

## SAPANLI KAZIDA EN UYGUN (OPTİMUM) KESME PROFİLLERİNİN ARAŞTIRILMASI

### — HİDROLİK SAPAN UYGULAMASI —

Şinasi ESKİKAYA\*

#### Özet

Kömür damarlarının tavandan tabana daima değişik mukavemette ve bantlı bir yapıya sahip oluşu, kesme prensipleri diğer kazı makinelerinden tamamen farklı olan kömür sapanları için büyük bir sorun teşkil etmektedir. Çünkü bu, neticede her keskiye gelecek "kesme kuvvetinin de farklı olması demektir ve en başta sapanın dengesi üzerinde olumsuz etkiler yapar.

Tebliğde bu konu üzerinde yapılmış olan önceki çalışmalara kısaca değinildikten ve en uygun bazı profillerin tarifi ve teşkili hakkında bilgi verildikten sonra hidrolik sapanın çalışma prensiplerinden bahsedilmiştir. Daha sonra "keski ucu ile silindir eksenindeki mesafe", "keski pozisyonları" ve "keski açılan" gibi parametrelerin hidrolik sistemin çalışması üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Hareketin gerçekleşmesi için damardan beklenen asgari mukavemet farkının, "bu parametrelerin fonksiyonu olarak" nasıl değiştiği de, keza araştırılmıştır.

#### Abstract

For coal ploughs, subsectional strength variation in the seams means different amount of cutting forces in each horizon and thus, a source of instability. Thus, cutting<sup>1</sup> profile which is the geometry of the pick arrays becomes an important parameter in coal ploughing.

(\*) Dr. Mad. Y. Müh., İ.T.U. Maden Fakültesi - İstanbul.

In this paper, early works on this line are described and the basic principle of the automatic variable geometry plough is given. The effects of some of the fundamental parameters on blade movement are examined. Minimum subsectional strength variations for blade movement, as a function of several parameters, has been investigated

## Giriş

Madencilik, içinde doğa ile ilk savaşın verildiği bir meslektir. Şartları zor, olanakları çok sınırlı, bilinmeyi ise pek boldur. Bu ve benzeri diğer bazı faktörlerin etkisiyle madencilik, giderek "daha pahalı" bir endüstri kolu haline gelmekte, kaynaktaki bu maliyet artışı ise endüstrinin sonraki safhalarına da intikal ederek, bütün üretim ve tüketim faaliyetlerinde kendisim hissettirmektedir.

Üzüntü ile belirtmek gerekir ki, madencilik, bilhassa içinde bulunduğumuz çağda hızla gelişen teknolojik aşamaların nimetlerinden, endüstrinin diğer kollarında olduğu Ölçüde faydalanamamıştır. Bu durumun başlıca sebeplerini, hacim olanaklarının sınırlılığı ve emniyet sorunlarının getirdiği kısıtlamalarda olduğu kadar, biraz da, madenciliğin kendine Özgü niteliği yüzünden, çok sayıda girişime kolaylıkla açık olmaması ve faaliyetlerinin nisbeten gözlerden uzakta cereyan etmesinde aramak lâzımgelir.

Bununla beraber, İkinci Dünya Harbi'nin içinde ve onu izleyen dönemde, çağın teknolojisini madencilığe de aktarmak hususunda yoğun çalışmalar yapılmıştır. Bu çabaların neticesi olarak, yakın zamana kadar, ocaklarında insan gücü faktörünün ağır bastığı bir çalışma düzeni içinde bulunan Almanya, Fransa, İngiltere gibi ülkeler, bugün madencilik faaliyetlerim yüzde yüze yakın bir nisbette mekanize hale getirmeye muvafak olmuşlardır. Bu ülkeler, artık, kullandıkları makineleri daha randımanlı ve ekonomik olarak çalıştırabilme sorunları üzerine eğilmiş bulunmaktadır.

Kömür damarlarını işlemede kullanılan uzun ayak metodu, özellikle Avrupa Madenciliğine özgü bir çalışma şeklidir. Bu ayaklarda başlıca iki tip kazı makinesi kullanılır: Kömür Sa-

panları ve Kesici-Yükleyiciler. Bu iki tipin dışında kalan "Tırpan, Dosco Miner..." gibi makinelerin yapı ve kesme mekanizması bakımından Kesici-Yükleyici tiplere daha yakın bulunmaları, kazı mekanizasyonu içinde "Kömür Sapanları"nın apayrı ve başlıbaşına bir yer kazanmalarına yol açmıştır.

## 1. Genel

### 1.1. Sapanın Çalışma Prensibi

Bir kömür sapanını diğer kazı makinelerinden ayıran en önemli iki özellik şudur:

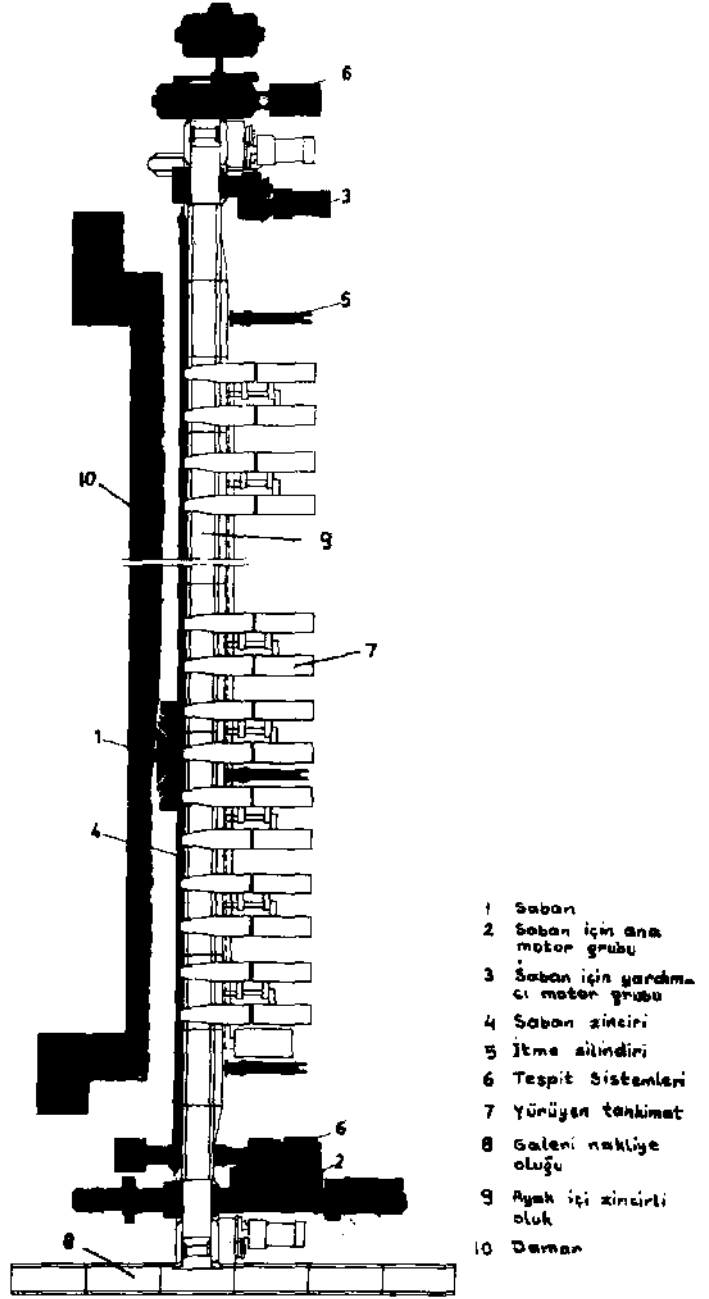
- (i) Sapanın üzerinde hareketli, yani dönerek kazı yapan keskiyer yoktur.
- (ii) Sapanın hareketi için gerekli çekme kuvvetini temin eden motorlar sapan gövdesinden çok uzakta, yani ayak başlarında, tesis edilmiş bulunmaktadır.

