

# **Geleneksel Yürüyen Dragline'lar İle Modüler Paletli Dragline'ların Ekonomik Açıdan Karşılaştırılması**

## **Economical Comparison of Conventional Walking Draglines and Modular Crawler Draglines**

**Halil KÖSE \***  
**Gürcan KONAK \*\***

### **ÖZET**

Yüzeğe yakın veya örtü katmanlarının diğer yöntemler yardımı ile inceltildiği kömür işletmelerinde, örtü-kazı yöntemi olarak yaygın bir şekilde uygulanan Dragline Yöntemi, son gelişmeler ışığı altında ekonomik açıdan incelenmiş ve her ikisinin de uygulanabileceği teknik koşullarda, küçük kapasiteli modüler paletli dragline'ların büyük kapasiteli yürüyen dragline'lardan daha ekonomik olduğu sonucuna varılmıştır.

### **ABSTRACT**

The dragline excavation method, which is widely used in open pits where the coal is under a thin layer of overburden or the overburden strata is made thin by other excavation methods, is investigated economically by taking into consideration the latest developments. It can be concluded that modular crawler draglines of small capacity are more economical than walking draglines of large capacity under the same technical circumstances.

(\* ) Doç.Dr., Maden Yük.Müh., D.E.Ü. Maden Müh.Böl., Bornova-İZMİR

(\*\*) Araş.Gör.Maden Müh., D.E.Ü. Maden Müh.Böl., Bornova-İZMİR

## 1. GİRİŞ

Ülkemiz linyit kömürü üretiminin yaklaşık % 90 gibi büyük bölümü yerüstü işletmelerden sağlanmaktadır. Bu tür işletmelerde üretim maliyetini etkileyen en önemli faktör, örtü-kazı oranı ve dolayısıyla örtü-kazı birim maliyetidir. Gün geçtikçe daha derinlere doğru kayan yerüstü işletmelerinden, ekonomik bir şekilde kömür üretebilmek ve ulusal ekonomiye en büyük katkıyı sağlayabilmek için, yeni teknolojik gelişmelerin ışığı altında, alternatif yöntemler titizlikle incelenmeli ve daha sonra makina ve ekipman seçimine gidilmelidir.

Daha önce hazırlanan ve Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 10. Kongresi'nde yazar tarafından sunulan bir tebliğde, örtü-kazı yöntemleri ekonomik açıdan karşılaştırılmış ve 40 m kalınlığa kadar olan örtü katmanlarının kaldırılmasında en uygun yöntemin Dragline Yöntemi olduğu vurgulanmıştır (1). Bu bildiriye ise geleneksel oturma gövdeli dragline'lar ile yeni tip modüler paletli dragline'ların ekonomik açıdan bir karşılaştırması yapılmıştır.

## 2. GELENEKSEL YÜRÜYEN DRAGLINE'LAR İLE MODÜLER PALETLİ DRAGLINE'LARIN EKONOMİK AÇIDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Dragline yöntemi, yüze yakın veya örtü katmanlarının diğer yöntemlerle inceltildiği kömür işletmelerinde yaygın olarak uygulanan bir örtü-kazı yöntemidir. Nakliye cihazlarına gereksinim duymamasından ve çalışma veriminin yüksek olmasından dolayı tercih edilen Dragline'ların kepçe kapasiteleri sürekli olarak geçmiş yıllarda büyütülmüştür. Ülkemizde 1970 yılında Tunçbilek'te uygulanmaya alınan ilk dragline<sup>1</sup>-  
3 3  
nın kapasitesi 20 yd iken, günümüzde 65-70 yd lük dragline'lar T.K.i.'nin çeşitli bölgelerinde devreye alınmışlardır (Seyitömer, GELİ, Kangal gibi) (2, 3).

