

# GELİK - 44 SONDAJINDA SONDAJ PARAMETRELERİ VE İLERLEME HIZI İLİŞKİLERİNİN ETÜDÜ

## A STUDY OF DRILL PARAMETERS AND PENETRATION RATES RELATIONSHIPS IN GELİK - 44 BOREHOLE

Metin ONAN <♦>  
Yadigar Vasfi MÜFTÜOĞLU <♦♦>

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Karotlu Sondaj, Delme Parametreleri,  
Delinebilirlik, Optimum Delme Hızı

### ÖZET

Bu bildiride, Gelik/Zonguldak'ta kömür arama amaçlı bir elmaslı sondajda, örneğin baskı, dönüş hızı gibi sondaj çalışma parametreleri ile birlikte delinen kayacın tek eksenli basınç dayanımı gibi dayanım özelliklerinin delme hızına etkileri incelenmiştir. Arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler esas alınarak, bazı kömür çevre kayaçlarında optimum ilerleme hızı için yukarıda değinilen parametrelerin arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.

### ABSTRACT

In this paper, penetration rate was studied by considering the effects of both operational drill parameters, e.g. thrust, rotational speed and strength properties of drilled rock, e.g. uniaxial compressive strength in a diamond borehole which was drilled for coal exploration in Gelik/Zonguldak. Based on the data derived from the field and laboratory studies, the relationships between the above mentioned parameters were investigated to obtain optimum penetration rates for some coal measure rocks.

\* Maden Y. Müh., MTA Bah Karadeniz Böl. Mud., ZONGULDAK  
\*• Doç. Dr., Z-Karadimas Univ., Müh. Fak., Mad. Böl., ZONGULDAK

## 1. GİRİŞ

Zonguldak taşkömür havzasındaki kömür arama sondajları, Türkiye'nin en derin elmaslı (karotlu) sondajlarıdır. Halen yapılmakta olan sondaj çalışmalarında hedeflenen derinlik 2000 m'dir. Nitekim en son 1992 yılı sonlarında, M.T.A (Maden Tetkik ve Arama) Batı Karadeniz Bölge Müdürlüğünce Kozlu-Topbaşı mevkiinde yapılan karotlu sondajda 1759 m.'ye kadar inilmiştir.

Bilindiği üzere, sondajlarda inilecek derinlik arttıkça, çalışma koşulları güçleşmekte ve buna bağlı olarak da ilerleme hızı azalmaktadır. İlerleme hızını etkileyen faktörlerin araştırılması; istenilen derinliğe maksimum ilerleme hızı ile ulaşılabilmesi sondajın birim maliyetini ve başarı ile sonuçlandırılmasını doğrudan etkilemesi açısından büyük bir önem arz etmektedir.

Çalışmanın konusu olan Gelik-44 nolu karotlu sondajı, M.T.A. tarafından T.T.K. (Türkiye Taşkömürü Kurumu) için yapılmış bir kömür arama ve rezerv tesbit sondajıdır. Sondajın derinliği 897,15 m olup, Longyear-44 sondaj makinası ile açılmıştır. Makinanın delme kapasitesi NQWL takım ile 1325 m dir.

Bildiriye esas teşkil eden çalışmada, konu iki perspektif de incelenmiştir. İlk olarak, Gelik-44 sondajında devir ve baskı gibi sondaj parametreleri değiştirilerek, farklı kayaç türleri için optimum ilerleme hızları araştırılmıştır. Bu arada sondajın temel amacı olan yüksek karot randımanı göz ardı edilmemiştir. İkinci olarak, sondaj sırasında çeşitli derinliklerde geçilen kayaçların dayanımları temsili karot örnekleri üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanımı deneyleri ile belirlenmiştir. Daha sonra, bazı kayaç türleri için optimum baskı ve devir miktarları saptanmış olup» ayrıca kayaçların tek eksenli basınç dayanımı ile ilerleme hızı arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlarla, yörede aynı konu üzerinde Akün (1990) ve Akün ve Karpuz (1990, 1991 ve 1992) tarafından yapılan çalışmalardan derlenen sonuçlar arasında büyük benzerlikler olduğu görülmüştür.

## 2. DELİNEBİLİRLİĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

İlerleme hızına etki eden faktörler, değiştirilebilen ve değiştirilemeyen faktörler olarak ayrılabilirler. Bu faktörler, kayaç özellikleri, mekanik faktörler, hidrolik faktörler, çamur özellikleri ve bütünleyici faktörlerdir (Wirth, 1981). Bunlar içerisinde, kayacın sertliği, tek eksenli basınç dayanımı ve aşındırıcılık en önemli değiştirilemeyen faktörlerdir. Değiştirilebilen faktörlerin en önemlileri ise, matkap türü ve tasarım özellikleri, uygulanan baskı miktarı ve matkap dönüş hızı ile ilgilidir.

