

## UZUN AYAKLARDA TAHKİMAT ESASLARI H — ÇELİK TAHKİMAT

Tacettin ATAMAN\*

özet

özellikle kömür ocaklarında, uzun ayaklarda üretimin makineleştirilmesi ancak ayakta direksiz bir aim sağlanması ile mümkün olmaktadır. Bu ise ancak uzun ayaklarda çelik tahkimat kullanılmakla olur. Her ne kadar, bundan önce, 1971 yılı Madencilik Bilimsel ve Teknik Kongresi'nde sunmuş olduğum "Uzun Ayaklarda Tahkimat Esasları" 1 - Ağaç tahkimat, başlıklı tebliğde, altına dik ağaç sarmalar kullanmak suretiyle direksiz bir ayak alın sağlanması mümkün ise de, alma dik ağaç sarmalar ve direklerin çelik tahkimata göre daha pahalı olması ve ağaç direklerin sökülüp takılmasındaki güçlükler hesaba katılınca çelik tahkimatın uzun ayaklarda kullanılmasının önemi kendiliğinden anlaşılır.

Bu tebliğde ancak sürtünmeli - ayarlı demir direklerden bahsedilecektir. Geriye kalan ayarlı hidrolik direkler, çelik sarmalar, ve nihayet yürüyen tahkimat konulan ise önümüzdeki kongrede bir tebliğ veya Madencilik Dergisi'nde bir makale olarak sunulacaktır.

### Abstract

In the Supporting problem of the long-wall faces, steel supporting provides a prop-free face which is very important in face mechanization in long wall mining. Although in my paper of title: "supporting principles in long-wall faces: timbering" offered to the mining congress of 1971, it was

(\*) Assoc. Prof. Dr., Orta Doğu Teknik Üniversitesi - Ankara

shown that, even with timber caps perpendicular to the face, it is possible to establish, a prop free face. But as timber supporting being much more expensive and time consuming, steel supporting is becoming very important in long wall mining.

In this paper only friction type steel props are discussed and hydraulic props, steel caps and finally powered supports will be the subject of another paper in the next mining congress or they will be taken in hand in an article of "Maden-cilik" periodical later on.

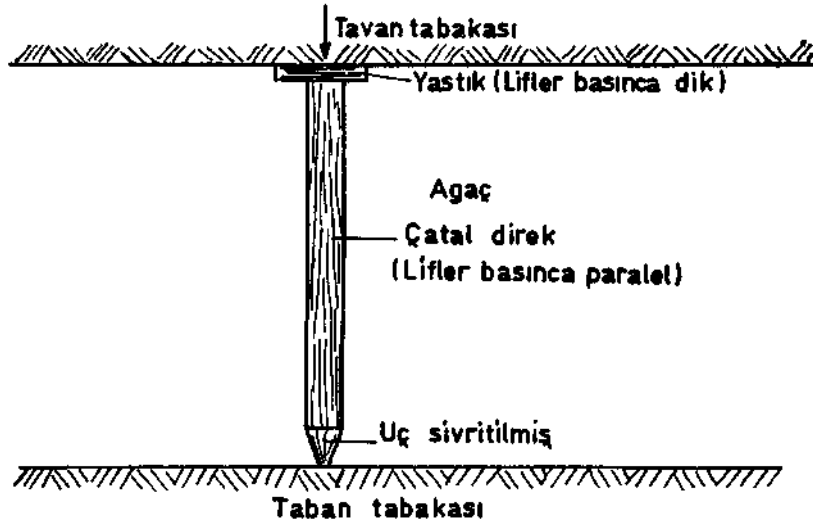
## I — Çelik Tahkimat Hakkında Genel Bilgiler

Çeliğin ağaca göre daha yüksek dayanımlı olması ve çeşitli mekanizmalara (mafsal, iç-içe kayabilen teleskopik biçimler v.b...) uygun şekillendirilebilmesi ve bu mekanizmaların ağır yükler altında bozulmadan kullanılabilmesi, en sonunda madencileri çelik tahkimat elemanlarını imâl etmeye adetâ zorlamıştır (1). Yalnız Almanya'da, 1900 yılından 1955 yılına kadar, demir direkler konusunda alınmış olan patent sayısı 897'dir.

Yeraltında açılmış olan boşlukların tahkimi, madencilerin her zaman en önemli bir sorunu olmuştur. Bir uzun ayakta ağaç direklerle yapılmış olan tahkimatta en önemli hususlardan biri, madencinin, çalışılan kömür damannın kalınlığına uygun boyda sağlam ağaç direk bulabilmesidir. Ayrıca, istenen uzunlukta, düzgün ve çapı pek değişmeyen sarmalık sağlam direkler bulmakta kolay olmamaktadır. Ağaç - direk yapılan uzun ayak tahkiminde madenci, direk yoğunluğunu (beher m<sup>2</sup> tavan alanına düşen çatal direk sayısını), kendi tecrübesi ve ustalığı sayesinde, çalışılan damarın kömür, tavan ve taban tabakaları şartlarına göre, kendisi tayin eder. Yani işin içinde insan faktörü önemli bir rol oynar. Kullanılan çatal direklerin baş tarafına, tavan basmama dik yönde elyaflan bulunan sarmaları veya birer yastık koymakla, veya çatal direğin taban taşma gelen ucunu sivrilterek (Şekü: 1), tavan basıncının artması halinde, tahkimata bir esneklik sağlanır.

Yapılmış olan laboratuvar deneyleri sonucunda, tepesine bir sarma veya yastık konmamış ve tabana gelen ucu da sivrütü-

memiş bir ağaç direk, çapına ve direğin oluştuğu ağacı cinsine göre, 20-30 tonluk bir yük altında bir kaç mm.'lik bir esneme-den sonra kırılmakta ve bir daha da tahkimatta kullanılmamaktadır. Halbuki çelikten veya hafif metalden yapılmış ayarlı direklerin bir çok avantajları vardır:



Sekil: 1

1 — Metalden yapılmış ayarlı direkler (ister sürtünmeli ister hidrolik) aylar boyunca tekrar tekrar kullanılabilir. Ortalama kayıp ayda %1 olmakla, ortalama ömürleri 50 ay yani dört yıldan çok olmaktadır. Hernekadar ilk tesis masrafları yüksek ise de, en çok iki haftada, ağaç direklere göre bedellerini ödemektedir. Geri kalan aylarda büyük çapta tasarruf sağlamaktadır.

2 — Çelik tahkimat sayesinde, ayakta pratik göçük önlenmekte ve işçilerin emniyeti büyük nisbette artmaktadır.

3 — Ayakta direk olmayan bir aim (prop free face-stempel-frei Abbau Front) sağlanabilmesi çelik tahkimat ile çok kolay olmakta ve böylece ayakta aim mekanizasyonu kolaylıkla uygulanabilmektedir.

