

# *Çekmekepçe (Dragline) Örtükazı Yöntemleri ve Tunçbilek Uygulaması*

Stripping Methods Using Dragline and Their Applications in Tunçbilek Area.

Metin ÖZDOĞAN (\*)

## ABSTRACT

•> In this paper stripping methods using Walking dragline are discussed with a special emphasis on the extended bench method.

Extended bench method applications at Tunçbilek surface mines with 20 - 40 cu. yd. walking draglines are given in detail. Conclusions drawn and experience gained from the Tunçbilek application for more than 10 years were tried to be conveyed to engineers of the new surface lignite strip mines being established.

## Ö Z E T

Bu yazıda, yürüyen çekmekepçe örtükazı yöntemleri tartışılmış ve özellikle enli dilim yöntemi üzerinde durulmuştur.

Tunçbilek açık ocuklarında 20 - 40 Yd<sup>3</sup>'lük çekmekepçe yerkarlarda enli dilim yöntemi uygulaması ayrıntılı olarak verilmiştir. 10 yıllık bir süreyi aşmış bulunan Tunçbilek uygulamasından çıkarılan sonuçlar, elde edilen deneyimler verilerek, yeni kurulmakta olan açık linyit işletmelerinde çalışan uygulamacı mühendislere aktarılmaya çalışılmıştır.

## 1. GİRİŞ

Yürüyen çekmekepçe yerkazarlar ilk kez Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilmiştir. Çünkü bu ülkenin özellikle doğu kesiminde bu yöntemin uygulanmasına çok uygun, yüzeye yakın büyük taş-kömür yatakları vardır. Günümüzde, A.B.D.'nin açık işletmelerinde çalışan çok sayıda yürüyen dragline bulunmaktadır (11).

Bugün, A.B.D. halen en büyük yürüyen çekmekepçe yerkazar üreticisi ve satıcısı durumundadır. Madencilikte çekmekepçe uygulaması, özellikle 1970'lerdeki dünya petrol bunalımından sonraki dönemde, dünyanın önemli kömür üreticilerinden olan Avustralya, Güney Afrika gibi ülkelerde de yaygınlaşmıştır.

Çekmekepçe yerkazarlar özellikle yüzeye yakın, yatay ya da hafif eğimli kömür, linyit, fosfat kayası, kolemanit ve boraks gibi tortul maden yataklarının işletilmesine uygundur. Günümüzde bu tür yatakların örtü kazısında kepçeleri 20 yd<sup>3</sup> ile 150 yd<sup>3</sup> arasında değişen çekmekepçe (dragline) yerkazarlarla kullanılmaktadır. Bunlar yüksek ilk yatırım gerektiren kazı makinaları olup, tutarı 8 - 20 milyon dolar arasında değişmektedir. 8u nedenle, uygulandığı işletmenin ömrü en azından 20 25 yıl olmalıdır.

Türk madenciliğinde ilk uygulama, 1970 yılında G.L.İ. Tunçbilek Açık İşletmeleri için 20 yd<sup>3</sup> kepçeli PAGE-736 yerkazarının alınmasıyla başlamıştır. 1977 yılında, gene Tunçbilek'de devreye giren 40 yd<sup>3</sup> kepçeli MARIÖN-7820 ise ülkemizin ikinci yürüyen çekmekepçesi olmuştur. T.K.İ. Genel (Müdürlüğü Tunçbilek'teki başarılı uygulamalardan yüreklenerak Muğla - Yatağan, Sivas - Kangal, Bursa - Orhaneli gibi yeni açık işletmeleri için de bu yöntemi benimsemiştir. Bu işletmeler için alınan ve alınacak çekmekepçe yerkazarların kepçeleri 20 yd<sup>3</sup> ile 70 yd<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Böylece, ülkemizde de bu örtükazı yönteminin uygulama alanı genişlemektedir.

## 2 ÖRTÜ KATMAN KALINLIĞININ ETKİSİ

Daha önce de belirtildiği gibi çekmekepçe örtükazısı özellikle sığ tortul (sedimenter) maden yatakları için uygundur.

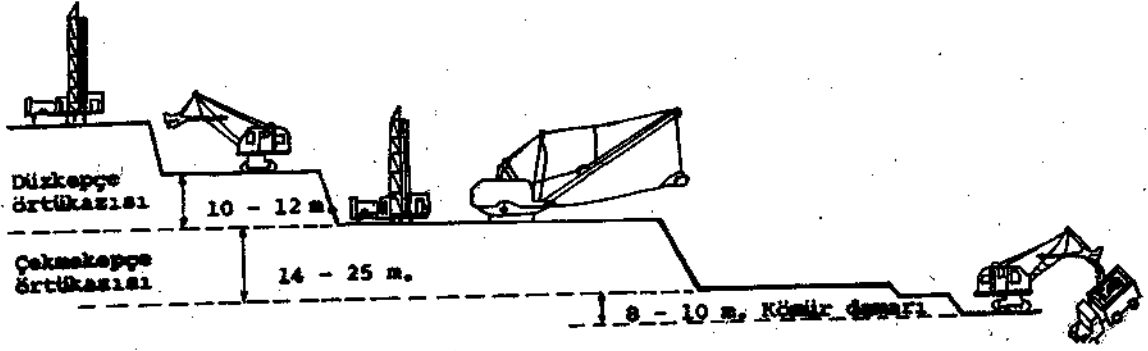
### 2.1. Sığ Açık İşletmeler

Çekmekepçe yerkazar uygulaması daha/ çok örtü kalınlığı ince olan açık işletmelerde yaygın olup, bu amaçla geliştirilmiştir. (1,8,11), A.B.D., Avustralya ve Güney Afrika'daki açık kömür işletmelerindeki uygulama" bu türdendir. Damar ve örtü koşullarına göre, uygun kepçe kapasitesi ve çalışma boyutlarında bir yürüyen çekmekepçe seçildikten sonra, gereksinilen makina parkı, bir yerdeler (drill rig), bir kaç yerkürer (buldozer), bir kömür yerkazarı ve kömür kamyonlarından ibarettir. Çekmekepçe örtükazısı taşıma gerektirmez ve iklim koşullarından etkilenmez.

### 2.2. Derin Açık İşletmeler

Açık işletmeciler ocaklarında! çekmekepçe yerkazarlara yer vermek isterler. Çünkü, bunlar pahalı, olan kamyon taşımacılığını gerektirmezler ve yağış koşullarından etkilenmeksizjin tüm yıl boyunca çalışabilirler. İşletmelerdeki deneyim çekmekepçe örtükazısının geleneksel yerkazar-kamyon örtükazısına göre % 40 dolayında daha ucuza geldiğini göstermektedir (10,16).

Ancak, örtü katman kalınlığı fazla olan açık işletmelerde, bu örtükazı yöntemini tek başına uygulama olanağı yoktur. Bu durumda, geleneksel örtükazı yöntemi ile birlikte kullanılabilir. Örtü katmanını çekmekepçe yerkazarın kazabileceği kalınlığa (düzeye) kadar geleneksel yöntemle inceltir, bu düzeyden aşağıya doğru çekmekepçe kazısı başlar G.L.İ. Tunçbilek açık ocaklarında uygulanan örtükazı düzeni budur (Şekil 1).



Çizelge 1. Tunçbilek açıkocaklarında düzkepçeçekmekepçe birleşik örtükazı yöntemi.

### 3 ÇEKMEKEPÇE ÖRTÜKAZI YÖNTEMLERİ

#### 3.1. İlike

Bu yöntemle çalışacak olan pano önce, birbirine koşut dilimlere ayrılır. Dilimlerin kalınlığı ve eni, kullanılan makînanın çalışma boyutlarına ve seçilen örtükazı yöntemine bağlıdır. Çekmekepçe yer-kazarın çalışmaya başlayabilmesi için, panonun ilk dilim örtüsünün geleneksel makinalarla kazılmış ve açılan kömürün üretilerek dilimin boşaltılmış olması gerekir. Çünkü makina çalışmaya başladığı dilimde kazdığı örtüyü yaratılan bu , ilk boşluğa dökerek dolduracaktır. Yerbiçim'in (topografya) uygun olduğu bazı durumlarda, pano ilk dilim boşluğu oluşturmaya gerek olmayabilir. Parionun bir kıyısında uygun bir yamaç veya vadi varsa, çekmekepçe ilk dilim örtüsünü kazıp bu yamaçtan aşağıya dökülebilir.

Panodq dizge (sistem) kurulduktan sonra, örtükazı birbirine koşut dilimler kazısı biçiminde sürer gider. Her dilimde kazılan örtü, kömürü alınmış bir önceki dilim boşluğuna dökülür. Verimli, kolay ve etkin bir çalışma için dilimler olabildiğince uzun seçilmelidir. Bu panolar, geniş ve düz birer alan biçiminde düşünülmeli ve hazırlanmalıdır. Bu apanlarda mutlaka yer-kürer (buldozer) bulundurulmalıdır.

