

DELME PARAMETRELERİN OTOMATİK KAYIT YÖNTEMLERİ VE UYGULAMALARI

Yadigar V.MÜFTÜOĞLU (*)

ÖZET

Bu bildirinin konusu; delme hızı, baskı, dönme hızı, dönüş momenti, sondaj sıvısı basıncı ve tijler boyunca geri yansıyan darbe enerjisi gibi delme parametrelerinin kayıt edilmesi ile ilgilidir. Konuya ilişkin olarak, elmaslı sondajlarla birlikte gevşetme delikleri sondajı üzerinde arazide yapılan çalışmalar anlatılmakta ve ayrıca sondaj makinası performansının sürekli kayıt edilmesinden elde edilen veriler sunulmaktadır.

ABSTRACT

This paper deals with the monitoring of drill parameters such as penetration rate, thrust, rotary speed, torque, flushing water pressure and percussion energy reflected back through the drill stem. It describes the field work on the exploration diamond drilling as well as production blasthole drilling and furthermore it presents data obtained through the continuous monitoring of drill performance.

* Yrd. Doç. Dr., H.Ü. Zonguldak Müh. Fak., Maden Müh. Böl. ZONGULDAK

1. GİRİŞ

Bir maden işletme projesinin planlama aşamasında örtü ve çevre katmanlarının çeşitli özelliklerinin belirlenmesi, güvenli ve ekonomik bir işletmecilik için çok önemlidir. Arama ve belirleme safhalarında toplanan verilerin kahte ve miktarı, projenin tasarım ve uygulanmasında kritik bir etkidir. Madencilik ve diğer endüstrilerde karotsuz sondajlar yaygın olarak kullanılan bir araştırma yöntemidir. Bu yöntem uygulanabilirlik açısından ucuz ve kısa sürede sonuç vermesi açısından avantajlı olmasına karşın; elde edilen verilerin sınırlı, yetersiz ve kalitatif oluşu önemli bir dezavantajdır. Diğer araştırma yöntemleri örneğin kuyu jeofiziği ve diğer jeofiziksel yöntemler de yeraltındaki kaya birimlerinin karakterize edilmesinde başarı ile kullanılabilirler. Bu yöntemler giderek yaygınlaşmasına karşın, uygulama maliyeti ve gerekli süre temel dezavantajlarını oluşturmaktadır. Diğer yönden bir çoğu için sondaj gereklidir.

Sondaj makinalarının performanslarının sürekli olarak kayıt edilmesinden sağlanan bilgilerin uygun bir şekilde derlenmesinden önemli ve yararlı veriler elde edilebilir. Sondaj makinasının kullanımına ilişkin parametrelerin etkisi normalize edildiğinde, makina performansının delinen formasyonun özelliklerini yansıtacağı şüphesizdir. Kayıt edilecek delme parametreleri sondaj makinasının tipine bağlı olup; bunlar örneğin, ilerleme hızı, matkaba uygulanan baskı, devir sayısı, sondaj sıvısı basıncı ve tijlerden geri yansıyan darbe enerjisidir. Bu parametrelerden kaya türü, litoloji, dayanım ve çatlakların konum, aralık ve açık veya kapalı olması gibi çeşitli özelliklerin belirlenmesinde yardımcı ve tamamlayıcı bir veri kaynağı olarak yararlanılabilir. Bu delme parametrelerinin kayıt loglarına dayanarak bir değerlendirmesini yapmadan önce, bunların aynı formasyona ait karotlar ile direkt korelasyon ve kalibrasyonunun yapılması gerekir. Böylece aynı sahada yapılması gereken karot sondajları sayısının azaltılması ve diğer araştırma yöntemleri ile toplanan verilerin güvenilirliklerinin de arttırılması mümkün olabilecektir. Bu nedenle sondaj makinalarının performansına ilişkin delme parametrelerinin etüdü konusuna ilgi giderek artmaktadır. Darbeli deliciler sığ derinlikler için yeterli olabilmekte, fakat daha derin sondajlar için döner (rotary) sondaj makinaları gerekmektedir. Delme parametrelerinin etüdü konusunun maden, jeoteknik ve inşaat mühendisliğinde ortak uygulama alanları genel olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Örtü tabakası içinde ana kayanın derinliği, farklı özelliklere sahip tabakaların belirlenmesi, fay, oyuk gibi bilinen jeolojik düzensizliklerin konumlarının tesbiti.
2. Formasyonların dayanım, sertlik, ayrışma derecesi, katmanlaşma ve eklem gibi süreksizliklerin dağılımının belirlenmesi.

3. Zeminin kazüabilirlik, gevşetilebilirlik etüdünde, kaya saplması ve tahkimat projesi tasarımında ve ayrıca çimento dolgu enjeksiyonu gibi çeşitli inşaat projelerinde kullanılmak üzere yardımcı verilerin sağlanmasında.

Diğer kullanım alanları ise, değişik matkap tiplerinin performans analizi ve sondaj makinası operatörlerinin eğitimi şeklinde özetlenebilir. Ayrıca elmaslı sondajlarda düşük karot verimi nedeniyle özelliklerinin saptanması güç olan zayıf kaya birimlerinin incelenmesinde, bu zonlara ilişkin delme parametrelerinin etüdü ile bu tür sorunlara çözüm bulunabilir. Günümüzde, gerek darbeli ve gerekse döner sondaj makinalarının performansını sürekli ve otomatik şekilde belirleyebilecek kayıt cihazları geliştirilmiş olup, ticari olarak kullanıma arz edilmiştir (1, 3).

