

Gümüşhane ili içme suyunun spektrofotometrik analizi

Spectrophotometric analysis of Gümüşhane province drinking water

Ali KAYA* 

Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 29100, Gümüşhane

• Geliş tarihi / Received: 15.12.2024

• Kabul tarihi / Accepted: 14.02.2025

Öz

Su dünya üzerinde canlıların temel yaşam kaynaklarından biridir. Yıllar geçtikçe suya olan ihtiyaç artmakta ve temiz su kaynaklarına ulaşmak zorlaşmaktadır. Bu araştırmanın amacı Gümüşhane il merkezine su sağlayacak kaynaklardan biri olan Bahçecik barajı ve il merkezinde kullanılmakta olan içme suyunun nadir elementler açısından inceleyebilmektir. Araştırmada Spektrofotometrik analiz tekniği kullanılmıştır. Alandan araştırma şartlarına uygun olarak numuneler toplanmıştır. Bu numunelerin analizi yapılarak içme suyunun pH değeri, İletkenliği, içerdiği Alüminyum, Demir, Nitrit, Amonyum, Bakır, Sülfat, Nitrat, Potasyum ve Brom elementlerinin miktarları belirlenmiştir. Bu değerler Türk Standartları Enstitüsünün ve Dünya Sağlık Örgütünün belirlediği standart değerlerle karşılaştırılmıştır. Sonuçlar üzerinde gerekli değerlendirilmeler yapılarak önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Gümüşhane, İçme suyu, Spektrofotometrik analiz

Abstract

Water is one of the basic sources of life for living things on earth. As the years go by, the need for water increases and it becomes more difficult to reach clean water sources. This research aims to examine Bahçecik Dam, one of the sources that will provide water to Gümüşhane city center, and the drinking water used in the city center in terms of rare elements. The spectrophotometric analysis technique was used in the research. Samples were collected from the area following the research conditions. The pH value, conductivity, and amounts of aluminum, iron, nitrite, ammonium, copper, sulfate, nitrate, potassium, and bromine elements in the drinking water were determined by analyzing these samples. These values were compared with the standard values determined by the Turkish Standards Institute and the World Health Organization. Necessary evaluations were made on the results and suggestions were made.

Keywords: Drinking water, Gümüşhane, Spectrophotometric analysis

*Ali KAYA; alikaya@gumushane.edu.tr

1. Giriş

1. Introduction

Su canlıların temel yaşam kaynaklarından biridir. Temiz ve sağlıklı suya ulaşmak canlıların hayatta kalabilmeleri için gereklidir. İnsan yaşamı için gerekli olan yeryüzünde tatlı suyun sınırlı olması, insan nüfusunun artması ve temiz su kaynaklarının kirletilmesi ve iklim değişikliğinden dolayı ekosistemdeki değişim sonucu bazı bölgelerin aşırı yağış alırken bazılarının yeterli yağış alamamasından dolayı su kaynakları azalmakta, yeterli suya ulaşamayan toplumların oranı giderek artmaktadır (Kart, 2021).

Şu an dünyadaki nüfusun yaklaşık 700 milyonu temiz içme suyuna ulaşmamaktadır (Oğuz, 2015). Dünyamızda mevcut su kaynaklarının %97'lik kısmı tuzlu su, %3 lük kısmı ise tatlı sudur. Tatlı suların %68'inden fazlası buzullardadır. Tatlı suların yaklaşık %30'u ise yeraltı sularından oluşmaktadır. İnsanlar tarafından kullanılan su kaynaklarının çoğu nehirler ve göllerden elde edilen sulardır. Bunlar toplam suyun %0.0142'sini oluşturmaktadır (Arslan & Demir, 2011; Anonymous, 2006). Bir kişinin günlük su ihtiyacı en az ortalama 1.5 L olduğu belirtilmektedir (Boysan & Şengörür, 2001). Dünya nüfusu 8 milyar olduğunu düşünülürse günlük su tüketimi yaklaşık 12 milyar litredir. İnsanların doğal hakkı olan bu miktarda suyun sağlanmasında zorluklar yaşanmaktadır.

Tatlı su kaynaklarının yetersiz olduğu yerlerde buzullar ve tuzlu deniz suyundan tatlı su elde etme çalışmaları uzun yıllar öncesinden yürütülmektedir. Bu yöntemlerin çok pahalı olmasından dolayı tercih edilmemektedirler. Bundan dolayı yeraltı sularına olan talep gittikçe artmaktadır. Bu durum yeraltı su tablasının seviyesi düşürmektedir. Böylece, kaliteli ve temiz su bulabilmekte oldukça güçleşmektedir.

