

Bursa Büyükşehir Belediyesi İçme (Baraj - Kuyu ve Kaynak) Sularının Bazı Kimyasal Özellikleri ve Mikrobiyolojik Kirliliği Üzerinde Bir Araştırma

Sadettin SÖNMEZ*

ÖZET

Bu araştırma, Bursa Büyükşehir Belediyesi, Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (BUSKİ) tarafından Bursa'ya tüketim amacıyla verilen sular incelendi. Bu sulara ait 10 ayrı yerden alınan toplam 250 adet numunenin analizleri yapıldı. Laboratuvar muayenelerinde, sulara ait bazı fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özellikler kontrol edildi. Fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden, sertlik derecesi "Fransız usulü", pH değeri, nitrit, nitrat, amonyak ve toplam organik madde miktarları ile bakteriyolojik özellikler yönünden de, 21°C da ve 37°C da ayrı ayrı olmak üzere, total jerm ve koliform organizma miktarları tespit edildi.

Bursa'da tüketilen sularla ilgili elde edilen bulguların, Gıda Maddeleri Tüzüğü ve içme suyu ile ilgili Türk Standardına uygunluk durumları belirlendi. İyileştirilmesi gerektiren durumlar ve alınacak önlemler tespit edildi.

* Dr. Vet. Hek.; Büyükşehir Belediyesi, Veteriner Şube Müdürü.

SUMMARY

A Study on Microbiological Pollution and Some Chemical Features of Bursa Metropolitan Municipality Drinking Water (Spring-Well-Dam)

In this research, water given to Bursa by the General Directorate of BUSKİ was examined 250 samples from ten different places were analyzed. Some physical, chemical and bacteriological characteristics were determined based on the laboratory examinations. On physical and chemical basis; degree of hardness "French style", pH value, nitrite, nitrate, ammonia and the quantity of total organical materials, on bacteriological basis; the quantity of total jerm and coliform organisms both in 21°C and 37°C were determined.

It was determined that the results of the laboratory examinations involving water consumed in Bursa are whether suitable for Turkish drinking water standards and food regulations or not. Matters in need of treatment and precautions to be taken were established.

Key words: Water, chemical examination, bacteriological examination.

GİRİŞ

Tüm canlıların yaşamlarında gerekli olan su, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarından temin edilmektedir. Doğada sürekli bir dolanım halinde bulunan suyun, tüketim noktasına ulaşıncaya kadar bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik ajanlarla kirlenmekte ve su hijyeni yönünden sakıncalı duruma gelebilmektedir.

Bursa'nın endüstrileşme, iç göçler ve diğer nedenlere paralel olarak gün geçtikçe nüfusunun artması, bir insanın ihtiyaç duyduğu günlük içme suyunun insan sağlığına zararlı unsurları taşımaması için alınması gerekli önlemlerin belirlenmesinin yanısıra bu suların Gıda Maddeleri Tüzüğü ve Türk Standardında belirlenen içme suyu özelliklerine uygun olup olmadıklarının bilinmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışma ile, Bursa'da tüketime sunulan içme sularının herhangi bir kirlenmeye maruz kalıp kalmadığı araştırılmaktadır. Tüketime sunulan sular, Doğançlı Barajından, muhtelif yerlerdeki derin kuyulardan ve Uludağ'daki bazı kaynaklardan temin edilmektedir^{1,2}.

Günümüzde özellikle içme suyu sağlamak amacıyla yeraltı su kaynakları kullanılmaktadır. Yeraltı su kaynakları yeterli olmadığı zaman yerüstü su kaynaklarının kullanılması zorunlu olmaktadır. Bu kaynaklar her geçen gün evsel, tarımsal ve özellikle endüstriyel atıklarla kirlenmektedir. Su kirliliği halk sağlığını tehdit etmesi nedeniyle arıtma tesislerinin kurulmasını zorunlu hale getirmektedir.