2. MEVCUT ARAŞTIRMALAR

Madencilik endüstrisi için konu henüz yeni olmasına karşın, petrol sondajcılığında bir hayli eskilere dayanan bir geçmişe sahiptir. Petrol sondajlarında delme parametrelerinin sürekli kayıt nedeni zemin özellikleri ile korelasyondan ziyade, sondajın emniyetle ve etkin bir şekilde sürdürülmesi ve ayrıca aynı sahada daha sonraki sondaj çalışmalarının yürütülmesine yardımcı olabilecek önemli donelerin derlenmesine yöneliktir. Sondaj makinası performansının delinen formasyon özellikleri ile korelasyonu konusunda, gerek laboratuvar düzeyinde ve gerekse arazide yapılmış bazı araştırmalar mevcuttur. Bunlardan Fish, laboratuvarında bazı tortul kayalar üzerinde yaptığı deneyler sonucunda, matkaba uygulanan yükün delme hızına olan oranı ile kayaların tek eksenli basınç dayanımları arasında doğrusal bir ilişki gözlemiştir (4). Brown ve Phillips sondaj makinalarının performansının sürekli kayıt işleminin çeşitli yöntemlerle yapılabileceğini ve bunun da tünelcilik araştırmalarında hayli yararlı olabileceğini belirtmişlerdir (5). Leighton ve arkadaşları matkaba uygulanan baskı kuvvetinin ilerleme hızına oranından oluşan bir kaya kalite indeksi geliştirip, bunu bir bakır açık işletmesinde, cevher üretim kazısında yararlanılan gevşetme deliklerinin düzenlenmesi ve gerekli patlayıcı madde miktarının belirlenmesinde başarı ile kullanmışlardır (6). Schmidt arazide darbeli sondaj makinası ile yirmibeş ayrı kaya türü için yaptığı delinebilirlik çalışmasında, tek eksenli basınç dayanımı ile delme hızı arasındaki ilişkiyi araştırmıştır (7). Paone ve Madson ise, elmaslı karot matkapları ile delinebilirlik üzerine yaptığı arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda, delme hızı ile tek eksenli basıncı dayanımı ve çekme dayanımı arasında üstsel bir ilişkinin olduğunu gözlemiştir (8). Diğer araştırmalarda ise genellikle

darbeli sondaj makinalarının performansına ilişkin delme parametrelerinden yararlanarak; kayaların sınıflandırılması, oyuk, çatlak sıklığı, çatlak dolgu maddesi, sertlik ve ayrışma derecesinin belirlenmesi ve ayrıca bazı büyük inşaat projeleri için gereken zemin özelliklerinin tesbiti, çimentolama ile zemin özelliklerinin iyileştirilmesi çalışmalarının planlanmasında başarılı sonuçlar elde edilmiştir (9, 13).

3 SONDAJ MAKNASI PERFORMANS ETÜDÜNDE DELME PARAMETRELERİ

Sondaj işlemi boyunca derinliğin fonksiyonu olarak her bir anlık süre içindeki değişimlerin de algılanarak, delme parametrelerinin sürekli kayıt edilmesi ile elde edilecek olan delme makinası performansı, delinen zeminin özelliklerini yansıtacaktır. Kayıt edilmesi gereken parametreler sondaj makinasının türüne (darbeli veya döner oluşuna göre) ve yapılan çalışmanın amacına göre değişir. Bunlar delme hızı, matkaba uygulanan baskı, dönüş momenti (torque), matkap devir sayısı, sondaj sıvısı basıncı ve delinen formasyondan geri yansıyan darbe enerjisidir.

3.1. Delme Hızı

Delme hızı, delinen formasyon içinde matkabin enstantane ilerleme hızı (instantaneous penetration rate) olup, genellikle metre/saat birimiyle ifade edilir. Delme hızındaki değişimler ile formasyonun litolojik, dayanım ve diğer fiziksel, özelliklerinin korelasyonu dikkate alındığında, bu parametrenin ne kadar önemli olduğu görülebilir. Delme hızı loglarında bu tür özellikleri belirlerken kullanılan matkap türü, kırıntılarının temizlenmesinde kullanılan su veya havanın basınç düzeyi, baskı, dönüş hızı ve momenti gibi faktörlerin etkisinin dikkate alınması gerekir. Yani sondaj makinasının kullanımına ilişkin parametrelerin etkisini normalize ederek, diğer bir deyişle aynı tip matkaplarla çalışmak, uygulanan baskı ve devir sayısını normal çalışma koşulları içinde belirleyerek, gerekmedikçe bunların değiştirilmesinden kaçınmak şeklinde özetlenebilir. Böylece standardize edilmiş bir sondaj sonrası elde edilen delme hızı logundaki değişimler formasyonların çeşitli özelliklerini belirlemede kullanılabilir. Bu işlem öncesi, delinen formasyonların jeolojik yapıları ve çeşitli fiziksel özelliklerinin öncelikle aynı sahada yapılan elmaslı sondaj sonrası elde edilen karotlar ile belirlenmesi yani delme parametrelerinde görülen anomalilerin formasyonların çeşitli özellikleri ile kalibrasyonu gerekir. Sığ derinliklerde ve normal çalışma koşulları altında, bazı formasyonlarda döner, darbeli veya elmas matkaplı karot sondajları için

karakteristik delme hızı değerleri Çizelge 1'de verilmektedir. Bu çizelgede yer alan sayısal veriler kesin değerler olarak nitelendirilmeli, bunların verilişindeki amaç konu üzerinde genel bir fikir vermektir.

Çizelge 1 — Formasyon türüne göre karakteristik delme hızları

	Sığ derinlikler için karakteristik enstantane delme hızı (m/s)	
	Döner veya darbeli sondaj	Elmas matkaplı karot sondajı
Çok sert kaya örnek=Sert granit	10 - 20	<h
Sert kaya örnek=sert kalker, kumtaşı	20 - 50	4 - 6
Orta sert kaya örnek=az derecede ayrılmış, çatlaklı kalker, kumtaşı	50 - 100	6 - 10
Orta zayıf kaya örnek=orta derecede ayrılmış çatlaklı kalker, kumtaşı	100 - 350	10 - 20
Zayıf kaya örnek=tebeşir, ileri düzeyde ayrılmış kumtaşı	350 - 450	>20
Toprak, kum	450 - 600	-
tçi boş oyuklar örnek=kalker içinde karstik boşluklar	>600	-

3.2. Baskı

Delme işleminde matkabın üzerine etkiyen aksel kuvveti tanımlar. Uygulanan baskı miktarı matkap ilerleme hızını etkilediğinden önemli bir parametredir. Delme hızı loglarının değerlendirilmesinde sağladığı kolaylık açısından, sondaj sırasında uygulanan baskı düzeyinin mümkün olduğunca sabit tutulması genelde arzu edilen bir durumdur. Derinliğin fonksiyonu olarak kayıt edilen baskı logları, aynı sahada yapılmış sondajların karşılaştırılmasında ve kaya kütlesi içindeki boşluk veya oyukların belirlenmesinde önemli bir parametredir. Matkap kaya kütlesi içinde bir oyuk içinde ilerlerken, baskı göstergesi pratik olarak sıfır şeklinde nitelendirilebilecek bir değere kadar düşer (1).