Ancak büyük kapasiteli yürüyen dragline'ların ilk yatırım giderlerinin yüksekliği, montaj sürelerinin uzunluğu ve maliyetinin çokluğu,

basamak şevlerindeki kayma riskinin büyüklüğü ve bir yerden başka bir yere nakillerinin güçlüğü gibi özelliklerinden dolayı, geçmişteki büyük kapasiteli tek bir dragline kullanma eğilimi yerine, günümüzde daha küçük modüler dizayn edilmiş, paletli iki adet dragline'nın birlikte uygulanmasının tercih edilmesi yönünde tartışmalar yoğunluk kazanmıştır (4, 5). Bu tartışmaya katkıda bulunmak amacı ile her iki tip dragline'nın ülkemiz koşullarına göre bir ekonomik değerlendirmesi bu bildiri kapsamında yapılmıştır.

## **2.1. Dragline Seçimi ve Maliyet Analizinde Kullanılan Veriler**

Dragline kapasitesi seçiminde ve maliyet hesaplamalarında, kullanılan verilerin belirlenmesinde, ülkemizde elde edilen deneyimler ile imalatçı firmaların kataloglarından yararlanılmıştır. Veriler Ek .1 de görülmektedir.

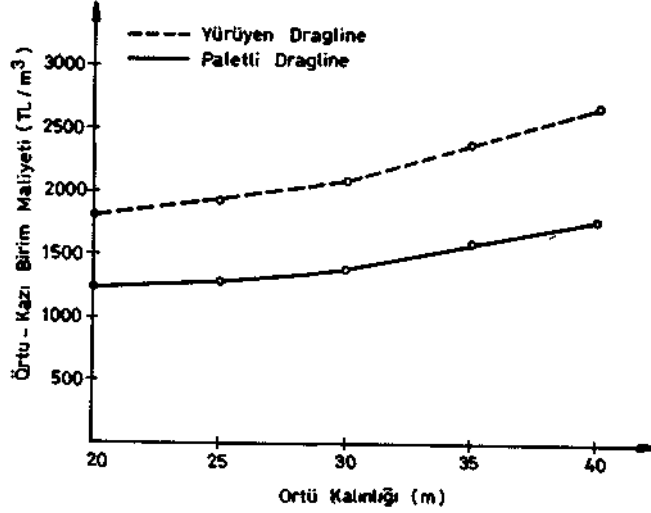
## **2.2. Ekonomik Değerlendirme**

Bu araştırmada 2 adet yeni tip modüler paletli dragline ile ikisinin toplam iş kapasitesine sahip bir adet geleneksel yürüyen dragline 20, 25, 30, 35 ve 40 m gibi farklı örtü kalınlıkları ile 40 m lik dilim kalınlığı için ekonomik karşılaştırmaya tabi tutulmuştur.

Hesaplamalarda bütün örtü kalınlıkları için aynı tip dragline seçilmiş, ancak değişik dilim kalınlıkları için kepçe kolu (boom) uzunluğu ve dolayısıyla kepçe kapasitesi değiştirilmiştir.

Hesaplamalarda dragline'ların kapasiteleri, yeniden kazı (rehandle) oranları ve diğer özellikleri Ek 2 de verilmiştir. Çalışma prensipleri 25 m örtü kalınlığı için Ek 4 de verilmiştir.

Ek 3 teki işletme ve yatırım giderleri çizelgesi ile Şekil 1 deki birim maliyet eğrisine bakıldığında zaman, 20 ve 40 m arasında seçilen tüm dilim kalınlıklarında modüler paletli dragline birim maliyetinin oturma gövdeli yürüyen dragline birim maliyetinden daha düşük olduğu gözlenmektedir.



Şekil 1. Örtü-Kazı birim maliyetlerinin örtü kalınlığına göre değişmesi.

