YYÜ TAR BİL DERG
(YYU J AGR SCI)
2017, 27(3): 326-336

Geliş Tarihi (Received): 13.11.2016
Kabul Tarihi (Accepted): 15.09.2017

Araştırma Makalesi/*Research Article (Original Paper)*

Van-Merkez İçme Sularının Su Kalite Kriterlerinin İncelenmesi

Asude ÇAVUŞ*, Ataman Altuğ ATICI, Fazıl ŞEN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü, Van, Türkiye
* e-posta: a.gultekin@yyu.edu.tr; Tel: +90 (432) 225 12 46

Özet: Bu çalışmada Van merkezde içme suyu olarak şebekelere verilen farklı kaynakların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan analizleri yapılarak tüketime uygun olup olmadığı araştırılmıştır. Şebekelerden alınan sularda bulanıklık, elektriksel iletkenlik, sıcaklık, çözünmüş oksijen değerleri, pH yerinde ölçülmüştür. Laboratuvarda biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, toplam alkalinite, klorür, karbonat, bikarbonat, nitrit, nitrat, amonyak, fosfor, çinko, bakır, nikel, kobalt, siyanür, florür, alüminyum, demir, potasyum, manganez, molibden, silisyum analizleri ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Sonuçların, içme suları hakkındaki ülkemiz yönetmeliklerinde verilen değerlere genel olarak uygun olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: İçme suyu, Su kalitesi, Van.

Investigation of Water Quality Criteria of Drinking Waters in Center of Van, Turkey

Abstract: In this study, it has been investigated whether different water resources, distributed to networks as drinking water in the center of Van, are appropriate to consumption according to physical, chemical and microbiological analyzes. Turbidity, electrical conductivity, temperature, dissolved oxygen, pH was measured in the water received from the network water. Biological oxygen demand, chemical oxygen demand, calcium, magnesium, total hardness, total alkalinity, chloride, carbonate, bicarbonate, nitrite, nitrate, ammonia, phosphorus, zinc, copper, nickel, cobalt, cyanide, fluoride, aluminum, iron, potassium, manganese, molybdenum and microbiological analyzes were analyzed at a laboratuary. The results were generally found to be appropriate for the values given in our country's regulations on drinking water.

Keywords: Drinking water, Van, Water quality.

Giriş

Van şehrinin, M.Ö. 4000 yıllarına dayanan bir tarihi vardır. Urartu Kralı I. Sardur, M.Ö. 840–830 tarihleri arasında başkent haline getirmiş, Osmanlı Devleti'ne ise 1517 Çaldıran zaferiyle dâhil edilmiştir (Kodaman 1986; Ağaoğlu 2007; Anonim 2016). Tarihte Urartular, Van ve civarında su kaynakları, kehrizler ve su kanalları bakımından muazzam bir mimari örnek sergilemişlerdir. Urartular, Şamran kanalını inşa ederek Şamran Suyu'nu Van il merkezine getirmişlerdir. Van Ovası'nın güneybatısını sulayan 50–53 km uzunluğundaki Şamran Kanalı'nın eski adı Menua'dır. Van şehir merkezi ve Gürpınar ilçesi halen Şamran suyundan içme suyu olarak faydalanmaktadır (Şen 2008).

İnsanlık tarihi boyunca sağlıklı ve yeterli içme suyu temin edebilmek önemli bir mühendislik çalışması olmuştur. İnsan sağlığını bozabilecek bazı mikrobiyolojik ve kimyasal maddeleri içermeyen ve su kalite standartlarına uyan su, içme suyu olarak kullanılmaya uygundur. Günümüzde yeterli su temininin yanı sıra su kalitesinin su kaynağından tüketicinin musluğuna kadar olan süreçte bir bütün olarak yönetimi de büyük önem kazanmaktadır (Aydın ve Akça 2007).

Van iline, 1985 yılında 1500'lük beton borular ile Gürpınar ilçesinde bulunan Şamran su kaynağından 47 km isale hattı döşenmesiyle içme suyu getirtilmiştir. 2011 yılında ise Van depremi sonrası eski isale hattı boyunca 2000'lik çelik borularla su deposuna ulaştırılmıştır (Anonim 2015).

Van Su ve Kanalizasyon İdaresi (VASKİ) Genel Müdürlüğü tarafından Şamran su kaynağından 1 No'lu Su Deposu'na getirilen su, Van (İpekyolu ve Tuşba)'ın %96-98'lik su ihtiyacını karşılamaktadır. Diğer %2-

4’lük kısmı ise VASKİ’ye bağlı sondajlardan çıkarılarak klorlanıp şebekelere verilmektedir (Anonim 2015). Ayrıca kaynaktan çıkan suyun fazlasının şamran kanalı ile iletimi sağlanıp tarımsal sulamada kullanılmaktadır.

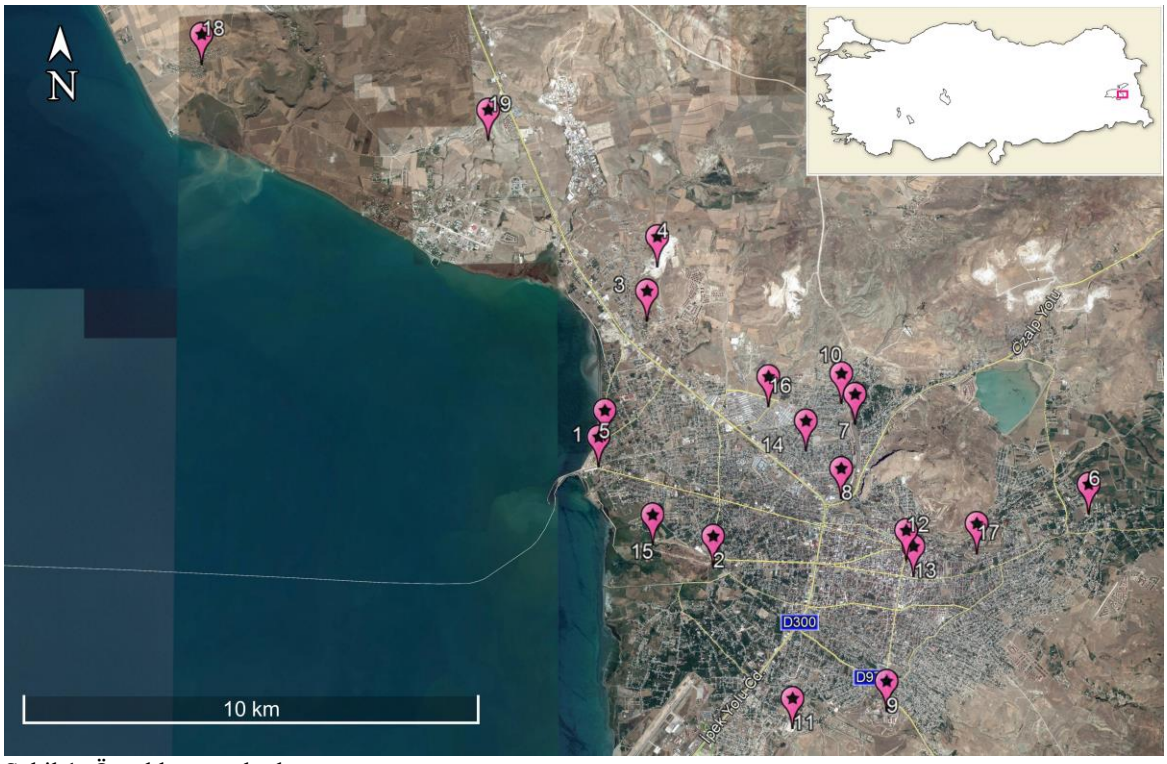
Bu çalışmanın temel amacı, Van İli’nin içme suyu dağıtım sistemlerinde su kalitesini incelemek, değerlendirmek ve ilgili kurumların kontrolü için gerekli tavsiyelerde bulunmaktır.

