

# **Açık Kömür işletmeciliğinde Yerinde incelenen Dragline Uygulamaları**

Dragline Stripping at Surface Coal Mines and Related Case Histories.

Tahir PARLAK \*

## ÖZET

Bu yazıda dragline örtükazı yöntemleri incelenmektedir. Dragline'lar hakkında verilen genel bilgilerden sonra uygulama yöntemleri anlatılmış, ABD ve SSCB'nde uygulanan dragline örtükazı yöntemlerinden seçilmiş örnekler sunulmuş ve ülkemizdeki dragline'lar hakkında bilgi verilmiştir.

Ayrıca, beklenen verimin alınabilmesi için dragline'ların seçiminde, yöntemin projelendirilmesinde ve uygulanmasında gözönünde bulundurulması yararlı görülen bazı önerilerde bulunulmuştur.

## ABSTRACT

In this paper, the use of walking draglines at strip mining operations is discussed. A general information about the walking draglines is given and the various dragline stripping operations are explained. Selected case histories from USA and USSR are presented and some information about the draglines in Turkey is given.

Moreover, some comments for the selection of the walking draglines and for the application of them are suggested in order to improve the productivity.

(\*) Maden ve Harita Y. Mühendisi, TKİ Bursa Linyitleri İşletmesi Müessesesi, BURSA.

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde ve dünyada enerji ve ısınma sorunu artan bir hızla devam etmektedir. Sorunun çözümlenebilmesinde kömürün ayrı bir yeri bulunmaktadır. Bu yüzden kömürün olabildiğince bol, kaliteli, zayıtsız buna karşılık ucuz olarak üretilmesi gerekmektedir. Bunun için de açık işletme sınırlarının genişletilmesine ve örtü/kömür oranının artırılmasına azami çaba gösterilmelidir.

Açık işletmelerde üretim ve örtükazı yöntemlerinin olduğu kadar, kullanılacak iş makinalarının da madencilik ve ülke koşullarına uygun olması, daha az yedek parça, daha az işçilik ve daha az döviz tüketimine gereksinim göstermesi başta gelen amaç olmalıdır.

Bu nedenle, özellikle pahalı olan kamyon nakliyatını kaldıran ve her türlü iklim koşullarında kullanılabilen yöntemler ve teçhizatlar üzerinde durulmalıdır. Dragline örtükazı yöntemi, üzerinde durulması gereken yöntemlerin başında gelmektedir. Bu yöntem birçok ülkenin kömür madenciliğinde çok eskiden beri kullanılmaktadır. Ülkemizde ise ilk defa 1970 yılında kullanılmaya başlanmış olup her geçen yıl biraz daha fazla uygulama alanı bulmaktadır.

Aşağıdaki bölümlerde, dragline yöntemi ana hatları ile tanıtılmaya ve yerinde incelenebilen

kimi ülkelerdeki değişik uygulamalardan seçilmiş örnekler verilmeye çalışılacaktır.

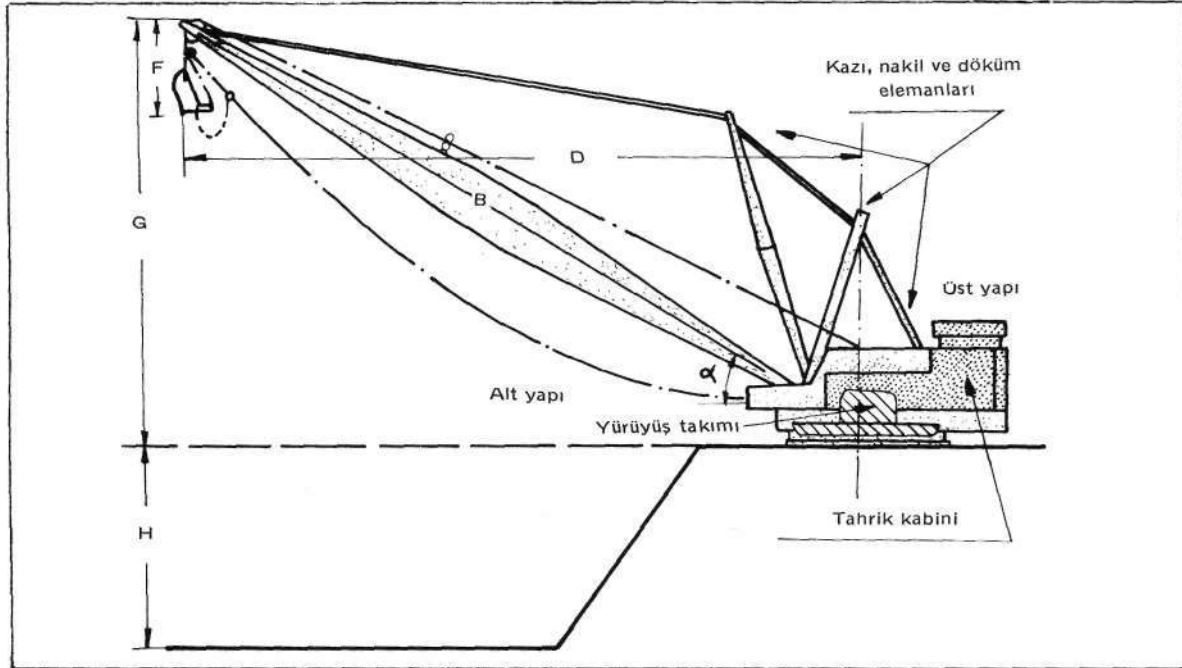
## 2. DRAGLINE HAKKINDA GENEL BİLGİ

### 2.1. Çalışma Prensibi

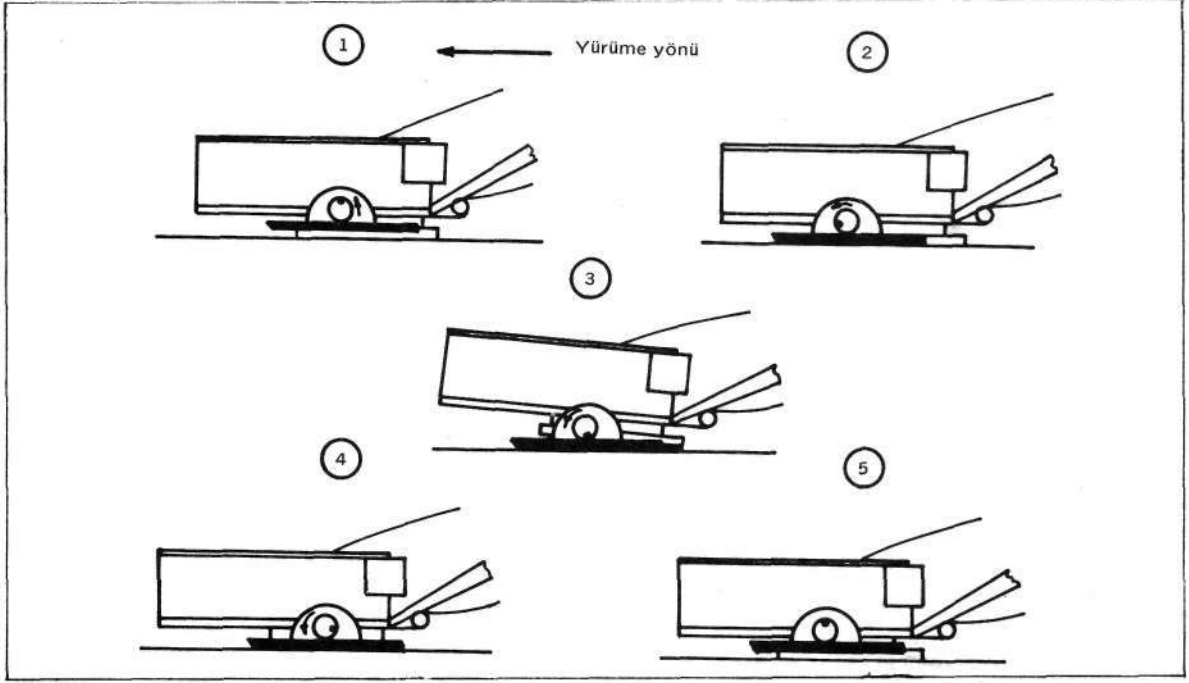
Dragline, sallama kepçeli bir ekskavatördür. Belli kalınlık ve genişliği olan kazı dilimi, yani kademede çalışır. Örtü katmanını kazarak, yan tarafındaki kömürü alınmış dilime döker. Örtü katmanının yüklenmesine ve kamyonla nakledilmesine gerek göstermez. Kepçenin dolması, nakli ve boşaltılması işlerini yer değiştirmeden kendisi yapar.

Dragline iki ana kısımdan oluşur. Bunlar üst ve alt yapıdır. Üst yapı, alt yapı üzerinde 360 dönebilmektedir. Alt yapıda, yürüme mekanizması, şasi göbek dişlisi, taşıyıcı bandaj; üst yapıda ise tahrik ve operatör kabini ile kazı, nakil ve döküm elemanlarını oluşturan bum, kepçe, halat gibi aksesuar bulunur (Şekil 1).

Dragline normal çalışma düzeninde üzerinde bulunduğu kazı diliminin toprağını 90° dönerek yanına, bir önceki dilimin içine döker. İleri bölümlerde açıklanacağı gibi, bazı çalışma düzeninde, dönme açısı 180°ye kadar çıkabilir.



Şekil 1 — Dragline 'run ana kısımları.



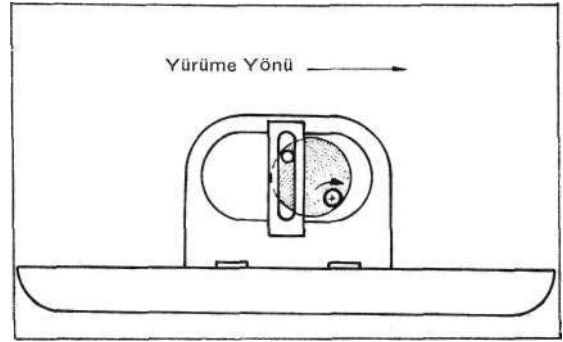
Şekil 2 — Dragline'nın yürüme kademeleri.

## 2.2. Yürüme Yöntemi

Küçük kapasiteli dragline'lar, iki ya da dört palet üzerinde hareket ederler. Kepçe kapasitesi 10 yd<sup>3</sup>'den büyük ise genellikle yürüme mekanizması ile teçhiz edilirler. Büyük dragline'lar çalışma durumunda çapı 32 m'ye varan dairesel taban üzerinde oturduklarından zemin basıncı en aza inmektedir. Örneğin 2700 ton (yaklaşık 27 000 kN) çalışma ağırlığı olan bir dragline'nın yürüme sırasındaki birim zemin basıncı 1 050 kN/m<sup>2</sup> iken, çalışma sırasında bu basınç 150 kN/m<sup>2</sup> olmaktadır.

Dragline geriye doğru yürümektedir. Önce " 1 " durumunda iken, daha sonra pabuçlarını yere basarak " 2 " durumuna gelmektedir. Elips hareketine uygun olarak arka kısmını kaldırma' ta ve " 3 " durumundan " 4 " durumuna kayarak geçmektedir. Bu durumda dairesel tabanı üzerine oturarak, çalışma düzenine geçmekte ve " 5 " durumunda pabuçlarını yukarı kaldırarak yürüme periyodu tamamlanmakta yani, dragline bir adım atmış olmaktadır. Bir adım, dragline'nın büyüklüğüne bağlı olmakla birlikte, 4 m civarındadır (Şekil 2).

Yürüyüş mekanizması her firma tarafından değişik şekillerde dizayn edilmektedir. Aşağıda buna iki örnek verilmiştir.



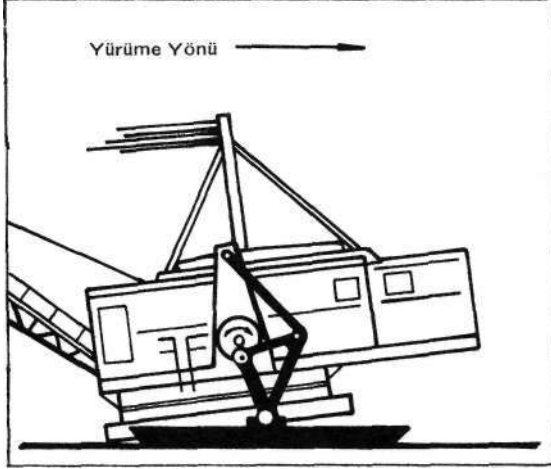
Şekil 3 — Bucyrus - Erie firması tarafından geliştirilen yürüyüş mekanizması.

Bucyrus - Erie firması tarafından geliştirilen mekanizmada, üzerinde eksantrik mil bulunan bir taşıyıcı tabla, yürüyüş gövdesinde bulunan yuvası içinde hareket eder. Taşıyıcı tablanın pimi Şekil 3' de görüldüğü gibi dikey durumdaki dar açıklık içinde kalacağından, pim üstde iken pabucu yukarı kalkacak, pim altta iken yürüyüş pabucu zeminde olacak, yani dragline gövdesi yukarı kalkarken aynı zamanda geriye doğru kayacaktır.

