

ORTAKÖY (SİVAS) JEOTERMAL SAHASININ ÖZELLİKLERİ

İsmail KARA* ve M.Tahir NALBANTÇILAR**

*MTA Genel Müdürlüğü Orta Anadolu II. Bölge Müdürlüğü, KONYA

**Selçuk Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, KONYA

ÖZET: Ortaköy jeotermal alanı Sivas'ın Şarkışla ilçesinin 21 km kuzeybatısındadır. Bölgede Paleozoyik'ten Kuvaterner'e kadar farklı yaş ve litolojide formasyonlar yer almaktadır.

İnceleme alanında Paleozoyik istifine ait mermerler rezervuarı, Yeniçubuk formasyonuna ait kıltaşı, çamurtaşı ile Kızılırmak formasyonuna ait çamurtaşı ve tuf seviyeleri ise örtü birimleri ve Neojen volkanizması da jeotermal sistemin ısı kaynağını oluşturmaktadır. Yöredeki sıcak sular sol yönlü, doğrultu atımlı Kızılırmak fayıyla kesişen tansiyonel faylara bağlı olarak çıkmaktadır.

Sahadaki kaynak sularının sıcaklıkları 21.3 °C ile 36 °C arasında olup, sondaj suyunkisi ise 36.6 °C dir. Silis jeotermometresine göre rezervuar sıcaklığı ise 50-60 °C dolayında olup, daha yüksek sıcaklık olasılığı bulunmamaktadır. Toplam mineralizasyon değerleri kaynaklarda 2956-3898 mg/lit iken sondaj suyunda 2407 mg/lit dir. AIH'a göre bu sular genelde Ca-Mg-Na-HCO₃-Cl'lü sıcak sular sınıfına girmekte olup, jeotermal akışkan kireçlendirici özelliktedir.

Hidroterapi amaçlı kullanılmakta olan tesislerin modernize edilmesi durumunda yöre kaplıca turizmi bakımından cazibe merkezi haline gelecektir. Kaplıca suyunun içmece olarak kullanılmasının halk sağlığı açısından tehlikeli olacağı ve bu konuda detaylı çalışmaların yapılmasının gerektiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sıcak su, Jeotermal, Sivas

Characteristics of Ortaköy (Sivas) Geothermal Area

ABSTRACT: Ortaköy geothermal area is located 21 km to the NW of Şarkışla (Sivas). The formations different lithologies and aged from Paleozoic to Quaternary in the area.

Marbles belong to the Paleozoic stack forms as reservoir, mudstone and claystone belong to the Yeniçubuk formation, mudstone and tuff belong to the Kızılırmak formation are all covering formations in Ortaköy geothermal area. The Neogene volcanism heats the geothermal system. Discharges of these hot waters are depending on the tensional fault intersecting with Kızılırmak fault a left lateral strike slip fault.

The temperature of waters in area is between 21.3 °C and 36 °C and temperature of drilling water is 36.6 °C. According to the silis geothermometer, the temperature of reservoir is nearly 50-60 °C. Total mineralization is 2956-3898 mg/lit in springs and 2407 mg/lit in well water. According to the AIH these hot waters are generally Ca-Mg-Na-HCO₃-Cl type and geothermal fluid of area has liming feature.

These waters are used for hydrotherapy. The area will be an attraction center as thermal tourism by modernizing foundations. Well water has health risk for drinking usage and this necessary detailed investigation.