Materyal ve Yöntem

Van Büyükşehir Belediyesi bünyesindeki Van Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından temin edilen şebeke sularının hangi mahallelere dağıtıldığı tespit edilerek, Van Merkez ilçe su kaynaklarını temsil edecek bir örnekleme yapılmıştır. Örnekleme noktalarını belirlerken VASKİ’ye bağlı su depoları, sondajlar ve halkın en çok kullandığı çeşmeler göz önünde bulundurulmuştur. Birçok evin bahçesinde özel açılmış sondajlar dikkate alınmamıştır. Sadece VASKİ himayesindeki sondajlar seçilmiştir. Böylece sadece belediye tarafından temin edilen suların incelenmesi amaçlanmıştır.

Su numuneleri, 8 Nisan 2016 tarihinde 1 litrelik polietilen numune şişelerine 19 noktadan alınmıştır. YYÜ Su Ürünleri Fakültesi Su Kalitesi ve Kirlililği Laboratuvarı’nda mikrobiyolojik analizler, steril şişelerdeki su numuneleri laboratuvar ortamına getirildikten sonra yapılmıştır. Kimyasal analizler süresince su örnekleri +4 °C sıcaklıkta saklanmıştır. Su numunelerinin şebekelerden alındıktan sonra laboratuvar ortamına taşınırken soğuk zincir uygulamasına dikkat edilmiştir.

Örnek alınan noktaların koordinatları ve rakımları Magellan Explorist 100 marka GPS ile alınarak, Şekil 1 ve Çizelge 1’de belirtilmiştir. Şekil 1’de belirtilen numaraların karşılığı Çizelge 1.’de verilmiştir. Elde edilen sonuçların ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3’te verilmiştir. Fiziksel parametreler hariç diğer analizler 2 tekrarlı olarak yapılmıştır.



Şekil 1. Örnekleme noktaları.

1. Yavuz Selim İÖO (Çeşme), 2. Kale Önü, 3. Kalecik Köyü, 4. Taşocağı, 5. İskele Çeşme, 6. Bostaniçi Su Deposu, 7. Hz. Hamza Sondajı, 8.Arsenik Arıtma Tesisi, 9. 1 No’lu Su Deposu, 10. Adnan Darendeliler İÖO Sondajı, 11. Şabaniye Mezarlık Sondajı, 12. Hacı Derviş Sondajı, 13. Kültür Sondajı, 14. Marangozlar Sondajı, 15. Kale Suyu, 16. Tilkitepe Sondajı, 17. Veteriner-2 Sondajı, 18. Çitören Köyü, 19. Kampüs.

Örnekleme noktalarında su sıcaklığı, pH, elektriksel iletkenlik (Eİ), tuzluluk, çözünmüş oksijen (ÇO) değerleri YSI Pro Plus marka multimetreyle, bulanıklık HACH 2100Q marka türbiditimetre ile serbest klor HACH Pocket Colorimeter II (chlorine) cihazı ile yerinde belirlenmiştir.

Laboratuvara getirilen su örneklerinde ise, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, EDTA Titrimetrik metoduyla, karbonat, bikarbonat, toplam alkalinite analizleri HCl ile titrasyon yapılarak tespit edilmiştir (APHA 1999; Çetinkaya 2003).

Nitrit, nitrat, amonyak, fosfor, çinko, bakır, nikel, kobalt, siyanür, florür, alüminyum, demir, potasyum, manganez, molibden, silisyum HACH LANGE DR 5000 spektrofotometre ile analiz edilmiştir. Biyolojik oksijen ihtiyacı ($BOİ_5$) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ise sırasıyla HACH BOD Trak 2 cihazı, HACH LT 200 Termoreaktör, HACH LCI 400 KOI Küvet Testi ve HACH LANGE DR 5000 Spektrofotometre cihazları ile belirlenmiştir (HACH 2005, 2010).

İçme sularında fekal koliformun varlığını tespit etmek için örnekleme gününde laboratuvarda hızlı bir şekilde Sartorius marka membran filtre düzeneği ve besi yerlerinden (TS EN ISO 9308-1) istifade edilmiştir (Tekbaş ve Oğur 2005).

Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (YSKY) ile İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (İTASHY) nitrat miktarı açısından aynı sınır değerini (50 mg/L) belirlemiştir. Elde edilen veriler; İçme Suları Standardı (TS 266), Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY), İTASHY, YSKY, Avrupa Birliği Direktifi (AB), İngiltere İçme Suyu Kalite Kriterleri (UK), Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4 ve Çizelge 5).

Bulgular ve Tartışma

Suda çökelme, çözünme, pH, canlı faaliyetleri (fotosentez, solunum, parçalanma ayrışma vb.) üzerine sıcaklığın etkisi olduğundan diğer su kalite parametreleri de sıcaklık değişimiyle bağlantı kurularak değerlendirilmelidir. Sıcaklık arttıkça suyun oksijen tutma kapasitesi azaldığından ÇO miktarı ve su sıcaklığı arasında ters bir orantı oluşur (Şengül ve Türkman 1991, Çetinkaya 2003). Yerinde yapılan ölçümlerde su örneklerine ait ortalama su sıcaklığı 12.3 °C olarak bulunmuştur. Alemdar ve ark. (2009) yapmış oldukları bir çalışmada ortalama sıcaklığı 11.4 °C, Ağaoğlu ve ark. (2007a) Erciş İlçesi'ne ait musluk ve depo sularında 14.9 °C ve 12.9 °C, Şen (2008) Şamran Suyu'nda yıl boyunca 13.9 °C, Selimiye Mahallesi'nde Nisan ayında 14.5 °C, Bulum (2015) Bendimahi'de 10.4 °C, Bayram (2016) Güzelkonak Deresi'nde 10.9 °C, Atıcı ve ark. (2016) Erciş içme sularında ortalama 12.8 °C olarak belirlemişlerdir. Ortalama sıcaklık bakımından örnek çalışmanın suları da SKKY Su Kalite Sınıflarında I. sınıftır ve TS 266'ya göre müsaade edilebilecek maksimum değeri aşmamış ve İTASHY'ye uygundur (Çizelge 4).

Ortalama ÇO miktarı 5.61 mg/L olup, oksijeni en bol olan sular ise 7.78 mg/L ile kale piknik alanında bulunan çeşme ve 7.71 mg O_2/L ile 1 No'lu Su Deposu olmuştur (Çizelge 1). Koçköprü Baraj Gölü ve göle akan sularda 5.00 mg/L'nin üstünde (Elp 2002), Şamran Suyu'nda 7.26 mg/L (Şen 2008), Karasu'da 10.03 mg/L (Şekerci 2011), Bulakbaşı Suyu'nda 12.91 mg/L (Şen ve Aksoy 2015) ve Bendimahi'de 10.86 mg/L (Bulum 2015), Güzelkonak Deresi'nde 8.83 mg/L (Bayram 2016), Erciş içme sularında Atıcı ve ark. (2016) ortalama 7.00 mg/L olarak ölçülmüştür.