### 2.1. Elmas Matkaplar

Elmas matkaplar taneli ve emprenye olmak üzere ikiye ayrılabilirler. Taneli matkaplar, matriks üzerine elmas tanelerinin yerleştirilmeleri ile imal edilir ve ortalama spc'si (karattaki taş sayısı) 100'den azdır. Emprenye matkaplarda ise, toz halindeki elmaslar ile matriks tozları karıştırılarak fırınlanmaktadır ve ortalama spc'si 100'den fazladır.

Elmas taşlar kalitelerine göre A, AA, AAA olarak ayrılmaktadır. Derin kuyularda (>500 m) yüksek kalitede elmas taşların kullanılması gerekir. Taneli matkaplarda, matriks üzerindeki uzanım miktarlarının 1/3'ü aşındığı zaman matkap değiştirilmeli ve rekuperasyona tabi tutulmalıdır. Matkap devri ve baskısının oluşturduğu kesme hareketi ile ilerleme sağlanır. Belirli bir kayaç için, matkap sabit devirde çevrilir ve matkap baskısı yavaş yavaş artırılır. Bu işlem daha yüksek devirlerde tekrarlanır ve en büyük ilerleme hızı saptanır. (Akün ve Karpuz, 1992). Matkapların spc'si, su kanalları, matriks yapısı ve karat ağırlıkları delinebilirliğe etki eden en önemli matkap özellikleridir.

### 2.2. Matkap Baskısı

Kaya yüzeyine uygulanacak baskı, kayanın dayanımından yüksek, elmasın dayanımından ise düşük olmalıdır. Matkapın kesme hareketini anlayabilmek için tek bir elmas tanesini gözönüne almak gerekir. Buna göre, Van Moppes (1986) aşağıdaki eşitliği oluşturmuştur.

$$B = 2 / 3 \times c \times \text{spc} \times K \dots\dots\dots (1)$$

Burada; B = Baskı (kg)  
c = Karat ağırlığı (1 Karat \* 0,203 gr)  
°P<sup>ort.</sup> = Karattaki ortalama taş sayısı  
K = Elmas taşın dayanımı (kg/taş)'dır.

Van Moppes (1986), değişik elmas taşların dayanımları için aşağıdaki değerleri önermektedir.

VM Bortz = 3,178 kg/taş  
Congo = 2,270 kg/taş  
Carbonado = 6,810 kg/taş

Elmas matkap yeni iken ilerleme hızı yüksektir; ancak kullanıldıkça ilerleme hızı düşmeye başlar. Bunun nedeni, elmas tanesinin yüzeyi aşınarak, kaya ile temas alanının artmasıdır. Bu durumda baskı miktarı arttırılmalıdır.

### 2.3. Matkap Deviri

Elmaslı sondajlarda, rotary sondajlara göre yüksek devir uygulanır. Bu dönme olayı sonucunda kaya kesilir ve ilerleme sağlanır. Elmaslı sondajlarda, çok yumuşak kayalar dışında maksimum matkap ömrü ile optimum metraj, yüksek devir ile elde edilir. Çevresel hız, matkabın dış çapı ile belirlenir ve bu hız taneli matkaplarda 0,9-2,7 m/sn, emprenye matkaplarda 1,8-3,6 m/sn'dir (Christiensen, 1977). Bu değerler bir çok faktörlere bağlıdır. Elmas matkap üzerindeki taş sayısı, karat başına düşen ortalama taş sayısı ile karatın çarpımı ile bulunur. Bu taşlar içinde aktif olarak kesme işlemini yapanlar ise toplam taş sayısının 2/3'ü kadardır (Christiensen, 1977). Elmas başına bir dönüşteki kesme derinliği, spesifik kesme derinliği olarak tanımlanır. Bu noktadan hareketle Christiensen (1977) aşağıdaki eşitliği elde etmiştir. Bu eşitlik, ilerleme hızı, kesici taş sayısı, birim kesme derinliği ve dönme hızı arasındaki ilişkiyi gösterir.

$$V = C \times a \times s \times n \dots\dots\dots (2)$$

Burada; V : İlerleme hızı, (m/sn),  
C : Değişim faktörü, (6x10<sup>-2</sup>)

a : Çap üzerindeki ortalama kesici taş adeti,  
s : Spesifik kesme derinliği, (mm)  
n : Matkap deviri, (dakika<sup>-1</sup>)'dir.

