

Uzun Ayaklarda Tabaka Kontrolü

Dr. A. Günhan Paşamehmetoğlu *

1. ÖNSÖZ

Bu literatür araştırmasında, kömür damarlarındaki uzun ayaklarda, gerek ekonomi ve gerekse çanşan işçilerin güvenliği bakımından çok önemli bir kamu olan tabaka kontrolünün bilinen ve bilinmeyen yönleri ortaya çıkartılmaya çalışılmış, «tabaka kontrolüne etki eden faktörler nelerdir?» sorusuna yanıt aranmıştır. Bu incelemelerin ışığı altında araştırılması gereken hususlar belirtilmiştir.

Tabaka kontrolü çok geniş bir konu olması nedeniyle, inceleme yalnız uzun ayaklarla sınırlı tutulmuştur. Aynı damarda yan yana veya alt ve üst kotroldn

(*) ODTÜ. Maden Müh. Böl.

kotlarda çalışılan uzun ayakların birbirlerine etkisi, bırakılan topukların üst ve alttaki yapılara etkişi, tavan ve taban yollarının deformasyonlan ve tahkimat problemleri ile tabaka kontrolünde kullanılan ölçme yöntemlerinin ayrıntıları burada incelenmemiştir.

Z. GİRİŞ

Hiç çalışma yapılmamış, bakir tabakaların tümünde, uzun yıllar sürecinde birikimlerin ve jeolojik değişimlerin sonucu dengelenmiş kuvvetler varthır. Herhangi bir derinlikte kaya tabakalarının tamamen denge durumunda olduğu kabul edilir. Tüm yönlerden etki eden kuvvetler eşit ve ters doğrultudadır. Hatta, yatay gerilimlerin düşey gerilimlerden az olduğu bilmen yeryüzüne yakın kısımlarda bile bu denge durumu vardır. Toprak altında herhangi bir derinlikte yapılacak kazı, gerilimlerin dağılımlannda değişiklik yaratıp, kayalarda yeni gerilimlerin ve yerdeğişimlerin oluşumuna neden olur. Çalışılan katlarda kazıların oluşturduğu gerilimlerin bu yeni dağılımları, tavan ve taban tabakalarının kırılmasına ve tavan tabakalarının çökmesine yol açar. Bu yerlerde tabaka kontrolü tahkimat direkleri olarak adlandırdığımız direklerle yapılır. Diğer taraftan, çalışılan bölgenin birden fazla olduğu durumlarda bir bölgenin üst ve altında oluşan yeni gerilim dağılımlarının diğer çalışma bölgelerine etkisinin kontrol altına alınması gerekir. Böyle bir kontrol ancak kazıların boyutlarını ve birbirlerine göre konumlarını değiştirmekle mümkün olur. Bütün bunları içeren konu «TABAKA KONTROLÜ»döx. Tabaka kontrolüne ancak, çalışılan yerlerin boyutlarının, konumlarının ve imalât sıralarının göz önüne alınma ile yapılacak dizayn sonu ulaşılabilir. Tabaka kontrolü, madencilğin temel konularından biri olup işletme sırasında yaratılan boşluklar çevresindeki kaya hareketlerinin kontrol edilmesi ile ilgilidir. Tabaka kontrolünün asıl önemi, verimli bir tabaka kontrolü olmadan, ekonomik gerçeklerin sınırları içerisinde maden işletmeciliği olanağı olamayacağından ileri gelmektedir. Yeraltında bir boşluk yaratıldığı zaman tabaka basınçları tekrar dağılılarak yeni boyutlar kazanmakta ve böyle bir açıklığın tahkiminde yalnızca favanın ve kenarların bölgesel kontrolü gerekmektedir. Bu madencilğin Ük prensibidir. YeraKffin çok derin olan kısımlarından cevher çıkarmak ancak bu sayede mümkün olmaktadır.

Geliştirilmiş tabaka kontrolü standartlarına yönelişte, teşvik edici ana unsur, en güvenceli koşullar ve artan verimlilik istemidir. Tabaka kontrolünün bugün dünyada erişilmiş bulunan yüksek düzeyi, çok geniş araştırmalara dayanan tecrübeler sonucunda gerçekleştirilebilmiştir. Özellikle, 1950 yılından sonra bu konu ile ilgili çalışmalar

artmış ve uluslararası bilgi alış verişini hızlandırmak için birçok uluslararası simpozium ve konferanslar düzenlenmiştir¹⁻⁵. Bu konferansların altıncısı 1977 Eylülünde Kanada'nın Banff Kentinde yapılacaktır. Ancak, Whittaker'in de belirttiği gibi jeolojik çevrenin kaşıklığı ve sınırsız oluşu bilimsel analiz ve yorumlamayı zorlaştırmış, ampirik yöntemlerin kullanılmasını zorunlu kılmıştır⁶. Yalnız, yine Whittaker'in belirttiği gibi, tabaka kontrolü konularında karar verebilmek için bilimsel temellerin hemen hemen olmayışı, önceki ve son yıllarda yapılmış olan ilerlemelere engel olamamıştır.

Bugünkü durum, tabaka kontrolünün çeşitli görünümleri açısından birçok şeyin bilindiğidir. Buna karşın gelişmeler o kadar hızla olagelmektedir ki, yeni bilgi kısa zamanda geçmiş bir gerçek duruma dönüşmektedir. Maden yöntemleri ve tekniklerindeki sürekli gelişmeler, aynı gelişmelerin tabaka kontrolü atamında da oluşmasını zorunlu kılmaktadır. Yeraltı işletmeleri gün geçtikçe, birbirine etkileri fazla olan bölgelerle, genellikle daha çok jeolojik olaylardan etkilenmiş, arızalanmış bölgelerde yapılmaktadır. Bu durum, yeraltı işletmelerinin planlanmasında ve düzeninin belirlenmesinde, tabaka kontrolünün etki kapsamının tümüyle değerlendirilmesinde zorluklar ortaya çıkarmaktadır.

Sonuç olarak, maden endüstrisinde yanıtlandırılması gereken şu sorular ortaya çıkmaktadır: «Gereksinmelerimize karşılık ne biliyoruz?» ve «tabaka kontrolü uygulanmasında sürekli ilerleme yapabilmek için bilmemiz gereken şeyler nelerdir?».

Burada, tabaka kontrolü prensipleri, uzunayak işletene yöntemi yönünden gözden geçirilecek ve tabaka kontrolüne etki eden Önemli faktörler incelenecektir.