Eİ, suda çözünmüş bütün anyon ve katyonların toplam miktarına bağlı olup, suyun iyon zenginliği hakkında bir fikir verir. İyon konsantrasyonu fazla olan suların Eİ değerleri de yüksektir (Şen 2008). Ortalama Eİ değeri 578.7 µs/cm ile TS 266'da müsaade edilebilecek maksimum değerin altında çıkmıştır. İTASHY'de istenilen değerlere uygun olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1 ve Çizelge 4). Eİ, sonbaharda Nazik Gölü'nün yüzeyinde 254.4 µs/cm, ilkbaharda gölün 12 m derinliğinde 340.6 µs/cm (Şen 2001), Erciş'te musluk sularında 301.9 µs/cm, depo sularında 294.5 µs/cm (Ağaoğlu ve ark. 2007a), Şamran Suyu'nda 767.51 µs/cm (Şen 2008), Bendimahi'de 680.47 µs/cm (Bulum 2015), Güzelkonak Deresi'nde 350 µs/cm (Bayram 2016), Erciş içme sularında 313.0 µs/cm (Atıcı ve ark. 2016) olarak ölçülmüştür. Şen (2008) ve Bulum (2015)'un yaptığı çalışmalar TS-266'da MEMD'e uygun iken, diğer çalışmalar TS-266'da TED ve İTASHY'ye uygunluk göstermiştir (Çizelge 4). Ortalama Eİ'ye göre sulama suyu değerlendirildiğinde C2 sınıfında (tuzluluk problemi olmayan topraklarda kullanılabilir su) yer almaktadır. Çakmakcı ve ark. (2016), Van ilinde yağışların düzensiz ve tarımda kullanılan suyun yetersiz olduğunu

bildirmişlerdir. Bu sebeple Eİ değerleri C2 sınıfında olan suların tarımda kullanımı ile tarımsal suyunda artışı sağlanmış olacaktır. Ayrıca Şen ve Aksoy (2015) Bulakbaşı Suyu'nda Eİ'yi sulama açısından ikinci kalite sınıfında değerlendirerek kullanıma uygun olduğunu belirtmiştir.

Ortalama bulanıklık değeri 1.07 NTU ile TS 266'da müsaade edilebilecek maksimum değerin altında çıkmıştır. UK ve İTASHY'ye göre Kültür sondajı ve Kale suyu istasyonlarında bulanıklık sınır değerinin üzerinde olurken, Şabaniye Mezarlık Sondajı da İTASHY'de yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.; Çizelge 5). Bulanıklık ise Erciş İlçesi içme sularında musluk suları için 4.07 NTU, depo suları içinse 6.67 NTU (Ağaoğlu ve ark. 2007a), Erzurum ili musluklarda sularında 1.46 NTU, çeşmelerde 1.36 NTU, kuyu sularında 1.65 NTU ve depo sularında 1.37 NTU (Koçak ve Güner 2009), Bendimahi'de 10.68 NTU (Bulum 2015), Güzelkonak Deresi'nde ise 3.50 NTU (Bayram 2016), Erciş içme sularında 0.43 NTU (Atıcı ve ark. 2016) olarak bildirilmiştir.

Suyun pH değeri, bir kısım element ve bileşiğin çözünürlüğünü, dolayısıyla toksisitesini arttırır veya azaltır. Değeri nötre yaklaştıkça su kalitesi açısından daha uygun hale gelir (Çetinkaya 2003). pH değerleri Erciş İlçesi musluk sularında 7.27, depo sularında 7.60 (Ağaoğlu ve ark. 2007a), Akköprü Deresi'nde 8.28 (Cantürk 2007), Bitlis merkez ve ilçelerinde 7.41 (Alemdar ve ark. 2009), Karasu Çayı'nda 8.23 (Şekerci 2011), Bulakbaşı Suyu'nda 7.85-8.83 (Şen ve Aksoy 2015), Bendimahi Çayı'nda 7.50-8.20 (Bulum 2015), Erciş içme sularında 6.95 (Atıcı ve ark. 2016) olarak bildirilmiştir. Kendi sularımıza ait ortalama pH değerleri ise 7.43 ile SKKY'de I. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır. TS 266 ve İTASHY'de ise uygun sınırlar içinde kalmıştır (Çizelge 4).

Nitrat yüksek miktarlarda uzun süre tüketilmesi sonucu zehirlenmelere sebep olabilecek bir üründür (Çetinkaya 2003). Ortalama nitrat miktarı, Bendimahi'de 2.0 mg/L Bulum (2015), Erzurum içme ve kullanma sularında 43.66 mg/L (Koçak ve Güner 2009), olarak bildirilmiştir. Su örneklerine ait ortalama nitrat azotu (NO_3-N) 2.5 mg/L, nitrat (NO_3^-) 11.5 mg/L olarak bulunmuştur. Nitrat miktarı ortalama 11.5 mg/L civarında olup, yönetmeliklere bakıldığında SKKY'nde I. sınıf su kalite özelliğinde ve TS 266 bakımından tavsiye edilen değerler içerisindedir. Ayrıca İTASHY'e ve Nitrat bakımından YSKY'e de uygunluk göstermektedir. İstasyonlar içerisinde en yüksek nitrat değeri 44 mg/L ile taşocağından alınan suda çıkmıştır ve bu değer tavsiye edilen değerin üstünde olmasına karşın müsaade edilebilir maksimum değerlerin altında ve diğer söz konusu mevzuatlar açısından uygundur (Çizelge 1 ve Çizelge 4). Su örnekleme noktalarımız kuyu, kaynak/çeşme, depolardan alınan sular şeklinde sınıflandırıldığında ortalama nitrat düzeyleri 10 mg/L (kuyu), 17.4 mg/L (kaynak/çesme), 4.9 mg/L (depo) olarak saptanmıştır. Ağaoglu ve ark. (2007b)'e göre Van merkez ortalama nitrat düzeyleri sırasıyla, 35.927 mg/L (kuyu), 19.065 mg/L (kaynak/çesme), 9.609 mg/L (musluk), 6.325 mg/L (depo) olarak saptanmıştır. İlçelere göre ise 24.752 mg/L (kuyu), 14.610 mg/L (kaynak/çesme), 14.114 mg/L (musluk) ve 7.390 mg/L (depo) olarak belirlenmiştir. Erciş içme sularında ise 7.1 mg/L olarak bildirilmiştir (Atıcı ve ark. 2016).

Ortalama nitrit miktarı, Bendimahi'de 0.018 mg/L Bulum (2015), Erzurum içme ve kullanma sularında 0.03 mg/L (Koçak ve Güner 2009), olarak bildirilmiştir. Ağaoglu ve ark. (2007b)'e göre nitrit düzeyi; ortalama olarak 0.1 mg/L'in altında olduğu tespit edilmiştir. Standartlara uygun bulunmayan değerler, Van merkezdeki bir kuyudan ve bir kaynak suyundan, Erciş'te ise bir kaynak suyundan elde edilmiştir. Hem merkez hem de ilçelerdeki dere sularının tamamında nitrit miktarı 0.691 mg/L ile 0.060 mg/L arasında bulunmuştur. Erciş'te yapılan bir başka çalışmada ise Atıcı ve ark. (2016) tarafından içme sularında 0.012 mg/L bildirilmiştir. Sularımıza ait nitrit miktarı ortalama 0.052 mg/L civarında olup en yüksek 0.766 mg/L ile taşocağından alınan sularda çıkmıştır. Ortalama nitrit düzeyleri, 0.013 mg/L (kuyu), 0.136 mg/L (kaynak/çesme), 0.013 mg/L (depo) olarak saptanmıştır. Taşocağı istasyonu, TS 266, İTASHY ve UK'ye göre müsaade edilebilecek maksimum değeri aşmıştır. Bunun yanında diğer tüm istasyonlar müsaade edilebilecek maksimum değerin altında çıkmıştır (Çizelge 4 ve Çizelge 5).