4 — Kolaylıkla sökülüp takılmaları sayesinde ayak tahkiminde hem işçilikten ve hem de zamandan tasarruf sağlamaktadır.

## II — Çelik Tahkimatın Sınıflandırılması

Ayaklarda kullanılan çelik tahkimat başlıca üç sınıfa ayrılır:

- A. Münferit, sürtünmeli, ayarlı demir direkler ve çelik sarmalar,
- B. Münferit, hidrolik-ayarlı demir direkler ve çelik sarmalar,
- C. Birden çok hidrolik-ayarlı demir direklerle mafsallı ve birbiriyle bağlantılı çelik sarmalar ve itici silindirleri olan geniş taban parçalı: yürüyen tahkimat.

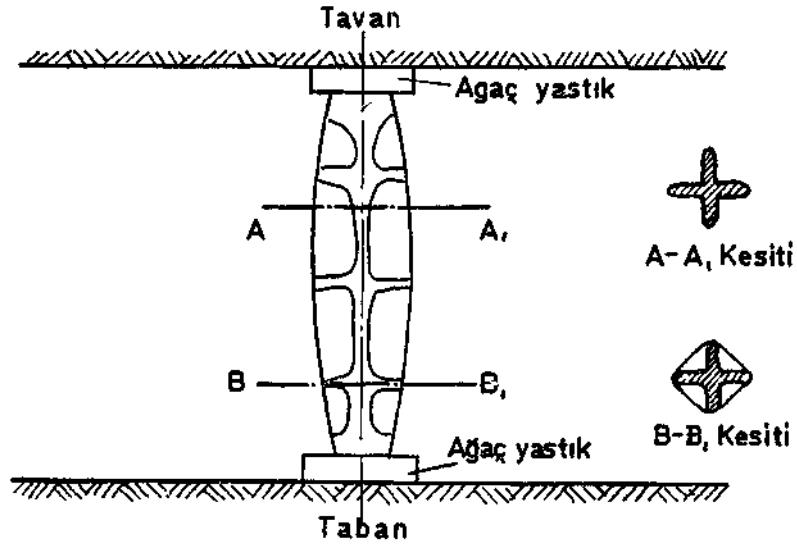
### A. Sürtünmeli - Ayarlı Demir Direkler

Tarihçe: İlk demir direkler İngiltere'de kömür ocaklarında 1852 yılında kullanılmaya başladı: (Şekü: 2). Şekilde görülen bu direkler dökme demirden yapılmış rijit direklerdi. Başına ve tabanına konan ağaç yastıklar (sıktırmalar) üe hem direğe ilk yük sağlanmakta ve hem de biraz esneklik sağlanabilmekte idi. İngiltere kömür ocaklarında damar kalınlıklarının pek değişmemesi, bu ayarsız ve tek parçalı demir direklerin kullanılması mümkün olmakta idi. Almanya kömür havzalarında ve diğer Avrupa memleketleri kömür havzalarında ise kömür damarı kalınlıkları aym kalmadığı için, bu ocaklarda iç-içe kayabüen, iki parçadan oluşmuş ayarlı demir direkler kullanılması gerekli olmuş ve dolayısıyla Avrupa ülkelerinde ayarlı tipte demir direkler gelişmiştir.

Bu teleskopik, ayarlı demir direkler, ya iki parçayı biribirine sürtünme esasma göre bağliyan bir kilit-düzenle donatılarak sürtünmeü-ayarlı demir direkler haline getirilmiş yahut da iç direk, esnemeyen hidrolik bir ortamla ve bu ortamı belli bir yük altmda salıveren bir supap üe teçhiz edümele suretiyle hidrolik-

ayarlı demir -direk ortaya çıkarılmıştır. Dr. F. Spruth (2) a göre sürtünmeli, ayarlı demir direkler, karakteristik eğrilerine göre üç grupta toplanır: (Şekü: 3)

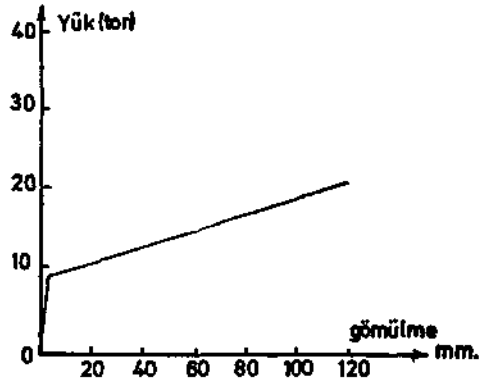
- 1 — Kamalı düzeni olanlar,
- 2 — Servo-elementli olanlar,
- 2 — Kelepçeli olanlar.



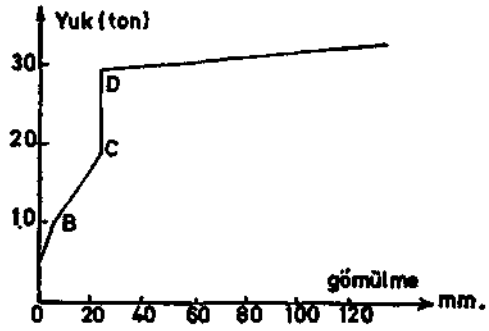
Şekil- 2 Eski İngiliz tipi  
demir- döküm direk

Bütün sürtünmeü-ayarlı demir direklerde, iç-içe kayan parçalarda, iç direk üe kilit veya kelepçe düzeni arasmdaki sürtünmede, statik sürtünme katsayısı (çelik-toz-çelik) dinamik sürtünme kat sayısından daha büyük olduğu için, ayaklarda, tavan basma altında çalışırken, Şekü: 3'de verilmiş olan ve labotuvarda yapılan yükleme deneyleri sonunda elde edüen karakteristik eğrilerden farklı bir karakteristik eğri verecek şeküde davranırlar. (Şekü: 4)

