

HİDROLİK EKSKAVATÖR PERFORMANSLARININ KAZILABİLİRLİK TAYİNİ

EXCAVABILITY ASSESMENT USING PERFORMANCE
MEASUREMENTS OF HYDRAULIC EXCAVATORS

Celal KARPUZC)
A.Gflnhan PAŞAMEHMETOĞLUC)
VıdJgar **MÜFTÜOĞLUC)**

ÖZET

Bu bildiride, TKİ'nın dokuz farklı bölgesindeki açıkccaklarda faalivet gösteren müteahhitlere ait değişik model ve kapasitedeki hidrolik ekskavatörlerin performansları gözlenmiştir ölçümler ve gözlemler literatürde verilen déferlerle karşılaştırılmıştır. ilgili formasyonların, belirlenen diğer özellikleriyle (kütle ve madde özellikleri, sismik hıa, operatör tecrübesi, gibi) performans değerleri birleştirilerek hidrolik ekskavatörler için kazılabilirlikleri tayin edilmiştir.

ABSTRACT

In this paper, performance of hydraulic excavators of different models with different dipper capacities WÖS observed at nine different open-pit lignite mines of TKI. Observations and measurements were compared to the corresponding data in literature. The diggability of the formations at the mines were classified based on the hydraulic *excavator performance* measurements and the pertinent properties of the formations.

* ODTÜ Maden. Muh. Böl.

** H.ü. Zonguldak Müh. Fak. Maden Muh. Böl.

1.GİRİŞ

Açık işletmecilikte kazılabilirlik üzerine yapılan literatür araştırmasında, konuya ilişkin bilimsel araştırma ve yayın sayısının sınırlı olduğu görülmüştür. Mevcut araştırmaların çoğunda da kazılabilirlik kaya birimlerinin madde ve kütle özelliklerine dayandırılmıştır. Atkinson (1971), Franklin (1971), Bailey (1974), Weaver (1975), Kirsten (1982) bunlardan bazılarıdır. Kazılabilirliğin diğer yanı olan is makineler mm performans karakteristiğine dayanan kazılabilirlik sınıflaması sayısı daha da azdır. Bu tür sınıflandırma sistemlerinin en gelişmiş kabul edilebilecek olanı bile (Müftüoğlu, 1983) kaya birimlerinin bazı özelliklerini ve kazı makinasının tipi ve büyüklüğünü ele almasına rağmen, belli tip ve kapasitedeki bir kazı makinasının verilen belli bir formasyon kazılabilirliğini sadece gözlemlere dayandırarak belirlemektedir. Oysa ki kazı makinasının bazı performans karakteristiklerinin de gözönüne alınması, daha gerçekçi bir sınıflama sistemi doğuracak ve pratik açıdan daha da yararlı olacaktır.

Bu aşamada, kazı zorluğuna göre is makinasının performansı ile ilgili en derli toplu bilgiler, hernekadar formasyon özellikleri verilmemiş de olsa, is makinası üreten firmaların vermiş olduğu bilgilerdir (Caterpillar, 1980; Komatsu, 1986; Hitachi, 1982).

Bu bildiride, TKİ acıkocaklarında faaliyet gösteren hidrolik ekskavatörlerin çalıştıkları lokasyonlardaki belirli nitelikteki kaya kütlesi karşısındaki performans ölçümlerinin sonuçları verilecek, ve bu tip ekskavatörler için kazılabilirlik sınıflamaları yapılacaktır.

2. YÖNTEM

Bu amaçla TKİ Genel Müdürlüğü bünyesinde mevcut açık ocaklarda faaliyet gösteren müteahhitlere ait 6 farklı modelde ve 2,5-10.5 yd³'e kadar değişen kepçe kapasitesindeki hidrolik ekskavatörlerin değişik formasyonlardaki çalışmaları

iki yıllık bir süre içinde gözlenmiştir.

Çalışmaların yapıldığı bölgeler ve onların ölçümler sırasındaki kod numaraları şöyledir (Paşamehmetoğlu ve arkadaşları, 1988).