Bu görünüşüyle kömür sapanı, üzerinde keskiyer bulunan ve bir sonsuz zincire bağlı olarak ayak boyunca üeri geri çekilen bir demir parçasından başka bir şey değildir (Şekil 1). Hidrolik süindirler vasıtasıyla damara doğru devamlı olarak itilen zincirli oluk ile kömür cephesi arasında sıkışmış bulunan bu demir kütle ileriye doğru çekilince, ince bir kömür dilimini, aynen bir marangoz rendesinde olduğu gibi, damardan koparıp almaktadır.

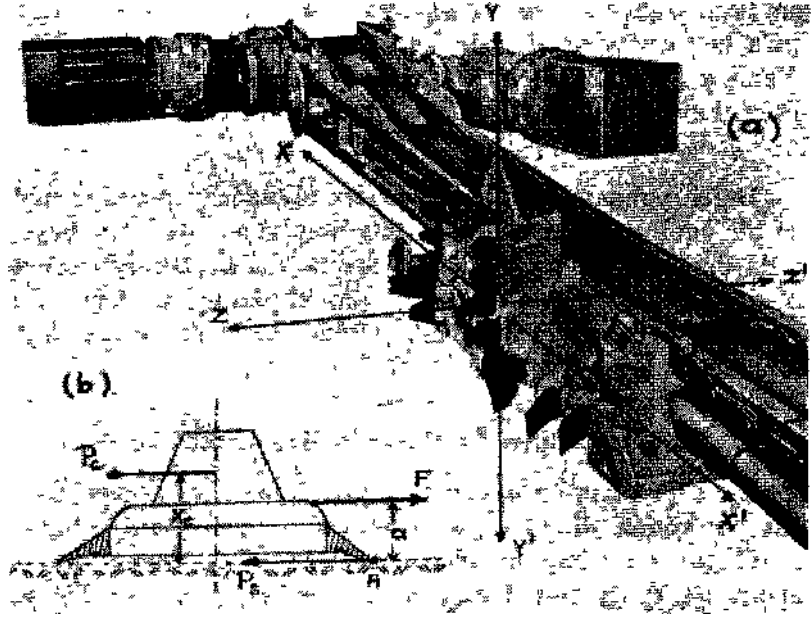
Bu çalışma şekli, belli bir yönde hareket etmesi gereken sapanı etki eden çekme, kesme ve reaksiyon kuvvetleri gözönüne alındığında, sapanın "dinamik denge"sini önemli bir sorun haline getirmektedir. Gerçekten de bir kömür sapanının, Şekil 2'de gösterilen doğrultuların yalnız bir tanesi boyunca (x-x' doğrultusu) ve ancak bir yönde hareket etmesi gerekir (1). Sapanı etki eden kuvvetlerin sadece bu doğrultu boyundaki bileşenleri gözönüne alınacak olursa, hareket yönündeki dengenin temin edilebilmesi için, basitleştirilmiş hali ile:

$$P_c \cdot X_c = F \cdot a$$

bağıntısının tesis ve korunmuş olması gerekir (Şekil 2, b). Ha-



Şekil 1 — Tam mekanize bir sapanlı ayakkabının görünüşü.



Şekil 2 — Bir sapanın hareket yönü ve bu yöndeki denge konumu.

rekete karşı koyan kuvvetlerin X-X' doğrultusundaki  $P_c$  bileşkesi ile F çekme kuvvetinin A noktasına göre moment alınarak yazılmış bulunan yukarıdaki bağıntının korunabilmesi, Xc mesafesinin değişken olması sebebiyle, kolay olmamaktadır. Eski tip sapanlarda, çekme zincirini sapan gövdesinde seviyeleri farklı iki noktadan birine bağlamak suretiyle a mesafesini kazı koşullarına uygun bir şekilde değiştirme yoluna gidilmekteydi. Ancak bu tedbirden, sapanın basık yapısı dolayısıyla pek büyük bir yarar sağlanamamıştır. Kaldı ki yeni tip sapanlarda böyle iki ayrı bağlantı olanağı da yoktur.

## 1.2. Damar Yapısı

Bir kömür damarı, tavandan tabana hiçbir zaman homojen bir yapı göstermez. Bunun başlıca sebebi, gerek damarı meydana getiren kömür maddesinin farklı özelliklerde oluşu, gerekse damarın çeşitli seviyelerinde yabancı maddelerden oluşu.

şan bazı arakesmelerin bulunuşudur. Bu durum damar stampında her seviyenin değişik kazı mukavemetine sahip olması anlamına gelir. Böyle bir farklılık ise giderek keskilere gelen kesme kuvvetlerinin de değişik olması neticesini doğurmaktadır.

Diğer yandan, kömür damarları tavandan tabana heterojen bir yapı göstermekle kalmayıp, aynı zamanda ayak boyunca da Uniform olmaktan, hemen daima, uzaktırlar. Böylece sapanı etki eden kuvvetler sadece damar stampına değil, aynı zamanda sapanın ayak içindeki yerine de bağlı olarak değişmektedir.

