

## Zonguldak Havzası'nda galeri açma makinası kullanımının araştırılması

N.A. Akçın

Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak, Türkiye

N. Bilgin

İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

K.Kel

MTA Batı Karadeniz Bölge Müdürlüğü, Zonguldak, Türkiye

**ÖZET:** Bu çalışmada; öncelikle, Zonguldak Havzası'nda uygulanan galeri ilerlemeleri tanıtılmış ve karşılaşılan sorunlar ortaya konmuştur. İkinci olarak, havzada galeri açma makinası kullanımı ile ilgili olarak bugüne kadar yapılan çalışmalar gözden geçirilmiştir. Son olarak da, havzadan alınan kayaç Örnekleri üzerinde yapılan bire bir ölçekli kesme deneyleri sonuçlarına göre havzada kullanılabilir galeri açma makinalarının özellikleri verilmiş ve performansları tahmin edilmeye çalışılmıştır.

**ABSTRACT:** In this study; firstly, the roadway drives employed in Zonguldak Hardcoal Basin are introduced and the problems encountered are described. Secondly, the studies that have been carried out on the use of roadheaders in the Basin are reviewed. Finally, based on the results of full scale cutting tests performed on the rock samples taken from the Basin, specifications for the roadheaders that can be used in Basin are presented and their performance are predicted.

### 1 GİRİŞ

160 yıllık kömür üretim kültürüne sahip olan Zonguldak Havzası'nda galeri açma çalışmaları her zaman sorun olmuştur. Bugüne kadar tüm ana yolların ve taban yollarının sürülmesinde delme+patlatma yöntemi uygulanmıştır. Havzadaki kömür çevre kayaçlarının %80'ine varan bir kısmını başta kumtaşı olmak üzere konglomera ve kireçtaşı birimleri oluşturmaktadır. Bunun yanında ki İtasi, silltaşı ve çamurtaşı birimlerine de rastlanmaktadır. Özellikle, ilk grupta sayılan birimlerde ilerleme hızları ve randımanlar oldukça düşüktür.

Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK), 1970-80'li yıllara kadar delme patlatma yöntemiyle taş içinde yılda 15-20 km ve damar içinde 40-50 km hazırlık çalışmaları yürütürken, bu rakamlar son yıllarda taş içinde 6-7 km/yc ve damar içinde de 10-15 km'ye kadar düşmüştür. Bu durum hazırlıkların zamanda yetişmemesine yol açmış ve yer yer üretim zorlamaları yaratmıştır. Tabi ki, bunda ocakların giderek derinleşmesi ve yaygınlaşmasının yanında kalifiye hazırlık işçilerinin sayısının azalmasının da önemli bir etkisi olduğunu belirtmek yerinde olur.

TTK, galeri ilerlemelerindeki randımanları yükseltmek ve hazırlıkları hızlandırmak için 90'lı yıllarda bir arayış içine girmiştir. Dünya Bankası'ndan sağlamış olduğu kredi kapsamında basınçlı hava ile çalışan delici ve yükleyicilerin yerine elektro-hidrolik delici ve yükleyiciler alınmıştır. Bu kapsamda alınan EH delici ve yükleyicilerin halen kullanıldıkları müesseselerin dökümü Çizelge 1 'de verilmiştir.

Çizelge 1. TTK'daki E-H delici ve yükleyicilerin dağılımı.

Müessese	E-H Delici	E-H Yükleyici
Karadon	5	13
Üzülmüş	3	10
Kozlu	4	4
Amasra	-	1
Eğitim	1	1
Toplam	13	29

E-H delici ve yükleyicilerin kullanımı ile arınırdaki günlük ilerlemelerin 3 m/gün ve randımanların da ortalama 20 cm/ycv düzeyine çıkması hedeflenmiştir. Bu değerlere ulaşmak amacıyla, EH

Çizelge 2. TTK'da son beş yıllık (2000-2004) galeri ilerlemeleri (TTK 2005).

