

Uzunayak Kömür Madenciliğinde tki Pano Arasında Bırakılan Dar Topuğun Taban Yolu Stabilizasyonuna Etkisi

The Role of Rib Pillars Left Between the Roadway and Adjacent Workings in the Stability of Gate Roadways in Longwall Coal Mining.

Tuğyan AHISKA*

ÖZET

Daha çok kömür işletmelerinde uygulanan uzunayak panolarında çalışılmakta olan iki komşu pano arasında emniyet topukları bırakılması büyük rezerv kayıplarına yol açmaktadır. Oysa, taban yolu tahkimatının güçlendirilmesi sureti ile dar topuk uygulaması da bazı durumlarda panonun stabilizasyonu açısından istenilen sonuçları verebilir. Bu konunun etüdü amacı ile İngiltere - Güney Nottinghamshire Bölgesi - Cotgrave Kömür Ocağı'nda, kalınlığı 2 - 7 m olan çok dar bir topuğun bitişiğinde ilerletilmiş olan bir taban yolunda bir dizi araştırma çalışması yapılmış ve elde edilen sonuçlar bu yazıda sunulmuştur. Sonuçlar, bir takım tahk.mat özelliklerine dikkat edilmesi durumunda, dar topuk sisteminin uzunayak panolarında büyük çapta uygulanabilirliği görüşünü getirmiştir.

ABSTRACT

As rib pillars play a great part in the stability of gate roadways it is often customary to leave a solid pillar of a sufficient width between the roadway and adjacent workings in longwall layouts. This system, however, results in sterilising large coal reserves and consequently achieving a lower percentage extraction. One alternative to gain the otherwise left behind reserves is to leave a very narrow rib pillar against old adjoining workings and to provide a strong ribside to support the roadway.

From this consideration an investigation was carried out at Cotgrave Colliery, South Nottinghamshire in England where a maingate of a face was separated from an old working by a 2-7 m wide rib pillar. To study the effects of such a pillar on the stability of the roadway several instrumentations were applied and the results obtained from this investigation are presented and discussed in detail in this paper. Theoretical consideration is also included regarding pack loading.

(*) Maden Y. Mühendisi, TKİ GLİ Müessesesi, Tunçbilek Bölgesi, KÜTAHYA.

1. GİRİŞ

Uzunayak panolarında ister ilerletimli, ister geri dönümlü olsun taban yollarının stabilizasyonu gereği olarak komşu ayaklar ya da panolar arasında uygun bir kalınlıkta topuk bırakmak alışılmış bir usul, hatta kuraldır. Ancak, bu topuk kalınlıklarının ne kadar olması gerektiği hakkında birçok tez ileri sürülmüş; birçok formüller ortaya atılmış olmakla birlikte en yaygın ve yüzeysel hesap biçimi; çalışılan derinliğin 1/10'u kadar kalınlıkta topuk bırakılmasıdır (Örneğin, 500 m derinlikte 50 m topuk kalınlığı gibi). Bu kalınlıkta kömürün topuk olarak bırakılması büyük rezerv kayıplarına yol açtığından dar topukların taban yolları ve pano stabilizasyonu ile ilgili performansını incelemek zorunlu hale gelmiştir.

Dar ya da geniş topuk kavramlarını, karışıklığa meydan vermemesi açısından rakamlarla tanımlamakta yarar vardır. Genelde kabul edilen ölçülere göre 5-30 metre arasındaki kalınlıklar dar topuk; 30 metreden büyük kalınlıklar ise geniş topuk kapsamına girer. Çok dar topuk (0-5 m) bırakılması durumunda ise, taban yolları kenarı boyunca olduğu bilinen yüksek tabaka basıncı topuk doğrultusu sınırından daha ötedeki noktalarda oluşacağından bu gibi topukların uzunayak yollarının stabilizasyonu üzerinde hiç topuk bırakılmaması gibi etkisiz olacağı varsayılır.

İşte, yeterince araştırılmamış bu konuya bir ışık tutmak amacı ile, tarafımdan İngiltere, Güney Nottinghamshire Bölgesi, Cotgrave Kömür Ocağı'nda H37 Panosu'nda bir araştırma projesi gerçekleştirilmiş ve bu araştırmadan elde edilen sonuçlar burada açıklanmıştır.

