

Article Arrival Date

18.05.2020

Article Type

Research Article

Article Published Date

12.06.2020

Doi Number: <http://dx.doi.org/10.38063/ejons.252>

BİTLİS İLİNDEKİ BAZI DOĞAL KAYNAK SULARININ MİKROBİYOLOJİK VE FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Emrullah URGAN*

Çevre Mühendisi, Bitlis Eren Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çevre Mühendisliği ABD, 13000, Bitlis/Türkiye. eurqan@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0131-3052

İbrahim KOÇ

Dr. Öğr. Üyesi, Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 13000, Bitlis/Türkiye. ibrahimkoc47@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0803-6801

*Sorumlu yazar: eurqan@gmail.com

ÖZET

Bu çalışma, Bitlis İlinde insani tüketim amaçlı kullanılan doğal kaynak sularının bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini araştırma amacıyla yapılmıştır. Kaynaklardan alınan su örnekleri, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğin (25730, 17.02.2005) numune alma usullerine göre, belirlenen yedi istasyondan (Başhan, Papşin, Kanimiyan, Seyit Bulağı, Altunkalbur, Çam Sitesi ve Mezra su kaynakları) kurak (Eylül 2019) ve yağışlı (Mayıs 2020) dönemleri temsil edecek şekilde alınmış ve değerlendirilmiştir. Alınan numunelerin *Escherichia coli*, toplam koliform, *Pseudomonas aeruginosa*, Enterokok, 22 ile 37 °C'de koloni sayısı ve patojen mikrofungus sayısı gibi mikrobiyolojik parametrelerin yanısıra; pH, bulanıklık, tat, koku, renk, amonyum, nitrit, nitrat, alkalinite ve asidite gibi fizikokimyasal özelliklerine bakılmıştır. Mikrobiyolojik analizler için, membran filtrasyon, yayma plaka ve dökme plak yöntemleri; fizikokimyasal analizler için standart tayin metotları kullanılmıştır. Sonuç olarak: Mikrobiyolojik parametreler açısından, Seyit Bulağı, Altunkalbur, Başhan ve Mezra kaynaklarının koliform bakteri yönünden; Başhan, Papşin, Mezra ve Seyit Bulağı kaynaklarının Enterokok yönünden; Seyit Bulağı, Altunkalbur, Başhan ile Mezra kaynaklarının 22 °C'de koloni sayısı yönünden ve bütün kaynakların *P. aeruginosa* yönünden içme standartlarına uygun olmadığı görülmüştür. Fizikokimyasal parametreler açısından bu kaynakların, kullanıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik parametrelerce kirlilik muhteva eden bu kaynakların periyodik olarak izlenmesi, kirlilik etmenlerinin engellenmesine yönelik iyileştirici çalışmaların yapılması ve bu konuda civar halkın bilgilendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Doğal Kaynak Suyu, Fizikokimyasal Su Kalitesi, Mikrobiyolojik Su Kalitesi, Bitlis.

MICROBIOLOGICAL AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOME NATURAL SPRING WATERS IN BITLIS, TURKEY

ABSTRACT

This study was conducted to investigate some physicochemical and microbiological properties of natural spring waters used as drinking water source in Bitlis province, Turkey. Water samples were collected from seven different sources (including Başhan, Papşin, Kanimiyan, Seyit Bulağı, Altunkalbur, Çam Sitesi and

Mezra Springs) on arid (September, 2019) and rainy (May, 2020) periods, according to the sampling method of the Regulation on Water for Human Consumption (25730, 17.02.2005). Several physicochemical and microbiological parameters (e.g., pH, turbidity, taste, odor, color, ammonium, nitrite, nitrate, alkalinity and acidity, total coliform, colony count at 22 and 37 °C, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, Enterococcus) were examined. Membrane filtration, spread plate and pour plate methods were executed to determine microbiological parameters. Additionally, physicochemical parameters were determined using standard determination methods. According to the analysis, Sources Seyit Bulağı, Mezra, Başhan and Altunkalbur springs, on the other hand, are unable to meet drinking standards due to coliform bacteria contamination. Moreover, Enterococcus bacteria were detected in Source Başhan, Papşin, Mezra and Seyit Bulağı spring. Also, it was observed that Seyit Bulağı, Altunkalbur, Başhan and Mezra sources are unable to meet drinking standards due to colony count at 22 °C. Additionally, all sources are unable to meet drinking standards due to *P. aeruginosa*. In terms of physicochemical parameters, sources were found to be suitable for use. It is thought that periodic monitoring of these microbiologically polluted resources should be monitored, healing activities should be done to prevent pollution factors and the local people should be informed about this issue.

Keywords: Natural Spring Water, Physicochemical Water Quality, Microbiological Water Quality, Bitlis.

1. GİRİŞ

Su, canlıların yaşamlarını sürdürmesi için vazgeçilmez olan kokusuz ve tatsız bir bileşiktir (Eroğlu, 2008). Su, kendisine has molekül yapısı bakımından hiçbir maddeye benzememekle birlikte canlıların metabolik faaliyetlerinde aktif rol oynamaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Yeryüzünde bulunan su buharlaşıp atmosfere, orada yoğunlaştıktan sonra da tekrar yeryüzüne döner. Yeryüzüne inen yağmur suları, yeraltı sularına karıştıktan sonra bir şekilde okyanus ve denizlere akarak su döngüsüne katılır. Küresel açıdan değerlendirildiğinde, buharlaşan su kadar yağış olmakta ve su miktarı değişmemektedir (Anonim, 2019a). Bitkiler yağışla gelen suların bir kısmını tutar, geri kalanı ya toprağın bünyesine geçer, ya da akıp giderek yerüstü ve yeraltı sularına karışır (Akman ve ark., 2012).

Dünyadaki suyun yaklaşık %70'i tarımda, %11'i evsel olarak ve %19'u ise enerji üretimi amaçlı kullanılmaktadır (Anonim, 2019b). Dünyadaki su miktarının yaklaşık %97.6'si okyanus ve denizlerde tuzlu su olarak, geri kalan kısmı ise yeraltı suları, kutuplar, göller ve akarsularda tatlı su olarak bulunur. Dünyada bulunan su miktarı çok olarak görünse de, içme ve kullanma amaçlı faydalandığımız sular dünyadaki suyun yaklaşık %2.4'lük kısmını oluşturmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Ülkemizde 120'den fazla tabii göl, 706 tane baraj gölü ve birçok akarsu vardır. Türkiye su yönünden zengin bir ülke olmamakla birlikte, kişi başına düşen su miktarı yıllık 1.519 m³ civarındadır (Anonim, 2019c). Bitlis yerüstü su kaynakları bakımından, Van gölü gibi Türkiye'nin en büyük doğal gölüne sahip (suyu sodalı ve tuzlu olduğu için içmeye elverişli değil), ülkedeki volkanik dağlardan olan Nemrut ve Süphan Dağlarının Krater Göllerine (Nemrut ve Aygır Krater Gölleri) sahip, ilin kuzeybatısında Nazik ve Arin Göllerine sahip bir ildir. Yeraltı Suları bakımından zengin bir il olan Bitlis'teki yıllık kullanılan yeraltı suyu miktarı, 90.28 hm³'tür ve sular genel olarak içme standartlarına uygun ve soğuktur. Bitlis İlinde, çevre illere kıyasla kaynak suları daha çok olmakla birlikte akarsu zenginliği açısından böyle bir durum söz konusu değildir (Anonim, 2019d).

Su kalitesinin belirlenmesinde, belirli parametreler dikkate alınmaktadır. Bu parametrelerce analizi yapılan sular, kalite durumuna göre; yüksek kaliteli sular (I. Sınıf), az kirlenmiş sular (II. Sınıf), kirlenmiş sular (III. Sınıf) ve çok kirlenmiş sular (IV. Sınıf) olmak üzere sınıflara ayrılmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Dünyada ve ülkemizde suyun miktarını ve yönetimini belirleyen kıstas su kalitesidir. Kirlenmiş suların, belirli proseslerden geçirilerek, içilebilecek duruma getirilmesine su kalitesi yönetimi denilmektedir. Su kalitesi yönetiminde amaç, bir suyun hangi amaçla kullanılacağı ve standartlara uygunluğunun (fizikokimyasal ve mikrobiyolojik) tespiti. Buna ek olarak yerüstü ve yeraltı sularının kirlilik seviyesi ve debisinin tespiti amaçlanmaktadır (Çınar, 2008).

