

Marmara Bölgesi Termomineral Kaynaklarının İçilebilirliği ve İnsan Sağlığına Etkisi

Rüstem PEHLİVAN

I.Ü.M.F. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İSTANBUL

Osman YILMAZ

I.Ü.M.F. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İSTANBUL

ÖZ

Bu değerlendirme, Marmara Bölgesi'nde günümüzde kullanılan termomineral kaynaklarla ilgili olarak gerçekleştirilmiştir. Bu bölge, Türkiye'de yaşayanların % 25'ini oluşturan, çevresel ve şehirleşme problemlerinin olduğu bir bölgedir.

Araştırmada:

1) Marmara Bölgesi'nde bulunan 36 adet termomineral kaynağın (içme ve kaplıcaların) dağılımı ve tarafımızdan ve daha önceki yıllarda yapılmış olan kimyasal analiz sonuçları verilmiş,

2) Termomineral kaynakların içilebilirliği; Schoeller içilebilirlik diyagramı ve Çevre kanunu su kirliliği kontrol yönetmeliği kalite sınıfları diyagramlarına göre değerlendirilmiş ve

3) Termomineral kaynakların Dünya sağlık örgütü (WHO) ve Türk standartları (TS)'nin maden ve kaynak sularındaki iyonlar için müsaade ettiği içme sınır değerleri ile karşılaştırmaları yapılmıştır.

Böylelikle, iyonların halk sağlığına olumlu veya olumsuz yönde olabilecek etkileri değerlendirilmiştir.

GİRİŞ

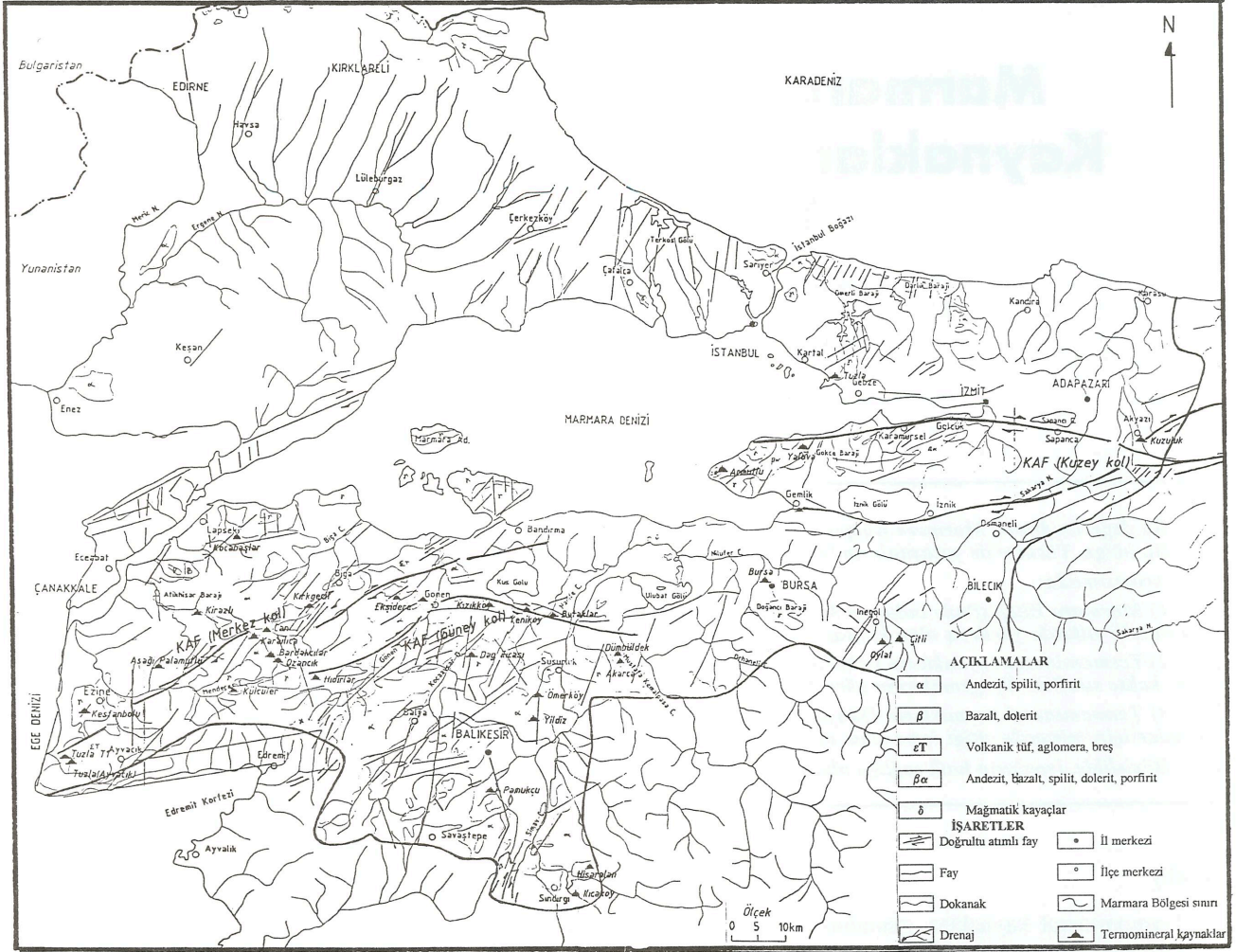
Termomineral kaynaklar, günümüzün yoğun stresli yaşamından, hava, çevre ve şehir sorunlarından zihnen ve bedenen fazlasıyla bunalmış insanlarımızın doğayla buluşup, hem dinleyip hem de özellikle cilt sorunları, romatizmal, dolaşım, solunum ve sindirim sistemi hastalıkları için tedavi görebileceği doğal şifa kaynaklarıdır.