19. yüzyıl ve 20. yüzyılın başlarına kadar içme suyu kalitesi kolera, tifo ve paratifo gibi bulaşıcı hastalıklara yol açan patojenler açısından ele alınıyordu. Ancak, 1950 ve 1960'larda, bazı metallerin toksik etkilerinin ortaya çıkarılması, endüstri ve tarımda organik kimyasalların üretilmesi ve kullanımının artması nedeniyle, içme suyu olarak kullanılan suların kimyasal kirleticiler açısından kontrol edilmesine başlanmıştır (Oğuz, 2015). Organik kimyasalların suya karışmasıyla insanlar üzerinde oluşturabileceği toksik etkiler ya da bunların kanserojen özellikleri de dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmıştır. Kimyasal kirleticilerin etkileri 1 ile 10 yıllık sürede ortaya çıktığı belirtilmektedir (Gray, 2008). Bu nedenle daha önce kullanılan mikrobiyolojik inceleme yerine, içme suyu kalitesinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini de içine alan bir yaklaşım kullanılmaya başlanmıştır.

Kimyasal olarak iki hidrojen ve bir oksijen atomunun birleşiminden oluşan su yeryüzünde elde edildiği kaynaklarda bu saflıkta değildir. Kullandığımız sular farklı kaynaklardan elde edildiği için içerdikleri elementler ve mineraller de birbirinden farklıdır. Genellikle içme ve kullanma suları klorür, alüminyum, nitrat, potasyum, demir, magnezyum, sodyum, klor ve florür elementlerin içerebilmektedirler. Bunların su içerisinde belli oranlarda bulunması suyun tadını değiştirebilmektedir. Benzer şekilde suyun pH dereceleri de suyun kaynağına bağlı olarak değişmektedir. Su içinde bulunan zengin mineraller insan sağlığına önemli katkılarda bulunmaktadır. Su içerisinde bulunan 5 mineral lezzet anlamında bireylerin damağında tada göre ayrışmaktadır (URL 1). Kalsiyum; bireylerin kemik sağlığına oldukça fayda sağlamaktadır. Su içinde bulunan magnezyum minerali bireyler için tam bir enerji kaynağıdır. Potasyum, vücudun elektrolit dengesini sağlamanın yanı sıra tansiyonu da dengeleyici özelliğe sahiptir. Flor diş ve kemik sağlığı için önemlidir. Suda yer alan sodyum elementi vücut ısısının dengelenmesi ve elektrolit dengesinin sağlanmasında rol alır. İçme suyunun kalitesi içerisinde bulunan bu minerallerin oranı ile belirlenmektedir. Bu oranlar insan vücuduna hangi miktarlarda gerekli olduğu, fazla olduğunda ne tür zararları olabileceği açılarından incelenmiş ve kaliteli su için belli standartlar belirlenmiştir. Çünkü su içerisinde yer alan herhangi bir elementin veya mineralin belli miktardan fazlası veya azlığı insan sağlığını olumsuz etkileyebilmektedir. Örneğin, su içerisinde yer alan florür düşük konsantrasyonlar da diş ve kemik sağlığı için yararlı iken, yüksek konsantrasyonlarda (0.9 – 1.2 mg/L) diş yapısının ve daha yüksek konsantrasyonlarda ise (3 - 6 mg/L) iskelet yapısının bozulmasına neden olabilmektedir (Küçükşen & Sönmez, 2008).

İçme suyu kalite standardının belirlenmesinde genellikle pH, sertlik, ağır metaller, mikrobiyolojik kontaminantlar ve çözülmüş oksijen gibi parametreler öncelik taşımaktadır. İnsanların kullandıkları sular birçok zararlı bileşen içerebileceği bilinmesine rağmen içme ve kullanma suları için dünya genelinde tanınan ve kabul edilen uluslararası bir standartlar oluşturulamamıştır (Shmueli, 1999). Bundan dolayı birçok ülke kendi ülkelerinde uygulanacak standartları belirleme yoluna gitmiştir. Ancak, belirlene bu standartlar arasında

münferit bileşenlerin izin verilen konsantrasyon değerleri farklılıklar gösterebilmektedir. Ülkemizde içme suyu için kalite parametre değerleri Türk Standartları Enstitüsü TSE 266 maddesinde belirlenmiştir.

İçme suyu için üç farklı kurum tarafından belirlenen standart değerler aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. İçme suyu kalite parametre değerleri
Table 1. Drinking water quality parameter values

