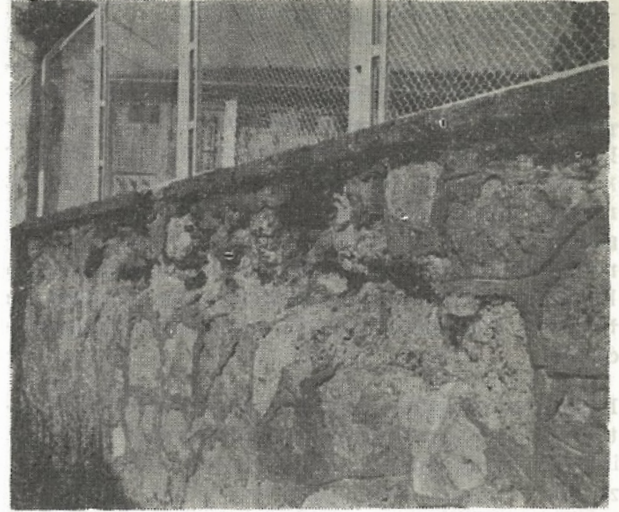


zunmuş ve dayanıksız olabilir. Aynı bölgede bile, yüzeyde bulunma, yeraltı suyu ile ilişki gibi nedenlerle aynı kayaç farklı fiziksel özellikler gösterir. Bu örnekleri çok daha fazıılaştırabiliriz. Örneğin, «Ankara Taşı» olarak bildiğimiz andezit sağlam bir kayaç olarak bilinir ve bundan ötürü kaldırım taşı olarak kullanılır. Bu nedenle doğal olarak yapılarımızda da kullanılır. Oysa bu kayacın bile ne denli dayanıksız ve çürük olabileceğini hiç düşünmemiş veya ihmal etmişizdir. Geçtiğimiz yıllarda Ankara - Mamak - Keçikıran'da andezitler üzerinde kurulmuş bir yerleşim bölgesinde bir heyelan olmuştur. Bu heyelanın oluşumunda şüphesiz başka nedenler de vardır fakat asıl neden sağlam deyip geçtiğimiz andezitlerde zamanla oluşan bozunmayı dikakte almayışımızdır. Bu da kayacın jeoteknik özelliklerini olumsuz yönde etkilemiştir. Başka bir örnek ise, Ankara'da bir elektrik trafosunun çevresindeki duvarda kullanılan andezitlerin durumudur (Şekil 1). Bir kısmı tamamen bozunmuş olmasına karşın, diğer bir kısım andezit sapaşlam durmaktadır. Ama görünen duvarın çökmek üzere olduğudur.

Burada amacımız, jeolojiyle uğraşanlara, kayaç bozunmasının ve sağlamlığının yere ve duruma göre değişkenlik göstereceğini bir kere daha hatırlatmaktır. Böylece yapı malzemesi seçiminde, yapıların zeminlerinin incelenmesinde, maden işletmelerinde, şev açısının seçiminde, heyelan bölgelerinin



Şekil 1 — Andezit bozunması.

nedenlerinin araştırılmasında geni kanırlarla sonuçta varmanın sakıncalı olabileceğini hatırla tutarak, arazide ve laboratuvarında kaya ve zemin mekaniği incelemelerinin yapılması gerektiğini söyleyebilmeliyiz. Bu davranışla, bırakın projelerin binlerce lira zarara girebileceğini düşünmeyi, en azından jeolojiyle uğraşımız nedeniyle kendimize saygımız artacaktır.