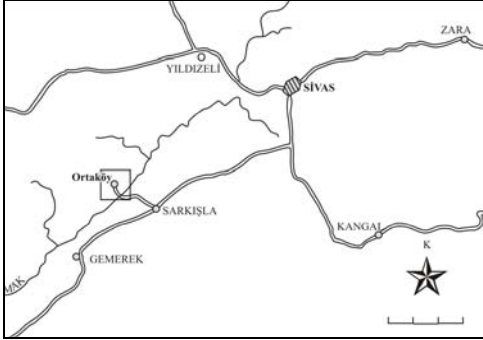
Keywords: Hot water, Geothermal, Sivas

GİRİŞ

İnceleme alanı Sivas'ın güneybatısında bulunan Ortaköy'ün 4 km doğusunda yer

almaktadır (Şekil 1). Bölgede MTA Genel Müdürlüğü tarafından 2002 yılında sahanın geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmış ve bulgular ışığında buradaki jeotermal potansiyeli

ortaya çıkarmak amacıyla sondaj çalışması yürütülmüştür (MTA 2005).



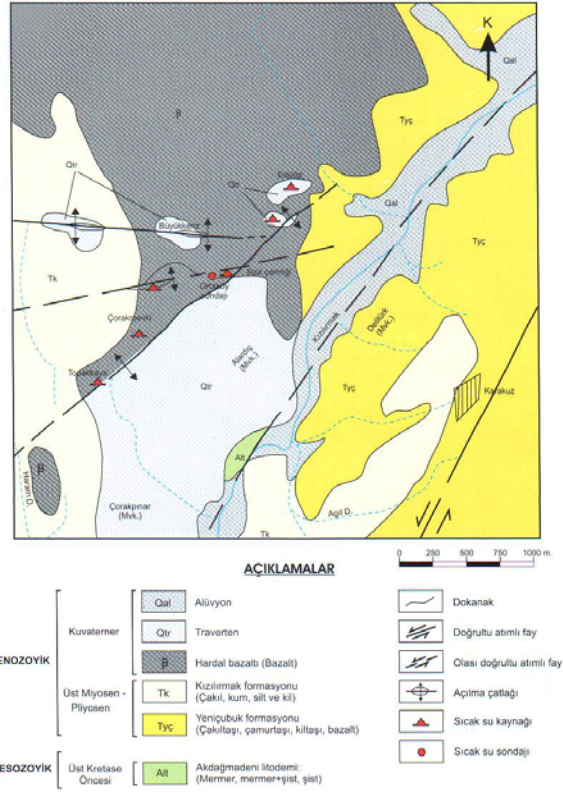
Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

Bu çalışmada, termal turizm açısından ilgi çeken inceleme alanının özelliklerinin ve jeotermal modelin ortaya konulması, potansiyelinin irdelenmesi, geliştirilmesi ile mevcut sıcak suların özellikleri incelenmiştir. Ayrıca bu sahada daha yüksek sıcaklıkta su temininin olasılığı ile kaplıca suyunun balneolojik amaç yanında içmece olarak kullanılmasının insan sağlığı açısından durumu araştırılmıştır.

JEOLOJİ

Ortaköy jeotermal sahasında temelde Kırşehir-Akdağ masifine ait Paleozoik yaşlı çatlaklı ve erime boşluklu mermerler bulunmaktadır. Bunun üzerine uyumsuz olarak Alt-Orta Miyosen yaşlı, çakıltaşı, kumtaşı, kiltası, çamurtaşı ile merccekler halindeki jips, anhidrit ve linyit ara katkılarından oluşan Yeniçubuk Formasyonu, her iki birimin üzerine ise Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı, göl ve ırmak çökellerinden oluşan, sarımsı renkli çakıl, kum, kil ve siltlerden oluşan Kızılırmak Formasyonu gelmektedir. İnceleme sahasının kuzey ve güney kesiminde ise geniş bir alanda yayılım gösteren Pliyo-Kuvaterner yaşlı bazaltik lavlar bulunmaktadır. Ayrıca sıcak su çıkışlarının çevresindeki alanlarda traverten oluşumları bulunmaktadır (Kara ve diğ. 2002) (Şekil 2). İnceleme alanında yaklaşık KD-GB doğrultulu Kızılırmak vadisi sol yönlü doğrultu atımlı Kızılırmak Fayı ile şekillenmiştir. Ortaköy jeotermal sahasında bu faya dar açılarla birleşen kırıklar (açılma çatlakları) mevcut olup, sahadaki

sıcak sularında bu kırıklar boyunca yüzeye çıkmaktadır (MTA 2005)(Şekil 2 ve 3).