Aynı tip dragline kullanılmasına rağmen, dilim kalınlığının artması, ulaşım mesafesinin büyümesine, boom uzunluğunun ve yeniden kazı oranının artmasına ve kepçe kapasitesinin düşmesine neden olmaktadır. Bundan dolayı birim örtü kazı maliyeti 20 m dilim kalınlığında paletli dragline için  $1241 \text{ TL/m}^3$  ve oturma gövdeli yürüyen dragline için  $1837 \text{ TL/m}^3$  iken 40 m örtü kalınlığında paletli dragline için % 47 artarak  $1826 \text{ TL/m}^3$ , yürüyen dragline için % 46 artarak  $2684 \text{ TL/m}^3$  olmuştur.

Oturma gövdeli yürüyen dragline'nin birim maliyeti modüler paletli dragline den 20 m örtü kalınlığında % 48 daha fazladır. Bu oran diğer örtü kalınlıklarında da yaklaşık sabit kalmıştır (40 m örtü kalınlığında % 47).

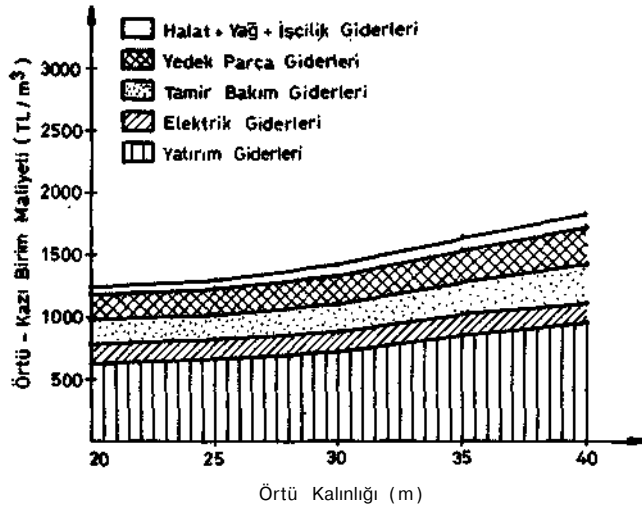
Yatırım tutarlarına bakıldığında (montaj ve nakliye giderleri dahil), bir adet büyük yürüyen dragline'nın ilk yatırım tutarı (41.3 milyar TL) aynı kapasitede örtü kaldıran iki adet paletli küçük dragline'nın yatırım tutarından (27.5 milyar TL) % 50 daha fazladır. Bu faktör, özellikle finansman güclüğü çekilen ülkeler için çok önemlidir. Yıllık kapital giderleri (Amortisman, faiz, sigorta) karşılaştırıldığında ise yürüyen dragline'nın yıllık yatırım giderleri (4 471 799 000 TL) iki adet paletli dragline'ninkinden (2 977 590 000 TL) yatırım tutarlarında olduğu gibi % 50, fazladır. Yıllık sabit giderler artan dilim kalınlıklarında değişmemekle beraber, yıllık iş miktarı azaldığı için, birim örtü başına düşen miktar yükselmektedir.

İşletme giderleri dilim kalınlığı arttıkça yükselmektedir, zira aynı tip dragline kullanılmasına rağmen, rehandle oranı artmakta, kepçe kapasiteleri düşmekte ve dolayısıyla yaptıkları saatlik iş miktarı azalmaktadır. Şekil 2 ve 3 te paletli dragline ile yürüyen dragline'nin gider türlerinin örtü kalınlığına göre değişimi görülmektedir. Dilim kalınlığı 20 m den 40 m ye çıktığında m<sup>3</sup> örtü başına yatırım giderleri her iki dragline türünde de % 53 artmıştır.