Kod No	Müessese	ŞİFE
3-43	ELİ	Merkez
44-48	ELİ	Deniz
67-161	GLİ	Tunçbilek
170-181	MLİ	Orhaneli
182-184	MLI	Çan
188-194	MLİ	Keleş
220	GELİ	Yatagan
243-245	KLİ	İlgın
248-252	BLI	Goyruk

İşletmelerdeki ekskavatörlerin özellikle kazı zorluğuna dönük performansları tutulmuştur. Performans analizlerinde temel yaklaşım, kazı makinasının uzun dönemli veriminin incelenmesinden ziyade, kısa sürelerde kazı performansının çalışılması şeklinde olmuştur.

Bir lokasyonda kazıya dönük performans etüdünün yapılmasına başlamadan önce kazı makinasının çalıştığı kaya kütlelerinin jeoteknik tanımı yapılmış, patlatma yapıp yapılmadığı, kazı sırasında veya patlatmadan sonra oluşan blok büyüklükleri (maksimum-ortalama), çalışılan zeminin veya formasyonun nem durumu, operatörün tecrübesi gibi faktörler kayıt edilmiştir.

Daha sonra, belirli bir süre kazı makinasının çalışması gözlenmiştir. Gözleme sırasında, kepçe dolma faktörü (belli yüzdeleri ifade eden silme-tepeleme-eksik gibi sınıflamalar halinde) kayıt edilerek toplam gözlenen zaman içinde kazılan miktarın bulunmasına çalışılmıştır. İş makinasının kepçe periyodu ölçümlerinde, kepçenin kazıda geçirdiği zaman ve toplam kepçe periyodu ölçümlerine ağırlık verilmiştir. Kepçenin yere inip, kazıya başladığı an kazının başlangıç anı

ve kepçe dolup kazının biterek donmeve basladığı an ise kazının bitiş anı olarak kabul edilmiştir. Bu iki an arasındaki zaman aralığı ise kepçenin kazı zamanı olarak alınmaktadır (kepçe dolma suresi). Takibeden ikinci kazı hareketine başlanılıncaya kadar geçen zaman ise kepçe periyodu olarak kabul edilmiştir. İlk ölçümlerde toplam gözlem suresi uzun tutulmuş ise de, istatistiksel olarak yapılan değerlendirmelerde belli bir sayıdaki kepçe periyodundan sonra kepçe periyodu ve kazı (kepçe dolma) sürelerinde fazla bir değişim gözlenmediğinden, sonraki ölçümlerde bu süre -40-60 kepçe periyodunun tamamlanması ile sınırlandırılmıştır.

3. EKSKAVATÖR PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ekskavatörlerin performanslarının değerlendirilmesinde. kepçe periyodu. kepçe dolma faktörü ve saatlik üretim miktarları baz olarak alınmıştır. Ancak, bu parametrelerden herbiri tek başına kazılabilirliği tayinde yeterli olmamıştır. O nedenle, bu üç parametrenin birlikte değerlendirilmesi yapılmıştır. Değerlendirmede elde edilen saatlik kapasiteler, kepçe periyodu ve dolma faktörleri literatürde değişik kazı zorluğu için verilen değerlerle karşılaştırılmıştır. Saatlik üretimlerin karşılaştırılmasında literatürün kazı zorluğuna göre önerdiği dolma faktörü, kepçe periyodu ve %100

Çizelge 1. Dolma Faktörü için Literatürde önerilen Değerler (Paşamehmetoğlu ve arkadaşları, 1968)

KAZI SINIFI	DOLMA FAKTÖRÜ (DF).
Kolay Kazı	DF>0.95
Orta Kazı	0.90<DF<0.95
Orta-zor Kazı	0.80<DF<0.90
Zor Kazı	0.70<DF<0.80
Çok-zor Kazı *	DF<0.70

* Çok zor kazı bu araştırmayı yürüten araştırmacılar tarafından önerilmiştir.

verimle çalışıldığı varsayılarak bulunan saatlik kapasiteler ile ölçümler sonucu bulunan saatlik kapasiteler gozonune alınmıştır (Çizelgeler 1.2.3). Çok zor kazı sınıfının kepçe periyodları zor kazı sınıfı değerlerinden 4 saniye daha büyük kabul edilmişlerdir Saatlik kapasitelerde, benzer şekilde, tu değerlerin kullanılmasıyla bulunmuşlardır.