Çekmekepçe dizgesi (sistemi) ile açık işletmecilik ekonomik bir işletmecilik yöntemidir. Çünkü, bu yöntem herhangi bir

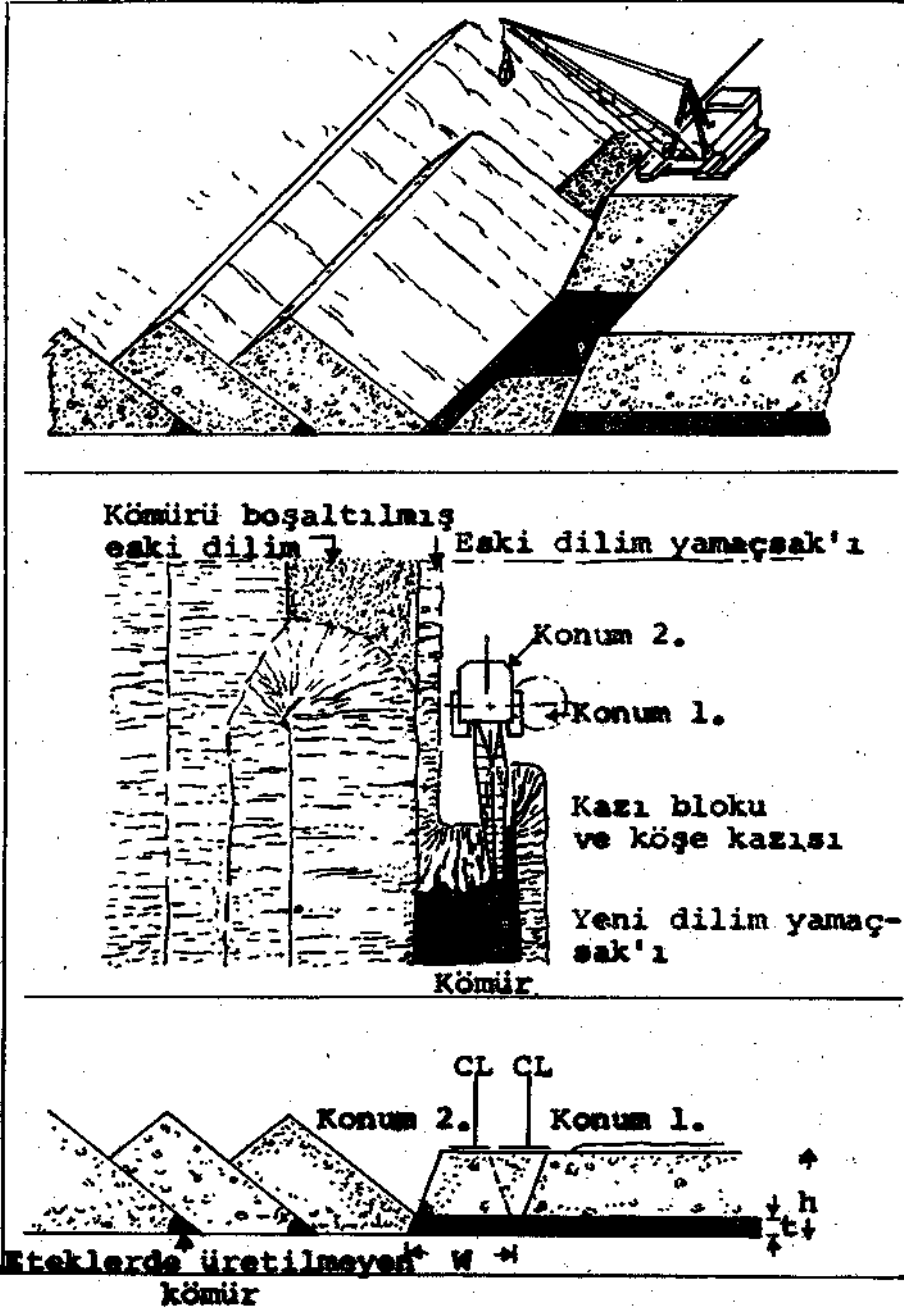
taşıma aracı gerektirmez ve bir kaç kişiden oluşan küçük bir kümeyle çalışır. Bunlar çok esnek maden makinalarıdır. Oturdıkları düzlemin üstünde ve altındaki yükseltilerde kazı yapabilirler, ulaşma uzaklıkları büyüktür. Dilimin üstünde oturduklarından yağış ve yeraltı sularından etkilenmeden tüm yıl boyunca çalışabilirler. Bu yöntemde dikkat edilecek en önemli nokta örtükazı ile kömür üretiminin uyum ve denge içinde gitmesidir; yoksa, makina yeni dilim İbaşına geldiğinde, toprak atacak boş hacim yaratılmadığı için, dilimdeki kömürün tüketilmesini beklemek zorunda kalacaktır.

#### 3.2. Ensiz Dilim Yöntemi

•Bu geleneksel çekmekepçe örtükazı dizgesidir. Bu dizge uzun bumlu makinalar ve ensiz dilimler gerektirir. Ensiz dilim yöntemi kavramı Şekil 2.'de gösterilmiştir (6).

Yöntem özellikle ince kömür damarları için uygundur. Bu yöntemin uygulaması, belirtilen koşullarda taşkömür damarlarının geniş alanlar kanladığı A.B.D. doğu eyaletlerinde yaygındır (11).

Ensiz dilim yönteminin üstün yanı yeniden kazı gerektirmemesidir. Bu yöntem daha uzun bumlu yer-kazarlar gerektirir. Bum uzunluğu arttıkça kepçe kapasitesi küçülür. Makinaj geometrisine bağlı olarak, dilim enleri 25 - 35 metre arasında değişir. Bu yöntemde. Şekil 2.'de görüldüğü gibi, boş dilime dökülen örtü yı-



Çizelge 2. Etsiz filim örtükazı yöntemi (6)

ğım (spoil heap) doğal bayırsama açısı (angle of repose) değerine bağlı olarak yığın eteklerinde % 5 - 10 oranında kömür bırakılması sözkonusudur. Etsiz dilimler, yığın duraylılığı (spoil heap stability) şev duraylılığı (slope stability) açısından hem örtükazı hem de kömürkazi makinası için güvensizdir.

Oekmekepeçe yerkarar, dilimi enine

bloklar biçiminde kazar. Blokların boyu makinatın ulaşma yeteneğine göre seçilir. Her blokun alınmasına genellikle köşe kazısıyla (key cut) başlanır. Köşe kazısı makinamn dilim sınırı boyunca oturup kazı yapması ve yeni dilim şevini oluşturması demektir: Şekil 2.'de çekmekepeçe 1 No. lu konumunda bul işlemleri yapmaktadır. Makina bu konumda sağlam (duraylı) bir

şevi kolayca kazabilir. Dilim enleri, köşe kazısında kazılan örtünün yeniden bir öteleme gerektirmeden, boş dilime dökülebileceği biçimde saptanmalıdır.

Köşe kadısı bitirildiğinde makina boş dilim şevine doğru yürütülür (Şekil 2.'de, konum 2). Bu konumda blokun geri kalan bölümü kazılır.

Çekmekepçe dökü yığını (spoil pile) eteği, genellikle kömür damarı tavan düzeyine kadar akar (Şekil 2). Böylece dökü boşluğu (dumping room) hacmi artacağından makina dahq kalın bir örtü kazabilir. Ancak, bu uygulamanın tek sakıncalı yönü, daha önce de belirtildiği gibi, dökü yığını etekleri altında dilim boyunca, miktarı % 5 - 10'u bulan takoz biçimli kömür bırakılmasıdır (6). Bırakılan bu kömürün alınması için çekmekepçenin boş dilim yamacına çok yaklaştırılmasını gerektirdiğinden, güvenlik açısından bu olması değildir.

Ensiz dilim yönteminde/ kazılan örtünün dökü boşluğuna tam olarak sığdırılabilmesi sağlamak bakımından, makina çalıştığı dilimin boşluk tarafına iyice yanaşarak çalışmak zorundadır. Bu durum, olağanüstü pahalı makineler olan çekmekepçeler için her zaman tehlike oluşturur. Nitekim, 1971 yılında Tunçbilek'te 20 yd<sup>3</sup> lük Page 736 çekmekepçe ile, kurulmasını izleyen ilk aylarda, böyle bir tehlike anlatılmıştır. Makina, 30 metre genişliğinde bir dilimin dökü boşluğuna yakın kesiminde çalışmaktaydı (17). Dilimin boşluk tarafındaki yamacında oluşan şev kayması (slope failure) nedeniyle, makina bir önceki dilim boşluğuna doğru yanlamaya başlamıştır. Şans eseri kayma devinimi yeterince yavaş olduğu ve eğim, makinanın ağırlık merkezini geçmediği için, ocak yönetimi olaya müdahale edebilecek, zaman bulabilmiştir. Ocakların tüm olanakları seferber edilerek yakın panolardaki

yerkazarlardan ağır kamyonlarla toprak çekilip, dökü boşluğu doldurularak destek sağlanmış, devinim durdurularak makina kurtarılmıştır. Yönetim, bu olaydan sonra ensiz dilim yönteminden vazgeçerek, enli dilim yöntemi uygulamayı kararlaştırmıştır. Bu yerkazar, 10 yılı aşkın bir süredir güvenli ve başarılı bir biçimde 50 metre genişliğindeki dilimlerde çalışmaktadır.

### 3.3. Enli Dilim Yöntemi

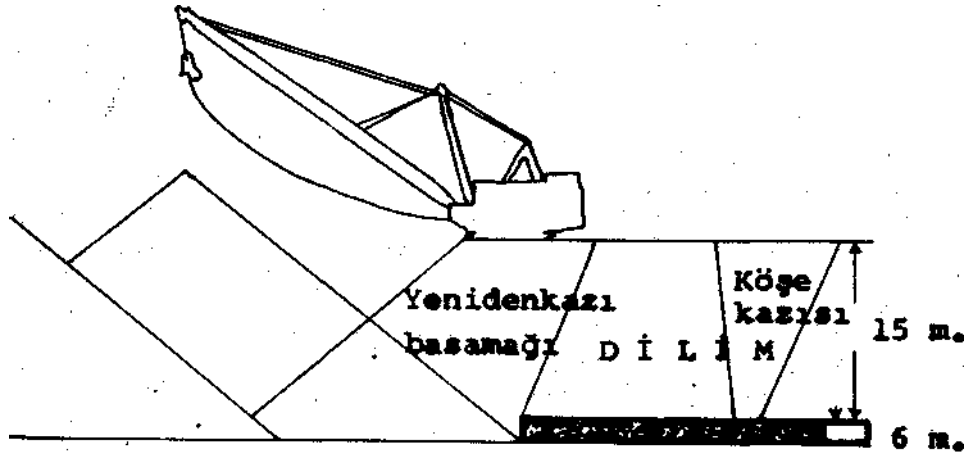
Enli dilim tekniği 1940 yıllarında geliştirilmiştir (6). Bu teknik özellikle A.B.D.'nin orta ve doğu eyaletlerinde ilgi görmüştür (6). Bu yöntem büyük kepçeli ve görece kısa bumlu çekmekepçe yerkazarın çalışma boyutlarını genişletebilmek için bulunmuş bir yoldur. Ancak, enli dilimde her zaman yenidenkazi (rehandle) sözkonusudur.

Enli dilim kavramı Şekil 3'de açıklanmıştır. Köşe kazısı sırasında kazılan örtü dilimin boşluk tarafı yamaç boyunca doldurularak, buradal bir platform oluşturulur. Makina bu dolgu üzerine oturduğunda kazdığı örtüyü daha öteye dökemediğinden, boşluğa daha çok toprak alırdabilir. Her nimetin bir külfeti olduğu gibi, ötelenmiş dökü yeteneğinin de bir maliyeti vardır; sonunda bu dolgu platformunun da yeniden kazılarak aktarılması gerekir. Bu işleme yeniden aktarma kazısı veya kısaca yeniden kazı (rehandle) diyoruz.