3.4. Matkap Devir Sayısı

Matkabın dönüş hızını tanımlar ve devir/dakika birimi ile gösterilir. Delme hızını etkilediğinden önemli bir parametredir. Belirli bir ilerleme hızına erişmek için, matkap devir sayısının artırılması düşük devir ilâ çalışırken gereken baskı miktarına oranla daha az baskı gerektirir.

3.5. Sondaj Sıvısı Basıncı

Sondaj sırasında deliğe basılan sıvının bağlı olduğu pompanın göstergesindeki basınç değişimleri formasyonun geçirgenlik (permeability) özelliklerini belirlemede kullanılabilir. Geçirgenliği çok düşük zonlarda örneğin killi formasyonlarda, sondaj sıvısı kaçaklarının olmaması nedeniyle pompa basınç göstergesi değerlerinde artış görülür. Geçirgenliği yüksek olan zonlarda, örneğin kumlu, çakıllı formasyonlarda veya içi boş bol çatlak içeren kaya kütlelerinde, pompa göstergesindeki değerlerde sondaj sıvısı kaybı nedeniyle azalma görülür. Bu nedenle sondaj sıvısı basıncı logu yüksek geçirgenliğe sahip zonların ve içi boş açık çatlakların belirlenmesine yardımcı olabilir.

3.6. Titreşim (Vibralog)

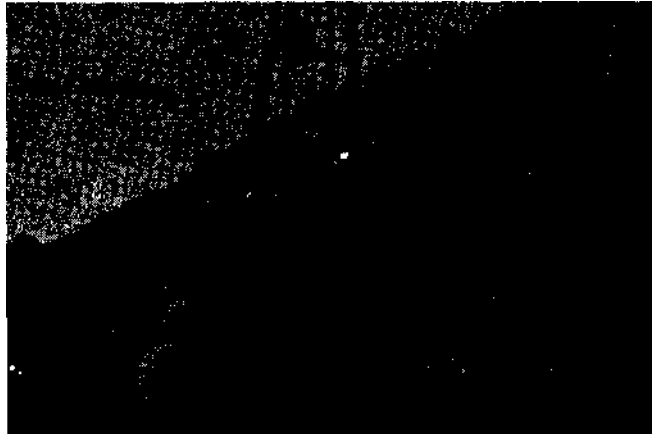
Darbeli delme prensibi ile çalışan sondaj makinalarında, darbe enerjisinin ancak bir kısmı kayanın yenilmesinde kullanılır. Geriye kalan kısmı ise titreşim şeklinde tijler boyunca geriye yansır. Delinen kayanın sertliği arttıkça geriye yansıyan titreşim enerjisi miktarı artar. Buna karşın yumuşak veya killi formasyonlarda ise, plastik davranış özelliğinden ötürü darbenin bir kısmı kaybolmakta (dumping effect) ve bunun sonucunda daha düşük titreşim değerleri elde edilmektedir. Diğer yönden içi boş çatlaklar, içi killi, dolu çatlaklara kıyasla daha yüksek titreşim değerlerine neden olmakta, dolayısıyla bu özellikten yararlanarak içi boş ve dolu çatlaklar ayırt edilebilmektedir (1).

4. SONDAJ MAKİNASI PERFORMANS ETÜDLERİ

Bu bölümde, yazar tarafından Kanada'nın Montreal şehrinde karot sondajları ve bir darbeli sondaj makinası üzerinde yapılan çalışmalar anlatılmaktadır. Bir inşaat projesinde zemin özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan, derinlikleri 4 ila 5 m arasında değişen elmas matkaplı karot sondajlarında; delme hızı, baskı ve sondaj sıvısı basıncı kayıt edilerek, elde edilen karotların bazı özelliklerinin bu parametreler ile korelasyonu araştırılmıştır. Bir kalker açık ocağında, darbeli sondaj makinası ile delinen 70 mm çaplı ve 15 m uzunluğunda toplam 8 adet gevşetme deliklerinin açılması sırasında elde edilen delme hızı loğları ile formasyonun çeşitli özelliklerinin korelasyonu araştırılmıştır.

4.1. Delme Parametreleri Kayıt Aleti

Delme parametrelerinin kayıt işleminde kullanılan alet, Jean Lutz firması yapımı olup, enstantane delme hızı, baskı, titreşim ve sondaj sıvısı basıncı gibi parametreleri sürekli ve otomatik bir şekilde ölçebilecek özelliktedir (1). Enstantane delme hızı, içinde optik bir kodlayıcı bulunan aygıt ile belirlenmektedir. Bu aygıt sondaj makinasının kulesine monte edilmekte ve aygıtın içinde yaylı bir makaraya sarılı durumda olan kablunun ucu sondaj makinasının morsetine (drill head) bağlanmakta, optik kodlayıcı ünite kablunun aşağıya çekilmesiyle tahrik edilmekte ve oluşan sinyal, işlenmek üzere kayıt ünitesine gönderilmektedir. Bu delme hız ölçeri kuleye monte edilmiş durumda Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1 — Kuleye monte edilmiş delme hız ölçeri

Baskı ve sondaj sıvısı basıncı ise pompa çıkışlarına yerleştirilmiş birer T-parçalarına monte edilmiş basınç ölçerler (pressure transducers) ile belirlenmektedir. Darbeli sondaj makinelerinde titreşim ölçmek için delme başlığı üzerine yerleştirilmiş bir akselerometre (accelerometer) kullanılmaktadır. Fakat bu araştırmada kullanılan akselerometrenin arızalı olması nedeniyle titreşim loğu alınamamıştır.

