

Van ve Yöresi Kaynak Sularının Mikrobiyolojik, Fiziksel ve Kimyasal Kaliteleri Üzerine Araştırmalar

Sema Ağaoğlu*, Kamil Ekici*, Süleyman Alemdar*, Semiha Dede**

Özet: Bu çalışmada, Van ve yöresinde (Van merkez, Gevaş, Gürpınar ve Edremit ilçeleri) bulunan kaynak suları mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri yönünden incelenerek, Gıda Maddeleri Tüzüğü (GMT) ve İçme Suları Standardına (TS 266) uygunlukları araştırıldı. Çalışmada 15 kaynaktan alınan toplam 30 adet su örneği materyal olarak kullanıldı. Mikrobiyolojik analizler sonucunda örneklerde genel mikroorganizma sayısı $0-9.4 \times 10^4$ kob/ml (ort. $2.7 \times 10^3 \pm 0.2 \times 10^1$) arasında saptandı. İncelenen kaynak sularının % 33.3'ünde koliform grubu mikroorganizma tespit edildi. Kimyasal analizler sonucunda örneklerde ortalama pH değeri 7.45, toplam sertlik derecesi (FS⁰) 17.66 , toplam alkalite 134.67, kalsiyum 58.40 mg/l, magnezyum 6.66 mg/l, klorür 34.10 mg/l , toplam organik madde 1.31 mg/l ve bikarbonat 134.67 mg/l olarak saptandı. Kaynak sularının hiçbirinde amonyak, demir ve karbonat bulunmamasına karşın, % 20'nin nitrit (kalitatif) içerdiği belirlendi. Sonuç olarak, analizleri yapılan kaynak sularının mikrobiyolojik yönden % 40'ı GMT'ye, kimyasal yönden ise tamamı GMT ve TS' ye uygunluk göstermedi.

Anahtar kelimeler: Kaynak suyu, Mikrobiyolojik kimyasal ve fiziksel kalite.

Jeolojik şartlara uygun toprak derinliklerinde toplanan ve bir çıkış noktasından sürekli kendiliğinden akan sular Gıda Maddeleri Tüzüğünde (1) kaynak suyu olarak tanımlanmaktadır. Bu sulardan genellikle içme, kullanma, sulama amacıyla ve endüstride yararlanılmaktadır. Nüfus artışı, hızlı kentleşme, evsel-endüstriyel ve tarımsal atıkların arıtma işlemi uygulanmadan sulara karışması mevcut su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır (2).

İçme amaçlı olarak kullanılan suların çeşitli nedenlerle; fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirliliğe maruz kalması suyun içilebilir kalitesini olduğu kadar halk sağlığını da önemli derecede etkilemektedir (3). Bu nedenle, birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de kaynak sularının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri tüzük ve standartlarla belirlenmiştir.

GMT'ye (1) göre, kaynak suları hiçbir zaman bulanmamak kaydıyla renksiz, kokusuz, berrak, pH değeri 6.5-8.5 arasında olmalı ve sertlik derecesi 10⁰ FS (Fransız Sertlik Derecesi)'yi geçmemelidir. Ayrıca kaynak sularının nitrit ve amonyak içermemesi ve 1ml' sinde (Jelöz plakta) 50'den fazla aerob bakteri ile 100 ml' sinde koliform bakteri bulunmaması gerektiği bildirilmiştir. İçme Suları Standardında (4),

kaynak sularında kalsiyum, magnezyum, klorür, toplam organik madde (O₂ hesabıyla) ve demir miktarlarının sırasıyla 25.0, 10.0, 20.0, 2.0, 0.3 mg/l'yi geçmemesi, pH değerinin 7.5-8.5 arasında olması, nitrit ve amonyak içermemesi gerektiği belirtilmiştir.