Ensiz dilim yöntemi geleneksel bir yöntemdir. Bundq, çalışma boyutlarını sınırlayıcı etmen, çekmekepçenin yatay ulaşma yeteneğidir. Oysa, enli dilim yönteminde sınırlayıcı etmenler genellikle kazı derinliği ve boşaltma yüksekliğidir.

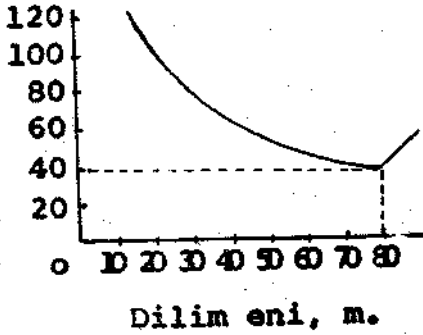
Enli dilimde yenidenkazi yüzdesi dilim kesitlerinden aşağıdaki gibi hesaplanır (Şekil 3) :

$$\text{Yenidenkazi Yüzdesi} = \frac{\text{Yeniden kazılıp aktarılacak kesimin alanı/Kabarma katsayısı}}{\text{Dilim örtü katmanı alanı}}$$

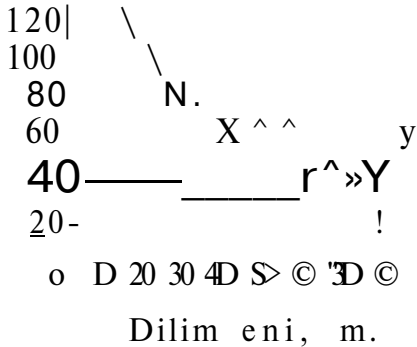


Çizi 3. Enli dilim örtükazı yöntemi (6)

Her pano ve makina için en uygun (optimum) yenidenkazi yüzdeleri saptanmalıdır. Her özel durum ve koşul için yenidenkazi yüzdeleri, çeşitli dilim genişliklerine göre çizilerek çizel (grafik) anlatım sağlanmalı, ve bu çizeden (grafik) enaz yenidenkazi yüzdesini veren dilim genişliği seçilmelidir (Şekil 4).



Çizelge 4. Enuygun dilim eninin saptanması (6)



Çizelge 4. Enuygun dilim eninin saptanması (6)  
30 Şekil 4.'de görülen duruma göre % 40'lık enaz (minimum) yenidenkazi yüzdesiyle, en uygun dilim genişliği 80 metredir.

Dilim genişliği sınırı, köşe kazısında

im üzerine dökülür; bu durumda aynı örtüyü 3 kez aktarmak gerekir. Enuygun dilim genişliği yaklaşık olarak çekmekepçenin yatay ulaşma uzaklığıdır, denebilir.

Ekonomik bir çalışma için yenidenkazi yüzdesi 25 - 35 arasında olmalıdır. Ancak, bazı özel durumlarda yenidenkazi % 50'ye kadar çıkabilmektedir. Bu durumda bile, yöntemin öteki geleneksel örtükazı yöntemlerinden daha ucuza geldiği söylenmektedir (15).

Yenidenkazi içermesine karşın, enli dilim uygulaması kolay ve güvenlidir. Enli dilim tekniğinin yararlı yönleri aşağıda belirtilmiştir:

Kömürkazi işlemi daha güvenlidir. Kömür yerkazarı, yerkürer ve kamyonlar için daha rahat manevra, yapabilecekleri genişlikte alan vardır. Dilendiğinde ocakta kömür üretimi kısa sürede artırılabilir. Dilimleri bitirmek dahafuzun süre alacağından, gerek örtükazıyı gerekse kömür üretimini programlamak görece daha kolaydır. Daha önce belirtildiği gibi enli dilim, çekmekepçe'nin kendisi için de daha güvenli bir çalışma ortamı sağlar. Dilimin boşluk tarafı yamacının bozulması sakinliği olmadığından yergevşetme (blasting) daha rahat yapılır. Dökü yığını eteklerinde kömür bırakılması söz konusu değildir.

#### 4 ENLİ DİLİM YÖNTEMİ TUNCBİLEK UYGULAMASI

##### 4.1. Genel

Enli dilim yöntemi, diğer yararlı yönleri yanısıra daha çok güvenli olması bakımından seçilmiştir. Çünkü, kömür ve kömür içeren katmanlar çok şiddetli tektonik devinimlere uğramıştır. Oluşumda, çok sayıda kırık (fay) zonu zayıflık düzlemleri ve süreksizlikler bulunmaktadır. Kömür damarı da oldukça kalındır. Tüm bu etmenler enli dilim tekniğini gerekli kılmaktadır. Daha önce de değinildiği gibi, ensiz dilim tekniği uygulamasında çok önemli bir töhlike de atlatılmıştır.

Geniş dilim uygulamasında bile, zayıflık zonları her zamana kazı makinaları için tehlike kaynağı oluşturur (Fotoğraf 3). Bu tür yerlerde çalışma olağanüstü dikkat gerektirir. Çekmekepçe dilimlerinde yergevşetmenin (blasting) iki işlevi vardır; Birinci işlevi kazılabilirlik açısından örtü katmanını gevşetmek, ikinci işlevi ise kırık (fay) ve zayıflık zonlarını, katmanlaşma düzlemlerini, çatlak dizgelerini bozarak örtü katmanını gerilimlerden kurtarmaktır. Çekmekepçe iyi gevşetilmiş basamak üzerinde çok daha güvenlidir. Güvenli bir çalışma için bu gerçek adıldan çıkarılmamalıdır, çünkü yürüyen çekme-

kepçe büyük ve pahalı bir kazı makinasıdır.

##### 4.2. Yirmi yçP Kepçeii Page 736 Çekmekepçe Uygulaması

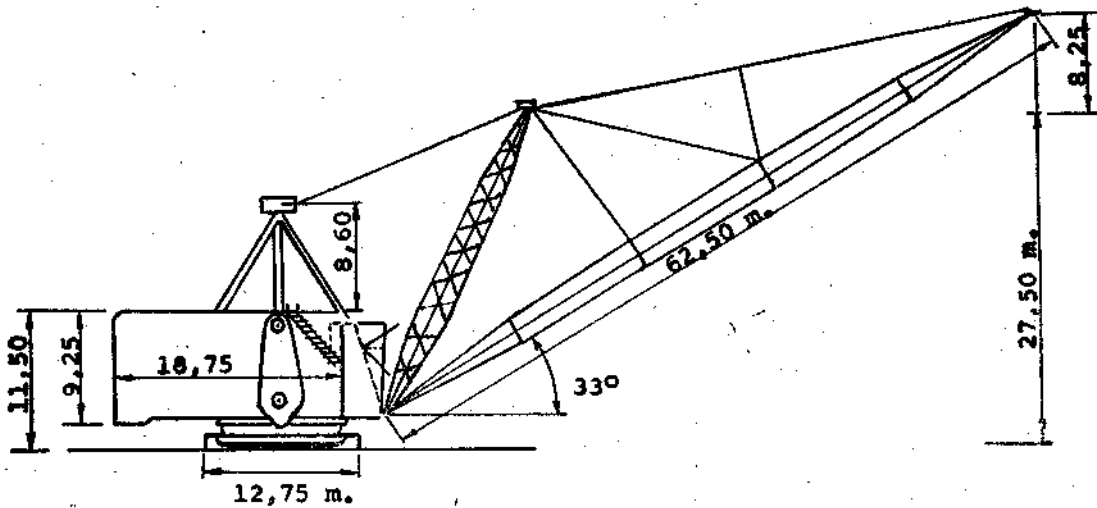
Bu çekmekepçe 1970 yılı Eylül ayında devreye sokulmuştur. Türk madenciliğinin ilk yürüyen çekmekepçesi olması nedeniyle önemli bir yeri vardır. Örtü katmanının üst seviyeleri geleneksel yöntem ile alınarak bu yerazarâ ortalama 15 metre örtü bırakılır. (Fotoğraf 1).

##### 4.2.1. Fiziksel Boyutlar ve Dilim Geometrisi

Bu yerkazarm fiziksel boyutları Şekil 5.'te gösterilmiştir. Bum açısı  $33^\circ$ , Bum uzunluğu 62,50 m. Ulaşma mesafesi 55 m, dökme yarıçapı 60 m. Kazı derinliği 20 m. (ençok). Dökme yüksekliği 27,50 m. (ençok). Çalışma ağırlığı 750 ton. Kazı dönüsü (cycle) 55 sn.

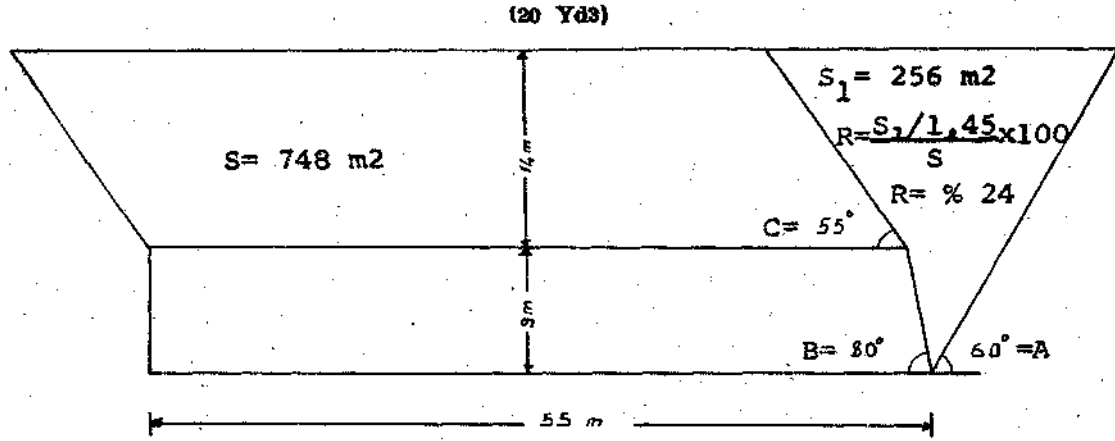
##### 4.2.2. Dilim Geometrisi ve Yenidenkazi

Tunçbilek'te enli dilim yöntemi yeğlenmiştir. Dilim genişliği 55 metre, dilim kalınlığı ortalama 15 metredir. Bu yerkazarı için tipik bir dilim geometrisi (kesiti) Şekil 6.'da verilmiştir. Kömür damarı kalınlığı 9 metredir. Şekilde A, B, ve C sı-



Çizelge 5. PAGE 736 Çekmekepçe'nin fiziksel boyutları

Ölçek : 1/500



**Çizelge 6. 20 Yd3'lük çekmekepçe için tipik bir dilim geometrisi (kesitli)**

**Ölçek : 1/500**

rasiyla dökü yığını, kömür damarı ve örtü katmanı ydmaçsak eğimi açılarını simgelemektedir. Tunçfoilek'te bu açıların değerleri;  $A = 60^\circ$ ,  $B = 80^\circ$ ,  $C = 55^\circ$ , dilim genişliği 55 metredir. Şekilde görülen dilim geometrisi için yenidenkazı yüzdesi 24'tür.