STANDARTLAR	TSE 266 Türk Standartları Enstitüsü	EC Avrupa Birliği	WHO Dünya Sağlık Teşkilatı
Mikrobiyolojik EMS/100 mL			
Koliform	0	0	0
Esherichia Coli (E.Coli)	0	0	0
Toplam Kloloni Sayısı (22C')	20		
Toplam Kloloni Sayısı (37C')	5		
C.perfringers	0	0	0
Pseudomonas			
Aeruginosa	0	0	0
Kimyasal mg/L			
pH	6.5-9.5	6.5-9.5	6.5-9.5
İletkenlik 20' (uS/cm)	2500	2500	2500
Nitrat (NO3)	50	50	50
Nitrit (NO2)	0.50	0.50	0,50
Bor (B)	1.0	2.0	2.0
Nikel (Ni)	0.02	0.02	0.02
Arsenik (As)	0.01	0.01	0.01
Kadmiyum (Cd)	0.005	0.005	0.003
Civa	0.001	0.001	0.001
Krom Toplam (Cr)	0.05	0.05	0.05
Baryum			
Florür (F)	1.50	1.50	1.50
Kurşun (Pb)	0.01	0.01	0.01
Siyanür (CN)	0.05	0.05	0.07
Bromat (Br)	0.010	0.010	0.025
Benzen (C6H6)	0.001	0.001	0.010
Selenyum (Se)	0.010	0.010	0.010
Antimon (Sb)	0.005	0.005	0.005
Bakır (Cu)	2.0	2.0	2.0
Fosfor	0.4-5.0	0.4-5.0	
Demir (Fe)	0.2	0.2	0.3
Çinko	5.0		
Mangan (Mn)	0.05	0.05	0.10
Magnezyum (Mg)	50	50	
Alüminyum (Al)	0.20	0.20	0.20
Amonyum (NH4)	0.50	0.50	1.50
Sodyum (Na)	175	200	200
Potasyum (K)	12		

Tablo 1. Devamı

STANDARTLAR	TSE 266 Türk Standartları Enstitüsü	EC Avrupa Birliği	WHO Dünya Sağlık Teşkilatı
Serbest Klor (Cl ₂)	0.5	0.5	5
Klorür (Cl)	250	250	250
Kalsiyum (Ca)	200		100
Sülfat (SO ₄)	250	250	250
Sertlik (CaCO ₃)			500
Fiziksel ve Duyusal (Organoleptik)			
Renk (Co-Pt birimi)	20	20	15
Bulanıklık (NTU birimi)	5.0	4.0	5.0
Koku	Duyusal	Duyusal	Duyusal
Tat	Duyusal	Duyusal	Duyusal

Not: Bu değerler “<https://dobisu.marmara.edu.tr/orta-menu/yararli-bilgiler/icme-suyu-kabul-edilebilir-degerler>” den 19.11.2024 14.35 de alınmıştır.

Spektrofotometrik analiz su ve değişik bileşik ve karışımların farklı mineraller açısından değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu yöntem ile yürütülen araştırmalardan bir kısmını şöyle sıralayabiliriz. Altinöz (2002) meyve suyunun analizi, Karasakal (2007) Kuşburnu Bitkisinde askorpik asit tayini; Demirbaş & Orhun (2008) Küçük Menderes havzalarında su kalitesini bor içeriği açısından belirlemiştir; Kaçmaza vd., (2010) yeraltı suyu örneklerinin Mangan (II) ve Çinko (II) açısından analizi; Çakır & Minareci (2015) ışıklı gölü ve ışıklı çayı’nda deterjan, fosfat ve bor kirliliğini inceleme; Tırıs (2021), amlodipin içeren farmasötik preparatların etken maddelerini analiz etme; Tümer ve Özdoğan (2023) soya ve tam yağlı soyaı besin madde değerlerini belirlemede spektrometrik analiz yönteminin kullanmışlardır.

Türkiye su kaynakları bakımından zengin gibi görülsede, 2020 yılı itibari ile kişi başına yıllık düşen su miktarı bakımından 1346 m³/yıl olduğu belirtilmektedir ki bu durum ülkenin su azlığı yaşadığını göstermektedir (Özgür, 2020). Dünya nüfusunun artması, su tüketimindeki artış, şehirlere göç, sanayi alanındaki hızlı gelişme, gelir ve tüketim seviyesinin artması, çevre kirliliği, fiziksel değişimler ve iklim değişikliği suyun kalitesini ve kullanılabilirliğini olumsuz etkilediği belirtilmektedir (Özdoğan vd., 2021). Bu nedenle, su kaynaklarının korunması ve verimli kullanılabilmesi için gerekli önlemlerin planlanarak acilen uygulamaya konulması insanlığın geleceği açısından çok önemlidir.

Su kaynaklarının düşük toplam organik karbon (TOK) ve düşük bromür içermesi onun yüksek kaliteli olduğu anlamına geldiği belirtilmektedir (Ateş vd., 2007). Kullanılabilir su için TOK parametre değerinin 2 mg/L’nin altında olması önerilmektedir (Wallace vd., 2002). İçme sularında bromürün 0,1 mg/L ve Bromatın 0.01 mg/L’nin altında olmaması gerektiği belirtilmektedir (U.S. EPA, 1999). Avrupa ve Japonya’da içme suyu için bromat bu maksimum değer kullanılması kararı alınmıştır (Takayanagi vd., 2006). Türkiye’de de “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” içme sularında Bromat değerinin 0.003 mg/L olması gerektiği belirtilmektedir. Bundan dolayı, içme sularında brom ve bromat analizi önemlidir. Bu analizler sonucu belirlenen değerlerden yüksek miktarda bu elementler çıktığında suyu kullanmadan önce bunlardan arıtılması gerekir. Bu işleme dezerformasyon denir.