GALERİLER		2000	2001	2002	2003	2004 <sup>12</sup>
KREDİLE	Program (m)	2160,00	1650,00	1456,00	2600,00	3558,00
	Fiili Randıman (m)	2105,44	1641,82	1460,10	1477,14	1110,39
	Randımanlar (cm/vey)	11,23	11,34	13,01	13,49	13,66
HAZIRLIK	Program (m)	2230,00	2240,00	3190,00	2125,00	1498,00
	Fiili Randıman (m)	1482,14	831,70	1410,80	642,50	445,20
	Randımanlar (cm/vey)	8,35	9,56	8,84	7,85	16,48
MUHTELİF	Program (m)	2668,00	3325,00	3905,00	2737,00	2452,00
	Fiili Randıman (m)	3081,75	4043,84	2364,60	2332,72	1722,70
	Randımanlar (cm/vey)	7,74	9,09	9,50	8,83	8,70
TOPLAM	Program (m)	7059,00	7215,00	8551,00	7462,00	7508,00
	Fiili Randıman (m)	6669,33	6517,36	5235,50	4452,36	3278,29
	Randımanlar (cm/vey)	8,94	9,70	10,26	10,09	11,13
TABANLAR	Program (m)	-	14668,00	15742,00	16376,00	16604,00
	Fiili Randıman (m)	-	11822,50	13783,10	11872,00	10827,15
	Randımanlar (cm/vey)	-	11,05	11,26	11,92	12,62

\* Kozlu TIM'de 410.8 m galeri yüklenici firma tarafından sürülmüştür.

deliciler için yeni delik düzenlerinin oluşturulması ve delme+patlatma sisteminin tümüyle değiştirilmesine yönelik araştırma projeleri yaptırılmıştır (ODTÜ, 1989).

EH donanımıyla, delik delme ve posa kaldırma üreleri oldukça kısalmıştır. Ancak, uygun bir patlayıcı kullanılmaması, iyi bir iş organizasyonu yapılmaması, gerekli yardımcı hizmetlerin sağlanamaması ve daha yukarıda sayılan sorunlar nedeniyle istenilen hedeflere bir türlü ulaşamamıştır. Bu bağlamda, galeri ilerlemelerine uygulanan prim sistemleri de gerekli iyileşmeleri sağlamada yetersiz kalmıştır. Bu durum, TTK'daki son beş yıllık galeri ilerlemeleri gözden geçirildiğinde daha iyi gözlenebilir (Çizelge 2).Galeri ilerlemelerindeki bu olumsuzluklar sonuçta maliyetlere de doğrudan yansımaktadır (Yaralı, 2000). Maliyetlerde en dikkati çeken kalem de %55-60 payla işçiliklerdir.

Bu durum karşısında TTK Genel Müdürlüğü, ana lağımları İhale yoluyla sürdürme yoluna başvurmuştur. İlk etapta Kozlu Müessesesi'nde çeşitli kesitte ve eğimde 3350 m galerinin 600 gün içinde sürülmesi bir inşaat şirketine ihale edilmiştir. İhaleyi alan inşaat şirketi de lağım ilerlemelerinde bugüne kadar önemli bir gelişme sağlayamamıştır. Kısa süre içinde Karadon Müessesesi'nde de toplam 8000 m galerinin ihale edilmesi için hazırlıklar yapılmaktadır. Ayrıca, havzada Özel sektör eliyle işletmeye açılacak olan Bağlık, Gelik Güney Dikkanat ve Amasra B sahalarındaki derin ocaklarda da km'lerce galeri açılacaktır.

Bu tespitlerin ışığında Zonguldak Havzası'nda galeri açma makinası kullanımının irdelenmesi gereklidir. Bugüne kadar, havza kömür çevre kayaçlarının kesilebilirliği/kazılabilirliği ve

dolayısıyla Galeri Açma Makinalarının (GAM) kullanılabilirliği ile ilgili sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Havzadaki kayaçlarda hızlı, verimli ve ekonomik olarak kazı yapılabilecek galeri açma makinalarının sınırlı da olsa bulunabileceği ifade edilmiştir.