Nüfus artışı, gittikçe artan hayat standardı gibi nedenler, ihtiyaç duyulan su miktarını arttırmaktadır. Ayrıca, mevcut suların da en uygun şekilde ekonomik olarak kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Çünkü, yeryüzündeki toplam suların ancak % 3'ü tatlı sular olup, teknik olanaklarla kullanılabilir tatlı su kaynakları da oldukça sınırlıdır.

Sular doğada sirkülasyon halinde herhangi bir aşamada kirlenebilmektedir. Bu kirlenme organik ve inorganik maddelerle olmaktadır. Bu nedenle, doğada tamamen temiz ve saf suya rastlamak mümkün değildir.

Sularda bakteriyolojik kirlenmeyi gösteren mikroorganizmalar saprofit ya da patojen özellikte olmaktadır. Tehlikeli su epidemilerine sebep olan mikroorganizmalar dışkı ile suya karışabilmektedir³. Suların hijyen kalitesinin belirlenmesinde indikatör olarak kabul edilen koliform bakterilerden yararlanılmaktadır^{3,4,5,6}. Su patojen mikroorganizmaların uzun süre çoğalmalarına ve hastalık yapıcı özelliklerini göstermesine elverişli değildir. Kirli su, gerekli işlemlerden geçirilmeden kullanılmamalı ve içilmemelidir^{5,6,8}.

Suların gerçek nitelikleri, temizlik ve kirlilik durumları ancak suyun fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik analiz sonuçları ile belirlenir^{3,4,5,8,9,10,11,12}. Suların içerdiği total jerm ve koliform mikroorganizmalar yönünden doğal ısı kabul edilen 21°C da ve laboratuvar koşullarında 37°C'da üremelerinin tespiti ile birlikte, suyun sertlik derecesi (Fransız usulü), pH değeri, nitrit, nitrat, amonyak ve organik madde miktarının belirlenmesi ile sular için kabul edilen Gıda Maddeleri Tüzüğü ve Standartların uygunluklarının belirlenmesi sağlanmış olacaktır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)¹³ de, içme suları ile ilgili belirlediği standardında yalnızca koliform mikroorganizmalarla ilgili değerler yer almaktadır.

Bu çalışma ile, Bursa'da tüketime sunulma aşamasında yapılan kontrollerle, varsa alınması gerekli önlemlerin önerilmesi ve tüketicinin sağlığının korunmasına katkı sağlanmış olacaktır.

MATERYAL VE METOD

BUSKİ tarafından Bursa'ya verilen su dağıtım sisteminin 10 ayı noktasından usulüne uygun olarak alınan ve her biri 25'er adetten toplam 250 adet su numunesi materyal olarak kullanılmıştır. Mikrobiyolojik yönden incelenecek su numuneleri steril kaplara alınmıştır. Analizlerde Müdürlüğümüz gıda kontrol laboratuvarındaki alet, cihaz ve malzemelerden yararlanılmıştır.

Su numunelerinden oluşan materyallerin yapılan laboratuvar muayenelerinde; sertlik derecesi kontrollerinde Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Metodlarında¹⁴, pH değeri tespiti, nitrit miktarı, nitrat ve amonyakın kalitatif, toplam organik madde miktarı kontrollerinde içme suları ile ilgili Türk Standardında TS-266³, belirtilen yöntemler kullanıldı.

Ayrıca, bakteriyolojik kontrollarda ise, 21°C da toplam bakteri miktarı, 21°C'da koliform organizma miktarı, 37°C'da toplam bakteri miktarı ile, 37°C da koliform organizma miktarı kotrollarında TSE-266'da³ belirtilen yöntemler kullanılarak, elde edilen bulgular değerlendirildi.