Çeşitli matkap ve kayalar için "a" ve "s" teorik olarak sabittir. Bu nedenle ilerleme hızı sadece dönme hızına bağlı kalır. Bu durum aşağıda ifade edilmiştir.

$$C \times a \times s = \text{Sabit} = C_x \dots \dots \dots (3)$$

$$V = C_j \times n \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{Log } V = \text{log } n + \text{log } C_1 \dots \dots \dots (5)$$

Bir log-log gösterim sisteminde ilerleme hızı devirin fonksiyonu olarak, eğimi 45° olan bir doğrudur. Başka bir tanımla, devir iki kat arttırılırsa ilerleme hızı da iki kat artar. Burada kuyunun sondaj sıvısıyla tamamen temizlendiği varsayılmıştır. Matrikste bulunan bütün taşlar kesmeyebilir ve az ilerleme sağlayabilir. Teorik olarak spesifik kesme derinliği 1/100 ile 1/1000 mm arasında değişir (Christiensen, 1977). Bu nedenle spesifik kesme derinliği kayalar, matkap ve diğer sondaj koşullarına göre farklılıklar gösterir. Fransız firması ADC (1986), ilerleme hızı ile devir arasında bazı bağıntılar olduğunu ileri sürmektedir. Buna göre; minimum ve optimum hız için önerilen eşitlikler aşağıda verilmiştir.

Minimum hız için,

$$V = 0,04 \times n \dots \dots \dots (6)$$

Optimum hız için,

$$V = 0,25 \times n \dots \dots \dots (7)$$

Burada; V : İlerleme hızı, (cm/h)  
n : Matkap deviri, (dakika<sup>-1</sup>)'dir.

Longyear firması 1 cm ilerleme için gerekli dönüş sayısı (RPC) gibi değişik yaklaşımlarda bulunmuştur. Bu yaklaşım emprenye matkaplar için kullanışlıdır. Longyear (1987), 80-100 RPC değerlerini önermiştir. Matkaplar 1'den 10'a kadar seri içindedir ve yumuşaktan çok sert kayalara kadar

sıralanır. RPC önerilen 80 değerinin altında ise yıpranma olur. Bu nedenle baskı azaltılıp, devir artırılmalı veya ilerleme hızı düşürülmelidir. Eğer şartlar bunların yapılmasına engel ise matkap değiştirilmelidir. RPC 100'ün üzerinde ise matkap parlaması olur. Bu durumda yukarıdaki işlemin tersi yapılır.

### 3. SONDAJ PARAMETRELERİ VE İLERLEME HIZI İLİŞKİLERİNİN ETÜDÜ

#### 3.1. Baskı, Devir ve İlerleme Hızı İlişkileri

Geçilen kayalarda, değişik devirlerde, baskı-ilerleme hızı, çeşitli baskılarda devir-ilerleme hızı arasında ilişkiler araştırılmıştır. Bu ilişkilerdeki simgeler ve birimler aşağıda sıralanmıştır.

- V : İlerleme hızı, (cm/dak.)  
B : Baskı, (kg)  
n : Dakikadaki devir sayısı, (dakika<sup>-1</sup>)  
r : Korelasyon katsayısı

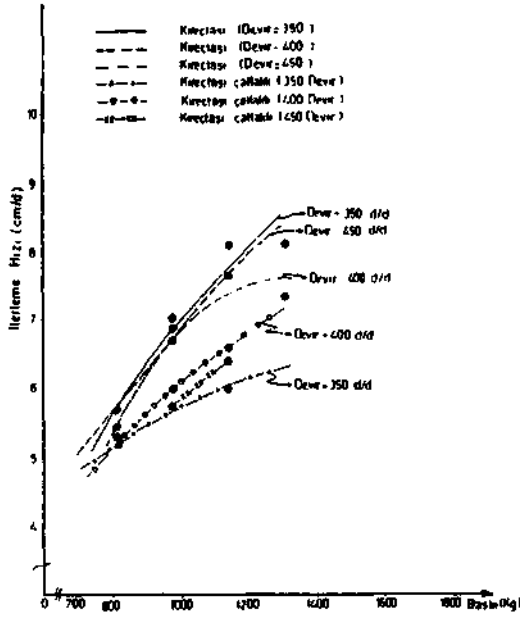
Şekil 1 HQWL taneli matkap ile kireçtaşında baskı-ilerleme hızı ilişkisini göstermektedir. Çeşitli devirlerde, baskıya bağlı olarak ilerleme hızı eşitlikleri ve korelasyon katsayıları aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned} n &= 350 \text{ d/dak. için,} \\ V &= -41,166 + 6,947 \times \ln B \dots\dots\dots(8) \\ r &= 0,998 \end{aligned}$$

