

**SÜREKLİ YÜZEY KAZICILARIN BİR KÖMÜR
OCAĐINA UYGULANMASINDA İNCELENMESİ
GEREKLİ KAZILABİLİRLİK KRİTERLERİ**

*INVESTIGATION OF THE CUTTABILITY CRITERIA FOR
THE USE OF CONTINUOUS MINERS INA OPENCAST
COALMINE*

Sina YAZICI*
 m rACAROĐLU Bahadır ARAPOĐLU****
Nuh BİLGİN* Őinasi ESKİKAYA******

ÖZET

Bu bildiride, istanbul civarında bulunan bir kömür ocağı için yapılan bir kömür kazılabilirlik çalışması anlatılmaktadır. Kömür ocağından alınan blok numuneler üzerinde NATO TU-Excavation projesi imkanlarından yararlanarak t.T.  Maden Fakültesi, Maden MühendisliĐi laboratuvarlarında bir seri kesme deneyi yapılmıştır. Deneylerde kesme parametreleri değiştirilerek optimum kesme şartları araştırılmış, özellikle çıkan pasa incelenerek, tane boyutu dağılımına bakılmış ve sürekli yüzey kazıcılarının kullanılabilirlik kriteri yapılarak ilerki uygulamalar için bazı g r şler getirilmiştir.

ABSTRACT

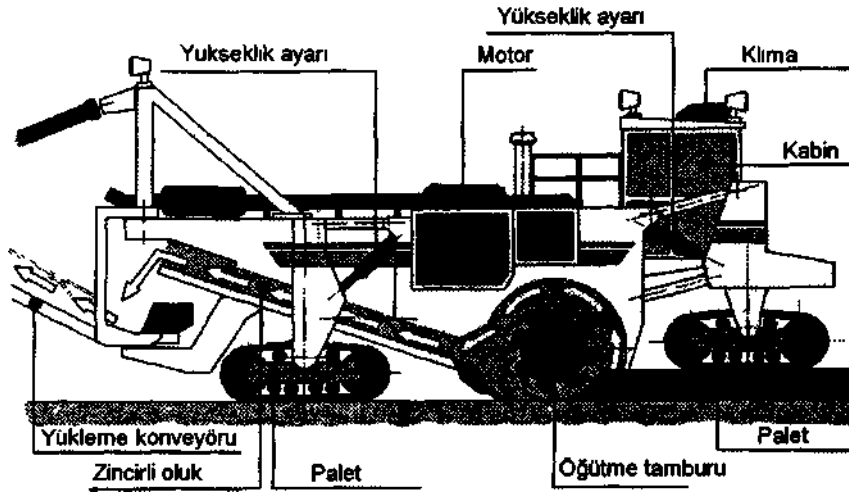
In this paper coal cuttabihty experiments for a coal mine in Yenik y, Istanbul were presented. Mechanical cutting tests were performed using the facility provided by the NATO-TU Excavation project on the samples taken from the open pit mine. The effect of cutting parameters, such as depth of cut and tool spacing, on cutting efficiency was investigated, the end product size was analyzed and a criteria was given for using the surface continuous miners in opencast coal mines.

(*) Do. Dr.  .T. . Maden Fakültesi
(**) Ar. G r.  .T. . Maden Fakültesi
(***) Prof. Dr.  .T. . Maden Fakültesi

1. GİRİŞ

Sürekli yüzey kazıcıları altlarındaki kesici tambur yardımı ile her dönüşte yüzeyden bir dilim kaldıran ve kesilen kömür veya cevheri bir zincirli oluk ile taşıma vasıtalarına aktaran bir çeşit kesici yükleyici makinedir. Kesilen dilim kalınlığı ayarlanabildiğinden, sistem selektif madencilik yapmaya çok uygundur ve San Miguel kömür ocağında olduğu gibi 15 cm ye kadar ara kesmelerin ayrı alınabilmesini ve buna bağlı olarak da kömür kalitesinin artmasını mümkün kılmaktadır (1).

İstanbul ve civarındaki ocaklardan çıkarılan kömürün parça boyutlarına ve kömür kalitesine getirilen sınırlamalar, işletme yetkililerini yeni üretim yöntemleri arayışı içersine sokmuştur. Çözüm yollarından biri, Şekil 1'de görüldüğü gibi kırma tesislerini devre dışı bırakan "sürekli yüzey kazıcılarının - surface continuous miners" kullanılmasıdır. Bu uygulamada esas, kesme dilimi kalınlığını değiştirerek, ara kesmelerin kömüre karışmasını önlemek ve son ürünün kalorifik değerinin artırılmasını sağlamaktır. Ayrıca kesimler arası mesafe ve kesme derinliği değiştirilip parça boyutunu da bir dereceye kadar ayarlamak mümkündür.