BULGULAR

Bursa'da BUSKİ tarafından değişik kaynaklardan temin edilen içme sularının sertlik derecesi "Fransız usulü", pH değeri, nitrit, nitrat, amonyak, toplam organik madde miktarı ile, 21°C'da ve 37°C da toplam bakteri ve koliform organizma miktarına ait bulgular Tablo I'de görülmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yeraltı ve yerüstü su kaynaklarından sağlanan içme sularının tüketime ulaşınca kadar bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik ajanlarla kirlenerek, su hijyeni yönünden sakıncalı hale geldiği bildirilmektedir.^{3,4,5,10,11}. İnsan sağlığını olumsuz etkileyen mikroorganizmaların varlığının saptanması ise suyun kontamine olduğunu gösterir⁶. Bu nedenle, içme suları ile ilgili çeşitli değerleri kapsayan standartlar belirlenmeye çalışılmış olmasına rağmen, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 1963 yılında yayınladığı içme suyu standardında¹³, yalnız koliform bakteriler için standart önermektedir. Çeşitli ülkelerde ekonomik ve teknik yönden su standardının tamamıyla uygulanması mümkün görülmemektedir¹⁵.

Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü'nün yayınlanan tebliğinde¹⁶, tüm yapay ve doğal yeraltı ve yüzeysel sularda ve denizle bağlantısı olan su kaynaklarında, mikrobiyolojik kirliliğin sınır noktası olarak faecal koliformlar ve koliform bakteri sayısı dikkate alınarak kalite sınıflarına ayrılmaktadır.

Ülkemizde, değişik yörelerde yapılan ve Tablo: II'de gösterilen çeşitli içme ve kullanma suları üzerindeki mikrobiyolojik araştırma sonuçlarında da koliform bakteriler saptanmıştır.

Yaptığımız çalışmada elde edilen bulgular da bu sonuçları doğrulamaktadır. Ancak, yapılan araştırmalarda kontaminasyonun hangi kaynaktan oluştuğu konusunda herhangi bir ayrıntılı bilgi bulunmamaktadır.

Bursa Büyükşehir Belediyesi, BUSKİ Genel Müdürlüğü tarafından şehire verilen içme sularının bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ile, Gıda Maddeleri Tüzüğü¹¹, İçme Suları Standardına³ uygunluklarının araştırıldığı bu çalışmada;

Suların sertlik derecesi 3,0-38,8 Fransız sertlik derecesi arasında bulunmuş ve bu değer G.M.T. (11) de, içme suları için öngörülen en fazla 50 Fransız sertlik derecesi değerine tümünün uyduğu, yine aynı Tüzükte, kaynak suları için

Tablo: 1
Bursa'da 10 Ayır Yerden Alınan Toplam 250 Adet Su Numunesinin Araştırma Bulguları

FİZİKSEL VE KİMYASAL KONTROL BULGULARI							BAKTERİYOLOJİK KONTROL BULGULARI					
Sertlik Derecesi		pH Değeri	Nitrit Miktarı	Nitrat Miktarı	Amonyak Miktarı	Toplam Organik Mad. Mik.	Total Jerm	21°C	37°C	Koliform Organizma	21°C	37°C
(1)			mg/lit.	mg/lit.	mg/lit.	(2) mg/lit.	% sayısı	M.O./ml.	M.O./ml.	% (sayısı)	M.O./100 ml.	M.O./100 ml.
Bulunan Minimum Değer	3,0 Fr. S.D.	6,5 pH	0,0	0,0	0,0	0,0	0-50 arası	85,6 (214)	74,4 (191)	0-9 (0) arası	90,4 (226)	80,8 (202)
Bulunan Maksimum Değer	38,8 Fr. S.D.	8,2 pH	0,0	1,0	0,0	4,9	51-100 arası	1,2 (3)	1,6 (4)	10-23 arası	5,2 (13)	8,0 (20)
Normal Değer	Genel sertlik 30 Fr. S.D. Kalıcı sertlik 12 Fr. S.D. geçmemelidir.	6,5-9,2 pH	0,0	45,0	0,0	0,0 - 3,5	101-500 arası	6,4 (16)	14,0 (30)	24-95 arası	1,2 (3)	2,0 (5)
							500'den fazla	6,8 (17)	10,0 (20)	96 - 240 arası	3,2 (8)	9,2 (23)
(1) Sertlik derecesine göre; 0-7 Fr. S.D. % 9,6 (24) çok yumuşak su, 7-14 Fr. S.D. % 22,8 (57) yumuşak su, 14-22 Fr. S.D. % 35,6 (89) hafif yumuşak su, 22-32 Fr. S.D. % 19,2 (48) sert su, 32-54 Fr. S.D. % 12,8 (32) çok sert su,							Total jerm yönünden G.M.T. ve T.S. na; 21°C da % 93,2 (233) uygun 21°C da % 6,8 (17) uygun değil 37°C da % 90,0 (225) uygun 37°C da % 10,0 (25) uygun değil.			Koliform organizmalar yönünden G.M.T. ve T.S. na; 21°C da % 90,4 (226) uygun 21°C da % 9,6 (24) uygun değil 37°C da % 80,8 (202) uygun 37°C da % 19,2 (48) uygun değil.		
(2) Toplam organik madde miktarına göre % 78 (195) i normal maksimum değerini altında, % 22 (55) i normal maksimum değerini üstünde bulunmuştur.												