Ülkemizde içme suyunun arıtılmasında mevzuatlar gereği son dezenfektan olarak bakiye bırakma özelliği olan klor kullanımı zorunludur (TSE 266).

İçme ve kullanma sularının arıtılması amacıyla çeşitli dezenfektanlar kullanılmaktadır. Bu dezenfektanların yan ürünlerinin zararlı olduğu belirtilmektedir (Zhu vd., 2006). İçme suyu dezenfeksiyonunda genellikle kullanılan klorlama sonucu; kanserojen olan trihalometanların oluşabilme riskine karşı son zamanlarda bu amaçla ozon kullanılmaktadır. Ancak su brom içeriyorsa; ozonlama sırasında bromat iyonu oluşmaktadır. Bromat kanserojen olduğu için dezenfeksiyonun kontrollü olması gerektiği belirtilmektedir (Takayanagi vd.,

2006). Ozon hızlı şekilde ortamdan uzaklaştığı için bu parametrenin ölçümü sahada su tüketime sunulmadan önce yapılması gerektiği belirtilmektedir.

Ülkemizde Bromdan oluşan Bromürün sudan arıtılması için “İçme Suyu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliğinde” üç yöntem önerilmektedir. Bunlar; nanofiltrasyon veya ters ozmoz (NF veya TO), toz aktif karbon>granüler aktif karbon (TAK&GAK) ve iyon değiştirici yöntemlerdir. Ayrıca klor dioksit, klor veya UV kullanılabilirliği ifade edilmektedir (Neale & Leusch, 2019). Demek ki brom fazlalığı olan sularda yukarıdaki işlemlerin uygulanması suyun kullanılabilirliği açısından önemlidir.

İçme suyu ile ilgili yapılan araştırmalar, su kaynaklarının içeriğinin, kirliliğinin ve kullanılabilirliği gibi konularda yoğunlaştığı görülmektedir (Koçak & Güner, 2009; Kaya, 2016; Stookey, 2016; Karabıdak, 2019; Çetin vd., 2016; Kaya, 2020; Koçak, 2020; Özdoğan ve diğ., 2021). Gümüşhane ili içme ve kullanma sularının radyasyon miktarının ölçülmesine yönelik çalışmalar yürütülmüş ve sularda belirlene radyasyon miktarının sağlık açısından bir sorun oluşturmadığı belirlenmiştir (Kaya, 2016; Kaya, 2020). Aydın İlinde 4410 içme ve kullanma suyu analizleri incelenmiş bunların yaklaşık üçte ikisinin az az kirli, üçte birinin orta ve yüzdebirlik kısmının çok kirli olduğu belirlenmiştir (Atasoylu vd., 2006). Koçak (2020) yaptığı araştırmada İzmir, Ankara ve İstanbul’un musluk sularının genellikle standartlara uygun olduğunu ve daha sağlıklı hale getirilmesi için önlemler alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Yapılan araştırmalardan görüldüğü gibi ülkemizde kullanılan içme sularının incelenmesi bu alanda yaşanabilecek olumsuzlukları önlememede katkılar sağlayabilir. Bu çalışma ile Gümüşhane il merkezinde kullanılan ve kullanılacak olan içme suyunun spektrofotometrik analizinin yapılması amaçlanmıştır.

2. Analitik yöntemler

2. Analytical methods

Çalışmamızda spektrofotometrik analiz yöntemi kullanılarak içme suyu içerisinde bulunan nadir elementler tayin edilmiştir. Spektrofotometre, bir numune içerisine gönderilen ışığı ne kadar absorbe ettiği veya geçirdiğini ölçmek suretiyle o numune içerisinde bulunan elementlerin konsantrasyonu ve diğer özellikleri hakkında bilgiler sağlama işlemidir. Bu cihazlar, fizik, kimya, biyoloji, çevre bilimleri ve malzeme bilimi gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

2.1. Numune alımı:

2.1. Sampling:

Bu araştırmada numuneler Gümüşhane ili için su sağlayacak Bahçecik barajını besleyecek olan akarsular ve il merkezinde musluklardan alınmıştır. Bahçecik barajına su sağlayan üç akarsu ve birde baraj alanından olmak üzere dört numune alınmıştır. Numuneler 2 litrelik plastik kaplarla aynı noktalardan iki saat aralıklarla iki kez alınarak 5 litrelik plastik kaplarda karıştırılarak elde edilmiştir. Şehir merkezinde şebeke suyu kullanan iki konuta girilerek musluktan 2 litrelik plastik kaplarla numuneler alınmıştır. Numuneler uygun şartlarda muhafaza edilerek aynı gün içerisinde analiz için laboratuvara teslim edilmiştir.