Olcum sonucu bulunan kapasiteler, hem fiilen gerçekleştirilen kapasiteler bazında, hem de ekskavatörün herhangi bir nedenle beklemesinden kaynaklanan olu zamanların çıkartılmasıyla elde edilen "beklemesiz kapasite" bazında incelenmiştir Diğer tır demişle. eğer ekskavatör hiç beklemeseydi ne üretilirdi diye yorumlayıp, o lokasyon için yapabileceği maksimum üretim bulunmuştur. Karşılaştırmalarda, literatür kapasitelerini bulurken verimin yüzde yuz alınması nedeniyle ve kazı dışında geçen zamanların etkisini azaltmak amacıyla ve kazılabilirlik açısından konuya yaklaşıldığından, beklemesiz kapasite değerleri kullanılmıştır. Beklemesiz saatlik kapasiteler literatürün önerdiği kapasite sınıflarına yerleştirilerek olcum yapılan yerin hangi kazı zorluğuna girdiği bulunmaya çalışılmıştır (Sekil 1). Eu şekilde literatür ortalama saatlik kapasiteler (Çizelge 3) verine alt ve ust sınır değerleri kullanılmıştır. Teorik kapasitelerin fiili çalışma koşullarını her zaman pek yansıtamayacağı soylenebilirse de, görüleceği üzere arazide elde edilen beklemesiz kapasiteler teorik kapasiteye çok yaklaşmaktadır (ortalama %70, Sekil 2). Bu da, TKİ panolarında yapılan ölçümlere dayanarak literatür değerlerini baz olarak almanın oldukça tutarlı bir yaklaşım olabileceğini kanıtlamaktadır.

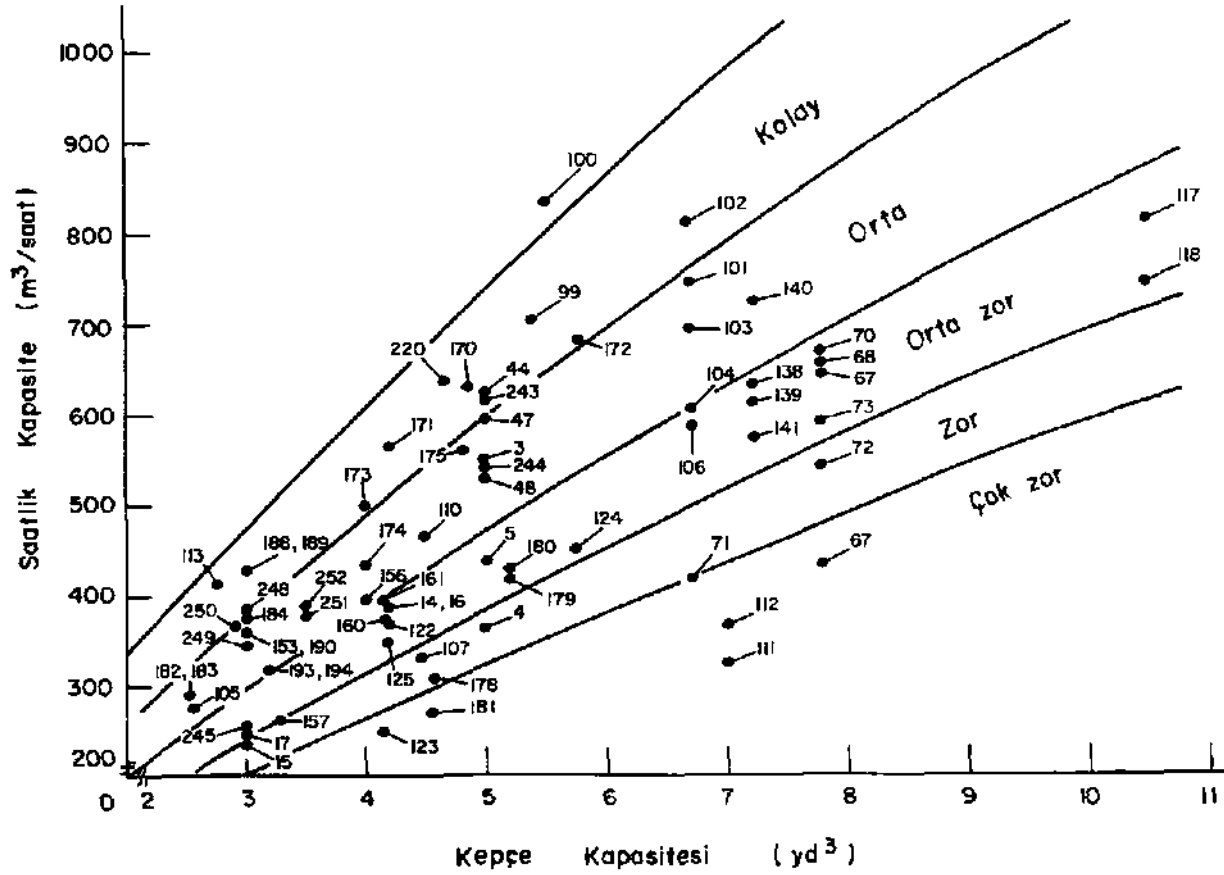
Diğer taraftan, ölçümler sonucu elde edilen kepçe periyodu ve dolma faktörleri de literatür değerleri ile karşılaştırılmış, ve kepçe periyodu kepçe kapasitesi ilişkisi Sekil 3'de sunulmuştur. Kazı zorluğunun tayininde kullanılan parametreler birlikte ele alındığında, kepçe dolma faktörünün ağırlıklı parametre olduğu görülmüştür.