Tablo: II
Suların Mikrobiyolojik Kontrollerinde
Koliform Bakteriler Yönünden Elde Edilen Bulgular

Yıl	Örnek	Sonuç	Kaynak
1959	279	112 (% 40,6)	Araman (17)
1960	415	183 (% 44,1)	Araman (17)
1966	75	23 (% 30,8)	Akman (18)
1966	1387	614 (% 43,9)	Tuna - Alkış (19)
1967	482	35 (% 7,7)	Yalçın (20)
1968	3882	1966 (% 51,4)	Aydeniz (21)
1969	100	48 (% 48,0)	Gökay - Tokgöz (22)
1970	49	6 (% 12,2)	Güray (23)
1971	246	24 (% 9,2)	Çelikbilek (24)
1972	112	22 (% 19,6)	Yeşilçimen (25)
1988	100	25 (% 25,0)	Yalçın - Telenge - Nizamoğlu (12)
1988	1914	280 (% 14,6)	Yücel - Kurdal (6)

belirlenen en fazla 10 Fransız sertlik derecesine, % 9,6 (24) nın uygun olduğu görülmektedir. Bazı araştırmacılar^{4,5} tarafından, suyun niteliği bakımından içme sularının genel sertlik derecesinin 30 Fransız sertlik derecesini geçmemesi önerilmekte olup, bulduğumuz değerlerle yaklaşık % 87 oranında bu önerilen değere uyduğu tespit edilmiştir.

Suların pH değerinin, G.M.T. (11) de, içme ve kullanma suları için 6,5 - 9,2 arasında olması istenilmektedir. Bulduğumuz değerler ise 6,5-8,2 arasında olup, tümünün G.M.T. değerleriyle uyum içinde olduğu görülmektedir.

Nitrit ve amonyağın kaynak sularında G.M.T. (11)'e göre bulunmayacağı belirtilmekte olup, bulduğumuz değerlerin % 100'ünün G.M.T. ile uygun olduğu, böylece derin kuyulardan temin edilen sularda organik maddelerin parçalanmayacağı da dışkı sızıntısı ile bulaşmanın olmadığı tespit edilmiş bulunmaktadır.

Sularda nitrat miktarının içme ve kullanma sularında 45 mg/litreyi geçmeyeceği G.M.T. (11) de belirtilmektedir. Bu sularda bulunan nitrat değerleri 0,0 - 1,0 mg/litre olup, % 100'ünün G.M.T. değerlerine uygun olduğu görülmektedir.

Sularda toplam organik madde miktarının, suda erimiş ve mineral olmayan bitkisel ve hayvansal kökenli maddelerden meydana geldiği⁴, bu maddelerin içme ve kullanma sularında G.M.T. (11) de, 3,5 mg/litreyi geçmeyeceği hükmü yer almaktadır. Elde ettiğimiz bulgulardan % 78 (195)'inin G.M.T. ne uygun olduğu, % 22 (55)'sinin ise, G.M.T. ndeki değerlerin üzerinde olduğu ve tüzük hükümlerine uymadığı tespit edilmiştir.