Su kalitesi konusunda yapılmış çalışmalara bakıldığında; Tepe ve Mutlu (2004), Jothivenkatachalam ve ark. (2010), Dönderici ve ark. (2010), Jain ve ark. (2010) ve Khan ve ark. (2013); yeraltı sularından almış oldukları numunelerde yaptıkları fizikokimyasal analizler neticesinde, su kalitesi hakkında farkındalık oluşturmayı amaçlamış, su kalitesinin azalmasının nüfus yoğunluğu ve sanayiden kaynaklanabileceğini, civardaki hastalıkların sulardan kaynaklanabileceğini, su kalitesinin izlenmesi ve bireylerin su kaynaklarını koruması gerektiğini belirtmişlerdir. Oyedeji ve ark. (2010), Anwar ve ark. (2010), Abdelrahman ve Eltahir (2011), Aqso (2013), Turgay (2015), Gültekin (2015), Usman ve ark. (2019) ile Baraj (2019); içme sularında yapmış oldukları mikrobiyolojik analizlerde, mikrobiyolojik kirliliğin giderimi için önlemler (filtrasyon ve klorlama) alınması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu konuda halkın bilgilendirilmesi gerektiği ve çevresel sanitasyonun sağlanması gerektiğinin altını çizmişlerdir. Hu ve ark. (2011), ve Key (2011), şişelenmiş suları değerlendirmiş, çevresel kirliliğe elverişli olan bölgelerdeki su işletmelerinde antropojenik kirlilik riskinin yüksek, yerleşim yerlerine uzak olan bölgelerde ise antropojenik kirlilik riskinin düşük olduğunu saptamışlar ve halkın suyun güvenli olduğuna kanaat getirmesi için çalışmalar yapılması gerektiğini vurgulamışlardır. Eyi (2015), ozonlama yapılırken bromat miktarını azaltıcı önlemlerin alınması gerektiğini vurgularken; Radfard ve ark. (2019), ağır metal miktarlarını ve sağlığa etkilerini inceledikleri bu çalışmada, kirliliğin aşırı gübre, pestisit, çamur ve bertaraf atıklarından kaynaklanabileceğini, bunun dışında yeraltı sularının aşırı pompalanması hususunda düzgün bir yönetimin yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bora (2016), numunelerin serbest klor oranı değişken ve yüksek olup, bulanıklık, alüminyum ve renk açısından yeterli şartları ise sağlamadığını saptamış, numunelerin çoğunda *E. coli*, *C. perfringens* ve koliform bakterilerinin varlığını saptamış ve kullanılmadan önce dezenfeksiyon işlemine tabi tutulmasının gerekliliğini vurgulanmıştır. Bitlis İli, yukarıda da söz edildiği gibi doğal kaynak sularınca zengin bir il olmakla birlikte bu suların kalitesini belirleme üzerine bilimsel çalışmalara rastlanılmamıştır.

Bu çalışma, Bitlis İlinde civar halkı tarafından kullanılan ve hazmının kolay olduğu düşünülen bazı doğal kaynak sularının (Başhan, Papşin, Kanimiyan, Seyit Bulağı, Altunkalbur, Çam Sitesi ve Mezra doğal su kaynakları), İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe (25730, 17.02.2005) göre fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini araştırma amacıyla yapılmıştır.

2. MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada, Bitlis İlinde halkça yoğun olarak kullanıldığı belirlenen yedi kaynaktan kurak (Eylül 2019) ve yağışlı (Mayıs 2020) sezonları temsilen alınan numuneler fizikokimyasal ve mikrobiyolojik olarak araştırılmıştır. Örnekler, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (İTASHY)'nin (25730, 17.02.2005) numune alma usullerine göre alınıp, soğuk zincir kaplarla laboratuvar ortamına getirilmiştir. Analizler aynı gün içinde yapılmıştır. Su numuneleri, yapılan analizler sonuçlanıncaya kadar +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

2.1. Fizikokimyasal Analizler

Su numunelerinin pH'ı (TS EN ISO 10523:2012) ve elektriksel iletkenliği (EC) (TS EN 27888:1993), taşınabilir ölçüm cihazıyla (HACH-HQ40d); bulanıklığı (TS EN ISO 7027-1:2016) spektrometreyle (HACH-DR6000) ve azot formlarının değerleri (TS EN 12260:2003) spektrometreye uygun hazır kitler kullanılarak belirlenmiştir. Kullanım talimatlarına göre, kitlere numune ilave edilip (Amonyum testi için 5 mL, Nitrit testi için 2 mL ve Nitrat için 1 mL); amonyum ve nitrat kitleri 15 dakika, nitrit kitleri kullanım talimatında belirtildiği üzere 10 dakika bekletildikten sonra, değerlerin okunması için spektrometrenin haznesine yerleştirilmiş, okunan değerler kaydedilmiştir (Anonim, 2019e).

Asidite ve alkalinite tayinleri için titrasyon yöntemi kullanılmıştır. Numunelerde asidite ölçümü için, behere alınmış 50 mL'lik su örneğine 2 damla fenolftalein indikatör renklendiricisi damlatılmış, ardından bürete alınmış 0.02 N NaOH çözeltisi, pembe renk değişimi gözleninceye kadar

damlatılmıştır. Büretten harcanan çözelti miktarı kaydedilip, asidite miktarı '1' nolu denkleme göre mg/L CaCO₃ eşdeğeri olarak hesaplanmıştır (Samsunlu, 1999).

$$Asidite = \frac{V_{NaOH} \times N_{NaOH} \times 50000}{mL \text{ Örnek}} \quad (1)$$

Numunelerde alkalinite ölçümü için, behere alınan 10 mL'lik su örneğine 3 damla fenolftalein indikatör renklendiricisi damlatılıp, pembeleşen su örneğine bürete doldurulan 0.02 N H₂SO₄ çözeltisi, renksiz çözelti gözleninceye kadar damlatılmıştır. Büretten harcanan çözelti miktarı kaydedilip, alkalinite miktarı '2' nolu denkleme göre hesaplanmıştır (Samsunlu, 1999).

$$Alkalinite = \frac{V_{H_2SO_4} \times N_{H_2SO_4} \times 50000}{mL \text{ Örnek}} \quad (2)$$

2.2. Mikrobiyolojik Analizler

Aerob genel canlı (psikrofil ve mezofil) belirlenmesinde dökme plak; Enterokok, koliform, *Escherichia coli* (*E. coli*) ve *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*) belirlenmesinde membran filtrasyon ve patojen mikrofungus belirlenmesinde yayma plaka yöntemi kullanılmıştır (Lee ve Cole, 1994; Halkman, 2005; Temiz, 2010; Anonim, 2020). Genel canlı sayısı; 22 ve 37 °C'de, Triptik Soy Agar besiyerinde (TSA, Merck) sırası ile 22±2 °C'de 68±4 saat (psikrofil) ve 36±2 °C'de 44±4 saat (mezofil) inkübe edilerek gelişen koloniler sayılarak belirlenmiştir (1 mL numune için). Patojen mikrofungus belirlenmesinde, Rose Bengal Kloramfenikol Agar (RBC, Merck) besiyerinde 100 µL'lik numune, 25-28 °C'de 5-7 gün inkübe edilerek gelişen koloniler sayılmıştır (Halkman, 2005; Temiz, 2010). Enterokok, koliform, *E. coli* ve *P. aeruginosa* tespitinde, hazır olarak temin edilmiş spesifik besiyerleri ve uygun filtreler (0.45 µm por çapında) kullanılmıştır. 250'şer mL'lik su örnekleri filtre edilerek, filtre kâğıtları hazır olarak temin edilmiş agarlı besiyerlerine yerleştirilip inkübe edilmiştir. *E. coli* ve koliform bakterilerinin tespiti ve sayımında, Koliform Kromojenik Agar besiyeri (36±2 °C'de 24 saat inkübe edildi); *P. aeruginosa* tespiti ve sayımında Cetrimide Agar besiyeri (35±2 °C'de 48 saat inkübe edildi) ve Enterokok bakterilerinin tespiti ve sayımında Azid Agar besiyerleri (36±2 °C'de 44±4 saat inkübe edildi) kullanılmıştır. İnkübasyonlar sonucunda, Koliform Kromojenik besiyerinde mavi-mor renkte gözlenen bakteri kolonileri *E. coli* olarak, kahverengi-kırmızı görünen bakteriler ise koliform olarak dikkate alınmıştır. Azid Agar besiyerinde, merkezi veya etrafı mor, kırmızı veya pembe olan koloniler muhtemel enterokok olarak dikkate alınmıştır. Doğrulama için besiyerinden steril pens yardımı ile alınan filtre kağıdı Azid Agar'da (1 saat boyunca 44 °C sıcaklıkta önceden ısıtılmış) 2 saat 44±0.5 °C sıcaklıkta inkübe edilmiş, koloniyi çevreleyen ortamda ten renginden siyah renge kadar değişen renkler oluşturan bütün tipik kolonilerin pozitif olduğu kabul edilmiştir. Cetrimide Agar besiyerinde gelişen ve piyosyanin üreten, (360±20) nm UV ışın altında floresan veren, oksidaz pozitif ve asetamitten amonyak üretebilen bakteriler *P. aeruginosa* olarak kabul edilmiştir (Anonim, 2020).

