

Lağım Deliklerinin Delinmesinde Isıl Sondaj

Çağaday ODABAŞI(*)

1. GİRİŞ

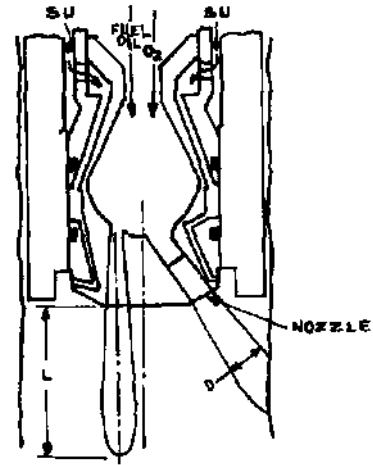
Yüksek ısı enerjisi ile kaya ve madenlerin delinmesi suretiyle lağım delikleri hazırlayabilmek için uzun süredir süregelen çalışmalar günümüzde belli bir aşamaya ulaşmış ve açık maden işletmeciliğinde sınırlı da olsa yerini almıştır. Bu yazımızda "ISIL SONDAJ" diye isimlendirilen lebi leceğimiz bu metod hakkında, aslında bir görgü ve tecrübeye dayanmayan, fakat bu konudaki yayınlardan ve metod hakkında görgü ve bilgisi bulunanlardan derlenen genel mahiyetteki bilgiler aktarılmaya çalışılacaktır.

Günümüzde kaya ve maden formasyonlarının eritilerek işlenebilmesi için gerekli enerji User, infra-ruj ve elektrik ısıları, elektron şüası ve çeşitli petrol ürünlerinin yakılmasıyla elde edilmektedir. Bunlar arasında halen en ekonomik olanı ve işlem kolaylığı sağlayan yüksek basınçtaki oksijen veya »kısıtlanmış hava ile fuel-oil'in yakılmasıdır. İlk uygulamaları 1930 yıllarında Almanya'da yapılan ısı sondaj, metod olarak gelişmesini II. Dünya Savaşından sonra yapmıştır. Oksijen veya sıkıştırılmış hava ile fuel-oil'in yakılması suretiyle elde edilen yüksek ısı sayesinde özellikle kuartz gibi çok sert formasyonlarda yüksek delme hızlarına ulaşılabilmiştir. Metodun gelişmesinde en büyük etken, geçmiş dönemlerdeki petrol ürünleri fiyatlarının çok düşük seviyede olması ve fuel-oil'in oksijen veya basınçlı hava ile yakıldığı roket-jet hamaçlarının (Şekil 1) geliştirilmesi olmuştur.

Isıl sondaj işlemi patentli bir metod olup, esas ola-

rak kayaların ısı yardımı ile ayrıştın lmasından ibarettir. Kayanın mevzii olarak ısıtılması esnasında ısı I bir baskı oluşur. Isı tatbikiyle elde edilen bu basınç alevin tesir sahası içerisinde bir ayrışma meydana getirir. Daha öz bir deyimle ısı sondaj işleminin uygulanabilmesi, kayaların ısıya karşı gösterdikleri kritik ayrışma mukavemetinin yenilmesine bağlıdır. Bu mukavemet doğal olarak kayadan kayaya farklılıklar göstermektedir.

Genellikle taşların ihtiva ettiği mineraller, taşın kendisine nazaran daha düşük bir ısı tatbikiyle daha iyi bir genleşme ve aynıma kabiliyetine sahip-



L: ALEV UZUNLUĞU
D: ALEV ÇAPİ

Şekil 1. Hamaç kesiti

(*) Maden Mühendisi

tir. Bu nedenle, ısı sondaj işlemiyle delinmek istenen taş içerisinde, daha düşük bir ısı tatbikiyle daha kolay ayrışıp genleşebilen minerallerin yüksek oranda bulunması işlemin verimini artırır. Bir formasyonun mesela kuartz muhtevasına sahip olması iyi bir parçalanma veya ayrışmanın delili değildir, önemli olan bu formasyondaki kuartz muhtevasının oranıdır, özet olarak, kayaların ısı sondajla delinerek lağım deliklerine ve ısıya karşı kritik ayrışma mukavemetlerine doğrudan bağlıdır. Tecrübeler 400°C sıcaklığın kayaların aynymasına yeterli olduğunu göstermiştir.

Ayrışma suretiyle iyi bir parçalanma kabiliyetine sahip olan teşekküller tektonit, kuarsit, dolomit, granit, gre, riyolit, diabaz; az ve zor aynışan başlıca kaya çeşitleri arasında balazt, anortosit, siyenit, granodiorit, ve kalker sayılabilir.

