



17 Ağustos 1999'da Körfezde yaşanan deprem felaketi yirmi bine yakın insanımızın kaybı yanında, politik, sosyal ve ekonomik kayıplara da neden oldu. Ayrıca, bu doğal afet, bizleri erken ve geç dönemde bir dizi psikolojik, biyolojik, ekolojik ve medikal sorunla karşı karşıya bıraktı. Depremle ilgili birçok konu yediden yetmişe herkesin gündemine girdi. Deprem olasılığı, nedenleri ve öngörülmesi üzerine büyük ilgi ve taraftar toplayan tartışmalar yaşandı. Bu arada, depremin önceden belirlenmesinde yer altı ve kaplıca sularında oluşabilecek, örneğin debi artışı, bulanıklık, kimyasal kompozisyonda değişme (radon gazı artışı) gibi değişimler hem söylentilerde hem de bilimsel tartışmalarda ilk sıralarda yer aldı. Bu olgunun nedenleri anlaşılabilir. Ülkemizde, kaplıcaların ve termal ve mineralli suların tıbbi ve turistik amaçlı kullanımı oldukça yaygındı. Ülkemizin dört bir yanına daha çok geleneksel nitelikleriyle dağılmış kaplıcalar, sosyal, kültürel ve günlük yaşantımızda önemli bir yer tutuyordu. Deprem öncesi ve sonrasında kaplıcalarda depremle bağlantılı değişik gözlemler birikti.

Bu arada, böylesi geniş toplum kesimlerini dramatik biçimde etkileyen

sosyal olaylara özgü bir süreç olarak bir çok söylenti çıktı ve yayıldı. Bunlardan bir tanesi, deprem öncesi Yalova Termal'de yeni bir suyun "kaynamaya" başladığı ve İstanbul Teknik Üniversitesi'ne bunun için başvurulduğu, ama yanıt alınmadığı idi. Gerçekten Yalova işletmecileri Ağustos ayı başlarında, Yalova'daki kaynaklara (toplam sayıları 14 civarında) bir yenisinin eklendiğini gözlemlediler. Bu "yeni" kaynak Yalova Termal'in kurulu olduğu iki yamacın tabanında akan derenin içindeydi ve daha çok "ayak suyu" diye bilinen yerde, dere yatağında doğal olarak çıkan kaynaklara ek olarak ortaya çıkmıştı.

Ancak, işletmeciler, söylentideki gibi İstanbul Teknik Üniversitesi'ne başvurmadılar, ama, İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim

Dalı'nı 13 Ağustos 1999'da aradılar ve bu yeni kaynağın incelenmesini talep ettiler. İlginçtir ki, 17 Ağustos 1999 Salı günü Yalova Termale bir ekibin gitmesi planlandı, ancak, daha sonraki bir tarihe aktarılması düşünülürken, 17 Ağustos 1999'da deprem yaşandı. Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalından bir ekibin, bu "yeni" kaynak ve "eski" kaynaklarda incelemelerde bulunmak ve örnekler almak üzere Yalova'ya gidişi, 8 Eylül 1999'da gerçekleşti. "Yeni" kaynaktan ve diğer kaynakların başlıcaları olan esas kaynak, göz suyu kaynağı ve mide suyu kaynağından örnekler alındı. Bu örneklerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı Balneobiyoloji ve Su Biyolojisi ve Balneokimya ve Su Kimyası Laboratuvarlarında yapıldı.

	Na+	K+	Ca+	Mg+	Cl-	SO42-	HCO3-	F-
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Esas Kaynak	268,9	4,6	172,3	2,4	93,9	835	44,4	2,2
Mide Suyu	257,4	4,3	166,3	2,4	92,4	830,5	43,9	2,3
Göz Suyu	271,2	4,6	170,3	2,4	89,5	845	43,9	2,1
"Yeni" Kaynak	271,2	4,3	172,3	4,8*	89,5	845	45,1	2,0

Tablo 1: İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı'nca 8 Eylül 1999 tarihinde Yalova Termal'deki kaynaklardan alınan örneklerde belli başlı katyon ve anyon düzeylerinin (mg/L) kaynaklara göre dağılımı; "yeni" ile eski kaynaklar arasında anlamlı farklılıklar saptanamamıştır.

*Magnezyum düzeyinde %100'e varan fark, mineralli sular için oldukça düşük sayılabilecek magnezyum değerleri nedeniyle anlamlı değildir.

Sonuçlar

Tablo. 1’de alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçları ana anyon ve katyonlar olarak gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, ana iyon konsantrasyonları açısından, örnekler arasında büyük farklar bulunmuyor. Başka bir deyişle, incelediğimiz kaynakların başlıca iyon değerlerinde görülen farklılıklar magnezyum değerleri hariç küçük oynamalar düzeyinde ve $\pm \%20$ 'yi aşmıyor. Magnezyum değerlerindeki $\%100$ 'e varan fark ise, değerlerin çok düşük düzeyde olmaları nedeniyle pratik anlam kazanmıyor.