Çizelge 2 Hidrolik Ekskavatör Kepçe Kapasitelerine ve Kazı Zorluğuna Gore Literatürde Verilen Ortalama Kepçe Perivodları (Paşamehmetoflu ve arkadaşları 1988)

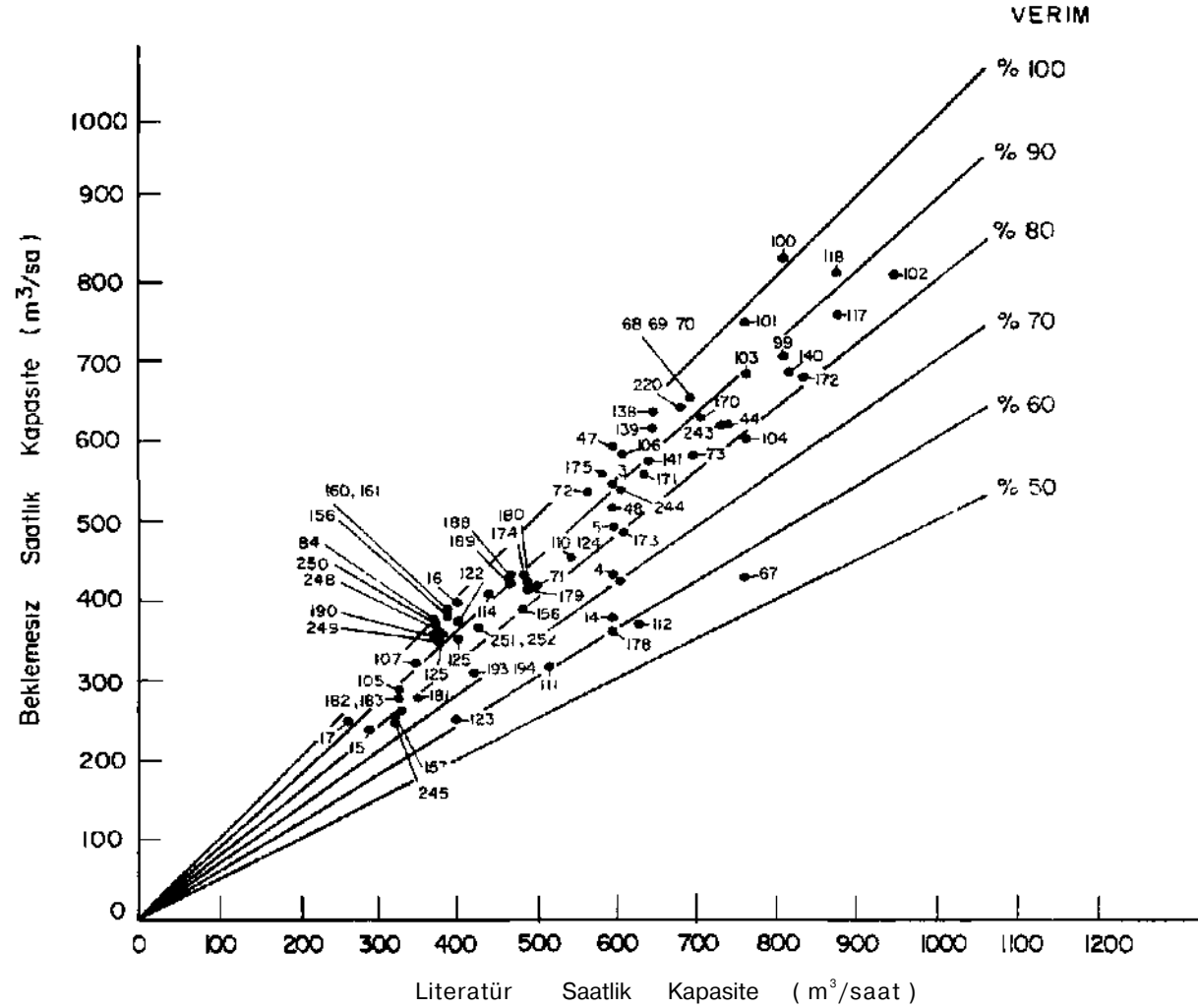
Kepçe Kapasitesi (yd3)	Kazılabilirliğe Gore Kepçe Periyodu (sn)			
	Kolay	Orta	Orta-zor	Zor
2 5	19	23	27	28
3.0	19	23	27	28
3 5	19	23	28	28
4 0	20	24	28	29
4 5	20	24	28	29
5 0	20	24	29	29
6.0	21	25	29	30
7 0	21	25	30	30
8.0	22	26	30	31
11 0	24	28	32	33