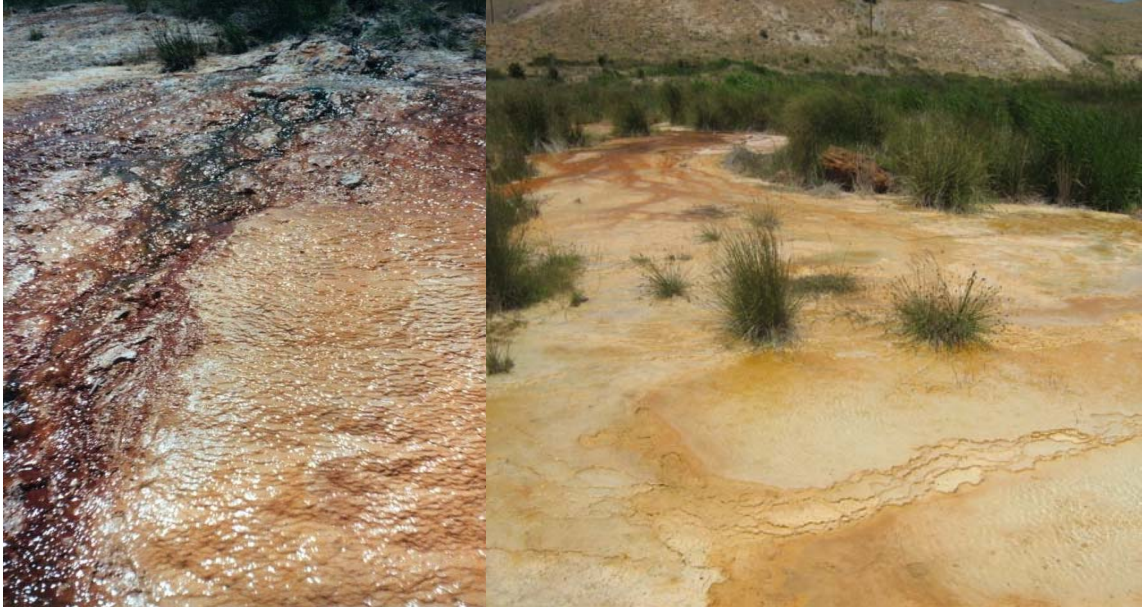
Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası (Kara ve diğ. 2002).



Şekil 3. Kırık hattı ile kaynak ilişkisi.

Tablo 1. İnceleme alanındaki sıcak su kaynakları (MTA 2005).

Kaynak Adı	Adeti	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)
Eskiöz kaynakları	4	27 – 32,5	~ 2,5
Kaplıca kaynağı	1	36	~ 3
Topakkaya kaynağı	1	28,8	~ 3
Çorak mevki kaynakları	3	21,3 – 24.5	~ 0,5