Ülkemizde kaynak ve içme suları ile ilgili olarak değişik yıllarda yapılan çalışmalar (5-19) sonucunda, koliform grubu mikroorganizmaların pozitiflik oranı kaynak sularında %19.6-48.0; içme sularında ise %7.8-43.9 arasında belirlenmiştir. Patır ve ark. (18) Elazığ bölgesi kaynak sularında organik madde (O₂ hesabıyla-mg/l) miktarını, pH değeri ile sertlik derecesini (FS⁰) sırasıyla 4.6mg/l, 7.7 ve 27.8 olarak saptamışlardır. Bu çalışmada inceledikleri örneklerde amonyak ve nitrit tespit etmediklerini bildirmişlerdir. Tekirdağ kaynak sularıyla ilgili yapılan bir çalışmada (17), örneklerin % 75'inin mikrobiyolojik yönden TS'ye uygun olmadığı, % 25'inin ise nitrit (kalitatif) içerdiği belirlenmiştir. Sönmez (19), Bursa Büyükşehir Belediyesi içme (baraj, kuyu ve kaynak) suları üzerinde yaptığı çalışmada, örneklerde pH değerini 6.5-8.2, sertlik derecesini (FS⁰) 3.0-38.8 ve organik madde miktarını 0-4.9 mg/l olarak belirlemiştir. Ayrıca örneklerin hiçbirinde amonyak ve nitrit saptanmamasına karşın, %19.2'sinde koliform grubu mikroorganizma tespit ettiğini bildirmiştir. Dağoğlu ve ark. (20) yaptıkları bir çalışmada Van yöresindeki kaynak sularında değişik düzeylerde nitrit tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Bu çalışma, Van ve yöresinde (Van merkez, Gevaş, Gürpınar ve Edremit ilçeleri) bulunan

*Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi ABD, Van

**Yüzüncü Yıl Üni. Veteriner Fakültesi, Biyokimya ABD, Van

Yazışma adresi: Yrd. Doç. Dr. Sema Ağaoğlu Y.Y.Ü. Veter. Fak. Besin Hijyeni ve Teknolojisi ABD, VAN

kaynak sularının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yönden Gıda maddeleri Tüzüğü ve Türk Standartlarına uygunluğunu araştırmak, halk sağlığı açısından potansiyel bir risk oluşturup oluşturmadığını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Gereç ve Yöntem

Çalışmanın materyalini oluşturan 30 adet su örneği, 1998 yılı Mayıs ve Haziran aylarında Van ve yöresindeki (Van merkez, Gevaş, Gürpınar ve Edremit ilçeleri) 15 ayrı kaynaktan (her kaynaktan iki örnek) sağlandı. Örnek alımı ve kullanılacak şişelerin seçiminde TS 2536'da (21) bildirilen yöntemler uygulandı. Örnekler soğuk zincir altında en kısa sürede laboratuara getirilerek, önce mikrobiyolojik sonra kimyasal analizleri yapıldı.

Mikrobiyolojik Analizler:

Örneklerin analize hazırlanması: Su örnekleri, laboratuarda aseptik koşullarda steril peptonlu su (%0.1'lik) ile 10^{-6} 'ya kadar seyreltildi. Uygun seyreltilerden ilgili besiyerlerine çift paralelli ekimler yapıldı (22).

Genel Mikroorganizma Sayımı: Genel mikroorganizma sayımında Plate Count Agar (Difco 047917) besiyeri ve dökme plak yöntemi kullanıldı. Plaklar $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat inkübe edildikten sonra değerlendirildi (3,4).

