

UZUN AYAKLARDA TAVAN İNMESİ VE TABAN KABARMASI (KONVERJANS)

Tacettin ATAMAN *)

I — Konverjans ve ağaç direklerle ayak tahkimatı :

Uzun ayaklarda kazının ve kömürün konveyöre yüklenmesi ile konveyörle ayak dibine iletilmesinin makineleşmesi bir tüm olarak ele alındığı zaman uzun ayak tahkimatının eski usûl ağaç direklerle değil de çelik ile yapılması kaçınılmaz bir zorunluk olarak görünür.

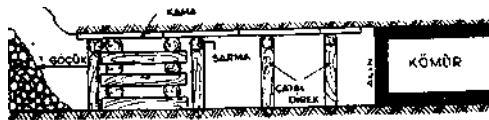
Eski usûl ağaç direklerle tavan ve tabanın tahkimindeki sakıncaları inceler isek, bu sakıncaları hemen hemen gideren çeşitli çelik tahkimatın faydalarını endirekt dahi olsa ortaya çıkarmış oluruz. Eski usûl ağaç direklerle ayak tahkimatında kullanılan çeşitli ağaç parçaları ve bu parçaların tutumları sırası ile aşağıda incelenmiştir.

1. Yalancı tavan tahkiminde kullanılan sarmalar ve altlarındaki çatal direklerle, yine sarmaların üstüne konan kamalar.

Sarmalar 12 - 17 cm. çapta ve 4 metre kadar boyda ve genel olarak yumuşak ağaçlardan (iğne yapraklı çam, köknar) alınır. Lifleri kuvvetli olan bu ağaçların bükülmeye karşı dayanıklı olmaları beğenilen bir özellikleridir.

Çatal Direkler : Gürgen, meşe veya iğne yapraklı (yumuşak) ağaçlardan yapılır. Genel olarak damar kalınlığına göre 10 - 17 cm. çapta olur.

Sarmaların üzerine konan kamalar ise 8 - 12 cm. çaptaki ince ağaçların ortadan ikiye yarılmış kısımlarıdır.



Şekil 1 : — • Bir uzun ayağın düşey kesiti : Eski usûl ağaç tahkimatı

*) Dr., Maden Yük. Müh.
O.D.T.Ü. Öğretim Üyesi.

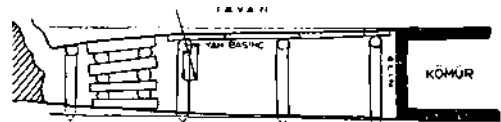
2. Domuz damı ile kömür alını ana tavanı tutan elemanlardır. Geri kalan sarma - çatal direk ve kamalar ise domuz damı ile alın arasındaki tavan tabakasının tahkimi için kullanılan tahkimat elemanlarıdır.

Bütün bu elemanlar içinde basınca karşı gösterdiği dayanma liflerine paralel yönde yegâne eleman çatal direklerdir. Geri kalan sarmalar, kamalar ve domuz dam direklerinin tavan ve tabandan gelen basınçlara karşı gösterdikleri dayanım (mukavemet), kendi liflerine dik bir durum arzeder. Halbuki ağaç maddenin direklerinin kompresiyon dayanımları lifler yönünde bir hayli yüksek oldukları halde liflere dik olan yönde çok düşüktür. Bu sebeple ağaç direklerden yapılmış ayak tahkimatında :

a. Tavan basıncı biraz arttığı zaman ağaç elemanlardan kama, sarma ve domuz dam direklerinin artan basıncı yüklediklerinde kuvvetli deformasyonlara ve dolayısı ile fazla «konverjans» a sebep olmaktadır.

b. Kama, sarma ve domuz dam direkleri ayak tahkiminde lüzumlu direk kübaşım yarısından fazlasını teşkil ettikleri halde, elyafına dik basınçlar altında çalışmaya mecbur kaldıkları için iyi şekilde kullanılmayan bir malzeme durumuna düşmektedir. Bu ise direk sarfiyatının artması demektir.