**Şekil 4.** Kaynakların etrafındaki traverten ve demiroksit çökeltilerinden görünüm.

HİDROJEOLJİ

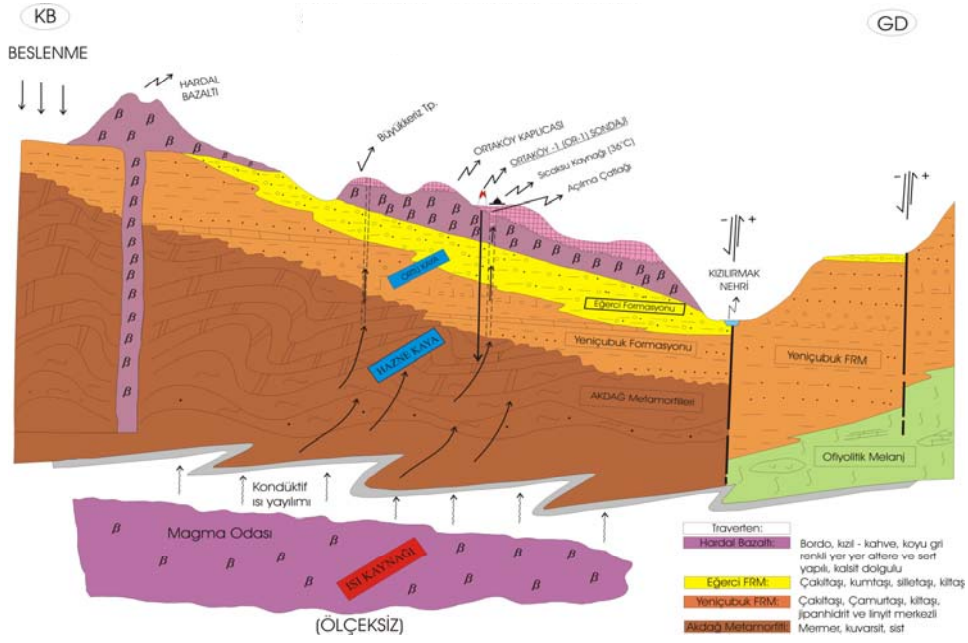
İnceleme alanındaki sıcak sular, farklı birimlerden geçerek farklı doğrultulardaki kırıklar boyunca yüzeye çıkmaktadır. Sahada sıcaklıkları 21,3–36 °C arasında değişen ve toplam debileri 9 lt/sn olan 4 ayrı yerde 9 sıcak su kaynağı bulunmaktadır (Tablo 1). Bol gaz çıkışları bulunan bu kaynak sularının etrafında traverten ve demiroksit çökeltisi bırakmaktadır (Şekil 4).

JEOTERMAL MODEL

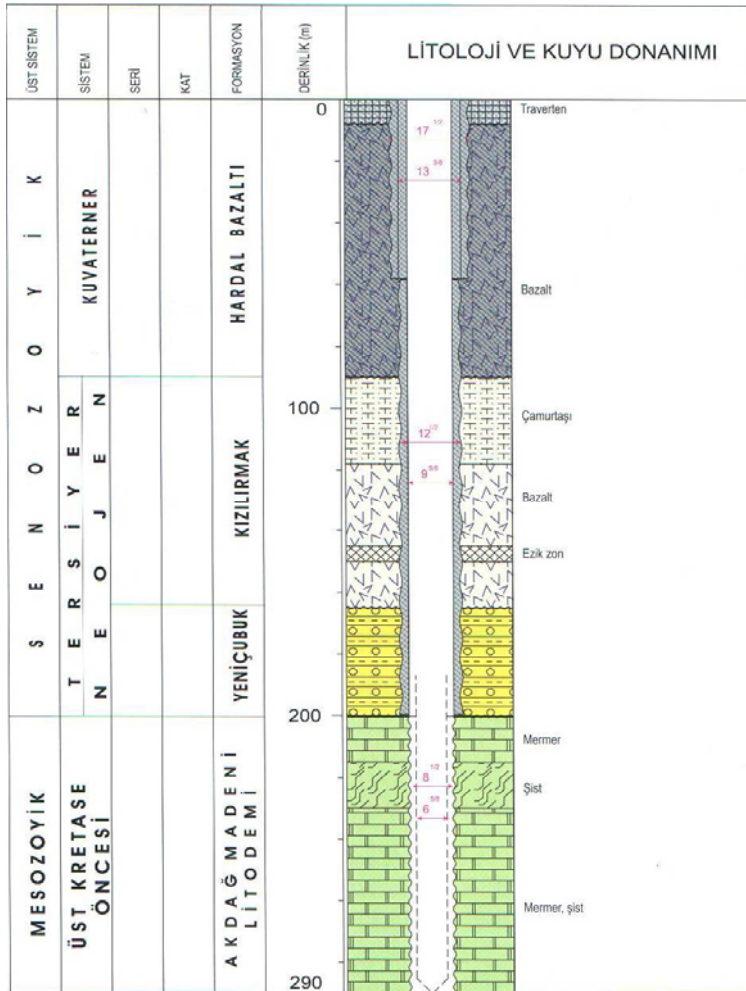
Jeolojik verilere göre sahadaki jeotermal sistemin ana rezervuarını Paleozoyik yaşlı mermerler oluşturmaktadır. Yeniçubuk formasyonunun kilaşı ve çamurtaşı düzeyleri ile Kızılırmak formasyonunun killi seviyeleri de sistemin örtü birimleridir. Sistemin ısı kaynağını ise olasılıkla sahada da gözlenen Neojen volkanizmasını besleyen ve ısı enerjisini