Örtü kalınlığı ile yenidenkazı arasındaki ilişki Şekil 7.'de görülmektedir. Dilim geometresinin öteki öğeleri (değişkenleri) değişmemek koşuluyla, örtü kalınlığı arttıkça yenidenkazı yüzdesi artar. Ancak eğride BC aralığında bu artış oranı (miktarı) çok küçüktür. Oysa AB ve OD aralığında artış hızı yüksektir. Şekil 7., Page 736 için bir uygulamayı göstermektedir. Bu uygulamada dilim genişliği 53 m, örtü katmanı 14 m, dökü yığını yamaıçsak açısı  $A = 40^\circ$ , kömür damarı şev açısı  $B = 80^\circ$ , örtü katmanı şev açısı  $C = 55^\circ$ dir.

Şekil 8.'de yenidenkazı yüzdesinin dilim genişliğine göre değişimi görülmektedir. Eğri incelendiğinde belirli bir dilim geometrisi için yenidenkazı miktarının enaz olduğu, enuygun bir dilim genişliğinin var olduğu görülür. Şekil 7. ve 8, 1981 yılında çalışılan 7/C panosu verilerine göre çizilmiştir.

#### 4.2.3. Çekmekepçenin Verimi

Dragline'nin verimi aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır. Burada; C, kazı döngüsü

olup 55 saniye; V, kepçe kapasitesi olup 20 yd<sup>3</sup>tür. Fi, iş ve işyeri koşullarına bağlı verimlilik katsayısı, Tunçbilek için 0,73; F<sub>2</sub>, kepçe dolma katsayısı Tunçbilek için 0,85; F<sub>3</sub>, kabarma katsayısı, Tunçbilek için, (1/1,45) 0,69 alınmıştır. Q, ise yerinde, hacim cinsinden saatlik üretimi m<sup>3</sup> olarak verir.

$$\text{(yerinde) } Q \text{ (m}^3\text{/h)} = \frac{3600}{C} \times V \times 0,764 \times F_1 \times F_2 \times F_3$$

**Saatlik verim, Q<sub>1</sub>:**

$$Q_1 = \frac{3600}{55} \times 20 \times 0,764 \times 0,73 \times 0,85 \times 0,69$$

$$Q_1 = 430 \text{ mVsaat (yerinde hacim)}$$

**Günlük verim, Q<sub>2</sub>:**

$$\ddot{o}_2 = Q_1 \text{ m}^3\text{/h} \times 3 \text{ vardiya/gün} \times 7 \text{ saat/vardiya}$$

$$\ddot{o}_2 = 4030 \times 3 \times 7$$

$$Q_2 = 9000 \text{ mVgün (yerinde hacim)}$$

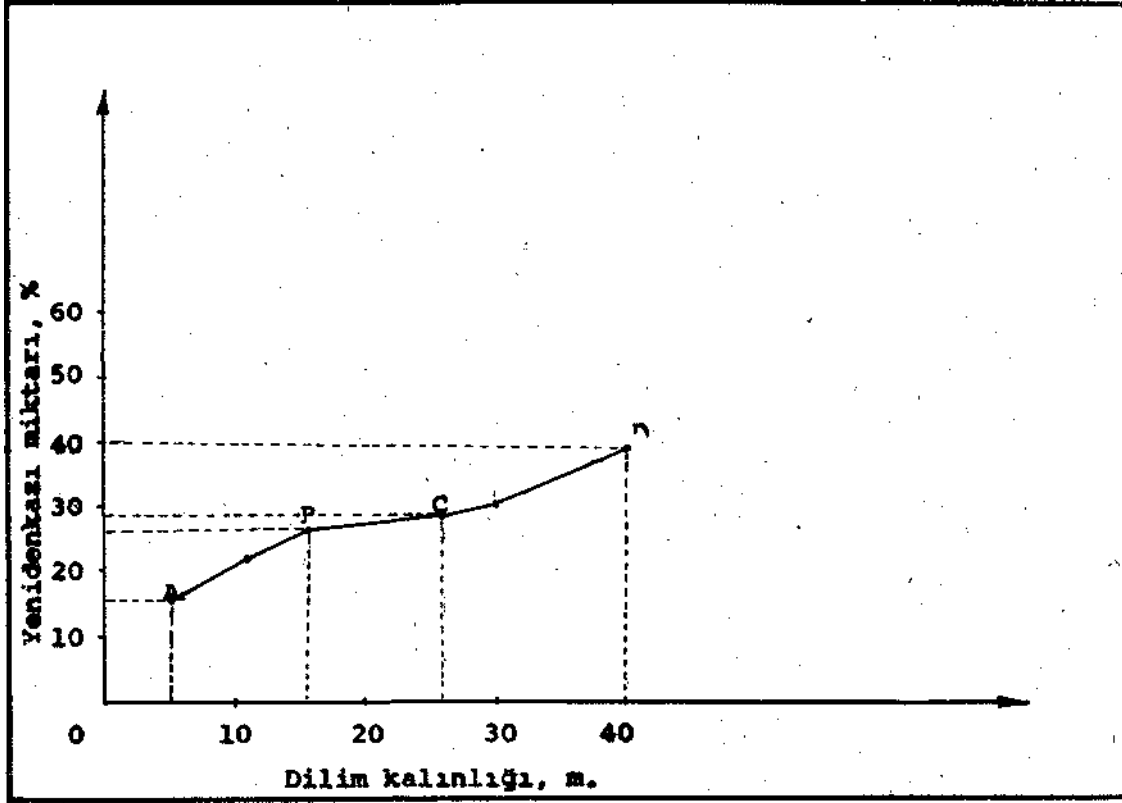
**Aylık verim, Q<sub>3</sub>:**

$$Q_3 = Q_2 \text{ mVgün} \times 26 \text{ gün/ay}$$

$$Q_3 = 9000 \times 26$$

$$\ddot{O}_3 = 234\,000 \text{ mVay (yerinde hacim)}$$





Çizelge 7. Yenidenkazi yüzdesinin örtü kalınlığına göre değişimi

Yıllık verim,  $Q^*$  :

$$Q_4 = Q_3 \text{ mVay} \times 11 \text{ ay/yıl}$$

$$Q_4 = 234\,000 \times 11$$

$$Q_4 = 2\,574\,000 \text{ mVyl (yerinde hacim)}$$

Ancak, bu miktar, yerinde hacim cinsinden ortalama % 24 yenidenkazi miktarını da içermektedir.

Yenidenkazi düşüldüğünde yıllık verim (iş),  $Q_5$  :

$$Q_5 = Q_4 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0,76$$

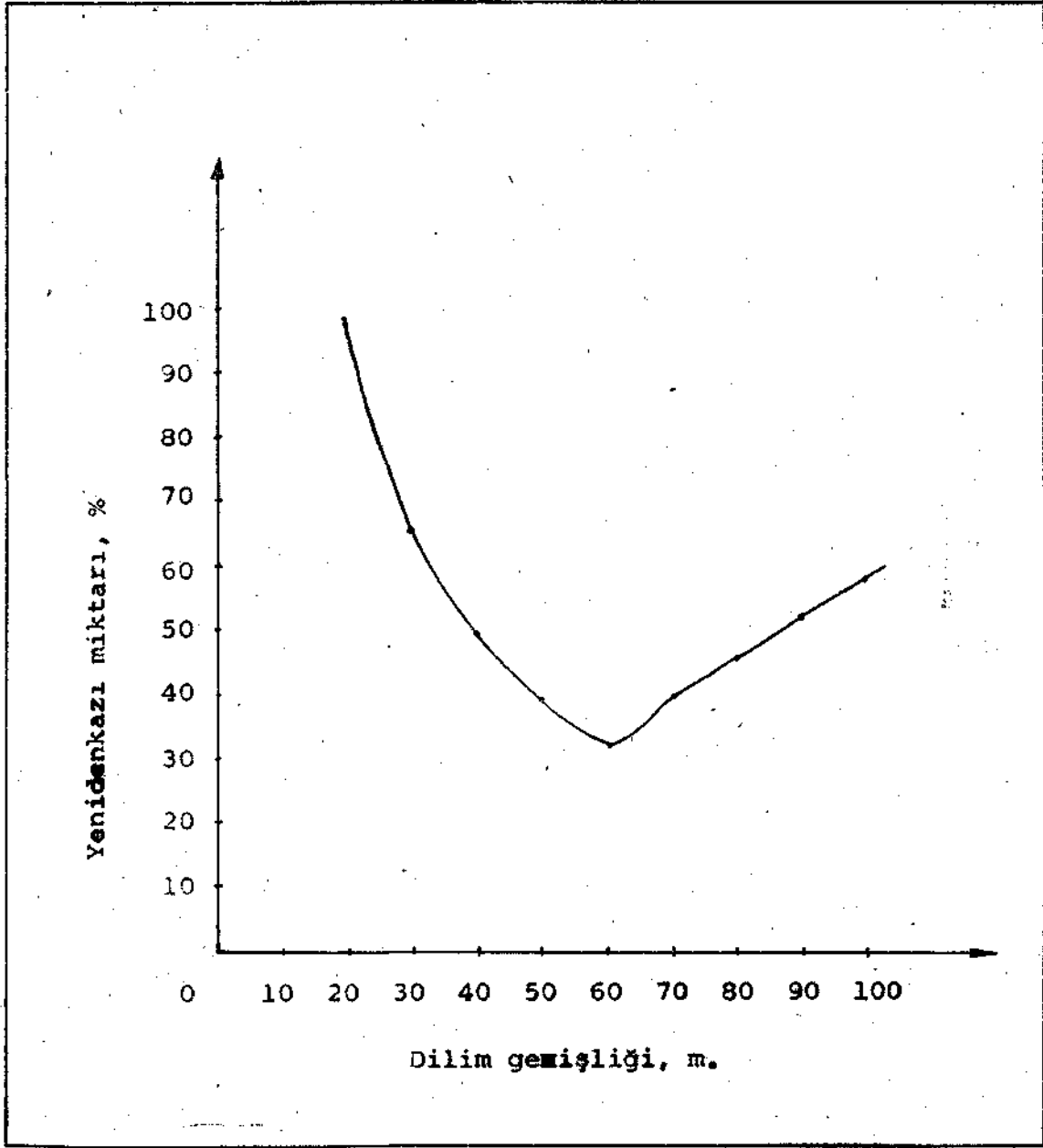
$$Q_5 = 2\,574\,000 \times 0,76$$

$$Q_5 = 1\,956\,000 \text{ mVyl}$$

Enli dilim yönteminde makinanın kazacağı net örtü miktarı, yenidenkazi kadar azalmaktadır. Burada, dilimdeki örtünün % 24'lük bir kısmı ikinci kez kazılıp daha) ileriye ötelenecektir.