373

2.3. İstatistiksel Analizler

Elde edilen sonuçlar ile dönemler arasındaki farklılıklar için bağımsız gruplarda t-Testi, Varyans Analizi (ANOVA kaynaklar arasındaki farklılıklar için Post Hoc Testi) ve anlamlı farklılıkların bulunduğu gruplar için Duncan Testi kullanılmış, istatistiksel sonuçlar Excel yardımıyla grafiğe aktarılmıştır (Özdamar, 2013).

3. BULGU ve TARTIŞMALAR

Kaynakların hem kendi içinde, hem de gruplar arasında pH, bulanıklık, amonyum, nitrit ve nitrat değerleri açısından birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur. ANOVA testlerine göre çizelge 1'de, fizikokimyasal olarak sadece elektriksel iletkenlik parametresinde istatistiksel anlamlılık elde

edilmiştir (p-değeri<0.05). Elektriksel iletkenlik değerleri, bazı kaynaklarda dönemlere göre farklılık göstermiştir.

Çizelge 1. Kaynak Sularının Gruplara Göre Fizikokimyasal Parametreler Bakımından ANOVA Testi Sonuçları

Parametre	Gruplar	F-test İstatistiği Değeri	p-değeri
pH	Gruplar Arası	0.12	0.990
	Grup İçi		
	Toplam		
Elektriksel İletkenlik	Gruplar Arası	22.04	0.000
	Grup İçi		
	Toplam		
Bulanıklık	Gruplar Arası	2.70	0.110
	Grup İçi		
	Toplam		
Amonyum	Gruplar Arası	2.43	0.135
	Grup İçi		
	Toplam		
Nitrit	Gruplar Arası	0.76	0.619
	Grup İçi		
	Toplam		
Nitrat	Gruplar Arası	0.76	0.619
	Grup İçi		
	Toplam		

Kaynakların hem kendi içinde, hem de gruplar arasındaki mikrobiyolojik parametre değerleri açısından birbirine yakın olduğu görülmüştür. çizelge 2’de verildiği üzere mikrobiyolojik olarak hiçbir parametrede istatistiksel anlam görülmemiştir (p-değeri>0.05).

Çizelge 2. Kaynak Sularının Gruplara Göre Mikrobiyolojik Parametreler Bakımından ANOVA Testi Sonuçları

Parametre	Gruplar	F-test İstatistiği Değeri	p-değeri
<i>E. coli</i>	Gruplar Arası	0.98	0.499
	Grup İçi		
	Toplam		
Koliform	Gruplar Arası	2.12	0.173
	Grup İçi		
	Toplam		
Enterokok	Gruplar Arası	0.93	0.523
	Grup İçi		
	Toplam		
<i>P. aeruginosa</i>	Gruplar Arası	0.17	0.975
	Grup İçi		
	Toplam		
22 °C’ de Koloni Sayımı	Gruplar Arası	0.97	0.503
	Grup İçi		
	Toplam		
37 °C’ de Koloni Sayımı	Gruplar Arası	0.55	0.754
	Grup İçi		
	Toplam		

375

Çizelge 3 incelendiğinde aynı harfler ile gösterilen kaynaklar arasında istatistiksel olarak farklılık olmadığı belirlenmiştir. Harflendirme sonucunda aynı harflerin aynı grubu temsil ettiği görülmüştür. Çam Sitesi ve Mezra kaynaklarının aynı tip kaynak olduğu, Kanimiyan, Başhan, Altunkalbur ve Papşin kaynaklarının aynı tip kaynak olduğu, Seyit Bulağı kaynağının bunlardan farklı tip bir kaynak olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Kaynak Suları için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Elektiriksel İletkenlik (μS/cm)						
p = 0.05						
	Kaynak	N	1	2	3	4
Duncan ^a	Çam sitesi ^a	2	123.00			
	Mezra ^a	2	131.95			
	Kanimiyan ^b	2		203.05		
	Başhan ^b	2		211.50		
	Altunkalbur ^b	2		212.15		
	Papşin ^b	2		241.50		
	Seyit Bulağı ^c	2			305.00	
	p-değeri		0.49	0.095	1.000	

Not 1: Homojen alt kümelerdeki gruplar için ortalamalar alınmıştır.

Not 2: a. Harmonik Ortalama Örnek Boyutu = 2.000 kullanılmıştır.

Çizelge 4'teki t-testi incelendiği zaman, ortalama farklılıklar 0.05 önem seviyesinde anlamlıdır. p değerleri <0.05 olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlıdır ve p değerlerinden yalnızca nitrit parametresinin değeri <0.05 olarak görülmektedir. Sonuç olarak nitrit parametresi bakımından kurak ve yağışlı dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edilmiştir (p-değeri<0.05).

376

Çizelge 4. Kaynak Sularının Dönemlere Göre Fizikokimyasal Parametreler Bakımından Tanımlayıcı İstatistikler

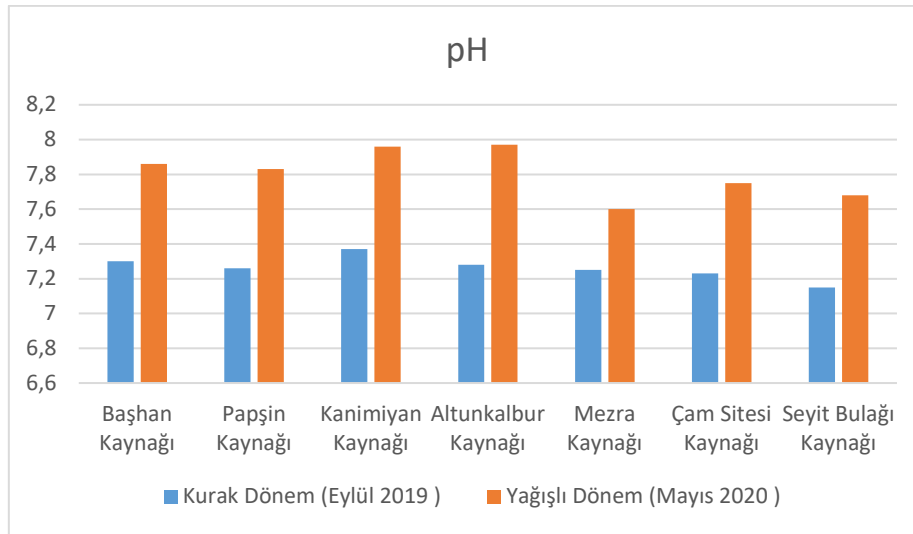
Parametre Adı	Dönem	N	Ort. $\pm$ SS	p-değeri
pH	Kurak	7	7.26 $\pm$ 0.06	0.055
	Yağışlı	7	7.80 $\pm$ 0.13	
Elektiriksel İletkenlik	Kurak	7	191.48 $\pm$ 61.30	0.898
	Yağışlı	7	216.55 $\pm$ 64.15	
Bulanıklık	Kurak	7	0.17 $\pm$ 0.11	0.269
	Yağışlı	7	0.21 $\pm$ 0.17	
Amonyum	Kurak	7	0.00 $\pm$ 0.00	0.074
	Yağışlı	7	0.00 $\pm$ 0.00	
Nitrit	Kurak	7	0.03 $\pm$ 0.03	0.001
	Yağışlı	7	0.00 $\pm$ 0.00	
Nitrat	Kurak	7	0.58 $\pm$ 0.22	0.479
	Yağışlı	7	0.62 $\pm$ 0.19	

Çizelge 5'teki t-testi incelendiği zaman, ortalama farklılıklar 0.05 önem seviyesinde anlamlıdır. p değerleri <0.05 olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlıdır ve p değerlerinden yalnızca *E. coli*, *P. aeruginosa* ve 37 °C'de koloni sayımı parametrelerinde değeri <0.05 olarak görülmektedir.