Bu çalışmada; öncelikle havza ve kömür çevre kayaçları üzerinde GAM kullanımına yönelik olarak yapılan çalışmalar kısaca gözden geçirilecektir. Daha sonra da, birebir ölçekli kazı setinde yapılan kesme deneylerinin sonuçları ile keski aşınmasına yönelik olarak yapılan indeks deneylerinin sonuçlarına göre havzada kullanılacak GAM tipleri ve bunlardan elde edilebilecek performansların önceden tahmin edilmesi kritik edilecektir.

## 2 DAHA ÖNCE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Havza kömür çevre kayaçlarının kazılabilirliği ile ilgili olarak yapılan en kapsamlı çalışmalardan biri 1989 yılında ODTÜ ve Hacettepe Üniversitesi ZMF Maden Mühendisliği Bölümü tarafından yapılmıştır (ODTÜ, 1989). Bu çalışmada havzadan alınan çevre kayaçları ve kömürler küçük ölçekli kesme deneylerine tabi tutulmuştur. Kayaçların; tek eksenli basınç dayanımları ( $\sigma_c$ ) çekme dayanımları ( $\sigma_t$ ) ve kesme spesifik enerji (SE) değerlerine göre GAM önerisi yapılmış ve tahmini net kazı hızları verilmiştir (Çizelge 3). Bu sonuçlara göre kayaçların orta ağır ve ağır GAM'larla bile zor kazılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Nihai karar olarak da; delme+patlatma tekniklerinin geliştirilmesi önerisi yapılmıştır.

Arı (1990) ve Avcı (2001) tarafından ayrı ayrı yapılan çalışmalarda havza çevre kayaçlarının aşındırıcılığı üzerinde durulmuştur. Arı'nın

Çizelge 3. Küçük ölçekli kesme deneyi sonuçları (ODTÜ 1989).

Kayaç Türü	Ort. o, (MPa)	Orta, (MPa)	Ort. SE (MJ/m <sup>3</sup> )	Tahmini Net Kesme Miktarı (mVh) <sup>1*</sup>	
				Orta AĖ. GAM	AĞır GAM
Orta taneli kum t aşı	87,0	14,43	17,55	*	6
İnce taneli kurması	100,45	13,70	20,29	*	**
Silttaşı	64,0	14,52	15,49	3	9 ***

\* Orta ağır GAM ile kesilemez.  
 \*\* Ağır tiple GAM ile kesilemez.  
 \*\*\* Kazı hızı; tahkimat düzeni ve nakliyat hızına bağlı olarak artabilir.

Ö<sub>c</sub> : Tek eksenli basınç dayanımı  
 o<sub>c</sub> ; Tek eksenli çekme dayanımı  
 SE : Spesifik enerji

çalışmasında Schimazek aşınma indeksi değerlerinin yüksek olduğu ve makina kullanımının sınırlı olacağı sonucuna varılmıştır. Avcı'nın çalışmasında ise Cerchar aşınma indeksi sonuçlarına göre GAM kullanılması durumunda 0,38-0,72 adet/m<sup>3</sup> arasında bir keski tüketimi olabileceği vurgulanmıştır. Bu, tabii ki olayın ekonomik boyutunu ilgilendirmektedir.

Eskikaya vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada, havza kayaçları üzerinde, kayaçların mekanik özellikleri ve kuvars miktarlarına göre elde edilen aşınma indeksi ile üç değişik GAM için (tünel açma makinası, orta ağır ve hafif tip GAM) ilerleme hızları ve keski tüketimleri tahmin edilmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre, 5-11 m/gün'lük ilerleme hızlarına ulaşabildiği hesaplanmıştır. Ancak, GAM kullanımını için ilerleme hızlarının yanı sıra, aşındırıcılığa bağlı olan keski tüketiminin GAM kullanımına karar vermede sınırlayıcı ve belirleyici etken olduğu vurgulanmıştır.