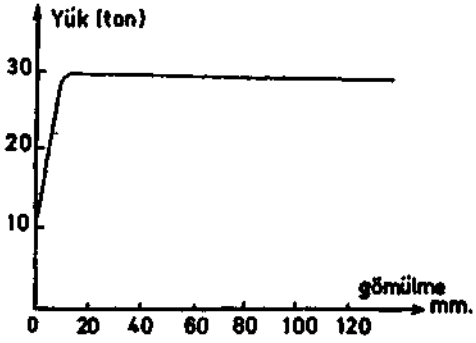
a: Kamalı olanlar



b: Servo elementli olanlar



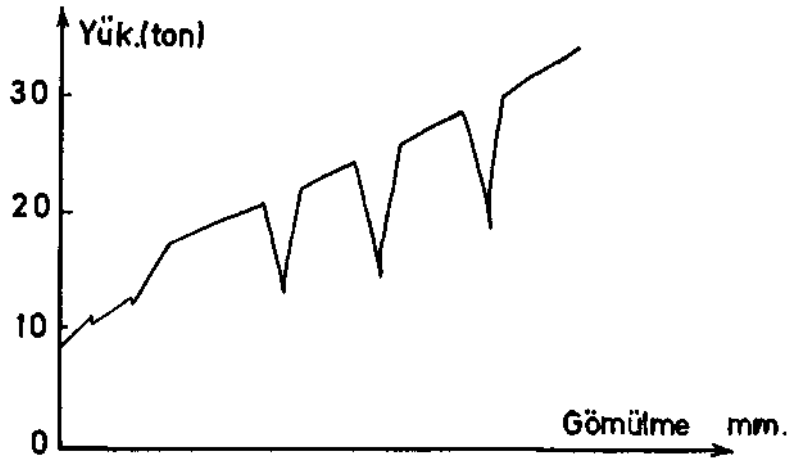
c: Kelepçeli olanlar  
(Hidrolik direklerin karakteristiği gibi)



Şekil: 3 Sürtünmeli - ayarlı demir direk tipleri

Burada, demir direğin üst kısmını oluşturan iç direk, zaman zaman âni gömülmeler ve âni sıçramalar yapmaktadır.

Alman imalâtçılarının hangi tiplerde sürtünmeli - ayarlı demir direk yaptıkları çizelge: 1 de verilmiştir.



Şekil:4 Ayakta çalışan bir kamalı demir direk

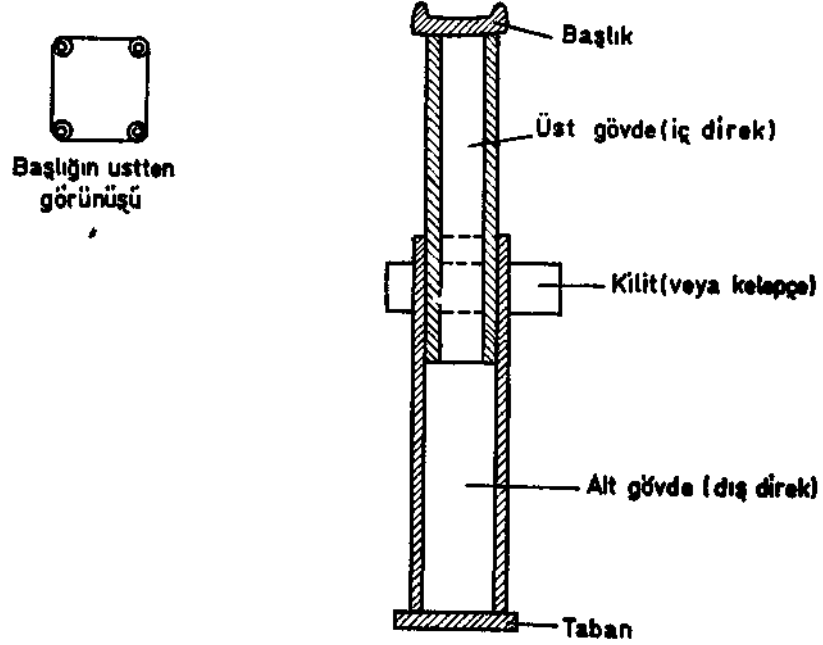
Not: Servo-element mekanizması: Sürtünme katsayısı farklı olan iki yüzeyi olan bir metalik parçanın üst direk (iç direk) ile kelepçe arasında, kelepçe ile temas eden yüzeyinin nisbeten kolaylıkla kayarak (resimde BC arası) bir engele gelmesi ve bu engele dayandıktan sonra, üst direğin yüksek sürtünme katsayısı ile güçlükle gömülmesi ise CD kısmının oluşmasına yol açar. Şekil: 3-b. Bu sisteme servo-element mekanizması denir.

#### İÜ — Sürtünmeli - Ayarlı Demir Direklerin Yapısı

Sürtünmeli ayarlı demir direkler başlıca üç kısımdan oluşur. (Şekül: 5)

1. Üst gövde (iç-direk) : başlık ile üst kısımdan oluşur.
2. Alt gövde (dış-direk) : taban ve alt kısımdan oluşur.

3. Kilit (veya kelepçe) : alt gövdenin basma yerleştirilen bu düzen, üst gövdenin alt gövde içinde, ancak büyük yüklerin direğe gelmesi sonucunda yavaş yavaş kaymasını sağlamak için yapılmıştır (Şekil: 5).



Şekil : 5

1 — t ç Direk

a) Başlık, genellikle, demir direk tepesine konacak çelik veya karma tahkimatta ağaç sarmayı kavrayacak ve yanlara doğru kaymalarını önleyecek dört adet meme ile donatılır. Bazı hallerde bu başlıklar, ağaç sarmayı kavrayacak ay şeklinde yapılmıştır. Bu başlıklar, tavandan gelen yükleri üst gövdeye kilit tertibatına iletir ve ondan da bu yükler sürtünme mukavemeti dolayısıyla alt gövdeye ve tabana oradan da taban tabakasına iletilir. Bu başlıkların malzeme şekli ve boyutları, bazen 50 tona kadar çıkabilecek yüklere dayanabilecek ve kalıcı bir deformasyon göstermeyecek tarzda seçilmelidir.



b) Üst gövde: Başlığın genellikle elektrik kaynağı ile tesbit edildiği üst gövde çelik profillerden veya bazı direk tiplerinde silindir şeklinde bükülmüş kaim çelik saçlardan yapılır.

Üst gövde ile alt gövdenin profil şekli Uerinin teleskopik (iç içe kayabilen) silindirler olması, birim ağırlığa düşen en yüksek dayanımı sağlaması bakımından, en uygun şekildir. Ancak bazı pratik mülahazalar bunu sakıncalı kılmaktadır. **örneğin:** ayarlı demir direkler ayakta kullanılır iken, ayak arkasının göçertildiği hallerde, arkadan düşen büyük taş parçalarının arkasındaki direklere çarpması üe, silindir profillerinde meydana gelebilecek çöküntü ve şişmeler iç-içe kaymayı önleyebilir. Ayarlı demir direklerin kullanılma koşulları çok ağırdır ve bu direklerin çok dayanıklı ve sağlam olmaları zorunludur.

## 2 — Dış Direk

İç direğin içine girip kilit aracılığı ile içinde kaydığı kısımdır. Dış direk: alt gövde, kilit ve tabandan oluşur.