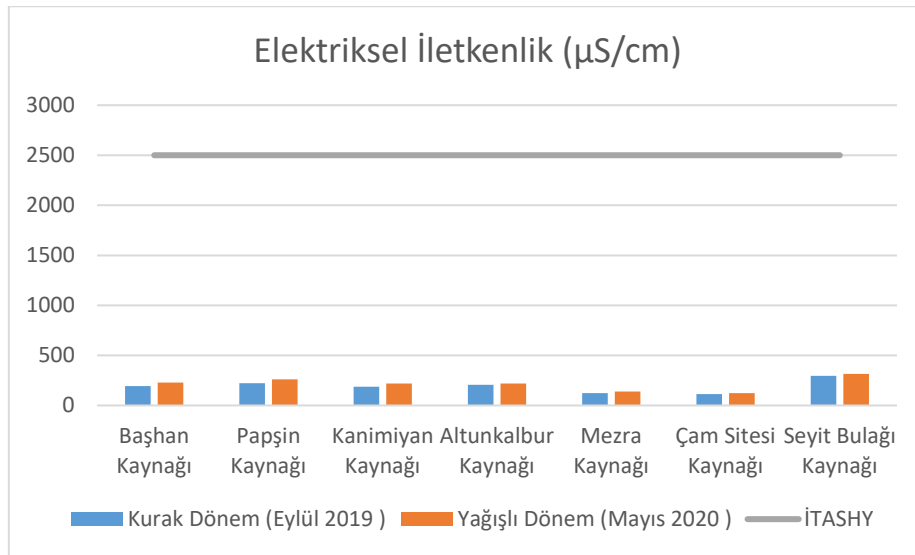
Çizelge 5. Kaynak Sularının Dönemlere Göre Mikrobiyolojik Parametreler Bakımından Tanımlayıcı İstatistikler

Parametre Adı	Dönem	N	Ort. $\pm$ SS	p-değeri
<i>E. coli</i>	Kurak	7	0.28 $\pm$ 0.75	0.040
	Yağışlı	7	6.85 $\pm$ 18.14	
Koliform	Kurak	7	14.00 $\pm$ 22.94	0.894
	Yağışlı	7	10.00 $\pm$ 25.58	
Enterokok	Kurak	7	21.71 $\pm$ 56.57	0.069
	Yağışlı	7	3.71 $\pm$ 8.97	
<i>P. aeruginosa</i>	Kurak	7	0.00 $\pm$ 0.00	0.010
	Yağışlı	7	7.57 $\pm$ 3.45	
22 °C' de Koloni	Kurak	7	32.42 $\pm$ 40.79	0.085
	Yağışlı	7	11.42 $\pm$ 14.11	
37 °C' de Koloni	Kurak	7	4.14 $\pm$ 4.91	0.008
	Yağışlı	7	0.71 $\pm$ 1.11	

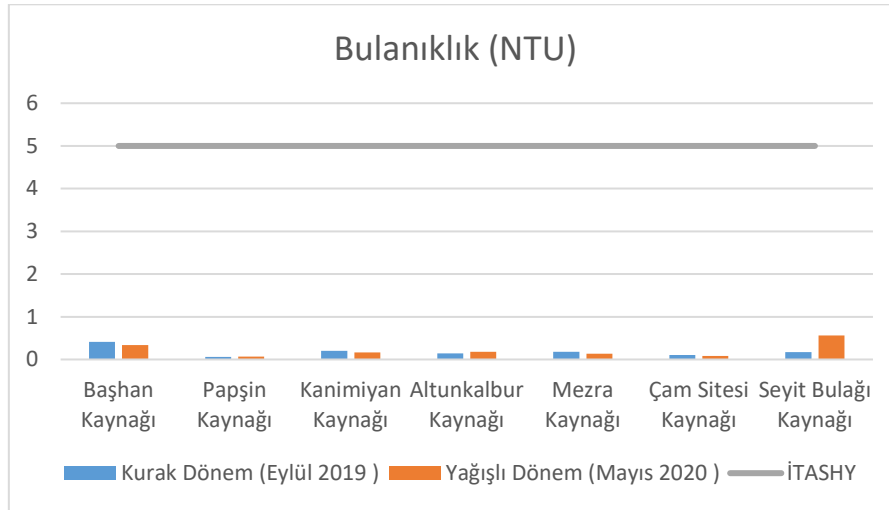
Şekil 1'deki grafikte, numunelerin alındığı su kaynaklarının pH değerleri dönemlere göre verilmiştir. İTASHY'te pH için 6-9 aralığı belirlenmiştir. Grafikte de görüldüğü üzere pH değerlerinin 6-8 aralığında olduğu ve yönetmelik değerlerine uyduğu görülmektedir.

**Şekil 1.** Kaynaklara ait pH değerleri

Şekil 2'de kaynakların elektriksel iletkenlik (EC) değerleri grafik halinde verilmiştir. Elektriksel iletkenlik üst limiti İTASHY'te 2500 μ S/cm olarak verilmiştir. Kaynakların EC değerleri yönetmelik düzeyinin altında olduğundan, EC yönünden kullanıma uygun oldukları saptanmıştır.



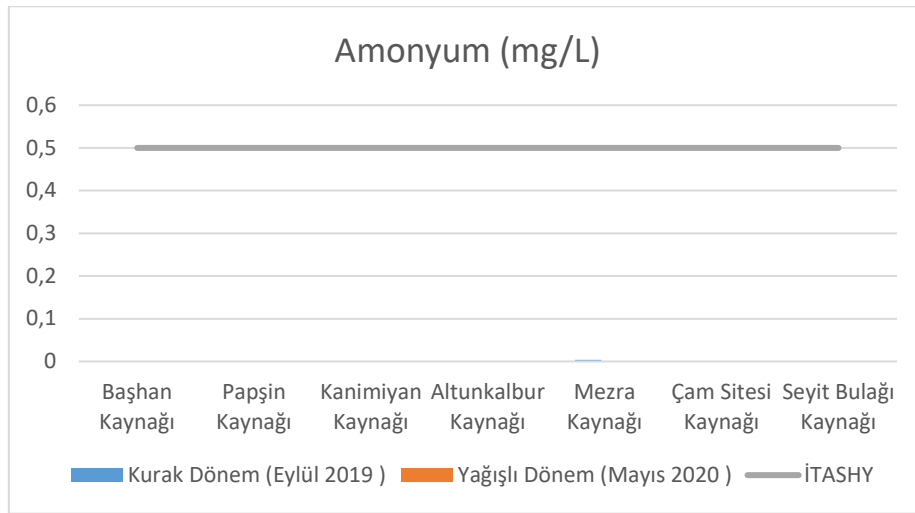
Şekil 2. Kaynaklara ait elektriksel iletkenlik değerleri



Şekil 3. Kaynaklara ait bulanıklık değerleri

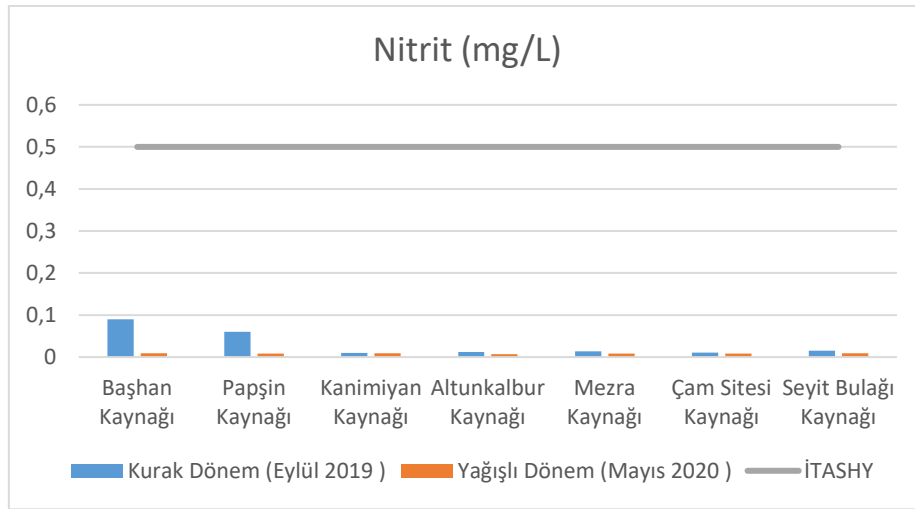
Şekil 3'te kaynakların bulanıklık değerleri grafik halinde verilmiştir. Bulanıklık üst limiti İTASHY'te 5 NTU olarak verilmiştir. Kaynakların bulanıklık değerleri yönetmelik düzeyinin altında olduğundan, bulanıklık yönünden kullanıma uygun oldukları görülmüştür.

