılan analizler sonucunda elde edilen verilerden çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, AKM, bulanıklık, sıcaklık, nitrat, nitrit ve amonyak değerleri ile mikrobiyal analizlerin sonuçları SKKY ve YSKY'de belirtilen su kalite sınıflarında 1. sınıf

içerisinde olurken, pH değerleri yerleşim yerlerine göre farklı sınıflarda yer almış, bu değerlerin tamamı İTASHY ve TS-266'da istenilen değerlerde olmuştur. Kimyasal parametrelerden serbest klor ve bakır istenilen değerlerin üstünde belirlenmiştir. Klor seviyesi yüksek sular tüketilmeden önce dinlendirilerek içerisindeki klorun uçması sağlanabilir. Bakır ise yumuşak ve sıcak su ile düşük pH durumunda borularda korozyona uğramaktadır. Musluk suyunun birkaç dakika akıtılması ortamda gecedan birikmiş olan bakırı uzaklaştırırken, pH'nın 8.0 – 8.5 seviyelerinde olması da su borularında korozyonu engellemektedir. Diğer parametrelerden arsenik, krom, kobalt, çinko, siyanür, florür, sülfat, demir, mangan, alimünyum TS-266 ve İTASHY'de belirtilen değerler içinde kalmıştır. Genel olarak bu parametrelere bakıldığında içme sularında TS-266 ve yönetmeliklerde belirtilen değerlere göre ciddi bir sorun oluşturacak örnek noktası bulunmamaktadır. Ayrıca bölgede yapılan ön araştırmada belediyeye ait şebeke ve sondaj sularının tarımsal faaliyette aktif olarak kullanıldığı göze çarpmaktadır. Bu çalışma sonunda da elde edilen bulgular mevcut Yönetmelikler dâhilinde değerlendirildiğinde yörede yapılan ve yapılacak olan tarımsal faaliyetlerin yürütülmesine engel teşkil etmediği belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Ağaoğlu S, Ekici K, Alemdar S, Dede S (1999). Van ve yöresi kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine araştırmalar, Van Tıp Dergisi, 6(2): 30-33.
- Ağaoğlu S, Alemdar S, Alisharlı M, Dede S (2007a). Van bölgesi su kaynaklarının fiziko-kimyasal kalitesi, Vet. Bil. Derg. 21(2): 25-39.
- Ağaoğlu S, Alisharlı M, Alemdar S, Dede S (2007b). Van bölgesi içme ve kullanma sularında nitrat ve nitrit düzeylerinin araştırılması, YYÜ. Vet. Fak. Dergisi, 18(2): 17-24.
- Ağaoğlu S, Alisharlı M, Alemdar S (2007c). Van bölgesi su kaynaklarında flor düzeylerinin belirlenmesi, YYÜ. Vet. Fak. Dergisi, 18(1):59-65.
- Aksoy T (2006). Silisyumun Bitki ve Toprakta Bulunuşu, Dağılımı ve İnsan Sağlığı İçin Önemi, Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Ens. Toprak ABD, Yüksek Lisans Tezi, s.95.
- Alemdar S, Ağaoğlu S, Alisharlı M, Dede S (2007). Van bölgesi su kaynaklarında ağır metal kirlilik düzeyleri. Eurasian J Vet Sci, (23): 119-29.
- Alemdar S, Kahraman T, Ağaoğlu S, Alisharlı M (2009). Bitlis ili içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri, Ekoloji, 19(73): 29-38.
- Alisharlı M, Ağaoğlu S, Alemdar S (2007). Van bölgesi içme ve kullanma sularının mikrobiyolojik kalitesinin halk sağlığı yönünden incelenmesi, YYÜ. Vet. Fak. Dergisi 18(1): 67-77.
- Anonim (2016a). <http://www.vankulturturizm.gov.tr/> (Erişim tarihi: 25.03.2016, 13.28)
- Anonim(2016b).<http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Stratejiler/Tarimsal%20kuraklik%20stratejisi%20eylem%20eylem%20plan%20C4%B1%2031mart%202008.pdf> Türkiye Tarımsal Kuraklıkla Mücadele Stratejisi ve Eylem Planı (2008-2012) Ankara – 2008. (Erişim tarihi: 20.07.2016).
- Anonim (2016c). <http://www.isgfrm.com/threads/i%C3%A7me-sularinin-%C3%96zellikleri-kaliteparametreleri-ve-kirleticilerin-sa%C4%9Flik-etkileri.2215/> (Erişim tarihi: 25.06.2016).
- Anonim (2016e). “İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik”, Sağlık Bakanlığı. R. G. Tarihi: 17.02.2005, R.G. Sayısı: 25730. Ek 1 (Değişik ek: R.G-7/3/2013-28580). (Erişim tarihi: 25.03.2016).
- Anonim (2016f). “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”, Çevre ve Orman Bakanlığı, R. G. Tarihi: 31.12.2004, R. G. Sayısı: 25687. Ek 1 (Değişik: R.G.-13/2/2008-26786). (Erişim tarihi: 25.03.2016).
- Anonim (2016g). “Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik”, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, R.G. Tarihi: 15.04.2015, R.G. Sayısı: 29327. (Erişim tarihi: 25.03.2016).