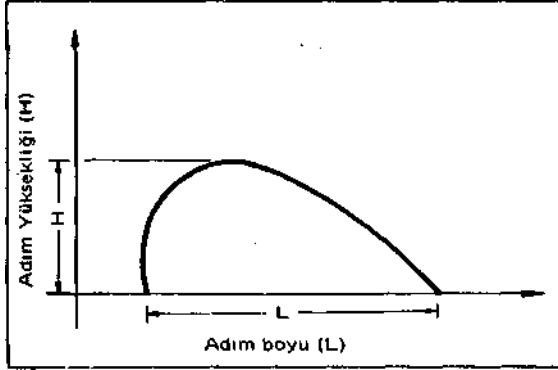
Marion firmasının geliştirilen yürüyüş mekanizmasında dört adet hareketli çubuk vardır. Bunlardan ikisi eksantrik tabla üzerine, biri dragline üst yapısına, diğeri ise yürüyüş pabucuna tespit edil-

mistir. Eksantrik tabla Şekil 4'de ok işareti ile gösterildiği yönde döndürülünce, koltuk değneği ile yürümeye benzer şekilde dragline hareket etmiş olur.

Dragline'nın yürüyüş adımı Şekil 5'deki elips eğrisine benzemektedir.



Şekil 4 — Marion firması tarafından geliştirilen yürüyüş mekanizması.



Şekil 5 — Yürüyüş hareketi eğrisi.

Yürümeye pabuçlar oldukça çabuk yukarı kalkmakta; oldukça yavaş ve yumuşak bir hareketle zemine basmaktadır. Bu suretle, tüm aksam darbeden ve aşırı zorlanmadan korunmuş olmaktadır.

### 2.3. Kazı, Nakil ve Döküm Elemanları

Şekil 1'de gösterildiği gibi kazı - nakil ve döküm elemanlarını kepçe, bum, halatlar, taşıyıcı direk ve destek bağlantıları oluşturmaktadır. Üst yapının dönmesi, kepçenin çekilmesi ve kaldırılması gibi hareketler ise tahrik kabininden yönlendirilmektedir. Modern konstrüksiyonlarda, çelik

borudan yapılan ana taşıyıcı direğin içi, basınç altında tutulan özel bir gaz ile doldurulmakta ve sistemde hasar meydana gelip gelmediği bu gaz basıncı sayesinde kontrol edilmektedir.

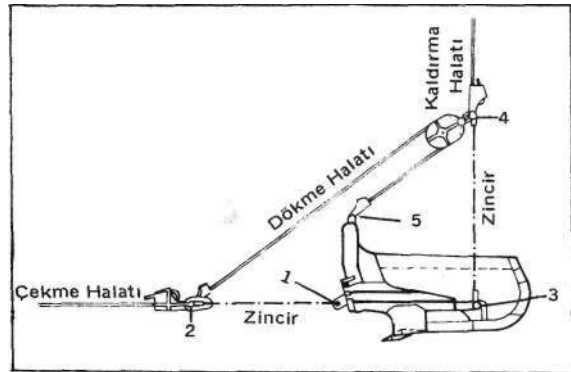
Ağırlığı azaltabilmek amacıyla bum alüminyumdan imal edilmiştir. Alüminyum bumlara göre % 30 daha hafif olmaktadır. Bu suretle dragline dönme periyodu % 10 oranında azalmakta ve iş kapasitesi % 5-7 oranında artmaktadır.

Bum germe halatları, 10 yd<sup>3</sup> kepçe kapasitesine kadar olan dragline'larda çift, daha büyük dragline'larda ise 8 adede kadar olmaktadır. Bunun eğim açısı, bu germe halatları yardımıyla azaltılıp çoğaltılabilir.

Çekme ve kaldırma halatlarının sayısı, 25 yd<sup>3</sup>'e kadar olan dragline'larda bir adet, 25 yd<sup>3</sup> - 100 yd<sup>3</sup> arası iki adet; 100 yd<sup>3</sup>'den daha büyüklerde dört adet olmaktadır. Halatların emniyet katsayıları maksimum statik yükün 3,5 katıdır. Bum germe halatında ise bu rakam 6'dır.

Dragline kepçeleri, kulplu ve kulpsuz olmak üzere iki şekilde imal edilirler. Kulbun, kepçe stabilizesi için önemli faydası olmasına karşın, ağırlığı artırması ve kepçe dolma kapasitesini azaltması gibi olumsuz etkisi vardır. Şekil 6'da gösterilen kulplu kepçe daha fazla kullanılmaktadır. Çekme ve kaldırma halatları kepçenin dolma ve dökme işlemini yapabilmeleri için beş yerden irtibatlandırılmıştır. "1" ve "3" no'lu bağlantılar, kepçenin her iki tarafında mevcuttur. Kepçenin sürüklenmesi periyodunda, aşınmayı en aza indirmek için, halat ile kepçe arasındaki bağlantı çelik zincir ile sağlanmıştır.

Kazı işlemi kepçenin ağırlığı sayesinde yapıldığından, kepçe dişlerine olabildiğince fazla ağırlığın gelmesi istenir. Eğer kepçe tabanı öne doğru



Şekil 6 - Kulplu dragline kepçesi.

uzatılmış olursa, dişlere, kepçe ağırlığının % 50'si etki eder. Bu şekildeki kepçe az kazı kuvveti gerektiren, kumlu ve çakıllı yani bağlantısız malzeme kazısında kullanılır. Kepçe tabanı ön tarafta kısa olursa, yani kepçe dişleri geride olursa, Şekil 6'da gösterildiği gibi dişler üzerine kepçe ağırlığının % 60 - % 70'i gelir. Bu tip kepçeler killi ve sıkı malzemeli kazı işlerinde tercih edilir.

Kepçenin örtüye girişini ve malzemeyi kavramasını kolaylaştırmak için bazı konstrüksiyonlarda kulp çapraz olarak yapılmıştır. Bu tip kepçeler derinliği fazla ve sert örtülerde tercih edilir.

#### 2.4. Tahrik Mekanizması

Tahrik, dört ayrı şekilde olmaktadır. Bunlar; dizel, dizel - hidrostatik, dizel elektrikli ve elektrikli yöntemlerdir. Bu yöntemler, dragline'nın büyüklüğüne göre tercih edilirler. Büyük dragline'larda yalnız elektrikli tahrik kullanılır. Dizel tahrikli olanların kuvvet aktarmalarında % 15-30 arasında verim düşmesi olmaktadır.

Elektrikli dragline'larda şebeke ceryanı, doğru akıma çevrildikten sonra kullanılır. Kesintisiz kumanda için olduğu kadar, dönme yönünün ve motor devir sayısının değiştirilmesinde ve dönme momentinin aynı kalmasında da doğru akım tercih edilmektedir.

Alternatif akımın doğru akıma çevrilmesinde yaygın olarak, çok eski bir yöntem olan Ward - Leonard sistemi kullanılmaktadır. Tiristör yönteminde ise dönen eleman olmadığından titreşim ve gürültü yoktur. Daha az yer kaplar. Toplam enerjiden yararlanma oranı yüksek olup, % 96 - 98 arasındadır. Ward - Leonard sisteminde ise bu rakam % 80 - 87 civarındadır.

#### 2.5. Dragline Tipleri ve Özellikleri

Dragline'lar değişik büyüklüklerde imal edilirler. Madencilikte kullanılan en küçük dragline 1,5 yd<sup>3</sup>, en büyük dragline ise Big Muskie ismindeki 220 yd<sup>3</sup> (168 m<sup>3</sup>) kepçe kapasiteli olanıdır.

Çeşitli firmalarca imal edilmiş olan dragline'ların özellikleri ve asgari - azami ölçüleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1 — Çeşitli Firmalarca İmal Edilmiş Dragline'lann Özellikleri

Çalışma ağırlığı	= 350 - 160 000 kN (yaklaşık 35 ton - 16 000 ton)
Hareket şekli	= Paletli ve yürüyen dragline
Tahrik şekli	= Dizel, dizel - hidrostatik, dizel-elektrik, elektrikli
Bum uzunluğu (B)	= 9,3 - 125,0 m
Bum açısı (<*)	= 25° - 50°
Denge ağırlığı	= 26 - 4 150 kN
Toprak dökme yarıçapı (D)	= 13,3 - 120 m
Toprak dökme yüksekliği (G - F)	= 4,0 - 54,9 m
Kazma derinliği (H)	= 7,0 - 70,1 m
Kepçe kapasitesi (V)	= 1,5 - 168,2 m <sup>3</sup>

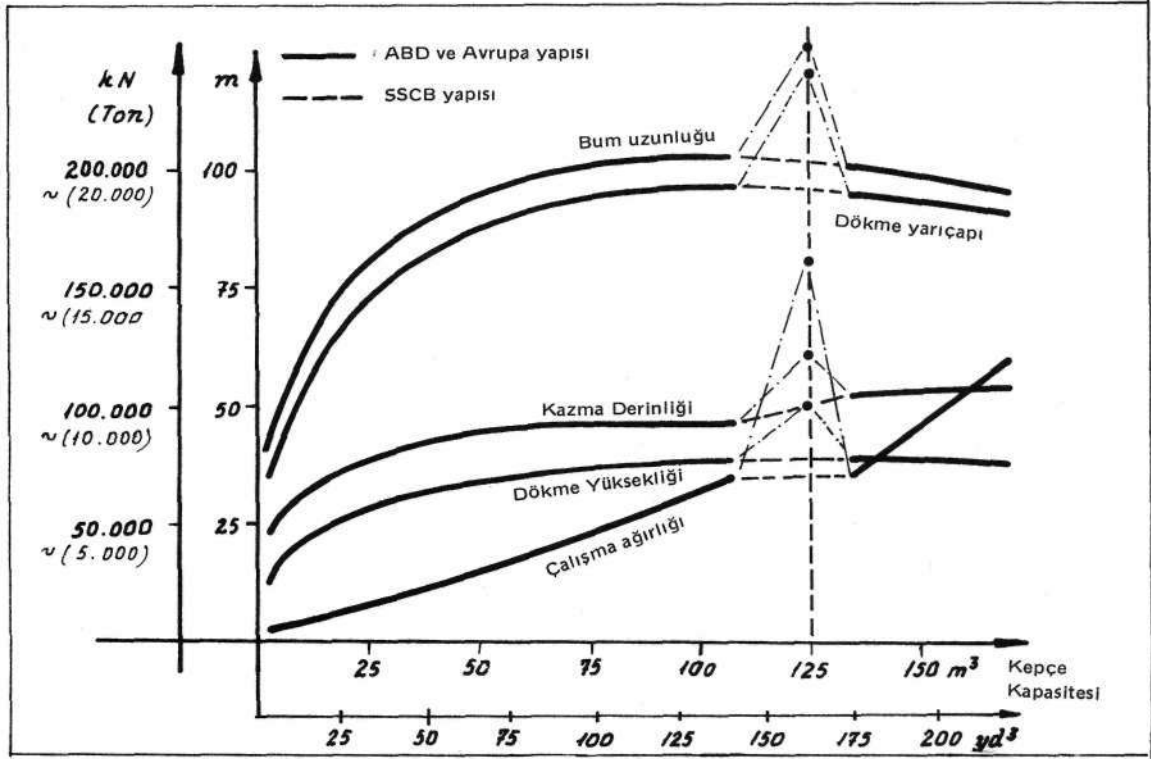
Çizelge 1'deki yazılı harfler Şekil 1'de gösterilmiştir. Dragline kepçe kapasitesi ile çalışma ağırlığı, bum uzunluğu, dökme yarıçapı, kazma derinliği, dökme yüksekliği arasındaki ilginç bağıntı vardır. Bu bağıntı Şekil 7'de açıklanmaktadır.

Şekil 7'den de görüldüğü gibi, eğriler açık bir parabol şeklindedir. Bum uzunluğu, dolayısıyla dökme yarıçapı, 100 m<sup>3</sup> kepçe kapasitesinden sonra düşüş göstermektedir. Kazma derinliği eğrisi ise yükselmeye devam etmektedir. Dökme yüksekliği eğrisi 125 m<sup>3</sup> kepçe kapasitesinden sonra azalmaktadır.

Çalışma ağırlığı eğrisi, kepçe kapasitesindeki artışa uygun olarak yükselmektedir. Ancak, 125 m<sup>3</sup> kepçe hacmi dolayında değişmemekte ve yaklaşık 75 000 kN olarak kalmaktadır. Bu kesimden itibaren doğru hat, birden yükselmektedir.

Sovyetler Birliği'nde imal edilen dragline'lar Şekil 7'de kesik çizgi ile belirlendiği üzere aynı kepçe kapasiteli batı dragline'larına göre daha büyük boyut ve ağırlık göstermektedir (Şekilde, yalnız 125 m<sup>3</sup> kepçe kapasiteli dragline için örnek verilmiştir).

Şekil 7'deki eğriler, bir bütün olarak değerlendirildiğinde en uygun dragline kapasitesi olarak 80 m<sup>3</sup> 'e kadar olanların tercih edilmesinin gerektiği ortaya çıkmaktadır. Dünya madenciliğinde kullanılmakta olan dragline'lardan 80 m<sup>3</sup>'e kadar olanların sayısı, 80 m<sup>3</sup>'ün üzerinde olanlardan çok daha fazladır.



Şekil 7 — Dragline'nin kepçe kapasitesi ile çalışma ağırlığı, bum uzunluğu, kazma derinliği, dökme yüksekliği arasındaki ilişki.