Marmara Bölgesi'nde (Şekil 1) gerçekleştirilen incelemeleri aktaran bu yazımızda ilk olarak, bölgede faaliyette bulunan termomineral kaynaklarla ilgili olarak yapılmış eski çalışmalara değinilecek ve termomineral kaynaklarla ilgili olarak yapılmış eski çalışmalara değinilecek ve termomineral kaynakların bölgedeki dağılımı ile kimyasal analiz sonuçları verilecektir. Daha sonra, termomineral kaynakların içilebilirliğinin Schoeller içilebilirlik diyagramı ve Çevre kanunu su kirliliği kontrol yönetmeliği kalite sınıfları diyagramlarına göre değerlendirilmesi yapılacaktır. En son bölümde ise,

Marmara Bölgesi termomineral kaynakları Dünya sağlık örgütü (WHO) ve Türk standartları (TS)'nin maden ve kaynak sularındaki iyonlar için müsaade ettiği içme sınır değerleri ile karşılaştırılarak termomineral kaynaklarda bulunan iyonların insan sağlığına olumlu ve/veya olumsuz yönde olabilecek etkileri değerlendirilecektir.

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Marmara Bölgesi'ndeki çeşitli amaçlar için büyük alanlarda gerçekleştirilen ilk çalışmalar sırasıyla Pınar (1943), Çağlar (1947), Avşaroğlu (1968), Erentöz ve Ternek (1968) yapmışlardır. Sonraki yıllarda ise, Yenal ve diğerleri (1975) Türkiye Maden Suları Envanteri çıkarmak için Marmara Bölgesi'ndeki araştırmalarında bölgede bulunan 61 termomineral su kaynağının tam kimyasal analizini yapmış ve literatür ağırlıklı jeoloji verileri ile kaynakların oluşumlarını açıklamışlardır. Özbey (1979), Kaplıcalar ve içmeler kılavuzu isimli araştırmasında bölgedeki 27 kaynakla ilgili kısa bilgi-



Şekil 1. Marmara Bölgesinin yapısal ve mağmatik haritası termomineral kaynakların konumları

ler vermiştir. Başkan ve Canik (1983), Ege Bölgesinin sıcak ve mineralli sular haritasını hazırlarken bölgenin jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri suların hidrojeokimyasal türleri ve ayrıca Marmara Bölgesi'nde bulunan 25 termomineral su kaynağına ilişkin fizikokimyasal özellikleri vermişlerdir. Ülker (1988), Türkiye'de Sağlık Turizmi ve Kaplıca Planlaması adlı eserinde Marmara Bölgesi'nde faaliyette bulunan 10 termomineral suyun tam kimyasal analiz raporlarına yer vererek tedavisinde etkili olduğu başlıca hastalıkları belirtmiştir. Ayrıca, araştırmasında sağlık turizminin gelişmesi için önemi her geçen yıl artan kürlere hakkında bilgi ve Türkiye kaplıca ve içmeler klavuzu da verilmiştir. Bölgede, günümüzde faaliyette bulunan, tek veya bir kaç tanesi bir arada olan farklı lokasyonlardaki 36 adet termomineral

kaynağın 10'u içme ve 26 tanesinde kaplıca niteliğindedir (Çizelge 1). Marmara Bölgesi'ndeki termomineral kaynaklarla ilgili olarak tarafımızdan Büyük içme, Küçük içme, Kuzuluk maden, Kuzuluk sıcak, Armutlu, Karalıda ve Tuzla termomineral kaynakları için İ.Ü.M.F., Ç.N.A.E.M. ve TÜBİTAK - Gebze'de yaptırılan 8 adet kimyasal analiz sonucu ile daha önceki yıllarda Yenal diğerleri 1975 tarafından yapılmış olan 16 adet termomineral kaynakların kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

MARMARA BÖLGESİ TERMOMİNERAL KAYNAKLARI

Genelde litresinde çözünmüş olarak en az 1 gram mineral içeren ve sıcaklığı 20°C'den yüksek olan sulara

termomineral su adı verilir. Vadoz, juvenil ve miks olarak üçe ayrılır. Vadoz (atmosferik) su, yağmur, kar gibi atmosferik suların kayaların geçirgenliği ve süreksizliklerine bağlı olarak derinlere inmesi ve ısınıp iyon yüklenerek tekrar yeryüzüne çıkmaları ile oluşur. Çoğunlukla radyoaktif olan juvenil su, yeryuvarının çok derinlerinde yüksek basınç altında, juvenil hidrojenle atmosferik oksijenin birleşmesi yoluyla oluşur ve göllenerek çatlaklardan yeryüzüne doğru çıkarken çevre kayalardan iyon yüklenir. Miks yada karışık olarak nitelendirilen sular ise vaduz ve juvenil suların birbirleriyle karışması sonucunda oluşurlar.