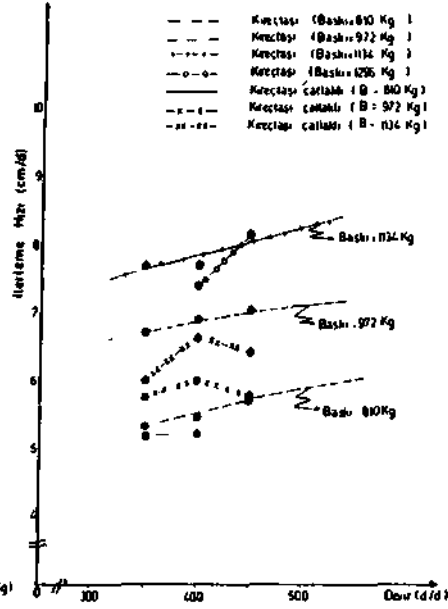
$$\begin{aligned} n &= 400 \text{ d/dak. için,} \\ V &= -22,856 + 4,276 \times \ln B \dots\dots\dots(9) \\ r &= 0,888 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= 450 \text{ d/dak. için,} \\ V &= -30,321 + 5,407 \times \ln B \dots\dots\dots(10) \\ r &= 0,959 \end{aligned}$$

HQWL taneli matkap ile kireçtaşında, değişik baskılarda, devir-ilerleme hızı ilişkileri şekil 2'de gösterilmiştir. Devire bağlı olarak ilerleme hızı eşitlikleri ve korelasyon katsayıları eşitlik 14 ve 15'de sunulmuştur.



Şekil 1. HQL taneli aatkap ile kireçtaşında baskı-ilerleme hızı ilişkileri



Şekil 2. HQL taneli aatkap ile kireçtaşında devir-ilerleme hızı ilişkileri

B = 810 kg için,  

$$V = 4,164 \times 10^{-4} \times B \quad \dots \dots \dots (11)$$

$r = 0,985$

B = 972 kg için,  

$$V = 0,173 + 1,119 \times \ln n \quad \dots \dots \dots (12)$$

$r = 0,992$

B = 1134 kg için,  

$$V = 6,0 + 4,5 \times 10^{-3} \times n \quad \dots \dots \dots (13)$$

$r = 0,866$

HQL taneli elmas matkap ile kumtaşında baskı-ilerleme hızı ilişkileri Şekil 3'de sunulmuştur. Değişik devirlerde, baskıya bağlı olarak ilerleme hızları aşağıdaki eşitliklerle verilebilir.

n = 400 d/dak. için,  

$$V = 5,197 + 3,809 \times 10^{-3} \times B \quad \dots \dots \dots (14)$$
 $r = 0,996$

n = 450 d/dak. için,

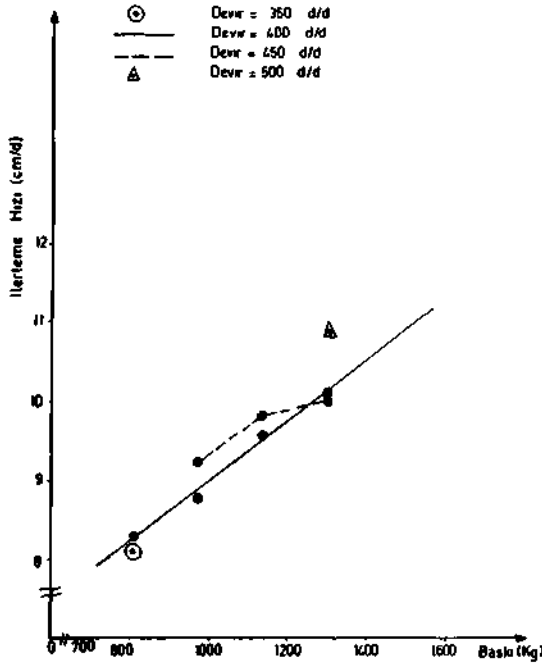
$$V = 6,375 X e^{3,444 \times 10^{-4} n \times M} \quad (15)$$