Şekil 1. Bir sürekli yüzey kesicisinin çalışma prensibi, Wirtgen 3500 SM, (4)

2. SÜREKLİ YÜZEY KAZICILARININ PRATİKTE UYGULAMALARI VE SORUNLAR

1986'da yapılan bir çalışmaya göre, bu tarihe kadar 1- Wirtgen, 2- Foster Miller, 3- Huron Manufacturing Co (Easi - Miner), 4- Mc Nally Pittsburg (WL-50) 5-CMI (TR ve PR serileri Caterpillar lisansı altında), 6- Unit Rig (Unimatic), 7- Babcock Construction (Rotaminer) , 8- Satterwite Int. Ine (SC 3000) şirketleri 60'a yakın makine

üretmişlerdir. Bunlar 20 t ile 130 t ağırlıklarında 160 kW ile 1200 kW güçlerinde makinelerdir ve fiyatları da 500000 ile 2500000 USD arasında değişmektedir (1,2,3).

Yukarıda sözü edilen şirketlerin piyasaya çıkardığı makineler başlangıçta kömür ocaklarındaki uygulamalar sırasında birçok sorunu da beraberinde getirmiş ve bazı seriler piyasadan çekilerek yeni tasarımlara gidilmiştir. Bu sorunların başlıcaları, makine seçiminin ve tasarımının, makinenin kullanılacağı özel şartlara göre yapılmamasıdır çünkü şartlar her kömür damanı için aynı olabilmektedir. Makine seçiminde göz önüne alınması gereken hususlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. İki keskinin arasındaki izin koştuğu bir optimum keskinler arası mesafe / kesme derinliği oranı vardır ve bu değerinde birim hacimdeki kömürü kesmek için gerekli enerji minimumdur.
2. Yukarıda bahsedilen oranın sağlanması şartı ile kesme derinliği ayarlanarak, istenilen parça büyüklüğü belirli sınırlar içinde tutulabilir.
3. Seçilen optimum kesme derinliği, keskinlere gelen kuvvet, tambur çapı, tambur genişliği ve tambur dönme hızı o şartlar için elde edilebilecek üretim hızını ve makine gücünü belirler.
4. Uygun seçim için, örnek numuneler üzerinde muhakkak laboratuvarlarda pilot düzeyde kesme deneyleri yapılmalıdır.

Bu çalışma yukarıda bahsedilen seçim kriterlerine ışık tutabilmek amacı ile yapılmıştır ve sonuçta doğru seçim için bazı önerileri içermektedir. Uygulamada en fazla kabul bulan bir seri sürekli yüzey kazıcının karakteristikleri Çizelge 1 de verilmiştir

Çizelge 1. Wirtgen Sürekli Kazıcının Karakteristikleri (4)

Teknik Özellikler	2100 SM	2600 SM	3000 SM	3500 SM	4200 SM
Toplam tahrik gücü, kW	448	559	559	895	1193
Tam yükte yakıt sarfiyatı, l/saat	110	152	160	233	310
Toplam ağırlık, ton	39.5	67.5	50	137	185
Kesme tambur genişliği, m	2	2.6	-	3.5	4.2
Kesme dilim kalınlığı, m	0-0.25	0-0.25	0-0.3	0-0.47	0-0.6
Palet adedi	4	3	4	4	4
Çalışma hızı, km/saat	0-1.6	0-1.5	0-1.3	0-1.5	0-1.5
Yürüme hızı, km/saat	0-4.6	0-6	0-3.5	0-3.9	0-2.8
Bant kapasitesi m ³ / saat	550	845	1900	3500	-
Yaklaşık fiyatı x 1000 USD	900	1000	1600	2300	1300

2.1 Uygulamalardan Bazı Sonuçlar (4)

2.1.1 Yer ve yıl: Western Collieries Ltd, Australia, 1988

Sürekli yüzey kazıcı: Wirtgen 300 SM.

Kömür damanı: Basınç dayanımı 35 MPa (350 kgf/cm²), damar kalınlığı 1.9 m.