2.2. Analiz yöntemi:

2.2. Analysis method:

Su içerisindeki nadir elementler çeşitli spektrofotometrik yöntemler ile tayin edilmektedir. Laboratuvara getirilen su numuneleri analiz için hazırlanmıştır. Lovibond XD 7500 Spektro model spektrofotometrik analiz cihazı ile Lovibond Water Testing analiz kitleri kullanılarak K-Q TSE-ISO-EN 9000 numaralı standarda uygun olarak analizler gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerin yapıldığı spektrofotometri cihazının şekli aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. Spektrofotometri cihazı
Figure 1. Spectrophotometry device

3. Bulgular

3. Findings

Araştırma sürecinde incelenen her bir numunenin içerdikleri elementlerin miktarları TSE 266 Türk Standartları Enstitüsü ve Dünya sağlık örgütünün (WHO) belirlemiş olduğu değerlerle birlikte aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

Tablo 2. Baraj kaynak 1 kodlu numuneye ait değerler.
Table 2. Values belonging to the sample coded Dam Source 1.

Parametreler	Birim	Ölçülen Değer	TSE 266	WHO
Alüminyum	µg/L	...	0.20	0.20
İletkenlik(20 C'de iS)	µS/cm	650	2500	2500
pH	PH	8.20	6.5-9.5	6.5-9.5
Demir	mg/L	<0.01	0.2	0.3
Nitrit	mg/L	<0.01	0.50	0.50
Amonyum	mg/L	0.08	0.50	1.50
Bakır	mg/L	0.72	2.0	2.0
Sülfat	mg/L	10.08	250	250
Nitrat	mg/L	<0.5	50	50
Potasyum	mg/L	1.6	12	-
Brom	mg/L	0.31	0.010	0.025

Tablo 2 de görüldüğü gibi Brom elementi için ölçülen değer standart değerlerden büyüktür. Diğer ölçüm sonuçları standartlara uygundur.

Tablo 3. Baraj kaynak 2 kodlu numuneye ait değerler.**Table 3.** Values for the sample coded Dam Source 2.

Parametreler	Birim	Ölçülen Değer	TSE 266	WHO
Alüminyum	µg/L	...	0.20	0.20
İletkenlik(20 C'de iS)	µS/cm	800	2500	2500
pH	PH	8.13	6.5-9.5	6.5-9.5
Demir	mg/L	<0.01	0.2	0.3
Nitrit	mg/L	<0.01	0.50	0.50
Amonyum	mg/L	0.08	0.50	1.50
Bakır	mg/L	1.32	2.0	2.0
Sülfat	mg/L	71	250	250
Nitrat	mg/L	<0.5	50	50
Potasyum	mg/L	2.6	12	-
Brom	mg/L	0.41	0.010	0.025

Tablo 3 de görüldüğü gibi Brom elementi için ölçülen değer standart değerlerden büyüktür. Diğer ölçüm sonuçları standartlara uygundur.

Tablo 4. Baraj kaynak 3 kodlu numuneye ait değerler.**Table 4.** Values belonging to the sample coded Dam Source 3.

Parametreler	Birim	Ölçülen Değer	TSE 266	WHO
Alüminyum	µg/L	...	0.20	0.20
İletkenlik(20 C'de iS)	µS/cm	540	2500	2500
pH	PH	8.20	6.5-9.5	6.5-9.5
Demir	mg/L	0.04	0.2	0.3
Nitrit	mg/L	<0.01	0.50	0.50
Amonyum	mg/L	0.06	0.50	1.50
Bakır	mg/L	0.66	2.0	2.0
Sülfat	mg/L	9.68	250	250
Nitrat	mg/L	<0.5	50	50
Potasyum	mg/L	1.5	12	-
Brom	mg/L	0.27	0.010	0.025

Tablo 4 de görüldüğü gibi Brom elementi için ölçülen değer standart değerlerden büyüktür. Diğer ölçüm sonuçları standartlara uygundur.

Tablo 5. Baraj kodlu numuneye ait değerler.**Table 5.** Values belonging to the dam coded sample.

Parametreler	Birim	Ölçülen Değer	TSE 266	WHO
Alüminyum	µg/L	...	0.20	0.20
İletkenlik(20 C'de iS)	µS/cm	750	2500	2500
pH	PH	8.13	6.5-9.5	6.5-9.5
Demir	mg/L	<0.01	0.2	0.3
Nitrit	mg/L	<0.01	0.50	0.50
Amonyum	mg/L	0.04	0.50	1.50
Bakır	mg/L	0.64	2.0	2.0
Sülfat	mg/L	8.36	250	250
Nitrat	mg/L	<0.5	50	50
Potasyum	mg/L	1.4	12	-
Brom	mg/L	0.11	0.010	0.025

Tablo 5 de görüldüğü gibi Brom elementi için ölçülen değer standart değerlerden büyüktür. Diğer ölçüm sonuçları standartlara uygundur.

Tablo 6. Merkez 1 kodlu numuneye ait değerler.

Table 6. Values for the sample coded as Center 1.