3. UZUNAYAK ÇEVRESİNDE TABAKA GERİLİMLERİNİN YENİDEN DAĞILIMI

Taba kel ı cevherlerin işletilmesinde en yaygın yeraltı işletme yöntemi «uzunayak» dır. Uzunayağın avantajları, bu yöntemin mekanizasyon ve otomasyona yatkınlığı, üretimin bir merkezden yürütülebilmesi, cevher üretimindeki verimliliği ile sınırlı değildir. Çalışma sistemi derinlikle de sınırlı değildir. Bu yöntem, işletme sırasında bölgesel olarak yoğunlaşan yüksek geri-

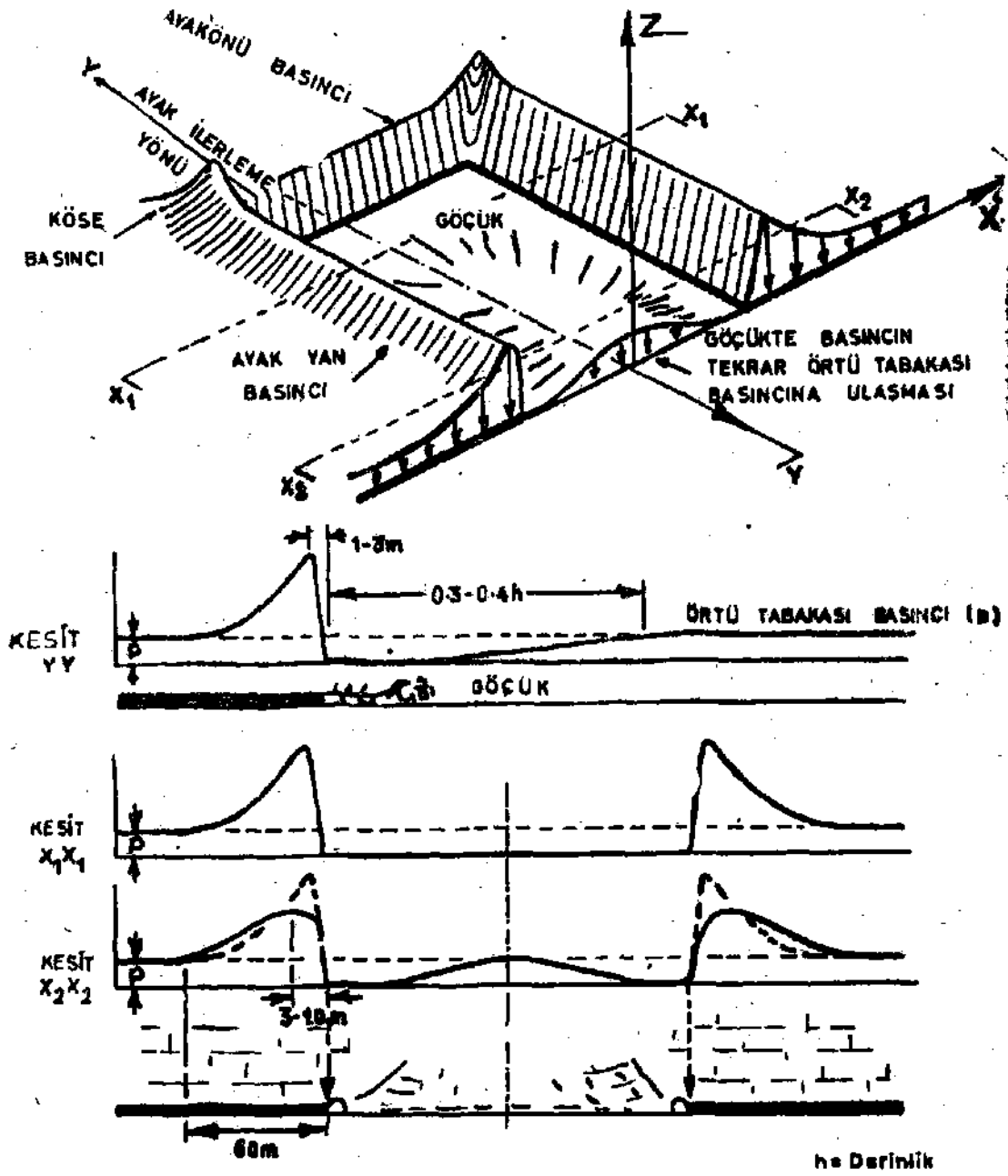
(*) Bundan sonra, gerilim yerine " madencilikte daha çok kullanıldığı için basınç denilecektir.

limleri dağıtmakta, azaltmakta ve etrafı zayıf tabakalardan oluşan cevherin üretim olanaklarını fazlalaştırmaktadır. Bu nedenle, uzunayak, Avrupa'da ve yurdumuzda kömür işletmelerinde en çok kullanılan yeraltı işletme yöntemidir ve Amerika Birleşik Devletleri'nde de gün geçtikçe önem kazanmaktadır⁷.

Bir uzunayak çevresinde oluşan gerilim* dağılımları Şekil-1'de gösterilmiştir⁶. Burada, Whittaker, İngiltere'deki görüşü özetlemiştir. Görüldüğü gibi, kazı yapılan kısımların çevresinde bulunan sağlam yerlerde yüksek basınç bölgeleri oluşur. Ayak boşluğunun üst tarafı ise, düşük basınç bölgesidir. İşletmeciliğin yapılmasına olanak sağlayan kısımlar basıncın az olduğu bu bölgelerdir. Böylece, tahkimat malzemelerinin dayanımları örtü tabakasının belirli derinlikte uyguladığı basınca oranla çok az olmasına karşın, çalışılan damarın hemen arkasındaki alanın tahkim edilmesi mümkün olmaktadır.

Ayak ön basıncı, aynadaki kömürü ezip-üretime yardım eder. Diğer taraftan, uzunayağa giriş ve çıkış ilk hava devrini sağlayan kaçamak yollar da yan kömüre bitişik olarak açıldığından yüksek basınç alanından uzaktırlar ve böylece bu yolların en çok korunması sağlanmış olur.

Ayak ön basıncı, uzunayak arınının genellikle, 1 -3 m. önünde maksimum değerine ulaşır^{5, 8}. Bu değer, kömür damarının kalınlığına, kömür, tavan ve taban tabakalarının dayanım değerlerine bağlıdır. Ayak ön basıncının maksimum değeri, örtü tabakası yükünün 4-5 katıdır^{4, 9}. Yan kömür üzerinde oluşan maksimum ayak basınç değeri zamanın bir fonksiyonudur. Bu yüksek basınç, yan kömürün giderek ezilmesine ve yenilenmesine, yumuşak tabanın yan kömür altından açıklığa {kaçamak yoluna) doğru kabarmasına yol açar. Bunun sonucu olarak yan basıncın maksimum değeri düşer ve maksimum basınç, yan kömür üzerinde daha da içeriye doğru atılır. Wilson ve Ashwin¹⁰, bunu İngiltere koşulları için incelemişler ve maksimum yan basıncın örtü tabakasının



ŞEKİL 1. UZUNYAK ETRAFINDA TABAKA BASINÇ DAĞILIMI^B (İNGİLTERE'DEKİ BULGULARA DAYANARAK)

oluşturduğu yükün 4 katı ve yan kömür içinde 0,015 x Ayak derinliği uzaklıkta oluştuğunu saptamışlardır.