Organik madde miktarının bu orandan yüksek bulunmasına, araştırma mevsimi de dikkate alınarak, hijyen yönünden tehlikeli sayılan organik maddelerin, insan ve hayvanlar tarafından bulaştırıldığı veya su dağıtım sistemlerindeki olası kaçaklardan ve sızıntılardan bulaşmış olabileceği sanılmaktadır. Organik madde çokluğu, suyu yavaşlaştırdığı; klorür, nitrat, fosfat, organik maddelerin fazlalığı, nitrit veya amonyak bulunması, özellikle hepsinin bir arada bulunması, suyun kötülüğünün belgesi (kötü su) sayılmaktadır⁹. Ancak, yaptığımız araştırma, BUSKİ sularının kötü su olmadığını göstermektedir.

Suların mikrobiyolojik muayenelerinde genellikle aerop mikropların sayısı ve koli aranması ile yetinilir^{4,5,8}. Bu nedenle, yaptığımız çalışmada, suların doğal şartlarda bulunduğu kabul edilen 21°C ile, laboratuvar şartları olan 37°C de toplam bakteri (total jerm) ve koliform organizmaları sayılmıştır. Elde edilen bulgular, benzeri diğer araştırma bulguları ile^{3,4,5,8} paralellik arz etmektedir.

G.M.T. (11)'e göre, total jermin 21°C da % 6,8 (17) inin, 37°C'da ise % 10,0 (25) nun uygun bulunmadığı görülmektedir. Yapılan bir çalışmada⁵, ml. de 1000 adet total jerm bulunan suları temiz su olarak kabul etmektedirler. Bu değerlendirmeye göre, elde edilen bulgular, suları total jerm yönünden temiz su sayılabileceğini göstermektedir.

Yine, G.M.T. (11)'e göre, koliform mikroorganizmalar yönünden sular da 21°C'da % 9,6 (24) ve 37°C da % 19,2 (48) inde, 10-240 koliform mikroorganizma ürettiği görülmüş ve bu yönden G.M.T. ne uygun bulunmadığı tespit edilmiştir.

Suların, 21°C da elde edilen bakteriyolojik bulguları ile 37°C de elde edilen bulguların değerlendirilmesi yapıldığında, hem total jermin ve hem de koliform organizmaların 21°C da daha az oranlarda olduğu görülmektedir. Bu farklılığın önemli ölçüde ısı faktörüne bağlı olduğu sanılmaktadır.

Suların fiziksel ve kimyasal analizlerinde ayrı ayrı tek bir deneyin sonucu önemli sayılmamaktadır. Tüm fiziksel ve kimyasal analizlerin hepsinin birden şüpheli sınırları aştığı hallerde, mikrobiyolojik analiz sonuçlarına bakılmalıdır. Mikrobiyolojik analiz sonuçları, temizliği gösterirse, fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları önemli sayılmamakta ve suyun temiz olduğuna karar verilmektedir⁵.

Bu tür araştırmaların yaygın ve sürekli kullanılması halinde, tüketime sunulan suların G.M.T. (11), ile T.S. (3) deki kriterlere ne oranda uydukları bilinecektir. Uygun bulunmayan yönlerin araştırılması ise, alınacak önlemlerin belirlenmesini sağlayacaktır. Böylece, yatırımların ekonomik olmasında ve tüketici sağlığının korunmasında katkılar olacaktır.