$$r = 1,000$$

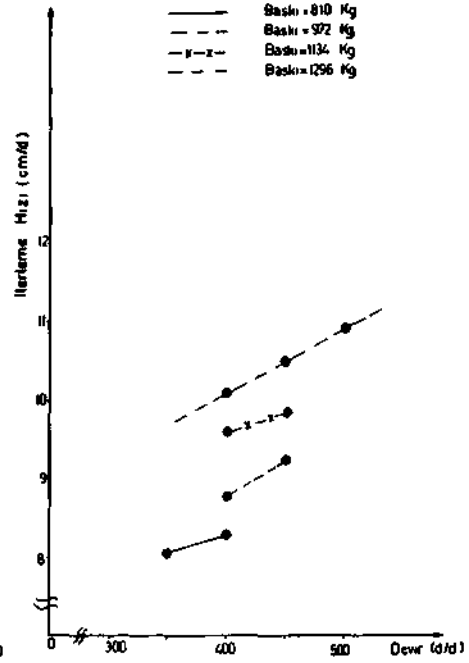
Aynı matkap ve kayaç türü için ilerleme hızı ile devir arasında (B=1296 kg) doğrusal bir ilişki gözlenmiştir (şekil 4).

$$V = 6,9 + 8,0 \times 10^{-3} \times n \quad (16)$$

$$r = 1,000$$



Şekil 3. HQWL taneli matkap ile kumtaşında baskı-ilerleme hızı ilişkileri



Şekil 4. HQWL taneli matkap ile kumtaşında devir-ilerleme hızı ilişkileri

HQWL emprenye matkap ile konglomerada baskı-ilerleme hızı ilişkileri şekil 5'de verilmiştir. Bu ilişkiler irdelendiğinde aşağıdaki eşitlikler elde edilebilir.

n = 450 d/dak. için,

$$V = -12,31 + 2,025 \times \ln B \quad (17)$$

$$r = 0,993$$



n = 500 d/dak. için,

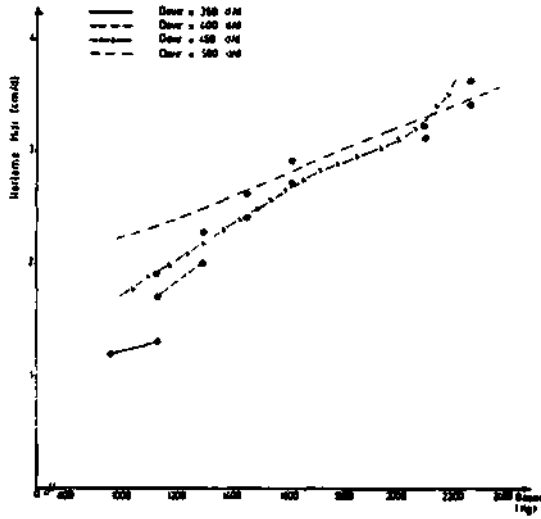
$$V = 1,593 \times e^{3,9 \times 10^{-4} n} \quad (18)$$

$$r = 0,970$$

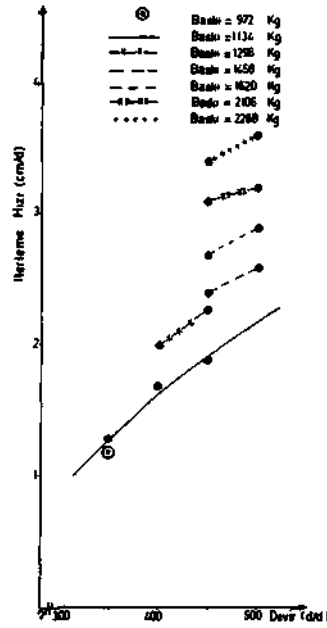
Aynı matkap ve kayaç türü için devir-ilerleme hızı ilişkileri şekil 6'da gösterilmiştir. Bu ilişkiler değerlendirildiğinde, ilerleme hızı (B=1134 kg) logaritmik eşitlikle tanımlanabilir.