Çizelge 3. Kazı Zorlufu-ıa Gore Hidrolik Ekskavatörler için Kapasite-Kepçe Kapasitesi ilişkisi Literatur Ortalama Değerleri (Verim %100) (Paşamehmetoğlu ve arkadaşları, 1988)

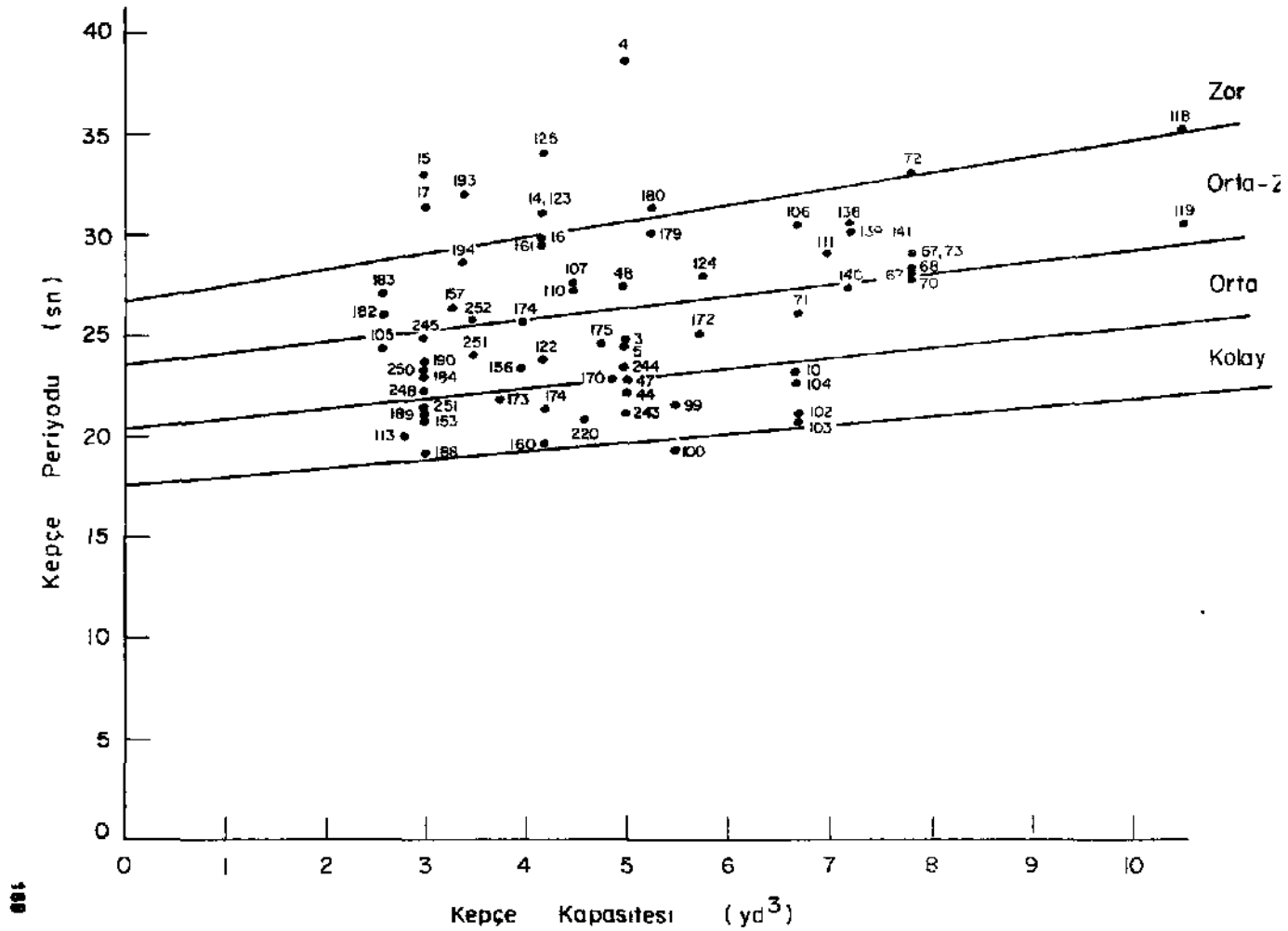
Kepçe Kapasitesi (yd3)	Kazılabilirlik Kapasitesi (m3/saat)			
	Kolay	Orta	Orta-zor	Zor
2.5	353.1	276.8	216 6	184 3
3.0	423.7	332.1	260 0	221.2
3.5	494.4	387 5	292 5	258 1
4.0	536.8	424 4	334 2	284 8
5.0	670 9	530.4	403.4	355.9
6.0	766.8	611.1	484.1	412.9
7.0	894.6	712.9	545.9	481.7
8 0	975.9	783.4	623.9	532.8
11.0	1230.1	1000.3	804.2	688.1