KAYNAKLAR

1. BÜYÜKŞEHİR BELEDİYE BAŞKANLIĞI: 1990 yılı yıllık çalışma raporu. Büyükşehir Belediyesi, Bursa (1991).

2. BÜYÜKŞEHİR BELEDİYE BAŞKANLIĞI: 1991 yılı yıllık çalışma raporu. Büyükşehir Belediyesi, Bursa (1992).
3. TÜRK STANDARTLARI, TSE-266: İçme Suları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara (1965).
4. TOLGAY, Z., TETİK, İ.: Muhtasar gıda kontrolü ve analizleri klavuzu, Ege Matbaası, Ankara (1964).
5. YÜCEL, A.: İşletme hijyeni, Uludağ Üniv. Zir. Fak. Öğrenci Ders Teksiri, No: 36, Bursa (1988).
6. YÜCEL, A., KURDAL, E.: Bursa içme, kuyu ve deniz sularının mikrobiyolojik kirliliği üzerinde bir araştırma, U.Üniv. Vet. Fak. Derg. 123, 7, 8, Bursa (1988).
7. KULELİ, S.: Su kalitesi gözlem ve denetimi semineri, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara (1989).
8. DEMİRER, M.: Besin hijyeni ve su hijyeni, Ankara Üniv. Vet. Fak. Öğrenci Ders Notları, Ankara (1986).
9. ANA BRITANNICA, GENEL KÜLTÜR ANSİKLOPEDİSİ: Ana Britannica, Cilt: 20, Ana Yayıncılık A.Ş. Güzel Sanatlar Matbaası, İstanbul (1990).
10. TEKİNŞEN, C.: Suyun bakteriyolojik muayenesi, Ankara Üniv. Basımevi, Ankara (1976).
11. T.C. RESMİ GAZETE: Gıda maddelerinin ve umumi sağlığı ilgilendiren eşya ve levazımın hususi vasıflarını gösterir tüzük, 823 6, 18, 10, 1952.
12. YALÇIN, S., TEKİNŞEN, O.C., NİZAMLIOĞLU, N.: Konya il merkezindeki içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesi, Selçuk Üniv. Vet. Fak. Dergisi 4, 1, 83-89 (1988).
13. ANONİM: International standardı for drinking water, Genova (1963).
14. GIDA MADDELERİ MUAYENE ve ANALİZ METODLARI: Tarım-Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bursa (1988).
15. JEBSEN, A.: Soil and water hygiene, Unio of Kopenhagen, Danimarka (1974).
16. T.C. RESMİ GAZETE: Suların kirliliği hakkında yönetmelik, 10010, 13-73, Ankara (1988).
17. ARAMAN, K.: İstanbul memba sularının 1959-1960 senelerinde kirlenme faktörlerinin araştırılması. Mikrobiyoloji Dergi. 15 (3-5), 50-67 (1962).
18. AKMAN, M.: Erzurum ili içme sularının bakteriyolojik kontrolü, Mikrobiyoloji Bülteni, 1, 17-30 (1966).
19. TUNA, İ., ALKIŞ, N.: İçme sularının bakteriyolojik kontrolleri hakkında

mukayeseli bir çalışma. Türk Hij. ve Tec. Biyoloji Derg. 21 (1), 5-11 (1966).

20. YALÇIN, D.: Ankara gazinosu içme sularının koliform bakteriler yönünden kontrolleri ve alınan sonuçların değerlendirilmesi (Uzmanlık Tezi), Ankara Üniv. Vet. Fak., Ankara (1967).
21. AYDENİZ, S.: İstanbul memba sularının bugünkü durumu, Mikrobiyoloji Dergisi, 21 (1-2), 23-38 (1968).
22. GÖKAY, F., TOKGÖZ, M.: İzmir şehri kapalı şişe memba sularının bakteriyolojik durumları üzerinde bir araştırma, Ege Üniv. Tıp Fak. Mec. 13(2), 209-214 (1969).
23. GÜRAY, Ö.: Ankara şehri suyunun 1970 yılındaki durumu ve bu suların sağlık değerleri, Ankara Üniv. Tıp Fak. Mec. 24 (11), 350-359 (1971).
24. ÇELİKBİLEK, M.: Ankara şehri içme ve kullanma sularında serbest klor miktarı ile koliform bakterilerin mevcudiyeti üzerinde araştırma, Türk Askeri Vet. Hek. Derg. 234, 1-21 (1971).
25. YEŞİLÇİMEN, M.: Ankara'da satılan şişelenmiş memba sularının koliform bakteriler yönünden incelenmesi (Uzmanlık tezi), Ankara Üniv. Vet. Fak., Ankara (1972).