### 3 GALERİ AÇMA MAKİNALARININ SEÇİMİ VE PERFORMANSINI ETKİLEYEN ETKENLER

Kazı işinin verimli ve ekonomik bir şekilde yapılabilmesi; kazılacak kayaya ve yapılacak kazının amacına uygun bir kazı makinasının seçimine bağlıdır. Bunun için mekanize kazı verimini etkileyen etkenlerin ayrıntılı olarak incelenmesi gerekir. Bu etkenleri;

- Kayaçla ilgili jeoteknik etkenler
- Kazı makinasıyla ilgili etkenler
- İşletme etkenleri

olmak üzere üç gruba ayırmak olanaklıdır (Şekil 1).

Kayaçla ilgili etkenler; keski seçiminden başlayarak, keskinin aşınması ve kesme performansını belirlemede en başta gelir. Burada; kayacın mineralojik bileşimi, mekanik özellikleri ve kaya kütlesi özellikleri sıralanabilir.

Kazı makinasının; kesme kafası tasarımı, keski lipi, kazı düzeni ve kesme gücü kesme performansını direk olarak etkilemektedir. Çalışma yapılan yerin eğimi, kesiti, posta kaldırma, tahkimat

yöntemi, yardımcı hizmetler vb. parametreler kazı performansını direk olarak etkilemektedir.



Şekil 1. GAM'da kazı performansını etkileyen etkenler (Thuro. & Plinniger, 1999).

Seçilen kollu galeri açma makinalarının kazı hızını ve keski tüketiminin ne olacağını önceden belirlemek oldukça önemlidir. Deneysel yöntemlerle, spesifik enerjinin belirlenmesi gerçeğe en yakın sonuçları vermektedir. Bu nedenle, Zonguldak Havzası'nda GAM'nın kullanılıp kullanılmayacağını belirlemek için tam boyutlu kesme deneyleri yapılmıştır,

Havza kayaçlarının kazı labil iri iğine ilişkin yapılan kesme deneyleri, bu çalışmanın temelini teşkil etmektedir. Deneyler, İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Maden Mekanizasyonu ve Kazı Teknolojisi Laboratuvarı'nda (TU-EXCAVATION) bulunan Doğrusal Kazı Setinde gerçekleştirilmiştir (Kel vd. 2002).

### 4 KESME DENEYLERİ

Zonguldak Havzası kömür çevre kayaçlarının en iyi şekilde karakterize eden kumlası, kil-silttaşı ve kireçtaşı formasyonlarının bulunduğu hazırlık

galerilerinden örnekler alınmıştır. Kumtaşı formasyonundan örnekleme yapılırken iane boyutu dikkate alınarak, gözle ayırt edilebildiği kadarıyla ince, orta ve kaba taneli olmak üzere 3 farklı boyut grubunda Örnek seçilmiştir. Bu kayaçların fiziksel ve mekanik özellikleri tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Seçilen kayaçların mekanik özellikleri (Kel, 2003).

Kayaç Tipi	O. (MPa)	a, (MPa)	T (MPa)	Aşınma İndeksi
Kumtaşı 1	113,6	6,6	13,7	4,1
Kumtaşı 2	173,7	11,6	22,4	2,4
Kumtaşı 3	87,4	8,3	33,3	1,6
Sittataşı	58,0	5,3	8,8	2,9
Kireçtaşı	121	7,8	15,4	1,4

Kesme deneyleri için her biri yaklaşık 0,7x 0,7 x 0,5 m ebadındaki kaya blokları, ikiye bölünmüş ve kayacın genişlik-uzunluk ölçüleri elverişli kadarıyla, yüzey düzeltme işlemi yapıldıktan sonra, her bir kayaç için yaklaşık 15-20 adet kesme deneyi yapılmıştır. Doğrusal kazı selinde yapılan kesme deneyleri, 3 değişik kesme geometrisinde, iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Kesme deneylerinde Sandvik 535/BOH kalem ucu tipi keski kullanılmıştır.