Şekil 1 . Hidrolik Ekskavatörler İçin Kazı Zorluğu Saatlik Kapasite İlişkisi



Şekil 2 . Beklemez Kapasite - Literatür Kapasite - Hidrolik Ekskavatörler



Sekil 3. Hidrolik Ekskavatörler İçin Kazı Zorluğu Kepçe Periyodu İlişkisi

Değerlendirmelerde, olcum yapılan yerlerde patlatına yapılmadan doğrudan Kazı mı yapıldığı yoksa patlatmadan sonra mı yapıldığı da gozonune alınmıştır. Hidrolik ekskavatörlerin patlatma olmaksızın aofrudan karı yaptığı panoların, sınıflamada "orta-zer kazı" sınıfına hemen hemen hiç girmediği gözlenmiştir. Bu durum da. patlatma yapılmaksızın "orta-zor kazı" özelliğine sahip bir lokasyonda 10 5 yd? kepçe kapasitesinin altında kapasiteli bir hidrolik ekskavatörle ekonomik olarak kazı yapılamayacağını kanıtlamaktadır Diğer bir deyişle, orta-zor ve daha sağlam panolarda verimli olarak doğrudan kazı yapılamadığı söylenebilir 10 5 yd3 kepçe kapasiteli hidrolik ekskavatörlerden daha bayuk kapasiteli hidrolik ekskavatörler olcum yapılan panolarda kullanılmadığından, ölçümler, en buyuk 10 5 vdJ hidrolik ekskavatörler için alınmıştır Sonuç olarak, hidrolik ekskavatörler için "orta z~>r" ^e daha sağlam payidar için patlatma ile üretim yapmak şeektığı ort-ıvd çı^L.TaKtddır Değerlendirmeler göstermiştir ki. patlatma islemi birkaç durum dışında, genelde kazı zorluğu sınıfını Dır veya patlatmanın kalitesine ve formasyonun zayıflığına gore iki sınıf kolay tarafa doğru çekmektedir Olcum yerlerinin (ilgili panoların; kütle özellikleri, laboratuvar deney sonuçları, arazi parametreleri ve arazi çalışmaları sırasındaki gözlemler de gozonune alınarak, bu faktörlere göre ayrı ayrı ve hep birlikte değerlendirilme yapılmış ve panoların hidrolik ekskavatörlerle kazılabilirlikleri tayin edilmiştir. Bu sınıflama Çizelge 4'de verilmiştir.

Kepçe periyodları firmadan firmaya deışmekle birlikte, Çizelge 4 'de kazılabilirlikleri verilen, veya benzer özellikteki panolar için, butun firma ekskavatörlerini büyük bir tutarlılıkla kapsayacak <r2=% 88) aşağıdaki modellerin kullanılması önerilir (Pasamehmetoglu ve arkadaşları, 1988).