Şekil -1 ile belirtilen ve İngiltere'deki bulgulara dayanan basınç dağılımı, genellikle, diğer ülkeler araştırmacıları tarafından da kabul edilmiştir". Ancak, Ever-Hng""", köşelerde, Şekil-1'de görüldüğü gibi maksimum basınç oluşmadığı kanısındadır. Şekil - 2'de Everling'in matematik rrtodeli ile elde ettiği, ayak etrafındaki basınç dağılımı gösterilmektedir.

Çalışılan bölgenin üzerinde çok azalan basınç, bu bölgenin gerisinde yeniden yükselmeye başlar ve örtü tabakası yüküne erişir^{8,8} (Şekil-1). Bazı araştırmacılara göre, ayak gerisinde de önünde olduğu gibi bir yüksek basınç oluşmaktadır. (Şekil-3). Ancak, ayak arka basıncının oluşmadığı, bugün çoğu araştırmacı tarafından kabul edilmiştir⁸ Oyangüren¹⁴, uzun-ayak sistemi ile çalışılan, birbirine yakın iki potasyum tabakasında yapmış olduğu incelemelerde, ayak arka basıncının oluşmadığını, basıncın örtü tabakası basıncına eriştiğini ölçümlerle saptamıştır.

4. AYAK ÖN BASINCININ ETKİLERİ

Ayak ön basıncından dolayı tavanda ve kömürde çatlaklar oluşur. Bu çatlaklar göçüğe doğru eğimlidir^{8,15}. ön basıncın bulunduğu bölgenin gerisinde kömür daha az basınç altındadır ve ayak alını boşluğa doğru hareket eder. Kömür alındığında göçüğe doğru eğimli, çatlaklı tavan kontrol altına alınmalıdır. Bu bölgede, tavanın alçalması devam eder ve aym zamanda tavan göçüğe doğru hareket eder. Ayak tahkimatının görevi konverjansı ve göçüğe doğru hareketi kontrol etmektir^{8,16}. Tahkimat tarafından tavana uygulanan yük gerektiğinden çok olduğunda yada az olduğunda çatlaklar sonucu oluşan kaya blokları birbirlerinden ayrılır veya birbirlerinden farklı eğim alır ve böylece tavan taşı düşmelerine, göçük yapmaya ya da basamak oluşmasına neden olur.

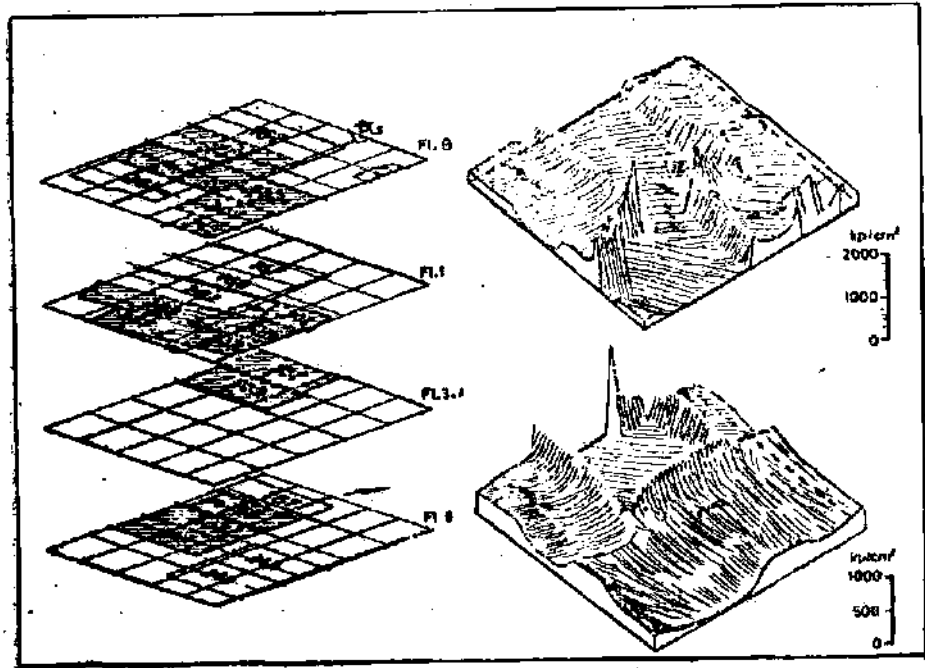
İyi kontrol edilmeyen tavan, tahkimatlar üzerinde bozulur ve problemler doğurur. Değişik kırılma ve çatlak, oluşma koşulları Jacobi ve arkadaşları¹⁷ tarafından ayrıntıları ile gösterilmiştir.

5. KONVERJANS VE AYAK TAHKİMATI

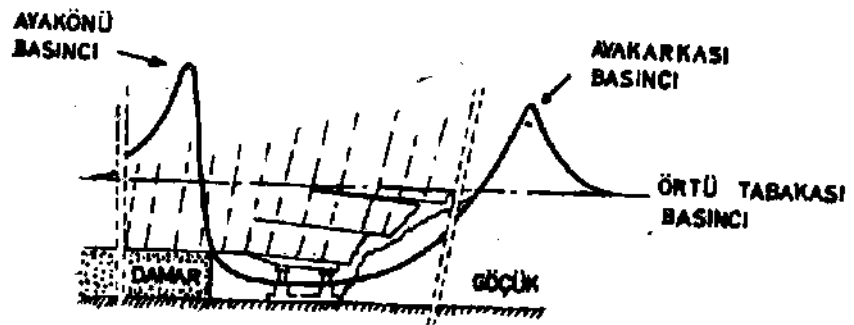
Daha öncede belirtildiği gibi ayak tahkimat direklerinin görevi, çalışılan bölgenin üzerinde bulunan tabaka katlarından en alttakinin göçmesini ve üst tabakalardan ayrılmasını önlemektedir. Ayak üzerinde bulunan büyük kaya kütleleri nedeni ile, üst tabakaların eğimlerinin ayak içinde kontrol edilme olasılığı yoktur. Bu nedenle, üst tabakaların özellikleri alın ve göçük arasında olanaklı olan en az konverjansa etki etmekte ve onu belirlemektedir". Diğer bir deyişle, ayakta oluşan konverjans değeri, ne yapılırsa yapılsın kullanılan tahkimat sistemi ile sifıra indirilemez ve tavan tabakalarının özelliklerine göre bir minimum konverjans dalma elde edilir. Konverjans, tavan inmesi, taban kabarması ve kömür tabakasının sıkışmasının toplamından oluşur¹⁸.

Wilson¹⁹, İngiltere kömür madenlerinde yaptığı uzun ve ayrıntılı çalışmalar ve ayrıntılı çalışmalar ve ölçmelerden sonra, bu minimum konverjans değerinin kendi ülkesinde, ayak ilerlemesinin her metresi için 10,8 H+29.2 mm olduğunu saptamıştır. Burada H ayak yüksekliğidir (m olarak). Buradan, bir metre yüksekliğindeki bir ayakta konverjans hızı, ayağın bir metre ilerlemesi için 40 mm olarak bulunur.