TS 8363'e (TS, 1990) göre termomineral sular şifalı sular olarak nitelendirilmiş olup şifalı su grubu 4 ayrı gruba (A,B,C, ve D) ayrılmışlardır. Bunlardan A grubu su litrede en az 1 gram erimiş mineral içeren sudur. B grubu su litrede 1 gramdan az erimiş mineral ve I,S,F (1.0 mg/l), Fe (20 mg/l), CO₂ (1000 mg/l) ve Rn (18.0 milimikro - curi) gibi tesirli elemanları belirtilen sınır değerleri üzerinde içeren sudur. C grubu su doğal sıcaklığı 20°C den fazla olan sudur. D grubu su ise, mineralce fakir ve soğuk olup şifalı oldukları tıbbi raporları tespit edilen sudur. Bir termomineral kaynak mineral madde, tesirli iyon değerleri ve sıcaklıkları bakımından A,B,C,D şifalı su gruplarından herhangi biri ile ifade edilebildiği gibi, AB, AC, DB, CB, ve ABC şeklinde de tanımlanabilir. Araştırma sahasındaki termomineral suların büyük çoğunluğu (29 tanesi), litrede 1 gramın üzerinde mineral madde içerdiklerinden A grubu şifalı sulara dahildirler. Bölgedeki termomineral suların tamamı (36) tesirli eleman değerleri ile B grubu ve sıcaklık değerleri (20°C'nin üzerinde olmaları yönü) ile de C grubu şifalı sulara girmektedirler.

Marmara Bölgesi'nde bulunan toplam 36 adet termomineral kaynağın ~ %90'ı fay kontrollüdür (Şekil 1) ve çoğunluğu ABC şifalı su grubuna dahil olan vadoz (atmosferik) veya miks kökenli sulardır (Pehlivan ve Yılmaz, 1995).

TERMOMİNERAL KAYNAKLARIN İÇİLEBİLİRLİĞİ

İnceleme alanında yer alan termomineral kaynakların içilebilirliği; Schoeller içilebilirlik diyagramı (Schoeller, 1962) ve Çevre kanunu su kirliliği kontrol yönetmeliği kalite sınıfları diyagramı ile değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Marmara Bölgesi Termomineral Kaynakları

İÇMELER	KAPLICALAR
Akarca (M.Kemal Paşa-Bursa)	Armutlu (Armutlu-Yalova)
Aşağı Palamutlu (Bayramiç-Çanakkale)	Bardakçılar (Çan-Çanakkale)
Büyük içme (İstanbul)	Bataklar (Susurluk-Balıkesir)
Çitli (İnegöl-Bursa)	Bursa(Bursa)
Ekşidere (Gönen-Balıkesir)	Çan (Çan-Çanakkale)
İlcaköy (Sındırgı-Balıkesir)	Gemlik (Gemlik-Bursa)
Kuzuluk maden (Akyazı)	Gönen(Gönen-Balıkesir)
Küçük içme (İstanbul)	Dağ Ilıcası (Balya-Balıkesir)
Kirazlı (Merkez-Çanakkale)	Dümbüldek (M.Kemal Paşa-Bursa)
Ömerköy (Susurluk-Balıkesir)	Hıdırlar (Yenice-Çanakkale)
	Hisaralan (Sındırgı-Balıkesir)
	Karalıca (Çan-Çanakkale)
	Kırkgeçit (Biga-Çanakkale)
	Kocabaşlar (Lapseki-Çanakkale)
	Kızıkköy (Manyas-Balıkesir)
	Külcüler (Bayramiç-Çanakkale)
	Kestanbolu (Ezine-Çanakkale)
	Kuzuluk (Akyazı-Adapazarı)
	Oylat (İnegöl-Bursa)
	Ozancık (Çan-Çanakkale)
	Pamukçu (Balıkesir)
	Tuzla (Ayvacık-Çanakkale)
	Tuzla T1 (Ayvacık-Çanakkale)
	Yalova(Termal-Yalova)
	Yeniköy (Manyas-Balıkesir)
	Yıldız (Susurluk-Balıkesir)

(Kaynak : Yenal,O., vd.,1975, Türkiye Maden Suları Marmara Bölgesi 2)

Schoeller İçilebilirlik Diyagramı

Bilindiği gibi Schoeller içilebilirlik diyagramında sular, devamlı içilebilen sular, zorunlu durumlarda içilebilen sular ve içilemeyen sular olmak üzere üç ana grupta toplanmıştır. Bu kapsamda Çizelge 2'de verilen değerler Schoeller içilebilirlik diyagramına aktarılmış ve sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir. Yapılan değerlendirmelere göre Marmara Bölgesi termomineral kaynakları içilebilirliklerine göre 8 gruba ayrılmıştır. Bunlar:

a grubu:

Akarca, Armutlu, Bursa, Gönen, Dağ Ilıcası, Dümbüldek, Ekşidere, Hisaralan, İlcaköy, Ömerköy, Pamukçu ve Yalova termomineral kaynakları Na, Cl, SO₄, Ec, dH (Fr) ve SO₄ bakımından devamlı içilebilen sular sınıfında yer alır.

b grubu:

Bataklar, Küçük içme ve Yıldız termomineral kaynakları Na, SO₄, Ec ve dH (Fr) bakımından devamlı içilebilen sular, Cl bakımından ise içilemeyen sular sınıfında yer alır.