Isıl ayrılma tatbik edilen ısı ile ilgili olduğundan başlangıçta yüksek saflıkta oksijen kullanılmıştır. Daha yüksek kompresör basınçlarının eklenmesiyle daha ucuz olduğu için zamanla oksijenin yerini sıkıştırılmış hava almıştır. Böylece, yüksek hava basıncı delik dibindeki ayrılmış ve erimiş taneçiklerin dışarı atılmasını danada kolaylaştırmıştır. Ancak, az ve zor aynışan formasyonlarda gene de oksijen kullanmak gerekebilmektedir. Sıkıştırılmış hava ile elde edilen alev sıcaklığı 2000° C, oksijen ile elde edilen alev sıcaklığı 3000° C civarındadır. Kuarsitte 10 inch çapındaki delikte sıkıştırılmış hava-fuel oil karışımıyla 80 feet/saat'lik sondaj hızına ulaşılmıştır.

Hamlaç ısı sondajın anahtarıdır. İyi bir hamlaç dizaynı verimli bir işlem için elzemdir. Yakıt-hava karışımı hamlacın yanma odasında basınç etkisiyle atomize olarak hareket eder. Hamlaçtaki püskürtücü uçlar (nozzle) yakıt-hava karışımının çıkış hızını artırır, yanmayı fevkalade hızlandırır ve alevin yayılmasını şekillendirir. Hamlacın dış yüzeylerinin aşın ısınmasını, hamlaç içerisinde oluşan soğutma suyu önler. Soğutma suyunun enjeksiyonu ile meydana gelen su buharı delik dibindeki ayrılmış ve erimiş parçaların dışarı atılmasını da sağlar.

Basıncı hava-fuel oil hamlaçlarında, hava basıncı 100 PSI'dir. Alev sıcaklığı 2000° C'yi aşmadığı halle bu hamlaç iyi ayrışan granit ve kuarsit gibi formasyonlarda ve Özellikle 10 inch'ten geniş deliklerde ideal bir hamlaçtır.

2. ISIL SONDAJIN UYGULAMA ÇEŞİTLERİ

Isıl sondaj şu üç şekilde uygulanmaktadır:

1. Basit bir sehpa yardımıyla insan gücüyle (Manual Piercing): Bu tesisat basit bir üç ayaklı sehpa, hamlaç, borular, hortumlar ve bir yakıt ikmal ekipmanından oluşur. Böyle bir tesisatın değeri 1972 fiyatlarıyla 2500 dolar, sarfiyatı ise saatte 15 dolar civarındadır. Ancak kolay aynışan formasyonlarda küçük çaplı ve sığ delikler için elverişlidir.
2. Dairbeli mekanik sondaj makinaları gibi, makina gücünden de yararlanan basit bir mekanik tertibatla (Suspension Percing): Yaklaşık 30.000 dolarlık bir yatırım gerektirir. Rotari delmedeki gibi yüksek hareket kabiliyetine sahip değildir. Bu şekilde yapılan sondaj fiyatları ile rotari sondaj fiyatları aynı unsurlardan etkilenir. Yaklaşık saatte 70 dolarlık bir sarfiyatı vardır. Bu sarfiyat elde edilen 1 ton kırılmış kaya maliyetine 15 cent'lik bir katkı yapar. Kolay ayrışan formasyonlarda ve en çok 200 feet derinliğindeki delikler için uygundur.
3. Bir rotari sistem ile birlikte (Rotary Piercing): Bir rotari delme makinasına ilave olarak, oksijen veya basınçlı hava ve su ikmal ekipmanından oluşur. Bu ilave ekipman yaklaşık 20-25.000 dolarlık bir tesis masrafı gerektirir. Böyle bir sistemin saatte 30-35 dolarlık bir sarfiyatı vardır. Aşağıda Tablo 1'de bir rotari ısı sondaj işleminin yaklaşık maliyet yüzdeleri verilmiştir.

TABLO 1

Oksijen96 31,0
İşçilik	# 14, 4
Lisans Ücreti	% 11,0
Fuel-oil9610,0
Güç961,3
Donatım ve Bakım	% 28,3
Su964,0

96100,0

1966'da ABO'de 37 adet rotari ısı sondaj sistemiyle yılda yaklaşık 100 milyon ton takonit ve jasper istihsal edilmiştir.

3. PERFORMANS

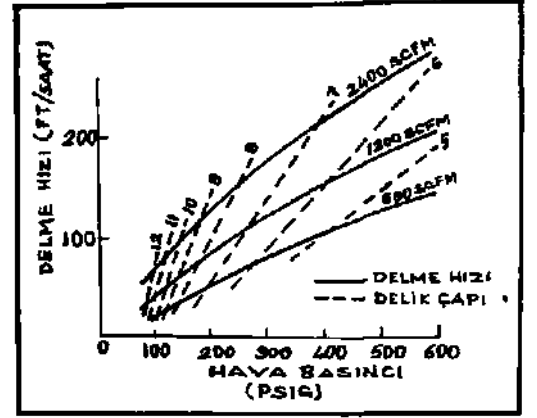
Isıl sondajın performansı kaya veya madenlerin ayrışma-parçalanma karakterlerine bağlıdır. Özellikle kayalar çok defa fiziksel kompozisyon ve stüktür bakımından aşırı kararsızlık ve değişkenlik gösterirler. Bu kararsızlık ve değişkenliğe bağlı olarak ısıl sondaj performansı da değişiklikler gösterir. Bu nedenle işlenecek kaya veya cevherdeki gerçek parçalanma-ayrışma karakteristiğinin tespiti amacıyla işlem öncesi yapılan laboratuvar testlerinin önemi performansı artırıcı önlemlerin yeterince alınabilmesi bakımından çok büyüktür.