$$V = -12,739 + 2,401 \times \ln n \quad (19)$$

$$r = 0,988$$



Şekil 5. HQLW emprenye matkap ile konglomere baskı-ilerleme hızı ilişkileri



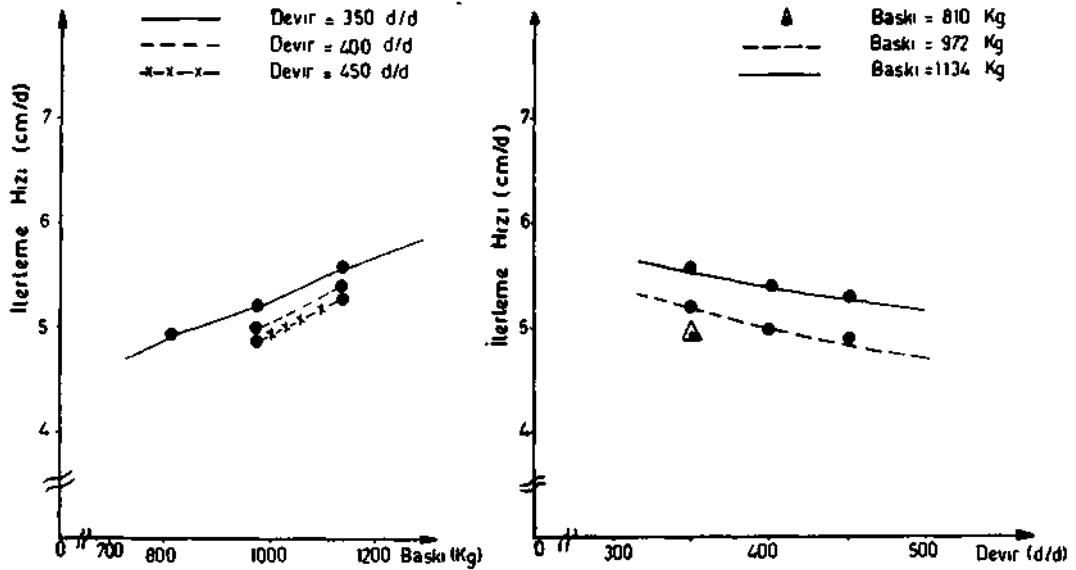
Şekil 6. HQLW emprenye matkap ile konglomere devir-ilerleme hızı ilişkileri

HQLW emprenye matkap ile siltaşında, baskı-ilerleme hızı ilişkileri incelendiğinde (şekil 7) ilerleme hızı (n=350 d/dak.), baskının fonksiyonu olarak aşağıdaki eşitlikle verilebilir.

$$V = 3,663 \times e^{3,9 \times 10^{-4} n} \quad (20)$$

$$r = 0,999$$

Aynı matkap ve kayaç türü için ilerleme hızını devire bağlı olarak (şekil 8) aşağıdaki eşitliklerle ifade etmek mümkündür.



Sakıl 7. HQL eaprenye aatkap İla slttaşında baaki-ilerleae hızı ilişkileri

Sakıl 8. HQL eaprenye aatkap İla slttaşında devir-ilerleaa hızı ilişkileri

$$\begin{aligned}
 & B = 972 \text{ kg için,} \\
 & V = 24,121 \times n^{-0,262} \dots\dots\dots (21) \\
 & r = -0,970
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & B = 1134 \text{ kg için,} \\
 & V = 18,548 \times n^{-0,205} \dots\dots\dots (22) \\
 & r = -0,999
 \end{aligned}$$

Yukarıdaki ilişkiler incelendiğinde; geçilen tüm kayaçlarda baskı arttıkça ilerleme hızı artmaktadır. Gelik-44 sondajında uygulanan baskı miktarları, teorik olarak uygulanması gereken baskı miktarlarınının 1/2'si kadardır. Dolayısıyla ilerleme hızına bağlı olarak, baskı artırılabilir. Keza, kumtaşında, konglomerada ve kireçtaşında devir arttıkça ilerleme hızı artmaktadır. Silttaşında devir arttıkça ilerleme hızı düşmektedir. Silis ve kilin matkap yüzeyini sıvaması ilerleme hızınının düşmesine neden olabilir. Bu durum Akün (1990) tarafından da gözlenmiştir.

### 3.2. Tek Eksenli Basınç Dayanımı-İlerleme Hızı İlişkileri

Doğal olarak kayaçların mekanik özelliklerinin sondaj ilerleme hızını etkilemesi beklenen bir durumdur. Şekil 9 kireçtaşında, tek eksenli basınç dayanımı ve ilerleme hızı ilişkisini göstermektedir. Bu ilişkiler etüd edildiğinde aşağıdaki eşitlikler elde edilebilir. Bu eşitliklerdeki semboller ve birimler aşağıda tanımlanmıştır.