Marmara Bölgesi Termomineral Kaynaklar

Çizelge 2. Marmara Bölgesi termomineral kaynaklarının kimyasal analiz sonuçları (değerler mg/l cinsinden)

	Akarca	Armutlu	Bataklar	Berece	Elyak Köyü	Çiftli	Gönce	Üst Hacılar
Na ⁺	0.4	0.35	-	-	-	-	-	-
Li ⁺	0.12	-	0.06	0.06	-	0.13	0.21	0.05
Na ⁺	465.6	393	531.5	177	678	516.3	560.9	262.3
K ⁺	62.1	25	23	26.3	20.4	23.4	37.5	5.47
Ca ²⁺	301.8	295	96	112.6	207	111.3	44.1	14.4
Mg ²⁺	13.1	26	7.79	5.3	108	7.06	1.40	2.04
Fe ²⁺	3.2	-	0.17	0.15	0.27	0.15	1.25	0.13
Al ³⁺	3.1	0.2	0.07	0.02	-	0.04	0.28	-
Mn ²⁺	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn ²⁺	0.5	-	-	-	-	0.008	-	-
Pb ²⁺	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd ²⁺	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu ²⁺	-	-	-	-	0.04	-	-	-
Hg ²⁺	-	-	-	-	0.005	-	-	-
Ti ⁴⁺	-	-	-	-	-	-	-	-
As ⁵⁺	-	-	0.05	-	0.005	-	0.021	0.06
B ³⁺	2.2	-	6.3	2.5	-	1.1	06.4	1.8
Cl ⁻	69	233	634	12	1260	31	278	91
F ⁻	0.01	1.8	-	-	-	-	0.06	-
Br ⁻	-	-	0.04	-	0.6	-	0.05	0.02
S ²⁻	1.02	0.4	1.5	3.16	-	0.32	6.0	8.7
SO ₄ ²⁻	104	757	90	245	299	87.5	616	365
NO ₃ ⁻	2.04	0.4	0.05	0.05	8.8	4.2	19	-
HPO ₄ ²⁻	4.5	-	0.38	1.1	0.18	0.49	0.12	0.28
HCO ₃ ⁻	2185	487	590	539.2	426	1988.6	397.7	112.2
CO ₃ ²⁻	1080.6	25.86	101.2	129.4	-	343	25.5	-
SiO ₂	41	40	-	82	-	28	59	46
TiO ₂	17	57	60	47	19	13.5	52	63
pH	6.13	7.7	6.52	6.98	6.9	7.26	7.36	7.94
Et(Kambhatra)	2880	2600	1700	590	4280	5040	1250	600
α elektrot	20.56	14.7	37.81	9.76	3.71	2.66	18.85	-
β elektrot	67.76	20.8	35.13	8.92	29.45	23.0	27.11	-

	Dinamik dök.	Eğirdir	Hızır- alan	Hacıözü	Kara- lıca	Kestan- bolu	Kemah Madra	Kambak sarı
Na ⁺	0.4	-	-	-	-	-	-	-
Li ⁺	0.13	0.01	0.01	0.01	-	1.28	-	3.5
Na ⁺	502.4	22.9	275.2	24.9	1294	7214.2	1789	740
K ⁺	91.8	1.95	26.5	1.09	20.2	212.1	77	37
Ca ²⁺	195.1	35.68	23.8	68.16	112	847.1	109.2	101
Mg ²⁺	3.7	5.18	2.3	10.3	6.2	65.6	50.8	19
Fe ²⁺	2.5	0.05	-	-	-	6.25	4.8	-
Al ³⁺	2.17	0.13	-	0.01	-	1.0	2.5	-
Mn ²⁺	0.3	-	-	-	0.62	-	-	-
Zn ²⁺	0.04	-	-	-	-	0.388	-	-
Pb ²⁺	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd ²⁺	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu ²⁺	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg ²⁺	-	-	-	-	0.005	-	-	-
Ti ⁴⁺	-	-	-	-	-	-	-	-
As ⁵⁺	0.008	0.36	0.05	0.01	0.017	0.003	-	0.01
B ³⁺	2.2	0.11	4.5	-	-	7.5	0.2	27
Cl ⁻	64	12.4	88.5	18.4	95.7	12750	759.7	388.1
F ⁻	0.01	-	0.005	-	-	0.23	-	-
Br ⁻	-	0.01	0.01	0.008	-	0.46	-	-
S ²⁻	1.84	2	0.72	0.8	-	4.3	-	-
SO ₄ ²⁻	-	14	80.5	8.5	839	90.5	55	58
NO ₃ ⁻	2.03	-	-	0.03	0.015	0.77	-	-
HPO ₄ ²⁻	1.47	0.17	1.44	0.46	42.5	3.83	5.3	-
HCO ₃ ⁻	2005.6	212.2	600.2	282.9	-	305	3026	1776
CO ₃ ²⁻	432.9	15.4	42.68	215.1	-	234.9	-	157
SiO ₂	52	22	79	12	50	62	25	131
TiO ₂	47	44	98	32	49	74	14	44
pH	6.43	7.2	7.06	7.04	7.8	5.82	7.0	7.4
Et(Kambhatra)	2800	2650	710	2190	16000	27000	130	3450
α elektrot	43.44	8.19	3.40	-	-	501.45	-	-
β elektrot	82.25	3.18	16.61	-	-	701.76	-	-