Ortalama olarak amonyak azotu (NH_3-N) 0.01 mg/L, amonyak (NH_3) 0.01 mg/L, amonyum (NH_4^+) 0.01 mg/L civarında olup en yüksek amonyak değeri 0.03 mg/L ile arsenik arıtma tesisinden ve veteriner-2 sondajından alınan sularda çıkmıştır. Bendimahi'de NH_4^+, NH_3ve NH_3-N değerlerini 0.06, 0.06 ve 0.05 mg/L Bulum (2015), Karasu'da NH_4^+, NH_3ve NH_3-N değerlerini 0.41, 0.40 ve 0.33 mg/L Şekerci (2011) olarak bildirmişlerdir. Bakteri kontaminasyonu, evsel atıklar ve hayvansal atıklar sebebiyle sularda NH_3 görülebilmektedir. İçme ve kullanma sularının kirliliği hakkında bir ön fikir edinmek için amonyak analizi yapılmaktadır (MEGEP 2012). Ortalama olarak fosfat (PO_4^{-3}) ve fosfor (P) değerleri sırasıyla 0.17 mg/L ve

0.06 mg/L, civarında olup fosfor açısından SKKY'de II. sınıf su niteliğindedir (Çizelge 4). Erciş içme sularında ise 0.51 mg/L olarak bulunmuştur (Atıcı ve ark. 2016).

Ortalama 29 mg/L olan sülfat değerleri tavsiye edilen değerin üstünde ölçülmüştür. Buna karşın müsaade edilebilir maksimum değerin altındadır. İTASHY bakımından da uygunluk göstermiştir. İskelede Yavuz Selim İÖO bahçesinde bulunan çeşme, İskele Çeşme, Arsenik Arıtma Tesisi, Kalecik Köyü kaynak suyu, A. Darendeliler İÖO Sondajı, Hacı Derviş Sondajı, Marangozlar Sondajı ve Kampüs sularında sülfat değeri tavsiye edilen değerin üstündedir (Çizelge 4). Bitlis içme sularından Tatvan içme suları 14.77 mg/L ile en yüksek değere sahiptir (Alemdar ve ark. 2009). Erciş içme sularında 23.14 mg/L Ağaoğlu ve ark. (2007a) olarak bildirilmiştir. Erciş içme sularında ise 5.94 mg/L olarak bulunmuştur (Atıcı ve ark. 2016). Sülfat sularda tat, koku, sertlik ve korozyon problemlerine neden olur (Alemdar ve ark. 2009).

Ortalama 0.02 mg/L olan demir (Fe^{+2}) değerleri tavsiye edilen değerlerin altına ölçülmüştür. İTASHY bakımından da uygunluk göstermiştir. Arsenik arıtma tesisi sularında bu değer tavsiye edilen değerin üstündedir. Tüm sular demir açısından SKKY Su Kalite Sınıflarında I. sınıf kalite su sınıfına girmektedir (Çizelge 4). Erciş içme sularında ise 0.01 mg/L olarak bulunmuştur (Atıcı ve ark. 2016).

Çizelge 1. Van Merkez içme sularında yerinde yapılan ölçümler ve örnekleme noktalarının konumları

Örnekleme Noktaları	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	Eİ (µS/cm)	Tuzluluk (‰)	pH	Bulanıklık (NTU)	Koordinatlar
Y. Selim İÖO Çeşme	11.2	4.85	568.0	0.39	7.42	0.17	38°31'K 43°19'D
Kale Önü	9.9	7.78	465.6	0.32	7.00	0.45	38°30'K 43°20'D
Kalecik Köyü	13.9	6.23	438.8	0.27	7.60	0.13	38°32'K 43°19'D
Taşocağı	13.4	2.83	345.5	0.21	7.51	0.72	38°33'K 43°19'D
İskele Çeşme	13.6	2.65	495.1	0.31	8.17	0.74	38°31'K 43°19'D
Bostaniçi Su Deposu	12.3	6.33	635.0	0.42	7.46	1.01	38°30'K 43°26'D
Hz. Hamza Sondajı	10.3	6.77	466.8	0.32	6.95	0.63	38°31'K 43°22'D
Arsenik Ar. Tesisi	12.5	6.15	661.0	0.43	7.30	0.29	38°30'K 43°22'D
1 No'lu Su Deposu	11.1	7.71	479.6	0.32	6.86	0.21	38°28'K 43°23'D
A. Daren. İÖO Sond.	13.7	5.28	811.0	0.52	7.65	0.30	38°31'K 43°22'D
Şabaniye M. Sondajı	12.1	7.66	584.0	0.38	7.26	3.94	38°28'K 43°22'D
Hacı Derviş Sondajı	13.9	4.17	920.0	0.60	7.28	0.67	38°30'K 43°23'D
Kültür Sondajı	13.1	5.60	557.0	0.35	7.37	5.00	38°29'K 43°23'D
Marangozlar Sond.	13.6	5.99	738.0	0.47	7.86	0.79	38°31'K 43°22'D
Kale Suyu	12.8	3.62	610.0	0.39	7.40	4.44	38°30'K 43°19'D
Tilkitepe Sondajı	7.8	6.80	439.8	0.32	6.95	0.35	38°31'K 43°21'D
Veteriner 2 Sondajı	12.1	4.46	562.0	0.37	7.36	0.63	38°30'K 43°24'D
Çitören Köyü	12.2	5.58	575.0	0.37	7.91	0.79	38°35'K 43°13'D
Kampüs	14.9	6.21	644.0	0.37	7.90	0.68	38°35'K 43°17'D
Ortalama	**12.3±0.4**	**5.61±0.36**	**578.7±32.8**	**0.38±0.02**	**7.43±0.08**	**1.07±0.35**	

Alüminyuma ise otogar mevkiindeki Arsenik Arıtma Tesisi dışında hiçbir bölgede rastlanmamıştır. Arsenik arıtma tesisinde ise bu miktar 0.01 mg/L olarak ölçülmüş, SKKY'deki Su Kalite Sınıflarında I. sınıf kalite su sınıfına girmektedir. Alüminyuma benzer bir şekilde nikel, kobalt, $BOİ_5$, KOİ değerleri tüm istasyonlarda 0 mg/L çıkmıştır. Bu parametrelere hiçbir bölgede rastlanmamıştır. Buna göre, SKKY Su Kalite Sınıflarında I. sınıf kalite su sınıfına girmekte, İTASHY'ye de uygunluk göstermektedir (Çizelge 4). Erciş içme sularında alüminyum, $BOİ_5$, KOİ değerleri sırasıyla 0.51, 1.16 ve 1.71 mg/L olarak bulunmuştur (Atıcı ve ark. 2016).