Birinci aşamada yapılan bağımsız (unrelieved) kesme deneyleri sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir. Bağımlı (relieved) kesme deneyleri sonuçları da Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5. Bağımsız kesme deneyleri sonuçları özellikleri (Kel, 2003).

Kayaç	d mm	FC kN	F'C kN	FN kN	F'N kN	Q m <sup>3</sup> /km	SE kWh/m <sup>3</sup>
Kumtaşı 1	3	3,9	9,1	4,4	8,8	0,023	47,2
	6	6,7	18,2	6,7	14,5	0,091	20,0
	9	8,8	26,1	8,0	21,5	0,205	11,8
Kumtaşı 2	3	4,1	9,2	6,1	11,9	0,021	54,9
	6	8,2	23,3	10,8	23,9	0,045	50,1
	9	16,9	48,7	19,3	42,8	0,178	26,0
Kumtaşı 3	3	1,8	4,5	2,3	4,6	0,024	20,5
	6	3,8	9,1	3,8	7,8	0,088	11,8
	9	6,6	15,9	5,9	12,7	0,321	6,1
Sittataşı	3	3,1	7,5	4,4	10,4	0,020	42,9
	6	7,4	23,0	9,6	22,7	0,080	24,4
	9	8,0	27,5	8,1	21,9	0,185	12,5
Kireçtaşı	3	4,0	11,8	7,6	15,3	0,036	31,7
	6	7,5	21,5	12,5	27,3	0,143	19,2
	9	11,6	29,4	21,4	39,6	0,197	17,4

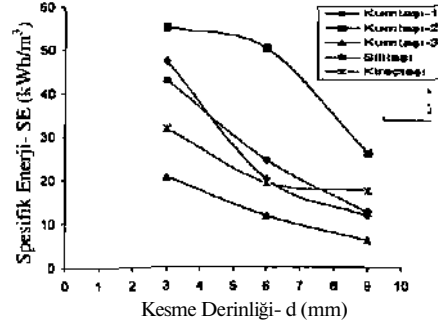
d. Kesme derinliği  
Q. Kesilen kayaç miktarı  
FC - Ortalama kesme kuvveti  
F'C : Max. ort. kesme kuvveti  
FN : Ortalama normal kuvvet  
F'N : Max. ort. normal kuvvet

Çizelge 6. Bağımlı kesme deneyleri koşulları özellikleri (Kel, 2003).

Kayaç	mm	FC kN	FN kN	Q m <sup>3</sup> /km	SE kWh/m <sup>3</sup>
Kumtaşı 1	9	6,1	6,4	0,075	22,1
	18	8,0	8,1	0,173	12,6
	27	8,5	8,7	0,173	13,3
	45	-	-	-	-
	Bağımsız	8,8	8,0	0,205	11,8
Kumtaşı 2	9	6,8	8,5	0,075	24,9
	18	9,4	11,5	0,167	15,4
	27	13,4	16,1	0,183	20,1
	45	15,0	17,8	0,223	19,2
	Bağımsız	16,9	19,3	0,178	26,0
Kumtaşı 3	9	3,7	3,3	0,056	17,0
	18	4,7	4,1	0,167	7,8
	27	4,9	4,1	0,246	5,4
	45	5,8	5,5	0,220	7,2
	Bağımsız	6,6	5,9	0,321	6,1
Sittataşı	9	5,1	6,0	0,070	20,1
	18	6,5	7,3	0,140	12,7
	27	6,3	7,2	0,176	9,6
	45	8,2	8,5	0,229	9,8
	Bağımsız	8,0	8,1	0,185	12,5
Kireçtaşı	9	5,4	8,8	0,056	26,8
	18	7,4	11,6	0,121	16,9
	27	8,6	12,9	0,160	14,6
	45	11,4	17,3	0,267	12,0
	Bağımsız	11,6	20,4	0,197	17,4

s: keski arası mesafe.