	Kilgılı İzmit	Oylat	Ömer- lıy	Pamukça	Tuzla	Tuzla T1	Yalova	Yıldız
Na ⁺	-	-	-	-	3.1	2.46	-	-
Li ⁺	-	0.002	0.02	0.09	-	74	-	0.06
Na ⁺	501	17.9	74.48	110	18600	22250	228.54	557
K ⁺	10.5	4.3	10.1	19.9	1824	2123	5.86	23
Ca ²⁺	189	129.2	95.5	58	1894	5715	197.74	96.4
Mg ²⁺	68	7.06	17.5	4.03	72	101	2.39	12
Fe ²⁺	0.04	0.1	0.02	-	1.22	0.1	0.25	2.97
Al ³⁺	-	0.11	0.13	0.07	-	0.49	-	-
Mn ²⁺	-	-	-	-	-	6.0	-	0.03
Zn ²⁺	-	0.04	-	-	-	-	0.015	-
Pb ²⁺	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd ²⁺	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu ²⁺	0.05	-	-	-	0.1	-	-	-
Hg ²⁺	0.005	-	-	-	0.005	0.001	-	-
Ti ⁴⁺	-	-	0.5	-	-	-	-	-
As ⁵⁺	0.001	-	0.05	0.22	0.0224	-	-	0.01
B ³⁺	-	0.22	-	-	1.9	35	-	6.1
Cl ⁻	920	8	15.2	97.3	34700	44140	95.71	676
F ⁻	-	-	-	0.006	0.7	1.0	-	0.003
Br ⁻	0.9	-	0.02	0.02	-	-	0.01	0.04
S ²⁻	-	0.22	1.3	3.2	2.5	4.3	3.50	0.6
SO ₄ ²⁻	198	215	145	89.5	171	176	802.5	89
NO ₃ ⁻	9.1	0.66	-	0.03	1.05	1.82	-	0.18
HPO ₄ ²⁻	0.88	0.45	0.2	0.8	-	-	-	0.42
HCO ₃ ⁻	429	194.11	373.3	241.3	87	55	48.8	592.9
CO ₃ ²⁻	-	13.84	37.84	23.32	-	-	4.4	135
SiO ₂	19	40	31.5	51	93	172	61	47
TiO ₂	7.0	7.26	6.67	7.2	7.0	7.0	7.75	4.54
pH	7.50	7.21	7.18	6.60	7.20	7.20	7.55	7.55
Et(Kambhatra)	3450	7400	430	1150	53500	57000	1500	2810
α elektrot	3.38	3.73	7.05	-	-	-	1.63	-
β elektrot	20.49	9.07	9.97	-	-	-	3.55	-

c grubu:

Büyük içme ve Kuzuluk maden termomineral kaynakları SO₄, Ec ve dH (Fr) bakımından devamlı içilebilen sular, Na bakımından zorunlu durumlarda içilebilen sular, Cl bakımından ise içilemeyen sular sınıfında yer alır.

d grubu:

Çiftli ve Oylat termomineral kaynakları Na, Cl, SO₄ ve dH (Fr) bakımından devamlı içilebilen sular, Ec bakımından ise zorunlu durumlarda içilebilen sular sınıfında yer alır.

e grubu:

Karalıda termomineral kaynağı Na, SO₄ ve dH (Fr) bakımından devamlı içilebilen sular, Na bakımından zorunlu durumlarda içilebilen sular, Ec bakımından ise içilemeyen sular sınıfında yer alır.

f grubu:

Kestanbolu termomineral kaynağı SO₄ ve dH (Fr) bakımından devamlı içilebilen sular, Na, Cl ve Ec bakımından ise içilemeyen sular sınıfında yer alır.

g grubu:

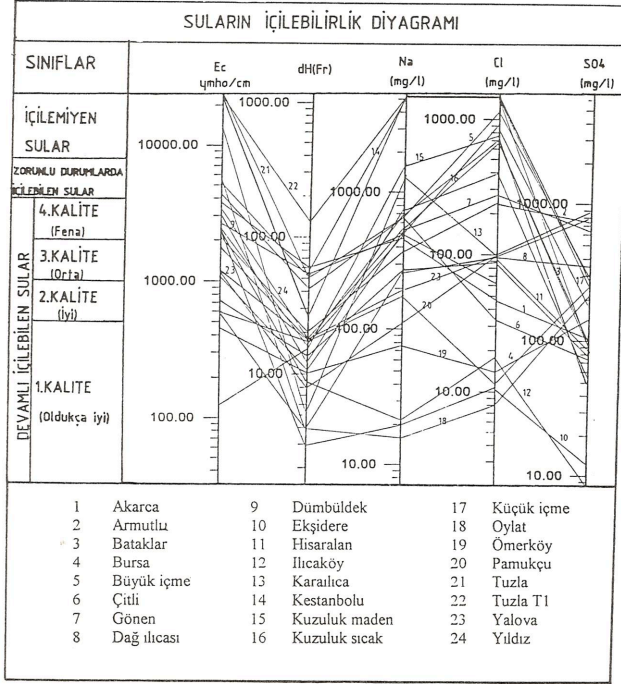
Kuzuluk sıcak termomineral kaynağı Na, SO₄, Ec ve dH (Fr) bakımından devamlı içilebilen sular, Cl bakımından ise zorunlu durumlarda içilebilen sular sınıfında yer alır.