Ayakta oluşan konverjans değeri, ayak yüksekliği ile etkilenmektedir. Konverjans değeri ile ayak yüksekliği arasındaki ilişki doğrusal olup ayak yüksekliği arttıkça konverjans değeri de artmaktadır. Wilson'un yukarıda verilen eşitliği de bunu kanıtlamaktadır. Shepherd⁸, bunu ayak önü basıncına bağlıyor ve Euler'in kolon teorisine göre aynı gerilim altında, kömür damarının çalışılan kalınlığı arttıkça



ŞEKİL . 2 . UZUNAYAK ETRAFINDA TABAKA BASINÇLARI¹¹



ŞEKİL . 3

ayak boşluğuna doğru hareketinde de artacağını belirtmektedir. Kömürün göçüğe doğru olan hareketinin artması tavan taşını da aynı derecede etkileyeceğinden, tavanda bloklar arasındaki ayrılma daha çok olacak ve sonuçta konverjans da artacaktır.

Konverjans değeri ile ayağın ilerleme hızı arasındaki ilişki hakkındaki düşünceler kesin değildir. Bazı araştırmacılara göre, ayağın ilerleme hızı arttığında konverjans değerinin az da olsa azaldığıdır¹⁶. Ancak, ayağın ilerleme hızı arttığında konverjansında arttığı durumlar görülmüştür^{8,20}. Genel düşünce, ayağın ilerleme hızı arttıkça konverjansın oluşmak için vakit bulmaması ve konverjansın çoğu ayak tahkimatları ilerledikten sonra oluşacağıdır⁵⁰. Ancak, yukarıda da belirtildiği gibi yapılan ölçümler bunu kesinlikle kanıtlamamıştır. Shepherd ve Ashwin²⁰, bu ölçümlerin, ayağın ilerleme hızını 20 m/hafta dan az olduğu ayaklarda yapıldığını, eğer ayak hızı bu değerden çok olursa daha kesin bir ilişki bulunabileceğini belirtmişlerdir. Uzun ayakta, tavanın durumu ve tabaka kontrolü ; konverjans değerine, tavan ve tabanın birbirine göre hareketine, tahkimat üzerine gelen yük yoğunluğuna ve tahkimatın karakteristiğine bağlıdır. Cooke, konverjansın tavanda oluşan çatlakların sayısına bağlı olduğunu, bu nedenle tabaka kontrolü araştırmalarının çoğunun, konverjans ile uzun ayak içerisindeki değişik faktörler arasında bir ilişki olup olmadığı üzerine toplandığını belirtmektedir²¹.

Uzun ayağın yüzeyden derinliğinin, konverjans üzerine önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür²¹. Dubois²³, Fransa'da yapmış olduğu incelemelerde ayak derinliğinin konverjans üzerine etkisi olmadığını göstermiştir. Ancak, Wilson'un¹⁹ yapmış olduğu analizlerde, Fransa'da yapılan çalışmalarından²⁴ aldığı sonuçların ayak derinliği ile konverjans değerlerinde belirgin bir değişme görememesine karşın, İngiltere'de yapılan ölçümlerde az da olsa de-

rinlik arttıkça konverjansta azalma olduğunu göstermiştir. (Şekil-4).

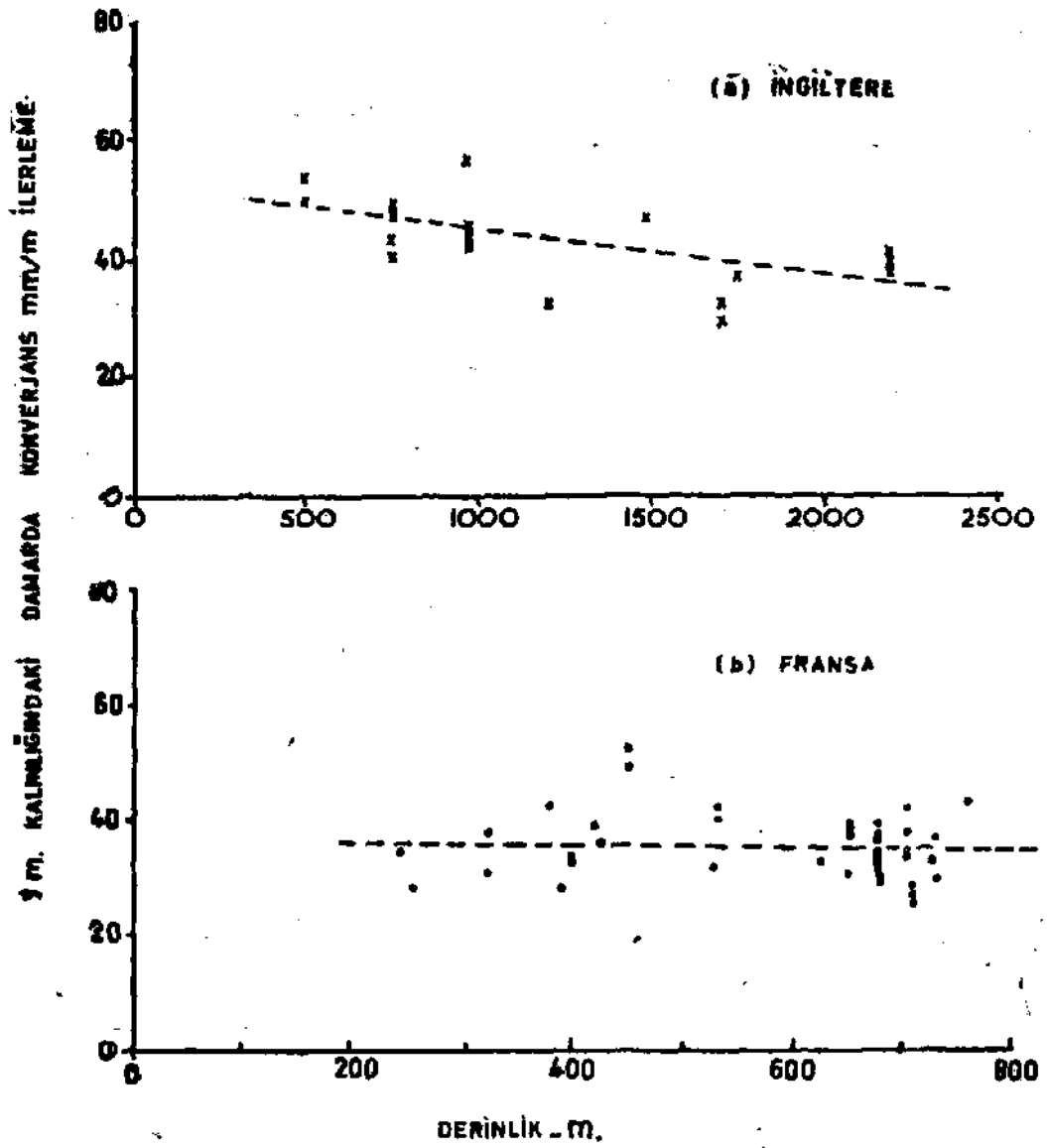
Wilson, ayak derinliğinin konverjans üzerine olan bu etkisinin, derinliğin daha da artması ile devam etmeyeceği kanısındadır. Çünkü, derinlik arttıkça konverjans küçüleceğinden, belirli derinlikten sonra konverjans değeri çok azalacak ve sonuçta sifıra ulaşacaktır. Wilson, konverjansın 300 m derinliğe kadar azalacağını belirtmiştir. İngiltere'de, 300 m'den derin ayaklarda ölçülen konverjans değerinin Fransa'da bulunan Öeğerlere çok yakın olması ilginçtir¹⁹.