Damarda yer yer ince kesmeler mevcut.

Damarda yer yer ince kesmeler mevcut.
Üretim: Ortalama 247 ton/saat, maksimum 600 ton/saat.
Uygulamada üretim oranı klasik yöntemle göre % 70 den % 98.6 ya çıkmış kül oranı ise % 9 dan % 6.5 a düşmüştür.

2.1.2. Yer ve yıl: Bosna, Gacko Linyit Ocağı, 1990

Sürekli yüzey kazıcı: Wirtgen 3500 SM
300 MW'lık termik santral için yılda 2.4 milyon ton kömür gerekmektedir.
Damar kalınlığı 12-14 m, meyil 5°-14° arasındadır.
Elde edilen üretim, basınç dayanımı 9 MPa (90 kgf/cm²) olan kömür daman için 595 m³/saat (yerinde), basınç dayanımı 7.5 MPa(75 kgf/cm²) olan marn için ise 800 m³/saat dir. 500 saatlik bir uygulamadan sonra 100 adet uç sarfıyatı olmuş ve 392500 ton kömür elde edilmiştir. Bölgedeki üretimin % 40'ı bu makina ile % 60'ı ise döner kepçeli ekskavatör ile sağlanmaktadır. Sürekli yüzey kazıcı ile üretilen kömürün, diğerine nazaran kalorilik değeri % 33 artmış ve kül oranı % 45 azalmıştır.

2.1.3. Yer ve yıl: Mount Thorley Madeni Avustralya, 1991

Sürekli yüzey kazıcı: 3500 SM
Damar, 0.1 ile 2 m kalınlıkta kömür ve ara kesmeler içermektedir.
Kesici makina günde üç vardiya, haftada altı gün çalışmaktadır ve günde ortalama 16000 ile 20000 ton arasında kömür elde edilmektedir. Keski sarfıyatı 0.003 keski/saat olmuştur.

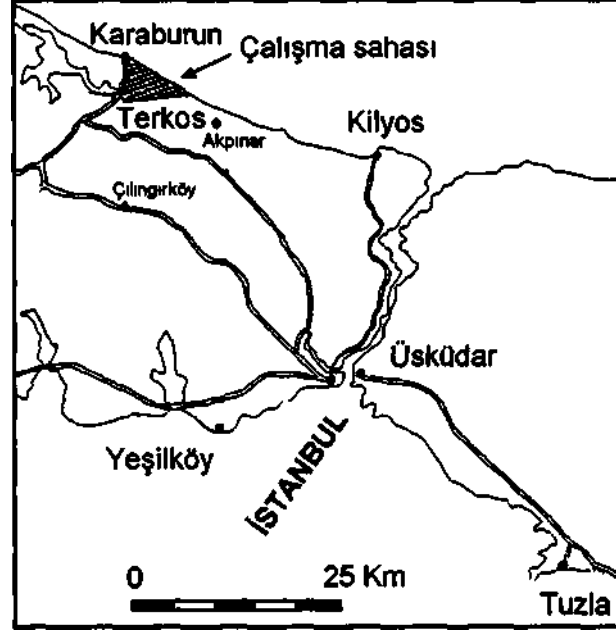
3. BÖLGENİN JEOLJİSİ

Çalışmanın yapıldığı Mil-Ten Müteahhitlik Hafriyat ve Ticaret Şirketi'ne ait saha Şekil 2'de verilmiştir. Bölgede temelden üste doğru sırasıyla Soğucak Formasyonu (Orta-Üst Eosen), Karaburun Formasyonu (Oligosen), Andezit-Mikrodiyorit (Alt-Orta Miyosen), Çukurçeşme Formasyonu (Üst Miyosen), kil ve kumul (Holosen) ile güncel oluşuklar olan alüvyon ve plaj bulunmaktadır.

Bölgede bu güne kadar Karaburun Formasyonuna ait Delta Düzlüğü Fasiyesinde oluşmuş olan kömürün üretimi yapılmıştır. Ruhsat alanlarında kömürün oluşabileceği yegane fasiyes de budur. Delta düzlüğü fasiyesi, batıda Karaburun civarından geçen N-S gidişli doğrultu atımlı fayla, güneyde ise Kambur Ayazma, Üstlük-Davulcu Dereleri fay sistemleri ile sınırlanmaktadır. Fasiyes kuzeyde Karadeniz'e kadar devam etmektedir.