Şekil 4'te kaynaklara ait amonyum değerleri verilmiştir. İTASHY sınır değeri 0.5 mg/L olmakla beraber, iki kaynakta 0.01mg/L değerinde okunmuştur. Kaynakların amonyum yönünden İTASHY'e göre içmeye uygun olduğu tespit edilmiştir.



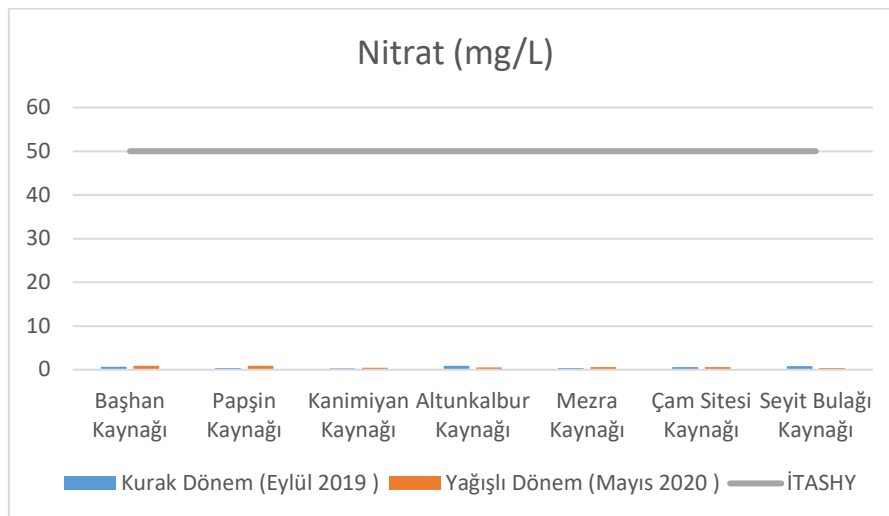
Şekil 4. Kaynaklara ait amonyum değerleri

Şekil 5'te kaynaklara ait nitrit değerleri verilmiştir. İTASHY sınır değeri 0.5 mg/L olmakla beraber, kaynakların nitrit yönünden İTASHY'e göre içmeye uygun olduğu bulunmuştur.



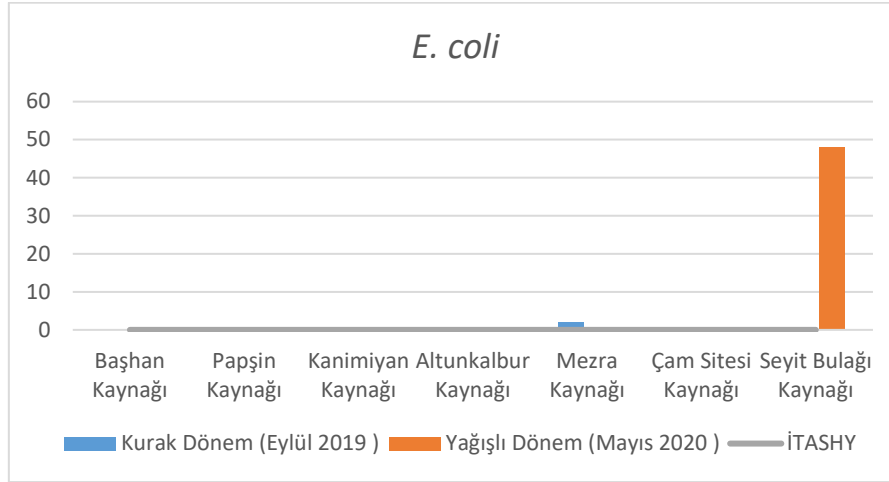
Şekil 5. Kaynaklara ait nitrit değerleri

Şekil 6'da kaynaklara ait nitrat değerleri verilmiştir. İTASHY sınır değeri 0.5 mg/L olmakla beraber, kaynakların nitrat yönünden içmeye uygun olduğu saptanmıştır.

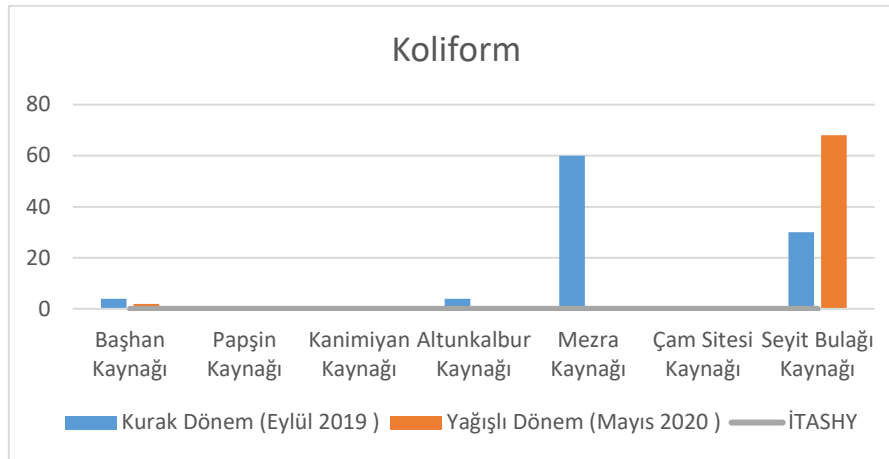


Şekil 6. Kaynaklara ait nitrat değerleri

İTASHY'e göre kaynak sularında *E. coli* ve koliform bakteriler istenmemektedir. Şekil 7'ye göre, Mezra ve Seyit Bulağı kaynaklarının *E. coli* yönünden; Şekil 8'e göre, Başhan, Altunkalbur, Mezra ve Seyit Bulağı kaynaklarının koliform bakteri yönünden içmeye uygun olmadığı görülmüştür.

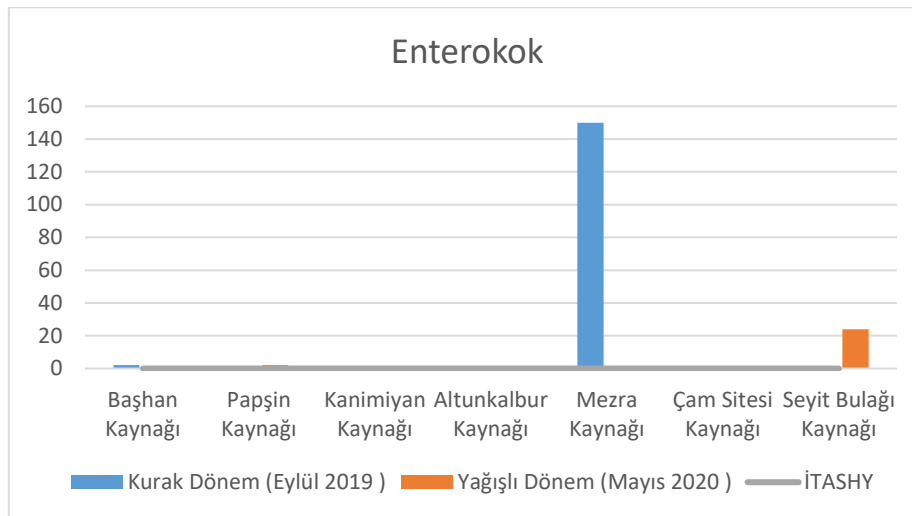


Şekil 7. Kaynaklara ait *E. coli* değerleri



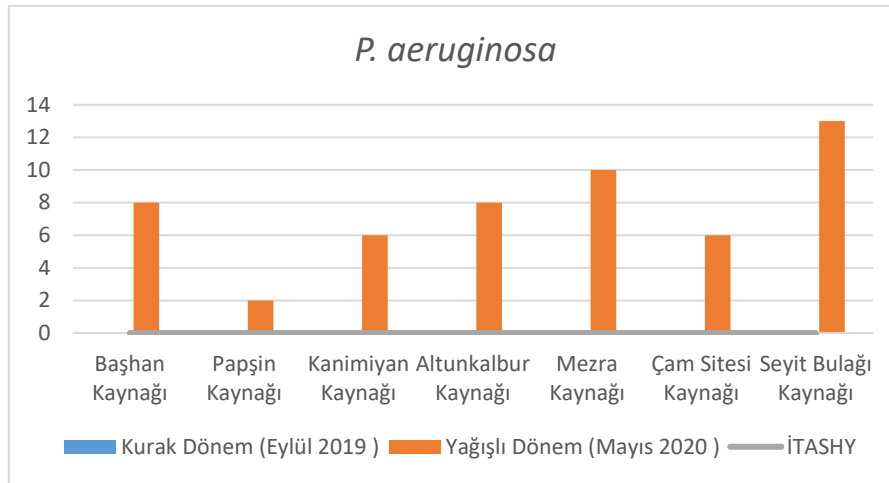
Şekil 8. Kaynaklara ait koliform değerleri

İTASHY'e göre kaynak sularında Enterokok istenmemektedir. Şekil 9'a göre Başhan, Papşin, Mezra ve Seyit Bulağı kaynaklarının Enterokok yönünden içmeye uygun olmadığı tespit edilmiştir.