Koliform Grubu Mikroorganizmaların Sayımı: Koliform grubu mikroorganizmaların sayımında TS 266 İçme Suları Standardında (4) önerilen tahmin ve doğrulama deneyleri uygulandı. Tahmin deneyi için Lactose Broth (Oxoid), doğrulama amacıyla Eosine Methylene Blue (Oxoid) besiyeri kullanıldı (23). Tahmin deneyinde içinde Durham tüpü bulunan tüplere örneklerden 10 ml, 1 ml ve 10^{-1} 'lik sulandırmadan 1 ml miktarında ekim yapılarak,

tüpler 37°C 'de 24-48 saat inkübe edildi. Bu sürenin sonunda tüplerde görülen reaksiyona göre değerlendirme yapıldı. Tahmin deneyinde pozitiflik gösteren tüplerden doğrulama amacıyla EMB besiyerine yüzeye sürme yöntemiyle ekim yapıldı. Plaklar $35-37^{\circ}\text{C}$ 'de 24 ± 2 saat inkübe edildikten sonra değerlendirildi. Örneklerdeki koliform grubu mikroorganizma sayısı/100 ml TS 266 İçme Suları Standardında (4) verilen tabloya göre hesaplandı.

Fiziksel ve Kimyasal Analizler:

Örneklerde pH değeri pH metrede (NEL-890) $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ 'de belirlendi (4). Sertlik derecesi (Fransız sertlik derecesi), renk ve bulanıklık Tolgay ve Tetik'in (24) bildirdiği yöntemlerle; koku, tat, kalsiyum, magnezyum, klorür, toplam organik madde (O_2 hesabıyla), karbonat, bikarbonat, demir (kalitatif), nitrit (kalitatif), amonyak (kalitatif) miktarlarının tespiti TS'nin (4) belirlediği metotlara göre yapıldı.

Bulgular

Mikrobiyolojik Analiz Bulguları:

Kaynak sularının mikrobiyolojik muayenesinde, örneklerin % 40'ında (6 örnek) genel mikroorganizma sayısı $1.8\times 10^2-9.0\times 10^4$ kob/ml (ort. $2.7\times 10^3\pm 0.2\times 10^1$) arasında saptandı. Örneklerin % 60'ında (9 örnek) genel mikroorganizma tespit edilmedi.

İncelenen kaynak sularının % 33.3'ünde (5 örnek) koliform grubu mikroorganizma tespit edildi. Koliform sayısı/100 ml, örneklerin % 20'sinde (3 örnek) 240'tan çok, % 13.3'ünde (2 örnek) 10-23 ve % 66.6'sında 9'dan az (0) olarak belirlendi.

Fiziksel ve Kimyasal Analiz Bulguları:

Kaynak sularının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları tablo I'de verilmiştir.

Tablo I. Kaynak sularının fiziksel ve kimyasal analiz bulguları:

Nitelikler	n	X	Sx	En az	En çok
PH	30	7.45	0.086	6.95	8.16
Toplam sertlik derecesi (FS ⁰)	30	17.66	0.843	11.00	21.00
Toplam alkalite	30	134.67	6.91	64.00	166.00
Kalsiyum (mg/l)	30	58.40	4.32	33.60	78.40
Magnezyum (mg/l)	30	6.66	1.34	0.48	17.28
Klorür (mg/l)	30	34.10	0.27	22.00	102.00
Toplam organik madde (mg/l)	30	1.31	0.19	0.40	3.04
Bikarbonat (mg/l)	30	134.67	6.91	64.00	166.00

(n=Örnek sayısı, x=Ortalama, Sx= Standart hata).

Fiziksel ve kimyasal analizler sonucunda kaynak sularının tamamının renksiz, berrak, normal tatta olduğu, örneklerin hiçbirinde amonyak,

karbonat ve demir bulunmamasına karşın, 3 örneğin (% 20) nitrit (kalitatif) içerdiği tespit edildi.

Tartışma

Van ve yöresinde (Van merkez, Gevaş, Gürpınar ve Edremit ilçeleri) bulunan kaynak sularının mikrobiyolojik analizleri sonucunda, örneklerin % 40'ı toplam bakteri sayısı, % 33.3'ü ise koliform grubu mikroorganizmalar yönünden GMT'ye (1) uygunluk göstermedi. Bu durum suların fekal kontaminasyona maruz kaldığını akla getirmektedir. Nitekim şehir merkezine yakın kaynaklarda koliform grubu mikroorganizma belirlenmesi bu ihtimali kuvvetlendirmektedir.