Yirmi  $\text{yd}^3$ 'lük PAGE yerkazar ile 10 yıllık süre içinde gerçekleştirilen yıllık iş

miktarları Şekil 9.'da verilmiştir. Şekilde gözleneceği gibi uygulamanın ilk yıllarında 1971, 1972'de  $1\,270\,000 \text{ m}^3$  ve  $1\,618\,000 \text{ m}^3$  örtükazi gerçekleştirilmiştir. Ancak, üçüncü yılda gerekli deneyim kazanıldığından enuygun yıllık kazı miktarına ulaşılmıştır. 1973 - 1977 arasındaki 5 yıllık sürede  $2\,000\,000 \text{ m}^3$  dolayında yıllık iş yapılmıştır. 1977 yılından sonra iş miktarında yavaş bir düşme görülmektedir. Bunun nedeni 1977 - 1981 yıllararasında ülkemizde sıkıntısı çok çekilen yabancı para darboğazıdır. İşletme yönetimi maden makinaları ve kamyonları için yedek parça ve lastik dışarısında çok büyük güçlüklerle karşılaşmıştır. Bu dönemde makina parkının serviste kalma oranı % 50 dolayındadır. Ayakta tutulan düzkepçe yerkazar ve kamyon ekipleri de, 1977'de devreye giren daha büyük kapasiteli  $40 \text{ yd}^3$ 'lük Marion 7820 çekmekepçe pano hazırlama işlerine kaydırılmıştır.



**Çizelge 8. Yenidenkazi yüzdesinin dilim genişliğine göre değişimi**

Uygulanan işletme yöntemi gereği, düzkepçe örtükazısını gerçekleştirmeden, çekmekepçe örtükazısına başlamak olası değildir. Yönetim, örtükazı açığını kapatmak için yer kazı firmalarını devreye sokmuştur. Böylece, 1978 yılından bu yana inşaat mühendisliği firmalarına örtükazı işleri verilmeye başlanmıştır. Bu firmalar

örtükazı işlerine göre örgütlenmemiş olduklarından, işi süresinde bitirmede güçlüklerle karşılaşmaktadırlar. Bu gecikmeler ocak yönetimini güç durumda bırakmakta, sağlıklı üretim programı yapılamamakta; geleneksel örtükazı ile çekmekepçe örtükazısı arasında eşsüreleme (senkronizasyon) sağlanamamaktadır.

#### 4.3. Kırk ych Kapasiteli Marion 7820 Uygulaması

##### 4.3.1. Fiziksel Boyutlar ve Dilim Geometrisi

Bu çekmekepçe 1977 yılında işletmeye konulmuştur. Türkiye'nin ikinci yürüyen çekmekepçe yer kazarıdır. Tunçbilek'te bu makina için ortalama 25 metre örtü bırakılır. Fotoğraf 2. bu makina dilimde çalışırken göstermektedir.

Şekil 10.'da ise majkinanın boyutları verilmiştir; Bum açısı 33°, Bum uzunluğu 72 m. Ulaşma mesafesi 60,4 m. Dökme yarıçapı 70 m. Kazı derinliği 35 m. (ençök), Dökme yüksekliği 32 m. (ençok). Çalışma ağırlığı 1,500 ton, Kazı döngüsü 57 saniye.

Bu makinada da enli dilim tekniği uygulanmaktadır. Dilim genişliği yaklaşık 60 metre olup dilim kalınlığı ortalama 25 metredir. Yenidenkazi miktarının % 30'un altında tutulmasına özen gösterilir. Bu makina için tipik bir dilim geometrisi örneği Şekil 11.'de verilmiştir. Şekil 11.'deki özel durum için yenidenkazi yüzdesi % 28'dir.

##### 4.3.2.. Çekmekepçenin Verimi

Marion 7820 için Tunçbilek verilerine göre saatlik, aylık ve yıllık iş miktarları aşağıda hesaplanmıştır.

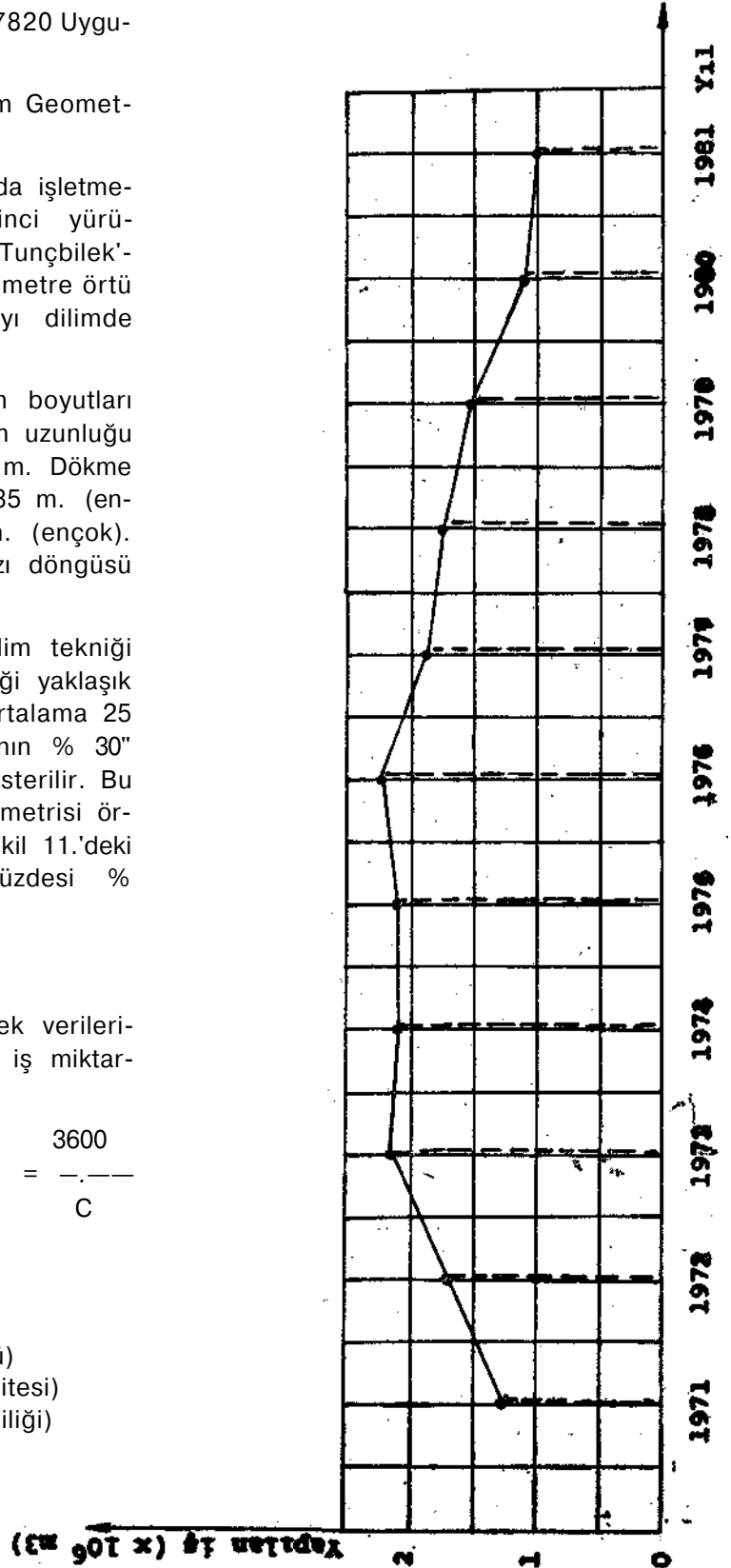
$$\text{(yerinde hacim) } Q \text{ (m}^3\text{/h)} = \frac{3600}{C} \times V \times 0,764 \times F_1 \times F_2 \times F_3$$

Burada;

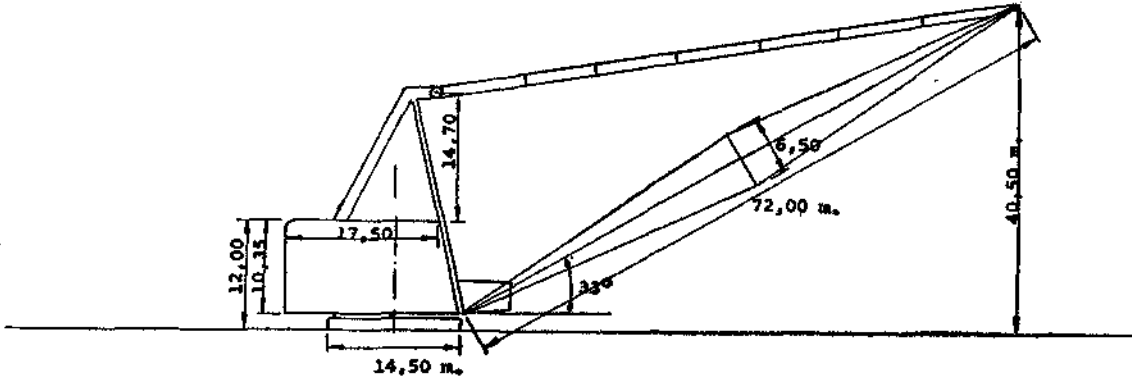
C = 57 sn. (kazi döngüsü)

v = 40 yd<sup>3</sup> (kepçe kapasitesi)