**a) Alt gövde:** Alt gövdeden beklenen hususlar da şunlardır:

1 — Üst gövde - kilit yolu üe gelen direk yükünü tabana iletme,

2 — Baş kısmında küit düzenini taşımak,

3 — Üst gövdenin alt kısmının kendi içinde, yük arttıkça kayabilmesine engel olmamak,

4 — Demir direğe ük yükün verilme düzeninin çalıştırılmasına elverişli olmak,

5 — Diğer elemanlar gibi, maksimum yük altında kalıcı bir deformasyon göstermemek.

Demir direk imalâtçıları, bir sürtünmeli, ayarlı demir direk tipinin dizaynını hazırlarken, bütün bu hususların yanında, ayrıca direğin mümkün olduğu kadar hafif ve yeraltı koşullarında sağlam ve dayanıklı olmasına çalışırlar.

## Çizelge: 1

### Batı Almanya'da Hâlen Demir Direk İmâleden Firmalar ve bunlara Ait Demir Direkler: (2)

Sürtünmeli Demir Direkler			Hidrolik demir direkler
1 — Ağaç yastıklılar	2 — Servo-Elmanlılar	3 — Karakteristik eğrisi yatay olanlar	4 — Karakteristik eğrisi hemen dikelenler
a — Eski model: iç direğe çok konik olan direkler. -Gerlach: Model 37 ve 47. — GHH - AZ ve DZ: Çifte kamalı direk-ler. i — Yeni model. İç direği az konik olan direk-ler.	- Becorit D50, F40, CSO: Yuvarlak kamalı gerdirmeli sürtünme. -Radbod: Kuyruklu kama ve yuvarlanma sürtünmeli. — Reppel - Ardey: Kuyruklu kama ve yuva izli sürtünmeli. — Rothe Erde - Buschmann: Yüzleri itinalı bitirilmiş, kuyruklu kamalı.	Bunlardaki bilezik yükü anma yüklerine eşittir. • GHH - Torsions: iç direği kare kesitli (dört kenarı da sıkışık) • Schwarz-Kiemring : Bilezik gerilmesi her yerinde aynı olan (Her iki bilezikte de).	• Gerlach Duplex ve Duplex 60: Dönen kollar. • Gerlach Tandem: Çifte kamalı kilitli -GHHS: (Altı katlı) Çifte kamalı kilitli üç yüzeyi sürtünmeli kama - aşık parçalı. • Wanheim vierfachen: Dört yüzü sürtünmeli. a- Tulumbası ile birlikte olanlar: — Salzgitter - Hydraulik: (Dowty - Monarch). — Wanheim H 58 i — Merkezi bir tulum-baya bağlı olarak çalışanlar. — Klöchner - Ferro-matik. — Kronprinz GI-17 ve 18.

GHH ve AB ve DR: —Schwarz-Universal: —Schwarz-Hydrok- —Wanheim Duplex - —Thyssen - Noé.  
Çifte kamalı ve sür- Kayıt lamalı ve zin- lemmring: Bir bile- super: Dört yüzeyi Z.  
tünme yataklı di- cirli kaması olan. zigi hidrolik geril- sürtünmeli ve kol \_\_\_\_\_  
rekler. meli olan. hareketli. -Wanheim H 60/40  
— Wanheim Lamellen: Lama demirleri ile —Wanheim Rohria- —Wiemann - Ring: " ~ \* ^ c  
sürtünme ve kuy- mellen: Altı yüzeyi Dört yüzeyi sürtün- ( B o c h u m e r Eisen-  
ruklu kamalı. de sürtünmeli olan. meli ve sürtünme ' —.Bnnrit  
— Wiemanz Alco 2: —Wiemann Alco: 1 Dört sürtünme yü- —Wiemann Alo: Çifte necorw.  
Diyagonal kuyruklu kamalı. zeyli. —Wiemann Alo: Çifte kamalı kilitli ve sürtünme yüzeyleri egrl.  
—Wiemann Bio: Sür- tünme yüzeyleri eğ- ri.

**b) Taban:** Alt gövdenin tabanım oluşturan bu kısımda aranan nitelikler ise şunlardır:

1 — Ayarlı demir direğe gelen ve başlık - üst gövde - kilit - alt gövde yolu üe tabana kadar üetilmiş olan yüklere karşı yeteri kadar dayanıklı olmak.

2 — Ayaktaki taban taşına gömülmiyecek kadar geniş alanlı olmak. Bu iki husus sağlandığı takdirde, ayarlı demir direk, ondan bekleneni yerine getirebuecektir. Ancak taban tabakasını oluşturan taş, zamanla sulu veya rutubetli koşullarda, dayanımını (basma ve makaslamaya karşı dayanımını) kısmen veya tamamen kaybedecek nitelikte ise, geniş tabanlı demir direkler kullanılması veya eldeki mevcut demir direklerin tabanlarına geniş taban parçalarının geçirilmesi (pabuç) gerekir. Bazı kömür damarlarının taban taşları küli veya yumuşak şisttir. Bunlarda kömür kazı havesinde, örneğin  $120 \text{ kgf/cm}^2$  olan basma dayanımı bir gün sonra  $80 \text{ kgf/cm}^2$ 'ye ve iki gün sonra da  $40 \text{ kgf/cm}^2$ 'ye kadar düştüğü görülmüştür (su veya rutubet temasında taban taşının yumuşaması) (2). Bu takdirde, kazı havesinde: taban alan  $200 \text{ cm}^2$  olan direğin en büyük yükü:  $P_j = 200 \times 120 = 24000 \text{ kgf} = 24 \text{ tondur}$ . Bu yük, iki gün sonra:  $P_a = 200 \times 40 = 8000 \text{ kgf} = 8 \text{ ton}$  olabuecektir. (Direğin taban taşma gömülmiyerek taşıyabueceği en büyük yük). Direk tabanına, alan  $600 \text{ cm}^2$  olan (örneğin  $24 \times 25 \text{ cm}$ . boyutunda) bir parça takılırsa, göçük havesinde olan demir direğin tabana gömülmeden taşıyabueceği en büyük yük:

$$600 \times 40 = 24000 \text{ kgf} = 24 \text{ ton olur.}$$

Taban alanını artıran pabuçların kullanılması halinde:

özellikle demir direklerin sökümünde, işçüer taraf ından göçükten kurtarılnamakta ve dolayısıyla kaybedilmektedir. Bu sakinanın dışında, bu pabuçlardan oldukça faydalı sonuçlar elde edilmektedir (2).

Bu duruma göre, bir ayakta kullanılacak çelik tahkimat elemanlarının seçilmesinde aşağıdaki faktörlerin hesaba katılması gerekir:

1 — Ayak arkasının göçertilmesi veya kısmî veya tam olarak ramble edilmesi hallerinden hangisinin uygulanacağı,

2 — Tavandan direklere gelebilecek azamî yük,

3 — Taban taşının basınç dayanımı ve bu dayanımın zamanla ve rutubetli ortamda değişip değişmediği. Şayet böyle bir değişme varsa bu değişmenin derecesi hususlanmn bilinmesi gerekir.