Konverjansın fazla olması halinde meydana gelen mahzurlar :



Şekil 2 : — Bir uzun ayakta tavan inmesi ve taban kabarması (Konverjans).

1. Bilhassa domuz damı önünde kalan son sarma eğilmiş olan tavadan gelen b'r yan kuvvetle devrilme tehlikesine maruz kalmakta ve esasen fazla bükülme yüzünden elastik limitten uzaklaşmış bulunan ilk tavan taba-

ka (immediate roof) kırılmış ve kelimenin tam mânâsı ile ölmüş olması dolayısı ile sarmayı ve altındaki çatal direği alna doğru devirerek göçük olmaktadır.

Alına paralel konan sarmalar şeklinde yapılan bu tür ayak tahkimatı sarmaların kesitlerinden tam istifade sağlamaları ve dayanmaları çok zayıf olan kamaların ise tavan taşının yükünü çekemiyerek kırılmaları ile sık sık göçüklere sebep olunmaktadır.

Alına **dik** vurulan sarmalarla yapılan ayak tahkimatında ise yine fazla konverjans yüzünden ölmüş olan ilk tavan tabakası altında **tam** kesit ile çalışan kuvvetli sarmalar dolayısı ile kolay kolay göçük yapamamaktadır.

Alma paralel sarma ile yapılan ayak tahkimatında geriden yan basıncın sarmayı alına dofiru devirmemesi için «belleme» yapmak sureti ile bu mahzurun giderilmesine çalışılmaktadır. Buna rağmen :

Elde çelik tahkimat imkânı mevcut değilse ağaç direkli ayak tahkimatında sarmaların alına dik vurulması kaçınılmaz bir zardurettir. Uzun ayaklarda tahkimatın ağaçlı yapılması halinde alınan paralel sarmalar sisteminde kazıya hazır serbest bir alın bulundurmamak imkânsızdır. Alın mekanizasyonunda sarmaların port afo çalışması ve yeni açılacak havede ise mafsalı bir ekleme ile yeni bir sarma atılması zorluğu mekanizasyonu için çelik tahkimatı âdeta empoze etmektedir.

II — Çelik tahkimatta konverjans :

Çelik tahkimatın çeşitleri :

1. Klâsik ve sürtünme esasına dayanan ayarlı demir direklerle çelik başlıklar (sarmalar).

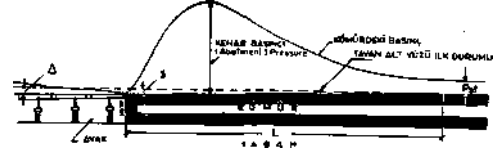
2. Hidrolik etansonlar ve çelik başlıklar.

3. Kendiliğinden yürüyen çelik tahkimat.

Bu üç ayrı tip çelik tahkimat için konverjans limitleri ayrı olmaktadır. Bunlardan münferit ayarlı demir direklerle bunların başına konan çelik sarmaların tipine göre ve çalışılan kömür damarının kalınlık, meyil, kömürün fiziksel özelliği, çalışma derinliği ile tavan ve taban taşlarının cins ve kalınlıklarına göre ve bilhassa alında ilerleme hızına göre konverjans değişik kıymetler arzetmektedir.

ön Konverjans (Prâ Convergence) :

Aim çizgisi gerilerinde damar içinde statik basıncın «abutment pressure» e doğru artmaya başlaması ile kömürün damarında bir inceleme görülmeye başlar ki, bu inceleme bir miktar tayan inmesine sebep olur : Şekil 3.



Şekil 3 : — ön Konverjans

5 = Pr6 convergence (ön konverjans)

A = Convergence (tavan inmesi kısmı)

L = Preconvergence başlama mesafesi (alından itibaren)-

Bir ayağın düşey kesiti :

Bu ön konverjans tavan taşının cinsine göre ya uzaktan (100 - 120 metre = L) başlar ki, kalın ve sağlam tavanlarda (gre, konglomera) böyledir. Kolay kırılabilen veya kaim olmıyan tavanlarda ise bu mesafe 40 - 50 metre civarındadır. Derin ocaklarda abutment pressure kömür damarının $V_e =$ kompressiyon dayanımından fazla olması dolayısı ile alından bir kaç metre ilerisinden itibaren kömür damarında eziklik ve kırıklık başlar. Bu alanda kazı mekanizasyonunu kolaylaştırır. (Kömür pulluğu ve saire...)