V : İlerleme hızı, (m/h)  
 B : Baskı, (MN)  
 $\sigma_c$ : Tek eksenli basınç dayanımı, (MPa)

$$B = 9,53 \times 10^{-3} \text{ MN için,}$$

$$V = 134871,7 \times (\sigma_c)^{-2,207} \dots\dots\dots (23)$$

$$r = -0,999$$

$$B = 11,12 \times 10^{-3} \text{ MN için,}$$

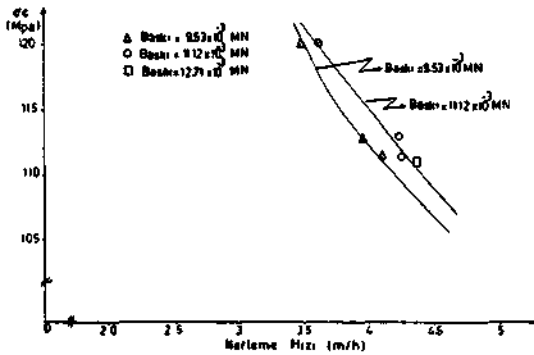
$$V = 13,293 - 8,075 \times 10^{12} \times \sigma_c \dots\dots\dots (24)$$

$$r = -0,992$$

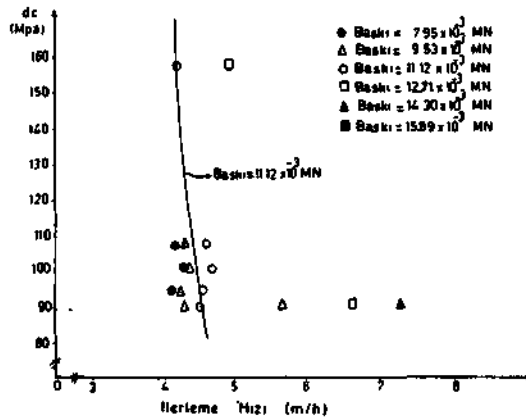
Kumtaşında B = 11,12 x 10<sup>-3</sup> MN için ileri eme hızı tek eksenli basınç dayanımının fonksiyonu olarak aşağıda verilmiştir (şekil 10).

$$V = 5,136 \text{ jce}^{-1,22} \dots\dots\dots (25)$$

$$r = -0,835$$

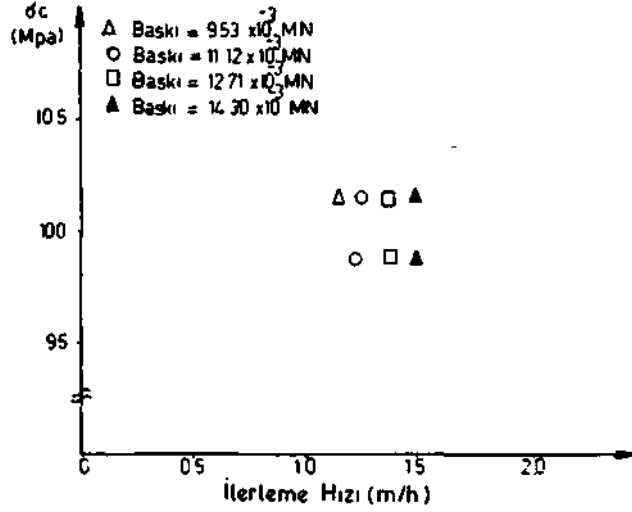


Şekil 9. Kireçtaşında tek eksenli basınç dayanımı-ilerleme hızı ilişkisi



Şekil 10. Kumtaşında tek eksenli basınç dayanımı-ilerleme hızı ilişkisi

Konglomerada veri eksikliğinden tek eksenli basınç dayanımı ile ilerleme hızı arasında bir ilişki kurulamamıştır (şekil 11).



Şakıl 11. EongloMrad» tsk aksanlı basınç dayanımı-İlerleme hızı İlişkisi

### 3.3. Optiua Devir, Baskı ve İlerleme Hızları

Gelik-44 sondajında geçilen kayalarda, baskı ve devir miktarları değiştirilerek ilerleme hızlarındaki değişimler gözlenmiştir. Matkap tipine göre en uygun ilerleme hızlarını veren baskı ve devir miktarları tesbit edilmiştir. Çizelge 1'de optimum baskı, devir ve ilerleme hızları verilmektedir. Bu baskı ve devir miktarları uygulanarak, ilerleme hızlarında 2-3 kata varan artışlar elde edilmiştir.