## Krafla ve Reykjanes (İzlanda) Jeotermal Sistemlerinde Su-Kayaç İlişkileri

A.E. Sveinbjornsdottir

Çeviri :

A. İhsan GEVREK ve Mehmet ŞENER. MTA Genel Müdürlüğü, Petrol ve Jeotermal Enerji Dairesi, Ankara.

Krafla ve Reykjanes jeotermal sahasında iki farklı hidrotermal alterasyon bulunmaktadır. Her iki saha da yüksek sıcaklığa sahip olup, nisbeten sığ derinliklerde yeraltı sıcaklığı 200°C üstüne çıkmaktadır. Bu sahalardaki alterasyon dağılımları, jeotermal akışkanların farklı olmasına karşın birbirine çok benzemektedir. Deniz suyunun etkisiyle derinlerde sirkülasyon yapan akışkana sahip Reykjanes hidrotermal sistemi yüksek oranda tuz içerirken

(Cl : 19,260 ppm), Krafla jeotermal sistemindeki akışkan tuzlu olmayıp meteorik sudur.

Londra I.G.S.'de yapılan oksijen izotop ölçümlerine göre, Krafla jeotermal sahasında hidrotermal alterasyonun etkilediği kayaç ile sirkülasyon yapan akışkan arasında çok yoğun oksijen izotop değişimleri olduğu ortaya çıkmıştır. Bu değişim reaksiyonları, kayaçta %10 görülmüne karşın akışkanın izotopik bileşiminde çok büyük etki yapmıştır. Krafla sahasında su/kayaç oranı çok yüksektir (Atomik oran : 10-20). Krafla jeotermal sahasının hidrotermal akışkanındaki yerel çökeltimlerden türeyen oksijen ve döteryum ölçümleri  $\lambda^{18}O$  : — % 11,9 ve  $\lambda D$  :

J. Geol. Soc. London. Cilt. 140, s. 549-550'deki Water-rock interaction in Krafla and Reykjanes geothermal systems, Iceland adlı makalenin çevirisidir.

—%86,8 dir. Krafla rezervuarındaki hidrotermal akışkanın yaklaşık 100 km güneyindeki Vatnajökull (İzlanda'nın en geniş buz örtüsü) dan türediği görüşü tartışmalıdır. Krafla KJ-7 kuyusunun değişik derinliklerinde yapılan kuvarsın oksijen izotop ölçümleri  $\lambda^{180}$  : —%0,9-7,7 olup kalsit için bu değerler  $\lambda^{180}$  : —%3,6-9,2 dir. Bu değerlere göre her iki faz mevcut saha sıcaklığı hidrotermal solüsyon ile dengededir. Yalnız bir örnekte kuvars ve kalsit indisleri birlikte yapılabilmektedir. Kalsit ve kuvars ile hesaplanan denge sıcaklığının mevcut saha sıcaklığı ile benzerlik göstermesi, izotopik dengeyi desteklemektedir.

Reykjanes sahasında analiz edilen hidrotermal alterasyona uğramış kayalar, hidrotermal akışkanın izotopik reaksiyonları sonucu yüzeyde bulunan bazaltlara nazaran daha hafiftir (%2-3). Ancak bazaltik kayaç ile deniz suyunun yaklaşık 300°C deki ilişkileri sonucu bazaltik kayaçta  $O^{18}$  zenginleşmesi olur. Reykjanes kayacının izotopik bileşimine göre, sirkülasyon halindeki akışkanın ilksel konumu günümüzden daha hafiftir (daha meteoriktir). Saptanan  $\lambda^{180}$  : —%1,08 dir. Reykjanesde açılan KN-8 kuyusunun değişik derinliklerinde hidrotermal olarak büyüyen kuvarslarda ( $\lambda^{180}$  : %4,6-7,7) yapılan incelemelerde akışkanın, şu anda sistemde bulunan akışkana nazaran daha hafif olduğu saptanmıştır.

Bunun yanında kalsit ( $\lambda^{180}$  : %6,5-12,8) mevcut sıcaklıkta, mevcut akışkan ile dengededir. Reykjanes suları izotopik olarak heterojen olup derinlik arttıkça deniz sularının karışımı ile izotopik ağırlık artmaktadır. Bu sonuçlar kuvars ve kalsitin izotopik denge oranlarının farklı olduğunu yansıtır. Kalsit 200°C nin altındaki sıcaklıkta izotopik olarak dengelenmesine karşın, çok küçük kuvars taneleri yaklaşık 600°C sıcaklıkta çok zor olarak izotopik dengeye ulaşır.