Bölgede oluşan kütle hareketleri (fossil heyelanlar) kömürün ilksel konumunu yer yer aşın derecede bozmuştur. Bu nedenle kömür damarının sürekliliği bozulmuştur ve hiç beklenmedik yerlerde kömür kaybolmaktadır.

Sahada genelde, üst damar, yüzlük damar ve altmışlık damar olarak tabir edilen üç ana kömür daman bulunmakta ve bu damarlar değişik kalınlıkta ara kesmelerle kesilmektedir. Selektif bir madencilik son ürünün kalorifik değerini artıracak şekilde düşünülmektedir.



Şekil 2. Çalışmanın yapıldığı sahanın coğrafi konumu

4. NUMUNELERİN MEKANİK DAYANIMLARI

Kömür numuneleri ocaktan gelir gelmez, doğal nemlerini kaybetmeden, nokta yük ve darbe dayanımı testleri yapılmıştır. Basınç dayanımları nokta yük indeksi değerlerinden hesaplanmıştır. Değerler Çizelge 2 de özetlenmiştir.

Çizelge 2. Kömür Numunelennin Mekanik Dayanımları

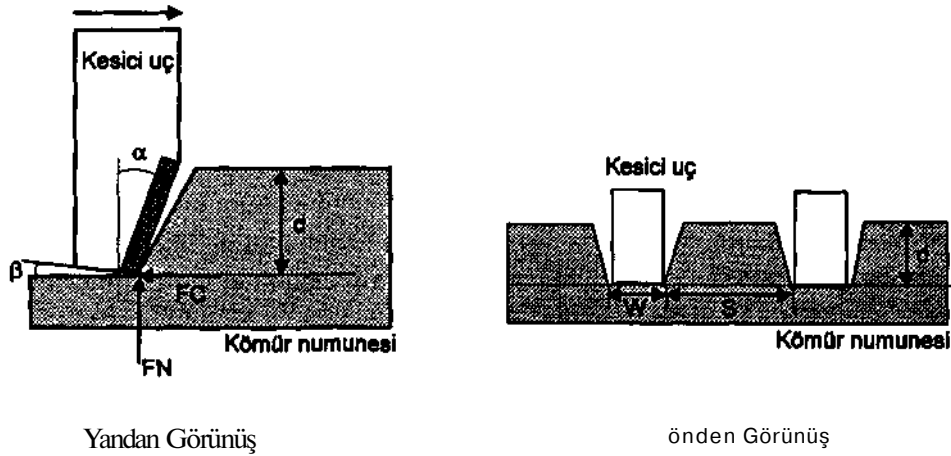
Numune	Is ± s.s (MPa)	a _c (MPa)	D.D.D. ± s.s.
Üst Damar	14 ± 1.4	33.6	85 ± 1
Yüzlük Damar	15.7 ± 1.5	37.7	82 ± 1.7
Altmışlık Damar	18.5 ± 5.2	44.4	79 ± 1.2

Bu çizelgede:
 Is: Nokta yük indeksi, deneyler tabakalanma yüzeylerine dik yapılmıştır, (MPa).
 o_c: Basınç dayanımı değerleri, (MPa).
 D.D.D. : Darbe dayanım değerlerini belirtmektedir.

5. NUMUNELERİN KESİLEBİLİRLİK ÖZELLİKLERİ

5.1. Araştırma Yöntemi

Bir planya tezgahına tespit edilen numune, kesici ucun takıldığı piezo - elektrik kuvvet ölçer yardımı ile kesilmektedir. Numune tezgahını aşağı, yukarı sağa ve sola hareket ettirerek kesme derinliğini ve keski arası mesafeyi ayarlamak mümkündür. Bir amplifikatör ve veri transfer kartı ile, kesme sonucu açığa çıkan sinyaller bilgisayara beslenmekte ve bu şekilde, keskiye üç yönde gelen kuvvetler ölçülebilmektedir. Deney seti hakkında etraflı bilgiler Bilgin ve Shahriar'ın yaptıkları çalışmada bulunabilir (5). Kesme deneylerinde kullanılan kesici uç özellikleri ve bazı parametreler Şekil 3'de tarif edilmiştir. Kesici uç bu tür deneylerde standart olarak kabul edilen malzemeden yapılmıştır. Şekil 4'de kömür numuneleri üzerinde yapılmış bir kesme deneyinin sonucu sunulmuştur. Keski kuvvetleri kesme sırasında numunenin kırılma eğilimine bağlı olarak bir değişim göstermektedir. Sonuçlar hesaplanırken bu kuvvetlerin ortalaması FC - ortalama kesme kuvveti ve maksimum noktaların ortalaması FC - maksimum kesme kuvveti olarak kabul edilmektedir. Spesifik enerji, kesme sırasında açığa çıkan ortalama kesme kuvvetinin birim mesafedeki pası hacmine bölünmesi ile belirlenmektedir (5).