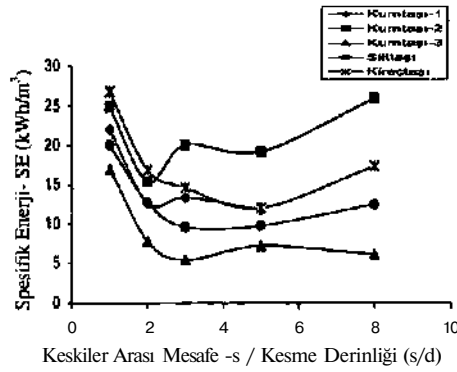
Kumtaşı-2 Örneği en yüksek kesme ve normal kuvvetlerle kesilirken, kumtaşı-3 örneği en düşük kesme ve normal kuvvetlerde kesilmiştir. Buna bağlı olarak da SE değerleri yüksek olmuştur (> <math>10^{-2}</math>).



Şekil 2. Bağımsız kesme modunda kesme derinliği-d ile spesifik enerji-SE arasındaki ilişki.

11. aşamada yapılan deneylerde 9 mm'lik kesme derinliği için keski arası mesafe değişiminin SE üzerindeki etkileri incelenmiştir. Şekil 3'den de görülebileceği gibi, yine kumtaşı-2 örneğinde en yüksek SE değerleri elde edilmiştir. SE değerleri ile kayaçların tek eksenli basınç dayanımlarının doğrusal bir ilişki gösterdiği görülmüştür. Keski arası mesafe

arası en uygun mesafenin, kesme derinliğinin 3-4 katındaki aralıklarda oluştuğu tespit edilmiştir.



Şekil 3, Bağımlı kesme modunda kesme derinliği-d ile spesifik enerji-SE arasındaki ilişki.

### S KESME DENEYİ SONUÇLARINA GÖRE GAM SEÇİMİ

Kayaçların bağımlı kesme deneylerinde elde edilen SE değerlerine göre bir değerlendirme yapıldığında aynı ODTÜ'nün çalışmasında olduğu gibi GAM kullanımının sınırlı olacağı ve keski tüketiminin çok yüksek olacağı sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 7).

Çizelge 7. Bağımlı kesme sonuçlarına göre GAM kullanımı (Kel 2003).

	SE (kWh/m³)	Tanımlama
Kumtaşı 1	12	* McFeat ve Fowell'in (1977) yaptığı sınıflamaya göre, bu kayaçlar yüksek Sfi değerlerine sahiptirler ve GAM ile kapılabilirler. Ancak: bu sertlikteki formas yon] anı kesilmesinde ma kınada kısa zamanda hasarlar meydana
Kumtaşı 2	15	
Kumtaşı 3	9	
Siltaşı	9	olması beklenmektedir
Kireçtaşı	12	* GAM uygulanması bu yitiden oldukça sınırlıdır.

Özdemir tarafından verilen Eşitlik 1 kullanılarak belirli kesme gücüne sahip bir GAM ile ne kadarlık bir kazı miktarına ulaşılabileceğini belirlemek mümkündür (Roslami vd. 1994).

$$ICR = k \cdot \frac{P}{SE} \quad [1]$$

Bu eşitlikle;

ICR: Anlık kazı miktarı (m³/h)

k : Kesme kafasının enerji aktarma oranı (0,7-0,8)

P : Makinanın kesme gücü (kW)

SE : Kesme deneylerinden elde edilen optimum spesifik enerji (kWh/m³)' dir.

Bu eşitlik kullanılarak Çizelge 8'de Özellikleri verilen bazı kollu Galeri Açma Makinaları'nın performansları hesaplanmaya çalışılmıştır.