Yukarıda açıklanan delme parametrelerinin tümü 10 cm genişliğinde bir grafik kağıdı üzerine, herbiri değişik renkte olan kalemle, derinliğin fonksiyonu olarak kaydedilebilmektedir. Bu kayıt ünitesi Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2 — Delme parametreleri kayıt aleti

Kayıt derinliği için ölçek değerleri araştırmanın gereksinimine göre 1/10, 1/50 gibi istenildiği şekilde belirlenebilmektedir. Enstantane delme hızı loğu için kayıt aralığı, kullanıcı tarafından 1 ila 200 mm arasında seçilebilmektedir. Örneğin; 10 mm'lik bir kayıt aralığı seçilmiş ise enstantane delme hızı loğu her 10 mm ilerleme sonucunda elde edilen değerlerin ortalaması alınmak suretiyle kayıt edilecektir. Ayrıca, bu delme hızı loğu herbiri farklı ölçeklerle iki ayrı grafik şeklinde alınabilmektedir. Bir diyagramın maksimum ölçüm değeri hassas değerlendirme yapabilmek için düşük tutulurken (1 m/h, 10 m/h, 50 m/h gibi) ikinci diyagramın maksimum ölçeği ise daha yüksek değerler (1000 m/h veya 2000 m/h) için ayrılabilir. Bu özellik delinen formasyonun içinde karşılaşılabilecek çok za-

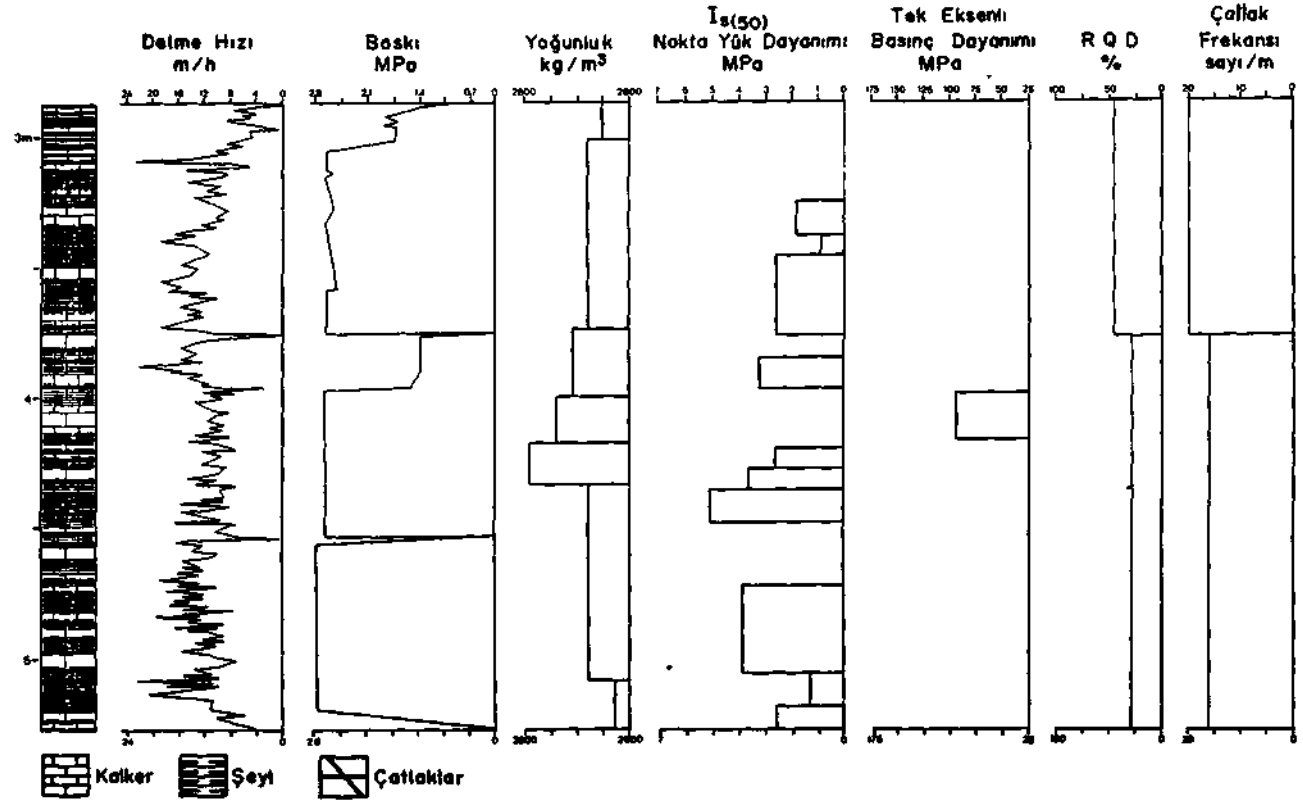
yif, yumuşak zonların veya oyukların belirlenmesinde hayli yararlı olmaktadır. Aksi takdirde, yüksek ilerleme hızına neden olan bu zonların güvenilir bir şekilde tesbiti hayli güçleşecektir. Tüm ölçme araçları ve kayıt ünitesi için gerekli enerji herhangi bir aracın aküsünden sağlanabilmektedir. Grafik şeklindeki loğların, istenildiği takdirde manyetik teyplere de kayıt edilebilmektedir. Bu manyetik teyplere kaydedilen veriler, mini bilgisayar yardımıyla çok daha kısa sürede ve detaylı bir şekilde değerlendirilip, istenilen formda kullanıcının hizmetine sunulabilmektedir (9, 10, 12).

4.2. Karotlu Sondajda Delme Parametrele -inin Etüdü

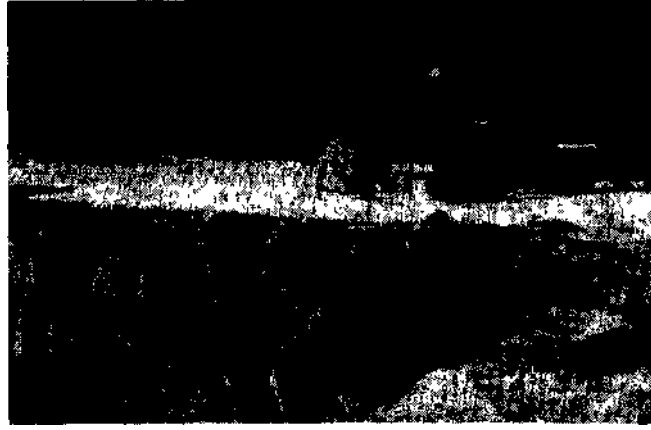
Montreal şehrinin Westmount bölgesinde yapılan 6 adet karotlu sondajda delme parametreleri ile delinen kalker formasyonunun çeşitli fiziksel özelliklerinin korelasyonu araştırılmıştır. Sondaj işlemi matkap dönüş hızı 600 devir/dakika ve sondaj sıvısı basıncı da 0,345 MPa (50 p.s.i.) gibi değerlerde sürdürülmüştür. 41,5 mm çapındaki karotlar taşlı elmas matkap kullanılarak alınmıştır. Karşılaşılan çatlakların etkisini araştırmak amacıyla enstantane delme hızı için kayıt aralığı 2 veya 5 mm seçilmiştir. Kalker gri-koyu gri renkli olup, kalınlıkları 20 ile 100 mm arasında değişen birçok düzensiz şeyi bandları içermektedir. Ayrıca içinde fosilce zengin kısımlar mevcut olup, genelde oldukça heterojen bir yapı arz etmektedir. Delme işlemi sonrası elde edilen karotların üzerinde yapılan ölçüm ve deneyler sonucunda, kuru yoğunluk, nokta yük ve tek eksenli basınç dayanımları belirlenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda elde edilen bir log örneği Şekil 3 de sunulmuştur. Şekilden de görüleceği üzere, bu örnekte incelenen kalkerde çok sayıda çatlak ve şeyi bandları mevcuttur. Karotlar üzerinde görülen çatlakların büyük bir bölümü şeyli kısımlar içinde bulunması, doğal çatlaklar ile sondaj sırasında veya sonradan oluşmuş çatlakların ayırt edilmesini oldukça zorlaştırmış olup, bu nedenle karotlar üzerinde görülen çatlakların büyük bölümü doğal çatlak olarak kabul edilmiştir. Karotlar üzerinde mevcut 37 çatlaktan 12 tanesi delme hızı loğunda görülen pik noktaları ile eşleşmektedir. Diğer yönden delme hızı loğunun düzensiz bir görünüm arz etmesi, formasyonun heterojen yapısını ve çok sayıdaki şeyi bandlarının varlığını simgelemektedir.