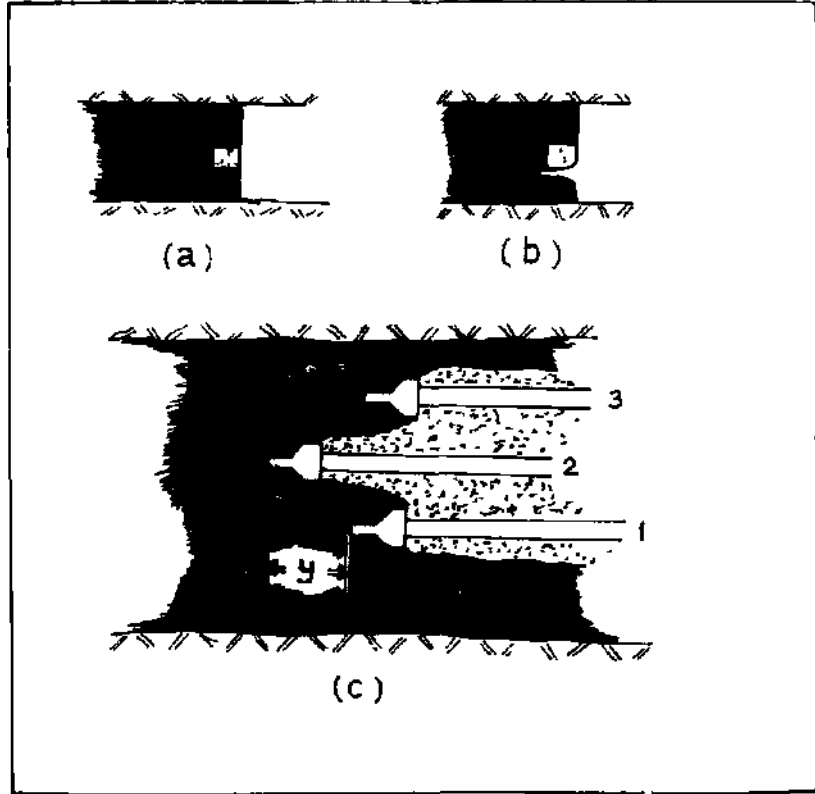
## 2. En Uygun Kazı Profillerinin Araştırlması

Bir sapan için en uygun kazı profili, damardan belli derinlikte bir kömür dilimi koparıp alınırken, keskilerin "toplam kesme kuvveti minimum olacak şekilde" aldığı geometrik düzendir. Bu tanımlama her şeyden Önce böyle bir profilin var olup olmadığı, var ise geometrik düzenini ve nihayet bu profilin ayak boyunca nasıl korunabileceği sorunlarını ortaya çıkarmaktadır.

### 2.1. En Uygun Kazı Profülerinin Varlığı

Newcastle Üniversitesinde, 20 yıl önce Profesör E. L. J. Potts'un yönetimi altında başlayan çalışmalar boyunca sapanlı kazı konusunda önemli aşamalar elde edilmiştir. Bunlardan bir tanesi ve şüphesiz en önemlisi, kazı profülerinin tesisi ve incelenmesidir. Gerçekten de Binns (2) ile başlayan çalışmalar Shuttleworth (3), Roxborough (4) ve Whittaker (5) ile devam etmiş ve en uygun kazı profillerinin tayıni hususunda çok ilginç sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Bir kömür parçasını sağlam bir damardan koparmakla (Şekil 3a) altı veya üstü kazılmışken koparmak (Şekil 3b) arasında, sarfedilecek güç bakımından büyük fark vardır. Bu görüşten hareket edilince, damar stampında kazıya mukavemetin en zayıf olduğu seviyedeki keskiyi daha ileri bir noktada (Şekil 3c'de 2 no.lu keski) tutmakla, bu keskiyi takip eden ve



Şekil 3 — ön kazı vasıtasıyla elde edilen kazı kolaylığı.

damarın daha sert kısımlarını kazmakta olduğu varsayılan diğer keskilere, Şekil 3b'deki gibi bir kolaylığın temin edileceği mantıkî neticesi çıkmaktadır. Nitekim yeraltında yapılan deneyler de bu teorik görüşü doğrulamıştır (5). Keskilerin birbirlerine göre çeşitli düzenleri kullanılarak yapılan bu deneylerde varılan en önemli sonuçlardan biri, keski uçları arasındaki yatay mesafenin en uygun değerinin tayıni ile ilgilidir. Gerçekten de  $y$  mesafesi 15 cm olduğu zaman 2 no.lu keskinin önde kazı yapmasının 1 no.lu keskiye sağladığı fayda en yüksek değerine ulaşmış, bu mesafe 10 cm'in altına düşüncede ön kazının 1 no.lu keski üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu rakamların, ancak belli bir damar ve belli

yapıdaki kesimler için geçerli olacağı ve damar veya keski değişince de

10 Ä y — 15cm.

aralığının daha genişleyeceği veya daralacağı açıktır. Bununla beraber Ön kazı mesafelerinin gereğinden fazla büyük veya küçük tutulmasının herhangi bir fayda sağlamıyacağı da böylece anlaşılmış bulunmaktadır.

## 2.2. En Uygun Kazı Profilleri

Şekil 4, yeraltında yapılan ve bizzat bir kömür ayağında yapılan kazılarda denenmiş olan profilleri ve elde edilen neticeleri göstermektedir (5). Bu neticeler, deney şartlarını gerçekleştirecek şekilde inşa edilmiş bulunan bir sapan ile elde edilmiştir. Görüldüğü gibi, denen dört düzen içinde en iyi netice (d) profili ile alınmıştır. Mamafih bu profili, tüm kazı süresinin her anı için daima "en uygun" gibi kabul etmemek

Kuvvetler (ton)	keski profilleri				Hidrolik Sapan
	(a)	(b)	(c)	(d)	
Normal kuvvetler ortalama	4	36	39	32	24
Maximum kuvvetler ortalama	68	55	64	53	42
Kaydedilen en büyük kuvvet	101	77	83	72	73

Şekil 4 — Kazı profilleri ve elde edilen biçme neticeleri (5).

gerekir. Böyle bir durum, ancak damarın ayak boyunca kazı mukavemeti bakımından uniform bir yapı göstermesi halinde beklenebilirdi. Bununla birlikte alınan neticeler, bütün ayağı kapsayan ölçmelerin ortalaması olması bakımından yine de en uygun olma niteliğini koruyacaktır. Yani damar eğer değişmez bir keski düzeniyle kazılacaksa, buna en uygun düzenin yine (d) profili olduğunu kabul etmek gerekir.



### 2.3. Kazı Profillerinin Korunması

Bir damarın ayak boyunca her yeri için "kazıya en düşük mukavemeti gösterecek ayrı bir keski düzeninin var olduğunun tespiti" üe sorun şu iki aşama noktasına gelmiş bulunmaktadır:

- i) Sapan, ayağın herhangi bir bölgesinde kazı yaparken en uygun keski düzeninin tayıni ve gerçekleştirilmesi;
- ii) Bunu izleyen At zamanında sapan Ax kadar bir ilerleme yapınca, derhal yeni şartlara uygun olan yeni düzenin tayıni ve gerçekleştirilmesi!..