Tablo 2'de oksijen-fuel oil hamlaçlarıyla yapılan sondajlarda, işlemin her üç uygulama şekline ait ve çeşitli formasyonlardaki ortalama ilerleme hızları verilmektedir.

Ayrıca, hamlaç kapasitesinin de isabetli olarak seçimi performans üzerinde oldukça etkilidir. Mesele, yüksek parçalanma-ayrışma kabiliyetindeki takonitte 10.000 cf/saat kapasiteli bir hamlaç ile 23 ft/saat, 12.000 cf/saat kapasiteli bir hamlaç ile 27

ft/saat, 13.500 cf/saat kapasiteli bir hamlaç ile 31 ft/saat, 16.000 cf/saat kapasiteli bir hamlaç ile 37 ft/saat'lik delme hızları elde edilir.

Şekil 2 hava fuel-oil hamlaçlarıyla gre, dolomit ve kuartsitte çeşitli delik çaplarında ve şartlarındaki delme hızlarını göstermektedir.



Şekil 2

TABLO 2

	Rotan	Suspansion	Manuel
Ortalama Delik Çapı (inch)	9,5	8,0	2,0
Min. DeHK Çapı (inch)	6,5	5,0	1,25
Fuel-Oil sarfiyatı (galon/saat)	36,0	36,0	6,0
Oksijen sarfiyatı (CF/saat)	10,000	10,000	1,000

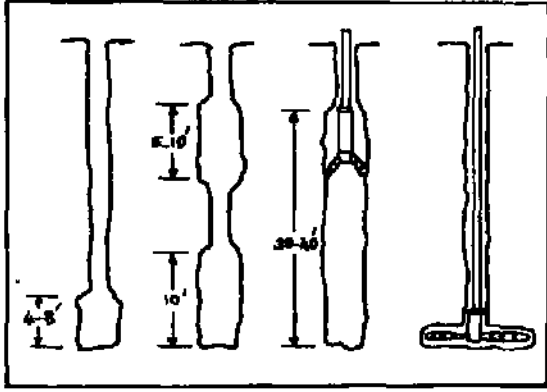
FORMASYON

DELME HIZI (FT/saat)

Okside ve altère olmuş takonit	14	—	—
ArduvazTakonit	10-15	5-10	—
Jasper	19-40	5-15	—
Spekularit	23-40	-	50-70
Kuartsit	30-40	-	70-80
Diorit	12	—	—
Dolomit	20-35	20-30	35-40
Granit	20-50	10-30	25-50
Kalker	-	20	45-50
Riyolit	-	15	—
Dıabaz	-	-	15-20
Demir Cevheri	-	-	25-50
Granit-Cnays	-	-	35-40

4. LAĞIM DELİKLERİNİN ŞEKİLLENDİRİLMESİ

Isıl Sondaj metodunun kendine has en önemli avantajı, uygun hamlaçlar kullanmak ve böylece alev boyunun küçültülüp büyütülmesi suretiyle lağım deliklerinin arzu edilen seviyede genişletilip şekillendirilmesidir. Şekil '3'de çeşitli delik şekilleri gösterilmektedir.



Şekil 3. Çeşitli delik çeşitleri

Deliklerin yukarıdaki gibi delinmesiyle;

1. Ayna diplerindeki zor ve çetin tırnakların giderilmesinde daha iyi sonuç alınması,
2. Aynı işin, mekanik olarak açılanın yaklaşık adet olarak yankadar delik delinerek yapılabilmesi,

3. infilak şiddetinin daha iyi dağılması,
4. Delik tıkanmalarının yok denecek kadar az olması sağlanır.

Düşey alevli hamlaçlar daha yüksek bir delme hızı istenen durumlarda kullanılırlar. Deliğe şekil veren hamlaçlar ise yatay alevli hamlaçlardır.

Ancak, çok zor delinebilen sert formasyonların delinmesinde büyük üstünlük sağlaması nedeniyle sınırlı bir uygulama alanı bulabilen bu metodun, petrol fiyatlarının başdöndürücü bir hızla arttığı günümüzde bundan böyle daha da sınırlı bir uygulama alanı bulmasının kaçınılmaz olacağı muhakkaktır.

KAYNAKLAR

1. Eugene P.Pfleider, George B. Clark, Howard L. Hartman, Adolph Soderberg, Surface Mining 1968(1972).
2. Arthur B. Cummins, Ivan A. Given, SME Mining Engineering Handbook, Volume 1, 1973.
3. Bonsall AX. Calaman J.J. Hoelzlhammer J., New Developments in Unde Jet Piercing, Proc. 27 th. Annual Mining Symposium, University of Minnesota. 1966.