F<sub>1</sub> = 0,73 (çalışma verimliliği)

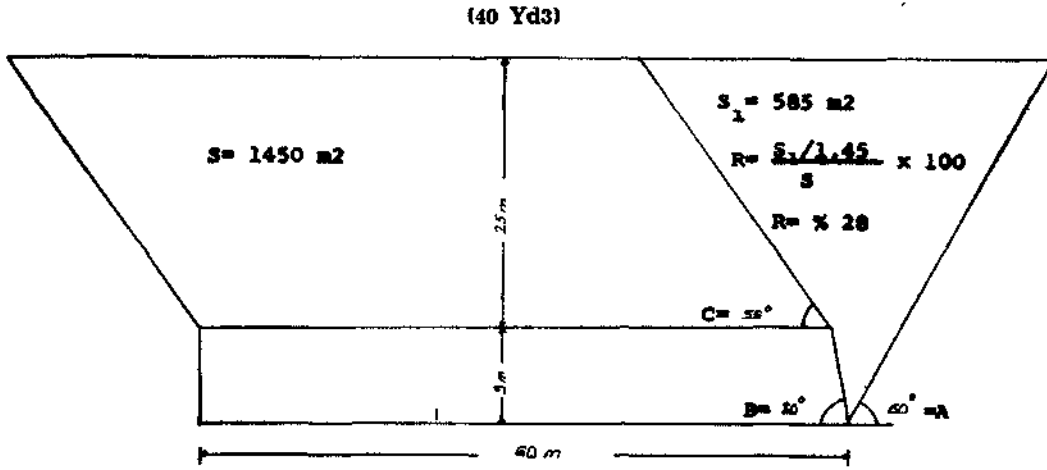


Çizelge 9. PAGE 736 ile 10 yıllık süre içinde ulaşılabilen yıllık iş miktarları.



Çizelge 10. Marion 7820 Çekmekeççe yerkazarın fiziksel boyutları

Ölçek : 1/500



Çizelge 11. Marion 7820 için tiplik bir dilim geometrisi

Ölçek : 1/500

$$F_2 = 0,85 \text{ (Kepçe dolma katsayısı)}$$

$$F_3 = 0,65 \text{ (Kabarma katsayısı).}$$

Saatlik verim,  $Q_1$  :

$$Q_1 = \frac{3600}{57} \times 40 \times 0,764 \times 0,73 \times$$

$$0,85 \times 0,69$$

$$Q_x = 826 \text{ mVsaat}$$

Günlük verim,  $Q_2$  :

$$Q_5 = 17.346 \text{ mVgün}$$

Aylık verim,  $C_b$  :

$$Q_5 = 451.000 \text{ mVay}$$

Yıllık verim,  $Q^*$  :

$$Q_4 = 4.961.000 \text{ mVYıl}$$

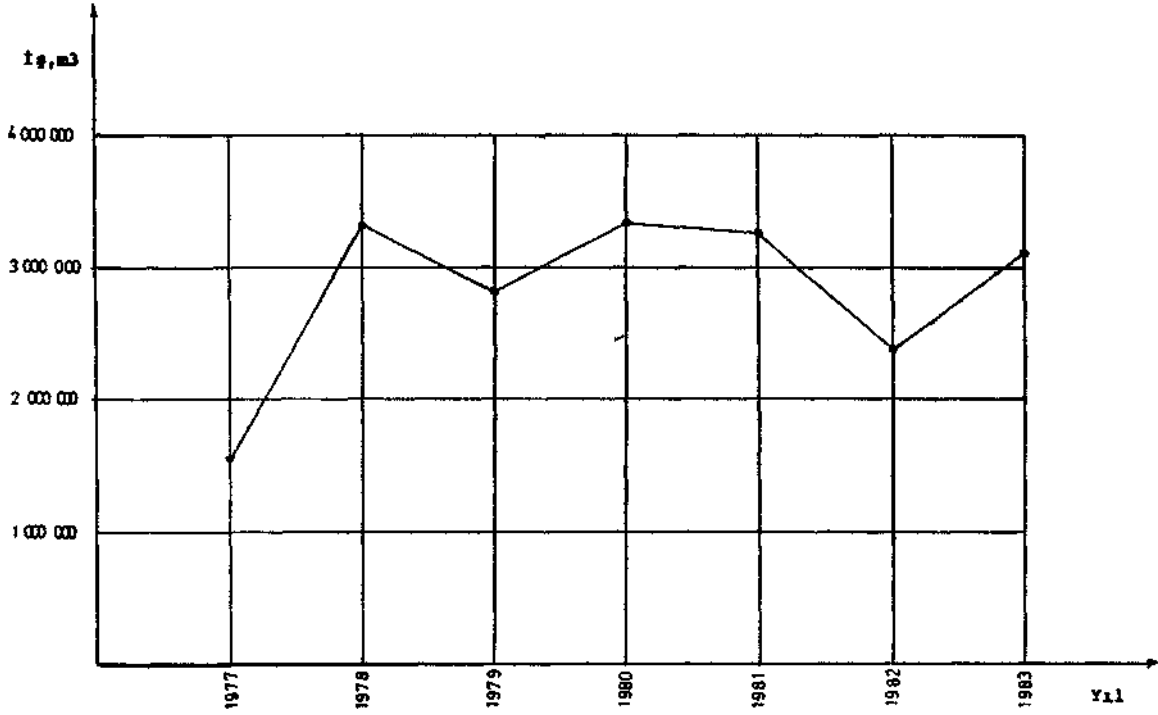
Ancak, bu iş miktarı, dilimde hacim cinsinden ortalama % 28 yenidenkazi içermekte olup, dilimde kazılan net örtü miktarını bulmak için bu miktarı düşmek gerekir.

Yenidenkazi düşüldüğünde yıllık verim,  $Q_5$  :

$$Q_5 = 4.961.000 \times 0,72$$

$$Q_5 = 3.570.000 \text{ mVYıl}$$

Dilimde yapılacak net kazı miktarını arttırmak için yenidenkazi miktarını olabildiğince düşük tutmaya çaba gösterilmelidir.



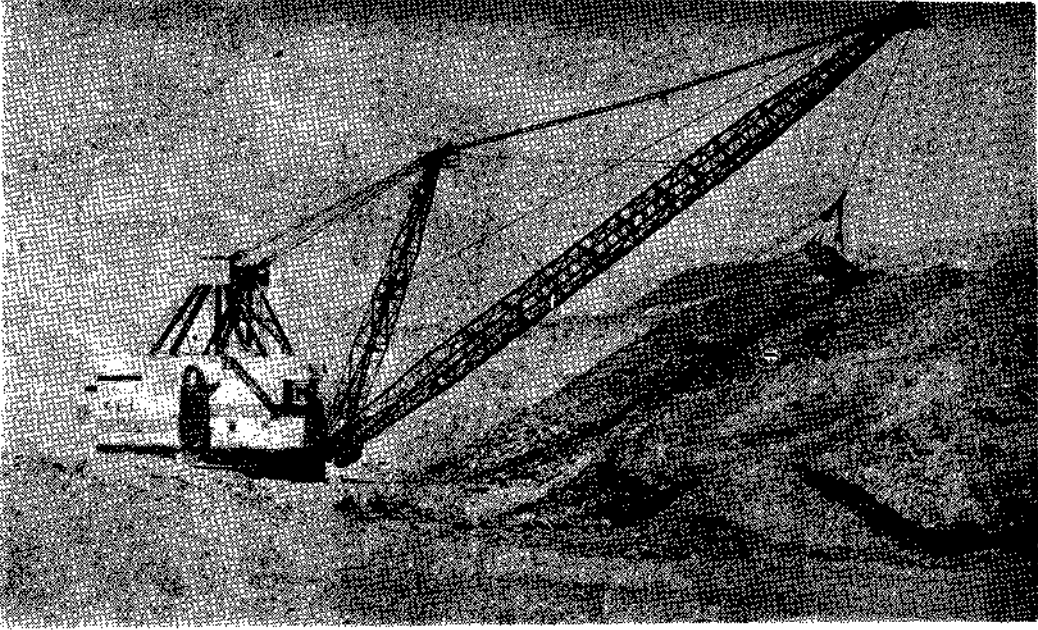
**Çizelge 12. Marion 7820 ile 7 yıllık süre içinde ulaşılan iş miktarlarına**

Şekil 12. Tunçfoilek'te 40 yd<sup>3</sup>'lük makina ile 1977 - 1983 yılları arasında gerçekleştirilen yıllık iş miktarlarını göstermektedir. Bu süre içerisinde, 1978, 1979 ve 1983 yıllarında, üç kez makinemin yürüyüş düzeneği krank kırmıştır. Makinanın iki kez de dönüş rayı kırılmış, 1980 ve 1982 yıllarında ray değiştirme işlemi yapılmıştır. Makinanın karşılaştığı diğer önemli arızalardan biri de 1982 yılında bum gergi (askı) halatlarından birinin bağlantı sökelinin çatlaması olmuş ve bu askı halatı yenisiyle değiştirilmiştir. Bu tip büyük anzalarda, kırılan parçanın sökülmesi, temini ve yerine takılması en az bir ay kadar bir süre almaktadır. Dolayısıyla, bunlar makinanın yıllık verimini olumsuz yönde etkilemektedir. Ulaşılabilen en çok kazı miktarı 3.342.000 m<sup>3</sup>'tür. Erişilebilen değerler hesaplanan verim düzeyinden düşüktür. Bunun da nedeni yeniden kazı yüzdesinin öngörülenden daha yüksek gerçekleşmesidir. Ayrıca, büyük arızaların olduğu yıllarda iş miktarlarında açık düşmeler gözlenmektedir.