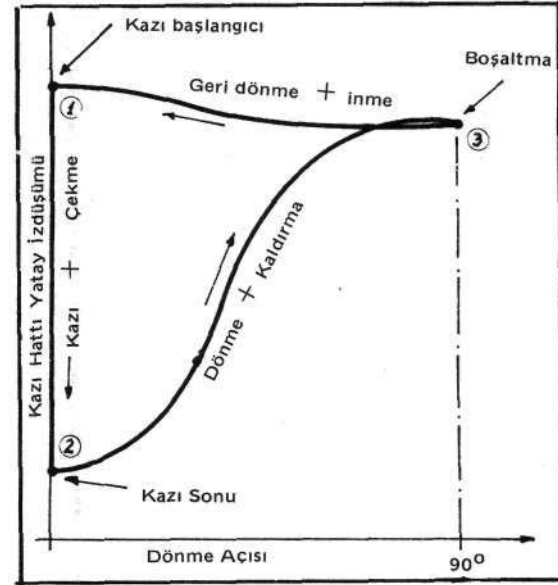
## 2.6. Dragline'nin Kazı Döngüsü (Cycle)

Dragline'nin kazı döngüsü (kazı - nakil - döküm periyodu) aşağıdaki hareketlerden oluşmaktadır:

- Kazı ve kazılan malzemenin kepçeye doldurulması
- Dragline üst yapısının dikey ekseninde etrafında dönmesi ve kepçenin yukarı kaldırılması
- Kepçenin malzemeyi toprak harmanına boşaltması (döküm)
- Üst yapının dikey ekseninde etrafında geri dönmesi ve kepçenin aşağıya bırakılması.

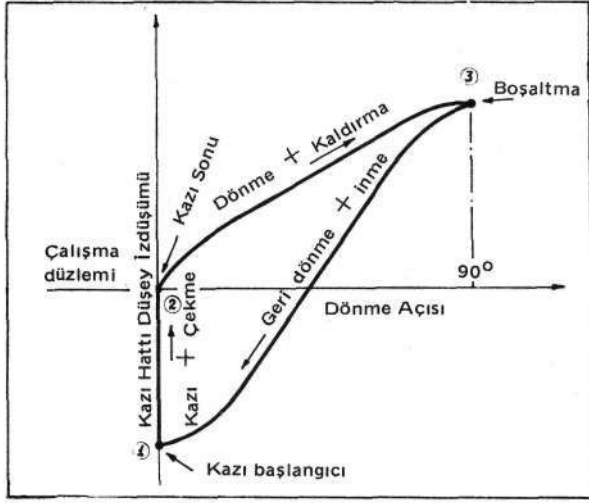
Bu hareketler birbirinden soyutlanamaz, ancak birbirine göre süreleri azalır çoğalabilir.

Kazı döngüsünün (cycle) yatay ve düşey düzlemdeki kademeleri Şekil 8 ve Şekil 9'da grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 8 — Bir kazı döngüsünün yatay düzlemdeki kademeleri.

Grafikte izleneceği üzere, kepçe "1" noktasında dolmaya başlar. Çekme halatı ile çekilerek kazı - dolma işlemi "2" noktasında tamamlanır. Dragline üst yapısı 90° dönerek "3" noktasında boşaltma yapılır. Üst yapının geriye doğru tekrar 90° dönmesi ile ilk hareket başlangıcı olan "1" noktasına gelinir. Bu suretle bir kazı döngüsü tamamlanır.



Şekil 9 — Bir kazı döngüsünün düşey düzlemdeki kademeleri.

Düşey düzlemdeki harekette kepçe, kademenin şev dibinden, yani "1" noktasında kazı işlemine başlar. Bu işlem dragline çalışma düzlemine, yani "2" noktaya kadar devam eder. Çekme halatı ile gerçekleştirilen dolma işleminin sonunda "2" noktasında üst yapının dönmesi ve kepçenin kaldırılması işlemi birlikte yapılarak kepçenin serbest asılma "3" noktasına gelinir. Kepçe bu noktada boşaltılarak, dönme ve kepçeyi indirme müşterek hareketiyle tekrar "1" başlangıç noktasına gelinir. Usta operatörler, dolu kepçeyi merkezkaç kuvvetinin etkisi ile serbest asılma noktasının ilerisine doğru savurarak, kepçenin daha uzakta boşaltılmasını başarmaktadırlar. Bu beceri hareketi, dilim kalınlığının biraz daha artırılması demek olduğundan, dragline uygulamasında arzu edilen bir olaydır.

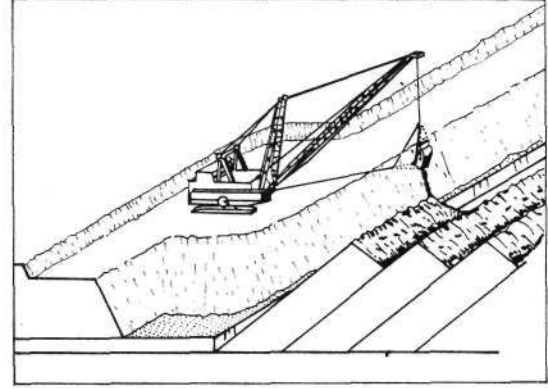
### 3. GENEL UYGULAMA YÖNTEMLERİ

#### 3.1. Genel Bilgi

Dragline çalışma dilimlerinin kalınlık, genişlik ve uzunlukları, kullanılan dragline'nın özelliklerine, panonun ve kömür damarının durumuna bağlı olarak değişmektedir. Dilim yönleri ise, damarın yatımına, şev stabilitesine, heyelan durumuna, drenaj ve işletme koşullarına bağlı olarak, damar yönüne dik, damar yönünde ya da diagonal olarak projelendirilmektedir.

Dilimler damar yönünde olduğu zaman, toprağın meyil aşağı ya da meyil yukarı dökülmesi de dilim kalınlığını etkiler.

Aşağıda, düz damar örtükazısında uygulanan klasik dragline yöntemleri genel hatlarıyla tanıtmaya çalışılacaktır.

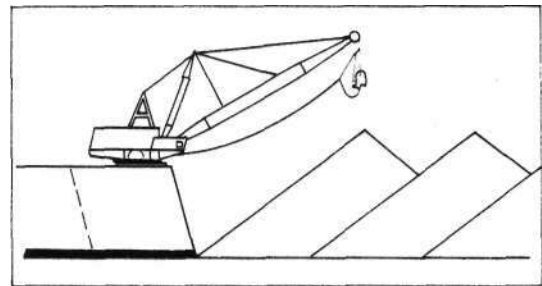


Şekil 10 Genel uygulamanın üçboyutlu kroki.

Şekil 10'da gösterildiği gibi kömür damarı üzerindeki örtü tabakası, kalınlık ve genişliği önceden tesbit edilen dilimler halinde alınarak, yandaki çalışılmış dilime aktarılır. Uygulamaya dilim başından başlanır ve dilim sonuna kadar devam edilir. Dragline, bir sonraki dilimin başına yürüyerek gelir. Üzeri açılan kömür, dragline'ı bum izdüşüm mesafesi dışından izleyen ekskavator - kamyon kombinasyonu tarafından üretilir.

#### 3.1.1. Basit Uygulama Yöntemi

Bu yöntem homojen ve uygun nitelikteki damar ve örtü tabakasının bulunduğu panolarda uygulanır. Şekil 11'de görüldüğü gibi, dökülen toprağın kömür şev dibini geçmemesi gerekmektedir.

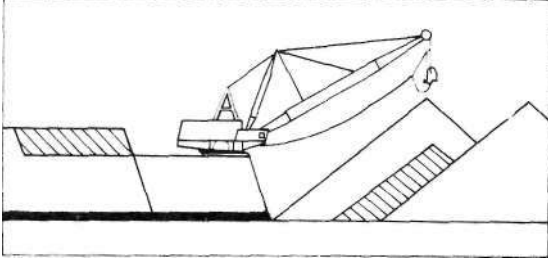


Şekil 11 — Basit uygulama yöntemi.

### 3.1.2. Üstten Kazı Yöntemi

Dragline çalışma düzlemi, yüzeyden aşağı katedir. Üst örtü toprağı yumuşak ve arazi yüzeyi engebeli olan yerlerde uygulanır.

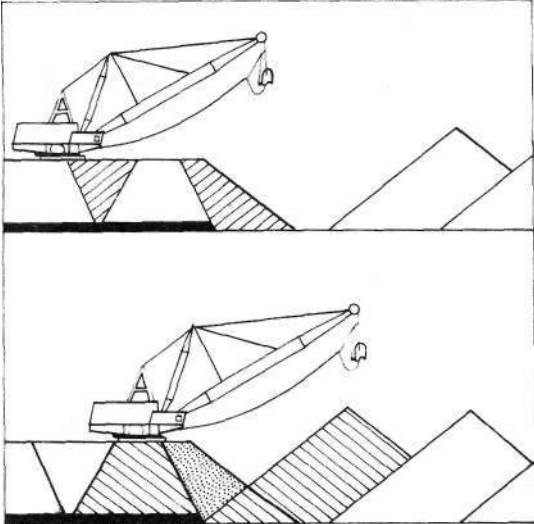
Üst dilim ile birlikte dragline'nin hareket ettiği alt dilim de alınır. Ancak üst dilimin alınmasında, dragline kapasitesi % 50'ye kadar düşer (Şekil 12).



Şekil 12 — Üstten kazı yöntemi.

### 3.1.3. Basit Yenidenkazı (Rehandle) Yöntemi

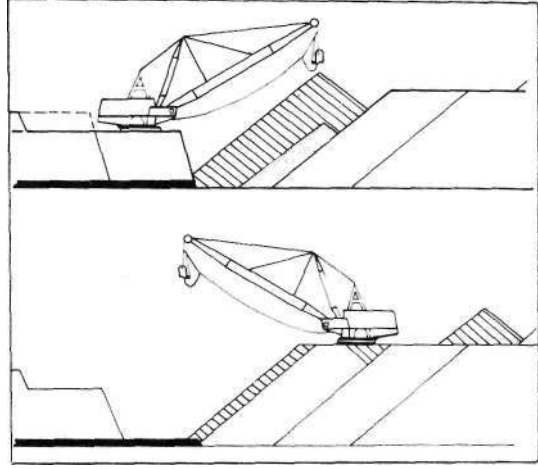
Oluşturulan toprak harmanının dragline dökme yarıçapının dışında olması ve çalışılan dilimin heyelan etme tehlikesinin bulunması durumunda tekrar örtükazı anlamına gelen bu yöntem uygulanır. Şekil 13'de gösterildiği gibi, önce kılavuz dilimi açılır. Kılavuz diliminin toprağı, ana dilimin yan şevine yaslanır. Dragline yer değiştirdikten sonra dilimin geri kalan kısmını, yasladığı toprak ile birlikte alarak kömürün üzerini açar. Yaslanan toprağın alınması işine yenidenkazı (rehandle) denir.



Şekil 13 — Basit yenidenkazı (rehandle) yöntemi

### 3.1.4. Dilim ve Harmanda Çalışma Yöntemi

Bu yöntem bir anlamda, yenidenkazı yönteminin alternatifidir. Şekil 14'de gösterildiği gibi dragline atma mesafesi yeterli olmadığından dökülen toprak, çalışılan dilimin yan şevine dayanmış ve kömür damarı toprak altında kalmıştır. Aynı ya da ikinci bir dragline, üstü düzeltilen toprak harmanını üzerine çıkararak, kazı diliminin ve altındaki kömürün yan şevini örten döküm toprağını yenidenkazı ile alır. Ancak harman üzerindeki dragline'nin, 180° dönerek çalışması gerektiğinden, kapasitesi önemli ölçüde azalır.



Şekil 14 — Dilim ve harmanda çalışma yöntemi.

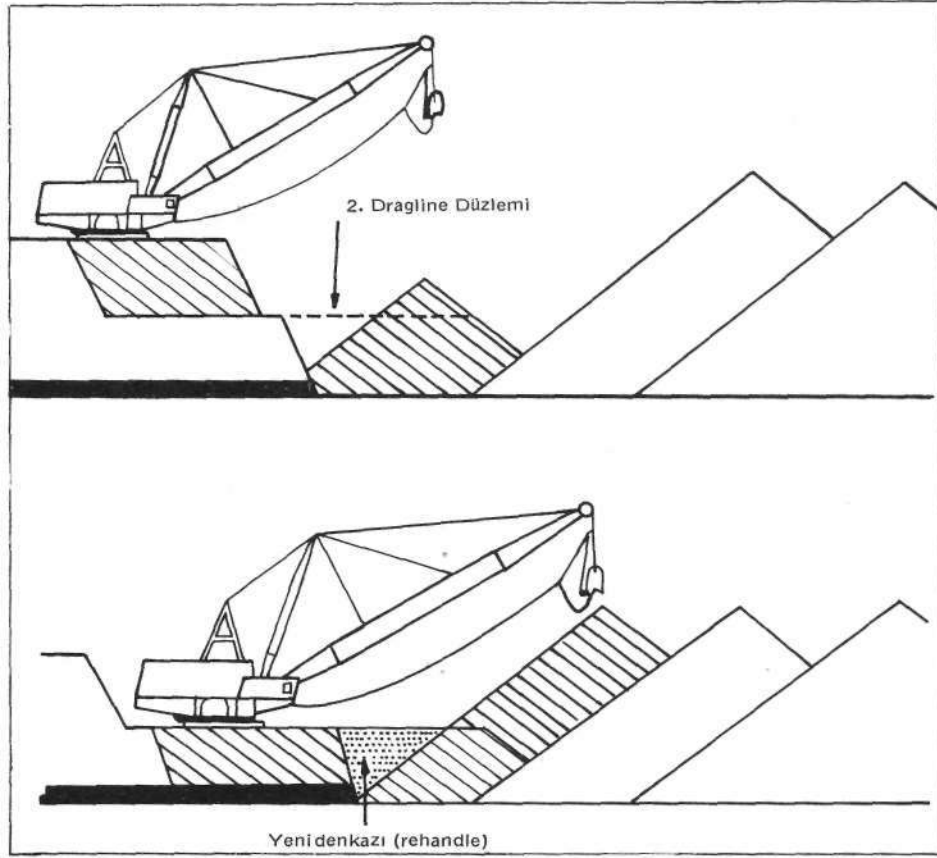
### 3.1.5. Çift Dragline Yöntemi

Bu yöntem Şekil 15'de gösterilmiştir. İki ayrı kademe üzerinde iki ayrı dragline ile aynı anda çalışılır. Üstte çalışan dragline, dökme yarıçapı yeterli olmadığı için üst dilimin toprağı alttaki dilimin kenarına yaslanır. Alt dilim ile kendisine yaslanmış olan toprak yığınının üzeri düzlenir ve bu suretle ikinci dragline'nin çalışması için geniş bir platform elde edilmiş olur. İkinci dragline, Şekil 15'de gösterildiği gibi yenidenkazı yapar ve aynı zamanda alttaki dilimi alır.