Klâsik çelik tahkimatta konverjans :

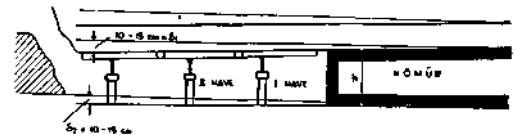
Kömür damarlarında çoğunlukla taban taşı şistten veya kumlu şistten teşekkül eder. Bu şistler rutubetten yumuşar ve 100 - 200 cm! arasında, tipine göre değişen ayarlı demir direk taban alanının küçük gelmesi yüzünden bu demir direkler, aradan iki vardıye (= 16 saat) geçince taban taşına gömülür. İkinci havede normal olarak 20 ton yük alması beklenen bir demir direk, 200 cm² ta-

20.000 Kg.

ban alanı kabul edilse de $\frac{20000}{200} = V_e =$

200 cm²

100 Kg/cm² lik bir taban taşı mukavemetini taban taşında bulamazsa direk taban taşına 10 - 15 cm. ye kadar gömülür. Diğer taraftan tavanın, demir direklerdeki esneme dolayısı ile, bu süre içinde 10 - 15 cm. kadar inmesi de normaldir. O halde normal durumlarda :



Şekil 4 : — Klâsik çelik tahkimatlı bir ayakta konverjans.

Konverjans. = taban kabarması + tavan inmesi
= 20—*• 30 cm.

olması beklenen tabii bir neticedir, ilk tavan tabakası, bu hallerde ana tavan tabakasından belli bir miktar fazla iner. Bunun da belli başlı sebebi ayarlı demir direklerin, taban taşının istenilen mukavemeti haiz olmaması dolayısı ile, tam yüklerini alamamasıdır. Eğer damar kalınlığı h ile gösterilirse :

ikinci have arka direğindeki konverjans miktarı yüzde olarak :

$$81 + 82 \text{ ile ifade edilir.}$$

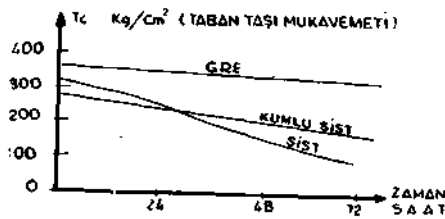
Böyle bir çelik tahkimatın randımanını ancak ideal bir ayak tahkimi sisteminin kaçınılmaz ana tavan konverjansını tanımakla ifade edebiliriz. Bu kaçınılmaz ana tavan inmesine A dersek, herhangi bir tahkimat sisteminin

$$\text{randımanı} = \frac{h - (81 + 82)}{h - A} \text{ olması gerekir.}$$

Burada h — (81 + 82) kıymeti, eldeki çelik tahkimat ile açık tutabilen yükseklik, h — A ise ideal bir tahkimat sistemi ile tahkim edilmiş olan aynı damar içindeki ayağını yine ikinci have arka sıra direğinde açık tutulabilen yüksekliktir.

ileride göreceğimiz gibi, A = ana tavan konverjansı yürüyen tahkimattaki ilk tavan inmesine eşittir. Zira bu gün için mevcut en ideal ayak tahkim sistemi çok geniş tabanlı ve hidrolik direklerle mücehhez yürüyen tahkimattır.