Çizelge 1. Matkap tipine göre optimum baskı, devir ve ilerleme hızları

Kayaç	Matkap Tipi /spc	Devir (d/dak.)	Baskı (kg)	İlerleme Hızı (cm/dak)
Kireçtaşı	HQ/40-60	400-500	1134-1296	8,8-9,1
Çamurtaşı	HQ/40-60	350-400	972-1296	6,0-6,4
Kumtaşı	HQ/40-60	400-500	1134-1296	11,0-12,5
Kumtaşı	HQ/EMP.	400-500	1296-1620	12,2-14,0
Konglomera	HQ/EMP.	450-500	2106-2268	3,2-3,6
Silttaşı	HQ/EMP.	350-400	972-1134	5,4-5,7
Kumtaşı	NQ/40-60	450-500	972-1134	7,3-8,1
Konglomera	NQ/40-60	400-500	1296-1620	2,3-3,1

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada, sondaj sırasında, çeşitli kayaçlar içinde uygulanan baskı miktarı ve dönüş hızlarının ilerleme hızlarını nasıl etkilediği incelenmiştir. Buradan hareketle en uygun ilerleme hızlarını veren devir baskı miktarları belirlenmiştir. Pratikte uygulanan maksimum baskı miktarlarının, teorik olarak uygulanması gereken minimum baskı miktarları düzeyinde olduğu tesbit edilmiştir. Gelik-44 sondajı ve 1985'den bugüne kadar Zonguldak havzasında yapılan tüm elmaslı sondajlar dikkate alındığında, geçilen tüm kayaçlarda baskı arttıkça ilerleme hızının da arttığı söylenebilir, özellikle kireçtaşı ve kumtaşında baskı arttırılarak ilerleme hızlarında büyük artışlar elde edilmiş ve kumtaşında ilerleme hızı 14 cm/dak.'ya kadar/bıkmıştır.

y

Keza, pratikte uygulanan maksimum devir miktarlarının, teorik olarak uygulanması gereken minimum miktarlarda olduğu tesbit edilmiştir, özellikle sert kayaçlarda ve empenye matkaplarda baskı ile birlikte devir arttırıldığında, ilerleme hızlarında 2-3 kata varan artışlar meydana gelmektedir.

Kireçtaşı ve kumtaşında, tek eksenli basınç dayanımı arttıkça beklenildiği gibi ilerleme hızı da düşmektedir. Konglomerada veri yetersizliğinden tek eksenli basınç dayanımı ile ilerleme hızı arasında belirgin bir ilişki gözlenememiştir. Ancak konglomerada da baskı ve devir arttıkça ilerleme hızının arttığı söylenebilir.

Bu çalışmada sunulan yaklaşımla, konu üzerinde yapılacak araştırmalardan derlenebilecek veriler; matkap-kayaç etkileşiminin daha iyi anlaşılması, optimum çalışma koşullarının belirlenmesi ve uygun matkap seçimi konularında büyük yararlar sağlayacaktır. Bu da sondajların daha verimli ve düşük bir maliyetle gerçekleştirilmesini mümkün kılacaktır.

#### TEŞEKKÜR

Yazarlar, bildirim konusunu oluşturan çalışmaya sağladıkları yardım ve desteklerinden dolayı NATO'nun "İstikrar İçin Bilim" (Science for Stability) Programı Direktörlüğüne ve M.T.A. Batı Karadeniz Bölge Müdürlüğüne teşekkürü borç bilirlirler.

## **KAYNAKLAR**

**ADC**, 1986; "General Catalogue of Diamond Bits", France.

**AKÜN**, E., 1990; "Improving the Drillability of Exploration Drilling at Zonguldak Hardcoal Basin", Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Maden Müh. Böl., ANKARA.

**AKÜN**, E. ve **KARPUZ**, C. , 1990; "Improvement of the Penetration Rates with Respect to Some Operational and Formation Properties in Exploration Drilling in Turkey", Int. J. of Surface Mining and Reclamation, Vol. 4, pp. 101-106.

**AKÜN**, E. ve **KARPUZ**, C. , 1991; "Penetration Behaviour of Rock Formations During Exploration Drilling Operations in Turkey", Rock Mech. as a Multidisciplinary Science, Proceedings of the 32 nd. U.S. Symp., The University of Oklohama, Norman, USA, pp. 415-422.

**AKÜN**, E. ve **KARPUZ**, C. , 1992; " Türkiye'deki Arama Sondajlarında Operasyon Parametreleri ve Formasyon Özelliklerine Bağlı Olarak İlerleme Hızlarının İyileştirilmesi", Madencilik Dergisi, Cilt 32, Sayı 1, s. 17-24, ANKARA.

**LONG YEAR**, 1987; "Diamond Products Field Manual", CANADA.

**VAN HOPPES**, 1986; "Diamond Core Bits for Mining and Exploration", ITALY.

**WIRTH**, 1981; "Drilling Technique Manual", GERMANY.