Sürtünmeli, ayarlı demir direklerin boyları, kullanılacakları ayaklardaki damar kalınlıkları ve bu kalınlıkların ayak boyunca ve pano uzunluğunca arzedeceği değişmelere göre değişir. Alman imalâtçıları Ruhr havzasının damarlanm kalmık değişmelerine göre, ayarlı demir direklerin boylarım ve bu boy-lara göre değişen gövde kesit boyutlarını standartlaştırmalarıdır. Bu normlara göre direk boylan ve gövde kesitleri boyutlan da verilmiştir. Bu tebliğin yazan, Türk Standardları Enstitüsü neşriyatı olarak, ayarlı demir direkler standardının hazırlanma sınıda da emeği geçmiştir: (T.S. 625 Ayarlı demir maden direkleri (sürtünme kilitli) )

c) **Kilit düzeni:** Kilit düzenleri, üst gövdenin (iç direğin) alt gövde (dış direk) içinde, yük altında mukavemet göstere-rek, yük arttıkça kaymasını sağlar. Çeşitli kamalan, bazı direk tiplerinde ezilmeye kadar giden sert ağaç (örneğin: gürgen) yastıklan ihtiva eden çelik ve kelepçeden oluşan kilit düzeni, her imalatçı firmanın kendi patentine göre değişir. Sürtünmeli, ayarlı demir direk sarma altına yerleştirilirken, ilk önce kilitteki tesbit kaması gevşetilir ve üst gövde el üe yukan çeküerek, direk tabam taban taşma ve başlığı da sarma altına gelecek şeküde iyice yerleştirilir ve ük yük verme düzeni üe, tesbit kaması hafifçe sıkıştırılmış direğin üst gövdesi, ük yükü alacak kadar, tavan-taban arasında gerdirilir. Ondan sonra kilitteki tesbit kaması varyoz üe yerine çakılarak demir direk ile yükünü alacak şeküde tesbit edilmiş olur. O halde, sürtünmeli, ayarlı demir direklerde kilit düzeninden beklenen özellikler şunlardır:

1 — Üst gövde ile alt gövde bağlantısını, direğin maksimum yük altında iken, emniyetle sağlaması.

2 — İlk yükten sonra, artan tavan yükü altında, belli bir kural içinde demir direğin esnemesini (üst gövdenin alt gövde içinde kaymasını) temin etmek (demir direk karakteristik eğrileri, belli kuralı gösterir). Bu belli kural, imalatçı firmanın vermiş olduğu yük-esneme diyagramı ile belirtilir.

3 — içindeki kamalar ve bazı tiplerde sert ağaç yastık düzeninin küt gövdesine yaptığı yan basınç ve bu basıncın doğurduğu yüklere, en zor durumlarda büe, dayanabüecek ve kalıcı deformasyon vermeyecek şeküde dayanıklı olması.

4 — Kullanıldığı ayak şartları içinde (kömür tozu, taş tozu ve rutubet ihtiva eden hava temasında), ihtiva ettiği mekanizmaların rahatlıkla çalıştırılabilmesi.

5 — Anî yük artmalarında oluşan darbe etkilerine karşı dayanıklı olması.

Şekü: 6'da bazı kilit düzenleri, bir fikir vermek üzere, verilmiştir. Bu çeşitli küt düzenleri, sürtünmeli-ayarlı demir direklerin yük-esneme (gömülme) karakteristik eğrilerini tayin eden ve direğin, ayakta, yük altında çalışma şeklini saptayan mekanizmalardır. Servo-elemanlı direklerde (çizelge: 1) küt içine yerleştirilmiş özel çelikten yapılmış yastık parçaların iki paralel yüzeylerinin ayrı sürtünme kat sayısını verebilmesi sayesinde servo-eleman fonksiyonu sağlanabümektedir.

Çizelge: 2'de Alman normlarına göre, sürtünmeli-ayarlı demir direk boylan verilmiştir.

Her **12** değeri 1/in iki değerine karşıdır. örneğin:

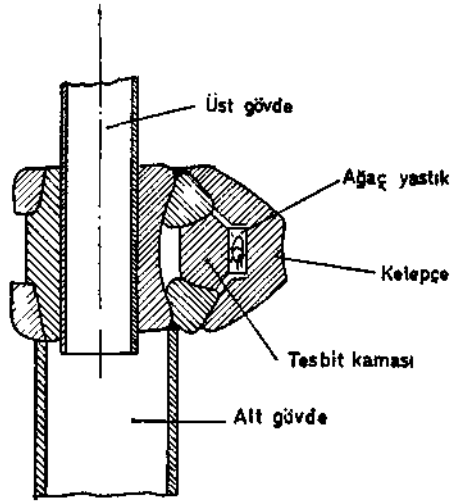
%: 2830 hem 1^: 4000 ve hem de %: 3550 için geçerlidir.

Bütün bu boyların en çok kullanüanları:

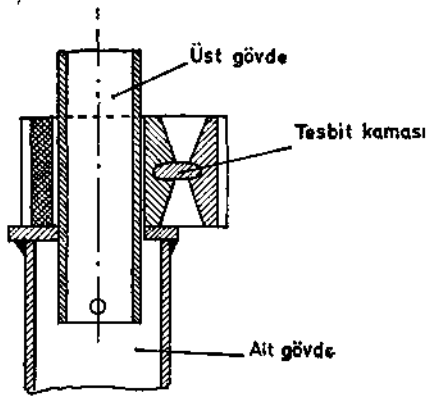
11.\* 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 2800, 3150. Üst gövde ile alt gövdeyi oluşturan profillerin kesit boyutları, direk boyları arttıkça, bunlara aynı dayanımı sağlayabilmek için artırılmaktadır. Direk ağırlıkları da ona göre artmaktadır.