Bakır değerleri açısından gerek Bostaniçi Su Deposu, Hz. Hamza Sondajı, 1 No'lu Su Deposu, Şabaniye Mezarlık Sondajı, Tilkitepe Sondajı, Çitören Köyü'nden alınan sularda gerekse tüm suların ortalamasında (1.18 µg/L) İTASHY bakımından uygunluk göstermemektedir. Ancak ortalama olarak bakır SKKY Su Kalite Sınıflarında I. sınıf kalite su sınıfına girmektedir ve TS 266'ya göre ise tavsiye edilen değerin altındadır (Çizelge 4). Erciş içme sularında ise 0.39 µg/L olarak bulunmuştur (Atıcı ve ark. 2016).

Çizelge 2. İçme sularına ait kimyasal ölçüm sonuçları (µg/L).

Örnekleme Noktaları	NH_3-N	NH_3	NH_4^+	NO_3-N (mg/L)	NO_3^-(mg/L)	NO_2-N	NO_2^-	PO_4^{-3}	P	SO_4^-	Fe^{+z2}	Cu	Fl^-	CN^-	Mo^{+6}
Y. Selim İÖO Çeşme	15	20	20	3.7	16.3	3	10	170	60	**27**	10	0.0	40	1	300
Kale Önü	15	20	20	0.2	0.8	4	12	50	20	8	10	0.0	80	2	200
Kalecik Köyü	0	0	0	4.8	21.4	2	8	130	40	39	0	0.0	160	1	300
Taşocağı	0	0	0	9.9	44	233	766	70	20	11	10	0.0	90	1	300
İskele Çeşme	0	0	0	1.5	6.8	4	12	350	110	27	10	0.0	210	2	300
Bostaniçi Su Depo.	10	10	10	3.1	13.9	4	13	190	60	18	10	2.0	100	1	300
Hz. Hamza Sond.	10	10	10	0.1	0.4	4	14	60	20	9	0	4.4	160	2	300
Arsenik Ar. Tesisi	20	30	30	3.8	16.9	2	8	90	30	40	130	0.0	60	3	300
1 No'lu Su Deposu	10	10	10	0.2	0.8	3	11	70	20	7	10	2.0	150	2	300
A. Daren. İÖO Sond.	20	20	20	3.6	16.1	2	7	220	70	82	10	0.0	230	1	200
Şabaniye Mez. Sond.	10	20	20	2.0	9.0	5	17	60	20	20	10	3.0	260	3	400
Hacı Derviş Sond.	0	0	0	2.9	12.7	3	10	150	50	41	10	0.0	280	2	200
Kültür Sond.	0	0	0	3.1	13.8	4	14	170	60	20	10	0.0	150	1	300
Marangozlar Sond.	0	10	10	2.6	11.4	3	9	240	80	69	10	0.0	350	2	200
Kale Suyu	10	20	20	3.5	15.3	3	10	160	50	22	10	0.0	30	4	400
Tilkitepe Sond.	10	10	10	0.2	6.7	4	14	50	20	8	10	9.0	130	1	200
Veteriner 2 Sond.	20	30	30	2.1	9.2	6	19	130	40	20	10	0.0	80	1	300
Çitören Köyü	10	20	20	0.9	3.8	4	13	250	80	22	10	2.0	180	1	200
Kampüs	0	0	0	0.0	0.0	5	16	690	230	55	10	0.0	320	0	300
Ortalama	**8.4±1.71**	**12.1±2.37**	**12.1±2.37**	**2.5±0.54**	**11.5±2.33**	**15.7±12.08**	**51.7±39.69**	**173.7±34.19**	**56.8±11.29**	**28.7±4.84**	**15.3±6.41**	**1.18±0.53**	**161.1±21.47**	**1.63±0.22**	**278.95±14.47**

Çizelge 3. İçme sularına ait kimyasal ölçüm sonuçları (mg/L)

Örnekleme Noktaları	Cr^{+6}(µg/L)	As (µg/L)	SiO_2	Si	Mn^{+2}	Zn(µg/L)	K^+	Cl_2(µg/L)	Mg^{+2}	Ca^{+2}	CO_3	HCO_3	Alkalinite	Sertlik
Y. Selim İÖO Çeşme	15	11.22	28	13	0.5	20	5.1	20	18.9	25.6	48	195	280	141.6
Kale Önü	8	0.15	8	4	0.8	20	0.7	120	15.8	32.0	24	195	220	144.8
Kalecik Köyü	13	5.26	28	13	0.8	20	10.4	10	8.8	80.0	24	195	220	236.0
Taşocağı	8	2.30	17	8	0.3	10	3.7	10	15.0	48.0	24	171	200	181.6
İskele Çeşme	24	29.05	29	14	0.2	20	4.8	0	25.7	9.6	24	171	200	129.6
Bostaniçi Su Deposu	12	25.50	29	11	0.6	300	1.9	20	0.6	48.0	12	146	150	122.4
Hz. Hamza Sondajı	12	0.22	8	4	0.3	300	1.1	110	23.3	28.8	12	268	250	168.0
Arsenik Arıtma Tesisi	17	3.30	26	12	0.5	100	4.5	360	3.5	38.4	24	244	260	110.4
1 No'lu Su Deposu	12	0.29	3	7	0.2	200	0.9	50	15.6	38.4	0	317	260	160.0
A. Darendeliler Sond.	26	52.27	27	13	0.6	200	6.2	20	23.3	32.0	24	342	340	176.0
Şabaniye Mezar. Sond.	12	0.23	15	7	0.9	300	0.0	0	9.7	35.2	48	220	300	128.0
Hacı Derviş Sondajı	18	1.60	23	11	0.4	200	3.4	30	8.8	35.2	24	390	380	124.0
Kültür Sondajı	15	21.75	25	11	0.2	100	2.8	20	52.5	32.0	24	195	220	296.0
Marangozlar Sondajı	37	50.08	30	14	0.6	200	5.7	20	12.1	22.4	24	317	320	105.6
Kale Suyu	17	12.09	26	12	1.0	200	4.6	0	47.1	38.4	36	317	350	289.6
Tilkitepe Sondajı	9	0.26	7	3	0.9	100	0.8	60	42.8	41.6	24	244	260	280.0
Veteriner 2 Sondajı	14	43.01	21	10	1.0	300	2.3	20	15.8	41.6	12	317	290	168.8
Çitören Köyü	7	7.17	26	12	0.5	300	24.5	20	42.8	25.6	0	537	440	240.0
Kampüs	9	6.53	32	15	0.5	200	8.5	20	37.0	35.2	0	537	440	240.0
Ortalama	**15.00±1.69**	**14.33±4.04**	**21.47±2.07**	**10.21±0.84**	**0.57±0.06**	**162.63±25.31**	**4.84±1.26**	**53.53±19.68**	**22.0±3.52**	**36.0±3.2**	**21±3**	**280±26**	**283±18**	**181.2±14.43**

Çizelge 4. Su kalite parametreleri ile ilgili yönetmelikler (İTASHY 2005; SKKY 2004; YSKY 2012; TSE 1997).