4.3. Darbeli Sondajda Delme Parametrelerinin Etüdü

Bir kalker açık ocağında, 15 m yüksekliğindeki bir basamakta delinen 8 adet gevşetme deliklerinin enstantane delme hızları kayıt edilmiştir. Ayrıca aynı basamakta, formasyonun detaylı bir jeoteknik



Şekil 3 Elmalı sondajda delme parametreleri

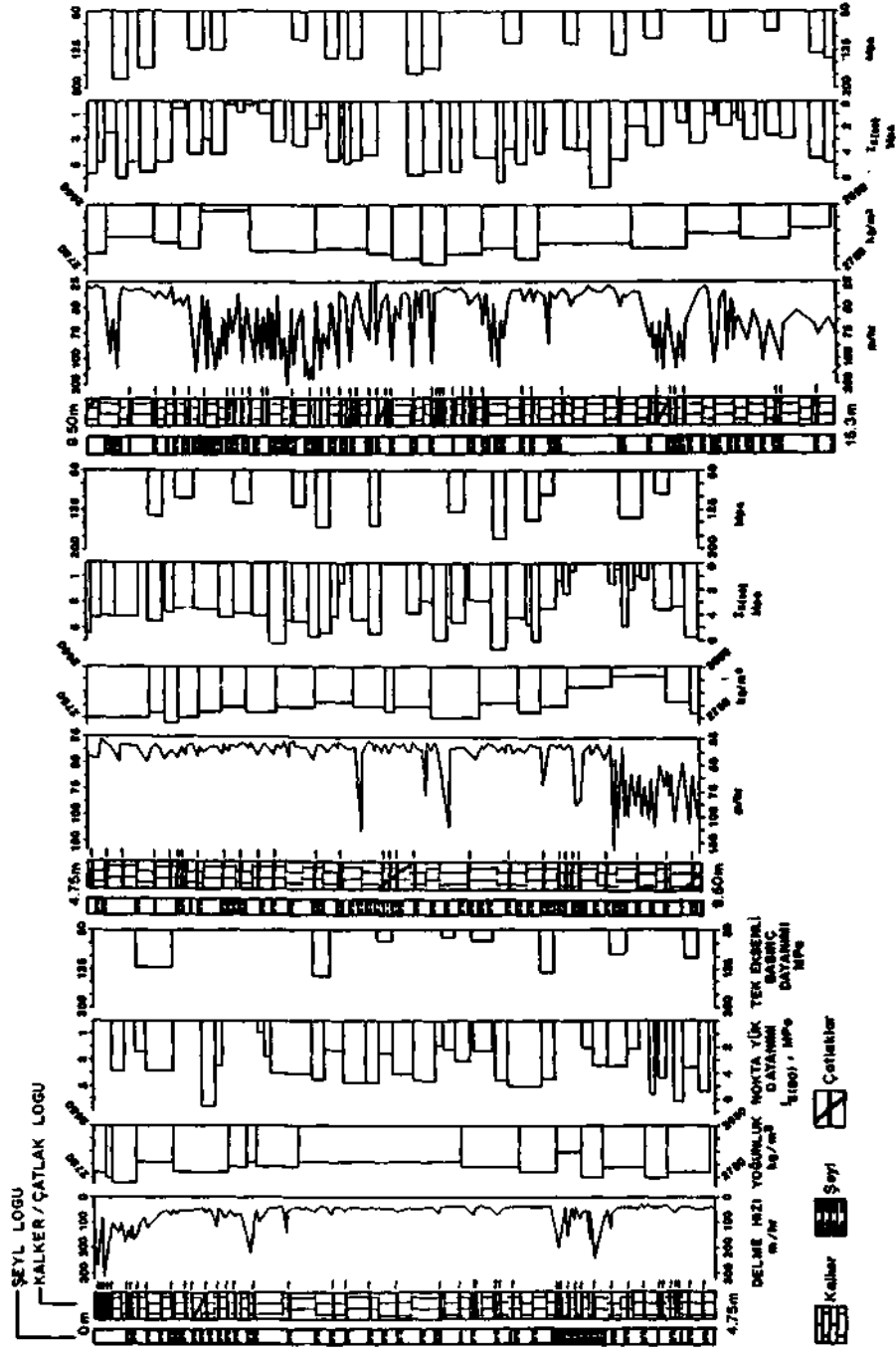


Şekil 4 — Darbeli (soldaki) ve karotlu sondaj makineleri

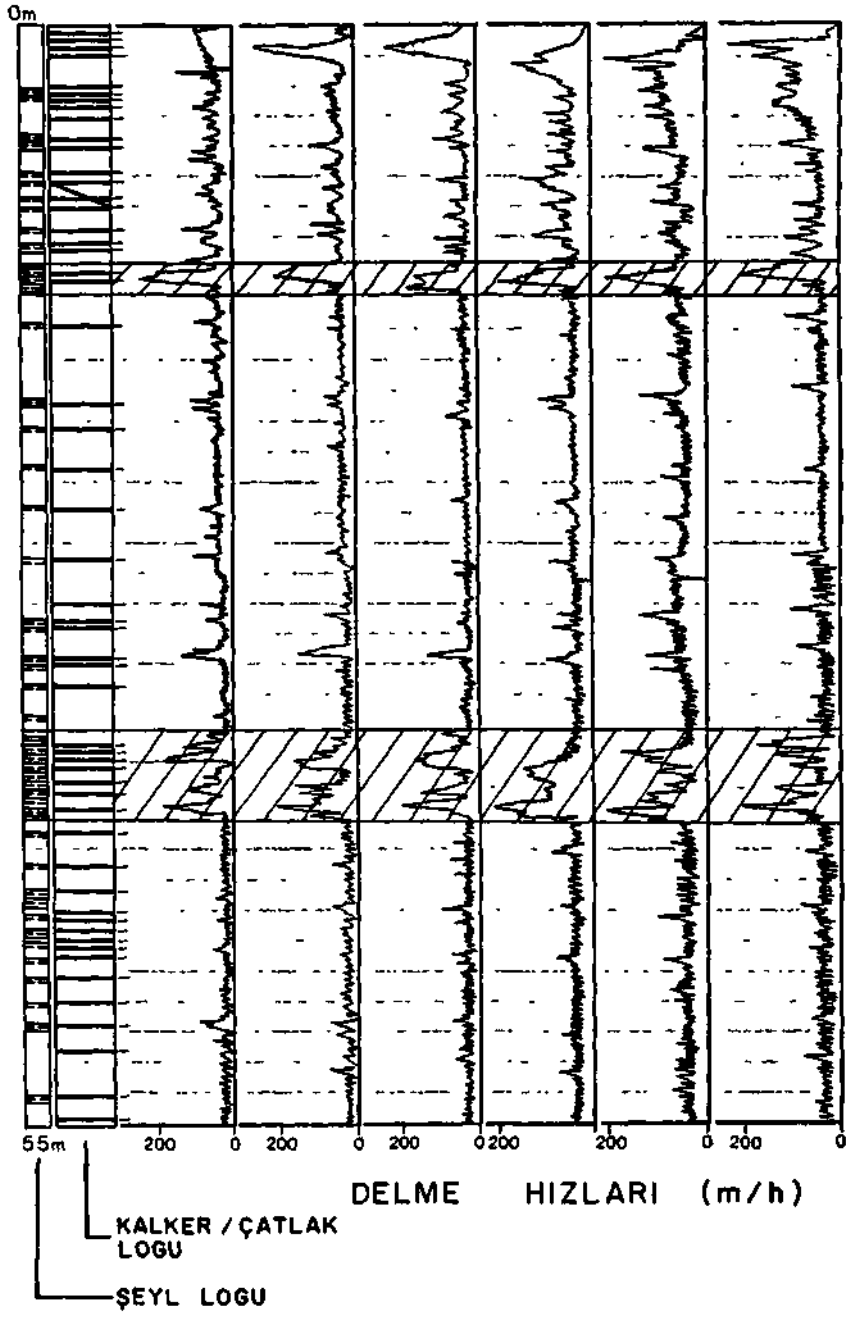
tanımlaması ve çeşitli fiziksel özelliklerin saptanabilmesi için bir adet karotlu sondaj da yapılmıştır. Bu etüdlerde kullanılan sondaj makineleri Şekil 4 de görülebilir.

İncelenen basamakta, kalkerin katmanlaşma kalınlığı değişken olup, bazı kısımlarda ince (Ör. 0-1,25 m arası), bazı kısımlarda ise masif bir yapı arz ettiği (Ör. 1,5-3,5 m arası) belirlenmiştir. Yine burada da kalınlığı 1 ila 35 cm arasında değişen düzgün ve belirgin şeyi bandları mevcuttur. Şekil 5 de darbeli sondaj makinası ile delinen bir gevşetme deliğinde elde edilen enstantane delme hızı loğu ve