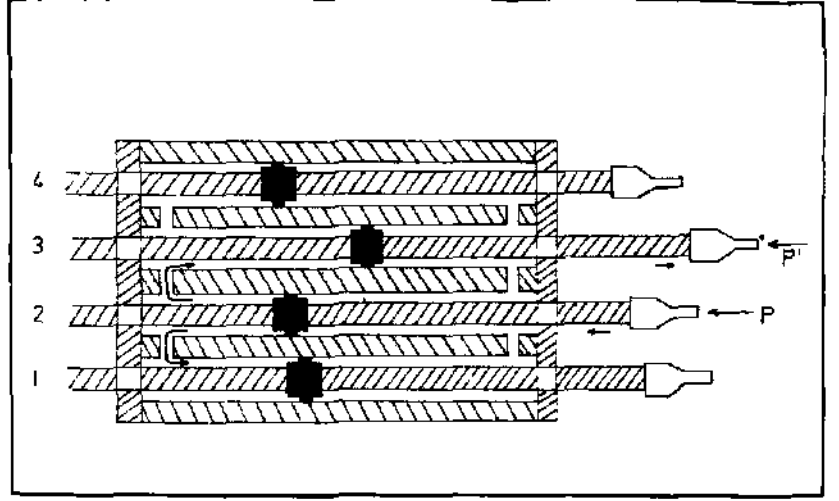
Saniyede 2 metre gibi yüksek bir hızla hareket etmekte olan bir sapanda Ax'in "santimetreler ve At'nin de saliseler mertebesinde olduğu düşünülürse, keskünün kazı boyunca en uygun düzende tutulabilmesinin zorluğu kendiliğinden ortaya çıkacaktır.

Bu sorun, hidrolik denge prensibinden faydalanılarak gerçekleştirilen ve "Potts Plough" diye bilinen yeni tip bir sapan ile çözüme bağlanmış bulunmaktadır.

## 3. Hidrolik Sapan

### 3.1. Çalışma Prensibi

Hidrolik sapan Üe en uygun kazı profilinin temini, bütün kesküere gelecek kuvvetlerin çok kısa bir an için aynı olması prensibine dayanmaktadır. Keskiler, hidrolik yağ ile dolu silindirler içinde hareket eden pistonlara bağlı kolların ucuna yerleştirilmiştir (Şekil 5). Silindirler, şekilde görüldüğü gibi birbirleriyle bağlantılıdır. Bu durumda, akışkanlar dinamiğine göre bütün silindirlerde daima bir hidrolik denge var olacak ve bu korunmaya çalışılacaktır. Örneğin, Şekil 5'te 2 no.lu keskiye gelen yük diğerlerine nisbetle daha fazla ise, bu keskinin bağlı olduğu piston vasıtasıyla hidrolik ortama yapılacak basınç da büyük olacak ve keski, silindir içinde gerüyecektir. Bu esnada pistonun arkasındaki yağ da yer değiştirecek ve en az yük alan keskiyi (damarın en zayıf olduğu seviyeye isabet eden keski) üeri itecektir. Böylece, damarın büyük mukavemet



Seldi 5 — Hidrolik sapanın çalışma prensibi.

gösteren sert kısmı, altı önceden kesilmek suretiyle daha kolay kazılır hale gelecektir. Diğer yandan bir keski ileriye doğru ne kadar fazla uzanırsa, o keskiye isabet edecek kesme derinliği de o nisbette artmaktadır. Bu durumda, böyle ileriye doğru fazla uzanmış bir keskinin maruz kalacağı kesme kuvveti de o ölçüde büyüyeceği için, keskinler arasındaki yük dengesi önce temin edilip sonra da aksi yönde bozulacak ve bu değişim kazı süresince bu şekilde devam edip gidecektir.

Yukarıda basitçe anlatılmış olan hidrolik denge konumunun çok sayıda keskinin bulunduğu bir ortamda daha karmaşık bir dinamik nitelik göstereceği açıktır, özetle, sapanın ileriye doğru aldığı her mesafede ve her an, keskinlerin düzeni değişecek ve optimum profil meydana gelecektir- Nitekim Şekil 4'te en sağ sütunda hidrolik sapanla yapılan kazıya ait verilen çekme kuvveti değerleri, ayak içinde "her an" ve "daima" meydana gelmiş bulunan optimum profillerin varlığını ve avantajlarını açık olarak ortaya koymaktadır.

### 3.2. Bazı Teorik Görüşler

Hidrolik sapanın, yukarıda izah edilen prensipler içerisinde çalışabilmesi olanağı ancak, keskinlerin bağlı bulunduğu pis-

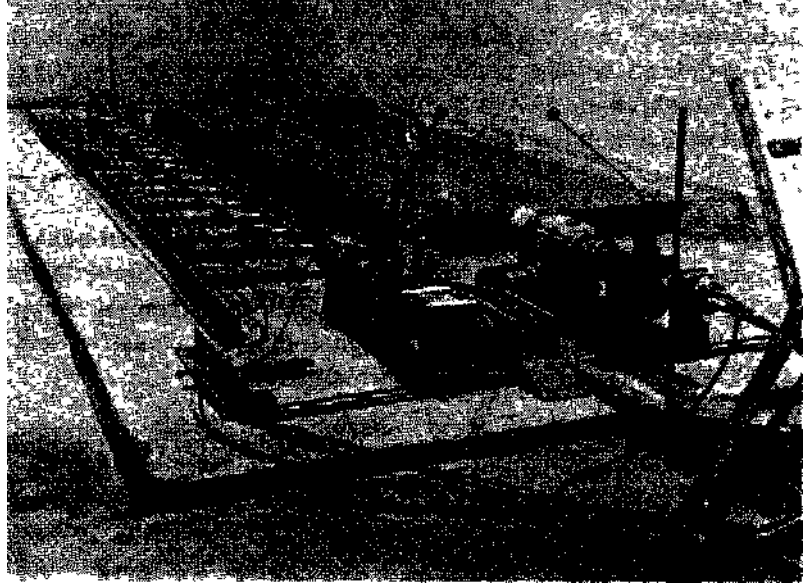
ton ve piston kolu ünitesinin silindir içinde serbest olarak çalışabilmesine, yani hareketine karşı koyan sürtünme dirençlerinin mümkün olduğu kadar düşük seviyede tutulmasına bağlıdır. Gerçekten de piston ve kolunun hareket edebilmesi için, Şekil 5'teM duruma göre;

$$2P - 2P' \leq 2F_r$$

olması gerekir. Şu halde en uygun keski düzeninin çabucak ve kolayca tesis edilebilmesi için ya  $LFr$  sürtünme kuvvetlerinin çok düşük, ya da damar stampındaki kazı mukavemeti farklılığı demek olan  $LP - LP'$  değerinin, pistonların hareketini temin edecek kadar büyük olması gerekmektedir.