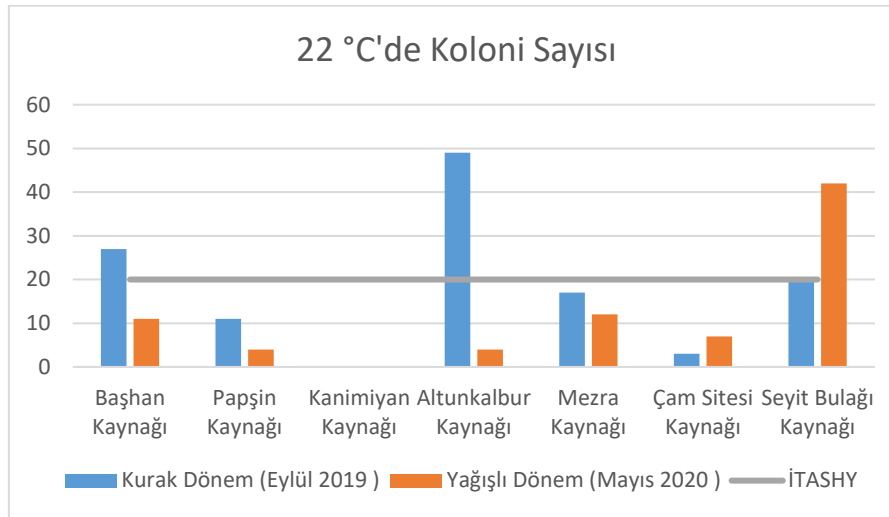
Şekil 9. Kaynaklara ait Enterokok değerleri

İTASHY'e göre kaynak sularında *P. aeruginosa* istenmemekte, Şekil 10'a göre yağış sonrası dönemde kaynakların hiçbirinin, *P. aeruginosa* yönünden içmeye uygun olmadığı görülmüştür.



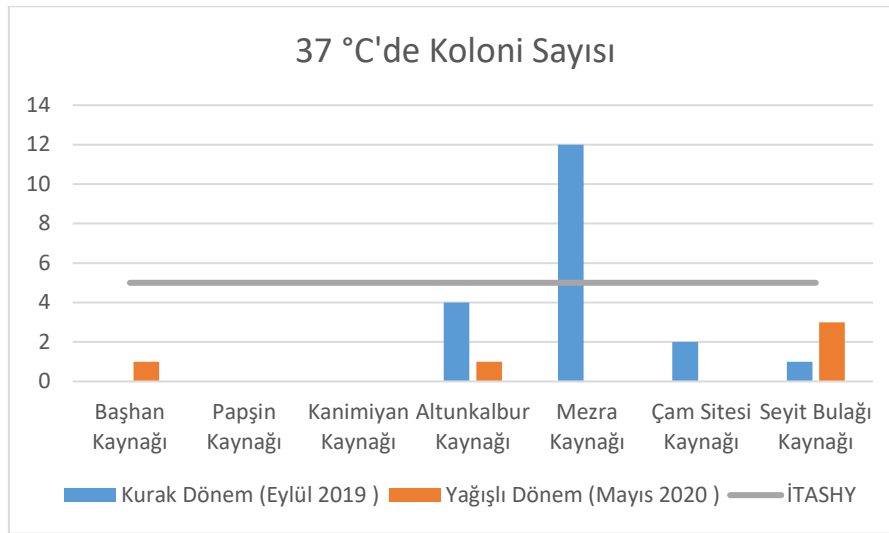
Şekil 10. Kaynaklara ait *P. aeruginosa* değerleri

İTASHY'e göre kaynak sularında 22 °C'de yaşayan maksimum 20/mL bakteri kabul edilmektedir. Şekil 11'e göre Başhan, Altunkalbur, Mezra ve Seyit Bulağı kaynaklarının İTASHY'te verilen değeri aştığı ve 22 °C'de koloni sayımı yönünden içmeye uygun olmadığı saptanmıştır.



Şekil 11. Kaynaklara ait 22 °C'de koloni sayım değerleri

İTASHY'e göre kaynak sularında 37 °C'de yaşayan maksimum 5/mL bakteri kabul edilmektedir. Şekil 12'ye göre Mezra ve Kanimiyan kaynaklarının İTASHY'te verilen değeri aştığı ve 37 °C'de koloni sayımı yönünden içmeye uygun olmadığı görülmüştür.



Şekil 12. Kaynaklara ait 37 °C’de koloni sayım değerleri

Suyun canlı faaliyetleri için önemi belliyken, nüfus artışına rağmen kaynakların korunması ve hâlihazırda kullanıma sunulan suların içmeye elverişli olmasının sağlanması gerekmektedir. Doğal kaynak suları, genelde insanlar tarafından arıtıma veya dezenfeksiyona tabi tutulmadan kullanıldığından, bu konuda bir farkındalığın olması ve suların belli analizlere tabi tutularak içeriğinin bilinmesi gerekmektedir. Bundan dolayı bilgi edinme ve farkındalık amaçlı yapılan bu çalışmada, insanların gelişigüzel kullandıkları suların muhtevasının araştırılması gerekli görülmüştür.

İnsanlar tarafından yoğun olarak kullanıldığı görülen kaynakların tamamında kurak dönem (4 Eylül 2019) ve yağış sonrası dönemde (4 Mayıs 2020) alınan örneklerdeki fizikokimyasal parametrelerde yapılan ölçümlerde, suların içmeye elverişli olduğu görülmüştür. Amonyum ve pH değerleri Tepe ve Mutlu (2004)’te yapmış oldukları çalışmayla paralel sonuçlar göstermiş, alkalinite değerleri örtüşmemiştir. Asidite değerleri bakımından, İTASHY eklerinde herhangi bir sınır düzey belirlenmemekle beraber, Kayalar (2015)’in yapmış olduğu çalışmayla paralellik göstermiştir. Elektriksel iletkenlik seviyeleri her iki dönem için de uygun olup, Gültekin (2015)’in bulgularına oranla, Başhan kaynağının elektriksel iletkenlik ve bulanıklık değerleri yüksek olarak gözlemlenmiştir. Nitrit seviyeleri Ağaoğlu ve ark. (2007), Tepe ve Mutlu (2004) ve Gültekin (2015) ile kıyaslandığında paralel sonuçlar gözlenmiş, içme standardına uygun olduğu görülmüştür. Kaynaktaki nitrat düzeylerine bakıldığında, Ağaoğlu ve ark. (2007), Tepe ve Mutlu (2004) yapmış oldukları çalışmalarla paralellik göstermiştir.

Başhan kaynağından her iki dönemde alınan numunelerde yapılan mikrobiyolojik analizlerde; *E. coli* tespit edilmezken, kurak döneminde ve yağış sonrası dönemde koliform bakteri izole edilmiştir. Bu kaynaklardaki koliform miktarlarının değerlendirilmesi; Aqso (2013), Gültekin (2015) ve Bora (2016) yapmış oldukları çalışmalarla örtüşmüş, İTASHY’ye göre uygun olmadığı tespit edilmiştir. Enterokok açısından, kurak döneminde 2 kob/ ml izole edilirken, yağış sonrası dönemde tespit edilmemiştir. Aqso (2013) ve Gültekin (2015) de yapmış oldukları çalışmalarda paralel sonuçlara varmışlardır. *P. aeruginosa* bakımından incelenen Başhan kaynağında kurak döneminde herhangi bir üreme olmazken, yağış sonrası dönemde üreme görülmüş olup, Köksal ve ark. (2007) ve Durak ve ark. (2007)’nin bulguları ile paralellik göstermiştir. Genel canlı sayımı (22 ve 37 °C) sonucunda kurak döneminde 22 °C’de yapılan teste İTASHY’ye göre sınır değerlerin üstüne çıkılırken, yağış sonrası dönemde sınır değerlerin üzerinde üreme olmadığı görülmüştür. Durak ve ark. (2007) yapmış olduğu çalışmayla kısmi olarak örtüşmemiştir. Mikrofungus yönünden incelendiğinde, Başhan kaynağında herhangi bir üreme gözlenmemiştir.