#### **IV — Sürtünmeli - Ayarlı Demir Direklerin Karakteristik Eğrileri**

Bu direklerin yük-esneme eğrileri, laboratuvarlarda yapılan yükleme deneylerinde elde edüen ve imalâtçı firması tara-



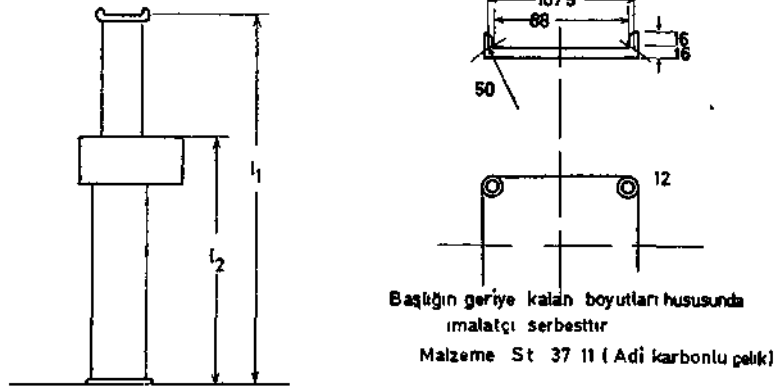
Gertach 47 model demir  
direk kilit düzeni



Becorit - H modeli demir  
direk kilit düzeni

Şekih6 Bazı kilit düzenleri

ÇİZELGE · 2  
Alman normlarına göre sürtünmeli - ayarlı demir direk  
boyutları DIN 21001  
Aralık 1948



L <sub>su2</sub> atılmış boy mm	400	500	560	630	710	800	900	1000	1120	1250
l <sub>1</sub> "	1400	1600	1800	2000	2240	2500	2800	3150	3550	4000
i <sub>2</sub> <sup>+15</sup> / <sub>-20</sub>	780	880	980	1080	1200	1330	1630	1980	2380	2830

findan bu direklerin ayaklarda kullanıldıklarında, bu eğrilere göre yük alıp esneklik gösterecekleri iddia edilen eğrilerdir.

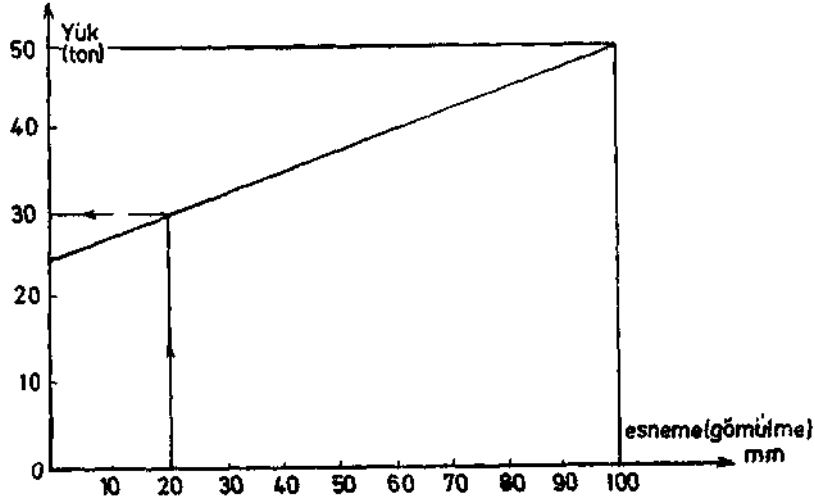
Laboratuvarlardaki ortam koşulları (ısı, havada ve direk parçalarının yüzeylerindeki toz ve rutubet), ayaklardakinden farklı olması ve ayaklarda kullanılan direklerin iki-üç gün değişen yüklere mâruz kalması ve laboratuvarında bir direğin belli bir sürede yüklenmesine karşılık ayakta kullanılan bir sürü direğin bilinmiyen sürelerde farklı yüklerle yüklenmesi ve beraberce çalışmaları, imalâtçıların bu iddialarının pekte varit olmadığı kanısını uyandırmaktadır. Buna rağmen, yine de laboratuvarındaki bu kısa süreli yükleme deneylerinden elde edilen bu yük-esneme karakteristik eğrileri, sürtünmeli-ayarlı demir direklerin çalışma şekilleri ve maksimum yük değerleri hakkında madencüere ışık tutmaktadır.

gekü: 3'te çeşitli tiplerdeki maden direklerinin laboratuvarında yapılan yükleme deneylerinde elde edilen yük-esneme karakteristik eğrileri görülmektedir.



Dr. O. Jacobi'nin Essen-Kray araştırma merkezinde yapmış olduğu uzun araştırmalarında elde edilen sonuçlara göre, uzun ayaklarda kullanılacak sürtünmeli-ayarlı bir tip demir direğin karakteristik eğrisi, Şekil: 7'de gösterilen şekilde olmalıdır.

Buna göre, ayaklarda kullanılan sürtünmeli-ayarlı demir direklerin yükleri, günün her saatinde, gömülmeyi ölçmek suretiyle ve yukarıdaki Şekil: 7'deki eğri yardımı ile kolaylıkla tayin edilebilir. Şöyleki :bu tip bir demir direk kurulduğu anda başlık altı-kilit üst yüzeyi arasındaki mesafe ölçülür:  $l_1$  ve bir yere not edilir. Sonra direğe gelen yükün ölçüleceği anda, yine aynı direğin başlık altı-kilit üst yüzeyi arasındaki mesafe yine ölçülür:  $l_2$ ;  $l_1 - l_2$  farkı mm. olarak esnemeyi (gömülmeyi) verir. Bunu karakteristik eğri de x eksenine koyarak ona tekabül eden yük eğri üzerinde bulunur. (Şekül: 7) örneğin:  $l_1 : 400$  mm.,



Dr O Jacobi'nin önerdiği sürtünmeli-ayarlı demir-direk tipinin karakteristik eğrisi.

1B: 380 mm. ise:  $l_2 = 400 - 380 = 20$  mm. esnemeye tekabül eden yük = 30 ton bulunur. Ancak, yukarıda açıklandığı gibi, dinamik sürtünme kat sayısının statik sürtünme kat sayısından (çelik-toz-çelik) küçük olması nedeniyle, ayakta, yük

altmda çalışan sürtünmeli-ayarlı demir direkler, Şekil: 4'de görüldüğü gibi, âni gömülmeler ve sıçramalar yaptıkları için, karakteristik eğrileri zik-zaklar arz etmekte ve bu nedenle gömülmeden yüke geçiş net ve kesin olamamaktadır.

### **V — Sürtünmeli - Ayarlı Demir Direklerde İlk Yük Verme Düzenleri**

Sürtünmeli, ayarlı demir direklerin kurulmasında, sarmayı tavan taşıma ve direk tabanını da taban taşına bastırarak direk-sarma tahkimat elemanların bir ilk yükün verilmesi aşağıdaki faydaları sağlar:

1 — Tavan konverjansının ve taban kabarmasını kısmen önler.

2 — Direk-sarma düzenini, tavan ve taban tabakaları arasında sıkıştırarak, bunların bilhassa meyilli-ayaklarda, düşmesini (yıkılmasını) önler. Böylece, bu yıkılmalara karşı işçileri ve ayaktaki diğer malzemeyi de korur.