Şekil 3. Kesme parametrelerinin tanımı

Kesme parametreleri:

Alınan değerler :

d= Kesme derinliği, 3,5, 7 mm

w= Keski genişliği, 12,5 mm

S= Keski arası mesafe, 5,10, 20,40 mm

a = Kesme açısı, -5°

β = Serbestlik açısı, 5°

ölçülen Değerler :

F 'C= Maksimum kesme kuvveti

FC = Ortalama kesme kuvveti

F "N= Maksimum dikey kuvveti

FN= Ortalama dikey kuvveti

SE = Spesifik enerji, MJ/m³ birim hacimdeki kayacı kesmek için gerekli enerji

5.2. Kesme Deneyleri

Kesme deney sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Kesme Sonuçları

İST KÖMÜR DAMARI							
d(mm)	FC(kN)	FC(kN)	FC/FC	FN(kN)	FN(kN)	FN/FN	SE (MJ/m ³)
3	1.25	0.86	1.43	0.95	0.76	1.25	14.5
5	2.73	1.83	1.49	2.42	1.86	1.30	13.8
7	3.37	2.49	1.35	3.63	3.04	1.20	14.2

d(mm)	S(mm)	FC(kN)	FC(kN)	FN(kN)	FN(kN)	SE (MJ/m ³)
5	5	2.13	1.16	1.87	1.07	12.7
5	10	2.01	1.28	1.79	1.05	10.2
5	20	2.12	1.29	1.73	1.33	9.6
5	40	3.15	2.29	3.41	2.82	16.1

YÜZLÜK KÖMÜR DAMARI							
d(mm)	FC(kN)	FC(kN)	FC/FC	FN(kN)	FN(kN)	FN/FN	SE (MJ/m ³)
3	1.47	0.94	1.56	1.35	0.97	1.37	15.1
5	2.58	1.55	1.67	2.21	1.36	1.62	12.0
7	4.75	3.31	1.43	4.50	3.64	1.24	11.8

d(mm)	S(mm)	F'C(kN)	FC(kN)	FN(kN)	FN(kN)	SE (MJ/m ³)
5	5	1.53	0.80	1.06	0.63	9.1
5	10	2.26	0.89	2.31	0.76	5.5
5	20	2.50	1.43	2.60	1.24	7.0
5	40	3.40	1.47	2.10	1.47	15.0

ALTIŞLIK KÖMÜR DAMARI							
d(mm)	FC(kN)	FC(kN)	F'C/FC	FN(kN)	FN(kN)	FN/FN	SE (MJ/m ³)
5	2.9	1.89	1.58	3.1	2.59	1.2	12.6

5.3. Kesme Deneylerinin İrdelenmesi

- a) Optimum spesifik enerji değerleri, Şekil 5. ve 6'den de görüldüğü gibi, hem yüzük hem de üst kömür damarlarını temsil eden numunelerde, $s/d=4$ oranında elde edilmiştir.

Şekil S ve 6 seçilecek sürekli yüzey kesicide keski arası mesafenin $s/d=4$ oranına bağlı kalarak seçilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

- Kesme kuvveti FC ve normal kuvvet (dikey kuvvet) FN değerleri aynı mertebelerde olmaktadır.
- Üst, yüzlük ve altmışlık olarak adlandırılan kömür damarları benzer kesme özellikleri göstermişlerdir.