$LP - LP'$  farkı damarın Özelliğine bağlıdır ve olduğu gibi kabul edilmesi lâzımgelir. Ancak, bu farkın sistemdeki hidrolik ortalama en hassas şeküde iietüebilmesi ve  $LFr$  sürtünme dirençlerinin en düşük değerde tutulabilmesi için, prensibine dokunmadan sapan yapısında bazı değişikliklerin yapılması gerekli olmuştur. Tebüg hacminin, sebepleri üe birlikte bu yapı değişikliğinin ayrıntılarına inmeye elverişli olmaması yüzünden, konuya burada değinilmeyecektir. Mamafih Şekil 6'da yeni sapan, lâboratuvarda kurulmuş olan bir model ayakta çalışırken görülmektedir.

Hidrolik sapanın fonksiyonunu yapabilmesi için "damar stampının homojen olmaması", ayrıca "muhtelif seviyelerdeki mukavemet farklarının da, pistonlara hareket verecek kadar büyük olması" gerekir. Mukavemet bakımından düz ve homojen yapıya sahip bir kömür damarım kazmak için kullanılacak bir hidrolik sapanın, teorik olarak, herhangi normal bir sapanından farkı kalmaz. Zira mukavemet farkı olmayınca keskileri taşıyan kollar da hareket edemeyecektir. Diğer yandan bir damarın "belli bir "H" mukavemetinde homojen ve uniform bir yapıya sahip olmasmdansa, bazı kısımlarının daha yumuşak olması sartiyle, büyük bir kısmının sert ve mukavim kömürlerden oluşması, teorik olarak sapanlı kazıya daha çok uygunluk gösterir" diye düşünülebilir. Çünkü bu ikinci durumda damarın yumuşak kısımlarının bir hidrolik sapanla Ön kazıya tabi tutularak, sert kısımlarının mukavemetinin "olduğundan daha



Şekil 6 — Hidrolik sapan ve model ayak.

düşük" bir değere indirgenmesi olanağı vardır. Bu noktada ortaya bir sorun daha çıkmaktadır: Damar stampındaki mukavemet farklarının asgarî değeri ne olmalıdır ki hidrolik sapanın kesikleri arzu edilen sınırlar içinde ve kolayca hareket edebilsin?

Bu soruya, ancak bütün boyutları belli bir sapan için sayısal bir cevap araştırılabilir. Bu sebeple bulunacak sayının tek bir sapana özgü olacak niteliğinden ziyade, bu değer belirlenmesinde rol oynayan etkenlerin etki dereceleri ile, keski pozisyonlarının birbirlerine göre aldıkları duruma bağlı olarak sayısal değerde meydana gelecek değişimlerin izleyecekleri yön (genel olma niteliğini taşıması bakımından) daha Önemlidir.

### 3.3. Keski Hareketlerinin İncelenmesi

Hidrolik sapandaki keskilerin hareketlerine ait hesaplamalar, ayrıntıları ile başka bir yerde izah edilmiş bulunmaktadır (6). Burada bu çalışmaya yer yer bazı atıflar yapılmak suretiyle sadece neticelerden bahsedilecektir.



orantılı bir şekilde ve geriye doğru minimum deplasman pozisyonuna geçtiği kabul edilmiştir. Bu durumda parametreler arasındaki bağıntı:

$$h_1^i = (S - S_x) + h_b \dots\dots\dots(3)$$

ve

$$\frac{h_1^i}{h_2^i} = r_2 = \frac{(S - S_x) + h_b}{E - [(S - S_x) + h_b]} \dots\dots\dots(4)$$

olarak belirlemektedir. Görüldüğü gibi  $S_x - S$  için, yani 1 no.lu keskinin ileriye doğru tam uzanması halinde, (4) bağıntısı;

$$r_2 = \frac{h_b}{E - h_b} \dots\dots\dots(5)$$

ve  $S_x = 0$  için de aynı bağıntı:

$$r_2 = \frac{S + h_b}{E - (S + h_b)} \dots\dots\dots(6)$$

şeklini almakta ve böylece keskinlerin birbirlerine göre iki uç (ekstrem) pozisyonu belirlemiştir.

Analizde keski kombinezonu olarak:

- (i) En alt sıradan iki keski dikkate alınmış ve bunların pozisyonlarının, biraz Önce anlatıldığı gibi, birbirinin aksi olduğu kabul edilmiştir (ayrık durum).
- (ii) Aynı keskinler bu defa eş pozisyonlu olarak dikkate alınmıştır,
- tiii) En alt ve en üstteki iki keski bir defa ayrık bir defa da eş pozisyonlu olarak kabul edilmiştir.

Hesaplamalar  $S_x$ 'in sıfır ilâ  $S$  arasında, eşit aralıklarla alınan 6 değeri için yapılmıştır. Alınan her pozisyonda, keskinin 1 mm'lik ilerleme yapabilmesi için gerekli denge konumları bulunmuştur. Sıfır üe  $S$  arasında böyle 6 pozisyon seçmek yerine, 3 ve 4 no.lu bağıntılardaki  $S_x$  ve  $h$  değişkenlerini bir y

değişkeni cinsinden ifade etmek ve bunu sıfır ile maksimum kurs\* değerleri arasında değiştirerek;

$$\Phi = \int_{y_1=0}^{y_n=S} Q(y) \cdot dy \dots \dots \dots (7)$$

entegrali yoluyla  $\Phi$  minimum damar mukavemeti oranlarını bulmak, şüphesiz eğrilerin daha hassas olarak elde edilmesini sağlardı. Ancak bu eğrilerin 6 noktası bulunarak çizilecek eğrilerden daha farklı olmayacağı da bir gerçektir.