Parametreler	Birim	Ölçülen Değer	TSE 266	WHO
Alüminyum	µg/L	...	0.20	0.20
İletkenlik(20 C'de iS)	µS/cm	620	2500	2500
pH	PH	8.03	6.5-9.5	6.5-9.5
Demir	mg/L	<0.01	0.2	0.3
Nitrit	mg/L	0.04	0.50	0.50
Amonyum	mg/L	0.04	0.50	1.50
Bakır	mg/L	0.78	2.0	2.0
Sülfat	mg/L	12.66	250	250
Nitrat	mg/L	<0.5	50	50
Potasyum	mg/L	1.8	12	-
Brom	mg/L	0.42	0.010	0.025

Tablo 6 de görüldüğü gibi Brom elementi için ölçülen değer standart değerlerden büyüktür. Diğer ölçüm sonuçları standartlara uygundur.

Tablo 7. Merkez 2 kodlu numuneye ait değerler.

Table 7. Values for the sample coded as Center 2.

Parametreler	Birim	Ölçülen Değer	TSE 266	WHO
Alüminyum	µg/L	...	0.20	0.20
İletkenlik(20 C'de iS)	µS/cm	840	2500	2500
pH	PH	7.61	6.5-9.5	6.5-9.5
Demir	mg/L	<0.01	0.2	0.3
Nitrit	mg/L	<0.01	0.50	0.50
Amonyum	mg/L	0.04	0.50	1.50
Bakır	mg/L	1.47	2.0	2.0
Sülfat	mg/L	8.21	250	250
Nitrat	mg/L	<0.5	50	50
Potasyum	mg/L	4.2	12	-
Brom	mg/L	0.17	0.010	0.025

Tablo 7 de görüldüğü gibi Brom elementi için ölçülen değer standart değerlerden büyüktür. Diğer ölçüm sonuçları standartlara uygundur.

4. Tartışma ve sonuçlar

4. Discussion and conclusions

Gümüşhane il merkezine içme suyu sağlamak amacıyla inşa edilen Bahçecik Barajını besleyen üç su kaynağından ve baraj gölünden alınan numunelerin analizinden Brom elementi dışındaki tüm değerlerin TSE ve Dünya Sağlık örgütünün belirlediği standart değerlere uygun olduğu belirlenmiştir (Tablo 1, 2, 3, 4). Benzer sonuçlar il merkezinde konutlardan alınan sonuçlarda da elde edilmiştir (Tablo 5, 6). Numunelerden elde edilen Brom değerleri 0,11 mg/L ile 0.42 mg/L değerleri arasında yer almakta olduğu görülmektedir. Bu değerler TSE ve WHO'nün belirlediği standart değerlerden yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 2, 3, 4, 5, 6, 7). Doğal su kaynakları genellikle bromür içerir, ancak ozonlama veya klorlama sırasında yan ürün bromat oluşur (Derrick vd., 2020; Haag & Hoigne, 1983). Bromatın, konsantrasyonları 0,05 µg/L'i aştığında potansiyel bir kanserojen olduğu belirtilmektedir ve maksimum kirletici seviyesi (MCL) 10 µg/L (ABD) ve 25 µg/L (Dünya Sağlık Örgütü) olarak belirlenmiştir (WHO, 2020).

İncelenen su numunelerinde Alüminyum elementinin bulunmadığı görülmektedir. Bu durum suların kullanılabilirliği açısından olumludur.

Su numunelerinde ölçülen iletkenlik değerlerinin 540-840 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında olup standart değer 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dir. Ölçülen pH değerleri 7.61-8.20 PH arasında olup standart değer 6,5-9,5 PH arasındadır. Ölçülen Demir değerleri <0,01-0,04 mg/L arasında olup standart değer 0,2-0,3 mg/L arasındadır. Ölçülen Nitrit değerleri <0,01-0,04 mg/L arasında olup standart değer 0,5 mg/L dir. Ölçülen Amonyum değerleri 0,04-0,08 mg/L arasında olup standart değer 0,5-1.5 mg/L arasındadır. Ölçülen Bakır değerleri 0,64-1,47 mg/L arasında olup standart değer 2,0 mg/L dir. Ölçülen Sülfat değerleri 8,36-71,0 mg/L arasında olup standart değer 250 mg/L dir. Ölçülen Nitrat değerleri <0,5 mg/L olup standart değer 50 mg/L dir. Ölçülen Potasyum değerleri 1,4-4,2 mg/L arasında olup standart değer 12 mg/L dir. Yukarıda görüldüğü gibi ölçülen değerler TSE ve WHO tarafından belirlenen standart değerler ile uyumludur. Yukarıda görüldüğü gibi çalışmamızda ölçümü yapılan pH değeri, İletkenliği, Demir, Nitrit, Amonyum, Bakır, Sülfat, Nitrat ve Potasyum Brom değerleri TSE ve WHO standart değerleri ile uyumludur.

Gümüşhane ili içme ve kullanma suyu olarak kullanılacak ve kullanılmakta olan suların Brom açısından belirlenen standart değerlerden yüksek olması nedeniyle kullanılmadan önce bu açıdan gerekli arıtma işlemine (dezenfeksiyona) tabi tutulması gerekmektedir.

Yazar katkısı

Author contribution

Tüm işlemler yazar tarafından yürütülmüştür.