6. TAHKİMAT ÜZERİNE GELEN YÜK, TAHKİMAT - TAVAN - TABAN İLİŞKİSİ

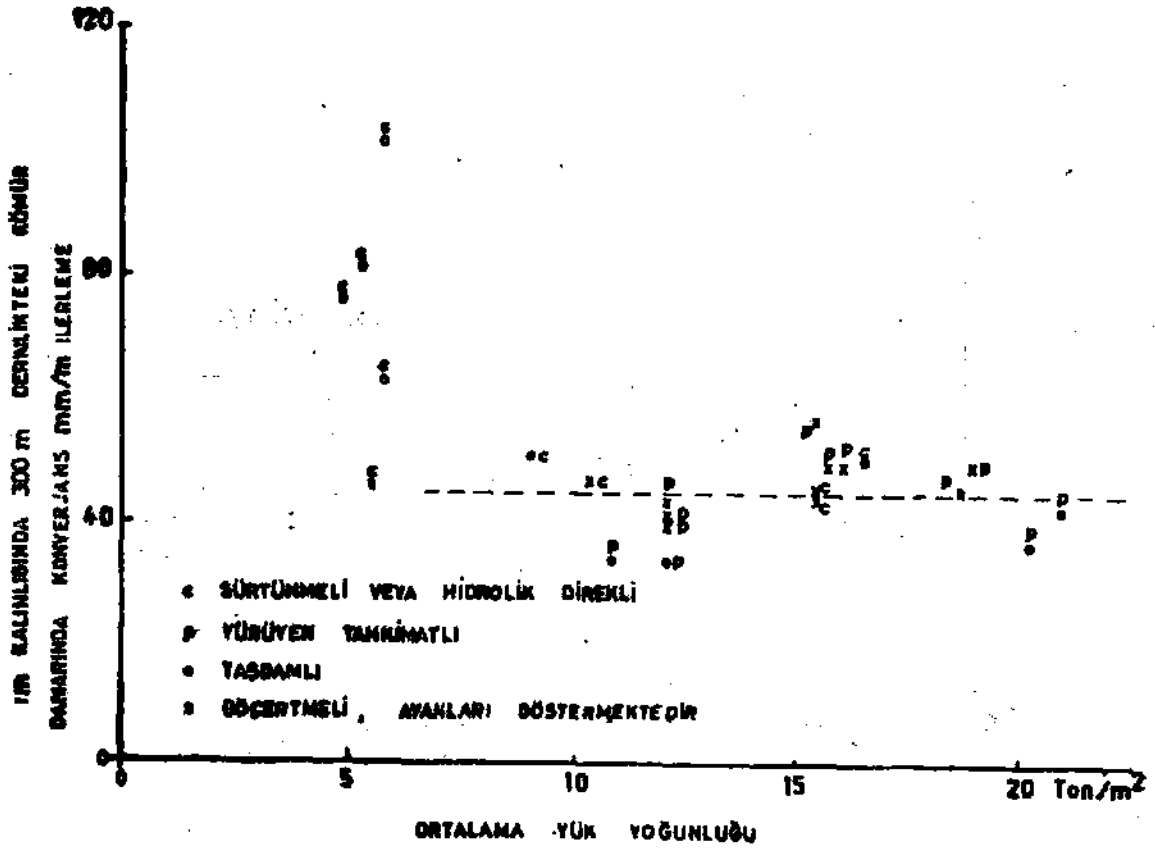
Kullanılan tahkimatın ayak içinde ve tabaka kontrolünde ne kadar etkili olduğunu anlamak ve diğer ayaklardaki durumlarla karşılaştırabilmek için önce bir baz seçmek gereklidir". Tahkimat direkleri üzerine gelen yükler zamana bağlı olarak değişiklik gösterir ve aynı zamanda her direk tarafından tahkim edilen alan kömür kazısı, tahkimatların' söküm ve dikimi sırasında değişir. Bu nedenle, tahkimatların üzerine gelen yükler zaman ve alan ağırlığı unsurlarını da içine alan ortalama yük yoğunluğu (OY) ile tanımlanır^{19,23}.

Ortalama yük yoğunluğunun hesaplanması, literatürde ayrıntıları ile Verilmiş-
fl,W* 23' <

Ortalama yük yoğunluğu ile konverjans arasındaki ilişki tabaka denetiminde en önemli unsurlardan birisidir. Konverjans, ortalama yük yoğunluğu arttıkça azalır. İngiltere'de, kömür havzalarında yapılan araştırmalarda, konverjanstakf bu azalmanın ortalama yük yoğunluğunu 0,8 ton/m² oluncaya kadar devam ettiği görülmüştür. Ortalama yük yoğunluğu, bu değerden çok olduğunda konverjansta bir azalma görülmemiştir. Şekil - 5, konverjans ile ortalama yük yoğunluğu arasındaki ilişkiyi göstermektedir^{19, 23}. Şekil-



ŞEKİL 4 - DERİNLİĞİN KONVERJANSA ETKİSİ



ŞEKİL 5. - KONVERJANS ORTALAMA YÜK YOĞUNLUĞU İLİŞKİSİ¹⁹

den de görüleceği üzere ortalama yük yoğunluğunun $10,8 \text{ ton/m}^2$ den az olduğu durumlarda konverjans artmaktadır. OY'luğunun $5,4 \text{ tön/m}^2$ den az olması durumunda ise konverjans çok fazladır. Bu yükte ve daha az yüklerde, tavanda oluşan çatlakların oluşturduğu blokların, birbirleri ile irtibatları gevşek olması nedeni ile göçüğe doğru olan hareketleri artar ve konverjans çok olur. Bu da, bu yükte yeterli bir tahkimat yapılamadığını ortaya çıkarır. Buradan, $5,4 \text{ ton/m}^2$ nin kritik bir yük yoğunluğu olduğu anlaşılmaktadır. Ayağın iyice tahkim edilebilmesi için bu değerden daha büyük bir ortalama yük yoğunluğuna gereksinme vardır. Doğaldır ki, burada sorulması gereken soru bu değer ne kadar büyük olacağıdır. Yukarıda da belirtildiği gibi ortalama yük yoğunluğu $10,8 \text{ ton/m}^2$ oldu-

ğunda tabaka ayrışması önlenmiş olup, ayak içinde tavan güvenli koşullarda kontrol edilebilmektedir. Ancak bu değere, anormal tabaka koşulları ve tahkimat direklerinin karakteristiklerinin zamanla azalması göz önüne alınarak gerekli güvenlik katsayısı uygulanmalıdır. Ashwin, yürüyen tahkimatların dizaynında (tasarımında) bu unsurları ayrıntıları ile göz önüne almıştır²⁶.