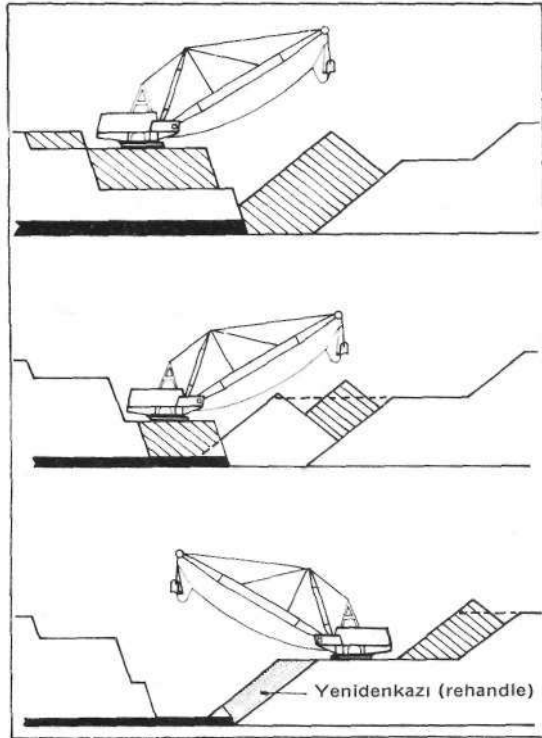
### 3.1.6. Üçlü Dragline Yöntemi

Büyük panolarda ve uzun dilimlerde 3 adet dragline ile aynı anda çalışılır. Dragline'lardan ikisi örtükazı kademeleri üzerinde, üçüncüsü ise harman kademesi üzerinde bulunur (Şekil 16).





Şekil 15— Çift dragline yöntemi.



Şekil 16 — üçlü dragline çalışma yöntemi

Üst kazı dilimi üzerinde yürüyen dragline aynı zamanda üst - kesme de yapar. İkinci dragline, Şekil 16'da gösterildiği gibi, birinci dragline'nın hazırladığı dilimi alır ve toprağı ileriye, taranan kısma atar. Harman kademesi üzerinde çalışan üçüncü dragline ise, yenidenkazi yapar ve 180° dönerek çalışır. Birinci ve ikinci dragline'larm dönme açıları ise normal çalışma düzeninde olup 90 'dir.

Harman üzerinde çalışan dragline'nın kapasitesi ve burnunun uzunluğu yenidenkazi miktarına göre seçilir.

### 3.2. İlk Dilim Çukurunun Hazırlanması

Panonun Dragline uygulamasına önceden hazırlanması gerekmektedir. Zemin yumuşak ve engebeli ise sert kısma kadar düzeltilmeli; örtü tabakası kalın ise dragline'nın alacağı kalınlığa kadar ekskavatör-kamyon kullanılarak indirilmelidir. Yöntemin esasını, çalışılan dilimin toprağının bir önce çalışılmış olan dilime dökülmesi teşkil ettiğinden, ilk örtükazı dilimi toprağının döküleceği çukurun önceden ekskavatör - kamyon yöntemi

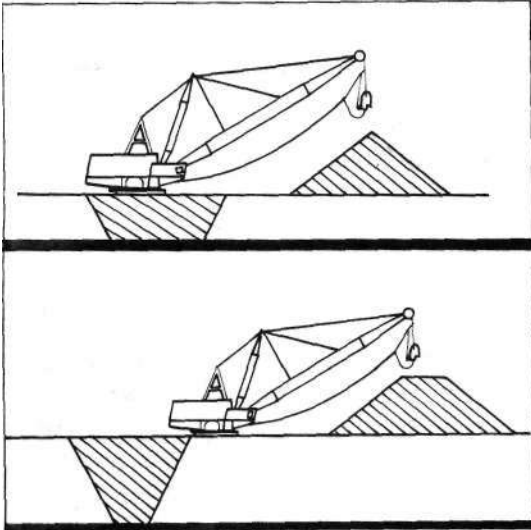
ile açılması ve çukur tabanındaki kömürün alınması gerekmektedir. Bu çukur dragline ile de açılabilir. Sonuncusu aşağıda örneklerle açıklanmıştır.

İlk dilim çukurunun dragline ile açılmasından çıkan toprak, arazi yüzeyine dökülür. Şekil 17'de çukurun ortası ve kenarı boyunca çalışılarak hazırlanması gösterilmiştir. Toprak atma yarıçapının ve dökme yüksekliğinin yeterli olması durumunda dragline, çukur ortası yönünde ilerler ve kazdığı toprağı 90° dönerek arazinin üzerine yığar. Toprak atma yarıçapının ve dökme yüksekliğinin yeterli olmaması halinde dragline, çukur uzunluğu boyunca kenarda çalışır. Bu suretle toprağın çukurdan daha ileriye dökülmesi mümkün olur. Ancak bu durumda dragline 180° dönme açısında çalışmak zorunda kalacağından döngü (cycle) süresi artar, dolayısıyla kapasitesi azalır. Çukurdan çıkan toprak fazla olursa, bu defa Şekil 18'de gösterilen yöntemler uygulanır.

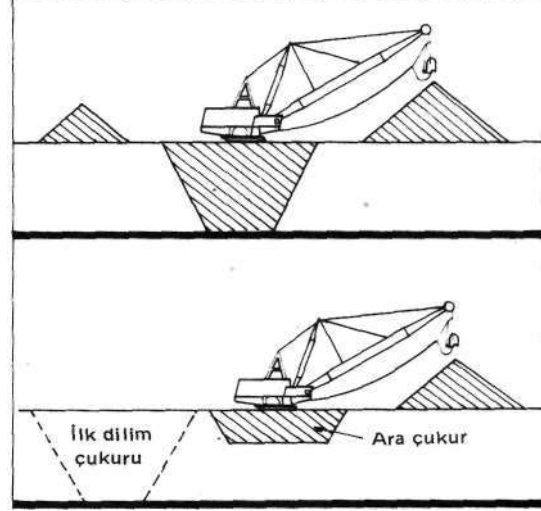
Dragline, çukur ortası yönünde ilerlerken 90° sağa ve 90° sola dönerek çıkan toprağı her iki tarafa yığar. Diğer bir yöntem de, önce bir ara çukurun hazırlanması ve ana çukurdan alınan toprağın önce bu ara çukura dökülmesi, sonra yeniden kazılarak yapılarak daha uzağa dökülmesidir. Ara çukurun derinliği ana çukur derinliğinin yarısı kadar olabilmektedir.

### 3.3. Örtükazı ve Harman Dilimlerinin Geometrisi

Dragline uygulamasında dilim genişliği ve dilim kalınlığının önceden saptanması gerekmektedir.



Şekil 17 — İlk dilim çukurunun ortadan ve kenardan çalışılarak hazırlanması.



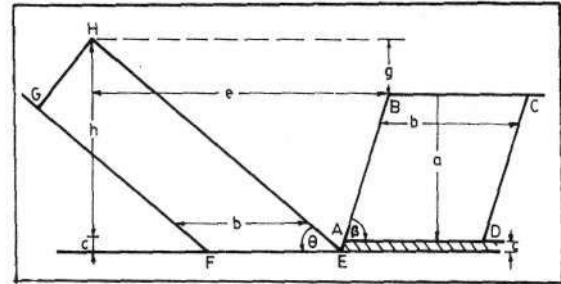
Şekil 18 — İlk dilim çukurunun "yanlara döküm" ya da "ara çukur" yöntemi ile hazırlanması.

tedir. Bunun için gerekli parametreler, dragline burnunun uzunluğu, bum açısı, şev açısı, toprak kabarma faktörü, kazma ve dökme derinliği, damar kalınlığı, damar yatımı gibi çeşitli faktörlerden oluşmaktadır. Uygulamada, projeye göre bir sapmanın olmaması için bu faktörler arasında belli bir geometrik bağıntının önceden hesaplanması gerekmektedir.

Konuyu daha iyi açıklayabilmek için yeniden kazısız basit dragline uygulaması üzerinde durulacaktır.

#### 3.3.1. Kömür Daman Yatımsız Olan Panolarda Dilim Geometrisi

Dragline ile kaldırılacak örtü miktarı ve kullanılacak Dragline'in özellikleri belli olduktan sonra, aşağıdaki ve Şekil 19'daki parametrelerin bilinmesine gereksinim vardır.



Şekil 19 — Yatımsız damar örtükazısında parametreler.

### Gerekli Parametreler:

Kazı dilimi alanı	<b>A</b>	m
Kazı dilimi şev açısı	<b><math>\beta</math></b>	(o)
Toprak yığının şev açısı	<b>d</b>	(o)
Kazı dilimi kalınlığı	a	(m)
Dilim genişliği	b	(m)
Damar kalınlığı	c	(m)
Toprak atma yarıçapı	d	(m)
Yığın tepesi ile dilim kenarı arasındaki uzaklık	<b>e</b>	(m)
Dragline dönme eksenine ile dilim kenarı arasındaki uzaklık	<b>f</b>	(m)
Toprak dökme yüksekliği	g	(m)
Yığın yüksekliği	h	(m)
Kabarma faktörü	s	Gevşek m
		Yerinde m <sup>3</sup>

Bu parametreler arasında aşağıdaki bağıntılar mevcuttur:

ABCD Kazı Diliminin Alanı

$$A_{A-D} = a \cdot b \quad (D)$$

EFGH Harman Diliminin Alanı

$$A_{E-H} = a \cdot b \cdot s \quad \text{ya da}$$

$$A_{E-H} = b \cdot c + b \cdot h - \frac{1}{2} b \cdot \frac{b}{2} \tan \theta \quad (2)$$

$$h = a \cdot s + \frac{b}{4} \cdot \tan \theta - c \quad \text{ya da} \quad (3)$$

$$h = \frac{e - (a + c) \cdot \cot \beta}{\cot \theta} - c \quad (4)$$

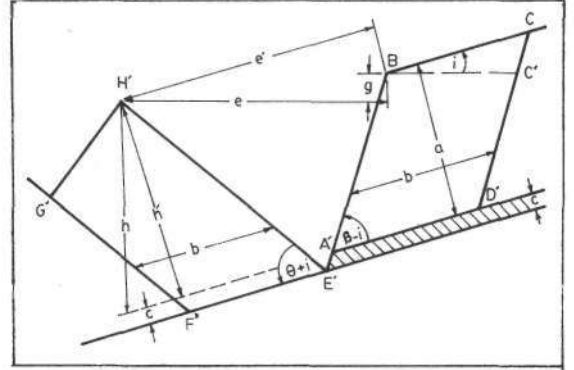
$$e = \frac{a \cdot s}{\tan \theta} + \frac{b}{4} + \frac{(a + c)}{\tan \beta} \quad (5)$$

$$g = h - a \quad (6)$$

$$d = e + f \quad (7)$$

### 3.3.2. Kömür Daman Yatımlı Olan Panolarda Dilim Geometrisi

Yatımlı olan damarlarda yatay ve dikey uzaklıklar, yatımsız damarlara göre değişir. Şekil 20'de dekapaj diliminin üzeri, damar yatımına paralel alınmıştır. Bu eğim (i) az olursa dragline çalışabilir aksi halde, dilim üzerinin yatay kademeler halinde çalışılması gerekir.



Şekil 20 — Yatımlı damar örtükazısında parametreler.