Etik beyanı

Declaration of ethical code

Bu çalışmada insan ve hayvan denekler kullanılmadığı için etik açısından bir sorun teşkil etmemektedir.

Çıkar çatışması beyanı

Conflicts of interest

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

References

- Altinöz, D. (2002). Meyve Suyunda Spektrofotometrik ve Sıvı Kromatografik Hidroksimetilfurfural (HMF) Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması (Master's thesis, Ankara Üniversitesi (Turkey)).
- Anonymous, (2006). Earth's water distribution. Water Science for Schools.<http://ga.water.usgs.gov/edu/waterdistribution.html>
- Arslan, H. & Demir Y., (2011). Bafra Ovasında Deniz Suyu Girişiminin Yeraltı Suyu Kalitesi Üzerindeki Etkisi, *Anadolu Tarım Bilim. Derg.*, 26(2):136-144
- Atasoğlu, G., Okyay P., Güney N., Deniz y., Çobanoğlu M., Beşer E., (2006). Aydın İli Halk Sağlığı Laboratuvarı 2004 Yılı İçme ve Kullanma Suyu Analizleri, *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 5 (3)
- Ateş, N., Kaplan, S. S., Sahinkaya, E., Kitis, M., Dilek, F. B. ve Yetis, U. (2007) Occurrence of disinfection by-products in low DOC surface waters in Turkey, *Journal of Hazardous Materials*, 142, 526–534. doi: 10.1016/j.jhazmat.2006.08.076.
- Boysan, F. & Şengörür B., (2001). Şişelenmiş İçme Sularındaki Bazı İnorganik Parametrelerin İnsan Sağlığına Etkilerinin Araştırılması, *SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5.Cilt, 2.Sayı (Eylül 2001)
- Çakır, M., & Minareci, O. (2015). Işıklı Gölü ve Işıklı Çayı'nda (Çivril-Denizli) Deterjan, Fosfat ve Bor Kirliliğinin Araştırılması, *Aquatic Sciences and Engineering*, 30(1), 23-34. <https://doi.org/10.18864/ijufas.01514>

- Çetin, İ., Nalbantçılar, M. T., İnci, R., Nazik, A., & Tosun, K. (2016). İçme Suyu Sodyum, Potasyum ve Klor Düzeylerinin, 55-70 Yaş Aralığındaki Kadınların Vücut Kompozisyonlarıyla Korelasyonu. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 6(2/2), 251-263.
- Demirbaş, P. & Orhun, Ö., Kuzey Ege, Gediz ve Küçük Menderes Havzalarında 2003-2007 Yılları Arasında Su Kalitesi Açısından Bor İçeriğinin Spektrofotometrik Analiz Metodu İle Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi, Havza Kirliliği Konferansı, 26-27 Haziran 2008, İzmir.
- Derrick Quarles, C., Andrew D. Toms, R. S., Sullivan P., Bass D., Leone J., (2020). Automated ICP-MS method to measure bromine, chlorine, and iodine species and total metals content in drinking water, *Talanta Open*, Volume 1, 100002, ISSN 2666-8319, <https://doi.org/10.1016/j.talo.2020.100002>.
- Gray, N.F. (2008). *Drinking Water Quality – Problems and Solutions*. (2nd edition). New York: Cambridge University Press
- Haag, W.R. & Hoigne, J. (1983) Ozonation of bromide-containing waters-kinetics of formation of hypobromous acid and bromate, *Environ. Sci. Technol.* 17, 261–267.
- Özdoğan, N., Sefercik, U.G., Kılınç, Y., Çalışkan, E. & Atalay, C. (2021). Su Kalitesinin İnsansız Hava Aracı Verileri ve Fiziko-kimyasal Parametrelerin Analizi ile Belirlenmesi: Aydınlar (Gülüç) Çayı Örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (23), 572-582.
- Kaçmaza, S., Ertekina, K., Zeyreka, M., & Ergüna, M. Y. Yeraltı Suyu Örneklerinde Spektrofotometrik Metotla Mangan (II) ve Çinko (II) Analizi. 24. Ulusal Kimya Kongresi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, 29 Haziran-2 Temmuz 2010, Zonguldak
- Karasakal, A., (2007). Kuşburnu Bitkisinde Spektrofotometrik Yöntemle Askorbik Asit Tayini, (Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Karabıdak, Salih M., Kaya, A., Kaya, S., (2019). Cancer risk analysis of some drinking water resources in Gümüşhane, Turkey, *Sustainable Water Resources Management*, 5:1939–1949.
- Kart, M. (2021). Çevre politikalarının oluşturulmasında Türkiye’de çevre alanında faaliyet gösteren sivil toplum kuruluşlarının bir baskı aracı olarak rolünün değerlendirilmesi (Master's thesis, Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Kaya, A., Karabıdak S. M., Kaya S., Gümüşhane Merkez ve Merkeze Bağlı Bahçecik Köyü Su Kaynaklarının Radyoaktivitesinin Tayini, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (2016) 6 (1): 13-22
- Kaya, S., Kaya A., Çelik N., Taylan Kara R., Taşkın H. ve Koz B., (2020). Determination of the environmental natural radioactivity and mapping of natural background radioactivity of the Gumushane province, Turkey, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Cilt 325, Sayı 2, 4 April 2020. S., 933-957, <https://doi.org/10.1007/s10967-020-07390-4>,
- Koçak, Ö. & Güner A., (2009). Erzurum il merkezindeki içme ve kullanma sularının kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik kalitesi, *Atatürk Üniv. Vet. Bil. Dergisi*, 4(1):9- 22.
- Koçak, C., (2020). Ambalajlı sular ile üç büyük ilin musluk sularının kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan karşılaştırılması, *Turk J Public Health*,18(3): 210-225
- Küçükeşmen, C. & Sönmez, H., (2008). Diş hekimliğinde florun, insan vücudu ve dişler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi, *S.D.Ü. Tıp Fak. Derg.* 15 (3)/ 43-53
- Liu, Y. Mou, S. Heberling, S. Determination of trace level bromate and perchlorate in drinking water by ion chromatography with an evaporative preconcentration technique, *J. Chromatogr. A*, 956 (2002) 85–91.
- Neale, P. A. & Leusch, F. D. L. (2019). Assessing the role of different dissolved organic carbon and bromide concentrations for disinfection by-product formation using chemical analysis and bioanalysis, *Environmental Science and Pollution Research*, 26,17100–17109.
- Oğuz, T. C., (2015). İçme Suyu Arıtımında Yaygın Olarak Karşılaşılan Su Kalite Problemleri ve Arıtımı İçin Çözüm Önerileri, Uzmanlık Tezi, T. C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı yayınları.