Su Kalite Parametreleri	SKKY, YSKY Su Kalite Sınıfları				TS-266		İTASHY
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal parametreler	**I**	**II**	**III**	**IV**	**TED**	**MEMD**	
Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30	12	25	-
Ph	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	≤9.0-6.0≤	6.5-8.5	6.5-9.2	≤ 9,5-6,5≤
ÇO (mg/L)	8	6	3	< 3	-	-	-
Oksijen doygunluğu (%)	90	70	40	< 40	-	-	-
Klorür iyonu (mg/L)	25	200	400	> 400	25	600	250
Sülfat iyonu (mg/L)	200	200	400	> 400	25	250	
Amonyum azotu (mg/L)	0.2	1	2	> 2	-	-	-
Amonyum (mg/L)	-	-	-	-	0.05	0.5	0.50
Nitrit azotu (mg/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05	-	-	-
Nitrit (mg/L)	-	-	-	-	-	0.1	0.50
Nitrat azotu (mg/L)	5	10	20	> 20	-	-	-
Nitrat (mg/L)	-	-	-	-	25	50	50
Toplam fosfor (mg/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65	0.4	5	-
Potasyum (mg/L)	-	-	-	-	10	12	-
Bulanıklık (NTU)	-	-	-	-	5	25	1
AKM (mg/L)	-	-	-	-	-	1	-
İletkenlik (µs/cm)	-	-	-	-	400	2000	2500
B) Organik parametreler							
KOİ (mg/L)	25	50	70	> 70	-	-	-
$BOİ_5$ (mg/L)	4	8	20	> 20	-	-	-
C) İnorganik kirlenme parametreleri							
Arsenik (µg/L)	20	50	100	> 100	-	50	10
Bakır (µg/L)	20	50	200	> 200	100	3000	0.002
Krom (toplam) (µg/L)	20	50	200	> 200	-	-	-
Krom (µg Cr^{+6}/L)	*	20	50	> 50	-	50	50
Kobalt (µg/L)	10	20	200	> 200	-	-	-
Nikel (µg/L)	20	50	200	> 200	-	50	20
Çinko (µg/L)	200	500	2000	> 2000	100	5000	-
Siyanür (toplam) (µg/L)	10	50	100	> 100	-	50	50
Florür (µg/L)	1000	1500	2000	> 2000	-	1500	1500
Serbest klor (µg/L)	10	10	50	> 50	100	500	-
Sülfür (µg/L)	2	2	10	> 10	-	-	-
Sülfat (mg/L)	-	-	-	-	25	250	250
Demir (µg/L)	300	1000	5000	> 5000	50	200	200
Mangan (µg/L)	100	500	3000	> 3000	20	50	50
Alüminyum (mg/L)	0.3	0.3	1	> 1	0.05	0.2	0.2
Kalsiyum (mg/L)	-	-	-	-	100	200	-
Magnezyum (mg/L)	-	-	-	-	30	50	-
T. Sertlik ($CaCO_3$)	-	-	-	-	500	-	-
D) Bakteriyolojik parametreler							
Fekal koliform (EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000	-	-	0
Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	> 100000	-	-	0

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY), İçme Suları Standardı (İSS), İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (İTASHY), Tavsiye edilen değer (TED), Müsaade edilebilecek maksimum değer (MEMD).
*Ölçülmeyecek kadar az bir miktarı ifade eder.

Molibden miktarı ortalama 0.3 mg/L civarında olup en yüksek 0.4 mg/L ile Şabaniye Mezarlık, Kalesuyu, İskelede Yavuz Selim İÖO bahçesinde bulunan çeşmeden ve Van Kalesi mesire alanındaki çeşmelerde alınan sularda çıkmıştır. Krom miktarı ortalama 0.012 mg/L civarında olup en yüksek 0.037 mg/L ile Marangozlar Sondaj suyundan çıkmıştır. Çinko miktarı ortalama 0.2 mg/L civarında olup çinko düzeyleri 0.01-0.3 mg/L arasında dağılım göstermiştir. Erciş içme sularında ise krom ve çinko miktarı sırasıyla 0.008 ve 0.01 mg/L olarak bulunmuştur (Atıcı ve ark. 2016).

Çizelge 5. AB, UK, WHO'ya göre içme suyu kalitesi standartları (Tebbutt 1998)

Su Kalite Parametreleri	AB Su Kalite Sınıfları			UK	WHO
A) Fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler	**A1**	**A2**	**A3**		
Sıcaklık (ºC)	25	25	25	25	-
Klorür iyonu (mg/L)	-	-	-	400	-
Amonyum (mg/L)	-	1.5	4	0.5	-
Nitrit (mg/L)	-	-	-	0.1	3
Nitrat (mg/L)	50	50	50	50	50
Toplam fosfor (mg/L)	-	-	-	2.2	-
Potasyum (mg/L)	-	-	-	12	-
Bulanıklık (NTU)	-	-	-	4	-
AKM (mg/L)	-	-	1	-	-
İletkenlik (µs/cm)	-	-	-	15000	-
B) Organik parametreler					
Kimyasal oksijen ihtiyacı (mg/L)	-	-	30	-	-
Biyolojik oksijen ihtiyacı (mg/L)	-	-	>7	-	-
C) İnorganik kirlenme parametreleri					
Arsenik (µg/L)	50	50	100	50	10
Bakır (µg/L)	50	-	-	3000	2000
Krom (toplam) (µg/L)	50	50	50	50	50
Kobalt (µg/L)	20	> 200	-	-	-
Nikel (µg/L)	-	-	-	50	20
Çinko (µg/L)	3000	-	-	5000	-
Siyanür (toplam) (µg/L)	50	50	50	50	70
Florür (µg/L)	1500	-	-	1500	1500
Sülfat (mg/L)	250	250	250	250	250
Demir (µg/L)	300	2000	-	200	-
Mangan (µg/L)	-	-	-	50	500
Alüminyum (mg/L)	-	-	-	0.2	-
Kalsiyum (mg/L)	-	-	-	250	-
Magnezyum (mg/L)	-	-	-	50	-
Toplam Sertlik ($CaCO_3$)	-	-	-	60	-
D) Bakteriyolojik parametreler					
Fekal koliform (EMS/100 mL)	-	-	2000	0	0
Toplam koliform (EMS/100 mL)	-	-	5000	0	0

Van şehri sularının ortalama serbest klor değeri 0.05 mg/L olarak bulunmuştur. Bu değerle SKKY'ye göre III. sınıf su olarak değerlendirilmektedir. Tavsiye edilen değeri aşan istasyonlar Kale Önü, Hz. Hamza sondajı ve arsenik arıtma tesisi olup hiçbir istasyon müsaade edilebilir maksimum değeri aşmamıştır (Çizelge 4). Erciş'te içme sularında musluk ve depo sularında sırasıyla 8.99 mg/L, 9.07 mg/L serbest klor bulunmuştur (Ağaoğlu ve ark. 2007a). Bitlis içme sularında ortalama serbest klor 7.69 mg/L, en yüksek değer Ahlat İlçesi'nde 12.21 mg/L, en düşük değer Hizan İlçesi'nde 2.14 mg/L tespit edilmiştir (Alemdar ve ark. 2009). Atıcı ve ark. (2016) tarafından Erciş içme sularında yapılan ölçümler sonucu serbest klor 0.02 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Suyun sertleşmesine neden olan elementlerden magnezyum, insan vücudunda ise kemik, kas ve sinirsel dokularda bulunmaktadır. Örnek sularında ortalama magnezyum sınır değerleri 22.0 mg/L ile içme suyu açısından yönetmeliklere uygunken, Kültür Sondajı TSE 266 ve UK'ye göre sınır değeri aşmaktadır (Çizelge 4 ve Çizelge 5). Erciş İlçesi içme sularında musluk ve depo sularında 6.4 mg/L ve 4.5 mg/L (Alemdar ve ark. 2007), Erciş İlçesi'nde yapılan bir diğer çalışmada 24.5 mg/L (Atıcı ve ark. 2016), Bitlis'te, Adilcevaz ve Güroymak İlçeleri'nde içme sularında sırasıyla, 6.1 mg/L, 8.06 mg/L ve 3.81 mg/L (Alemdar ve ark. 2009), Van il merkezinden alınan içme sularında 6.78-6.81 mg/L (Atasoy ve ark. 2011) magnezyum tespit edilmiştir.