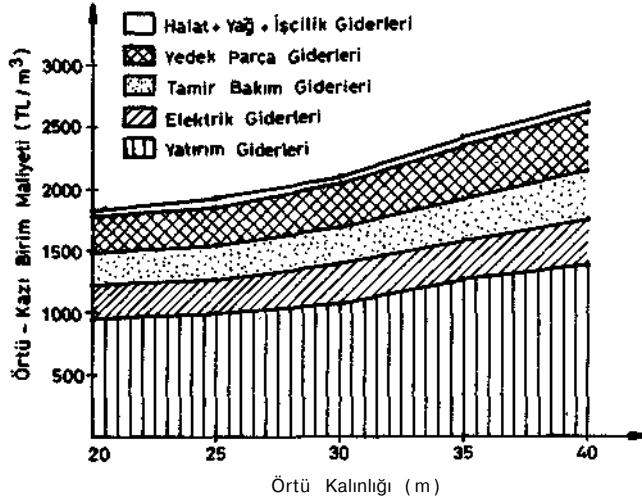
İşletme giderlerindeki artış ise paletli dragline de % 41 yürüyen dragline de ise % 38 oranında olmuştur. Gerek kapital giderlerinin gerekse işletme giderlerinin karşılaştırılmasından, modüler dizaynli paletli dragline'ların, geleneksel oturma gövdeli yürüyen dragline'lara göre daha ekonomik olduğu görülmektedir.

- Bu ekonomik kriterler yanında aşağıda sıralanan teknik kriterlerinde dragline seçiminde göz önünde bulundurulmasında büyük yarar vardır.

- Geleneksel yürüyen dragline'ların bir işletmeden sökülüp başka bir işletmeye nakledilmeleri kaynaklı konstrüksiyonlarından dolayı mümkün değildir. Ancak kısa mesafeler için yürütülebilirler. Halbuki paletli modüler dragline'nın her ünitesi somun-civata bağlantısı ile montaj edilmiş olduğundan demonte işlemleri de kolay ve süratlidir (Paletli dragline da montaj süresi 3-5 ay yürüyen dragline de 12-18 aydır).



Şekil 2. Paletli dragline örtü-kazı birim maliyetinin örtü kalınlığına göre değişmesi



Şekil a. Yürüyen dragline örtü-kazı birim maliyetinin örtü kalınlığına göre değişmesi

- Paletli dragline<sup>1</sup>ların ağırlıkları daha az olduğundan şev stabilite-  
lerinin sağlanması, ağırlığı 3-4 bin tonu bulan oturma gövdeli drag-  
line' lara nazaran daha kolaydır.
- Dilim yüzeyinin tesviyesi büyük oranda paletli dragline tarafından  
yapılabildiğinden daha az yardımcı iş makinalarına gereksinim var-  
dır.

Yürüyüş sistemi her bir palet için bağımsız tahrikli olduğu için,  
meyil tırmanma yeteneği yürüyüş hızı ve manevra kabiliyeti yürüyen  
dragline<sup>1</sup>lere göre daha yüksektir.

- Modüler paletli dragline'lar hem elektrikli hemde dizel çalıştırıla-  
bildiklerinden enerji kaynağının değiştirilmesi kolaydır.

Tek büyük dragline arıza yaptığıında iş kapasitesi kaybı büyüktür,  
halbuki paletli küçük dragline'larda biri arıza yaptığıında diğerinin  
kullanılmasına devam edilir.

- ..Paletli dragline<sup>1</sup>larda değişen işletmecilik koşullarına göre tadilat  
yapmak, boom uzunluğu ve kepçe kapasitesini değiştirmek yürüyen  
dragline'lara göre daha kolaydır.

## SONUÇ

Bu bildiride geleneksel oturma gövdeli yürüyen dragline ile aynı  
koşullarda kullanılacak iki adet modüler paletli küçük dragline  
ekonomik açıdan karşılaştırılmış ve aşağıda sıralanan teknik ve ekono-  
mik sonuçlara varılmıştır.