Dilim geometrisinin bağıntıları Şekil 20'deki duruma göre aşağıda verilmiştir:

Dekapaj diliminin enine kesit alanı:

$$A_{A'-D'} = a \cdot b \quad (1')$$

Harman diliminin enine kesit alanı:

$$A_{E'-H'} = a \cdot b \cdot s \quad (2')$$

Yığın tepesinin yüksekliği:

$$h' = \frac{e' - (a + c) \cot(\beta - i)}{\cot(\theta + i)} - c \quad (3)$$

$$h = \frac{h'}{\cos i} \quad (4')$$

Kazı diliminin kenarı ile yığın tepesi arasındaki uzaklık:

$$e' = \left[ a.s + \frac{1}{2} b \frac{\sin(\theta-i) \cdot \sin(\theta+i)}{\sin(180^\circ - 2\theta)} \right] \cot(\theta+i) + (a+c) \cot(\beta \cdot i) \quad (5')$$

(e') nün (e) yatay uzaklığına dönüştürülmesi:

$$e = \frac{(h'+c) \cdot \cos \theta}{\sin(\theta+i)} + \frac{(a+c) \cos \beta}{\cos(90^\circ - \beta + i)} \quad (6')$$

Dökme yüksekliği:

$$g = \frac{h'+c}{\cos i} \quad e \cdot \tan i - \frac{a+c}{\cos i} \quad (7')$$

Toprak dökme uzaklığı ise aynı formülle ifade edilir:

$$d = e + f \quad (8')$$

### 3.4. Büyük Dragline'lar ve Yapımcıları

Büyük kapasiteli yürüyen dragline'lar Amerika Birleşik Devletleri, Sovyetler Birliği ve İngiltere' de imal edilmektedir. Günümüzde dünya açık işletme madenciliğinde kullanılmakta olan büyük dragline'lara (44 m<sup>3</sup> kepçe kapasitesinin üzerinde olanlara) ilişkin özet bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

### 4. DİĞER ÜLKELERDEN SEÇİLMİŞ UYGULAMALAR

Dünyada uygulanan örtükazı yöntemleri olanaklar ölçüsünde yerinde incelenmeye çalışılmış ve aşağıda bunlardan dört örnek verilmektedir. Diğer kimi ülkelerdeki uygulamalarda kapsayan daha fazla sayıda örnek 6 nolu kaynakta bulunmaktadır.

#### 4.1. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Dragline Uygulamaları

##### 4.1.1. Genel Bilgi

Dragline uygulamasının yaygın bir şekilde kullanıldığı ülkelerin başında Amerika Birleşik Devletleri gelmektedir. Kömür damarının duru-

Çizelge 2 - Günümüzde Kullanılmakta Olan Büyük Dragline'lara İlişkin Özet Bilgiler

Yapımcı Firma	Ülke	Model	Çalışma Ağırlığı (kN)	Bum Uzunluğu (m)	Kepçe Kapasitesi (m <sup>3</sup> )
Marion	ABD	8050	29 030	76-99	44
B + E	ABD	1370 W	29 610	82-98	46
Rapier	İngiltere	3000 W	31 660	90 -106	49
Marion	ABD	8200	39 920	99-107	54
B + E	ABD	1500 W	—	87 -105	54
Marion	ABD	8500	41 280	99-110	58
B + E	ABD	1570 W	33 110	87-105	58
B + E	ABD	2560 W	—	90-97	69
Marion	ABD	8750	58 970	91 -110	74
Es	SSCB	80100	84 000	100	80
B + E	ABD	2570 W	56 550	102	84
Marion	ABD	8850	—	91 -114	86
Marion	ABD	8950	73 500	94-110	108
Es	SSCB	125 125	160 000	125	125
B + E	ABD	3270 W	79 070	101	134
B + E	ABD	4250 W	122 000	94,5	168

(BTg Muskie)

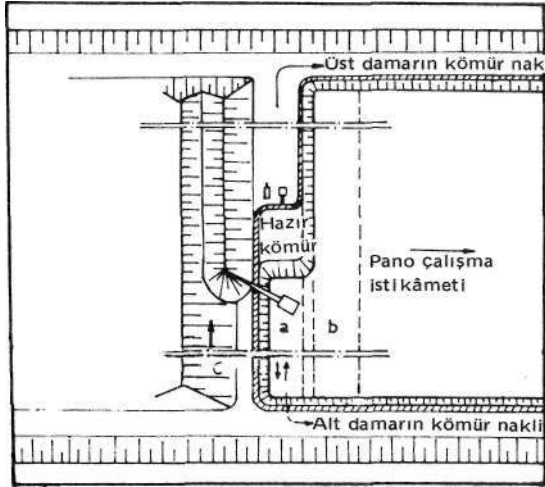
mu arazinin yapısı bu yöntemle son derece uygundur. Hemen her işletmede dragline bulunmakta ve ocağın koşullarına göre değişik yöntemler kullanılmaktadır.

Dünyanın en büyük dragline'i olan 220 yd ( $= 168 \text{ m}^3$ ) kepçe kapasiteli "Big Muskie" de bu ülkededir.

#### 4.1.2. Dugger Mine Kömür İşletmesindeki Uygulama

Indiana'da Jasonville'de bulunan bu işletmede yatımsız iki taşkömür damarı vardır. Üst damar 0,60 m, altdamar 1,80 m dir. Sert kil olan örtü tabakası ortalama 22 m kalınlıktadır. Damarlar arasındaki kilin kalınlığı ise 9 m civarındadır.

Ana teçhizat olarak, 145 yd<sup>3</sup> kepçe kapasiteli 8900 Marion kullanılmaktadır. Bum uzunluğu 76 m dir. Çalışılan dilimin genişliği 33 m, kalınlığı 25 m dir. Yenidenkazı yapılmamaktadır. Çalışan yönteminin plân görünüşü şematik olarak Şekil 21'de gösterilmiştir.



Şekil 21 — Dugger Mine Kömür İşletmesindeki uygulama.

Örtü tabakasının üstünü oluşturan 3 - 4 m kalınlığındaki yumuşak tarla toprağı küçük dragline ile alınıp, dozer ile düzenlenmek suretiyle saha hazırlanmakta ve büyük dragline'nın bu şekilde sert zemin üzerinde çalışması sağlanmaktadır. Dragline, önce üst damarın örtüsünü kazmaktadır. Bunun için dilim başından başlamakta ve güney yönünde ilerlerken toprağı yan tarafa aktarmaktadır. Üzeri açılan üst damar kömürü, ekskavatör

ve alttan boşaltmalı (Bottom - Dump) kamyon sistemi ile üretilmektedir. Dragline, "a" diliminin bitiminde kendisine yol yaparak toprak harmanının C noktası civarına gelmektedir. Burada buldozerin yardımı ile çalışma sahası hazırlanmaktadır. Dragline bu işleri yaparken çalışılan dilimin üst damarı ekskavatör-kamyon sistemi ile tamamen alınmış olmaktadır. Dragline üst damar kazısının toprak harmanı üzerinde kenara doğru yaklaşarak; ara kazısı yaparak kuzeye doğru ilerlemektedir. Toprak, eski harman üzerine dökülmektedir. Bu durumda dilimin güney tarafında açılan ikinci bir kömür nakil yolu kullanılmaktadır. Kömür - kazı ve yükleme teçhizatının alt kömür damarında üretim yapmak üzere "a" diliminin güney başına geçebilmesi için gerekli yol dragline tarafından hazırlanmaktadır.

"a" dilimi çalışılınca, "b" diliminde yine aynı şekilde, kuzeyden başlanarak önce üst damar ve daha sonra alt damar alınmaktadır.

Dilim boyları uzun olduğundan dilimlerin ve çalışma yönünün değiştirilmesi yılda en fazla bir defa olmaktadır.

Örtü tabakası sert olduğu için patlayıcı madde kullanılmaktadır.

Delikler arası uzaklık 8 - 10 m, delik çapı 40 cm, delik boyları 12 - 14 m'dir. Kömürün ezilmesi için delikler kömüre kadar delinmemekte ve kısa bırakılmaktadır. Ayrıca dilim şev kenarının bozulmaması için, dıştaki delikler ile dilim kenarı arasındaki uzaklık 9 m ya da daha fazla tutulmaktadır. Kuru deliklerin doldurulması ANFO kamyonları ile, sulu deliklerin doldurulması ise su geçirmez torbalar içindeki amonyum nitrat ile yapılmaktadır. Her deliğe konulan amonyum nitrat miktarı 320 - 380 kg kadardır.

Primer ateşleme devresinde 80 grain'lik patlayıcı fitil kullanılmaktadır. 6 cm çapında ve 7,5 cm yüksekliğindeki silindirik dinamitler, ikişerli olarak amonyum nitrat dolgusunun altına, ortasına ve üstüne olmak üzere 3 ayrı yerine konulmaktadır. Patlayıcı fitil, ortaları delik olan bu TNT silindirlerinden geçmektedir.

#### 4.1.3. Northern Illinois Coal (Peabody) İşletmesindeki Uygulama

Damar kalınlığı 0,60 - 1,50 m arasında değişmektedir. Ara kesme yoktur. Taşkömür olan

damarın yatımı çok azdır. Örtü tabakasının kalınlığı 26 m olup, çalışma oranı 1/24 ton/m<sup>3</sup>'dür.

Ana teçhizat olarak, 1 adet döner kepçeli ekskavatör (Krupp, 10 kovalı, 150 litre/kova, döner kepçe çapı 11,5 m) ile herbiri 30 yd<sup>3</sup> olan 2 adet 7800 model Marion dragline kullanılmaktadır. Çalışma yöntemi Şekil 22'de açıklanmıştır.

Örtü tabakasının sert ve parçalı olmadığı kısımlarda döner kepçeli ekskavatör, diğer kısımlarda dragline kullanılmakta ve yenidenkazı (rehandle) yapılmamaktadır.

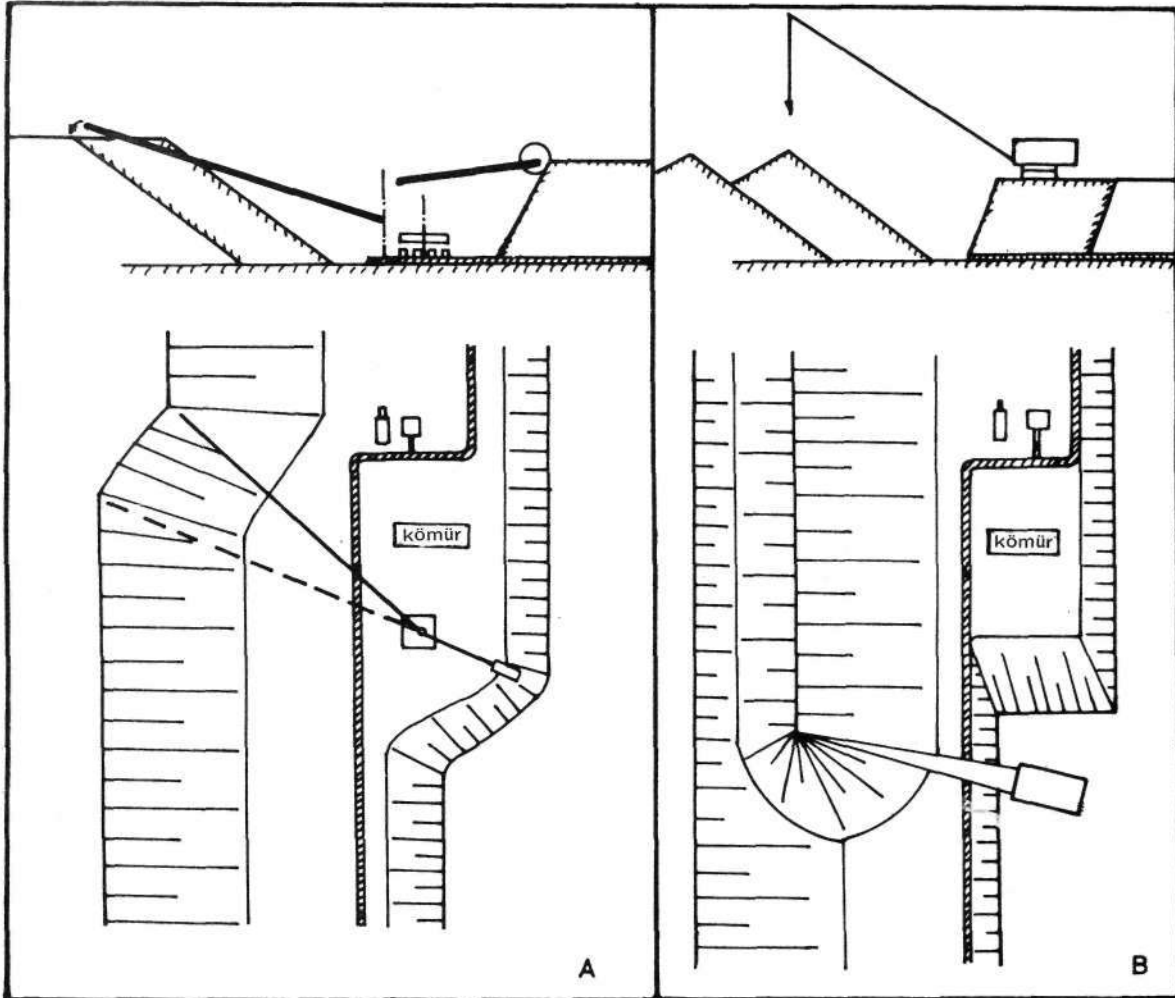
Şekil 22 A'da döner kepçeli ekskavatör kömür üzerinde hareket etmekte, 30,5 m'ye kadar örtü tabakasını alabilmekte ve gerektiğinde bulunduğu zeminden 4 m derinliğe ulaşabilmektedir.

Kepçe ucu ile band döküm noktası arasındaki uzaklık 142,5 m, aylık kapasite 1 000 000 m<sup>3</sup>, dilim genişliği 35 m'dir.

Şekil 22 B'de yenidenkazısız çalışan dragline uygulaması gösterilmiştir. 2 adet 30 yd<sup>3</sup>'lük dragline ile ayda 2 x 550 000 m<sup>3</sup> = 1 100 000 m<sup>3</sup> örtü-kazı yapılmaktadır. Dragline dilimlerinin genişliği 30 m'dir. Her iki yöntemde de dilim uzunluğu 2,4 km'yi bulmaktadır. Dragline çekme halatı 3 haftada bir, kaldırma halatı 6 haftada bir, kepçe dişleri ise 2-3 günde bir değiştirilmektedir.