Yukarıda belirtilen ortalama yük yoğunluğu, kumtaşı bulunmayan, genellikle daha yumuşak kömür silsilesi kayalarının bulunduğu İngiltere kömür ocaklarından elde edilmiştir. Yalancı tavanda ve ana tavanda sağlam kumtaşı tabakalarının oluşu tahkimat direkleri üzerine gelen yükü artıracaktır²⁷. Panek,, ABD'de yük yoğunluklarının yüksek olmasının nedenini, ya-

lanci tavanda ve ana tavanda bulunan sağlam kumtaşı tabakalarına bağlamaktadır²⁷. A.B.D.'de yük yoğunluğu, 30 -100 ton/m¹ arasında değişmektedir. Bu değer, Almanya için 20-30 ton/m² dir²⁷. Görüleceği üzere, ülkeden ülkeye ya da bölgeden bölgeye görünen tabaka koşullarındaki farklılıklar yük yoğunluğunu etkilemektedir. Bu nedenle, her ülkede, tabaka koşullarına göre yük yoğunluğunun saptanması gerekir.

Ayakta kullanılan tahkimat daima yeterli kapasitede olmalıdır. Ancak, yeterinden fazla bir güvenlik katsayısının seçilmesi hem ekonomik olmayacak hem de fazla yük ; zayıf, sağlam olmayan tavan tabakasını bozacak, ters etki yapacaktır.

7. ORTALAMA YÜK YOĞUNLUĞUNA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Ortalama yük yoğunluğu, yalnız tahkimat direklerinin anma yük kapasitelerine bağlı değildir¹⁹. Anma yük kapasitesi kadar önemli başka faktörler de vardır.

Yükün tahkimat üzerine biniş hızı ayaktan ayağa farklı olabilir. Tahkimatların yük - gömülme karakterinin değişik olması yanında, tahkimat üzerine konan ahşap kamalar ve tahkimat altında kalan kömür, parçacıkları, tahkimat direklerinin anma yüklerine erişinceye kadar oluşması beklenen tavan - taban konverjansını artırır ve süreyi uzatır^{19,28}. Yürüyen tahkimatlı ayaklarda bazan tahkimat altında kalan parçacıkların ezilmesinin, tahkimatların anma kapasitelerine erişmelerini önlediği görülmüştür¹⁹. Sürtünmeli ve hidrolik tahkimatlarda taban gömülmesi de aynı sonucu doğurabilir. Dubois²⁹, bazı durumlarda yürüyen tahkimat altında kalan kömür parçacıklarının ve sarmalar üzerine konan ahşap kamaların ezilmesi ile tavan gömülmesinin, konverjansı % 40 oranına kadar artırdığını saptamıştır.

Ayrıca, yürüyen tahkimatların ve kesici makinaların kullanıldığı mekanize ayaklarda, kesmenin tek yönlü ya da iki yönlü

olması da ortalama yük yoğunluğuna etki edebilir. Örneğin, iki yönlü kesmenin yapıldığı ve tahkimatların, kesmeden sonra beklenen yüksek değerdeki konverjansın oluşmasına meydan vermeden derhal yürütüldüğü ayaklarda, yüklerin tahkimat üzerine binme hızının artması nedeni ile tahkimatlar anma kapasitelerine kısa sürede erişebilecek ve bunun sonucu ortalama yük yoğunluğu artacaktır. Yukarıda açıkça belirtildiği üzere, ayağın esas durumu ve çalışma sistemi, ortalama yük yoğunluğuna etki etmektedir. Bu nedenle, uygulamada en geçerli yöntem, ortalama yük yoğunluğunun yerinde yapılacak ölçümlerle bulunmasıdır,

8. TAHKİMAT TİPLERİ

Bilindiği gibi, ayağın tahkiminde kullanılan tahkimat tipleri, ağaç, sürtünmeli çelik, hidrolik direklerle yürüyen tahkimat olmak üzere dört ana tipte toplanır. Tahkimatların özelliklerini belirten literatür çoktur¹⁻⁵². Burada, bu tahkimatların özelliklerine girilmeyecek, istendiğinde bu kaynaklara başvurulabileceği belirtilmekle yetinilecektir.

Tahkimat direkleri tiplerinin, yük-gömülme veyâ yük-deformasyon karakteristikleri farklıdır. Bu farklılık yalnız tipler arasında olmayıp, aynı tipteki tahkimat direkleri arasında da vardır.

Ağaç tahkimatların ayak içinde tavan ve taban ile ilişkisi ve bunların birbirlerine olan etkileri üzerine çalışma yok denecek kadar azdır. Bunun nedeni, birçok ülkelerde bu tahkimat sisteminin yıllar önce ayak tahkiminde terk edilmiş olmasıdır. Burada sorulacak soru ; Acaba ülkemizde ağaç tahkimatın ayak tahkimatındaki yeri nedir? Tabaka kontrolündeki etkinliği ve sorunları nelerdir ?

Daha önce de belirtildiği gibi, sürtünmeli hidrolik direklerle ya da yürüyen tahkimat ile donatılmış ayaklarda, gerekli ortalama yük yoğunluğu elde edilme kaydı ile, konverjans değerlerinde ve tavanın

durumunda belirgin bir fark görülmediğidir^{19, 56}.

Sıkılama yükünden anma yüküne yavaş yavaş erişildiği ya da birden erişildiği tahkimat sistemlerinin tabaka kontrolü açısından etkileri ayrıntıları ile çalışılmamıştır. Veri azlığı nedeni ile, bu konuyla ilgili çelişkili yorumlar vardır. Bu konunun ayrıntıları ile incelenmesi gerekir. İstenilen ortalama yük, yoğunluğunun elde edilmesini garanti altına almak için tahkimatların ilk sıkılama yüklerinin ortalama yük yoğunluğu değerine eşit olarak alınması önerilmiştir²⁶. Burada dikkat edilmesi gereken husus, sıkılama yükünün zayıf tavanı bozmayacak şekilde tutulması ve optimum koşulun sağlanmasıdır^{6, 24}.

9. UZUNAYAKTA GERİNİN TAHKİMİ

Uzun ayak sistemi uygulanan kömür damarlarında, çalışılan yerin arkası ya tahkim edilir ya da tümü ile göçertilir. Gerinin göçertilmesi en çok uygulanan yöntemdir. Geriyi tahkim etmenin çeşitli yöntemleri vardır. Örneğin, dolgu malzemesi ile doldurma (hidrolik, basınçlı hava, yerçekimi yöntemleri ile), kırık taş ve/veya ağaç damlarla kısmi tahkimat gibi. Wilson, yapmış olduğu incelemelerde, ayak gerisinin tümü ile göçertildiği veya taş damları ile tahkim edildiği durumlarda, konverjans değerinde istatistiksel olarak belirgin farklılıklar görememiştir. Ancak bu konunun ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir".