Papşin kaynağından her iki dönemde alınan numunelerde yapılan mikrobiyolojik analizlerde; *E. coli* ve koliform bakteri tespit edilmedi. Enterokok bakımından, yağış sonrası dönemde 2 kob/ ml izole edilirken, kurak döneminde tespit edilmemiştir. *P. aeruginosa* yönünden incelenen Papşin

kaynağında kurak döneminde herhangi bir üreme olmazken, yağış sonrası dönemde üreme görülmüştür. Genel canlı sayımı (22 ve 37 °C) sonucunda her iki dönemde de İTASHY'e göre sınır değerlerin üzerinde üreme olmadığı görülmüştür. Mikrofungus yönünden incelendiğinde, Papşin kaynağında herhangi bir üreme gözlenmemiştir.

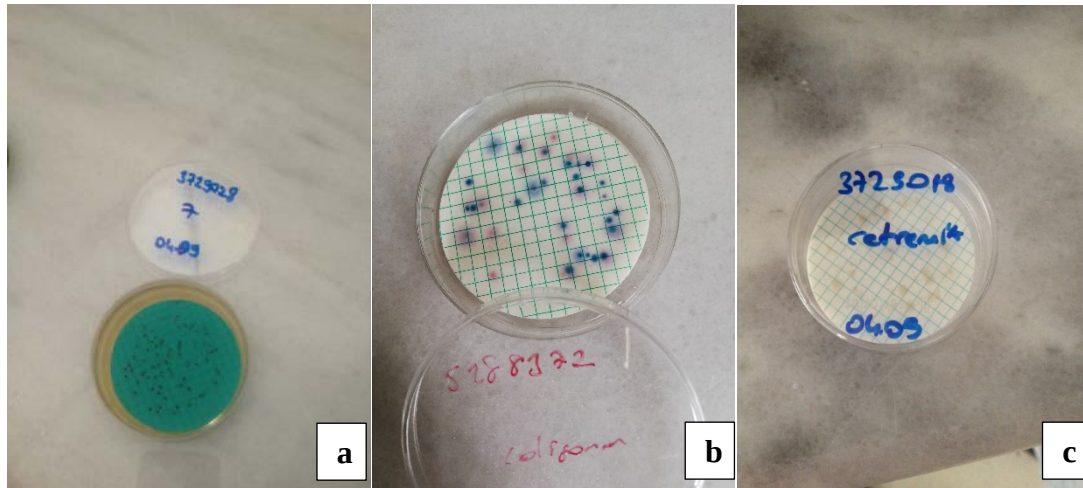
Kanimiyan kaynağından her iki dönemde alınan numunelerde yapılan mikrobiyolojik analizlerde; *E. coli* ve koliform bakteri tespit edilmedi. Enterokok bakımından her iki dönemde de üreme tespit edilmemiştir. *P. aeruginosa* yönünden incelenen Kanimiyan kaynağında kurak dönemde herhangi bir üreme olmazken, yağış sonrası dönemde üreme görülmüştür ve İTASHY'e göre kaynak sularında *P. aeruginosa* istenmemektedir. Genel canlı sayımı (22 ve 37 °C) sonucunda her iki dönemde de üreme olmadığı görülmüştür ve İTASHY'e göre uygundur. Mikrofungus yönünden incelendiğinde, Kanimiyan kaynağında herhangi bir üreme gözlenmemiştir.

Altunkalbur kaynağından her iki dönemde alınan numunelerde yapılan mikrobiyolojik analizlerde; *E. coli* tespit edilmezken, kurak döneminde koliform bakteri tespit edildi. Enterokok bakımından her iki dönemde de üreme tespit edilmemiştir. *P. aeruginosa* yönünden incelenen Altunkalbur kaynağında kurak dönemde herhangi bir üreme olmazken, yağış sonrası dönemde üreme görülmüştür. Genel canlı sayımı (22 ve 37 °C) sonucunda kurak dönemde İTASHY belirlenen seviyenin üzerinde üreme olduğu görülmüş ve İTASHY'e göre uygun olmadığı tespit edilmiştir. Mikrofungus yönünden incelendiğinde, Altunkalbur kaynağında herhangi bir üreme gözlenmemiştir.

Mezra kaynağından her iki dönemde alınan numunelerde yapılan mikrobiyolojik analizlerde; kurak dönemde *E. coli* ve koliform tespit edilmiştir. Enterokok bakımından, kurak dönemde üremenin olduğu görülmüştür. *P. aeruginosa* bakımından araştırılan Mezra kaynağında kurak dönemde herhangi bir üreme olmazken, yağış sonrası dönemde üreme görülmüştür. Genel canlı sayımı (22 ve 37 °C) bakımından, kurak dönemde İTASHY belirlenen seviyenin üzerinde üreme olduğu görülmüş ve İTASHY'e göre uygun olmadığı tespit edilmiştir. Mikrofungus yönünden incelendiğinde, Mezra kaynağında kurak dönemde mikrofungus izole edilmiştir.

Çam Sitesi kaynağından her iki dönemde alınan numunelerde yapılan mikrobiyolojik analizlerde; *E. coli* ve koliform tespit edilmemiştir. Enterokok bakımından her iki dönemde de üremenin olmadığı görülmüştür. *P. aeruginosa* yönünden incelenen Çam Sitesi kaynağında kurak dönemde herhangi bir üreme olmazken, yağış sonrası dönemde üreme görülmüştür. Genel canlı sayımı (22 ve 37 °C) sonucunda her iki dönemde de İTASHY'te belirlenen düzeylerin altında üreme olduğu görülmüştür. Mikrofungus yönünden incelendiğinde, Çam Sitesi kaynağında herhangi bir üreme gözlenmemiştir.

Seyit Bulağı kaynağından her iki dönemde alınan numunelerde yapılan mikrobiyolojik analizlerde; kurak dönemde koliform bakteri, yağış sonrası dönemde hem *E. coli* hem de koliform bakteri tespit edilmiştir. Bu kaynaklardaki koliform bakterilerde, İTASHY'te belirlenen düzeylerin üstünde üreme olduğu ve kullanıma uygun olmadığı görülmüştür. Enterokok bakımından, kurak dönemde üreme olmazken, yağış sonrası dönemde üreme tespit edilmiş ve kullanıma uygun olmadığı ön görülmektedir. *P. aeruginosa* yönünden incelenen Seyit Bulağı kaynağında kurak dönemde herhangi bir üreme olmazken, yağış sonrası dönemde üreme görülmüştür. İTASHY'e göre kaynak sularında *P. aeruginosa* istenmemektedir. Genel canlı sayımı (22 ve 37 °C) sonucunda her iki dönemde de İTASHY'te belirlenen düzeylerin üzerinde üreme olduğu görülmüş, kullanıma uygun olmadığı kanısına varılmıştır. Mikrofungus bakımından, Seyit Bulağı kaynağında herhangi bir üremenin olmadığı saptanmıştır.



Şekil 13. İnkübasyon sonrası Enterokok (a), Koliform (b) ve *P. aeruginosa* (c) bakteri kolonileri

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yedi kaynaktan alınan su numunelerinin analizleri neticesinde; kaynakların fizikokimyasal değerleri bakımından, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik sınır düzeylerine göre uygun olduğu; mikrobiyolojik değerler bakımından, genelde İTASHY'e göre uygun olmadığı tespit edilmiştir. Başhan, Altunkalbur, Mezra ve Seyit Bulağı kaynaklarının *E. coli* ve koliform yönünden, Başhan, Papşin, Mezra ve Seyit Bulağı kaynaklarının Enterokok yönünden; bütün kaynakların *P. aeruginosa* yönünden; Altunkalbur, Mezra ve Seyit Bulağı kaynaklarının 22 °C'de yapılan koloni sayımı yönünden; Kanimiyan ve Antunkalbur kaynaklarının 37 °C'de yapılan koloni sayımı yönünden İTASHY'e göre içmeye elverişli olmadığı görülmüştür.

Sonuç olarak; yerel yönetimler tarafından, araştırılan bu kaynaklar başta olmak üzere, Bitlis ilindeki bütün kaynakların periyodik olarak analizlerinin yaptırılması, atıksu ve kanalizasyon şebekelerinin kontrolü, alt yapı-çevre düzenlemeleri ve çöplerin toplanması, tarım ve hayvancılık kaynaklı kirliliğin önüne geçilmesi, halkı bilgilendirme-bilinçlendirme faaliyetleri yapılması ve nihayetinde ilgili yönetmeliklerde belirtildiği gibi bu kaynakların korunması gerekmektedir.