**İlk** yük verme düzenleri, direk imalâtçıları tarafından, direğin özelliklerine göre ve birer patent konusu olarak yapılır. Bunlardan en çok kullanılanları aşağıda sırasıyla verilmiştir.

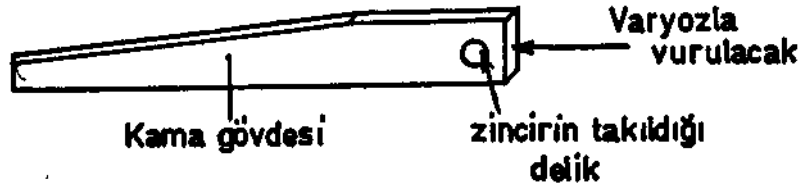
#### **a) Kamalı Düzenler**

Direklerin alt gövdelerinde karşılıklı açılmış yarıklara sürülen ve kama şeklinde olan çelik parçalarının üst yüzeyleri, alt gövde içinde bulunan üst gövde tabanını yukarıya kaldırır. Ondan sonra da daha yüksek düzeyde bulunan ve birinci yarıklar yönüne dik yöndeki karşılıklı yarıklara ikinci bir kama sürülerek üst gövde biraz daha yukarı kaldırılır. Bir üçüncü kama yerine ilk sürülen kama varyozla sökülerek daha üst düzeydeki yarıklara sürülür ve böylece üst gövde yukarı itilmek suretiyle direğin ilk yükü verilmiş olur: Şekil: 8.

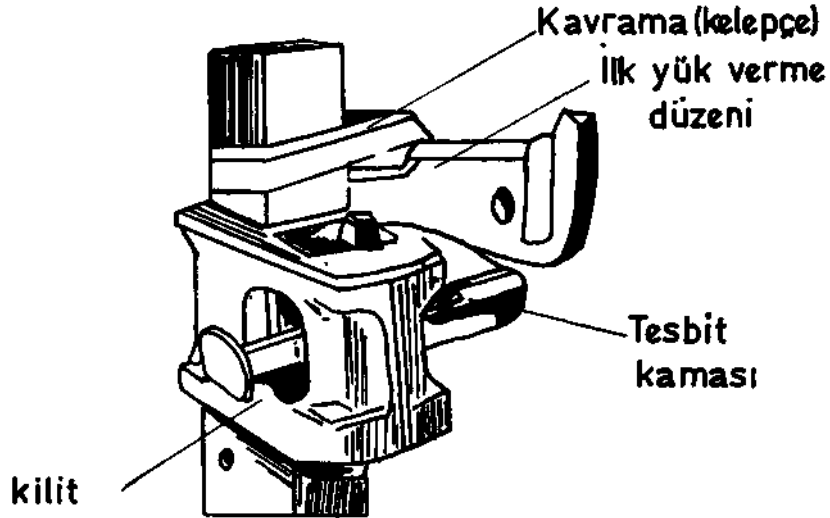
#### **b) Kavramah-Kamalı Düzen**

Bu düzende, demir direğin üst kısmını kavrayan bir kelepçe, alt gövde başındaki kilitin üst yüzeyine dayanan bir kamayı

kelepçe ile kilit arasında, varyozal vurarak ileri kakmak suretiyle, direk üst kısmı tavana doğru itüerek direk boyu uzatılmakta ve direğe ük yük sağlanmaktadır. Bu düzen, yukarıdakine nazaran, daha az zamana ihtiyaç göstermektedir.



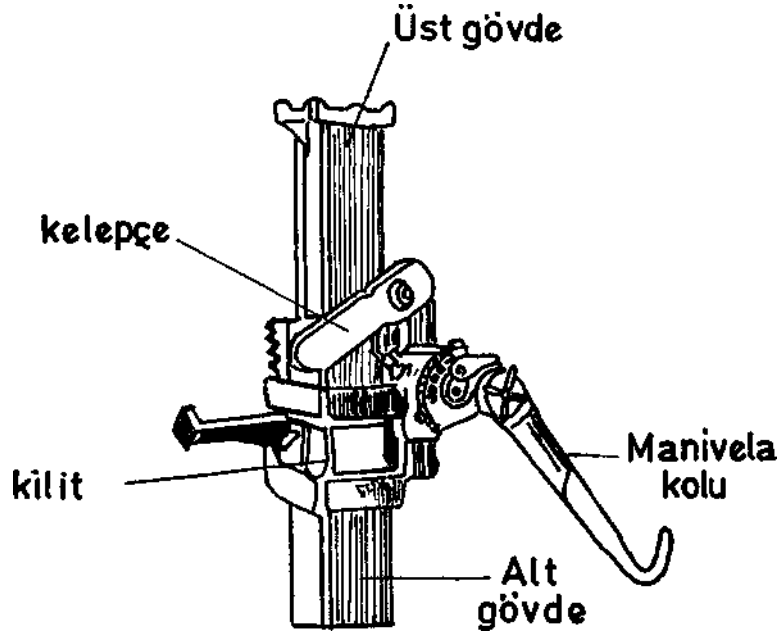
Şekil: 8 Kamalı düzen



Şekil: 9 Kavramalı-kamalı düzen.

#### c) Kavramalı-Kremayerli Düzen

Şekil: 9 ve Şekil: 10'da hem kavramalı-kamalı ve hem de kavramah-kremayerli düze şematik olarak gösterilmiştir. Kaldırma işlemi kamayerine bir kremayerle yapılmaktadır.



Şekil:10 Kavramalı - kremayerli düzen.

#### d) Hidrolik Pistonla Kaldırma Düzeni

Wiemann firmasının imal ettiği ve iki küçük silindir-piston üe bunların yukarı doğru kaldırılacağı bir parçanın üst gövdedeki bir çıkıntı vasıtasıyla onu yukarı kaldıracacağı bir düzenden ibarettir. (Silindir-piston) gövdesi ise kilit çemberine tesbit edilmiştir. Silindir, bir musluk ve hortumla hidrolik ortamla bağlanmıştır.

Bütün bu yük verme düzenleri, demir direk imalatçıları tarafından kendi direkleri için kullanılmak üzere imâl edilmiştir. Her düzen tipi ancak imâl edilmiş olduğu direk için kullanılabilir.

150-180 metre boyundaki bir ayak için 5-6 adet ilk yük verme düzeni yeterli olabilir. Ancak bu düzenlere birer demir baş

numarası konması ve herbirinin daima çalışır durumda tutulması ve ayak çavuşlarından söküm işi ile ilgili olanın sorumluluğunda ayakta bulundurulması önemlidir.