Tablo. 2’deyse, Yalova Termal’deki "yeni" kaynak, esas kaynak, mide suyu kaynağı ve göz suyu kaynağından alınan örneklerin pH, elektriksel iletkenlik, sertlik, sıcaklık ve serbest çözülmüş karbondioksit gazı konsantrasyon değerleri gösteriliyor. Tablo 2’den izleneceği gibi, pH, elektriksel iletkenlik (S/cm), sertlik (Fransız Sertlik Derecesi) ve sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) değerleri dört kaynaktan da birbirine çok yakın. Aralarındaki en uç farklar pH’da 0.48 ($\%$), EC’ de 0.10 ($\%$), sertlikte 2.5 ($\%$) ve sıcaklıkta 5.2 ($\%$) düzeylerinde. Kaynakların serbest karbondioksit düzeyleri arasında en düşük düzey (2.2 mg/L) ile en yüksek düzey (8.8 mg/L) arasında 4 kata varan fark, mutlak değer olarak fazla, ancak 4 kaynağın da CO_2 düzeylerinin çok düşük olması nedeniyle anlamlı değil.

Tartışma

"Yeni" kaynak, büyük bir olasılıkla Yalova Termal’deki eski kaynakları "besleyen" yer altı su rezervuarından geliyor. Çünkü, yaptığımız analizlerde bu kaynağın fiziksel ve kimyasal özellikleri Esas Kaynak, Mide Suyu ve Göz Suyu kaynaklarından gelen sularla önemli bir farklılık göstermedi. Bu kaynak, belki de yeraltında deprem öncesi oluşan mekanik gerilim ve/veya başka jeolojik veya jeofiziksel olaylar sonucunda, yeryüzüne çıkmak durumunda kalmıştı. Yoksa, depremin habercisi olarak bambaşka bir kimyasal bileşimle yerkabuğunu delip gün ışığına çıkmamıştı. Deprem öncesi eski kaynaklarda genel olarak bir debi artışı olduğu yönündeki gözlem de depremin fiziksel etkisi olarak yorumlanabi-



Doğu Marmara bölgesinin aktif fayları ve sıcak su kaynaklarının dağılımı haritası. Doğu Marmara bölgesinin aktif fayları ve 17 Ağustos 1999 ile 12 Kasım 1999 depremlerinin yüzey kırıkları. MTA-Emre ve diğerleri (1999)'nden değiştirilerek alınmıştır. Açıklamalar: Kuzey Anadolu Fay Zonu: 1. Abant Segmenti, 2. Dokurcan Segmenti, 3. İzmit-Adapazarı Segmenti, 4. Çınarcık Segmenti, 5. Geyve-İzmit Segmenti, 6. Gemlik Segmenti, 7. Zeytinbağı Segmenti, 8. Düzce Fayı, 9. Hendek Fayı, 10. Ulubat Fayı, 11. Bursa Fayı, 12. Eskişehir-Bursa Fay Zonu

li. Bu debi artışı deprem sonrası azalarak devam etti. "Yeni" kaynama ve debi artışını, Yalova Termali besleyen termomineral suyun yeraltındaki dolaşımını ve/veya rezervuarının depremden etkilenmiş olduğunun göstergesi olarak değerlendirebiliriz.

Ama, "kimyasal parametreler açısından deprem sonrasında bir etkilenme ve değişim oluşmuş mudur?" sorusuna, deprem sonrası saptadığımız değerlere bakarak hayır yanıtını verebiliriz. Çünkü, "yeni" kaynak ile "eski" kaynakların kimyasal kompozisyonları arasında önemli farklılıklar söz konusu değildi (Tablo. 1). Diğer yandan depremin hemen öncesine (1-2 gün) ait değerler elimizde bulunmadığından, aynı soruya kesin bir hayır yanıtı veremeyiz. Elimizdeki verilerde önemli bir eksikliğimiz hem deprem öncesi hem de deprem sonrası Yalova termal sularındaki radon gazı değerleri

	Elektriksel				
	pH	iletkenlik ($\text{S/cm } 25^{\circ}\text{C}$)	Sertlik (Fr°S)	CO_2 (mg/L)	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)
Esas Kaynak	7,17	1900	44,1	4,4	63.8
Mide Suyu	7,65	1950	42,6	2,2	59.1
Göz Suyu	7,46	1900	43,6	8,8	58.6
"Yeni" Kaynak	7,37	1850	45,1	6,6	60.2

Tablo 2: 8 Eylül 1999’da alınan örneklerin pH, elektriksel iletkenlik (E.C.), sertlik, sıcaklık ve çözülmüş serbest karbondioksit gazı değerleri: "yeni" ile eski kaynaklar arasında anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Serbest CO_2 düzeylerindeki farklılıklar CO_2 konsantrasyonlarının çok düşük olması nedeniyle anlamlı değildir.

idi. Oysa, depremler öncesinde yer altı suları radon konsantrasyonlarında önemli yükselmelerin olduğu uzunca bir zamandır biliniyordu ve Japonya deprem izleme yöntemleri arasında yer altı sularında radon değerlerinin monitorizasyonunu da dahil etmişti. Radon ölçümleri Yalova’da yapılmadığı için deprem öncesi ve sonrasında radon değerlerinde bir yükselme olup olmadığını söyleyemiyoruz.