### 3.4. Neticeler

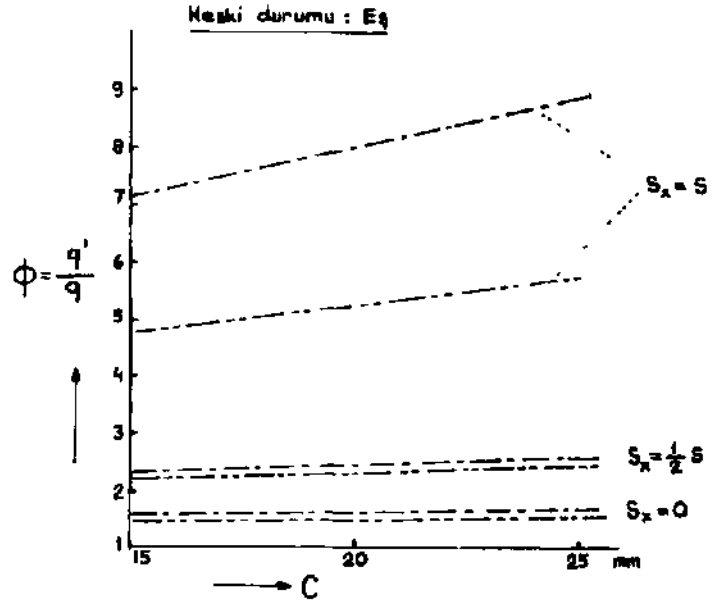
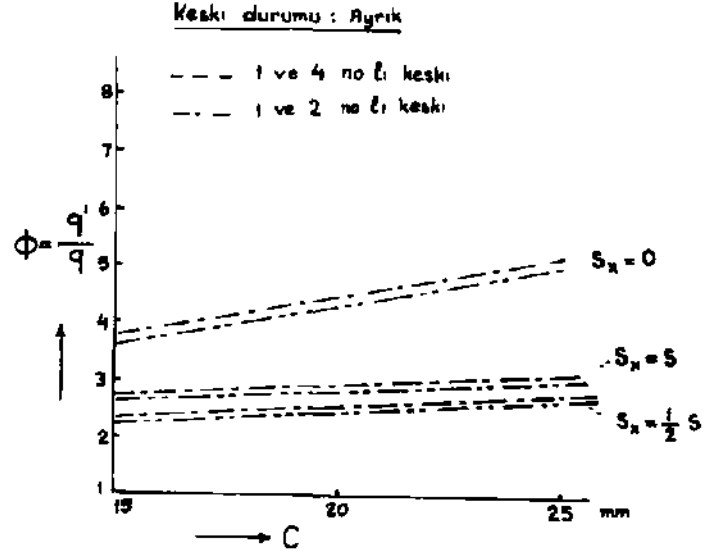
#### a) $\Phi$ ile C Arasındaki Bağını

Asgarî mukavemet oram  $\Phi$  ile C arasındaki bağıntı Şekil 8'de verilmiştir. C büyüdükçe, keskinlerin hareket edebilmeleri için damardaki mukavemet farkının da daha büyük olması gerekmektedir. Keskinler eş hareketli kazı yapıyorlarsa, 1-4 no.lu keski kombinezonu, hareket edebilmek için 1-2 kombinezonuna nazaran daha fazla mukavemet farkına ihtiyaç göstermektedir. Bunun muhtemel izah tarzı şöyledir: Keskinler ileriye doğru uzandıkça kesme derinlikleri de artmakta, ancak bu artış alttaki keskinlerde daha fazla olduğu için gereken kazı kuvveti de o nisbette fazlalaşmaktadır.

Ayrık durumlu ve aynı durumlu (eş) hareket etme şekillerine göre bu grafiklerden şu sonuçlar çıkarılabilir :

- (i) Ayrık durumlu harekette, 1 no.lu keski sıfır kurs değerine yaklaştıkça, gerekli hareketin temin edilebilmesi için damardaki mukavemet farkının da büyümesi gerekir. Bu pozisyonda ileri uzanacak olan keskinin kesme derinliği minimum değerindedir ve buna bağlı olarak, bu keskinin hareketine karşı koyacak dirençlerin toplamı da minimumdur. Bu anda öteki keski maksimum kursuna eşdeğer bir ölçüde ileriye doğru uzanmıştır. Kesme derinliği ve damardan gelen itme kuvveti de en büyük değerindedir. İlk anda, bu pozisyonda keski hareketi için gerekli mukavemet ora-

(\*) Kurs = Piston yolu, Strok.



Şekil S — Keski ucunun silindir eksenine olan uzaklığı (O) ile, damar stampındaki asgari mukavemet oranı ( $\phi$ ) arasındaki bağıntı.



hinin minimum olacağı gibi bir izlenim doğmaktadır. Bulunan netice ise bunun tersidir. Bu çelişki şöyle izah edilebilir: 1 no.lu keskiye hareket verecek olan diğer keski maksimum uzanmasını yaptığı zaman, damardan alacağı büyük itme kuvvetinin yamsıra, o ölçüde de yüksek mekanik zorlanmaların, dolayısıyla büyük sürtünme kuvvetlerinin etkisi altına girmektedir. Bu çeşitli kuvvetlerin ortak etkilerinde sürtünme kuvvetlerini daha hâkim bir rol oynadığı ve neticede, hidrolik ortama büyük bir basınç iletüemiyerek damardan beklenen mukavemet oranının da en yüksek değerinde bulunduğu anlaşılmaktadır,

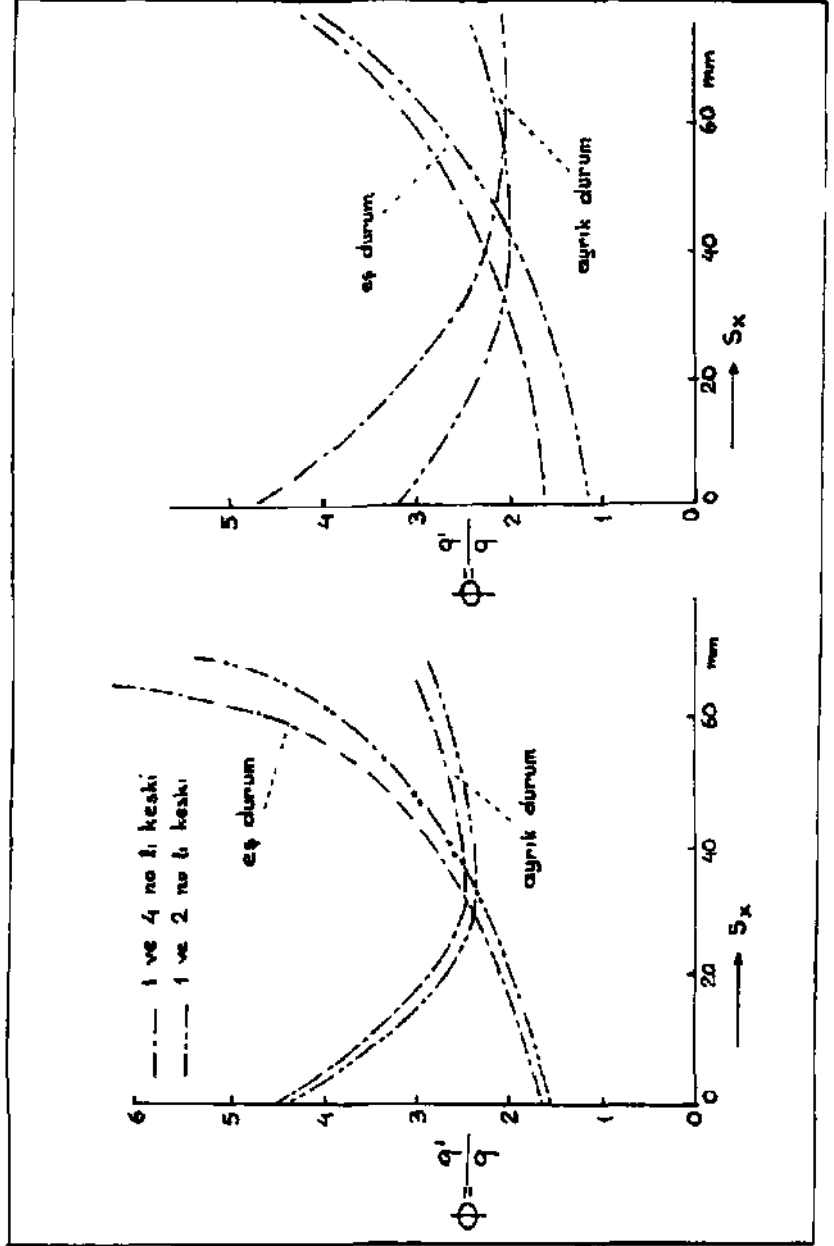
- (ü) Keski hareketlerinin sıfır ile maksimum kurs arasındaki bütün kademeleri için damar stampındaki mukavemet oranı, ayrıklı durumlu harekette 2.3 - 4.5 arasında değişirken, eş durumlu harekette bu değer aralığı 0.5 - 9 olmuştur. Buna göre ayrıklı durumlu keski hareketinin daha geniş bir kurs aralığı içinde daha uygun bir mukavemet oranı getirdiği anlaşılmaktadır. Yani ük yapılan deneylere de uygun olarak, keski uçları arasındaki mesafenin artması gayeye daha uygun düşmektedir. Bu ise giderek silindir boylarının uzanmasını gerektirecektir. Zira  $S_{x1} - S_{x2}$  farkının artması demek, S'nin büyük olması demektir.