$$ts = 17.40 + 0.58Cd \text{ (Kolay kazı için)}$$

$$ts = 21.42 + 0.58Cd \text{ (Orta kazı için)}$$

$$ts = 25.67 + 0.58Cd \text{ (Orta-zor kazı için)}$$

$$ts = 26.30 + 0.58Cd \text{ (zor kazı için)}$$

$$ts = 30.30 + 0.56Cd \text{ (Cok-zor kazı için)}$$

Burada, ts; kepçe peryodu (sn)

Cd. kepçe kapasitesi (vd3) olarak verilmektedir.

Çizelge 4 Hidrolik Ekskavatörlerin Çalıştığı Panoların Bakır Durulannın Kazı Zorluğuna Gore Sınıflandırılması

KOLAY KAZI	ORTA KAZI	ORTA-ZOR KAZI	ZOR KAZI
- y fskılısar/HARN (Orta-ileri ayr) + TOPRAK	- Iığın/MARN (az ayrışıs)	- Keleş H5/TOPRAK + tirt KONGLOMERA BLOKLARI	- Soaa sankaya/MARN (Taze az ayrışıs)
- Orhaneli G-6/HARN + TuF (Orta ileri ayrışıs)	- Goynuk A/MARN (az ayrısus)	- Tuncbilek 36B/2/MARN (Ta2e az ayr)	- Kısrakdere Dofu/MARN (Taze az ayrışıs)'
- Orhaneli G-6/BİTKİSEL TOPRAK	- S Çatıarla/MARN (Orta ayr)	- Tuncbilek W1/HARN (Taze az ay)	- Tuncbilek BY8/BMARN (Taze az ayrışıs)"
- Keleş H5/TOPRAK t YUMUŞAK KONGLOMERA	- Orhaneli G6/MARK (Orta ayr)	- Tuncbilek K3-6 K3-171/HARN Taze az ayr)	- Tuncbilek BY6/A/HARN (Taze az ayrışıs)*
- Göynük A Pano/HARN (ileri ayrışıs)	- Keleş H6/TUF (Orta ayrışıs)	- Tuncbilek BY12/8/HARN İToze az ayr)	
	- Çan 1/D/TUF Aggloiera (Orta ilen ayr)	- Orhaneli GS/TUF (Taze az ayrışıs)	
	- Can K2 W/KARN (Orta yer yer ilen ayrışıs)	- Tuncbilek 43A/HARN (Taze az ayrışıs-s)'	
	- Tuncbilek 36H2/MARN (Orta ilen ayrısus)		
	- S Dedetas/HARN (taze az ayrısus)		
	- Tuncbilek 36E2/MARH (Orta ayrısus)		

NOT Orhaneli GS/THF + KONGLOMERA' Çok Zor kazıya ginektedir

Hidrolik ekskavatörlerin çalışmadığı, ancak özellikleri (laboratuvar deney sonuçları, kütleli özellikleri, arazi sismik hız, v.b.) tesbit edilen diğer panoların da. hidrolik ekskavatörlerin çalıştığı panoların özellikleri ile karşılaştırılmasıyla, hidrolik ekskavatörlerle kazılabilirliklerinin sınıflandırılması mümkündür.

