

JEOTERMAL SAHALARIN ARANMASI VE BULUNAN SAHALARIN GENİŞLETİLMESİNDE; SIVI KAPANIM TEKNİĞİNİN KULLANILMASI

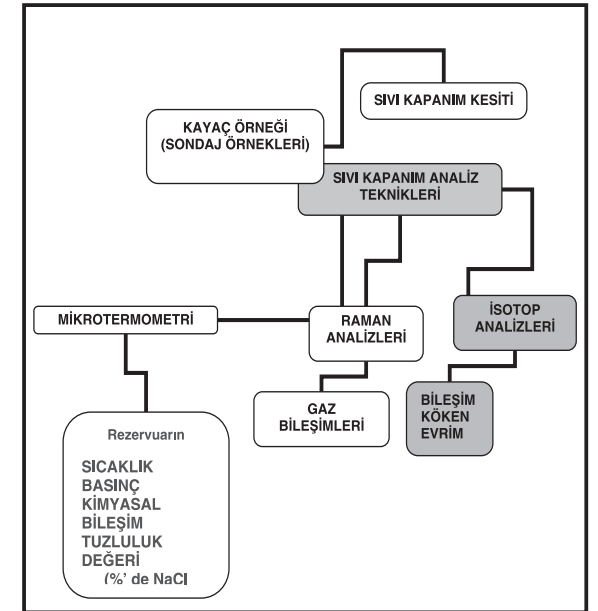
Gülay SEZERER KURU*

Öz-Sıvı kapanımlar bilindiği gibi dünyada jeotermal sahaların araştırılmasında, petrol arama amacıyla, maden yataklarında; oluşum koşullarının belirlenmesinde, kökensel yorumlamalarda ,sedimantolojide, çökme ve çökme sonrası ortamın koşullarının ortaya konmasında, meteoritlerde, kökensel yorumlamalarda, gemolojide, tektonik rejimin ortaya konmasında, magmatik ve metamorfik petroloji ve petrografi. Ülkemizde ise sadece maden yataklarında sınırlı bir şekilde kullanılan bu yöntem tüm dünyada jeotermal araştırmalarda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Jeotermal sahalarda sondaj sırasında alınan örneklerde kapanlanmış olan sıvı kapanımlar bölgedeki jeotermal sıvıları temsil etmektedirler. Dolayısıyla jeotermal çalışmalarda, sıvı kapanımlar çalışma alanındaki yatay veya düşey jeotermal gradyanın belirlenerek, yeni sıcak su kaynaklarının araştırılması ve bulunmasında, sıvı kapanımlardan elde edilen fizikokimyasal özellikler ile güncel jeotermal suların karşılaştırılmasında, jeotermal sahalarda rezervuarın yüzey haritasının çıkarılması ve uygun sondaj lokalitesinin belirlenmesinde, sondaj sırasında derinlerde bulunan ve kırık ve başka nedenlerden dolayı sıcaklığı ölçülemeyen jeotermal sıvıların sıcaklıklarının belirlenmesinde, jeotermal sahalara yapılan sondajların doğru bir şekilde yönlendirilmesi ve / veya yapılması, başka bir deyişle istenilen ve bilinen sıcaklıklara doğru sondajların yönlendirilmesinde, sıvı

kapanımlarda yapılan isotop jeokimyası ile farklı sıcaklıktaki jeotermal sıvıların kökenlerinin belirlenmesinde, jeotermal sahalardaki mineraller içinde kapanlanmış olan suların sıcaklık, basınç, kimyasal bileşim gibi fizikokimyasal özelliklerini kullanarak rezervuar modellemesinde kullanılmaktadır. Türkiyede jeotermal enerjinin tamamını kullanılmamaktadır. Türkiyedeki jeotermal sahaların sayılarının artırılmasında ve rezervuar özelliklerinin ayrıntılı olarak belirlenmesinde günümüze kadar kullanılmayan sıvı kapanım çalışmalarının dikkate alınarak kullanılması bu konuda yararlar sağlayacaktır.

SIVI KAPANIMLARDA YAPILAN ANALİZLER

Yukarıda saydığımız verilere ulaşabilmek için sıvı kapanımlarda bazı analizler yapılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1- Jeotermal çalışmalarda sıvı kapanımlarda yapılan analizler.

*Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı

Özellikle rezervuardaki diagenetik minerallerden hazırlanan iki tarafı parlatılmış sıvı kapanım kesitleri tüm bu analizlerde kullanılmaktadır. Sıvı kapanımların oluşum sıcaklıkları, oluşum basınçları ve tuzluluk değerleri mikrotermometrik analizleri oluşturan ısıtma ve soğutma deneyleri ile belirlenmektedir. Raman analizleri ile sıvı kapanımların içerdikleri bileşikler, izotop analizler ile de sıvı kapanımı dolduran çözeltilerin kökenleri belirlenebilmektedir.