delinen formasyonun seyl ve çatlak loğları, kuru yoğunluk, nokta yük ve tek eksenli basınç dayanım değerleri birlikte sunulmuştur. Şekilden de görüleceği üzere delme hızı loğu, formasyondaki yapısal değişimleri ve dayanım özelliklerindeki değişimleri iyi bir şekilde simgelemektedir. Genelde masif ve kristalize kalkerde 35-40 m/saat karakteristik bir değer olarak görülürken, şeyli kısımlarda bu değer 70-80 m/saat'e yükselmektedir. Belirgin şeyi bandlarında ise delme hızı 100-150 m/saat arasında değişmektedir. Bir diğer önemli nokta ise, delme hızı loğunda görülen pik değerlerin bir bölümünün karotlar üzerinde görülen çatlaklarla eşleşmesidir.

Delme hızı loğlarında elde edilen anomolilerin ne kadar güvenilir olduğu, yani ilerleme hızında görülen değişimlerin aynı basamakta delinen diğer gevşetme deliklerinde nasıl bir özellik arz ede-



Şekil 5 — Delme hızı logu ve formasyonun özellikleri



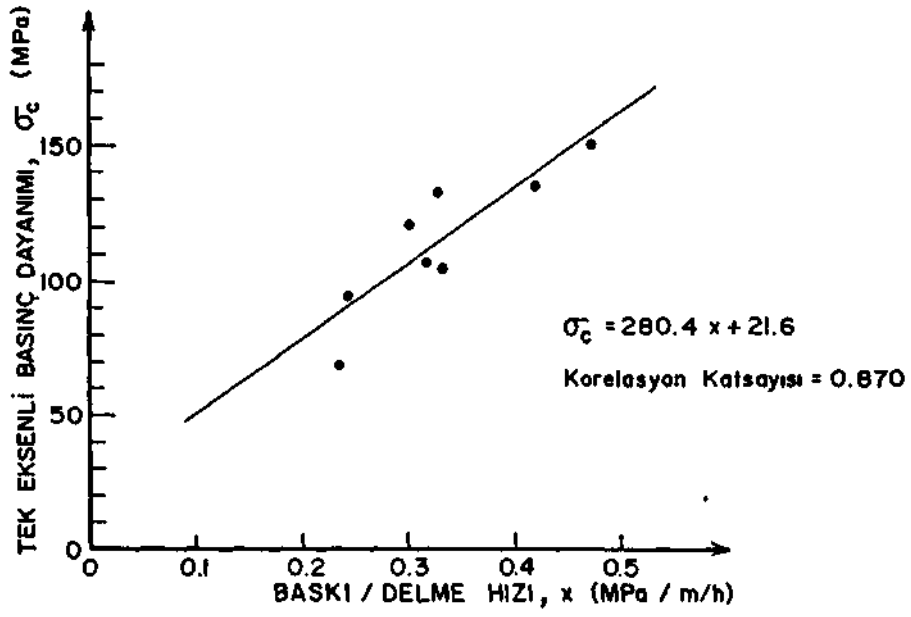
Şekil 6 — Gevşetme delikleri arası delme hızı loglarının korelasyonu