h grubu:

Tuzla ve Tuzla T1 termomineral kaynakları SO₄ ve Ec bakımından devamlı içilebilen sular, Na, Cl ve dH (Fr) bakımından ise içilemeyen sular sınıfında yer alır.

Çevre Kanunu Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kalite Sınıfları Diyagramı

9.8.1983 tarihli 2872 sayılı Çevre Kanunu hükümlerine uygun olarak hazırlanmış ve 4.9.1988 tarihli 19919 sayılı resmi gazetede yayımlanmış olan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (kita içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri) su kalite parametrelerinden olan inorganik kirlenmeyi gösteren parametrelere ait veriler (Türkiye Çevre Vakfı, 1992) kullanılarak oluşturulan diyagrama (Şekil 3) Çizelge 2'de verilen değerlerden inorganik katyon, anyon ve anyon grupları aktarılmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda elde edilen veriler Çizelge 3'de sunulmuştur.



Şekil 2. Marmara Bölgesi termomineral kaynaklarının schoeller içilebilirlik diyagramı

TERMOMİNERAL KAYNAKLARIN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİSİ

Marmara Bölgesinde bulunan termomineral kaynakların insanlar tarafından içmelerde ve kaplıcalar da içme amaçlı olarak kullanılması durumunda söz konusu termomineral suların insan sağlığına olumsuz ve/veya olumlu yönde yapabileceği etkiler değerlendirildi. Suyun içerisinde bulunan iyonların türlerine ve miktarlarına göre insan sağlığı üzerindeki etkileri farklılıklar sunar. Dünya Sağlık Örgütü (WHO, Tebbutt 1975 ve Gray 1994) ve Türk Standartları (TS)'nin maden ve kaynak suları için müsaade ettiği içme sınır değerleri Marmara Bölgesi termomineral kaynakları analiz sonuçları ile karşılaştırılmış ve su türlerine göre sınır değerleri aşan iyonlar Çizelge 4'de verilmiştir. Marmara Bölgesi termomineral kaynakları için yapılan değerlendirmeler sonucunda içme, maden ve kaynak sularında standartlara göre sınır değerlerini aşan insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek iyonların çokluğu dikkat çekicidir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Termomineral kaynakların içilebilirliği için Su Kirli-

liği Kontrol Yönetmeliğine göre yapılan değerlendirmeler sonucunda Ilıcaköy, Oylat ve Ömerköy'ün su kalite sınıfı 3'e kadar çıktığı, diğer kaynakların ise su kalite sınıfı 4'e giren iyonlar içerdiği, radyoaktivite (α aktivitesi ve β aktivitesi) bakımından Kestanbolu termomineral kaynağının su kalite sınıfı 4'e, Ömerköy termomineral kaynağının ise su kalite sınıfı 1'e girdiği tesbit edilmiştir. Ayrıca, Schoeller'in suların içilebilirlik diyagramına bakıldığında ise Akarca, Armutlu, Bursa, Gönen, Dağ ılıcası, Dömbüldek, Ekişidere, Hisaralan, Ilıcaköy, Ömerköy, Pamukçu ve Yalova termomineral kaynaklarının devamlı içilebilir sular sınıfında buldukları söylenebilir.

İnsan bünyesi (organizması) üzerinde uyarıcı etkisi olan radyoaktivitenin içme ve maden suyu standartlarına göre α aktivitesi 4 kaynakta, α ve β aktiviteleri 6 kaynakta, kaynak suları standartlarına göre ise α aktivitesi 11 kaynakta (Çizelge 4), α ve β aktiviteleri 1 kaynakta sınır değerlerin üzerinde içerildiği için olumsuz etkileri görülebilir.