Dubois²⁹, yapmış olduğu araştırmalar sonucunda bulduğu bulgulardan, gerisi dolgu malzemesi ile doldurulan ayaklarda oluşacak olan konverjansın, göçertmeli ayak sisteminde elde edilen konverjans değerinden yüzeyde oluşması beklenen çökme değerleri oranlarında az olacağını belirtmiştir. Diğer bir deyişle, dolgu ayaklardaki konverjans, göçertmeli ayaklarda oluşacak konverjansın aşağıda verilen katsayı ile çarpılması sonucu bulunur :

Dolgulu ayaklarda maksimum çökme değeri
(damar kalınlığı cinsinden)

Göçertmeli ayaklarda maksimum çökme değeri
(damar kalınlığı cinsinden)

$$\frac{0.5 H}{0.9 H} = 0.56$$

Burada H, damarın işlenen kalınlığıdır (m). Ayak gerisinin tahkim edilmesinin ya da göçertilmesinin en önemli etkisi, tavan ve tabanın birbirlerine göre yanal hareketlerinin çok olduğu ayaklarda görülmüştür. Gerisi kırılmış taşların yığılması ile elde edilen damlarla tahkim edilen ayaklarda göçüğe doğru olan hareketin daha az olduğu saptanmıştır. Buradan, yanal hareketin çok olduğu ayaklarda taş damlarının kullanılmasının tabaka kontrolünü arttıracığı ortaya çıkmaktadır.

10. SONUÇ

Bu literatür araştırması genellikle İngilizce yazılmış kaynaklardan yararlanılarak hazırlanmıştır. Yanıt bulunması ve ayrıntıları ile incelenmesi gereken hususlar ana çizgileri ile aşağıda sıralanmaya çalışılmıştır :

1. Literatür araştırmasından, tabaka kontrolünde bir taraftan birçok şeyin bilindiği, diğer taraftan birçok şeyin bilinmediği, tümü ile aydınlanmadığı görülmüştür. Ancak, bilinsin bilinmesin tabaka denetimine etki eden faktörler ve parametreler, tabakaların homojen olmaması, bölgesel farklılıklar göstermesi nedeni ile her bölgede ayrıntıları ile incelenmeli, araştırılmalı ve belirli bir bölge için gerek güvenlik ve gerekse ekonomi açısından optimum koşullar bulunmalıdır.

2. Uzun ayaklarda tabaka denetiminin en büyük unsurları, ortalama yük yoğunluğu ile konverjans ve bu iki faktörün birbirleri ile olan ilişkileridir.

3. Ortalama yük yoğunluğu, yalnız tahkimat direklerinin anma yük kapasitele-

rine bağılı değildir. Ayağın esas durumu ve çalışma sistemi ortalama yük yoğunluğuna etki etmektedir

4. Optimum ortalama yük yoğunluğu ve konverjans ilişkisi, tabakaların durumuna ve özelliklerine göre ülkeden ülkeye, bölgeden bölgeye değişebilmektedir. Ülkemizde de, kömür havzalarının karakteristiklerini çıkartmak için yoğun araştırmalara gitmek gerekir.

5. Tahkimat direklerinin tiplerinin tabaka denetimine etkisi nedir? Sıklama ve anma yük kapasitelerinin değerleri ne olmalıdır? Sıklama yükünün etkisi nedir? Alınacak güvenlik katsayısı ne olmalıdır? Bu sorulara literatürde çok az yanıt bulunabilmiştir. Ayrıntıları ile özellikle ülkemiz koşulları için incelenmelidir.

6. Ülkemizde, uzun ayaklarda daha çok ağaç tahkimat kullanılmaktadır (Özellikle Zonguldak havzasında). Ancak, bu tahkimat sisteminin tabaka kontrolüne etkisi, problemleri, yeterli olup olmadığı, ekonomiye olumlu veya olumsuz katkısı ayrıntıları ile incelenmemiştir. Hatta, hiç incelenmemiş olduğunu söylemek daha doğru olacaktır. ,

7. Tabaka denetiminin daha çok yatımı az, oldukça ince kömür damarlarında incelenmiş olduğu saptanmıştır. Yatımı çok dik veya çok kaim damarlardaki tabaka denetimi problemleri ve çözümleri ile ilgili az veri vardır. Ülkemizde bu tür kömür damarlarının çoğunlukta olduğu göz önünde tutulursa, önümüzde sonsuz bir araştırma potansiyelinin durduğu görülmektedir.

8. Değişik ayak gerisi tahkiminin tabaka kontrolüne ve tavan koşullarına etkisi nedir?

KAYNAKLAR :

1. —————: Proceedings of International Conference About Rock Pressure and Supporte in the Workings. Liege, 1951.
2. —————: Proceedings of Second International Conference on Strata Control. Essen, 1956.
3. —————: Proceedings of Third International Conference on Strata Control. Paris, 1960.
4. —————: Proceedings of Fourth International Conference on Strata Control and Rock Mechanics. New York, 1964.
5. —————: Proceedings of Fifth International Strata Control Conference. London, 1972.
6. WHITTAKER, B. N. : An Apraisal of Strata Control Practice. The Mining Engineer, Vol. 134.1975 - 75, pp. 9 -24.
7. CURTH. E. A. : Coal Mining Techniques in the Federal Republic, of Germany-1971. Bureau of Mines Information Circular, IV 8645, 1974, 52 p.
8. SHEPHERD, R. : The Forward Abutment in Longwall Mining.. Colliery Guardian, May 1973, pp. 177-182.
9. ATAMAN, T. : Uzun Ayaklarda Tahkimat Esasları. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 2. a Kongresi. 1971, s. 213-221.
10. WILSON, A. H. ASHWIN, D. P. : Research into the Determination of Pillar Size. The Mining Engineer, Vol. 131, 1971 - 72, pp. 409 - 427.
11. EVERLING, G. : Discussion to the Paper by B. N. Whittaker entitled: «An Apraisal of Strata Control Practice». The Mining Engineer, Vol. 134,1974 - 75, p. 39.
12. EVERLING, G. : Rock Pressure ; Its Prediction . and Evaluation. Prop. 5 th International Strata Control Conference, London, 1972, paper no : 18.
13. EVERLING, G. : Applied Rock Mechanics. Glückauf, Vol. 109, 1973, pp. 1127 - 1150.
14. OYANGURËN, P. R. : Simultaneous Extraction of Two Potash Beds in Close Proximity. Proc. 5th International Strata Conference, London 1972, Uaper No. 32.
15. FAÜLKER, R., PHILLIPS, p. W. : Cleavage Induced by Mining. Trans. Inst. Mining Engineering, Vol. 89, pp. 264.-297.
16. —————: Desing of Mine Layouts. Working Party Report, N. C. B., 1972.
17. JACOBI, O., EVERLING, G., IRRESBERGER. H. : Research with a View to the Development of Powered Face Supports. Proc. fourth International Conference on Strata Control and Rock Mechanics, New York. 1964, pp.. 160-184.
18. ADLER, L,, SUN, M. C. : Ground Control in