Bu hesaplamada bazı kabuller yapılmıştır. Öncelikle, k katsayısı 0,8 olarak alınmıştır. TTK'da hazırlık galerileri B8, B10 ve B14 kesitte sürülmektedir. En yaygın kullanılan ise B10'dur ve B10 kesitli bir galerinin kazı kesiti yaklaşık 12,5 m²'dir. Yukarıda kesme güçleri verilen makinalarla, laboratuvarında elde edilen SE değerleri baz alınarak B10 kesitli bir galeride günde ne kadarlık bir ilerleme hızına ulaşabilecekleri hesaplanmıştır. Makinadan yararlanma oranı  $T = \frac{P}{SE} = 45\%$ , günde 8 saatlik 2 vardiya çalışılması öngörülmüştür. Bu kabuller ve değerlere göre yapılan hesaplamaların sonuçları da Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelgedeki sonuçlara göre havzada GAM kullanılabileceği ve kesme gücüne göre 6-18 m/gün ilerleme hızlarına ulaşabileceği görülmektedir. Ancak, kuvars içeriklerinin yüksek olması nedeniyle keski tüketiminin yüksek olabileceği de bir dezavantaj olarak göz önünde bulundurulmalıdır. Sert, masif ve kuvars içeriği yüksek kayaçların kazılması için kalem uç tipi keski ile donatılmış bir GAM'ın kullanıldığında oldukça yüksek keski tüketimi ve makine hasarı beklenmektedir. Özdemir ve arkadaşları bu tür kayaçların kazısında mini disk keskilerle donatılmış kollu galeri açma makinalarının kullanılmasını önermektedirler (Friant vd. 1994). 12 cm çapındaki mini disk keskileri, 100 ton ağırlığındaki Voesl-Alpine AM-105 tipi bir makinanın kesme kafasına yerleştirilerek tek eksenli basınç dayanımı 135 MPa olan bir kayaçta 12-15 m/h'lik kazı miktarına ulaşmışlardır.

IV.4 Akcın. N. Bildin ü K. Kel

**Çizelge 8. Galeri Açma Makinalarının Özellikleri-**

	Ağırlık (ton)	Tipi	Kesme Gücü (P) <kW)	(MPa)
Voest-Alpiinc AM75-200P	50	Hafif	200	100
Paural E134	70	Orta Ağır	230	150
Westfalia WAV 178/300	74	Orta Ağır	300	120
Paurat E200	110	Ağır	350	200

\* Makinanın kesebileceği maksimum kayaç dayanımı.

**Çizelge 9. BIO kesitli bir lağımda galeri açma makinaları ile ulaşılacak ilerleme hızları**

	P kW	SE kWh/m <sup>-1</sup>	ICR m 7h	GKM=ICR*T1*8*2 m Vgün	GIH m/gün
Kumtaşı 1	200	12	13,3	81,6	7,7
	230	12	15,3	129,6	8,8
	300	12	20,0	63,4	11,5
	350	12	23,3	120,0	13,4
Kumlaşı 2	200	15	10,7	65,3	6,1
	230	15	12,3	103,7	7,1
	300	15	16,0	76,8	9,2
	350	15	18,7	96,0	10,8
Kumtaşı 3	200	9	17,8	108,8	10,2
	230	9	20,4	172,8	11,8
	300	9	26,7	128,0	15,4
	350	9	31,1	160,0	17,9
Silttaşı	200	9	17,8	108,8	10,2
	230	9	20,4	84,5	11,8
	300	9	26,7	128	15,4
	350	9	31,1	160	17,9
Kireçtaşı	200	12	13,3	81,6	7,7
	230	12	15,3	129,6	8,8
	300	12	20,0	96,0	11,5
	350	12	23,3	120,0	13,4

Kabuller : n, = Makinadan yararlanma oranı (%45). Bir vardiya 8 saat, Günde 2 vardiya kazı, BIO galerinin kazı kesiti 12,5 m

Kısaltmalar- P : Kesme gücü ICR : Anlık kazı miktarı  
GKM : Günlük kazı miktarı GIH : Günhik ilerleme hızı