## **VI — Sürtülmeli Ayarlı Demir Direkler Hakkında Bazı Düşünceler**

### **a) En Büyük Ağırlık**

Demir direklerin ağırlıkları ile kaldırabilecekleri azamî yük arasında bir bağlantı vardır (beli bir uzunluk için). Demir direklerin iç-içe kayan üst ve alt gövdelerini oluşturan çelik profilleri kesit şekilleri, birim ağırlığa gelen azamî yük miktarı, teorik maksimum değere yaklaşacak şekilde seçilmelidir. Bunun için, en çok kullanılan üç ayrı kesit şeklinin özellikleri ve kesit boyutları, çizelge: 3'de verilmiştir.

Burada, halka şeklindeki profilin diğerlerinden daha avantajlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle, imalatçılar, direk gövdeleri için bu şekli, imkânları olunca tercih ederler.

Demir direklerin imalinde, özel parçalar dışında ç-37 (âdi-karbonlu çelik) kullanılır. Bu çelik cinsi hem ucuzdur ve hem de kolaylıkla kaynak tutar ve soğuk halde kolaylıkla doğrultulabilmektedir.

Damar kalınlığının 1-60 m.'yi aştığı yerlerde, demir direklerin ayak içinde taşınması ve yerine konmasında iki işçi kullanmak gerekir. Damar kalınlığı üe maksimum demir direk yükü arasında aşağıda verilmiş olan bağlantıyı bilmek faydalı **olur:**

1 — 1.20 metre damar kalınlığına kadar kullanılacak hafif demir direklerde en büyük yük: 25-30 ton.

2 — 1.20 - 1.75 arası damarlarda: kullanılacak orta ağırlıktaki demir direklerde: maksimum yük: 35 ton.

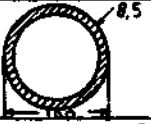
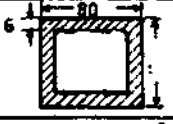
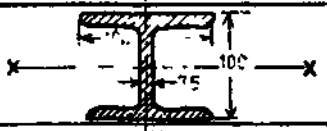
3 — 1.75'ten daha kaim damarlarda: ağır tipteki demir direklerde maksimum yük: '40 ton civarında olur.

### **b) Demir Direklerde Söküm Kolaylığı**

Demir direklerin arka sıradan sökülerek öne alınmasında çalışan işçilerin, direkleri uzaktan sökebilmelerini sağlamak, bu

## ÇİZELGE : 3

## Demir - direk gövde profilleri (2)

Profil şekilleri			
Kesit alanı $A$	$24.4 \text{ cm}^2$	$24.4 \text{ cm}^2$	$26.8 \text{ cm}^2$
Atalet vezniyeti	$I_x$	$257.0 \text{ cm}^4$	$447.0 \text{ cm}^4$
	$I_y$	$257.0 \text{ cm}^4$	$151.0 \text{ cm}^4$
Dayanım vezniyeti	$W_x$	$51.4 \text{ cm}^3$	$89.4 \text{ cm}^3$
	$W_y$	$51.4 \text{ cm}^3$	$30.1 \text{ cm}^3$

işçilerin çalışma emniyetleri için çok önemlidir. Bunun için de, kilit düzeninde sıkıştırma kamasının, çelik bir halat ucuna tesbit edilen bir kanca üe sökülebilmesi ile mümkün olur. Gerlach - 47 tipi sürtünmeli ayarlı demir direklerde, direğin sökülmesi, tesbit kamasını ters tarafından bir varyozla vurarak, yuvasından geriye sürmekle olur. Buna karşılık Schwartz-Universal tipi direklerde, sıkıştırma halkasına çelik halat kancasını takarak, çelik halatın direğe dik yönde çekilmesiyle direk sökülür.

**c) Demir Direklerin Konacağı Yerdeki Damar Kalınlığına Göre Ayarlanabilmesi**

Bazı damarlarda kalınlık değişmesi âni olmakta ve büyük farklar göstermektedir. Bu koşullarda üst gövdenin alt gövde içinde, konacağı yerdeki damar kalınlığına uyabilecek boylara göre, yeteri boyda kayabilmesi çok önemlidir. Ayarlı demir direk tipi, içinde çalışılacak ayaktaki damar kalınlığının, o pano-daki en küçük ve en büyük değerlerine göre tayin edilmesi gerekir.

d) Sürtünmeli, ayarlı demir direklerin küit sistemlerindeki tesbit düzenleri, mümkün olduğu kadar, direği kullanan işçinin tesbit kamaşma vuracağı varyosun etkisinden müstakil olmalıdır.

e) Sürtünmeli, ayarlı demir direklerin, kullanılırken güvenli olmalı ve yük altında âni boşalmalar yapmamalıdır.

f ) Demir direk imalinde kullanılan çeliğin havası alınmış olmalıdır. Alt gövdenin ç-37 yerine ç-42'den imâli iyi olur.

g) Demir direğin küidinde bulunan tesbit kaması veya halkasının düşüp kaybolmasını engelliycek şeküde imâli gerekir.

Hâlen kullanılmakta olan sürtünmeli, ayarlı demir direklerin alt ve üst gövdelerinin profü kesit şekilleri Çizelge: 3'de verilmiştir. Bu profilerde imalâtçı firmalar, her iki gövde için ortası boş şekilleri tercih etmişlerdir. Böylece dayanım/ağırlık faktörü mümkün olduğu kadar yüksek tutulmuştur.

#### h) Kullanılan Malzeme

Son yıllarda, sürtünmeli-ayarlı demir direklerin üst gövdeleri için genellikle ç-65 veya ç-52 ve bazen de ç-70 gibi oldukça yüksek kaliteli çelikler kullanılmaktadır. Buna sebep te, üst gövde kesitinin alt gövdeye nazaran daha küçük olması dolayısıyla, eşit dayanma sağlamak zorunludur.

Hafif metalden yapılmış ve yarı dik (35° - 55°) damarlar da çalışılan ayaklarda kullanılan sürtünmeli ayarlı direklerde Al, Zn, Mg elementlerinden oluşturulan alaşımlar kullanılmaktadır.

Bundan sonra, Madencilik Dergimize: Hidrolik-ayarlı demir direklerle, çelik sarmalar ve yürüyen tahkimat konularını içeren makaleler vererek "ayaklarda çelik tahkimat" konusunu bitirmeye çalışacağım.

#### Kaynaklar

1. W. HEUSNER: "The development of pit props" Leeds University Mining Society's symposium on mine supports. April 1956 Colliery Engineering.
2. F. SPRUTH: "Strebaushau in Stahl und Leichtmetall" Glückauf - Betriebsbücher - Band 1. Verlag Glückauf GMBH - Essen 1063.
3. S. D. WOODRUFF: "Methods of working coal and metal mines" Volume: 2, 1966.

Pergamon Press  
OXFORD-LONDON-EDINBURGH  
NEWYORK-TORONTO-FARIS  
FRANKFURT