SIVI KAPANIMLARIN BAZI JEOTERMAL ALANLARA UYGULANMASI

Bazı ülkelerin jeotermal araştırmalarda kullandıkları sıvı kapanım çalışmaları ile ilgili bazı örnekleri verecek olursak: jeotermal kaynaklarının tümüne yakınına kullanabilen, Yeni Zelanda jeotermal sisteminde özellikle Broadlands kuyusundaki sıvı kapanımlardan ve hesaplama yoluyla veriler elde edilmiştir. Her iki yöntemden elde edilen sonuçların birbirine yakın olduğu gözlenmiştir.

İtalya'nın bazı jeotermal sahalarında, yapılan sıvı kapanım analiz sonuçları, kapanmış sıvılar veya sıvı kapanımların rezervuarın günümüze ait tüm özelliklerini yansıttığı gözlenmiştir (Del Moro ve diğerleri, 1982), (Çizelge 1-2).

Japonya, Kırışırma jeotermal sahasındaki sıvı kapanımlardan elde edilen veriler güncel jeotermal verilerle benzediği gözlenmiştir. Ayrıca sıvı kapanımlar kullanılarak bölgenin oluşum modeli yapılmıştır (Çizelge 3,Şekil 2). Sıvı kapanımların gaz içerikleri güncel sıvılara göre daha yüksektir ancak CO_2/N_2 ve CO_2/CH_4 oranları güncel sıvılardan daha düşüktür. Bu erken evrede oluşan sıvı kapanımlarını işaret etmektedir. Kuvars ve anhidrit çökeline neden

olan sıvıların bu sistemdeki güncel sıvıların oluşturduğu alterasyon mineralleri ile aynı olmadığı ancak bunların dışındaki alanlarda sıvı kapanım ve güncel verilerin uyumlu olduğu gözlenmiştir (Sasada ve diğerleri, 1992).

A) Daha derinlerde oluşmuş kırıklarda ise daha da derinlerden gelen jeotermal sıvılar gözlenir.
B) Jeotermal sıvılardan itibaren kuvars ve / veya anhidrit çökelmeye başlar.
C) Sıvıdaki gazlar yüzeye doğru uzaklaşır ve böylece sıvının Karbondioksit basıncı azalır. Mineraller arası boşluklarda erken oluşum evresini işaret eden Kalk-silikatlar (Warakit, Prehnit, Epidot) kristallenmeye başlar ve aynı zamanda da damarın bulunduğu yan kayaç alterasyona uğrar.

SONUÇLAR

Sıvı kapanım çalışmaları ile belirlenen sıcaklık yüzey dağılım haritası yardımıyla sondaj lokalitesi kolaylıkla belirlenmektedir. İstenilen özelliklerdeki (istenilen sıcaklıklarda) kuyulara kolaylıkla ulaşılabilir. Sondaj-lardan elde edilen fiziko kimyasal özelliklerin yardımıyla ile tüm rezervuarın modellenmesi kolaylıkla yapılabilmektedir. Sondaj işlemi sırasında istenilen sıcaklıklara doğru sondajın yönlendirilmesi jeotermal gradyanın belirlenmesi ile yeni sıcak su kaynaklarının bulunması.

Sıvı kapanım çalışmalarının jeotermal alanlara uygulanması diğer uygulama alanlarına oranla oldukça kolay , çabuk , ekonomik olduğu ve günümüz koşullarına benzer sonuçları sunduğu için bu yöntemin kullanılması bu alandaki başarıyı dahada artıracığı gözlenmektedir.

Çizelge 1- İtalya, Güney Tuscany Jeotermal sahasından elde edilen sıvı kapanım analiz sonuçlarının güncel verilerle karşılaştırılması.

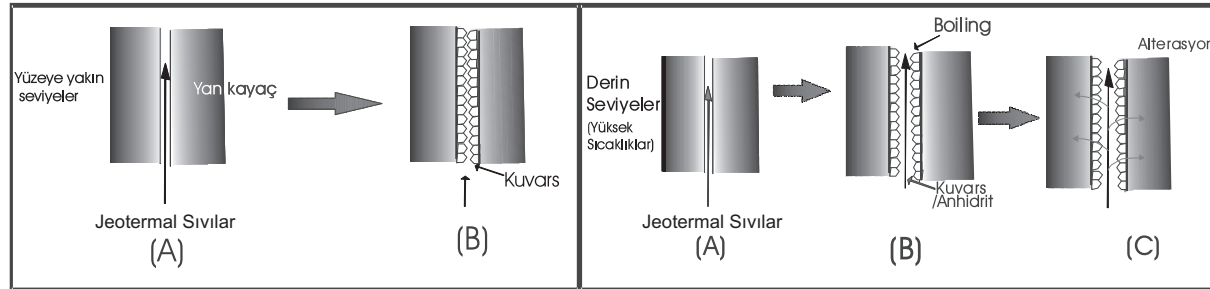
| Kuyu Adı | Derinlik(m) | Termal Veriler (°C) | Sıvı Kapanım Çalışması Yapılan Mineraller | Sıvı Kapanım Tipleri | Ortalama Homojenleşme Sıcaklığı (°C) | Ortalama Tuzluluk Değeri (%'de NaCl Eş Değeri Olarak) |
|----------------------------|-------------|---------------------|---|----------------------|--------------------------------------|---|
| LARDERELLO SAHASI SASSO 22 | 1480 | 260 | Kuvars | A B | 308 337 | 1,8 2,2 |
| SASSO 22 | 2163 | 285 | Kuvars | A B D | 324 319 311 | 2,0 1,5 7,5 |
| SASSO 22 | 2636 | 310 | Kuvars, (Feldispat) | A B | 325 337 | 1,0 0,9 |
| SASSO 22 | 2767 | 320 | Feldispat, (Kuvars) | A | 297 | 3,2 |
| PIANCASTAGNIO SAHASI | 1660 | 270 | Kuvars | A D | 261 281 | 15,8 0,5 |