Keskilerin birbirlerini etkilemedikleri durumda, kesme derinliği ve keski kuvvetleri arasında aşağıdaki ilişki bulunmuştur:

$$FC = 0.36 d.$$

$$FN = 0.37 d.$$

Optimum s/d oranında bu ilişkiler aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$FC = 0.27 d.$$

$$FN = 0.27 d.$$

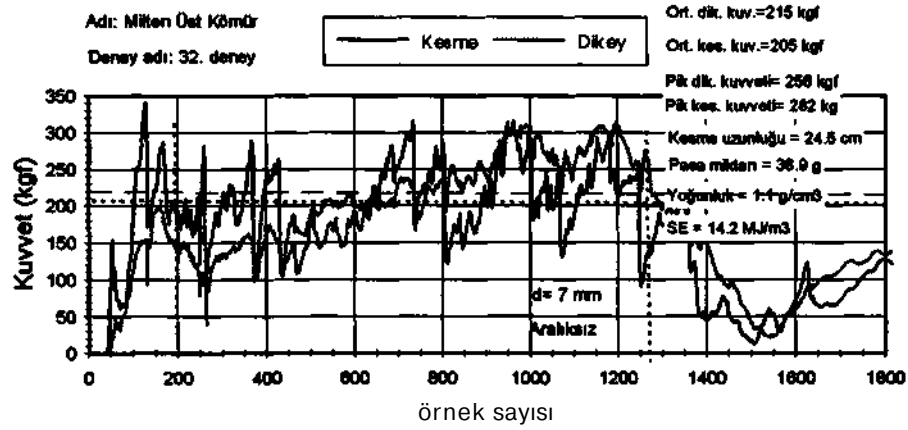
burada;

FC= kesme kuvveti, kN

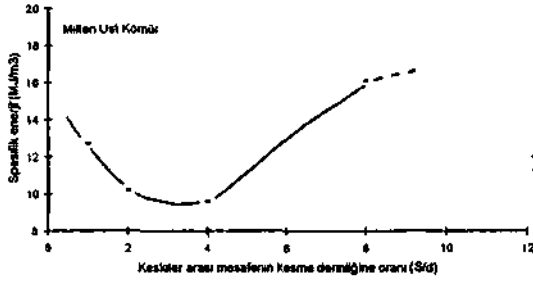
FN= keskiye gelen dikey kuvvet, kN

d= Kesme derinliği, mm.

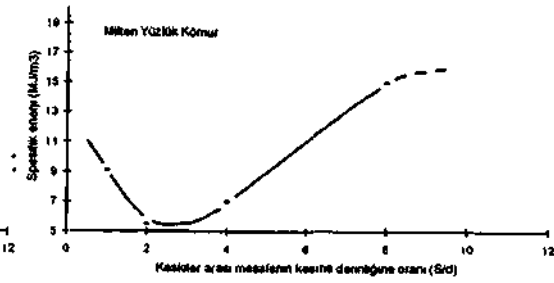
- Kesilen kömürün tane boyutu Şekil Tde verilmektedir. Buna göre; optimum s/d değerinde, kesilen kömürün tane boyutu % 50 oranında kesme derinliği kadar olmaktadır, % 20 oranında 2 mm'nin altında toz kömür elde edilmiştir.



Şekil 4. Kömür keski kuvvetleri, (diğer deneyleri temsil etmek üzere sadece yukardaki deney sonuçları verilmiştir.)



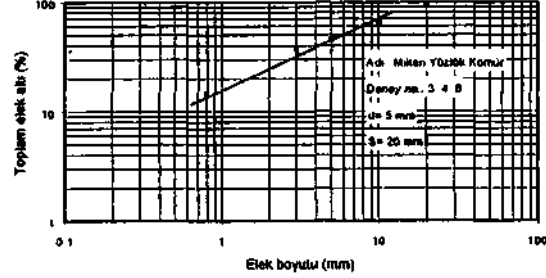
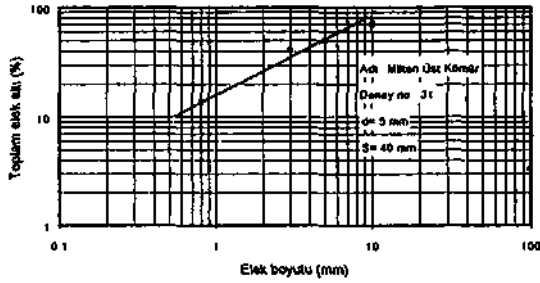
Şekil 5 Üst kömür damarında spesifik enerji değerinin s/d oranı ile değişimi



Şekil 6 Yüzlük kömür damarında spesifik enerji değerinin s/d oranı ile değişimi

- e) Gerçek kesme derinliğinin en fazla 30 mm civarında olabileceği tahmin edilmektedir. Bu da optimum kesmeler arası mesafenin 120 mm olması demektir.

Kesilen malzemenin tane boyutunun daha gerçekçi olarak tahmin edilebilmesi için muhakkak tam boyutlu kesimlere yukarıda verilen şartlarda deney yapılmalıdır.