ceği konusu da bu çalışmada bir diğer araştırmayı gerekli kılmıştır. Bu amaçla yaklaşık 40 m'lik bir hat boyunca delinen 6 adet gevşetme deliklerinden elde edilen delme hızı logları karşılaştırılmıştır. Bu deliklerin ilk 5,5 m'lik kısımlarına ilişkin delme hızı logları Şekil 6 da verilmiştir. Deliklerin tümü'nde loglarda görülen anomoliler aynıdır. Şekilde 1,1 ile 1,3 m ve 3,5 ile 3,9 m arasındaki iki zon çok belirgin bir şekilde tüm deliklerde görülmektedir. Bu iki ayrı zon incelenen basamakta çok belirgin iki ayrı şeyi bandını simgelemektedir. Delme hızı logunun bu özelliğinden madencilikte birçok değişik amaçlar için yararlanılabilir. Örneğin-, açık işletmecilikte gevşetme deliklerinde patlayıcı madde şarj miktarının ve delik içindeki patlayıcı madde dağılımının optimum bir şekilde belirleme çalışmalarında önemli bir veri olabilir. Gevşetme işlemi sonrası ortaya çıkan, kazı ve yükleme randımanını azaltan iri blokların oluşmasını önlemek ve patlayıcı maddenin etkinliğini arttırmak amacıyla, kalınlıkları ve derinlikleri saptanan bu tür zayıf veya yumuşak zonların sıkılama yapılarak geçilmesi alternatif bir çözüm şeklini oluşturmaktadır (14).

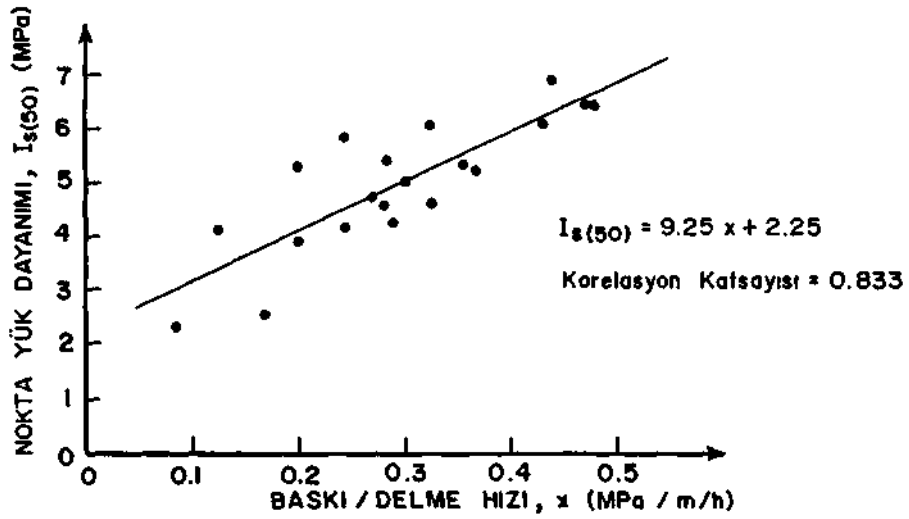
5 DELME PARAMETRELERİNİN KAYA DAYANIMI İLE KORELASYONU

Gerek darbeli ve gerekse karot sondajlarında delme parametrelerinin formasyon özellikleri ile kalibrasyonuna yönelik olarak sürdürülen laboratuvar deneyleri sonucunda elde edilen dayanım özellikleri ile enstantane delme hızının korelasyonu da incelenmiştir. Nokta yük dayanım deneyleri çapsal olarak belirlenmiş, tek eksenli basınç dayanımı deneyleri ise karot boyu ile çap arasındaki orantı 2/1 olarak hazırlanan örnekler üzerinde ölçülmüştür.

Karot sondajlarında, daha öncede belirtildiği gibi delme işlemi sırasında matkap devir sayısı ve kullanılan su miktarı değiştirilmemiştir. Dolayısıyla pratik olarak delme hızını etkileyebilecek tek parametre matkaba uygulanan baskı miktarıdır. Formasyonun dayanım özelliklerinin delme hızı ile korelasyonunda, bu değişken baskı düzeyinin delme üzerindeki etkisini normalize etmek için baskı/delme hızı oranı kullanılmıştır. Bu korelasyon için delme hızı logunda aynı karakteristik özelliğe sahip zonlar ve bunlara karşıt gelen hız, baskı ve dayanım değerlerinin ortalamaları alınarak Şekil 7'de ve 8'de görülen grafikler elde edilmiştir. Bu grafiklerdeki verilerin doğrusal regrasyon analizi sonucunda, tek eksenli basınç dayanımı ile korelasyonunda 0,870 ve nokta yük dayanımı için 0,833 gibi korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Görüldüğü gibi baskı/ delme hızı oranı ile formasyonun dayanım özelliklerinin karakterize edilmesi ümit vaat eden ve araştırılması gereken bir konudur.

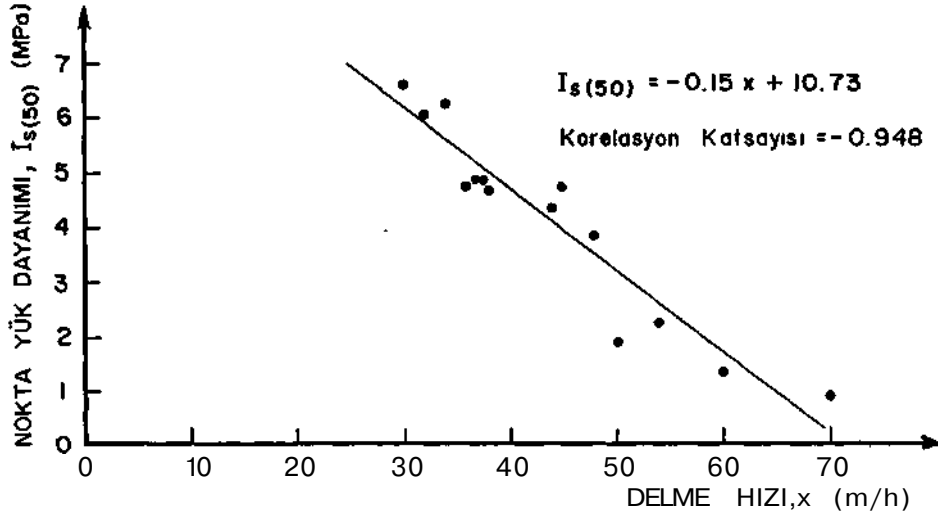


Şekil 7 — Karotlu sondaj için baskı/delme hızı ve tek eksenli basınç dayanımı ilişkisi