Fiziksel ve kimyasal analizler sonucunda, örneklerin tamamının renksiz, kokusuz, berrak ve normal tatta olduğu, demir ve amonyak içermedikleri, bu parametreler yönünden GMT (1) ve TS'ye (4) uygunluk gösterdikleri belirlendi. 3 örnek (% 20) nitrit (kalitatif) yönünden tüzük ve standarda uygun bulunmadı. Elde edilen bu değer Dağoğlu ve ark.'nın (20) bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Sularda nitrit varlığı, azot içeren gübreler, organik maddelerin dekompozisyonu yada nitratın indirgenmesi sonucu gelişmektedir (3).

Kaynak sularında pH değeri 6.95-8.18 arasında belirlendi. PH değeri yönünden örneklerin tamamı GMT'ye (1) uygun bulunurken 1 örnek (% 6.6) TS'ye (4) uygunluk göstermedi. İçme amaçlı yada endüstrinin çeşitli dallarında kullanılan sularda önemli bir kalite özelliği olan sertlik derecesi 11.00-21.00 FS⁰ arasında tespit edildi. Sertlik derecesi yönünden örneklerin tamamı GMT'ye (1) uygunluk göstermedi. Bu konuda, suda çözülmüş olarak bulunan kalsiyum ve magnezyum tuzlarının miktarı, toprağın yapısı ve endüstri atıklarının sulara karışması önemli ölçüde etkili olmaktadır. Çalışmada belirlenen yüksek düzeydeki kalsiyum ve magnezyum miktarları da bu görüşü doğrular niteliktedir. Örneklerde toplam alkalite (CaCO₃ cinsinden) 64.00-166.00 mg/l arasında saptandı. Bu durum muhtemelen kalsiyum ve magnezyum miktarlarına bağlı olarak bikarbonat iyonlarının yüksek konsantrasyonda bulunmasından kaynaklanmaktadır. İncelenen kaynak sularında bikarbonat miktarı 64.00-166.00 mg/l arasında saptandı. Örneklerin hiçbirinde karbonat tespit edilmedi. Bu bulgu, normal pH derecelerinde karbonat miktarının bikarbonata göre çok düşük olduğunu bildiren literatür (2) verisiyle uygunluk göstermektedir. İncelenen kaynak sularında kalsiyum miktarı 33.60-78.40 mg/l, magnezyum miktarı 0.48-17.28 mg/l arasında saptandı. Örneklerin %26.6'sı magnezyum, %100'ü kalsiyum miktarı yönünden TS'ye (4) uygun bulunmadı. Toprağın yapısı ve endüstri atıklarının sulara karışması kalsiyum ve

magnezyum miktarlarını önemli derecede etkilemektedir. Van ve yöresindeki toprak yapısı ile ilgili yapılan bir çalışmada (25), kalsiyum ve magnezyum miktarlarının normal değerlerin üzerinde bulunması bu sonucu destekler niteliktedir.

Örneklerde klorür miktarı, 22.00-102.00 mg/l arasında belirlendi. Örneklerin tamamı klorür miktarı yönünden TS'ye (4) uygunluk göstermedi. Toprağın yapısı, sun'i gübreler, endüstri atıkları ve kanalizasyon sularının toprağa yada sulara karışması sudaki klorür miktarını önemli ölçüde etkilemektedir.

Sularda kirliliği gösteren önemli bir kriter olan organik madde miktarı (O₂ hesabıyla) 0.40-3.04 mg/l arasında, 1 örnekte ise sınır değerde (2.00) bulundu. Örneklerin %13.3'ü (2 örnek) organik madde miktarı yönünden TS'ye (4) uygunluk göstermedi.