- Bedded Formations. Bulletin 28, Virginia Polytechnic Institute, 1968.
19. WILSON, A. H. : Conclusions from Recent Strata Control Measurements Made by The Mining Research Establishment. The Mining Engineer, Vol. 123, 1963 - 64. pp. 367 - 380
 20. SHEPHERD, R. ASHWIN, D. P. : Measurement and Interpretation of Strata Behaviour on Mechanized Faces. Colliery Guardian, December, 1968, pp. 795 - 804.
 21. COOKE, W. E. : Prop Loads on Longwall Faces. Colliery Engineering. Vol. 29, No. 341, 1952, pp. 276-283, 296.
 22. SHEPHERD, R. : Strata Control. Colliery Guardian August 1969, pp. 450-454.
 23. SHEPHERD, R. : Study of Strata Control on Mechanised Coal Faces. Proc. 4th International Strata Control Conference, New York, 1964, pp. 230 - 244.
 24. SCHWARTZ, B., DUBOIS, R. : The Influence of the Supports on the Movement of Roof and Floor in the Face. Proc., 2nd International Strata Control Conference. Essen, 1956.
 25. ÜNAL, E. : A Study of Load and Convergence at Two Longwall Faces and Interpretation of Strata Behaviour at O. A. L. Colliery. Bey pazari. Mac. Thesis, 1974, O. D. T. Ü., Ankara
 26. ASHWIN, D. P., CAMPBELL, S. G., KIBBLE, J. D., HASKAYNE, J. D., MOORE, J. F. A. SHEPHERD, R. : Some Fundamental Aspects of Face Support Design, The Mining Engineer. Vol. 129 - 1969 - 70. pp. 659 - 675.
 27. PANEK, L. A. : Additional Considerations Regarding Longwall Face Support Requirements. Bureau of Mines Information Circular, IC 8630, 1974. pp. 125-127.
 28. JOSEIN, J. P. : The Functioning of Supports and their Effect on Roof Behaviour on the Face. Proc. 5th International Strata Control Conference, London, 1972. Paper No : 7.
 29. DUBOIS, R. : The Various Factors Governing Face Convergence. Proc. 3rd International Strata Control Conference, Paris, 1960, pp. 443-462.
 30. SEAM, M. M. : Investigations Into the Behaviour of the Roof of Caved Longwall Faces. Rock Mechanics - Theory and Practice. Proc. of the Symposium on Rock Mechanics, Dhandbad, 1972, pp. 107 - 121.
 31. LIEGOIS, R. : Powered Longwall Supports. Proc. 4th International Strata Control Conference, New York, 1964, pp. 248 - 265.
 32. ILSHEIN, A. : Resistance of the Support System and Rock Pressure in Longwall Faces. Proc. 3rd International Conference on Strata Control, Paris. 1960, pp. 127-136.
 33. ADAM, A., CHASSAGNE, D. : Hydraulic Power Operated Supports at the Bruay Group of the Houillères du Bassin du Nord of the Pas - de - Calois. Proc. 3rd International Conference on Strata Control, Paris, 1960, pp. 61-78.
 34. McLUCKEE, A. D. : Frame Type of Powered Supports. Proc. 3rd International Conference on Strata Control, Paris, 1960, pp. 79 - 90.
 35. WRIGHT, A. : Practical Applications of Chock-Typ Powered Operated Support System. Proc. 3rd International Conference on Strata Control, Paris, 1960 pp. 91-108.
 36. EDWARDS, R. W. : Ground Support in Bulk Mining. Mining Congress Journal, Vol. 43, 1957, pp. 79 - 71. 79.
 37. WHITING, J. M. : The ABC's of Mine Support : Mining Congress Journal, Vol. 44, 1958, pp. 42-46.
 38. LEWIS, S. : Load - Yield Characteristics of Props and Their Relation to Roof Control. Colliery Guardian, Vol. 189, 1954, pp. 439 - 442.
 39. DUBOIS, L. : Twenty-five Years Experience with Metal Supports at Winterslag. Proc. 3rd International Conference on Strata Control, Paris, 1960, pp. 31 - 48.
 40. ————; Search for ideal Yield Prop Design. Colliery Guardian, Vol. 183. 1951, pp. 379-387.
 41. ————; The Hydraulic Pit Prop. Colliery Guardian, Vol. 177, 1948, pp. 641-643.
 42. HESS, H. : Roof Control by Powered Supports in the West German Coalmining Industry. Proc. 5th International Strata Control Conference, London, 1972, Paper No. 1, 6 p.
 43. KLAER, P. H. : Roof Control on an American Longwall Face with the Supports Used on the One-Web - Back - System. Proc. 5th International Strata Control Conference, London, 1972, Paper No. 2, 6 p.
 44. BOXHO, J. : Sequence Control of a Powered Support System Not Linked to a Conveyor. Proc. 5th International Strata Control Conference, London, 1972, Paper No. 5, 10 p.
 45. KABENICHT, H. ; Systematic Development of a Powered Support for Faces in Weak

- Rock. Proc. 5th International Strata Control Conference, London, 1972, Paper No. 6, 8p.
46. PORTNOV, A. A. : Scientific Development of Powered Supports for Weak and Unstable Surrounding Strata. Proc. 5th International Strata Control Conference, London, 1972, Paper No. 8, 7p.
47. ATAMAN, T. : Uunayaklarda Tahkimat Esasları, II-Çelik Tahkimat. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 4. cü Kongresi, Ankara, 1975, pp. 299 322.
48. WOODRUFF, S. D. : Methods of Working Coal and Metal Mines. Vol. 2, 1966, Pergamon Press.
49. SPRUTH, F. : Strebaushau in Stahl und Leichtmetall. Glückauf - Betriebsbücher - Band 1. Verlag Glückauf GMBH - Essen, 1963.
50. WILSON, A. H. : Support Load Requirements on Longwall Faces. The Mining Engineer, Vol. 134, 1974 - 75, pp. 479 . 491.
51. BARRY, A. J., NAIR, O. B., MILLER, J. S. : Specifications for Selected Haydraulic - Powered Roof Supports. Bureau of Mines Information Circular, IC 8424, 1969.
52. BİRÖN, C. : Madenlerde Tahkimat İşleri. İ. T. Ü. Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Yayınları, Sayı : 83, İstanbul, 1971.

YENİ YAYINIMIZ

KAYA ŞEV STABILİTESİ!

E. Hoek, J. W. Bray

Öğrencilere : 60,— TL.

Üyelere : 100,— TL.

Kurumlara : 250,— TL.