384

TEŞEKKÜR

Çalışmanın yapılmasında desteğini esirgemeyen Bitlis Belediye Başkan Yardımcısı Zahir SALDIRAN'ın nezdinde Bitlis Belediyesi'ne, Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DEMİR YETİŞ'e, Dr. Öğr. Üyesi Hayriye Esra AKYÜZ'e, Dr. Öğr. Üyesi Emre DEMİNER DURAK'a, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YILMAZ'a ve Bitlis İl Halk Sağlığı Müdürlüğü personellerine teşekkür ederiz.

AÇIKLAMA

Bu çalışma, Emrullah URGAN'ın "Bitlis İli ve Çevresindeki Kaynak Sularının Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özelliklerinin Araştırılması" adlı Yüksek Lisans tezinin bir bölümünden oluşturulmuştur. Bu çalışmanın bir kısmı IGAC2019 - 1. Uluslararası Göbeklitepe Tarım Kongresi (25-27 Kasım 2019, Şanlıurfa, Türkiye)'nde sözlü olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR

Abdelrahman, A. A., & Eltahir, Y. M. (2011). Bacteriological Quality of Drinking Water in Nyala, South Darfur, Sudan. *Environmental Monitoring and Assessment*, 175 (1-4), 37-43.

- Ağaoğlu, S., Alişarlı, M., Alemdar, S., & Dede, S. (2007). Van Bölgesi İçme ve Kullanma Sularında Nitrat ve Nitrit Düzeylerinin Araştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 17-24.
- Akman, Y., Ketenoğlu, O., Evren, H., Kurt, L., & Düzenli, S. (2012). Çevre Kirliliği (Çevre Biyolojisi). *Palme Yayıncılık*, Ankara, 189.
- Anonim (2019a). Su Döngüsünün Evreleri. <http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/su.pdf>. Erişim Tarihi: 06.12.2019.
- Anonim (2019b). Türkiye’de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar. <http://www.skdturkiye.org/files/yayin/Turkiyede-Suyun-Durumu-ve-Su-YonetimindeYeni-Yaklasimler-Raporu.pdf>. Erişim Tarihi: 06.12.2019.
- Anonim (2019c). Türkiye’deki Toprak ve Su Kaynakları. <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>. Erişim Tarihi: 09.12.2019.
- Anonim (2019d). Bitlis İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/b-tl-s -cdr2017-20181011142542.pdf>. Erişim Tarihi: 10.12.2019.
- Anonim (2019e). TSE Standartları. <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/StandardAra.aspx>. Erişim Tarihi: 03.12.2019.
- Anonim (2020). Su Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları Eğitim Notları (Ağustos/2018-Ankara). Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Tüketici Güvenliği ve Halk Sağlığı Laboratuvarları Daire Başkanlığı.
- Anwar, M. S., Lateef, S., & Siddiqi, G. M. (2010). Bacteriological Quality of Drinking Water İn Lahore. *Biomedica*, 26 (1), 66-69.
- Aqso, A. (2013). Güvenyurt Köyü (Ulubey/Ordu) Civarındaki Bazı Doğal Su Kaynaklarının Bakteriyel İçeriklerinin Geleneksel Kültür ve PCR Teknikleriyle Mevsimsel Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 67.
- Baraj, M. G. (2019). Van ve Mardin İllerine Bağlı Bazı Köylerde İçme Sularının Fiziksel Özellikleri ve Mineral İçeriklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 97.
- Bora, D. (2016). Zonguldak Merkez İlçeye Bağlı Köylerde Suların Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analizi. Tıpta Uzmanlık Tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Zonguldak, 94.
- Çınar, Ö. (2008). Çevre Kirliliği ve Kontrolü. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 201.
- Dönderici, Z. S., Dönderici, A., & Başarı, F. (2010). Kaynak Sularının Fiziksel ve Kimyasal Kaliteleri Üzerine Bir Araştırma. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 167.
- Durak, Y., Muştı, B., & Aladağ, M. O. (2007). Konya Kuyu Sularının Total Jerm, Total Koliform ve *Pseudomonas aeruginosa* spp. Yönünden Araştırılması. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 21 (43), 82-85.
- Eroğlu, V. (2008). Su Tasfiyesi. Çevre ve Orman Bakanlığı. Ankara, 410.
- Eyi, H. (2015). Ozonlama İşlemi Sırasında Doğal Kaynak Suyunda Bromat Oluşumunu Etkileyen Parametreler ve Bromat Miktarının Kontrolünü Sağlayan Uygulamalar. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 55.
- Güler, Ç., & Çobanoğlu, Z. (1997). Su Kalitesi, Çevre Sağlığı, Temel Kaynak Dizisi No: 43. Aydoğdu Ofset, Ankara, 95.

- Gültekin, S. (2015). İstanbul İli Anadolu Yakası Doğal Kaynak Sularının Kimyasal ve Bakteriyolojik Analizleri. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 198.
- Halkman, A. K. (2005). Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 358 s.
- Hu, Z., Morton, L. W., & Mahler, R. L. (2011). Bottled Water: United States Consumers and Their Perceptions of Water Quality. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8 (2), 565-578.
- Jain, C. K., Bandyopadhyay, A., & Bhadra, A. (2010). Assessment of Ground Water Quality for Drinking Purpose, District Nainital, Uttarakhand, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 166 (1-4), 663-676.
- Jothivenkatachalam, K., Nithya, A., & Mohan, S. C. (2010). Correlation analysis of drinking water quality in and around Perur block of Coimbatore District, Tamil Nadu, India. *Rasayan Journal of Chemistry*, 3(4), 649-654.
- Kayalar, A. O. (2015). Safaalan (Tekirdağ-Saray) Bölgesi Terkedilmiş Kömür Sahalarındaki Yeraltı ve Yüzey Sularının Hidrojeokimyasal Özellikleri ve Kullanılabilirlik Potansiyelleri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 101.
- Key, D. (2011). İstanbul’da Üretilen Damacana Tipi Kaynak Sularının Hidrojeokimyasal İncelemesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 140.
- Khan, S., Shahnaz, M., Jehan, N., Rehman, S., Shah, M. T., & Din, I. (2013). Drinking Water Quality and Human Health Risk in Charsadda District, Pakistan. *Journal of Cleaner Production*, 60, 93-101.
- Köksal, F., Oğuzkurt, N., & Samast, M. (2007). İstanbul İçme Sularının Bakteriyolojik Yönden İncelenmesi: Aeromonas Sorunu. *Türk Mikrobiyol Cem Derg*, 37 (3), 164-168.
- Lee, R. J., & Cole, S. R. (1994). Internal Quality Control Samples for Water Bacteriology. *Journal of Applied Bacteriology* 76, 270-274.
- Oyedeji, O., Olutiola, P. O., & Moninuola, M. A. (2010). Microbiological Quality of Packaged Drinking Water Brands Marketed in Ibadan Metropolis and Ile-Ife City in South Western Nigeria. *African Journal of Microbiology Research*, 4 (1), 096-102.
- Özdamar, K. (2013). Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi: MINITAB 16-IBM SPSS 21. Nisan Kitabevi, Eskişehir, 474.
- Samsunlu, A. (1999). Çevre Mühendisliği Kimyası. Bizim Büro Basımevi, Ankara, 396.
- Radfard, M., Yunesian, M., Nabizadeh, R., Biglari, H., Nazmara, S., Hadi, M., Yousefi, N., Yousefi, M., Abbasnia, A., & Mahvi, A. H. (2019). Drinking Water Quality and Arsenic Health Risk Assessment in Sistan And Baluchestan, Southeastern Province, Iran. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 25 (4), 949-965.
- Temiz, A. (2010). Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri, 5. baskı. Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, 291.
- Tepe, Y., & Mutlu, E. (2004). Hatay Harbiye Kaynak Suyu’nun Fizikokimyasal Özellikleri. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (006), 77-88.
- Turgay, N. (2015). Yaşlılarda Sağlıklı Beslenme–Sağlıklı Su Tüketimi. *Ege Tıp Dergisi*, 54.
- Usman, M. A., Gerber, N., & Von Braun, J. (2019). The Impact of Drinking Water Quality and Sanitation on Child Health: Evidence from Rural Ethiopia. *The Journal of Development Studies*, 55 (10), 2193-2211.