Burada belirtilmesi önemli bir husus da hidrolik ekskavatörlerin, elektrikli ekskavatörlere göre daha fazla kazı gücüne sahip olduklarıdır. Çalışmalarımızın sonucuna göre. elektrikli ekskavatörler orta kazı için patlatma isterken, hidrolik ekskavatörler orta-zor kazı sınıfı için patlatmaya ihtiyaç duymaktadırlar (Pasamehmetoğlu ve arkadaşları, 1988)

4. SONUÇ

Çalışmalarımızın sonuçlarına göre; hidrolik ekskavatörlerin kazıda geçirdiği süreler gözönüne alındığında, ölçülen ve gözlenen periyot, dolma faktörü ve saatlik kapasitelerinin birlikte değerlendirilerek literatürle karşılaştırılmasının kazılabilirlik tayininde kullanılabileceği görülmüştür. Çalışılan panoların hidrolik ekskavatörle kazılabilirlikleri özetlendiğinde; ELI Merkez bölgenin zor kazıya. GLI Tunçbilek bölgesinin büyükçe bir kısmı ile MLİ müessesesinin tuf-konglomera birimleri orta-zor kazıya, Ilgın göynük marn ile ayrılmış marn birimleri orta kazıya, ileri ayrılmış ve örtü birimlerin de kolay kazıya girdiği izlenmiştir.

Bütünüyle bu bildirinin konusu olmamakla birlikte, hidrolik ekskavatörlerin elektrikli ekskavatörlerden daha fazla kazı gücüne sahip oldukları bizim çalışmalarımızla da kanıtlanmıştır (Pasamehmetoğlu ve arkadaşları, 1988).

5. TEŞEKKÜR

Bu bildiriye esas olan araştırmanın yürütülmesine destek sağlayan TKİ yöneticileriyle. işletmelerde yardımlarını

esirgemeyen tum yöneticilere ve teknik elemanlara teşekkürü bir borç biliriz. Burada yazılanlar yazarların kendi fikirleri olup hiçbir şekilde TKİ Kurumu'nu bağlamaz.

6. KAYNAKLAR

- ATKINSON, T. 1971, Selection of open-pit excavating and loading equipment Trans. Inst, of Mining and Metallurgy, Vol.80, pp. A101-A129.
- FRANKLIN .J.A.- BROCH, ' and WALTON, G. 1971, Logging the Mechanical character of rock, Trans. Inst, of Mining and Metallurgy, Vol.80, pp. A1-A9.
- KIRSTEN, H.A.D., 1982, A Classification system for excavation in natural materials, Civil Engineer in South Africa, Vol.24, pp.293-308.
- MÜFTÜOĞLÜ, Y.V., 1983, A Study of factors affecting diggability in British Surface Coal Mines, Ph.D. Thesis, University of Nottingham, England.
- PASAMEHMETOĞLU, A.G., ve arkadaşları 1988; TKİ Dekapaj taife Panoları İçin Makine Parkı Seçimi, Maliyet Analizi ve Birim Maliyetin (TL/m³) Saptanması, Nihai Rapor, 4 Cilt, ODTÜ, ANKARA.
- WEAVER, J.M., 1975, Geological factors significant in the assesment of rippability, Civil Engineering in South Africa, Vol.17, No.2, pp.313-316.
- Caterpillar Performance Handbook, Edition 11, 1980, 516 p.
- Specifications and Application Handbook, Edition 6, Komatsu Ltd., 1986, 954 p.
-, The Excavators, Hitachi Ltd., 1982 Edition.