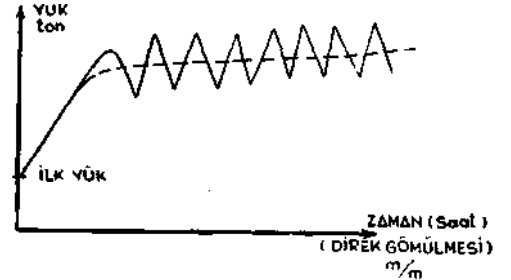
Ayak tahkimatında en ehemmiyetli husus taban taşının, ıslak şartlar altında ve iki gün zarfında kompressiyon dayanmasının nasıl değiştiğidir. Buna göre, tahkim edilecek ayağın bulunduğu kömür damarının taban taşının tutumu seçilecek ayak tahkimat sisteminin tayininde ve kullanılacak ayarlı demir direklerinin seçilmesinde çok mühim bir rol oynamaktadır. (Şekil 5)



Şekil 5 : —

Bu hususun göz önünde bulundurulmaması halinde geliş güzel seçilen bir tahkimat sistemi ile bir ayağın tahkim edilmesinde muvaffak olma şansı çok zayıf bir ihtimaldir. Çok pahalı olan çelik tahkimat teçhizatının uygun düşmemesi maddi zarardan başka maddenciliğin modern madencilik tekniğine olan güvenini sarsar ve çelik tahkimatın bir işe yaramadığı ve babadan kalma ağaç direk tahkimatın daha işe elverişli olduğu zehabını uyandırır. Sürtünme esasına dayanan ayarlı demir direklerin her ne kadar karakteristik eğrilerinde «anma yük» ü 30 ile 50 ton arasında değişmekte ise de umumiyetle taban taşlarının az mukavim olmaları ve taze açıldığı zaman oldukça mukavim olduğu halde 24 saat sonra gerek rutubetin şistli taban taşının mukavemetini azaltması ve gerekse taşın yorulması yüzünden, ayarlı demir direkler tabana gömülme ve nominal (anma) yüklerine ulaşmadan taban kabarmaktadır.

Bu hadise sebebi ile İngiltere çelik tahkimat malzemesi imalatçıları 20 ton azamî yük taşıyan hidrolik demir direkler imâl etmişlerdir. Sürtünme esasına dayanan ayarlı demir direkler hakikatte dalgalı bir şekil arz eden diyagramı verirler. (Şekil 6) Bunun başlıca sebebi : Hareket halinde iken demir - demire



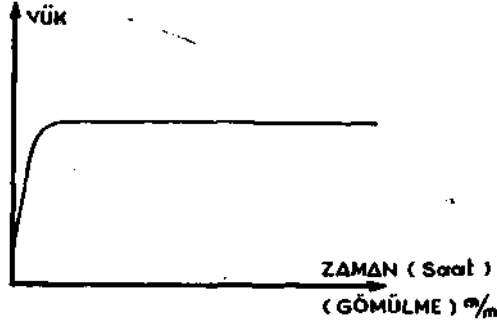
Şekil 6 : — Sürtünmeli - ayarlı demir direkleri

sürtünme kat sayısının hareket yokken demir - demire sürtünde kat sayısından bir hayli küçük değerler göstermesidir.

Buna mukabil hidrolik demir direklerde böyle bir dalgalanma yoktur. (Şekil (7)).

Hidrolik demir direkleri ve çelik sarmalar ile yapılan ayak tahkimatında :

Hidrolik demir direklerin zaman içinde yüklerinin değişmemesi dolayısı ile bütün ayak boyunca demir direklere gelen yükler daha homojen olması sayesinde konverjans sürtünmeli ayarlı demir direklerle tahkim edilen aynı ayağın konverjansından daha az ve daha mütecanistir.

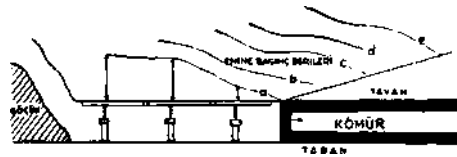


Şekil 7 : — Hidrolik demir direkler

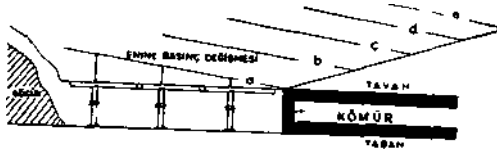
Bu yüklerin mütecanis oluşu konverjansın da bütün ayak boyunca mütecanis oluşunun intaç etmekte ve dolayısı ile tavan tabakası her tarafta aynı miktarda inme yapınca kınılmamakta ve bozulmamaktadır. Bu süftütmeli ayarlı demir dirseklere nazaran büyük bir avantajdır.