**6 SONUÇLAR**

Zonguldak Havzası'nda bugüne kadar GAM kullanımı hep Lartışma konusu olmuştur. Ancak, yapılan kesme çalışmalarının sonucunda havza kömür çevre kayaçlarının kazısında güçlü (200 kW'ii üzerinde) ve ağır galeri açma makinalarının kullanılabilceğini söylemek olanaklıdır. Özellikle, kumtaşı formasyonunun kazısında keski tüketiminin yüksek olacağı görülmektedir. Bunun için, yüksek basınçlı su jelleriyle veya mini disk keskilerle donatılmış galeri açma makinalarının donatılması daha uygun olacaktır. GAM. kullanımıyla da galeri ilerlemelerinde önemli bir iyileşmenin sağlanabileceği göz ardı edilmemelidir. Özellikle, yeni açılacak büyük ocaklardaki ana hazırlıklarda GAM kullanımı söz konusu olabilir. Burada yarıırım

yapacak olan özel sektör bu olanağı da değerlendirmelidir.

**KAYNAKLAR**

- Anı. H. 1990; *T/K Asma İşletmesi Kömür Çevre Kayaçlarının Kazılabilirliğini İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tzv.i, HÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Zonguldak. 85 s.
- Avcı, F. 2001; *TIK Asma-Dilaver İşletmesi Kömür Çevre Kayaçlarının Asındırılık Özelliklerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi. ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Zonguldak. 100 s.
- Eskikaya. Ş., Acaroglu. Ö. & Bilgin. N. 2000; Study of selecting most economical drivage method for Zonguldak hard coal mining area, *Pruc. of the World Tunnel Congress-Tunnels Under Pressure*. South

- African Institute of Mining and Metallurgy, pp. 167-172.
- Friant, E.J., Özdemir. L. & Ronnkvisl, E. 1994; Mini cutter technology-the answer to trully mobile excavator. North American Tunneling 94 Conference and Exhibition. Denver, pp. 2B/49-56.
- Kel, K., Akçın, N.A., Tunçdemir, H. & Bilgin, N. 2001: Cuttability characteristics of some high strength rocks for roadheader selection in Zonguldak coalfield. *Proc. of the 17th Int. Symp. On Mine Planning and Equipment Selection*, New Delhi, India, pp. 789-795.
- Kel, K., Akçın, N.A. & Bilgin, N. 2002; Zonguldak havzası kömür çevre kayaçlarının kesilebilirlik karakteristiklerinin incelenmesi, *KAYAMEK'2002-VI. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu*. Konya. s. 385-390.
- Kel, K. 2003; Zonguldak Havzası Kömür Çevre Kayaçlarının Kesilebilirliğinin İncelenmesi. Doktora Tezi. ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Zonguldak. 181 s.
- McFeat, S. & Fowell, R.J. 1977; Rock property testing and the cutting performance of tunneling machines. *Tunnels and Tunneling*, pp. 29-32.
- ODTÜ. 1989; *TTK Gelik İşletmesi Kömür ve Kayaçlarının Kaya Mekaniği ve Dizayn Parametrelerinin Çıkarılmasının Araştırılması*, Final Raporu, Proje Kod No:88-03-05-01-05 ODTÜ ve HÜZMF Maden Mühendisliği Bölümleri. 98 s.
- Rosiami, J., Özdemir. L & Neil, D.M. 1994; Performance prediction : A key issue İn mechanical hard rock mining. *Mining Engineering*, pp. 1265-1267.
- Thuro, K. & Plinniger. R.J. 1999; Roadheader excavation performance-geological and geotechnical influences. *9th ISRM Congress Paris*, pp. 1241-1244.
- TTK, 2005; Türkiye Taşkömürü Kurumu İstatistikleri. Zonguldak.
- Yaralı, O. 2001; TTK'da galeri ilerlemede kullanılan klasik ve mekanize sistemlerin karşılaştırılması. *Türkiye 12. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, Zonguldak, s. 137-146.