## 5 SONUÇLAR

Cekmekepçe panosunda dökü boşluğu oluşturmak için ilk dilimin örtüsü geleneksel yerkazar - kamyon sistemi ile taşınır. Üstü açılan kömür kazılıp taşınarak ilk dilim boşluğu yaratılır. Bu aşamadan sonra cekmekepçe kazı işlemine başlar. Burada dikkat edilecek nokta, oluşturulan ilk boşluğun cekmekepçe dilimindeki örtü miktarını alacak hacimde yaratılmasıdır.

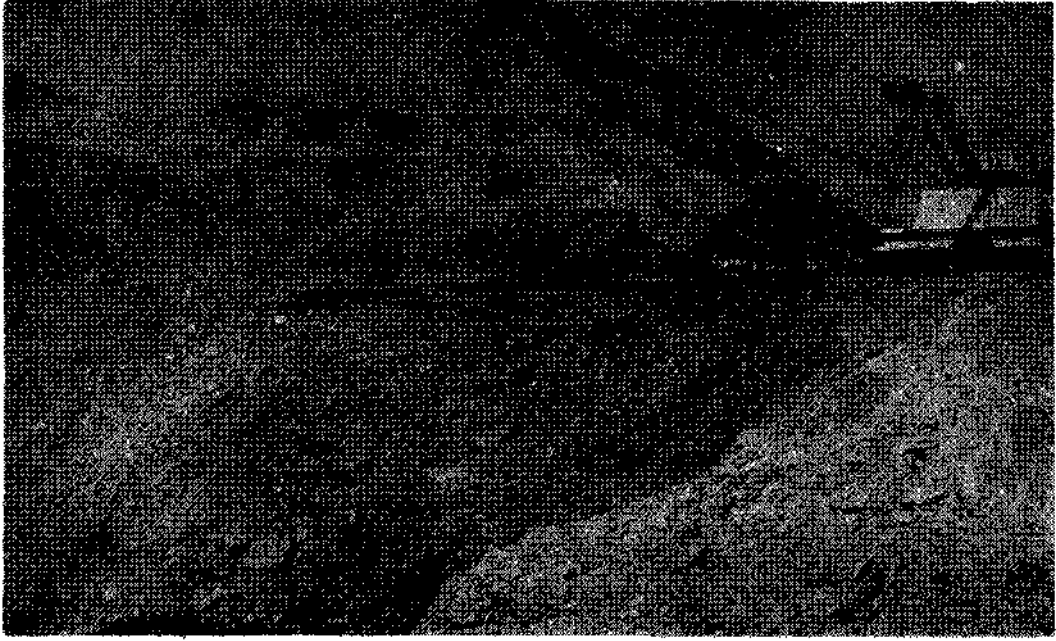
Cekmekepçe ile çalışacak panoda, delme-patlama işleminin makina panoya girmeden (yürümeden) önce yapılması gerekir. Çünkü, çok yakında yapılacak atımlardan oluşan titreşimler uzun sürede büyük ve çok ağır bir makina plain cekmekepçe yerkazarın sistemlerine zarar verebilir. Delme patlatma işlemi güvenli bir cekmekepçe kazısı için gereklidir; çünkü, yersel zayıflıklar, süreksizlikler, kırıklar ve doğal gerilmeler bu işlem sırasında bozulup dağılır.



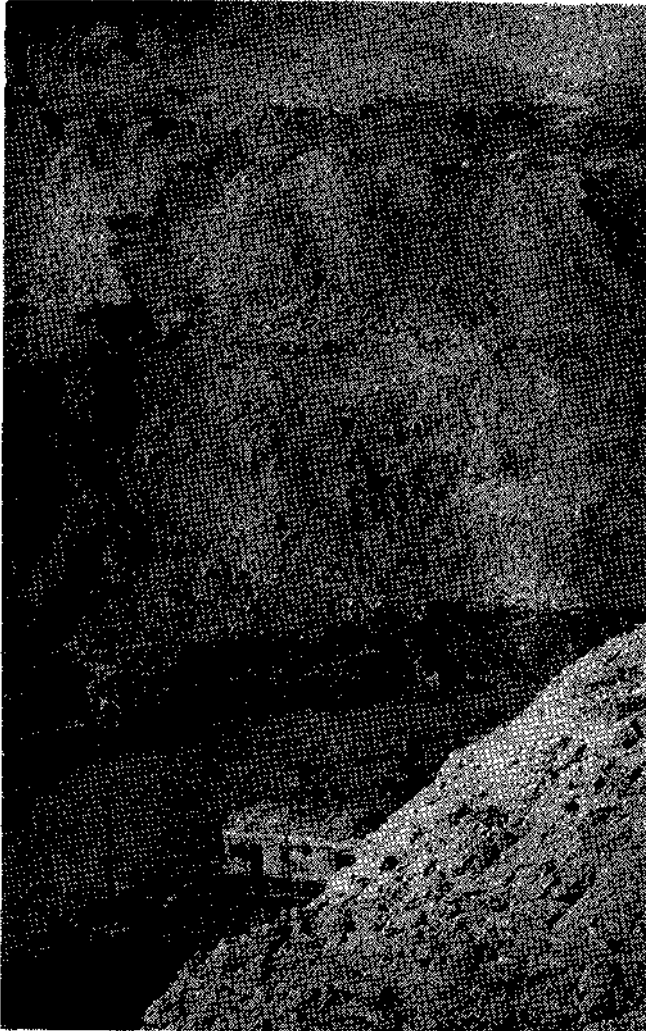
**Fotoğraf 1. G.L.I. Tunçbilek Bölgesinde Page 736 Çekmekepçe ile Örtükazısı**



**Fotoğraf 2. G.L.I. Tunçbilek Bölgesi Beke Panoda Marion 7820 ile Enli Dilim Yöntemi Uygulaması**



**Fotoğraf 3. Marion 7820 Çekmekepçe Basamağında Yer kayması, G.L.İ. Tunçbilek**



**Fotoğraf 4 Marion 7820 Çekme-  
kepçe JDökü Yığnında  
Kömürkazi Sırasmda  
Oluşan Yer kayması, G.»  
L.t. Tunçbilek**

Tunçbilek'te yürüyen çekmekepçe uygulamajsından elde edilen deneyim, yerkazar - kamyon örtükazısı iyi eşsürelenemezse (senkronize edilemezse) çekmekepçe çalışmasının önemli ölçüde aksayabileceğini göstermektedir. Örtü katmanınca içerilen çatlak dizgeleri, süreksizlik zonları, orijinal gerilmeler dinamitleme yardımıyla parçalanıp dağıtılmalıdır. Makina yerdüzerle çok iyi düzeltilmiş bir yüzeyde çalışmalı ve yürümelidir. Yürüyüş pabuçları, taşıma basıncı (yer basıncı) eşit kayaç üzerine basmalıdır; tersi durumda, yürüyüş krankı arızaları beklenmelidir.

Dilimlerde açılan kömürün üretimi de eşsürelenmelidir; yoksa çekmekepçe dilimdeki kömürün bitirilmesini beklemek zorundadır kalabilir. Bu nedenle, enuygun dilim kalınlığı seçilmelidir; sığ örtü kalınlığı durumunda kömür damarının üzerinin daha hızlı açılması sözkonusu olduğundan, mevcut kömür üretim temposu çekmekepçenin ilerlemesine yetiştirmez. Bırakılan örtünün kalın olması durumunda ise, çekmekepçe yerkazarm ilerleme hızı düşer; bu kez de, yeterli düzeyde kömür açılmadığından kömürkazi makinası beklemek zorunda kalır. Kömürkazi makinası çekmekepçe'yi 25 - 30 metre gibi uygun bir uzaklıktan izlemelidir. Bu hem çekmekepçe, nemde kömürkazi yerkazarının güvenliği açısından zorunludur.

Çekmekepçeler büyük kapasiteli yerkazarlar olduğundan, makinada ortaya çıkan önemli bir arıza ocak üretimini ciddi bir biçimde tehlikeye sokar. Bu yüzden, böyle zor günler için geleneksel yöntemlerle hazırlanmış üstü açık yedek kömür panoları bulundurulmalıdır. Marion 7820, 1978 yılında ilk kez yürüyüş krankı kırıldığına, krankın sağlanması, takılması bir ayı aşkın bir süre almıştır. Olay şans eseri yazın örtükazi sezonunda meydana geldiği için, dilime 2 adet 10 yd<sup>3</sup>'lük düzkepçe yerkazar sokulabilmiş ve kömürün üstü açılarak, üretim aksatılmamıştır.

Tunçbilek deneyimi, çok iyi eğitilmiş elektrik ve mekanik bakım - onarım ekiple-

rinin gerektiğini göstermiştir. Günlük, haftalık, aylık ve yıllık bakım programları ciddi bir biçimde yürütülmelidir. Çekmekepçe yerkazar işletmenliği (operatör) özel bir eğitim gerektirir. İBu geleneksel yerkazar işletmenliği gibi tekdüze bir iş değildir. Bu işletmenler bazı madencilik ve yerbilim bilgileriyle donatılmış olmalıdır. Bunlar süreksizliklerin, katmanlaşma düzlemlerinin, kırıkların, düzenlenmemiş yüzeylerin, iyi gevşetilmemiş kesimlerin makina için ne gibi gizli tehlikeler oluşturabileceğinin farkında olmalı, kazı tekniği ve ekonomisini bilmelidirler.

Çekmekepçe çok esnek bir maden makinasıdır. Tüm yıl boyunca çalışabilir; düzkepçe - kamyon dizgesi gibi iklim koşullarından etkilenmez. Kömür damarındaki kıvrımları izleyebilir ve kömür üzerini çok temiz açar. Böylece kömüre çok az tavantaşı karışır. Kömür makinası için tehlikeli ve zor olan yerlerde kömürkazi işleme çekmekepçe yerkazara da yaptırılabilir. Çekmekepçe kendi yürüyeceği yolu yapabilir, çalışacağı alanı düzleyebilir; Oturduğu düzlemin altında ve üstünde kazı işleme yapabilir. Kazı düzeyinin üstünde bulunduğundan, yeraltı sularından etkilenmez. Bu dizge (sistem) kamyon gerektirmedikinden, çalıştırıcı kümesi bir kaç kişiden oluşur. Güvenli ve verimli bir çalışma için önkoşul, dilim yüzeyinin çok iyi düzlenmiş olmasıdır. Bu nedenle, çekmekepçe dilimlerinde mutlaka yerkürer bulundurulmalıdır.