koruduğu düşünülen magma odaları oluşturmaktadır (Şekil 5). Jeotermal model olarak derinlerde yerleşmiş olan soğumamış magma odalarından kabukta yayılan ısı enerjisinin, rezervuar kayada depolanmış olan meteorik kökenli suların ısınmasını, mineral ve erimiş gazlarca zenginleşmesini sağlamaktadır. Bu sular da basıncın da etkisiyle fay zonları, kırık ve çatlaklar vasıtasıyla yeryüzüne çıkıp mineralli sıcak su kaynaklarını oluşturmaktadır.

Sahada 2002 yılında MTA tarafından ana rezervuarı oluşturan mermerlerden üretimi sağlayacak 290 m derinlikli OR-1 Sondajı yapılmıştır. Bu sondaj çalışmasına ait kuyu loğu Şekil 6'da verilmiştir (MTA 2005). Kuyuda ilerleme sırasında iki farklı seviyeden artezyen su gelişi olmuştur. Birincisi 197 m'de yaklaşık 1-2 lt/sn ve 32 °C sıcaklığında, ikincisi de 274 m de 24 lt/sn debide ve 36 °C sıcaklığındaki sudur (Kara ve diğ. 2002). Halen hamamda kullanılan sondaj suyunda yapılan ölçümlerde sıcaklık 36,6 °C olarak belirlenmiştir.



Şekil 5. Ortaköy jeotermal sahasının modeli.



Şekil 6. OR-1 Sondajına ait kuyu logu (MTA 2005).

HİDROKİMYASAL ÖZELLİKLER

Ortaköy jeotermal sahasındaki sıcak sularda yapılan kimyasal analiz sonuçlarına (Tablo 2) göre, suların kalsiyum-magnezyum-sodyum; bikarbonat-klorlu sular sınıfında olduğu, toplam mineralizasyonun 2407 mg/lt ile 3898 mg/lt arasında olduğu belirlenmiştir. Langelier kalsiyum denge diyagramına göre de sular

kireçlendirici özelliktedir. Kaynak sularının hidrokiyemal özellikleri, sıcak suların mermer rezervuarında depolandığını ve kırıklar boyunca tuzlu-jipsli Yeniçubuk ve Kızılırmak formasyonları içerisinde yükselerek yüzeye çıktığını göstermektedir.

Sahadaki tek sondaj suyunda yerinde yapılan ölçümler (Şekil 7) ile su örneği üzerinde yapılan analiz sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 2. İnceleme alanındaki sulara ait analizler.