Şekil 8 — Karotlu sondaj için baskı/delme hızı ve nokta yük dayanımı ilişkisi

Darbeli sondaj makinası ile gevşetme deliklerinin delinmesinde elde edilen delme hızı ile formasyonun dayanım özelliklerinin korelasyonu yukarıda açıklanan yaklaşımla incelenmiştir. Delme hızı ile nokta yük dayanımının doğrusal regrasyon analizi sonucunda elde edilen korelasyon katsayısı $-0,948$ dir. Şekil 9'da gösterilen bu ilişki karotlu sondaj için saptanandan çok daha belirgindir. Tek eksenli basınç dayanımı ile delme hızı arasındaki ilişki, nokta yük için saptanan ilişkiye kıyasla belirgin bir özellik arz etmemesinden ötürü burada yer verilmemiştir. Bu durum, delinen kalker içinde bazı kısımlarda bol miktarda mevcut olan kuvars ve fosillerin, delme hızı ve tek eksenli basınç dayanımı özelliklerini farklı şekilde etkileyebileceği düşüncesini doğurmaktadır.



Şekil 9 — Darbeli sondaj için delme hızı ve nokta yük dayanımı ilişkisi

6. SONUÇ

Delme parametrelerinden yararlanılarak delinen formasyonun çeşitli özelliklerinin belirlenmesi madencilik sektöründe de giderek yaygınlaşmaktadır. Bildiride yer alan örneklerden de anlaşılacağı üzere delme parametreleri; karot sondajlarında baskı/delme hızı oranını formasyonun litolojik ve dayanım özelliklerinin karakterize edilmesinde, darbeli sondajlarda ise delme hızı loğu zayıf zonların kalın-

lık ve lokasyonlarının güvenilir ve hassas bir şekilde belirlenmesinde başarılı sonuçlar vermiştir. Ayrıca bu loğların delinen formasyonun dayanım özellikleri ile direkt korelasyon olanağı düşünüldüğünde, çeşitli madencilik projelerinde etkin ve yararlı hizmetler vereceği şüphesizdir. Bildiride değinilen fakat bu çalışmada yer almayan dönüş momenti ve titreşim loğu gibi parametrelerin de dahil edilmesi delinen formasyonun bazı özelliklerinin daha iyi bir şekilde belirlenmesine katkıda bulunacaktır.

TEŞEKKÜR

Yazar bu bildirinin konusunu oluşturan araştırma çalışmasının yürütülmesi sırasında, yakın ilgi ve yardımlarından ötürü Mc. Gül Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümünden Prof. Dr. M.J. SCOBLE ve J. PECK ve ayrıca kayıt aygıtlarının sağlanması konusundaki yardımından ötürü, Solroc Consultants Firması Genel Direktörü A. BEN-SOUSSAN'a teşekkür etmeyi borç bilir.

KAYNAKLAR

1. LUTZ, J., Automatic Recorder of Drilling Parameters: General Presentation, Jean Lutz S.A., Les Boeyme, Chemin Vignats, 64110 Jurançon. France, 1981
2.Instrument Monitors Rotary Drilling Factors, Pit and Quarry, 2p. between pp. 51-71, April 1984
3.Bepal II and Holepro Gaining Rapid Acceptance in Wide Variety of Mining Operations, B.E. News, Bucyrus-Erie Company, South Milwaukee, WI 53172, U.S.A., February 1986
4. FISH, B.G., The Basic Variables in Rotary Drilling, Mine and Quarry Engineering, Vol. 27, No. 1, pp. 29-34 and No. 2, pp. 74-81, 1961
5. BROWN, E.T. and PHILLIPS, H.R., Recording Drilling Performance for Tunnelling Site Investigations, Construction Industry Research and Information Association, Publication No: 81, London, England, 1977. 120 p
6. LEIGHTON, J.C., BRAWNER, CO. and STEWART, D., Development of a Correlation Between Rotary Drill Performance and Controlled Blasting Powder Factors, Canadian Inst. of Mining Bulletin, Vol. No. 844, pp. 67-73, 1982
7. SCHMIDT, R.L., Drillability Studies: Percussive Drilling in the Field. U.S. Bureau of Mines Report of Investigations, RI 7684, 1972, 31 pp
8. PAONE, J.- and MADSON, D., Drillability Studies: Impregnated Diamond Bits, U.S. Bureau of Mines Report of Investigations, RI 6776, 1966, 16 p
9. LUTZ, J., Logcard, Jean Lutz, S.A., Les Boeyme, Chemin Vignats, 64110 Jurançon, France, 1984

10. PFISTER, P., Recording Drilling Parameters in Ground Engineering, Ground Engineering, pp. 16-21, April 1985
11. MENDES, F.M., and MIRANDA, A.M., Correlation of Rock Properties with a Bearing on Workability, Proc. 4th. Cong. Int. Soc. Rock Mechanics, Vol. 2, pp. 429-431, Montreux, 1979
12. HAMELIN, J.P., LEVALLOIS, J. and PFISTER, P., Enregistrement des Parameters de Forage: Nouveaux Développements, Bull, de l'Assoc. Int. de Géologie de l'Ingénieur, No. 26-27, pp. 83-88, 1983
13. SCHNEIDER, B., Utilisation de Diagraphies en Forage pour la Localisation des Fuites a Travers un Barrage en Terre, Bull, de l'Assoc. Int. de Géologie de l'Ingénieur, No. 26-27. pp. 123-128, 1983
14. HAGAN, T.N. and REID, I. W., Performance Monitoring of Production Blasthole Drills- a Means of Increasing Blasting Efficiency, Second Surface Mining and Quarrying Symposium, Bristol, pp. 245-254, 1983