Kriterler	Büyük Kapasiteli Yöröven Dragline	Miçok Kapasiteli Paletli Dragline
1. Bir işletmeden başka bir işletmeye nakidilmai	munkün deñill	fflünkon
2. Basaak eevlerindeki kayna riski	boylıc	küçük
3. Dilim yüzeyi tesviyesi için gerekainim duydu- ğu yardımcı i; makinaş;	çok	az
4. Hayli tırmanma yeteneği ve yürüyüş hızı	düşük	yüksek
5. tahrik sistemi	elektrikli	elektrikli veya dizel
6. Hontaj süresi	uzun (12-18 ay)	kısa (3-5 ay)
7. Kepçe kapasitesi sınırı	70 m <sup>3</sup>	15 m <sup>3</sup>
8. Yedek kapasite kulllanma olanağı	çok	az
9. Boan uzunluğu ve kepçe kapasitesinin değışabi- lirliği	çok	kolay
10. İlk yatırım tutarı	çok (X 150)	az (X 100)
11. Yıllık kapital gider'	çok (X 180)	az (X 100)
12. İşletM giderleri	çok (X 145)	az (X 100)

Ek 1. Dragline seçimi ve maliyet analizinde kullanılan veriler

Özellikler	Yürüyen Dragline	Paletli Dragline
Fiyatı (Milyar TL) (Nakliye+montaj giderleri dahil)	41.3	13.75
Ekonomik ömrü (Yıl)	25	25
Faiz Katsayısı		
iç (%)	35	35
Dış (%)	11	11
Tamir Bakım Giderleri (%)	3	3
Yedek Parça Giderleri (%)	3.5	3.5
Elektrik Tüketimi (Kwh/m <sup>3</sup> )	1.6	0.9
Yağ Sarfiyatı (Lt/m <sup>3</sup> )	0.003	0.003
Halat Sarfiyatı		
Kaldırma (saat)	1500	1500
Kepçe İtme Çekme (saat)	900	900
Çalışma Verimi (%)	70	70
Kepçe Dolma Faktörü (%)	85	85
Brüt Çalışma Süresi (h/yıl)	6000	6000
Çalışan İşçi (Adet)	3	2
Basamak Geniřliđi (m)	40	40
Kömür Kalınlığı (m)	5	5
Basamak Şev Açısı (Derece)	60	60
Yığın Şev Açısı (Derece)	35	35
Yeniden Kesme Açısı (Derece)	50	50
Kabarma Faktörü (%)	135	135
Elektrik Enerjisi (TL/Kwh)	150	150
İşçilik (Yan ödemeler dahil) (TL/h)	5000	5000
Halat (TL/m)	50000	62500
Yağ (TL/Lt)	3300	3300



**Ek 2. Dragline'ların Kapasiteleri Yeniden Kazı Oranları ve Diğer Özellikleri**

	I.Dragline (Paletli)	II.Dragline (Paletli)	Yürüyen Dragline
Örtü Kalınlığı 20 m			
<sup>3</sup> Kepçe Kapasitesi (m )	15.3	15.3	37
Kazı Döngüsü (Saat)	72	65	60
Çalışma Yarıçapı (m)	40.5	40.5	55
Yeniden Kazı Oranı (%)	-	17	25
İş Miktarı m /saat	485.5	924	438.5
Efektif iş Miktarı m <sup>3</sup> /saat	485.5	I 790	304.5
Örtü Kalınlığı 25 m			
<sup>3</sup> Kepçe Kapasitesi (m )	15.3	14.5	36
Kazı Döngüsü (Saat)	72	65	60
Çalışma Yarıçapı (m)	40.5	43	65
Yeniden Kazı Oranı (%)	-	19	27
İş Miktarı m /saat	485.5	901	415.5
Efektif iş Miktarı m /saat	485.5	I 757	270.5
Örtü Kalınlığı 3() m			
<sup>3</sup> Kepçe Kapasitesi (m )	14.5	13	34
Kazı Döngüsü (Saat)	72	65	60
Çalışma Yarıçapı (m)	43	45	75
Yeniden Kazı Oranı (%)	-	21	30
İş Miktarı m /saat,,	460	832	372
Efektif İş Miktarı m /saat	460	I 688	228