#### 4.1.4. Muskingum Mine İşletmesindeki Uygulama

Ohio Zanesvill'de olup, taşkömür işletmesidir. Ortalama örtü kalınlığı 49 m, çalışma oranı 1/20 ton/m<sup>3</sup>, damar kalınlığı 1,20 m'dir. Ana teçhizat



Şekil 22 — Northern Illinois Coal (Peabody) İşletmesinde uygulanan yöntem (A: Döner kepçeli ekskavatör yöntemi, B: Dragline yöntemi)

olarak; 1 adet 220 yd<sup>3</sup> B.E. Big Muskie, 1 adet 35 yd<sup>3</sup> 7800 Marion, 1 adet 12 yd<sup>3</sup> olmak üzere üç adet dragline ikiye iki adet ekskavatör (herbiri 45 yd<sup>3</sup> 556 Marion) kullanılmaktadır.

Dünyanın en büyük dragline'ı olan "Big Muskie" 1969 yılında Bucyrus - Erie firması tarafından imal edilmiştir.

Big Muskie'nin Başlıca Özellikleri:

Model	: 4250 W
Kepçe hacmi	: 220 yd <sup>3</sup> (168 m <sup>3</sup> )
Kepçe boyutu	6,3 m x 7,7 mx4,1 m
Kepçe boş ağırlığı	240 ton
Kepçe faydalı ağırlığı	325 ton
Kepçe toplam ağırlığı	565 ton
Bum uzunluğu	94,5 m
Halat çapı	13 cm
Halat ağırlığı	70 kg/m
Dragline çalışma ağırlığı	122 000 kN

Küçük dragline'lar örtü ve tabakasının üst kısımlarını düzeltmekte, geri kalan 27,5 m - 30 m'lik kısmı Big Muskie ile yenidenkazısız olarak normal şekilde alınmaktadır. Dilim genişliği 50 m, dilim uzunluğu 2,5 km'dir. Lağım delikleri 40 cm çapında olup, Big Muskie'ye zarar verilmemesi için 1 km kadar ileriden patlatılmaktadır.

Sulu delikler, dozer önüne monte edilen özel sondalar ile boşaltılmakta ve dolgu bundan sonra yapılmaktadır.

#### 4.2. Sovyetler Birliği'nde (Sibiry'a'da) Uygulanan Yöntemler

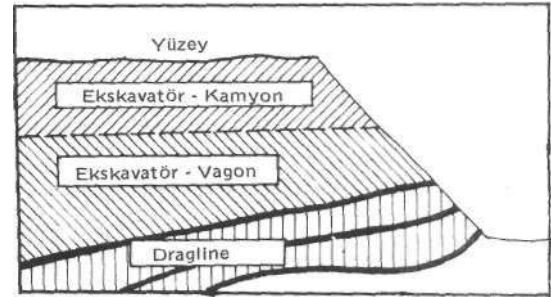
##### 4.2.1. Genel Bilgi

Sibiry'a'nın Kuzbass Taşkömür Havzası, Sovyetler Birliği'nin Donbass (Donetsk) Havzası'ndan sonra ikinci büyük üretim bölgesidir. Bir çok yeraltı ve açık işletme vardır.

Mezhdurjehinsk (Mezdureçinski), Kuzbass Kömür Havzası'nın güneyinde bulunan açık işletmelerden biridir. Bu açık işletmede yılda 22 milyon m<sup>3</sup> örtükazı yapılmakta ve soğuk günler ( - 35 / 45° C) dahil' yılda 300 gün çalışabilmektedir. Örtü-körriür oranı 7 - 8 m<sup>3</sup>/ton'dur. Şekil 23'de

gösterildiği gibi 10 - 8 - 6 m kalınlığında 3 adet taş kömür damarı vardır. Örtü tabakası genelde 55 m kalınlıktadır. Damarlar arasındaki ara kesme kalınlığı, üst damar ile orta damar arasında 30 - 45 m, orta damarla alt damar arasında ise 6 - 27 m civarında değişmektedir.

Örtü tabakasının üst kısımları ekskavatör kamyon yöntemi, orta. kısımları ekskavatör - vagon yöntemi ve damarlar arası dragline yöntemi ile çalışılmaktadır.

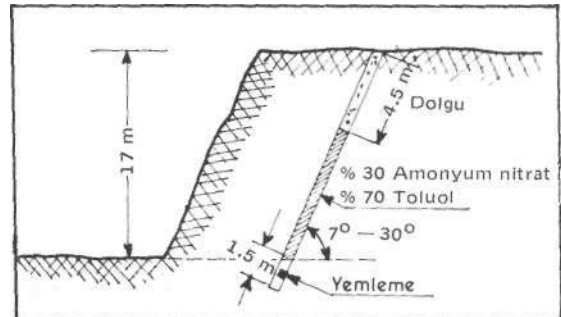


Şekil 23 — Sibiry'a'da Mezhdurjehinsk Açık İşletmesinde örtü tabakasının kaldırılmasında kullanılan yöntemler.

Damarların genel yatımı 12° civarındadır. Üretilen kömür koklaşabilmektedir. Kömürün alt ısı değeri 7000 Kcal/kg'nın üzerindedir.

Örtü tabakası kumtaşı olup, sert ve 800 kg/cm<sup>2</sup> basınç mukavemetindedir. Ancak, çatlaklı yapı söz konusu olduğundan patlatmada zorlukla karşılaşmaktadır. Bu yüzden patlayıcı madde sarfiyatı 1 kg/m<sup>3</sup> olup oldukça yüksektir. Patlayıcı madde olarak % 30 amonyum nitrat, % 70 Toluol kullanılmaktadır.

Elde edilebilen bilgilere göre Şekil 24'de gösterilen delme ve patlatma yöntemi kullanılmaktadır.



Şekil 24 — Mezhdurjehinsk Açık İşletmesinde örtü tabakasının gevşetilmesi.

Şekil 24'de görüldüğü gibi, örneğin 17 m yüksekliğindeki bir kazı basamağında delik 7 - 30 arasında eğik olarak delinmektedir. Delik boyu, basamak alt seviyesinden 1,5 m kadar daha derin olmaktadır. Yemleme, Amonyum Nitrat - Toluol karışımının alt kısmına konulmaktadır ve delik boyunun yaklaşık 1/3 kısmı sıkılanmaktadır. Delik çapı 214 mm'dir.

#### 4.2.2. Uygulanan Dragline Örtükazı Yöntemi

Örtü tabakasının damarlar arasında kalan 30-45 ve 6 - 27 m'lik kısımları dragline yöntemi ile alınmaktadır.

1 No'lu üst damara kadar olan örtü tabakası ekskavatör - kamyon ve ekskavatör - vagon yöntemi ile alındıktan ve 1 No'lu üst damar yine ekskavatör - kamyon yöntemi ile üretildikten sonra saha dragline kazısına hazır duruma getirilmiş olmaktadır.

Şekil 25'de gösterildiği gibi 15 m<sup>3</sup> kepçe kapasiteli ve 90 m bum uzunluğundaki dragline "1" pozisyonunda çalışarak "a" dilimini almakta ve "a" harmanına dökmemektedir. 2 No'lu damar (orta damar) üretildikten sonra dragline alt kade-

meye inerek "V" konumuna gelmektedir. Dragline burada "b" kılavuz dilimini açmakta ve toprağı "b'" harmanına dökmemektedir.

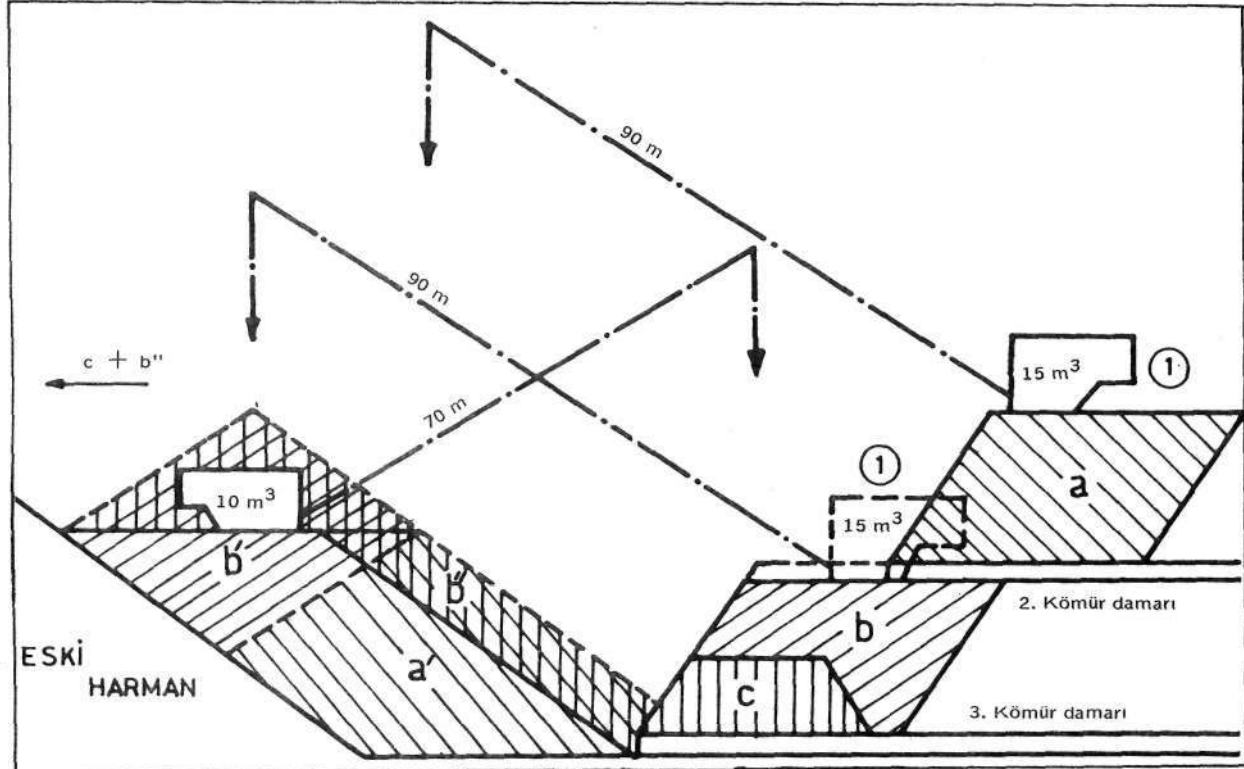
Dökülen toprak yığını üzerinde çalışan ve yalnız yenidenkazı yapan 10 m<sup>3</sup> kepçe kapasiteli 70 m bum uzunluğu olan ikinci dragline c + b" kısımlarını almakta ve toprağı eski harmanın üzerine atmaktadır. Bu şekilde 3 No'lu alt damar açılmaktadır.

Ocak yetkililerinden alınan bilgiye göre, ESH - 10/70 A tipi 10 m<sup>3</sup> kepçe kapasiteli dragline, yılda yenidenkazı dahil 2 000 000 m<sup>3</sup>, ESH-15/90 tipi 15 m<sup>3</sup> kepçe kapasiteli dragline ise 3 000 000 m<sup>3</sup> iş yapmaktadır. Yapılan yenidenkazı miktarı ise % 50 civarındadır.

### 5. ÜLKEMİZDE DRAGLINE UYGULAMALARI

#### 5.1. Genel Bilgi

Ülkemiz açık işletme madencilğinde dragline uygulaması oldukça yenidir. İlk dragline 1969 yılında Amerika Birleşik Devletleri Page Firmasından satın alınmış ve G.L.I. Müessesesi Tunçbilek Bölgesinde montajı tamamlanarak 1970 yılında çalış-



Şekil 25 — Sibiryada uygulanan çift dragline'lı örtükazı yöntemi.



maya başlanmıştır. Page 736 model olan elektrikli yürüyen dragline'nin kepçesi 16 yd<sup>3</sup> olarak öngörülmüşken, örtü malzemesinin ağırlığı (yoğunluğu) dikkate alınarak daha ekonomik olduğu hesaplanan 20 yd<sup>3</sup> kepçeye dönüştürülmüştür.

20 yd<sup>3</sup>lük dragline'dan başarılı sonuçlar alındığından, 1976 yılında 40 yd<sup>3</sup> kepçe kapasiteli ikinci bir elektrikli yürüyen dragline Marion firmasından satın alınmış ve aynı bölgede, 1977 yılında çalışmaya konmuştur.

Halen ülkemizde kullanılmakta olan bu iki dragline'nin başlıca teknik verileri Çizelge 3'de karşılaştırılarak gösterilmiştir.

Ülkemiz ve İşletmelerimiz koşullarında orta büyüklükteki bir dragline'nin yapabileceği birim iş miktarı, kepçesinin her bir yd<sup>3</sup> hacmi başına yılda 100 000 yerinde m<sup>3</sup> kabul edilebilir.

Buna göre 20 yd<sup>3</sup> kepçe kapasiteli bir dragline yılda 2 000 000 m<sup>3</sup> civarında, 40 yd<sup>3</sup> kepçe kapasiteli bir dragline'nin ise 4 000 000 m<sup>3</sup> civarında fiili iş yapabileceği hesaplanmalıdır.

Ülkemizde halen çalışanlarla birlikte montaj ya da sipariş aşamasında olan dragline'lann kepçe kapasiteleri, modelleri ve miktarları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 3 - Page 736 ve Marion 7820 Dragline'lann Teknik Özellikleri.