Peki, deprem sonrası dört ayrı kaynaktan yaptığımız örneklemede saptadığımız ana kimyasal kompozisyon önceki yıllardakilerden farklı mı? Neredeyse 4 bin yıldır yeraltı "serüveni"ni Yalova Termal’de doğal olarak yeryüzüne çıkararak tamamlayan termomineral sularının kimyasal kompozisyonu yıllar içerisinde büyük ölçekte değişimler göstermiş midir? Bu sorulara yanıt, ancak, önceki yıllarda yapılmış analizler ile son yaptıklarımızın karşılaştırılmasıyla verilebilirdi.

Yalova Termallerinin Kimyasal Bileşiminin Yıllara Göre Dağılımı

Yalova Termal’in "şifalı" suyunun elimizdeki en eski analizi 1929 yılına kadar gidiyor. 1929’da Atatürk’ün Yalova’yı gezmesi sonrası, onun verdiği emirler doğrultusunda, Yalova Termal’in örnek bir termal kür merkezine

dönüştürülmesi amacıyla, 1936'da, -ne yazık ki, 1980'de yıkılan -Termal Otel inşası başlatıldı. Atatürk, Yalova Termal'in geliştirilmesi projesinin başına, zamanın tek Türk Balneoloğu Dr. Nihat Reşat Belger'i getirildi. Dr. Belger, o sırada Fransa'nın ünlü Plombieres Kaplıcası sorumlu hekimiydi. Belger, daha sonraları (Kasım 1938), yine Atatürk'ün destek ve önerileriyle İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde profesör ünvanı alarak, Hidroklimatoloji Enstitüsü'nü kurdu. Bu günün İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı, Belger'in kurduğu Enstitünün devamıdır ve Yalova Termal ile yakın ilgi ve ilişkisi 60 yılı aşan bir süredir hiç eksilmemiştir.

Bu süreçte, İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı çalışanlarınca Yalova Termal'de bir çok çalışma gerçekleştirildi ve sonuçları değişik kongrelerde sunulup, dergilerde yayınlandı. Yine bir çok kez farklı zamanlarda Yalova termal su kaynaklarının fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik analizleri gerçekleştirildi. Bir çalışmadaysa bir yıl süreyle Yalova'daki dört termal su kaynağının periyodik fiziko-kimyasal analizleri yapıldı. Ayrıca, Yalova Termal üzerine Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı bir de monografi yayınlandı.

Tablo 3'de daha önceki yıllarda yapılmış analiz sonuçları karşılaştırılmalı olarak veriliyor. Görüldüğü gibi, belli başlı katyonlar (Na+, K-, Ca2+, Mg2+) ve anyonlar (Cl-, SO2-4, HCO-3, F-) yıllardır çok az farklılıklarla hemen hemen aynı düzeylerde kalmış bulunuyor. Burada da magnezyum değerlerinde 1929 ve 1947 yıllarında görülen farklılık, sonuçta bu değerlerin oldukça düşük olması nedeniyle önemli bir sapma olarak değerlendirilmedi.

	PH	Elektriksel İletkenlik * 1/w ** _S/cm 25°C	Sertlik (FroS)	CO2 (mg/L)	Sıcaklık (oC)
1929 ⁴	7,8	0,173.10-3 *			66
1947 ¹	7,8	0,173.10-3 *		7,2	66.2
1968 ⁶	7,6	2030 **		4,4	57
1978 ³		1340 **		5,7	57
20-11-1987	7,75	1500 **	50,6	4,4	
08-09-1999 (Yeni Kaynak)	7,17	1900 **	44,1	4,4	60.2

Tablo 4: Yalova Termal Termomineral su kaynağının değişik yıllarda yapılan kimyasal ve fiziksel analiz sonuçlarına göre pH, elektriksel iletkenlik, sertlik, serbest karbon-dioksit ve sıcaklık değerleri; 1929 ila 1999 yılları arasında buradaki fiziksel ve kimyasal parametre düzeylerinde büyük oynamalar söz konusu değildir.