- Özçelik, S., (1984). İçme Sularının Dezenfeksiyonunda Kullanılan Metodlar ve Uygun Metodun Seçimi. *Gıda*, 9(2).
- Özgür, C., (2020). Düşük Bromür Ve Organik Madde İçeren Su Kaynakları İçin Ön Dezenfektan Seçiminde Çok Ölçütlü Karar Verme Metodlarının Uygulanması, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, Cilt 25, Sayı 2, s. 1039-1057. DOI: 10.17482/uumfd.745419
- Peng, Y. Guo, W. Zhang, J. Guo, Q. Jin, L. Hu, S., (2016). Sensitive screening of bromate in drinking water by an improved ion chromatography ICP-MS method, *Microchem. J.* 124, 127–131.
- Shmueli, Deborah F. (May 1999). "Water quality in international river basins". *Political Geography*. 18 (4). ss. 437-476. doi:10.1016/S0962-6298(98)00106
- Surleva, A., & Ivanova, V. (2019). Determination of bromide and bromate ions in the presence of standard ions by suppressed ion chromatography, *Mater. Sci. Forum* 967 171–178.
- Stookey, J.J., (2016) Negative, null and beneficial effects of drinking water on energy intake, energy expenditure, fat oxidation and weight change in randomized trials: a qualitative review. *Nutrients*, 8(1):19 CrossRef PubMedCentral.
- Takayanagi, T., Ishida, M., Mbuna, J., Driouich, R., & Motomizu, S. (2006). Determination of bromate ion in drinking water by capillary zone electrophoresis with direct photometric detection. *Journal of Chromatography A*, 1128(1-2), 298-302.
- Tırıs, G. (2021). Amlodipin içeren farmasötik preparatlarda etken maddelerin yeni spektrofotometrik yöntemlerle analizi (Doctoral dissertation, Ankara Üniversitesi (Turkey)).
- Tümer, Ş. K., & Özdoğan, M. (2023). Çiğ Soya ve Tam Yağlı Soyanın Besin Madde Değerlerinin ve Isıl İşlem Faktörlerinin Kimyasal ve Spektrofotometrik Yöntemlere göre Değerlendirilmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 143-148. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.1287207>
- URL 1, <https://www.naturesuaritma.com.tr/ictigimiz-suyun-icinde-ne-var/> 26.11.2024 saat:14.56 alınmıştır.
- U.S. EPA (1999) Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manual, U.S. Environmental Protection Agency Publications EPA 815-R-99-014, Washington, D.C.
- Wallace, B., Purcell, M. ve Furlong, J., (2002) Total organic carbon analysis as a precursor to disinfection byproducts in potable water: Oxidation technique considerations, *J. Environ. Monit.*, 4, 35–42. DOI: 10.1039/b106049j
- WHO (World Health Organization), 2020, https://www.who.int/water_sanitation_health/waterquality/guidelines/chemicals/gdwq4-with-add1-chap12.pdf?ua=1, (accessed March 2020).
- Zhu, B. Zhong, Z. and Yao, J. (2006) Ion chromatographic determination of trace iodate, chlorite, chlorate, bromide, bromate and nitrite in drinking water using suppressed conductivity detection and visible detection, *Journal of Chromatography A*, 1118, pp. 106-110.