	Page 736	Marion 7820
Yapımcı Ülke	ABD	ABD
Modeli	Elektrikli yürüyen dragline	Elektrikli yürüyen dragline
Kepçe hacmi	20 yd <sup>3</sup> (= 15 m <sup>3</sup> )	40 yd <sup>3</sup> (= 30 m <sup>3</sup> )
Bum uzunluğu	62,5 m	72 m
Döküm mesafesi	59 m	70 m
Döküm yüksekliği	29 m	32 m
Kazı derinliği	20 m	35 m
Çalışma ağırlığı	795 ton	1500 ton
Kazı döngüsü (cycle)	55 saniye <sup>^</sup>	57 saniye
Bum açısı	33°	33°
Öngörülen İş Miktan		
Kapasitif (brüt)	2 500 000m <sup>3</sup> /yıl	4 750 000 m <sup>3</sup> /yıl
Effektiv (net)	2 000 000 m <sup>3</sup> /yıl	3 500 000m <sup>3</sup> /yıl
Yapılan İş Miktarı:		
Ortalama	1 800 000 m <sup>3</sup> /yıl	3 000 000m <sup>3</sup> /yıl
Maksimum	2 000 000 m <sup>3</sup> /yıl	3 350 000m <sup>3</sup> /yıl

Çizelge 4 - Ülkemizde Halen Çalışan, Montaj ya da Sipariş Aşamasında Olan Dragline lar.

Müessese	Bölge ya da Bölüm	Kepçe Kapasitesi (yd <sup>3</sup> )	Model	Açıklama
G.L.İ.	Tunçbilek	20	Page 736	1970'den beri çalışıyor.
G.L.I.	Tunçbilek	40	Marion 7820	1977'den beri çalışıyor.
G.L.İ.	Seyitömer	70	Marion 8050	İmalat aşamasında.
G.E.L.İ.	Yatağan	65	Marion 8050	Montajı devam ediyor.
G.E.L.I.	Tınaz - Bağyaka	30	B.E. 1260 W	İmalat aşamasında.
G.E.L.İ.	Milas - Sekköy	30	Page 752	İmalat aşamasında.
G.E.L.I.	Milas - Sekköy	30	Page 752	İmalat aşamasında.
S.K.L.I.	Sivas - Kangal	65	Marion 8050	Sevkiyat başladı.
B.L.I.	Orhaneli	33	B.E. 1260 W	Sevkiyat başladı.

## 5.2. Uygulama Yöntemleri

Dragline ile alınacak örtü dilimin kalınlığı, bum uzunluğu, bum açısı, dilimin ve dökülen toprağın şev açısı, yenidenkazı miktarı, dilim yönünün ve toprak dökümünün damar eğimine göre durumu ve damar kalınlığı gibi bir çok faktöre bağlı olmakla birlikte, genelde 15-30 m arasında değişmektedir. Anılan açık işletmelerde örtü tabakası kalınlığı bu değerden fazla olduğundan, örtü tabakası üstten başlanarak, öngörülen kalınlığa kadar ekskavatör-kamyon kombinasyonu ile inceltilmekte ve dragline uygulamasına gerekli hazırlık yapılmaktadır. Buna karşın dragline çalışma düzleminin yüksekliği, kömür damarının tabanına göre, panonun ve dragline'nin özelliğine göre 40 m'yi bulabilmektedir, örtü malzemesi genellikle sert marn olduğundan ve lağımlanması gerektiğinden, şev stabilitesi oldukça düşüktür. Çalışma ağırlığı 1000 - 3000 ton arasında değişen orta büyüklükteki dragline'ların FOB bedeli 20 milyon doların üzerindedir. Yedek parça bakımından da tamamen dışa bağımlıdır. Bu nedenle çok pahalı olan bu iş makinasının çalışma emniyetine öncelikle özen gösterilmektedir. Bu amaç ile kılavuz dilim toprağının dilim şevine yaslanacak, yani çalışılan dilime destek olacak şekilde dökülmesi ve gerek dilim genişliğinin, gerek dilim yüksekliğinin ona göre hesaplanması gerekmektedir. Bu durumda uygulanan ya da projelendirilen dragline yöntemlerinde % 10 - 30 arasında değişen yenidenkazı, yani ikinci bir örtükazı öngörülmektedir.

Ülkemizde uygulanan dragline yöntemleri dış ülkelerdeki tek dragline'lı ve yenidenkazı içeren uygulamaların aynısıdır.

## 6. DRAGLINE UYGULAMALARINDA VERİMLİ ÇALIŞMAK İÇİN ÖNERİLER

### 6.1. Genel Bilgi

Dragline uygulamasının bir çok yararı olmakla birlikte, çok pahalı olması, dışarıdan alınması, yedek parça yönünden dışa bağımlı olması yüzünden önemli döviz tüketimine gerek göstermektedir. Bu nedenle bakımının iyi yapılması ve azami verim elde edilebilmesi için üst düzeyde dikkat ve çaba gösterilmesi gerekmektedir. Bu düşünce ile aşağıdaki önlemlerin alınması durumunda önemli yararlar sağlanmış olacaktır.

## 6.2. İşe ve Koşullara Uygun Dragline Seçilmelidir

Bir dragline, toprak döküm uzaklığı, döküm yüksekliği, kazı derinliği, motor gücü ve kepçe hacmi gibi ana verileri ile karakterize edilir. Toprak döküm uzaklığını, bum uzunluğu, bum açısı ve makinanın dikey dönme ekseninin yeri sınırlar.

Dragline'nın kaldırabileceği azami yükün toplam ağırlığı da son derece önemlidir. Kaldırabileceği yük (Allowable Load) olarak isimlendirilen bu müsaade edilebilir kanca yükünün yani kaldırma kapasitesinin tamamından yararlanılmalıdır.

Dragline'nın kaldırma kapasitesi ile kepçe hacmi ve kaldırılacak malzeminin birim ağırlığı arasında aşağıdaki bağıntı vardır:

$$V = \frac{L}{2000 + d \cdot f}$$

Bağıntıda:

V : Gerekli kepçe hacmi (yd<sup>3</sup>)

L : Güvenle kaldırabileceği maksimum yük (lbs) ( = Azami kaldırma kapasitesi)

2000 : Kepçenin 1 yd<sup>3</sup> hacmine karşılık gelen boş kepçenin ağırlığı (lbs/yd<sup>3</sup>)

d : Gevşek durumda örtü malzemesinin birim ağırlığı (lbs/yd<sup>3</sup>)

f : Kepçe dolma faktörü (0,85 - 0,90 arasındadır. Ancak emniyetli olması bakımından pratikte 1,00 olarak alınmaktadır.)

Yapımcı firmalar, örtü malzemesi birim ağırlığını genel olarak 3000 lbs/yd<sup>3</sup> aldıklarından formülün paydası 2000 + 3000 = 5000 lbs/yd<sup>3</sup> olur. Uygun kepçe hacmini bulmak için güvenle kaldırabileceği maksimum yük değerini 5000 rakamına bölmek yeterlidir. Firmalar tarafından önerilen kepçe kapasiteleri genellikle bu şekilde hesaplanmıştır. Yukarıdaki bağıntıya göre çizilen Şekil 26'daki grafikten, kaldırılacak örtü katmanının değişik ağırlıklarına (gevşek durumdaki yoğunluklarına) göre kullanılması gerekli kepçenin büyüklüğü kolayca bulunabilmektedir.

Şekilde y- ekseninde güvenle kaldırılacak maksimum yük (L) 1000 lbs (ve ton) olarak,

X- ekseninde gevşek durumdaki örtükazı malzemesinin birim ağırlığı lbs/yd<sup>3</sup> (ve ton/m<sup>3</sup>) olarak gösterilmiştir.

ÖRNEK:

Verilen değerler:

L = 300 000 libre ( = 136 ton)

d = 2190 lbs/yd<sup>3</sup> ( = 1,3 ton m<sup>3</sup>)

İstenen değer:

V = Kepçe hacmi

Grafikten, Şekil 26'da kesik çizgi ile gösterildiği gibi V = 70 yd<sup>3</sup> bulunur. Oysa, yapımcı firma tarafından önerilen dragline'nın klasik kepçe hacmi:

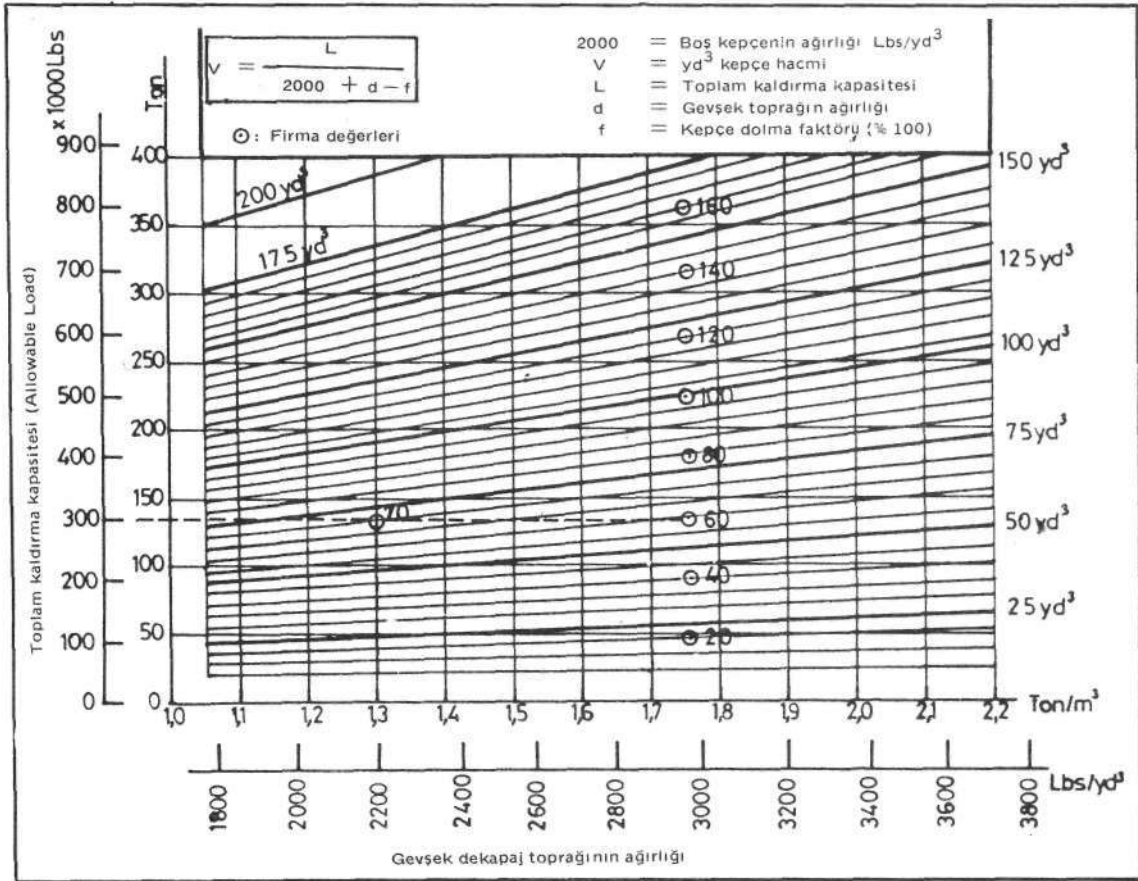
$$V = \frac{300\ 000\ \text{lbs}}{2000\ \text{lbs/yd}^3 + 3000\ \text{lbs/yd}^3} = 60\ \text{yd}^3$$

olacaktır.

Bu duruma göre 60 yd<sup>3</sup>'lük bir dragline'a, kaldırılacak malzeme hafif olduğu için 70 yd<sup>3</sup>'lük kepçe takılabilir. Bu ise aynı dragline'nın kapasitesinin artması ve daha fazla iş yapması demektir.

### 6.3. Hesaplanan Dilim Kalınlığına ve Genişliğine Uyulmalıdır

Sahanın dragline'a hazırlanmasında ve uygulama sırasında mühendislik ve ölçme işlerine önem verilmelidir. Örneğin; kaldırılacak toprak kalınlığı 20 m hesaplanmıştır. Uygulamada bu kalınlık 5 m'ye inmişse, aradaki 15 m'lik kısım daha pahalı olan ekskavatör-kamyon yöntemi ile alınmış demektir. Uygulamadaki kalınlık 20 m'nin üzerinde olursa, bu defa dragline kömürü açamaz ya da açabilmesi için gereksiz iş ve zaman kaybeder.



Şekil 26 — Güvenle kaldırılacak maksimum yük ve kaldırılacak malzemenin gevşek birim ağırlığına göre uygun kepçe kapasitesinin saptanmasına yarayan grafik.