- APHA (1989). Standard Methods for the Examination of Water, Sewage, and Waste Water, 17th Ed. Amer. Pub. Health Ass., New York. 1550 p.
- Atabey E (2015). Elementler ve Sağlığa Etkileri, Hacettepe Üniversitesi Mezotelyoma ve Medikal Jeoloji Araş. ve Uygulama Merkezi Yayınları, Yayın No: 1, Ankara, s.619.
- Atasoy N, Mercan U, Alacabey İ, Kul AR (2011). Van şehir merkezindeki içme ve musluk suyunda bulunan ağır metaller ve bazı makro element seviyeleri, Hacettepe J. Biol. & Chem. 39(4): 391-396.
- Avşarar B, Tüfekçi N, Elmaslar E, Şahin Ü (2005). Mangan (II)'m oksijenle oksidasyonuna inorganik ve organik maddelerin etkisi, Ulusal Su Günleri 2005, 28-30 Eylül 2005, Trabzon.
- Bulum BÖ (2015). Bendimahı Çayı'nın (Van) Su Kalite Kriterleri Üzerine Bir Araştırma, YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van, s.126.

- Çetinkaya O (2003). Su Kalitesi Ders Notları, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü. Van, 76 s.
- DSİ (2016). <http://www.dsi.gov.tr/haberler/2012/12/06/morgedikbarajhaberi>, Erişim tarihi: 25.03.2016, 13.28.
- Ekici K, Körkoca H, Sancak YC, Atalan E (2010). Van ve yöresi içme sularında koliform ve *E. coli* araştırılması, Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med. 29(2): 21-25.
- Elp M (2002). Koçköprü Baraj Gölü'nde (Van) Yaşayan Siraz (*Capoeta capoeta*, Guldensteadt, 1772) ve İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas, 1811) Populasyonları Üzerine Bir Araştırma, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Temel Bilimler ABD, Doktora Tezi, s. 144.
- Göksu MZL (2003). Su Kirliliği, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:7, Adana, s. 232.
- Gray NF (2015a). Estetik Kalite, 21. İçme Suyu Kalitesi, (Ed. Mustafa Işık), Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 519.
- Gray NF (2015b). Tat ve koku, 16. İçme Suyu Kalitesi, (Ed. Mustafa Işık), Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 519.
- Gray NF (2015c). Florlama, 17. İçme Suyu Kalitesi, (Ed. Mustafa Işık), Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 519.
- Güler Ç (1997). Su Kalitesi Kitabı, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, 1. Baskı, s.92, Ankara.
- HACH (2005). DR 5000 Spectrometer Procedures Manuel, <http://tr.hach.com/quick.search-download.search.jsa?keywords=kullan%C4%B1m>, (Erişim tarihi: 25.06.2016).
- HACH (2010). HACH BODTRAK II, <http://tr.hach.com/bod-trak-ii-aksesuarlar-ile-birlikte-respirometrik-boi-ayrilar/product-downloads?id=24930453026&callback=pf>, (Erişim tarihi: 25.06.2016).
- Kahraman T, Alemdar S, Alisharlı M, Ağaoğlu S (2011). Fluoride levels of drinking water in Bitlis province (Turkey), Kafkas Univ Vet Fak Derg, 17(5): 825-829.
- Kahraman T, Alemdar S, Alisharlı M, Ağaoğlu S (2012). Bitlis ili içme sularında ağır metal düzeyleri, Eurasian Journal of Veterinary Sciences, Seul, 28(3): 164-171.
- MEGEP (2011). Suların Analiz Parametreleri, Çevre Sağlığı, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi Yayınları, Ankara, s.70.
- MEGEP (2012). Su Analizleri, Kimya Teknolojisi, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi Yayınları, Ankara, s.55.
- Sönmez AY, Hisar O, Yanık T (2012). Karasu Irmağında ağır metal kirliliğinin tespiti ve su kalitesine göre sınıflandırılması, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 43(1): 69-77.
- Şekerci İ (2011). Van Gölü'ne Dökülen Karasu (Mermit Çayı'nın Su Kalite Kriterlerinin İncelenmesi, YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri ABD. Yüksek Lisans Tezi, Van, s.93.
- Şen F (2001). Nazik Gölü (Ahlat-Bitlis) Sazan (*Cyprinus carpio* L.1758) Popülasyonu Üzerinde Bir Araştırma (Doktora Tezi, basılmamış), Atatürk Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri ABD, Erzurum. s.140.
- Tekbaş F, Oğur R (2005). Temel Su Analiz Teknikleri, GATA Halk Sağlığı AD Yayınları, Ankara, s. 19-27.
- Tepe Y, Mutlu E (2004). Yayladağı Görentaş Göleti (Hatay) su kalitesi parametreleri üzerine bir araştırma, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 35(3-4):201-208.
- Tepe Y (2009) Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) su kalitesinin belirlenmesi, Ekoloji Dergisi, 18(70): 38-46.
- TSE (1997). TS-266, Türk İçme Suyu Standartları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.1997.
- Yılmaz O, Ekici K (2004). Van yöresinde içme sularında arsenik kirlenmesi, YYÜ Vet Fak Derg. 15(1-2):47-51.
- Yılmaz L, Peker S (2013). Su kaynaklarının Türkiye açısından ekono-politik önemi ekseninde olası bir tehlike: Su savaşları, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Ankara, 3(1): 57-74.