Suyun sertleşmesine neden olan bir diğer element kalsiyumdur. Birçok fizyolojik özelliği sayesinde insan sağlığına katkı sağlamaktadır. Ortalama kalsiyum (Ca^{+2}) 36 mg/L olarak tespit edilmiş ve yönetmelikler

açısından uygunluk göstermiştir (Çizelge 4). Erciş İlçesi içme sularında musluk ve depo sularında 13.9 mg/L ve 7.5 mg/L (Alemdar ve ark. 2007), Erciş İlçesi'nde yapılan bir başka araştırmada 27.6 mg/L (Atıcı ve ark. 2016) Bitlis'te, Adilcevaz ve Güroymak İlçeleri'nde içme sularında sırasıyla, 18.4 mg/L, 20.21 mg/L ve 17.16 mg/L (Alemdar ve ark. 2009), Van il merkezinden alınan içme sularında 31.06-38.49 mg/L (Atasoy ve ark. 2011) kalsiyum tespit edilmiştir.

Dünyanın birçok ülkesinde içme suları, arseniğe maruz kalmaktadır. Arseniğin suları kirletmesi sonucu pek çok sağlık sorunu ortaya çıkabilmektedir (Yılmaz ve Ekici 2004). Ortalama arsenik 14.33 µg/L olarak tespit edilmiştir. TS-266'ya göre Adnan Darendeliler İÖO ve Marangozlar Sondajları'ndan alınan suların içme suyu açısından uygun olmadığı anlaşılmaktadır. İTASHY'ye göre ise İskele Çeşme, Bostaniçi Su Deposu, Kültür Sondajı, Kale Suyu, Veteriner 2 Sondajı'nda ortalama arsenik değeri uygun değildir (Çizelge 4). AB, UK ve WHO'ya göre Adnan Darendeliler İÖO Sondajı ve Marangozlar Sondajı, arsenik açısından sınır değerin üzerindedir. Aynı zamanda WHO sınır değerlerinin üzerinde çıkan diğer istasyonlar İskele Çeşme, Bostaniçi Su Deposu, Kültür Sondajı, Kale Suyu, Veteriner 2 Sondajı olarak bulunmuştur (Çizelge 5).Yılmaz ve Ekici (2004) Van Yöresi içme sularında arsenik düzeylerinin ortalama 5.027 µg/L, Atıcı ve ark. (2016) ise Erciş İlçesi içme sularında 3.54 µg/L olduğunu bildirmiştir.

Mangan, TS-266, İTASHY ve UK'ye göre yönetmelik sınır değerlerini aşmıştır. WHO'ya göre ise İskele Çeşme, Taşocağı sondajı, Hz. Hamza Sondajı, 1 No'lu Su Deposu, Hacı Derviş Sondajı ve Kültür Sondajı dışındaki tüm istasyonlarda, sınır değerinin üzerinde bulunmuştur. Bununla beraber SKKY'ye göre bu istasyonlar II. sınıf olurken, diğer tüm istasyonlar ise III. sınıf olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5). Atıcı ve ark. (2016) tarafından Erciş İlçesi içme sularında 0.1 mg/L olduğu bildirilmiştir.

Florür (F^-) 0.17 mg/L, siyanür (CN^-) 0.002 mg/L krom (Cr^{+6}) 0.012 mg/L ile yönetmeliklerde belirtilen değerlerin altında çıkmıştır (Çizelge 4).

Amonyak azotu (NH_3-N) 0.01 mg/L, amonyak (NH_3) 0.01 mg/L, fosfat (PO_4^{-3}) 0.07 mg/L, molibden (Mo^{+2}) 0.3 mg/L, silisyumoksit (SiO_2) 4 mg/L, silisyum (Si) 7, karbonat (CO_3) 1 mg/L, bikarbonat (HCO_3) 315 mg/L, toplama alkalinite ($CaCO_3$) 261 mg/L, toplam sertlik 181.2 mg/L olarak bulunmuştur. Bu parametrelerle ilgili mevzubahis yönetmeliklerde herhangi bir ibareye rastlanmamıştır. Şen (2008) sertlik seviyesini düşük bulmuştur. Atıcı ve ark. (2016) ise SiO_2 ve Si değerlerini sırasıyla 52.9 mg/L 24.7 mg/L olarak bulmuştur.

Bu çalışmada fekal koliform açısından herhangi koloni oluşumuna rastlanmamıştır. Böylece su örnekleri SKKY Su Kalite Sınıflarında I. sınıf su kalite özelliği taşımaktadır. Ayrıca İTASHY'de istenilen değeri de sağlamaktadır (Çizelge 4). Ağaoğlu ve ark. (1999), Van İli kaynak sularının %33,3'ünde koliform grubu mikroorganizma belirlemiştir. Alemdar ve ark. 2009, Bitlis ili içme sularının %30'unun enterokok, %12'sinin koliform, %24'ünün sülfit indirgeyen anaerob'lar ve %8'i *E. coli* yönünden standartlarda uygun olmadığını bildirmişlerdir. Ekici ve ark. 2010, Van ve yöresindeki içme suyu örneklerinde %17.5 koliform ve %10 *E. coli* bulunmuştur.

Sonuç

Yapılan analizler sonucunda elde edilen verilerden ÇO, Eİ, bulanıklık, sıcaklık, nitrat, nitrit ve amonyak değerleri ile mikrobiyolojik analizlerin sonuçları SKKY ve YSKY'de belirtilen su kalite sınıflarında yerleşim yerlerine göre farklı sınıflarda yer almıştır. Kimyasal parametrelerden ortalama olarak arsenik, mangan, çinko istenilen değerlerin üstünde olurken, diğer parametrelerden nitrit, nitrat, amonyak, fosfor, bakır, krom, nikel, kobalt, siyanür, florür, alüminyum, demir, potasyum, molibden, silisyum açısından yönetmelik değerlerine uygun sonuçlar elde edilmiştir. Van İli'nde genel olarak kullanılan içme sularında Türk içme suları hakkındaki yönetmeliklerde belirtilen değerlere göre sorun oluşturacak değerler bulunmamaktadır. Ancak bulanıklık değeri Şabaniye Mezarlık Sondajı, Kültür Sondajı ve Kale Suyu'nda yüksek çıkmıştır. Bu istasyonlardan Kale Suyu insanların doğrudan tüketime sunulduğundan kullanım öncesi fiziksel arıtma yapılmasında fayda vardır. Örneklerin alındığı bölgelerin bazılarında yöre halkının tarımla uğraştığı görülmüş olup, gerçekleştirilen tarımsal faaliyetlerde özellikle İskele Çeşme ve Kültür Sondajı suyunun kullanım açısından bir sorun oluşturmadığı belirlenmiştir. Diğer istasyonlar ise bazı parametreler açısından sulama suyu olarak kullanıma pek uygunluk göstermemektedir. Ortalama Eİ bakımından yeterli tuz yıkaması yapıldığı takdirde sulama maksadıyla kullanılmasının mahsuru olmadığı tespit edilmiştir.