Şekil 7. Üst kömür ve yüzlük kömür damarlarında kesilen kömür numunelerinin tane boyutu dağılımı

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan mekanik deneyler, üst, yüzlük ve altmışlık olarak tanımlanan kömür damarlarından alınan numunelerin basınç dayanımlarının sırasıyla 33.6, 37.7, ve 44.4 MPa değerlerinde olduğunu göstermiştir. Bu değerler, yeraltı işletmesi olarak düşünülen sahadan alınan numuneler üzerinde daha önce yapılan deneylerden elde edilen

değerlerden fazladır, bunun nedeni komin yaptlarındaki farklılık veya son deneyleinin minimumu alını alınmaz, doğal nemlerini kaybetmeden yapılmasıdır ((•>)

Kesme deneylerinde tüm numuneler benzer özellik göstermişlerdir üüüüü hacimdeki kömürü kesmek için gerekli optimum enerji değeri, keskinler arası mesafenin kesme derinliğine oranının dört olduğu durumlarda elde edilmiştir Bu oranda iki keski arasındaki iz kopmakla ve kesilen paça boyutu maksimum olmaktadır Kesme derinliği d, kesme kuvveti FC, dikey kuvvet FN arasında, denenen keski için optimum şartlarda aşağıdaki bağıntılar bulunmuştur.

$$FC=0.27d$$

$$FN=0.27d$$

Bir keskinin mekanik dayanımını aşmadan alabileceği maksimum kuvveti 800 kg olarak düşünülürse, kesme derinliğinin 30 mm'yi aşamayacağı ortaya çıkmaktadır Bu durumda keskinler arası mesafe maksimum 120 mm olabilecektir

Yapılan deney şartlarında (kesme derinliği 5 mm, keskinler arası mesafe 20 mm) kesilen malzemenin % 20'si 2 mm'nin altında kalmıştır Optimum s/d değerinde kesilen tane boyutu % 50 oranında kesme derinliği kadar olmaktadır

Yapılan çalışmalar, anılan kömür ocağında sürekli yüzey kazıcılarının kullanılması durumunda, kesilen kömürün tane boyutunun çok küçük olması nedeniyle, ev yakıtı olarak kullanılmasının mümkün olmadığını göstermiştir Bunun yanında bu tür kesiciler selektif madencilğe uygun olduğu için son ürünün kalitesi artmaktadır Kömürün biriktirilmesi veya termik santrallere verilmesi durumunda sürekli yüzey kazıcıların kullanılması düşünülebilir. Bu durumda makine seçimi yapılmadan evvel yapılacak kesme deneyleri uygulamanın verimliliğini arttıracaktır

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapılmasını mümkün kılan Mil-ten Şirketler grubu yönetim kurulu başkanı Sn. Cemil ÖKTEN'e ve NATO TU- proje yetkililerine teşekkürü bit borç biliriz

KAYNAKLAR

1. CHERONES, W.J., ROSETTI, J R , Continuous Surface Mining, Thin Seam Mining Application, Proceedings of an International Symposium on Continuous Surface Mining, Edmonton, Canada Sept 29-Oct2, 1986 Trans Tech Pub , pp 429-436
2. LAVER, R., Design and Operation of the Huron Continuous Mining Machine - The Easi - Miner, Proceeding of an Int Symp on Continuous Surface Mining, Edmonton, Canada, Sept. 29 - Oct 1, 1986 Trans Tech Pub , pp 437 - 441
3. HOWLETT, P.F., Selective Continuous Surface Mining; Recent Equipment Developments and Considerations for the Introduction of Operating Systems, Proceedings of an Int. Symp on Continuous Surface Mining, Edmonton, Canada, Sept 29- Oct 1, 1986 Trans Tech. Pub , pp 421 - 429
4. ANON., Job Reports, Witgen Surface Miners, firma katalogları
5. BİLGİN, N., SHAHRIAR, K., Madenlerde mekanize kazı için bir ölçme sisteminin geliştirilmesi ve TTK. Amasra kömür bölgesine uygulaması, TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu, No 674, Temmuz, 1987, 99 pp
6. ESKİKAYA, Ş., ve diğerleri., Mil-Ten Ocaklarındaki Kömür Damarlarının Kesilebilirlik Özellikleri, Proje Raporu, Nisan, 1995, 60 s.