Sonuç olarak, analizi yapılan kaynak sularının % 40'ı toplam bakteri sayısı, % 33.3'ü koliform grubu mikroorganizmalar, tamamı ise sertlik derecesi yönünden GMT'ye; % 6.6'sı pH değeri, % 26.6'sı magnezyum, % 13.3'ü organik madde, % 20'si nitrit, tamamı kalsiyum ve klorür miktarları yönünden TS 266 İçme Suları Standardına uygunluk göstermedi. Tüm parametreler göz önüne alındığında, örneklerin mikrobiyolojik yönden %40'ı GMT'ye kimyasal yönden ise tamamı GMT ve TS'ye uygun bulunmadı. Bu bağlamda Van ve yöresinde içme suyu olarak kullanılan kaynak suları halk sağlığı açısından potansiyel bir risk oluşturabileceğinden; yetkili kurumlarca periyodik kontrollerin yapılması ve gerekli uyarıların yerel basın ve yayında gündeme getirilmesi önemli katkı sağlayacaktır.

A study on the Microbiological , Chemical and Physical Quality of Spring Waters in Van Region

Abstract: In this study, some spring waters were investigated for their microbiological, chemical and physical qualities on the agreeable with the values of Turkish Food Regulation (GMT) and Drinking Water Standards (TS 266) in Van region (Van center, Gevaş, Gürpınar, Edremit districts). A total of 30 water samples which were collected from 15 spring water were used as material. The results of microbiological analysis; general organism counts were determined between 0-9.4x10⁴ (average 2.7x10³ ± 0.2x10⁴) cfu/ml. Coliform organisms were determined in 33.3% of spring water samples to be analysed. In the results of chemical analysis; the average values of pH 7.45, total degree of hardness (FS⁰) 17.66, total alkalite 134.67, calcium 58.40 mg/l, magnesium 6.66 mg/l, chlorure 34.10 mg/l, total organical materials 1.31 mg/l and bicarbonate 134.67

mg/l were determined. In none of the spring water were found ammonia, iron and carbonate but 20% of samples nitrite were determined. As a conclusion, 40% of the spring water samples to be analysed were not microbiologically agreeable with GMT and all the samples were not chemically agreeable with GMT and TS.