İzotopik verilere göre Krafla jeotermal sahasındaki sistem şu andaki koşullar ile izotopik dengededir. Reykjanes sahasında kalsitin yeniden dengelenmesi için gerekli zaman bulunmaktadır. İzotop sonuçları, mineral toplulukları ile sıvı fazın termodinamik denge hesaplarının gerekliliği vurgulanmıştır.

İzlanda'daki verilere göre alterasyon fazlarının aktivite diyagramları çizilerek mikroprob incelemeleri yapılmıştır.

Aktivite diyagramlarının yorumlanması sonucu Krafla sahasında derin kesimlerde akışkan klorit ve aktinolit ile dengededir. Epidot alt kısımlarda duraylı üst kısımlarda yarı duraylıdır. Reykjanes sahasında ise alt kısımlardaki hidrotermal minerallerin iyon konsantrasyonları üst kısımlara göre daha duraylıdır. Bu durum izotopik verilerle elde edilen heterojen akışkana uyumlu destek sağlamaktadır.

## Dünya'da ve Türkiye'de Kükürt Üretimi ve Geleceği

Kadir SARIİZ Anadolu Üniversitesi, Maden Müh. Böl., Eskişehir.

### GİRİŞ

19. yüzyıldaki endüstri devrimi ile kükürt tüketiminde büyük artışlar olmuştur. Doğal kaynaklardan başka, pirit ve pirotinin ısıtılmasıyla elde edilen  $SO_2$  ve sülfürik asitten de elementer kükürt kazanılmaktadır. Gips ve anhidrit, çeşitli işlemlerle sülfatlı gübre haline dönüştürülebildiği gibi, elementer kükürtün elde edilmesinde kullanılabilir. Bütün bu kimyasal işlemlerin yanısıra, rafineri ve baca gazlarından da kükürt üretiminde gelişmeler kaydedilmiştir.

Dünya kükürt üretiminin %88'i sülfürik asit (gübrede, kimyasal ürünlerde, titanyum ve diğer boyama maddelerinde, demir ve çelik üretiminde, yapay ipeklili kumaş ve filmde, petrolde, diğer endüstrilerde), %12'si de asit olmayan (lapa ve kağıt hamuru, karbon disülfür, dericilik, fotoğrafçılık, böcek ve mantar öldürücüler) ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Sülfürik asitin kullanım alanlarının bu kadar yaygın olmasının nedeni, ekonomik ve çok iş-

levli bir mineral asiti olması ve yerine kullanılabilircek daha ekonomik bir ürünün bulunmamasıdır.

1977 yılında, dünya yıllık üretiminin 1/3'ü olan 17 milyon ton kükürt, evaporitik kökenli kayalar içindeki elementer yataklardan elde edilmiştir. Elementer yataklar daha çok A.B.D. ve Meksika'da tuz diyapirleri üzerindeki takke kayaların içinde uzanmaktadır. Teksas'ta Permiyen havzasındaki anhidrit ve gips katmanları içinde, Sicilya'da evaporit ardalanmasında, Karpatlar'dan güney Polonya ve SSCB doğusuna dek uzanan Miyosen yaşlı jipslerde, SSCB'nin diğer evaporitlerinde ve Irak'ın Fars evaporitlerinde de bulunmaktadır. Endüstri mineralleri simpozyumunda Polonya, Irak, Batı Teksas ve Sicilya'daki yatakların bileşimlerinin birbirinin benzeri olduğu dikkati çekmiştir. Kükürt yataklarında genellikle kalsit ve elementer kükürt yanında, az miktarda sülfat minerallerinden selenit, söjestin ve barit bulunur. Yukarıda belirtilen yatak tipleri, *Desulfovibrio desulfuricans* anaerobik bakterilerinin, metabolitik işlevinden doğmuştur. Bu işlev hidrokar-