(\*) I. ve II. Paletli Dragline'ların Toplam İş Miktarları

**Ek 2. Devamı**

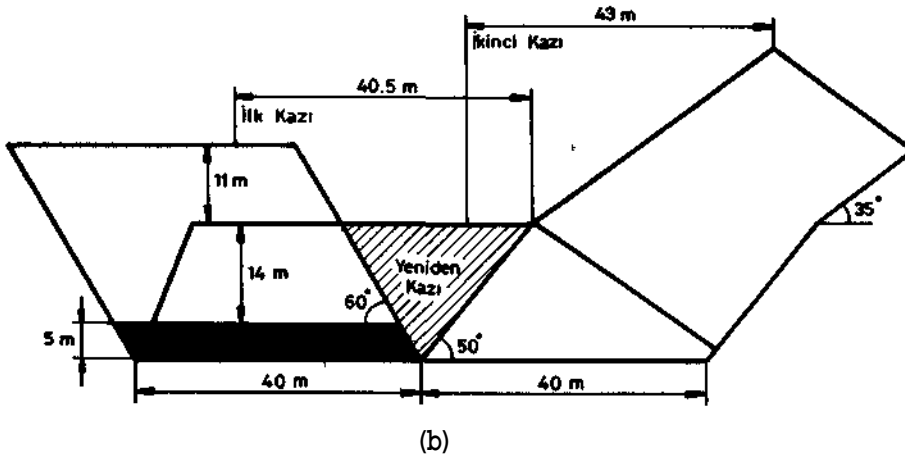
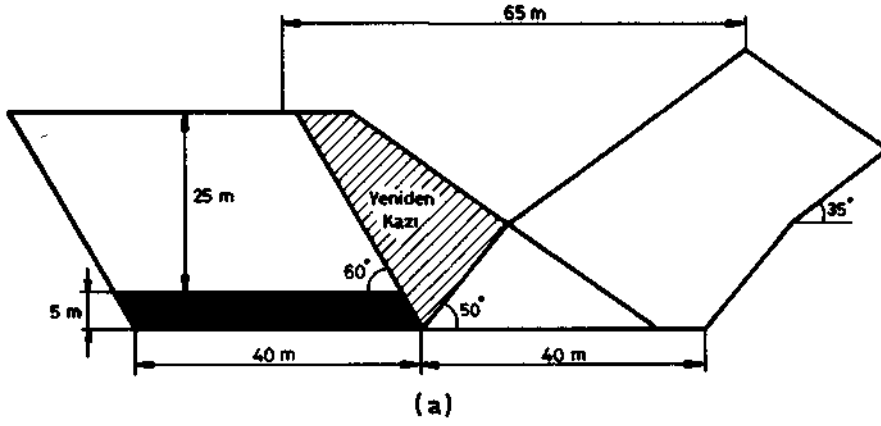
özellikler	I.Dragline (Paletli)	11.Dragline (Paletli)	Yürüyen Dragline
	Örtü Kalınlığı :35 m		
Kepçe Kapasitesi (m <sup>3</sup> )	13	10.7	29
Kazı Döngüsü (Saat)	72	65	60
Çalışma Yarıçapı (m)	45	49.7	85
Yeniden Kazı Oranı (%)	-	24	32
İş Miktarı	*		
m <sup>3</sup> /saat	412.5	719	306.5
Efektif İş Miktarı	I		
m <sup>3</sup> /saat	412.5	580	167.5
Örtü Kalınlığı 40 m			
Kepçe Kapasitesi (m <sup>3</sup> )	11.5	9.9	26
Kazı Döngüsü (Saat)	72	65	60
Çalışma Yarıçapı (m)	50.6	53	95
Yeniden Kazı Oranı (%)	-	26	34
İş Miktarı	I		
m <sup>3</sup> /saat	365	649	284
Efektif İş Miktarı	I		
m <sup>3</sup> /saat	365	515	150