Yürüyen çelik tahkimatta konverjans :

Yürüyen çelik tahkimat (Powered supports) ta esas prensip taban kabarmasını önleyecek şekilde geniş taban alanı olan hidrolik demir direklerle mücehhez 2, 3 veya 4 hidrolik direk ihtiva eden blokların bir hidrolik kumanda sistemi ile kendi kendine alma doğru yer değiştirmesi ve bu suretle işçiliğin büyük nisbette azaltılmasıdır. Bu tahkimat sisteminde taban kabarması pratik olarak yok sayılabilir. Tavan inmesine gelince, yalancı tavanın ana tavadan ayrılmasına müsaade etmez. Ve ancak ana tavan kaçınılmaz konverjansına göre hidrolik direklerinde yukarıda dediğimiz bir gömülme olur. Bu tahkimat şekli yalnız aim mekanizasyonu bakımından değil, aynı zamanda konverjans bakımından da ideal bir tahkim sistemidir. Tavanın konver-



Şekil 8 : — Sürtülmeli - Ayarlı demir direkler



Şekil 9 : — Hidrolik demir direkler

jansını asgarî hadde indiren bu tahkimat sayesinde :

a. Tavan bozulmadan veya az bozularak alında ilerleme yapılır.

b. Alın mekanizasyonuna en iyi imkânları sağladığı için alında hızlı ilerleme sağlanabilir.

c. Bu hızlı ilerleme sayesinde ve asgarî konverjans sağlaması dolayısı ile tavan taşı fazla bozulmadan yeni haveye geçilir. Günlük ilerleme 4 - 4.5 metreyi bulunca (vardiyede en az 1,25 m. lik bir have) o zaman her gün çalışılan ve tutulan havelerin üstünde tavan taşının yeni bir şeridi bulunur ki, bu husus uzun ayak çalışmalarında aranan en ideal bir durumdur.

Esasen bu sebeptendir ki, diğer tahkimat şekilleri için yürüyen çelik tahkimat bir mukayese esası olarak alınmış ve onların tahkimat randımanları için asgarî konverjansı bir ideal ölçü olarak

$$h = (8_1 + 8_2) \frac{h}{A}$$

şeklinde hesaba girmiştir..

$$h - A$$

Ekonomik Şartlar :

Yürüyen tahkimatın ekonomik olabilmesi için :

1. Tesis edilecek ayak boyu 200 - 225 metre olmalı ve günde en az iki have ilerleme yapılabilmelidir. (2 x 1,25 = 2,50 metre)

2. Taban taşı muntazam ve kırıklı olmamalıdır.

3. Çalışılacak pano (ayağın ilerleme yönündeki uzunluğu) boyu 800 metreden az olmamalı ve

4. Esasen az olan işçi kalitesi çok yüksek ve bu sahada tecrübeli olmalıdır.

Ortalama olarak böyle bir ayakta metre - boy başına yapılan yatırım \$ 1.000'ı geçmektedir; yani, 200 metrelik bir ayak için 200.000 \$ veya 2.000.000 TL.

Sonuç :

Uzun ayaklarda tavan kontrolü çok hayati bir konudur. Tavan kontrolünde ise tavan - taban konverjansı en mühim rolü oynamaktadır. Bu konverjans bir taraftan tatbik edilen tahkimat sistemine ve yapılan ilerleme hızına bağlı iken diğer taraftan da çalışılan derinliğe ve kömür damarı kalınlık ve tavan - taban şartların ve kömürün fiziksel özelliklerine tabidir. Bu durumda esas yapılacak iş bu tabii şartlara en uygun olan tahkimat şeklini ve alın ilerleme hızını tayin etmektir.