Parametreler	Sondaj suyu --	Kaplıca Ky. --	Eskiöz Ky. +	Çorak Ky. +	Topakkaya Ky. +
pH*	7	6,7	6,7	6,7	6,6
EC**	2280	-	-	-	-
Sertlik***	58,4	137,5	140	140	124,5
Mineralizasyon (Top)	2407,35	3269,4	3312,8	3897,8	2955,9
K ⁺	22,7	25,5	26,8	24,9	21
Na ⁺	133	205	200	184	142
NH ₄ ⁺	<0,1	<0,1	0,18	<0,1	<0,1
Ca ⁺⁺	300	148	146	96	152
Mg ⁺⁺	71,5	247	252	282	210
Fe (Toplam)	<0,03	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
As (Toplam)	<0,05	<0,03	0,038	0,038	<0,01
B (Toplam)	3,5	2,9	3,2	3,2	2,4
Li ⁺	0,3	0,8	1	0,9	1,8
Mn (Toplam)	0,4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ba ⁺⁺	0,8	0,8	-	-	-
HCO ₃ ⁻	1403	1745	1793	1867	1610
CO ₃ ⁻	<10	0	0	580	-
SO ₄	10	23	32	15	7
Cl ⁻	220	243	249	237	182
I	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
F ⁻	1,37	1,24	1,34	1,5	1,6
Br ⁻	<0,1	-	-	-	-
NO ₂ ⁻	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
NO ₃ ⁻	1,10	1,4	0,3	0,5	<0,1
PO ₄ (Toplam)	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
SiO ₂	15,2	26,5	28	25,7	27
CO ₂	224,8	600	580	580	600
Pb	<0,05	<0,05	-	-	-
Zn	<0,03	<0,03	-	-	-
Cu	<0,03	<0,03	-	-	-
Ni	<0,03	<0,03	-	-	-
Cd	<0,03	<0,03	-	-	-
Cr	<0,03	<0,03	-	-	-
Suyun Sınıfı	Kalsiyumlu- Magnezyumlu- Sodyumlu; Bikarbonatlı- Klorürlü Sıcak Su	Magnezyumlu- Sodyumlu- Kalsiyumlu; Bikarbonatlı Sıcak Su	-	-	-

Not: Analiz sonuçları mg/l cinsinden (*Birimsiz, **mho/cm, ***Fransız sertliği) olup, MTA Genel Müdürlüğü tarafından 1985 (+) ve 2002 (-) yıllarında yapılmıştır.



Şekil 7. OR-1 sondajında yerinde analiz ve su örnekleme yapılırken.

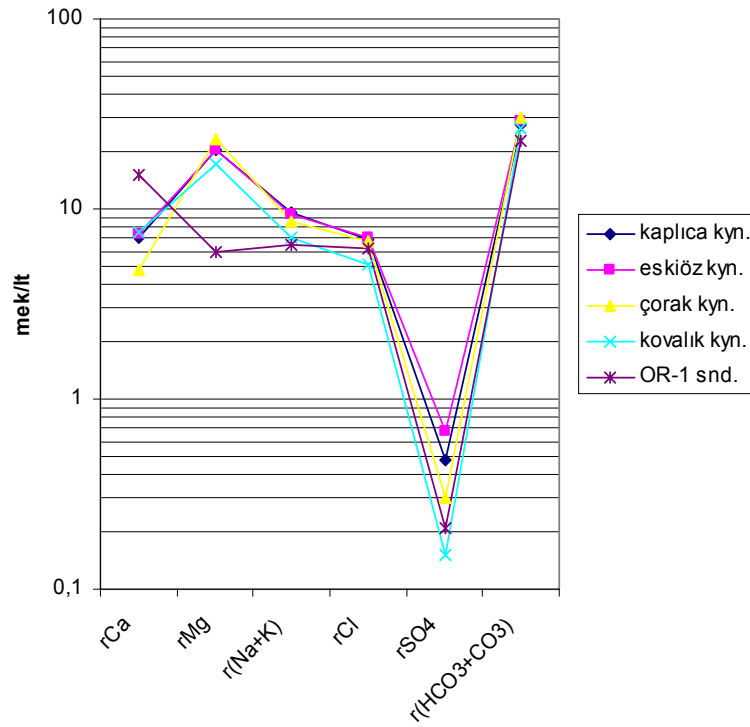
Tablo 3. OR-1 Sondaj suyunun analiz değerleri.