	Na+ mg/LK+ mg/L F-	Ca+ mg/LMg+ mg/L	Cl- mg/L	SO42- mg/L				
HCO3- mg/L 19294	231	5,4	186	0,5	90,2	799	44,7	-
19471	231	5,4	186	0,5	104,5	799	72,4	-
19686	236	5,8	194	2,6	104	799	21,4	3,4
19783	260	4,3	162	2,6	79	851	52	3,4
20-11-1987	228	5,8	197	2,7	95	805	48	3,5
08-09-1999 "Yeni"Kaynak 2,2	270	4,6	170	2,4	90	845	45	

Tablo 3: Yalova Termal Termomineral su kaynağının değişik yıllarda yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre başlıca iyon konsantrasyonları; görüldüğü gibi 70 yıllık bir zaman dilimi içerisinde ana anyon ve katyon düzeylerinde (magnezyum hariç) büyük oynamalar saptanmamıştır.

Tablo 4'te ise, değişik yıllarda yapılan analizlerde saptanan sıcaklık, pH, CO₂ ve elektriksel iletkenlik değerleri toplanmış bulunuyor. CO₂ hariç, yıllar arasında büyük oynamalar olmadığı görülüyor. Örneğin, pH değerleri arasında 0.63'lük bir fark, elektrik iletkenlikleri arasında 300 µS/cm'lik bir fark, sertlik dereceleri arasında 6.5 Fr sertlik derecesi bir fark ve sıcaklık değerleri arasında 9.2°C'lik bir fark bulunuyor ve bunlar yüksek düzeylerde değil. Başka bir deyişle bütün bu oynamalar ± %20 düzeyinin altında. CO₂ değerlerinde görülen %63 düzeyindeki fark, yine çok düşük olan CO₂ konsantrasyonları nedeniyle pratik olarak önem kazanmıyor.

Sonuç ve Yorum

Yalova Termal'de 17 Ağustos Depremi öncesi "yeni" bir termomineral su kaynağının çıkışı, gözlenen debi artışı ile birlikte büyük olasılıkla depremin oluşumu ile bağlantılı. Ancak, bu kaynağın fiziksel ve kimyasal karakteristikleri Yalova'nın diğer termal su kaynakları ile aynı. Büyük bir olasılıkla

"yeni" kaynak farklı bir yer altı su deposundan gelmiyor. Ancak, depremin hemen öncesi bu kaynağa ve Yalova'daki diğer kaynaklara ait fiziko-kimyasal analiz sonuçları elimizde bulunmuyor. Çünkü, bu anlamda bir izleme sözü konusu olmamış. Dolayısıyla, depremin, oluşmadan önce, kaynaklarda kimyasal ve fiziksel bir değişime neden olduğunu destekleyecek kanıtlar bulunmuyor. Özellikle radon düzeylerinde beklenebilecek artışların Yalova kaynaklarında gerçekleşip gerçekleşmediğini bilemiyoruz.

Diğer yandan, deprem sonrasında, Yalova'nın eski üç kaynağı ve "yeni" kaynak'tan alınan örneklerde saptadığımız fiziksel ve kimyasal karakteristikler, bir kısmı daha önceki yıllarda yine tarafımızdan yapılan analizlerle saptananlardan farklı değil. Bu yüzden, en azından deprem sonrası Yalova Termal termomineral sularının sıcaklık, elektriksel iletkenlik, pH, sertlik ve ana iyon düzeyleri gibi başlıca fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişmemiş olduğunu söyleyebiliriz.

M. Zeki Karagülle, Kerem Gün,
Ender Başak, Halet Demirtaş,
Nergis Yüzbaşıoğlu, Hatice Gürdal, Bilal Uysal
İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji ve
Hidroklimatoloji Anabilim Dalı

Kaynaklar
Çağlar, K., *Türkiye Şifalı Sular Kitabı*, Ankara, 1970, S. 237-244
Karagülle, M., Tütüncü Zn, Özer N., *Die Traditionellen Und Empirischen Kurort-Behandlungsverfahren In Der Türkei*, Phys Rehab Kur Med, 1995;5:106-108
Özer N, Ark, *Yalova Kaplıcalarının Tarihsel Gelişimi, Doğal Özellikleri Tıbbi Değerlendirilmesi*, İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji Ve Hidroklimatoloji Birimi, İstanbul, 1981
Reman R, *Balneoloji Ve Şifalı Kaynaklarımız*, Cumhuriyet Matbaası, İstanbul, 1942, S. 383-384
Şimşek Ş, Yıldırım N, İzmit Ve Düzce Depremlerinde Jeotermal Değişimler, *Bilim ve Teknik*, 2000;387:70-73
Yenal O, Ark, *Türkiye Maden Suları*, Cilt 1. Kağıt Basım İşleri, İstanbul, 1971, S. 86
Wakita H, *Geochemical Challenge To Earthquake Prediction*, Pnas, 1996; 93: 3781-3786