Çekmekepçe dilimlerinin tasarımında (dizaynında) makinanın üstünde oturduğu çekmekepçe basamağının, yeni ve eski dilim şevlerinin, dökü yığınının, kömür damarının ve kömür taban taşının duraylılıkları gözönüne alınmalı ve incelenmelidir (18,19).

Bu durum, özellikle T.K.İ.'nin yeni işletmelerine gelecek ve gelmekte olan 70 yd<sup>3</sup>'lük büyük çekmekepçe yerkazarları için önem taşımaktadır. Çünkü bu makinalar 40 - 50 m. kalınlığında örtü kazabilecek yetenektedir. 8 - 10 m. kömür damarı kalınlığı da eklendiğinde çekme-



kepçenin oturduğu dilim yüzeyi ile kömür tabanı arasındaki yükselti farkı 50 - 60 metreyi bulmaktadır. Çekmekepçe yerka^zar, çalışma ilkesi gereği, dilimde oturduğu basamağın önünü kazıp boşaltarak ilerlediğinden, bu basamağın dengesini bozacak biçimde çalışır. Bu durumda bar samağın her an kayıp makinayı tepe taklak etme tehlikesi vardır (Fotoğraf 3). Ayrıca eski dilim şev kaymaları hem çekmekepçe, hem de dilim üzerinde çalışmakta olan yerdeler ve yerkürerleri boş dilim tarafına devirebilir. Dökü yığını kaymaları ise kömür diliminde kazı yapan makinalar toprak altında bırakabilir. Ayrıca bu kaymalar dökü boşluğu hacmini daraltır (Fotoğraf 4). Kömür damarı duraysızlıkları (unstability) ve yeni dilim tarafı şev kaymaları kömürkazı makinalarını ve çekmekepçe yerkazarı tehlikeye sokar ve üretimi etkiler.

Açık kömür işletmelerinde duraylılığı etkileyen etmenler (18); yerbilim; örtü katmanı, kömür damarı ve taban taşması dayanımı (shear strength); yerbiçim (topography), iklim, su durumu; işletme yöntemi, kazı ve üretim hızı, yergevşetme (dinamitleme).

Güvenli, ekonomik ve verimli bir işletmecilik için deneysel kaya mekaniği çalışmaları sonucu elde edilen verilere göre duraylı (stabil, stable) çekmekepçe dilimleri tasarlanmalıdır.

Şev duraylılığı (slope stability) araştırmalarında örtü katmanı, kömür damarı ve taban taşında makaslama dayanımı testleri yerinde (in - situ) ve deneyevinde yapılır. Ayrıca, katmanların geçirgenliği, yeraltı suyunun etkisi saptanır. Kayma açısından en uygun yerleri oluşturan örtü katmanı - kömür damarı, ve kömür damarı - taban taşı dokanakları (kontakta) kayma dayanımı açısından incelenir. Kömür taban taşı dayangısı zayıfsa taban kabarması ve dökü yığını kaymaları beklenmelidir.

Çekmekepçe yerkazara bırakılan basamaklar genellikle panoların en alt kot-

larında bulunduğundan yeraltı su düzeyi altında! kalmaktadır. Bu nedenle, yergevşetme deliklerinin (hemen hepsinde su çıkmaktadır. Sulu deliklerde dinamitleme sudan etkilenmez patlayıcı özdek (madde) gerektirmektedir! Örtü kazıda genellikle kullanılan patlayıcı özdek ANFO'dur. ANFO suya çok duyarlı olup, % 7 nenden sonra patlama, özelliğini yitirmektedir. G.L.İ. fTunçbilek Bölgesinde sulu deliklerde yemleyici olarak sudan etkilenmez dinamit M.K.E. yapımı Gom ve Jelatin kullanılmakta; ve ANFO'dan naylon torbalar içinde deliklere doldurulmaktadır. 10 - 12 metrelik kısa sulu deliklerde bu bir dereceye kadar yararlı olmaktadır. Ancak daha derin deliklerde naylon torbalar içine konulmuş ANFO iş görmemekte ve verimli bir gevşetme sağlayamamaktadır. Örneğin 25-30 m. derinliğindeki sulu deliklerde bu sorunla karşılaşmaktadır. Yarısına kadar sulu deliklerde, deliğe yukarıda bırakılan torbalar su yüzeyine çarparak parçalanmaktadır. Ağzına kadar su dolu deliklerde ise, ANFO'nun yoğunluğu sudan hafif olduğu için (0,95), bu torbalar ağırlığıyla batmamakta ve deliğe doldurulamamaktadır. Zar zor doldurulabilse bile naylon boruların ek ve bağlantı yerlerinden sızabilen sular ANFO'nun patlama özelliğini düşürmektedir. Ayrıca, sıkılama toprağı da sulu deliklerde tapa görevi görmemekte; ateşleme yapıldığından delik ajrtezyen kuyusu gibi fora etmektedir.

Özellikle, 70 yd<sup>3</sup>'lük büyük çekmekepçe yerkazalar işletmelere geldiğinde 40-50 m.'lik deliklerle yergevşetme Sözkonusu olduğundan, bu sorun daha da büyüyecektir. Bu bakımdan yergevşetme işlemlerinde sudan /etkilenmez bulamaç patlayıcıların (slurry explosives) kullanılmaya başlanması kanımızca zorunlu olacaktır. Bilindiği gibi bu bulamaç patlayıcılar Amonyum Nitrat, TNT ve su karışımından oluşan 1,40 yoğunluğunda kıvamlı sıvı patlayıcılar olup tankerlerle taşınıp deliklere pomparanabilmektedir. Bu patlayıcılar sudan etkilenmemekte, yoğunlukları fazla

olduğundan deliğe doldurulduğunda ayrıca suyu ağızdan taşıyıp boşaltmaktadır. Tüm delik doldurma yoğunluğu yüksek bulamaç patlayıcı ile doldurulmaktadır. Deliğin dip kısmı belli bir düzeye kadar patlama gücü yüksek bulamaç ile, geri kalan üst kısmı da ağızına kadar daha az güçlü bulamaç patlayıcı ile doldurulmaktadır. Düşük güçlü bulamaç, hem patlayıcı hem de sıkılama görevi görmektedir.

Ülkemizde henüz bulamaç patlayıcı üretilmemektedir. Ancak, yeni devreye girecek ve girmekte olan açık işletme projeleri ile ülkemizin bugün 15.000.000 ton dolayında olan linyit üretiminin 1990 yılında 50.000.000 ton'a yükseleceği bilinmektedir. Basit bir varsayım ile, 1/5 kömür toprak oranında bu işletmelerde yılda 250.000.000 m<sup>3</sup> örtü kazılacaktır. Buna, yapılacak ve yapılmakta olan baraj, yol ve Etibank'ın ceik işletmelerinin de kazılarını eklersek yılda 300.000.000 m<sup>3</sup> dolayında örtü ve yer kazı yapılacak demektir. Bu kaba hesaba göre, sanırız Kütahya Azot Fabrikası ve M.K.E. dinamit Fabrikası teknik amonyum nitrat ve dinamit üretimi yetiştirecektir. Bu durumda üretim artışı gerekecektir.

Yeni bir genişleme yatırımı gerekirse, bunun bulamaç patlayıcı üretimine dönük bir yatırım olması kanımızca çok yerinde olur. Ayrıca bulamaç patlayıcıların taşıma ve kullanımının da dinamit patlayıcılara göre daha kolay ve güvenli olduğunu belirtmeliyiz..

#### KAYNAKLAR

1. PFLEIDER, E.P., Surface Mining, A-I-M-E-Publication 1972 New York, U.S.A.
2. PUEFEROY, L., Construction Planning, Equipment and Methods, Mc- Graw Hill Book Company, Inc., 1956, New York, U.S.A.
3. Opencast Mining, Quarrying and 'Alluvial Mining, Proceedings of a Symposium. The Institution of Mining and Metallurgy Publication, 1965, London, ENGLAND.
4. ATKINSON, T., «Selection of Open - Pit Excavating and Loading Equipment», Booklet, Imperial College, 1971, London, ENGLAND.
- 5- Application Data Book for Mining Shovels and Draglines, Marion Power Shovel Division of Dresser Industries, Inc., 1980, Marion, OHIO, Ü-S.A.
6. SEYMOUR, CA, «Extended Bench Dragline Stripping», World Coal, April 1979, San Francisco, California, U-S-A.
7. CHIRONIS, N.P., «Draglines: King of the Strippers», Coal Age. January 1980, New York, U-S-A.
- 8- WOODRUFF, S-D-, Methods of Working Coal and Metal Mines, Volume 3, Pergamon Press, 1966, New York U-S-A-
- 9- BRAWNER, CO. and, DORLING, I.P.F- Stability in Coal Mining, Miller Freeman Publications, 1979, San Francisco, U-S-A-
- 10- CHIRONIS, N-P-, Coal Age Operating Handbook of Coal Surface Mining and Reclamation, Mc- Graw Hill, 1978, New York, U-S-A-
11. AKAR, D., ÇAKIR O., ÖZDOĞAN, M., A.B. D. Teknik Gezi Raporu, 1977, G-L-î- Tavşanlı, KÜTAHYA
- 15' KUTSCHERA, A. Sepp, Kişisel Görüşme, 1983, Lurgi GmbH' Maden Mühendisi, Frankfurt, ALMANYA
- 16- PARLAK, Tahir, «Sert Örtü Tabakalı Açık işletmelerde Uygulanabilen Dekapaj Yöntemleri», Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 5, Kongresi, Maden Mühendisleri Odası Yayın, 1977, ANKARA
- 17- ERGUN, F-, PARLAK, T-, «G-L-j- Tunçbilek Bölgesinde Yürüyen Dragline Tatbikatı» Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 2- Kongresi, Maden Mühendisleri Odası Yayını, 1971, ANKARA
- 18- BRAWNER, CO-, «Stability in Open Pit and Strip Mining Coal Projects», Stability in Coal Mining, Editors Brawner, CO. and Dorling I-P-F-, Miller Freeman Publications, 1979, San Francisco, U-S-A-
19. JAGORSKt, W.E., «Considerations in the Stability Analyses of Higwalls in Tertiary Rocks», Stability in Coal Mining, Editors Brawner, CA- and Dorling I-P.F, Miller Freeman Publications, 1979, San Francisco, U-S-A.