T (°C)	ƐC (mS/cm)	pH	Eh (mV)	Sal	Ag (ppb)	Al (ppb)	As (ppb)	Au (ppb)	B (ppb)	Ba (ppb)
36.6	2.65	6.19	37	1.3	<.05	19	258,8	<.05	2440	729,8
Be (ppb)	Bi (ppb)	Br (ppb)	Ca (ppb)	Cd (ppb)	Ce (ppb)	Cl (ppm)	Co (ppb)	Cr (ppb)	Cs (ppb)	Cu (ppb)
0,84	<.05	185	390954	<.05	0,01	209	2,66	22,2	31,01	2,1
Dy (ppb)	Er (ppb)	Eu (ppb)	Fe (ppb)	Ga (ppb)	Gd (ppb)	Ge (ppb)	Hf (ppb)	Hg (ppb)	Ho (ppb)	In (ppb)
<.01	0,01	0,05	551	<.05	0,01	0,88	<.02	<.1	<.01	<.01
Ir (ppb)	K (ppb)	La (ppb)	Li (ppb)	Lu (ppb)	Mg (ppb)	Mn (ppb)	Mo (ppb)	Na (ppb)	Nb (ppb)	Nd (ppb)
<.05	25553	0,01	317,8	<.01	75417	403,6	0,4	162246	<.01	0,01
Ni (ppb)	Os (ppb)	P (ppb)	Pb (ppb)	Pd (ppb)	Pr (ppb)	Pt (ppb)	Rb (ppb)	Re (ppb)	Rh (ppb)	Ru (ppb)
8,1	<.05	26	<.1	<.2	<.01	<.01	117,5	<.01	0,01	<.05
S (ppm)	Sb (ppb)	Sc (ppb)	Se (ppb)	Si (ppb)	Sm (ppb)	Sn (ppb)	Sr (ppb)	Ta (ppb)	Tb (ppb)	Te (ppb)
7	1,58	16	0,7	17894	<.02	<.05	2602	<.02	<.01	0,08
Th (ppb)	Ti (ppb)	Tl (ppb)	Tm (ppb)	U (ppb)	V (ppb)	W (ppb)	Y (ppb)	Yb (ppb)	Zn (ppb)	Zr (ppb)
<.05	10	0,35	<.01	1,15	<.2	<.02	0,26	0,02	6,8	<.02

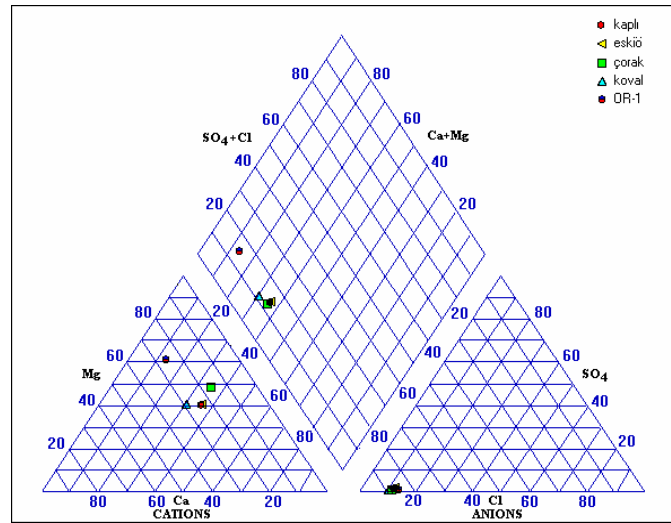
Ortaköy jeotermal sahasında kaynaklar ve kuyunun gerek iyon oranları, gerekse de akışkan sıcaklıklarına bakıldığında hesaplanan rezervuar sıcaklıkları 50–60 °C arasında kabul edilebilir değerlerde olduğu görülmektedir. Schoeller diyagramına göre sahadaki tüm sıcak sular aynı kökenli olup, sondaj suyu magnezyum içeriği bakımından diğerlerinden daha fakirdir (Şekil 8). Sıcak suların katyon ve anyon sıralanışı

Ca > Mg > (Na+K), (HCO₃+CO₃) > Cl > SO₄ şeklindedir.