Kaynaklar

Ağaoğlu S (2007). Van Şehir Dokusu ve Tarihi Eserlerinin Tahrip Edilmesinde Ermenilerin Rolü. A. Ü. Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi. Erzurum. Sayı:35. s.311-339.

Ağaoğlu S, Alemdar S, Alişarlı M, Dede S (2007a). Van Bölgesi Su Kaynaklarının Fiziko·Kimyasal Kalitesi, Vet. Bil. Derg. 21(2). s.25-39.

Ağaoğlu S, Alişarlı M, Alemdar S, Dede S. (2007b). Van Bölgesi İçme ve Kullanma Sularında Nitrat ve Nitrit Düzeylerinin Araştırılması, YYÜ. Vet. Fak. Dergisi, Van, 18(2): s. 17-24.

Ağaoğlu S, Ekici K, Alemdar S, Dede S (1999). Van ve Yöresi Kaynak Sularının Mikrobiyolojik, Fiziksel ve Kimyasal Kaliteleri Üzerine Araştırmalar, Van Tıp Dergisi, Van, 6 (2): s. 30-33.

Alemdar S, Ağaoğlu S, Alişarlı M, Dede S (2007). Van Bölgesi Su Kaynaklarında Ağır Metal Kirlilik Düzeyleri. Vet. Bil. Derg. 23,1: 19-29.

Alemdar S, Kahraman T, Ağaoğlu S, Alişarlı M (2009). Bitlis İli İçme Sularının Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellikleri. Ekoloji, İzmir, 19(73): s. 29-38.

Anonim (2016). http://vansube.ormansu.gov.tr/Van/AnaSayfa/VanTanitim.aspx?sflang=tr erişim tarihi: 29.04.2016.

Anonim, (2015). VASKİ 2015-2019 Stratejik plan. Van Büyükşehir Belediyesi, Van, Ocak 2015, s. 51.

APHA (1989). Standard Methods for the Examination of Water, Sewage, and Waste Water, 17th Ed. Amer. Pub. Health Ass., New York. 1550 p.

Atasoy N, Mercan U, Alacabey İ, Kul AR (2011). Van Şehir Merkezindeki İçme ve Musluk Suyunda Bulunan Ağır Metaller ve Bazı Makro Element Seviyeleri, Hacettepe J. Biol. & Chem. 39(4): 391–396.

Atıcı AA, Gültekin A, Şen F, Elp M (2016). Erciş (Van) İlçesi İçme Sularının Su Kalitesi Özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi (YYU J AGR SCI) 26 (4), 517-528.

Aydın D, Akça L (2007). İçmesuyu dağıtım sistemlerinde Coğrafi Bilgi Sistemi tabanlı su kalitesi yönetimi – İstanbul örneği. İTÜ Dergisi/e: Su kirlenmesi kontrolü. Cilt:17, Sayı:3, 45-54.

Bayram MS (2016). Van Gölü'ne Dökülen Güzelkonak (Arpit) Deresi'nin (Gevaş- Van) Su Kalite Kriterleri Üzerine Bir Araştırma. Yyü Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van, S.108.

Bulum BÖ (2015). Bendimahi Çayı'nın (Van) Su Kalite Kriterleri Üzerine Bir Araştırma, YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van, s.126.

Cantürk N (2007). Van Gölü'ne Dökülen Akköprü Deresi Su Kalitesinin İncelenmesi, YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van, s.76.

Çakmakcı T, Şahin Ü, Kuşlu Y, Kızıloğlu FM, Tüfenkçi Ş, Okuroğlu M (2016). Van İli Tarım Alanlarında Temiz ve Atık Su Kaynaklarının Yönetimi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi (YYU J AGR SCI) 26 (4), 662-667.

Çetinkaya O (2003). Su Kalitesi Ders Notları, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü. Van, 76 s.

Ekici K, Körkoca H, Sancak YC, Atalan E (2010). Van ve Yöresi İçme 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, İstanul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Temel Bilimler ABD, Doktora Tezi, s. 144.

Erkek C, Ağıralioğlu N (2013). Su Kaynakları Mühendisliği, Beta Yayınevi, İstanbul. s.395.

HACH (2005). DR 5000 Spectrometer Procedures Manuel, file:///C:/Users/asus/Downloads/DR5000%20Spectrophotometer%20Procedures%20Manual.pdf (Erişim tarihi: 25.03.2016).

HACH (2010). HACH BODTRAK II Kullanım Klavuzu file:///C:/Users/asus/Downloads/14794970_DOC022.94.90072_2ed.pdf. (Erişim tarihi: 25.03.2016).

İTASHY (2005). "İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik", R. G. Tarihi: 17.02.2005, R. G. Sayısı: 25730. Ek 1 (Değişik ek: RG-7/3/2013-28580). Sağlık Bakanlığı. http://shsm.gov.tr Erişim tarihi: 25.03.2016, 13.45

Koçak Ö, Güner A (2009). Erzurum İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Kalitesi, Atatürk Üniv. Vet. Bil. Dergisi 4(1): 9-22.

Kodaman B (1986). Osmanlı Devrinde Doğu Anadolu'nun İdari Durumu. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1(1), 3-20.

MEGEP (2012). İçme ve Kullanma Suyu Analizleri, Gıda Teknolojisi, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi Yayınları, Ankara, s. 63.

SKKY (2004). " Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği", R. G. Tarihi: 31.12.2004, R. G. Sayısı: 25687. Ek 1 (Değişik: R.G.-13/2/2008-26786). Çevre ve Orman Bakanlığı. http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/ Erişim tarihi: 25.03.2016.

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.

Şen F, Aksoy A (2015). Chemical and Physical Quality Criteria of Bulakbaşı Stream in Turkey and Usage of Drinking, Fisheries, and Irrigation, Journal of Chemistry, ID 725082, http://dx.doi.org/10.1155/2015/725082, s.8.

Şen M (2008). Şamran Suyu'nun (Van) Fiziksel, Kimyasal Ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Yüzüncü Yıl Üni. FBE. Su Ürünleri ABD. Doktora tezi, s.48.

Şengül F, Türkman A (1991). Su ve Atıksu Analizleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Müh. Mimarlık Fak. Çevre Mühendisliği Bölümü, Paşahan Matbaası, Bornova İzmir, 157s.

Tebbutt THY (1998) Principles of Water Quality control (Fifth Edition). Elsevier Ltd. ISBN: 978-0-7506-3658-2.

Tekbaş F, Oğur R (2005). Temel Su Analiz Teknikleri, GATA Halk Sağlığı AD Yayınları, Ankara, s.19-27.

TSE (1997). TS-266, Türk İçme Suyu Standartları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.1997.

Yılmaz O, Ekici K (2004). Van Yöresinde İçme Sularında Arsenikle Kirlenme Düzeyleri. YYÜ Vet. Fak. Derg., 15 (1-2):47-51.

YSKY (2012). Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, R. G. Tarihi: 07.04.2012, R. G. Sayısı: 28257. Orman ve Su İşleri Bakanlığı http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/04/20120407-10.htm. Erişim tarihi: 25.03.2016.