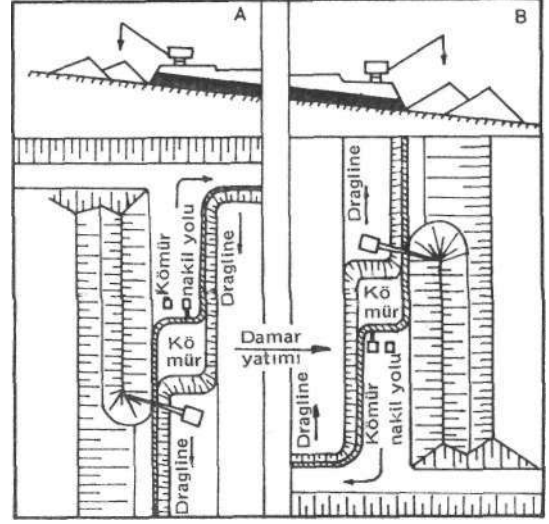
#### 6.4. Dilimlerin Oluşturulmasında Kömür Damarının Yatım ve Yönü Dikkate Alınmalıdır

Dragline çalışma dilimleri, kömür damarının yatım derecesine, heyelan durumuna, drenaj ve kömür nakil yolları ile diğer işletme koşullarına bağlı olarak damar yönünde, damar yönüne dik ya da diagonal olmaktadır. Damar yönünde çalışıldığı zaman toprak eğim yukarı ya da eğim aşağı dökülmektedir. Koşullar uygun olduğunda en verimli olanı Şekil 27-B'de gösterildiği gibi toprağı eğim aşağı dökülmektedir. Örneğin, damar yatımı % 8 olan ve toprağı eğim yukarı dökülen bir örtü diliminin kalınlığı 12,8 m ise; toprağın eğim aşağı dökülmesi halinde kaldırılacak dilim kalınlığı 16 m'ye çıkmaktadır.

#### 6.5. Kömür Damarı Düz ve İnce Olan Sahalar Tercih Edilmelidir

Dragline'nın kaldıracağı örtü tabakasının kalınlığı, kömür damarının kalınlığı ile ters orantılıdır. Bu durum, Şekil 28'in sağ-üst köşesindeki verilere göre hazırlanan grafikte görülmektedir.

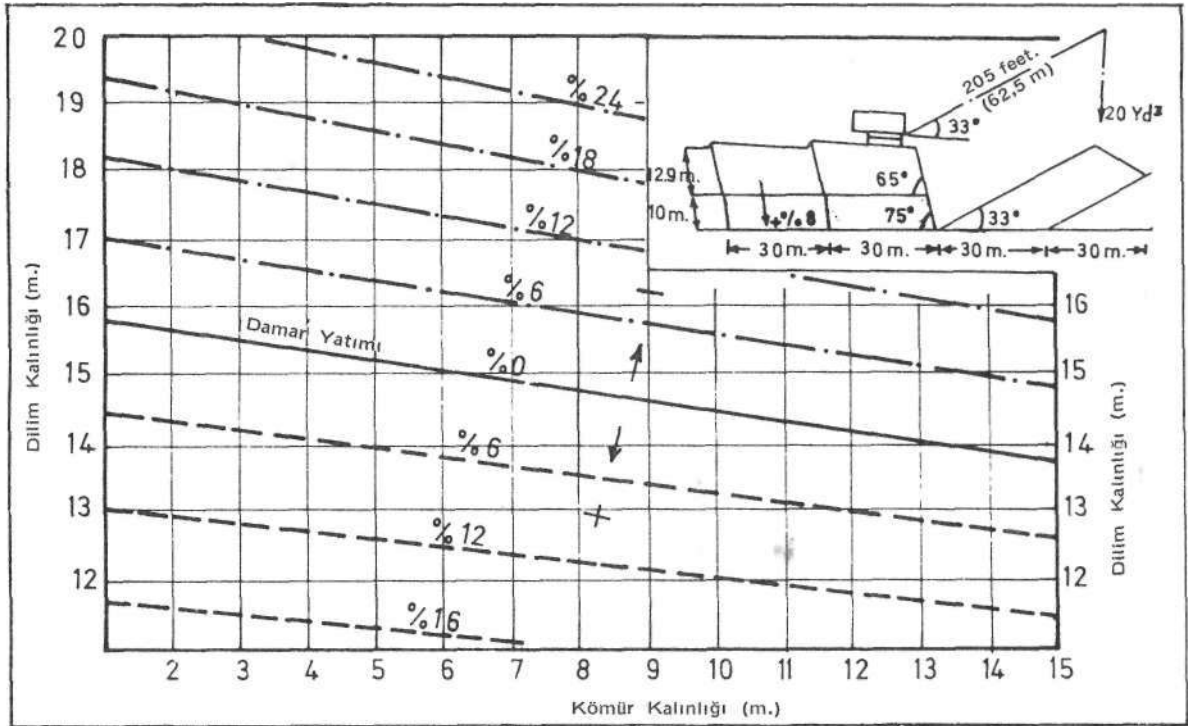
örneğin, kalınlığı 6 m olan yatımsız bir kömür damarı üzerindeki örtü diliminin kalınlığı 15 m iken, damar kalınlığının 14 m olması durumunda dilimin kalınlığı 13,8 m'ye düşmektedir.



Şekil 27 — Dragline'nın damar yönünde çalışması (A'da kazılan örtü eğim yukarı, B'de eğim aşağı dökülmektedir.)

#### 6.6. Şev Açılan Fazla Olmalıdır

Kaldırılacak örtü diliminin kalınlığı, şev açısı ile doğru orantılı olduğundan, dilimin uzunluğu boyunca meydana getirilen örtü tabakası şevi ile kömür damarı şevinin olabildiğince dik olması istenir. Aynı şekilde, oluşturulan toprak yığınının şevinin de fazla olması istenir. Bu durum, her ne kadar örtü tabakasının ve damarın özelliğine bağlı



Şekil 28 — Örtükazı dilimi kalınlığının, kömür damarı kalınlığına bağlılığı.

# *Mazıdağ - Taşıt Fosfat Cevherinin Zenginleştirilmesi*

Beneficiation Studies of Mazıdağ - Taşıt Phosphate Rock

Ümit ATALAY \*  
M. Zeki DOĞAN \*\*  
Gülhan ÖZBAYOĞLU \*\*\*  
Haluk DUMAN \*\*\*\*

## ÖZET

Ortalama % 10, 4 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tenörlü Etibank Mazıdağ Taşıt Cevheri fosfat minerali hidroksi apatit olup esas gang minerali kalsitten oluşmakta az miktarlarda da ankerit ve kuvars içermektedir. Laboratuvar çapında otojen öğütme uygulanan bu cevherin fosfat mineralinin iri fraksiyonlarda konsantre olduğu gözlenmiştir. Salantılı masa ve ağır ortam gibi gravite zenginleştirme yöntemleri uygulandığında fazla basan sağlanamamış ve verimler sırasıyla % 16,37 ve % 26,76 gibi düşük oranlarda kalmıştır.

Fosfatı kalsitten yüzdürmek için uygulanan düz flotasyonda yağ asidi ve aminler kollektör olarak kullanılmış ancak sonuçlar başarılı olmamıştır. Diğer yandan alüminyum sülfat-Na tartarat'la fosforik asit birlikte bastına olarak kullanılmak suretiyle ters flotasyon yöntemiyle % 26,53 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>'li bir konsantre % 60'a yakın bir verimle elde edilmiştir.

## ABSTRACT

Etibank Mazıdağ - Taşıt phosphate ore with 10.4 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> is composed of calcite as the main gangue mineral with smaller percentages of ankerite and quartz in addition to hydroxy apatite as phosphate mineral. Laboratory autogenous grinding tests resulted in selective retention of phosphate mineral in coarser fractions of ground ore. Gravity concentration by means of tabling and heavy media separation was unsuccessful with low recoveries from 16.37 % to 26.37 % respectively.

Collectors of fatty acid and amine types were used in direct flotation of phosphate mineral from calcite without any success. On the other hand, reverse flotation gave a concentrate having 26.53 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and a recovery of almost 60 % by the use of a combination of phosphoric acid and aluminium sulphate - tartrate complex.

- (\*) Maden Y. Müh. Öğretim Görevlisi, ODTÜ, Maden Müh. Bölümü - Ankara.  
(\*\*) Prof. Dr. Maden Y. Müh., ODTÜ, Maden Müh. Bölümü, Ankara.  
(\*\*\*) Doç. Dr. Maden Y. Müh., ODTÜ, Maden Müh. Bölümü, Ankara.  
(\*\*\*\*) Maden Y. Müh., Araştırma Görevlisi, ODTÜ, Maden Müh. Bölümü, Ankara.

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Etibank Fosfat Grubu Başkanlığınca (1) Mazıdağ - Taşıt fosfat yatağının muhtemel rezervi 250 milyon ton ve ortalama tenörü % 8 - 15  $P_2O_5$  olarak verilmektedir.

Bu fosfat cevherinin fosforik asit ya da süperfosfat üretiminde kullanılabilmesi için cevher hazırlama yöntemleriyle  $P_2O_5$  içeriğinin % 29 - 30'a yükseltilmesi gerekmektedir.

Blazy ve Houot (2) şok ile kırma, kuru otojen, yağ öğütme ve hidrosiklonla ayırma, pnömatik gravite zenginleştirme ve flotasyon yöntemiyle önce bir ön konsantre ve arkadan da kalsinasyon ve yıkama ile Taşıt cevherinden % 31,28 - % 34,34  $P_2O_5$  arasında değişen fosfat konsantrileri elde etmişlerdir.

Tolun (3) kalker çimentolu Taşıt (Mardin) ve Karababadağı (Adıyaman) fosfatlarının, yakma - yıkama yöntemi ile süperfosfat ya da tripl süperfosfat hammaddesi üretimine elverişli olduklarını göstermiş ve % 80'lik bir verimle % 30  $P_2O_5$  tenörlü bir konsantre elde etmiştir.

Önal (4) % 12,20  $P_2O_5$ 'li kalker çimentolu Taşıt cevherinden, fosfat mineralini fosforik asitle bastırarak ve kalkerli sodyum oleatla yüzdürmek suretiyle ters flotasyonla % 29,50  $P_2O_5$ 'li fosfat konsantrisini % 84,60 bir verimle elde etmiştir. Aynı cevhere ısı tatbikinden sonra 60 °C'da yapılan elektrostatik ayırma, flotasyon kadar başarılı olmamıştır.

Ayışkan (5) (6) Taşıt cevherinde kalkerli sodyum silikatla bastırarak ve fosfatı yağ asidi ile yüzdürmek suretiyle yaptığı flotasyon deneylerinde % 25  $P_2O_5$ 'li bir konsantreyi % 50 - % 55 verimle elde etmiştir. Aynı cevherin termik yolla zenginleştirilmesi sırasında husule gelen CaO' in bir kısmı söndürülemeyip bünyede kalmaktadır. Bu yöntemle % 30  $P_2O_5$ 'li bir konsantre % 65 verimle elde edilmektedir.

Bu çalışmada amaç, selektif kırma, otojen öğütme ve şlam atma işlemleriyle bir ön konsantre elde etmek ve sonra da gravite zenginleştirme yöntemleriyle, karbonatlı sedimanter fosfat cevherlerine uygulanan en yeni flotasyon sistemlerini denemek yoluyla kabul edilebilir tenörde bir konsantre elde etme olanaklarını araştırmaktadır.

## 2. KARBONATLI FOSFAT CEVHERLERİNİN FLOTASYONUNDA SON GELİŞMELER

Halen karbonatlı fosfat cevherlerine uygulanan endüstriyel çapta bir flotasyon tesisi bulunmamaktadır. Karbonat ganglı fosfat cevherlerinin flotasyonunda karşılaşılan güçlük, fosfat minerali ile karbonat minerallerinin benzer fiziko-kimyasal özelliklere sahip olmasından kaynaklanmaktadır (7).

Fosfat mineralinin yüzdürülmesi ve karbonatlı gang mineralinin bastırılması ile uygulanan düz flotasyon yönteminde Awasthy ve arkadaşları (8) büyük başarı elde edememişlerdir.

Bugüne kadar yapılan araştırmalar, fosfat mineralinin bastırılması ve karbonatlı mineralin yüzdürülmesiyle uygulanan ters flotasyonun daha olumlu sonuçlar verdiğini ve ilerisi için ümitvar olduğunu göstermektedir.

Smani, Cases ve Blazy (9) tartarik asidin fosfat minerali yüzeyinde hidrofilik bir tabaka oluşturmamasından faydalanarak fosfatı bastırmayı başarmışlardır. Aynı yöntemi uygulayan Houot ve Polgare (10), % 23,24  $P_2O_5$ 'li bir cevherden % 83,94 bir verimle % 32,14  $P_2O_5$  'li bir konsantre elde etmişlerdir. Köpüğü kontrol için toplayıcı (kollektör) alkolde çözeltiye alınmaktadır. Metrik tonda kullanılan reaktifler:  $Al_2(SO_4)_3$  200 - 250 gram, Na - K tartarat 400 - 500 gram, oleik asit 1300 - 1500 gram, alkol 650 - 750 gram ve pH 7,8 için eklenen NaOH 500 - 600 gramdır.

"Cominco" yönteminde (11) fosfat mineralinin karbonat (dolomit) mineralinden ayrışması tonda 2,5 - 5,5 kg amonyum fosfatın apatiti bastırması ve karbonatlı gangın tonda 2 kg yağ asidi ile yüzdürülmesiyle sağlanmaktadır. Bu proseste yapılan araştırma ile amonyum fosfat sarfiyatı daha düşük bir seviyeye indirilmektedir (12).

ABD'de (Tennessee Valley Authority) TVA (13) (14), dolomitçe zengin karbonatlı ve kalsitçe zengin karbonatlı cevherlere olmak üzere iki proses geliştirilmiştir. Birinci proseste fosfat minerali difosfonik asitle bastırılmakta ve izo stearik asitle karbonatlı mineraller yüzdürülmektedir. İkinci proseste önce karbonat ve fosfat mineralleri birlikte izo stearik ya da oleik asitle yüzdürülmekte ve ikin-