Key words: *Spring water, Microbiological chemical and physical quality*

Kaynaklar

1. SSY Bakanlığı: Gıda Maddelerinin Umumi Sağlığı İlgilendiren Eşya ve Levazımın Hususi Vasıflarını Gösteren Tüzük. Yayın No: 161, SSYB, Ankara, 1952.
2. Tuncay H: Su Kalitesi. E.Ü. Zir.Fak. Yayınları No: 512. E.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Basımevi Bornova, İzmir, 1994.
3. Tekinşen OC, Yalçın S: Su Hijyeni ve Muayenesi. S.Ü. Aksaray Meslek Yüksek Okulu Ders Notları. Teksir No: 2.Aksaray, 1990.
4. Türk Standartları Enstitüsü: İçme Suları. 3 Baskı, TS 266, UDK 663. 7: 543, TSE, Ankara, 1984.
5. Akman M: Su, Süt ve Türevlerinin Rutin Bakteriyolojik Muayenesi , SSYB. Refik Saydam Hıfzısıhha Enst. Yayın No: 24. Ege Matbaası, Ankara, 1961.
6. Araman K: İstanbul Memba Sularının 1959-1962 Senesinde Kirlenme Faktörlerinin Araştırılması. Microbiol Derg 15 (3-5): 50-67, 1962.
7. Akman M: Erzurum İli İçme Sularının Bakteriyolojik Kontrolleri. Mikrobiyoloji Bül 1:17-30, 1966.
8. Alkış N ve Tuna İ: İçme Sularının Bakteriyolojik Kontrolleri Hakkında Mukayeseli Bir Çalışma, Türk Hij ve Tek Biol Derg 21 (1): 5-11, 1966.
9. Yalçın D: Ankara Garnizonu İçme Sularının Koliform Bakteriler Yönünden Kontrolleri ve Alınan Sonuçların Değerlendirilmesi, Uzmanlık Tezi, As Vet Ok, Ankara, 1967.
10. Gökay F ve Tokgöz M: İzmir İli Kapalı Şişe Memba Sularının Bakteriyolojik Durumları Üzerinde Bir Araştırma. E Ü Tıp Fak Mec 13(2): 209-214, 1969.
11. Çelikkbilek M: Ankara Şehri İçme ve Kullanma Sularında Serbest Cl Miktarları ile Koliform Bakterilerin Mevcudiyeti Üzerinde Araştırmalar. Uzmanlık Tezi A Ü Vet Fak Ankara, 1971.
12. Yeşilçimen M: Ankara'da Satılan Şişelenmiş Memba Sularının Koliform Bakteriler Yönünden İncelenmesi. Uzmanlık Tezi, As Vet Ak Ankara, 1972.
13. Erdem B: Karabük Demir ve Çelik Fabrikaları Müessesesinin İçme ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Nitelikleri Üzerinde Araştırmalar. Uzmanlık Tezi, A Ü Vet Fak. Ankara, 1980.
14. Laçın C: Ankara İçme ve Kullanma Sularının Direkt ve İndirekt Bakteriyolojik Yöntemle Hijyenik Kalitelerinin Saptanması . Uzmanlık Tezi, A Ü Vet Fak Ankara, 1981.
15. Yenituran B: Adana İli İçme ve Kullanma Sularının Direkt ve İndirekt Bakteriyolojik Yöntemle Hijyenik Kalitelerinin Saptanması, Yüksek Lisans Tezi, A Ü Vet. Fak Ankara, 1984.
16. Yalçın S. Tekinşen OC, Nizamlıoğlu, M: Konya İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Hijyenik Kalitesi. S Ü Vet Fak Derg 4(1): 83-89, 1988.
17. Uçar S: Tekirdağ İçme Suyu, Kaynak Suyu, Kuyu Suyu, Deniz Suyunda Bakteriyolojik Kirlilik ve Nitrit Aranması Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Tek.Ü. Zir. Fak. Gıda Bil. ve Tek.ABD, Tekirdağ, 1990.
18. Patır B, Güven AM, Arslan A: Elazığ Bölgesi İçme ve Kullanma, Kaynak, Kuyu ve Göl Sularının Hijyenik Kaliteleri Üzerinde Araştırmalar. F Ü Sağ Bil Derg 6 (1,2):127-134. 1992.
19. Sönmez S: Bursa Büyükşehir Belediyesi İçme (baraj, kuyu ve kaynak) Sularının Bazı Kimyasal Özellikleri ve Mikrobiyolojik Kirliliği Üzerinde Bir Araştırma. U Ü Vet Fak Derg 3(II): 1-9. 1992.
20. Dağoğlu G, Bildik A, Aksoy A: Van Yöresindeki Sulara Nitrat ve Nitrit Düzeyi. F Ü Sağ Bil Derg 9(2): 240-243. 1995.
21. Türk Standartları Enstitüsü: Suyun Analiz Metotları-Numune Alma. TS 2536, TSE Ankara, 1977.
22. Türk Standartları Enstitüsü: Mikrobiyolojik Muayeneler İçin Dilüsyonlar Hazırlanmasına Dair Genel Kurallar, TS 6235. TSE, Ankara, 1988.
23. American Public Health Association. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 15th Edit. APHA Inc. Washington DC. 1980.
24. Tolgay Z ve Tetik İ: Muhtasar Gıda Kontrolü ve Analizleri Kılavuzu. Ege Matbaası, Ankara, 1964.
25. Gülser F: Van Gölü Havzası Büyük Toprak Gruplarının Verimlilik Durumları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 1992.