2. ARAŞTIRMA TEKNİĞİ

Yeraltı boşluklarının ya da galenlerinin stabilitesi, esas itibarıyla çevresindeki katmanların oynama ve birbirine göre yer değiştirme miktarlarına bağlı oldukları için tabaka hareketini ölçmek amacıyla telli ekstansometrelerden yararlanılmıştır. H37 panosunun ana taban yolunda saptanan araştırma istasyonlarına, yolun merkezinde ve aynı düşey ekseninde olacak şekilde, bir tavanda, bir de tabanda açılan deliklere iki adet ekstansometre yerleştirilmiştir. Birinci istasyonda yapılan ölçmeler sonucunda tabaka ayrışmasının başladığı noktayı saptamak olanaklı olmamış, bunun üzerine ikinci bir istasyon teşkil edilmiş, bu istasyondaki tavan ekstansometresinin boyu oldukça

uzatılarak en üst referans noktasının çalışılmakta olan damarın üstünde yer alan Deep Soft damarının da iki metre üzerine isabet ettirilmesi düşünülmüştür. İkinci istasyonda taban ekstansometresinin boyu da bir miktar uzatılarak 6,40 m'ye çıkartılmıştır.

İkinci istasyondaki araştırma ilkinin bitiminden hemen sonra başlatılmıştır.

Ölçme istasyonlarında taban yolu yükseklik ve genişliğindeki değişimler de (konverjans)-yan duvarlar ile tavan ve tabana yerleştirilen demir çubukların uç noktaları ölçme bazı teşkil edecek şekilde- periyodik olarak kaydedilmiştir.

İstasyonlarda ayrıca göçük ve topuk tarafındaki dolguların içine yerleştirilen yük ölçerler (Load Cell) vasıtası ile dolguların uğradığı düşey basınçlar ölçülmüş; dolgu yerlerinin konverjans miktarı ise bu amaç için dizayn edilmiş özel teleskobik çubukların yardımıyla saptanmıştır.

Ayrıca, H37'nin ana ve tali taban yolları boyunca çeşitli zamanlarda yapılan deformasyon tespiti ölçümleri ile belli noktalarda ayak uzaklığına göre konverjans eğrileri çıkartılmıştır. Panodan alınan çeşitli formasyon ve kömür numuneleri laboratuvarında mukavemet testine tabi tutularak elde edilen değerler teorik yük hesabında kullanılmıştır.

3. H37 PANOSUNUN ÖZELLİKLERİ

3.1. Ayak İle İlgili Bilgiler

Cotgrave Ocağı'nın yeryüzünden 471 m derinliğinde yer alan H37 panosunda ayak uzunluğu 235 m olup, kesilen damar kalınlığı 1,6 m'dir. İlerletimli olarak çalışılan ayakta kazı işlemi çift tamburlu kesici-yükleyici makine ile yapılmış ve ayak Dowty imalatı 5 direkli yürüyen hidrolik domuzdamaları ile tahkim edilmiştir. Deep Hard damarı ana yoldan tali yola doğru 1/15'lik bir eğimle alçalmaktadır. Ayağın ilerleme hızı 650 m/yıl = 54 m/ay olarak planlanmıştır.

Deep Hard damarının, dolayısıyla H37 panosunun alt ya da üst kodlarında herhangi bir çalışma yapılmamış olduğundan, diğer damarlardan kaynaklanabilecek ve pano üzerine etki edebilecek bir imalat basıncı söz konusu olmamıştır.

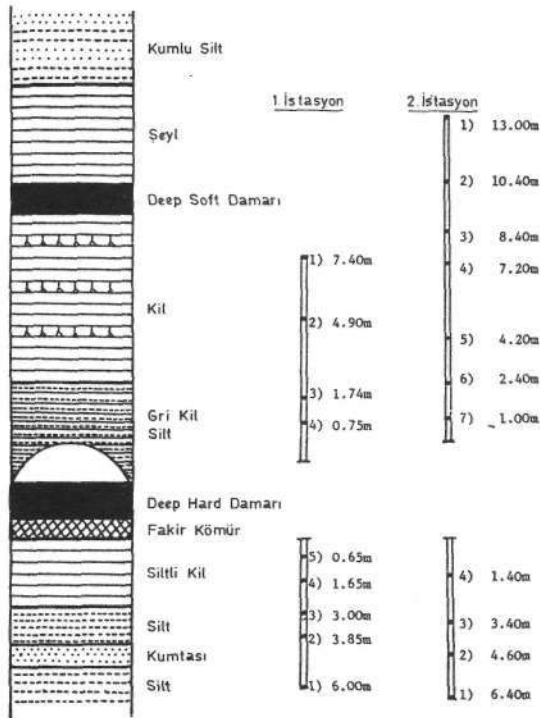
H37'nin ana taban yoluna komşu bulunan H36 panosu tamamen çalışılmış olup, arada kalınlığı 2-7 m arasında değişen bir topuk bırakılmıştır.