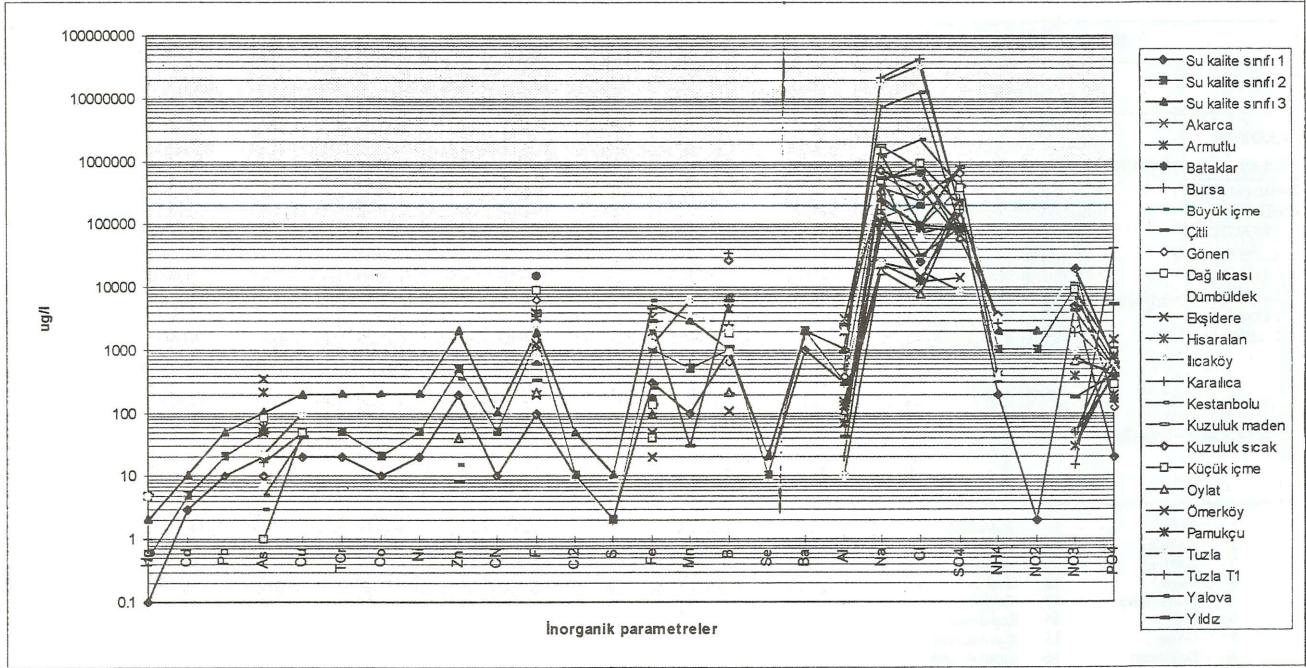
Termomineral kaynakların içme, kullanma ve satılması izni, kaynak suyu standartlarına göre veriliyorsa, bu suların riskli olduğu, iznin içme ve/veya maden suları standartlarına göre verilmesi durumunda ise Çitli, Ekişidere, Hisaralan, Ilıcaköy, Oylat ve Ömerköy termomineral kaynaklarının insan sağlığı bakımından olumsuz etkisi olmayan kaynaklar olarak kabul edilebilir.

Sonuç olarak, içme, maden ve kaynak suyunun içilmesi, kullanılması ve işletilmesi aşamalarında standartlar arasındaki uyumsuzluğun ortadan kaldırılmasının gerektiğini söyleyebiliriz. Ayrıca su türlerine göre standartların yeniden gözden geçirilmesi gereklidir. Örneğin, özellikle kaynak sularında bulunma ihtimali yüksek olan ve zehirli maddeler sınıfında bulunan Hg'ya kaynak standartlarında yer verilmemiştir. Söz konusu düzenlemeler yapılmadığı takdirde termomineral kaynak işletmesiyle uğraşan kişiler, amaçlarına hizmet edecek olan standart verilerini kullanarak halk sağlığını olumsuz yönde etkileyebilirler.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Avşaroğlu, M. (1968): Türkiye kaplıcaları ve içmeler kılavuzu, Cebeci, Ankara
- Başbakan, E. M., Canik, B. (1983): Türkiye sıcak ve mineralli sular haritası, Ege Bölgesi, MTA, No: 189, Ankara

Marmara Bölgesi Termomineral Kaynaklar



Şekil 3. Çevre Kanunu Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği su kalite sınıfları inorganik parametrelerine göre hazırlanan diyagramında; Marmara Bölgesi termomineral kaynaklarının konumları

Çizelge 3. Çevre kanunu Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği inorganik parametrelerine göre Marmara bölgesi termomineral kaynaklarının su kalite sınıfları

	NH4	Na	Fe	Al	Mn	α	β	Zn	Cu	Hg	As	B	Cl	F	SO4	NO3	PO4
Akarca	2	4	3	4		4	2	2				4	2	2	1	1	3
Armutlu	2	4		2		3	2	4					3	1	4	1	3
Bataklar		4	1	1		4	2				2	4	4	2	1	1	3
Bursa		3	1	1		2	1					4	1	4	3	1	4
Büyük içme		4	1			2	2		2	4	1		4		3	2	2
Çitli		4	1	1		2	2	1				4	2	2	1	1	3
Gönen		4	3	1		4	2				2		3	4	4	3	2
Dağ ilıcısı		4	1									3	4	2	4	3	3
Dömbüldek	2	4	3	4	2	3	2	1			1	4	2	3		1	4
Eşşidere		1	1	1		2	1					4	1	1	3	1	1
Hisaralan		4				2	2				3	4	2	2	1		4
İlicaköy		1		1							1	1	2	1	1	1	3
Karalica		4			3				2	4	1	2		4	1	4	4
Kestanbolu		4	4	3		4	4	2			1	4	4	4	1	1	4
Kuzuluk maden		4	3	4								1	4		1		4
Kuzuluk sıcak		4									1	4	3		1		
Küçük içme		4	1			2	2		2	4	1		4		1	2	4
Oylat		1	1	1		2	1	1				1	1	2	3	1	3
Ömerköy		1	1	1		1	1				2	1	2	1			3
Pamukçu		1		1							4	4	4	4	1	1	4
Tuzla	4	4	3		4				3	4	2	4	4	1	1		
Tuzla T1	4	4	1	1						3		4	4	4	1	1	
Yalova		3	1			2	1	1					2	4	4		
Yıldız		4	3		1						2	4	4	2	1	1	3