Piper diyagramı değerlendirmesinde suların katyonlarına göre, kalsiyumlu, magnezyumlu ve sodyumlu; anyonlarına göre ise bikarbonatlı sular olduğu, ayrıca karbonat sertliğinin de %50 den fazla olan sular olduğu belirlenmiştir (Şekil 9).



Şekil 8. Suların Schoeller diyagramındaki dağılımı.



Şekil 9. Suların Piper diyagramındaki dağılımı.

BALNEOLOJİK DEĞERLENDİRMELER

İnceleme alanındaki mevcut tesislerden yöre halkı ve yakın illerden gelenler tarafından kaplıca amaçlı yararlanılmaktadır (Şekil 10). Kaplıca hamamının suyu sondajdan temin edilen sıcak sudan karşılanmaktadır. Tesislerin bakımsızlığı sağlık açısından bir risk oluşturmaktadır. Bunların yerine balneolojik amaca yönelik sağlığa uygun ve modern yapılar

yapılmalıdır. Ancak suyun hidrokimyasal özellikleri bakımından içmece olarak kullanılması ise suyun bünyesindeki As ve Ba miktarları bakımından insan sağlığı için belirlenen en son limitleri (EPA 2003) aşması nedeniyle zararlıdır. Özellikle As miktarının olması gerekenden 25 kat fazla olması ve Ba'un 3,5 kat fazlalığı cilt üzerinde zararlara neden olabilir. Bu bakımdan detaylı olarak incelemelerin yapılması gerekmektedir.



Şekil 10. Ortaköy hamamının içerisinden ve dışından görünüm.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma ile yöredeki sıcak suların tektonik etkilerle oluşmuş açılma çatlakları boyunca çıktığı belirlenerek, sahanın jeotermal modeli ortaya çıkarılmıştır. Sahada yapılacak sondajlarda mermerlerdeki ilk üretim zonu kapalı boru ile geçildiğinde kuyudan daha fazla sıcaklıkta su almak mümkün olacağı belirlenmiştir.

Sahadaki suların toplam mineralizasyon değerlerinin yüksek, kireçlendirici özellikte ve Kalsiyumlu-Magnezyumlu-Sodyumlu, Bikarbonatlı-Klorürlü sıcak sular sınıfında olduğu belirlenmiştir. İnceleme alanında rezervuar sıcaklığının 50–60 °C arasında olduğu belirlenmiş ve daha yüksek sıcaklıklar beklenilmemektedir.

Kaplıca alanında balneolojik amaca yönelik sağlığa uygun yapıların inşası gerekmektedir.

Ancak kaplıca suyunun içmece amaçlı kullanımı halk sağlığı açısından sakıncalıdır. Gerek içmece gerekse de balneolojik amaçlı olarak suyun Uzman Tıp bilim adamları ile Hidrojeoloji uzmanlarının ortaklaşmaları ile detaylı çalışmaların yapılması zorunludur.

Yine sıcak suların oluşturmakta olduğu travertenlerin üzerindeki kirletici unsurların kaldırılması gerekmektedir. Halen oluşumunu sürdüren bu travertenlerin korunması için koruma zonunun oluşturulması gerekmektedir.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, bu çalışmanın sürdürülmesine destek veren MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Etüt ve Arama Daire Başkanlığı'na ve MTA Orta Anadolu II. Bölge Müdürlüğü'ne teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

EPA, Office of Water, 4606 M, EPA 816-F-03-016, 2003. www.epa.gov/safewater

Kara İ., Özgür R., Yücel B. ve Manav E., 2002, Sivas-Şarkışla-Ortaköy (OR-1) Sıcak Su Sondajı Kuyusu Bitirme Raporu: MTA Enerji Arşiv No: 1021 (yayımlanmamış), 24 s., Ankara.

MTA, 2005, Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri: MTA Envanter Serisi-201, 849 s., Ankara.