Bununla birlikte, mekanik sorunlar dolayısıyla silindirlerin çok fazla büyütülemeyeceğini de burada belirtmek gerekir,

- b) Keski Pozisyonları ile Keski Hareketi Arasındaki Bağını

Şekil 9'da keski pozisyonlarına göre damardan beklenen mukavemet farkının değişimi görülmektedir. Eş durumlu harekette, kurs'un %50'sine kadar olan pozisyonlar hareket için uygun bir değer gösterirken, bu sınırın ötesinde mukavemet oranı değeri hızla artmaktadır.

Ayrıklı durumlu harekette ise, ilerleyen keski hareketinin başlangıç safhasında mukavemet oranı hayli yüksek iken, maksimum kurs'un dörtte biri kadar ilerleyince bu oran çabucak düşmekte ve bütün ilerleme boyunca da hemen hemen aynı değeri korumaktadır.



Şekil 9 — Keskillerin pozisyonları ile hareketleri arasındaki bağıntı.

c) Keski Açısı ile  $\langle D$  Mukavemet Oram Arasındaki Bağını gekü 10, keski açılarının keski hareketlerine ne yolda etki ettiğini göstermektedir. Bu grafiklerde bütün eğrülerin müşterek özelliği olarak görülen şey O değerinin keski açısı ile ters orantılı bulunduğu ve aradaki bağıntının da lineer olmadığıdır: Keski açısı büyüdükçe O oram azalmaktadır. Bu durum insana ilk anda ters gelmekte ve sanki küçük açılı, yani ince uzun bir keskinin kömüre daha iyi saplanacağı, dolayısıyla damarda daha az bir mukavemet oranına ihtiyaç göstereceği gibi bir izlenim uyanmaktadır. Ancak, keskiye gelen kuvvetlerden "kömüre batma" kuvvet bileşeni ile "kömürü koparma" bileşenin aynı nitelikte olmadığı burada belirtmek gerekir: Her ilerleme kademesinde keskinin kömüre sadece 1 mm saplandığı kabul edilmekle, birinci bueşen keski pozisyonundan hemen hemen bağımsız kılınmıştır. Halbuki ikinci bileşen keski açısına olduğu kadar keski pozisyonuna da bağlıdır. Neticede, grafikte de görüldüğü gibi, küçük açılı keski bazı durumlarda, hareket edebilmek için uygulamada rastlanılmıyacak kadar büyük mukavemet farklarına ihtiyaç göstermektedir.

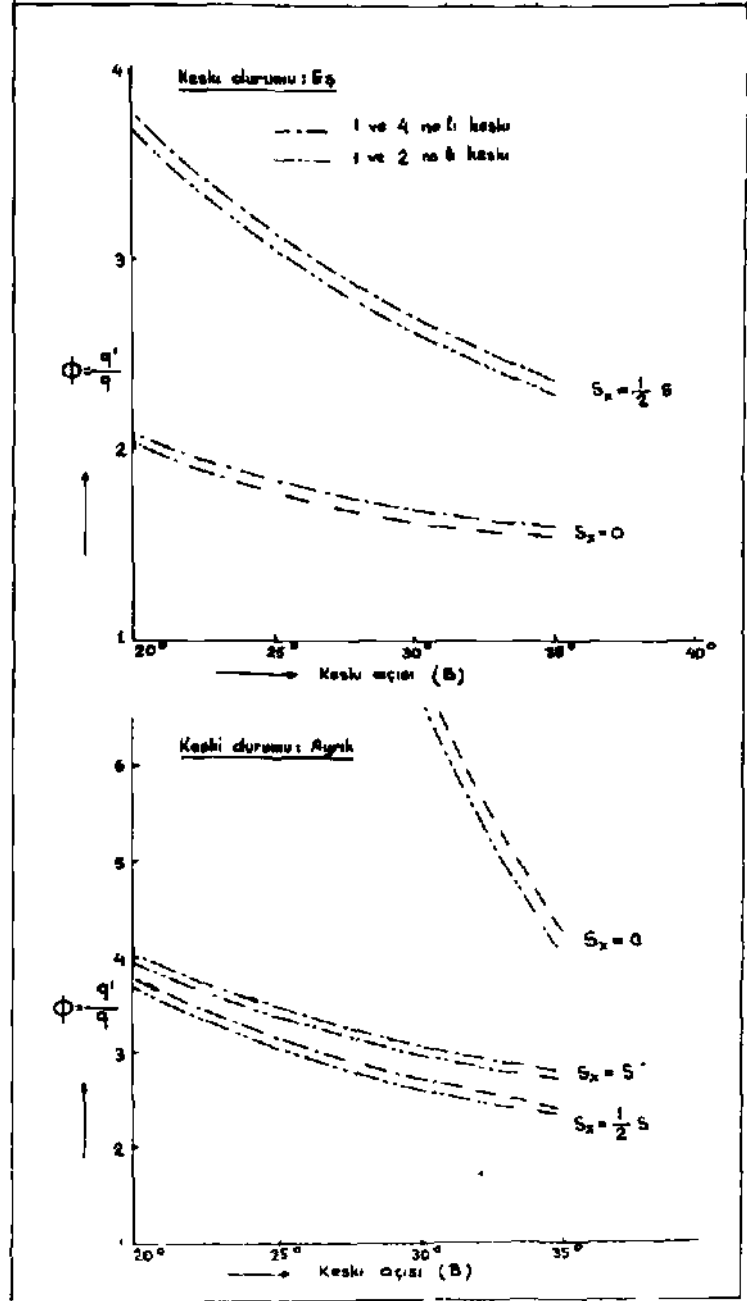
#### 4. Sonuç

Sapan, sağlam yapılı olması dolayısıyla uygulama alan gittikçe genişleyen bir kazı aletidir. Bu gelişmeye paralel olarak, son yıllarda sapanlı kazı tekniği ile ilgili çalışmalar da daha ilmi bir nitelik kazanmıştır. Keski düzenlerinin "minimum kazı kuvveti" açısından incelenmesi bunlardan biridir.