(Açıklama : 1, 2, 3 ve 4 su kalite sınıflarını gösterir)

Çizelge 4. Marmara Bölgesi termomineral kaynakları kimyasal analiz sonuçlarına göre içilebilir ve kaynak suları standartları (WHO ve TS) sınır değerlerini aşan iyonlar

Termomineral Kaynaklar	İçme ve maden suları (İçme-TS 266, maden-TS 9130)	Kaynak suları (TS-266)
Akarca(İçme)	NH4, Ca, Fe, α ve β	Ca, Fe, SO4, Mg, Cl, F, α
Armutlu	NH4, Ca, SO4, α	Ca, Mg, F, SO4, α
Bataklar	B, Cl, α ve β	Ca, As, Cl, SO4, F, α
Bursa	F, α	Ca, SO4, F, α
Büyük içme(İçme)	Ca, Cl, Hg, α ve β	Ca, Mg, F, SO4, As, α
Çitli(İçme)	-	Ca, Cl, SO4, α
Gönen	Fe, B, SO4, F, α ve β	Ca, As, Cl, Fe, F, SO4, Cl, α
Dağ ilıcısı	As, F	As, Cl, F, SO4, Cl
Dömbüldek	NH4, Fe, α ve β	Ca, Fe, Mn, As, Cl, α
Eşşidere(İçme)	-	Ca, As, α
Hisaralan	-	Ca, As, Cl, SO4, α
İlicaköy(İçme)	-	Ca, Mg, As
Karalica	Mn, Hg, SO4	Ca, Mn, As, SO4
Kestanbolu	Ca, Fe, B, Cl, F, α ve β	Ca, Mg, Fe, As, SO4, α ve β
Kuzuluk maden(İçme)	Fe, Cl	Ca, Mg, Fe, Cl, SO4
Kuzuluk sıcak	NH4, B	Ca, Mg, As, Cl, SO4
Küçük içme(İçme)	Hg, Cl, α	Ca, Mg, As, Cl, SO4, α
Oylat	α	Ca, SO4
Ömerköy(İçme)	α	Ca, Mg, As, F, SO4, α
Pamukçu	As, F	Ca, As, F, Cl, SO4
Tuzla	Ca, NH4, Mn, Fe, Hg, Cl, F	Ca, Mg, Fe, Mn, As, SO4, Cl, F
Tuzla T1	NH4, F, Cl, B	Ca, Mg, SO4, Cl, F
Yalova	F, SO4	Ca, Cl, F, SO4, α
Yıldız	Fe, B, Cl	Ca, Fe, As, Cl, SO4

- Çağlar, K. Ö. (1947): Türkiye maden suları ve kaplıcaları, No: 11, MTA, Ankara
- Eretöz, C., Ternek, Z. (1968): Türkiye'de termomineral kaynaklar ve jeotermik enerji etütleri, MTA, Sayı: 70, Ankara
- Gray, N. F. (1994): Drinking water quality problems and solutions, ISBN: 0471 - 948179, 315s., John Wiley 8 Sons, New York.
- Schoeller, H. (1962): Les eaux souterraines, Masson et cie, Paris
- Özbey, S. (1979): Kaplıcalar ve içmeler kılavuzu, Cebeci, Ankara
- Pehlivan, R., Yılmaz, O. (1995): Marmara Bölgesi termomineral kaynakları, İ. Ü. Yerbilimleri Dergisi (baskıda)
- Pınar, N. (1943): Marmara Denizi havzasının sismik jeoloji ve meteorolojisi İ. Ü. Fen Fak. Monografileri, Sayı: 5, 64s., İstanbul
- Tebbutt, T.H.Y. (1975): Principles of water Quality control, page: 1 - 79, Pergamon press ltd., Oxford, England
- Türkiye sıcak su, içmece ve maden suları envanteri (1980): Derleme no: 6833, Sayfa: 1 - 9 MTA, Ankara
- Türkiye Çevre Vakfı (1992): Türkiye çevre mevzuatı, su ortamlarına göre kalite sınıflandırılması Cilt : 1 - 2, Kavaklıdere - Ankara
- Türk standartları (1984): İçme suları, TS 266, Ankara
- Türk standartları (1990): Termal kaynakları sınıflandırma, TS 8363, Ankara
- Türk standartları (1991): Maden suyu - içilebilir, TS 9130, Ankara
- Ülker, İ. (1988): Türkiye'de sağlık turizmi ve kaplıca planlaması, Turizm Bakanlığı yayını, 317s., No. 1006/129, Ankara
- Yenal, O., Kanan, E. Bilecen, L., Öz, G., Öz, Ü., Göksel, A., Alkan, H., Kutluat, S., Yassa, K., (1975): Türkiye maden suları, Marmara Bölgesi, Sayı: 2, Sayfa: 212, İ. Ü. Tıp Fak. Hidro - klimatoloji Kürsüsü, İstanbul