Çizelge 2- İtalya, Bagnore bölgeinden elde edilen sıvı kapanım analiz sonuçlarının güncel verilerle karşılaştırılması.

| Elde Edilen Sonuçlar | Bg 3 Bis Kuyusu | Bg 22 Kuyusu |
|---|-----------------|--------------|
| Derinlik | 3111 | 2300 |
| Sıvı Kapanım Tipi | D Tipi | D Tipi |
| Sıvı Kapanım Çalışmasının Yapıldığı Mineral | Kuvars | Kuvars |
| Sıvı Kapanım Sıcaklığı Ortalama Homojenleşme (°C) | 287 | 321 |
| Sıvı Kapanımlarından Elde Edilen CO_2 (mol/kg) değeri | 0,64-0,99 | 0,39-0,70 |
| - | 0,62-0,93 | 0,34-0,62 |
| Güncel Sıvıların Sıcaklıkları | 295±10 | 320±10 |
| Güncel Sıvıların CO_2 (mol/kg) değeri | 0,47 | 0,30 |

Çizelge 3- Kirishima jeotermal sahasındaki sıvı kapanım analiz sonuçlarının güncel termal verilerle karşılaştırılması (Belkin, 1994; Sasada ve diğerleri, 1992; Goko ve diğerleri,1995; Kodama ve Nakajima, 1988)

| Kuyu Adı | Derinlik (m) | Sıvı Kapanım Analizlerinin Yapıldığı Mineraller | Sıvı Kapanım Tipleri | Sıcaklık (°C) | Tuzluluk (%' de NaCl Eşdeğeri Olarak) | Basınç (Bar) | Sıvı Kapanımlarının Gaz Bileşimleri (%' de mol olarak)_CO ₂ | Sıvı Kapanımların Gaz Bileşimleri (%' de mol olarak)_CH ₄ | Güncel Veriler(%' de mol olarak)_CO ₂ | Güncel Veriler (%' de mol olarak)_CH ₄ | Sıcaklık (°C) |
|----------|--------------|---|----------------------|---------------|---------------------------------------|--------------|--|--|--|---|---------------|
| N55-KT-1 | 968,5 | Kuvars | Birincil A | 151-167 | 2,57 | 25,8 | 0,30 | 0,0064 | 0,18 | 0,121 | |
| KE1-4 | 1125,0 | Anhidrit | Birincil A | 237-269 | | | 0,51 | 0,024 | 0,53 | 0,1068 | 228,6 |
| KE 1-5 | 1413,7 | Kuvars | Birincil A | 260-310< | 1,05 | 18 | 0,38 | 0,0019 | 0,04 | 0,0006 | 235,6 |
| KE1-11 | 1100,0 | Kuvars | Birincil A | 260-294 | | 14,9 | 0,34 | 0,0012 | 0,15 | 0,00008 | 264 |
| KE1-19S | 1300,0 | Kuvars | Birincil A | 227-244 | | 18,0 | 0,32 | 0,013 | 0,18 | 0,121 | 218 |



Şekil 2- Kirishima jeotermal sistemindeki hidrotermal damarlar ve sıvı kapanımların oluşum modeli ;
a) Yan kayaçta kırık oluşmakta ve daha derinlerdeki jeotermal sıvılar bu kırıklar doğru hareket etmektedir,
b) Jeotermal sıvıların soğuması ile bu sıvılardan itibaren kuvars ve / veya kalsit kristallenmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Belkin, H. E., 1994, Microthermometric investigation: Th and Tm. Practical and theoretical aspects. In Fluid Inclusions In Minerals : Methods and Applications, ed. B.

Del Moro, A., Puxeddu, M., Radicati di Brozolo, F. ve Villa, M., 1982, Rb-Sr and K-Ar ages on minerals at temperatures of 300-400°C from deep wells in the Larderollo geothermal field (Italy). Contr. Miner. Petrol. 81,340-349.

Goko, K., Kodama, M., ve Nobumoto, R., 1995, Geothermal exploration and development of the Ogiri field in the Kirishima geothermal area. Resource Geology 45, 377-390.

Kodama, M., ve Nakajima, T., 1988, Exploration and exploitation of the Kirishima geothermal field. Journal Of The Geothermal Energy Association 25, 201-230.

Sasada, M., Sawaki, T. ve Takeno, N., 1992, Analysis of fluid inclusion gases from geothermal systems, using a rapid scanning Quadrupole Mass Spectrometer. European Journal of Mineralogy 4,895-906