Çalışmaların bu tebliğde yer verilen bölümünden çıkarılacak sonuçları Özetlemek gerekirse, bunlar:

(i) Bir kömür damarının her bölgesi için "minimum kazı kuvveti"ni gerektirecek şekilde bir keski düzeni vardır. Damar yapısı ve mukavemetinin tavandan tabana her seviyedeki farklılığının bir neticesi olan böyle bir düzene "en uygun kazı profili" denmektedir.

(ii) Kazı süresinde keski düzenlerini daima en uygun profüde tutması sebebiyle, hidrolik sapan, "sapan tekniğindeki en yeni gelişme" gözüyle bakılabilir. Bununla beraber, henüz çözüm bekleyen pek çok sorun vardır.



Şekil 10 — Keski açısı ile asgari mukavemet oranı arasındaki bağıntı.

(iii) Hidrolik sapanın kendi prensibine uygun olarak çalışabilmesi için, damardaki mukavemet farkları küçük dahi olsa bunun, keskinler tarafından hidrolik ortama iletilebilmesi lâzımdır. Bu da ancak, piston kolu ile silindirlere arasındaki mekanik sürtünme kayıplarının minimumda tutulabilmesiyle sağlanabilecektir.

(iv) Keskin ucu ile silindir eksenindeki mesafenin, keskin hareketinin kolay veya zor olması üzerindeki etkisi büyüktür. Aradaki bağıntı lineer fakat ters orantılıdır. Yani bu mesafe ne kadar büyük olursa, keskinin silindir içindeki hareketi de o ölçüde güçleşmektedir.

(v) Keskinler, maksimum ileri uzanabileceği miktarlarının %20'si ile %80'i arasında çalışacak şekilde bir ortam bulurlarsa, damardaki asgari mukavemet farklarının hidrolik sisteme iletilmesi bakımından, oldukça uygun bir durum elde edilmiş olmaktadır.

(vi) Keskinlerin hareket edebilmesi için damardan beklenen asgari mukavemet oranının 1.5'ten başlayıp daha büyük değerlere doğru gittiği görülmektedir. Uygulamada, keskinlerin hareketi için bu kadar büyük mukavemet farklarına iki sebepten dolayı ihtiyaç hâsıl olmaz: Bir defa, bir keskinin hareketini sağlayacak hidrolik basıncı burada olduğu gibi tek değil birçok keskin birden meydana getirecektir, ikinci olarak, keskinlerin damardan açtıkları yarıklar, burada kabul edildiği gibi muntazam bir şekilde değil fakat yan kırılmaları da içine alacak şekilde meydana gelecektir.

Hidrolik sapanla yapılan kazılarda, ortalama çekme kuvvetinde %30'dan fazla bir tasarruf elde edildiğine daha önce değinilmişti. Bunun yansıması, kazı esnasında kaydedilen "maksimum çekme kuvveti" değerinde de yine büyük ölçüde bir düşme hâsıl olduğunu da burada belirtmek gerekir (7). Bu noktanın uygulama açısından önemi şurada: Gerek sapan zinciri, gerekse dişliler veya emniyet pimlerindeki bütün kopma ve arızalar hep, çekme kuvvetindeki bu "maksimum" değerler yüzünden meydana gelmektedir. Bu gibi arızalar bazı hallerde öylesine sık olmaktadır ki, böyle durumlarda sapanlı kazının ekonomisi dahi tehlikeye düşmektedir.

Sapanlı kazı tekniğindeki diğer gelişmelerin de yardımıyla bugünkü sorunları çözümlendiği takdirde, hidrolik sapanın mekanize kömür üretiminde iyi bir yer almaması için hiçbir sebep yoktur.

#### İşaretler

HŞekil 7 ve 3 - 7 No.U bağıntılar gözönüne alınarak.)  
Pistonların silindir içinde ve dışında kalan kısımlarının uzunlukları  
 $h'_{ip}, h'_a$   
hb Keski uzunluğu  
E Keski - piston kolu sisteminin maksimum uzunluğu  
C Keski ucunun silindir eksenine olan uzaklığı  
B : Keski açısı  
S : Kurs (strok) boyu  
Sx : Kurs boyunun bir değişken olarak ifadesi  
Fp Kesme kuvveti  
q, q' Keskinlerin kazı yaptığı seviyede damarın basınç mukavemeti  
 $\Phi$  tkl keskinin hareket edebilmesi için mukavemetler arasındaki  
asgari oran  $(\Phi = \frac{q'}{q})$

#### Bibliyografik Tamam

1. Sann» B.: Bisherige Entwicklung und Zukunftsaussichten des Hobeins. Technische Mitteilungen 57 (1964), H. 9, s. 411.
2. Potts, E. L. J.: The Establishment of a Ploughability Index for seams in Durham, T.L.M.E. 1956-57, vol 116, p. 97.
3. Potts, E. L. J. ve Shuttleworth, P.: A Study on the Ploughability of Coal. T.I.M.E. 1957-58, vol. 117, p. 519.
4. Roxborough, F. F.: The Effect of Subsectional Strength Variations on full Seam Ploughability. Doktora Tezi, Mayıs 1961, Durham Üniversitesi.
5. Potts, E. L. J.; Roxborough, F. F. ve Whltaker, B. N.: Experiments with the Automatic Variable Geometry Coal Plough. The Mining Engineer, Mayıs 1967, p. 539.
6. Eskikaya, Ş.: An Investigation Into the Application of the Variable Geometry Technique to Longwall Coal Planning Systems Using Scale Models. Doktora Tezi, Ekim 1970, Newcastle Üniversitesi.
7. Evans, I. ve Murrel, A. F : Wedge Penetration into coal Colliery. Engineering, January 1962.
8. Roxborough, F. F. ve Eskikaya, Ş.: An Investigation into Some Aspects of Coal Plough Systems Design Using a 1/4 Scale Dynamic Model. The Mining Engineer, November 1971, No. 134.