(\*) I. ve II. Paletli Dragline'ların Toplam İş Miktarları

Ek 3. İşletme ve Yatırım Giderlerini Dilim Kalınlığına Göre Değişmesi

GİDER TÜRLERİ	YÜRÜYEN DRAGLINE					f PALETLİ DRAGLINE				
	( m ) Ö R T Ü					K A L I N L I K L A R I				
	20	25	30	35	40	20	25	30	35	40
İşçilik Giderleri (TL/m <sup>3</sup> )	18,9	19,8	21,8	25,9	29,1	25,3	26,4	29,1	34,5	38,8
Elektrik Giderleri (R/m <sup>3</sup> )	280,7	285,2	290,2	296,5	301,5	157,9	160,7	163,2	167,4	169,1
Tamir-Bakım Giderleri (TL/m <sup>3</sup> )	261,4	273,8	300,2	356,0	399,9	192,9	201,3	221,4	262,7	294,9
Yedek Parça Giderleri (TL/m <sup>3</sup> )	305,0	319,3	350,2	414,4	466,8	203,1	211,9	232,1	275,6	310,5
Yağ Giderleri (TL/m <sup>3</sup> )	11,6	12,1	13,3	15,8	17,8	11,6	12,1	13,3	15,8	17,8
Halat Giderleri (TL/m <sup>3</sup> )	15,9	16,6	18,3	21,7	24,4	21,7	<b>22,7</b>	24,9	29,6	33,3
İŞLETME GİDERLERİ TOPLAMI (TL/m <sup>3</sup> )	893,5	926,8	994,0	1130,3	1239,5	612,5	635,1	683,0	785,6	864,4
Faiz Giderleri (TL/m <sup>3</sup> )	590,5	615,3	677,1	803,4	904,4	393,2	410,2	451,6	534,6	602,2
Amortisman Giderleri (TL/m <sup>3</sup> )	348,5	362,7	400,2	473,7	533,5	232,1	242,1	266,6	315,1	354,9
Sigorta Giderleri (TL/m <sup>3</sup> )	4,4	4,6	5,0	5,9	6,7	2,9	3,0	3,3	3,9	4,5
YATIRIM GİDERLERİ TOPLAMI (TL/m <sup>3</sup> )	943,4	982,6	1082,3	1282,9	1444,6	628,2	655,3	721,5	853,6	961,6
TOPLAM GİDERLER (TL/m <sup>3</sup> )	1836,9	1909,4	2076,3	2413,3	2684,1	1240,7	1290,4	1404,5	1639,2	1826,0

Ek 4. Tek Yürüyen Dragline (a) İle Paletli Çift Dragline'nin (b) Çalışma Prensipleri



## KAYNAKLAR

1. KÖSE, H., CEBİ, Y., Örtü-Kazı Yöntemlerinin Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi, Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 10. Kongresi, Ankara, 1987, S.65.84.
2. OZDOĞAN, M., Çekmekepçe (Dragline) Örtü-Kazı Yöntemleri ve Tunçbilek Uygulaması, Madencilik Cilt 23, Sayı 2, Ankara, 1984, S.25-42.
3. PARLAK, T., Kömür Açık işletmeciliğinde Uygulamalı Örtü-Kazı Yöntemleri, T.K.İ., Marmara Linyitleri İşletmesi Müessesesi, Bursa, 1988.
4. FISCHLER, S.V., Selection of the Most Cost Effective Dragline System or Trend in Dragline Design, American Mining Congress International Mining Show in Las Vegas, Nevada, 1986.
5. Açık işletme İş Makinaları İmalatçı Firma Prospektüsleri.
6. KÖSE, H., ŞİMŞİR, F., Örtü-Kazı Yöntemlerinin Teknik ve Ekonomik Açıdan İncelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Araştırma Raporu MM/MDN-89 AR-023, 1989.