3.2. Lokal Jeoloji

Deep Hard damarının tavan taşı 4 m kalınlığında plastik özellikli kil (mudstone + siltstone) dir. Bu tabakanın üzeri yaklaşık 7 m kalınlığında daha zayıf ve toprağımsı karakteri hakim olan başka bir kil tabakası (mudstone + seat-earths) ile örtülü olup, bunun da üzerinde 1 m kalınlığında Deep Soft kömür damarı yer alır. Deep Soft damarı, 4 m kalınlığındaki ve oldukça zayıf yapılı bir şeyi tabakası ile örtülüdür. En üstte ise 15 m kalınlığa varan bir kumlu kil (sandy siltstone) tabakası mevcuttur.

Deep Hard damarının tabanında ise çok düşük kaliteli ve kil ara kesmeli ince bir kömür tabakası, onun da altında 2,7 m kalınlığında plastik özellikli karışık bir kil tabakası (silty mudstone + siltstone) ve en altta 0,9 m'lik kum taşı (sandstone) tabakası yer alır.

Bölgenin jeolojik yapısını gösteren kesit Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. H37 Panosu jeolojik kesiti ve ekstansometre referans noktalarının pozisyonu.

3.3. Taban Yolları

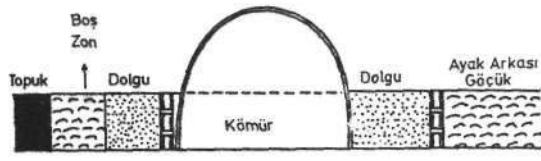
Taban yollarının oluşturulması klasik yöntemle olmuştur. Yani, kesici makine, ana ve tali yollar ile dolgu yerlerini damar yüksekliğinde açmış; yolların alacağı nihai kemer şekli ise damarın üst kısmının her iki yolda da lağımlanması, tali yolda ayrıca damar altının taraması ile verilmiştir.

Ana taban yolu 4,88 m genişliğinde ve 3,66 m yüksekliğinde (16 ft x 12 ft), 114 mm x 127 mm kesitli I profil 3 parçalı rijit bağlarla tahkim edilmiştir. Bağ aralıkları 0,64 m ya da 0,76 m'dir. Demir bağların tabanları, ilk konverjans sırasında deformasyonun önlemek amacıyla 0,5 m yüksekliğindeki dişi geçme şaseler üzerine oturtulmuştur. Bağlar, birbirlerine tavan kısımlarından 6 adet silindirik çelik fırçalarla bağlanmış; yan duvarlar ağaç kama ya da oluklu saçlarla kaplanmıştır.

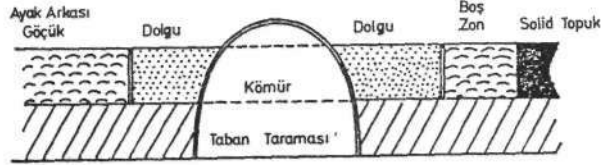
Ana taban yolunun her iki tarafına da elle dolgu uygulanmıştır. Dolgu malzemesi olarak arından çıkan paşa kullanılmıştır. Başlangıçta 4 m olan ayak tarafı dolgu genişliği daha sonra 3 m'ye düşürülürken, başlangıçta 3 m olan topuk tarafı dolgu genişliği bir miktar ayak ilerlemesinin ardından bağlarda görülen aşırı deformasyon sonucu biraz daha artırılarak 3,5 m'ye yükseltilmiştir. Topuk ile dolgu arasında 4 m genişliğinde boş bir zon (cep) sürekli olarak bırakılmıştır.

Tali taban yolu ayağın aynası ile paralel gidecek şekilde tahkimatlandırılmıştır. Yol arınının orta kısmında kömür kesilmiş; alt kısmı ise bir yükleyici ile taranmıştır. Kömürün üzerinde kalan 0,25 ile 0,50 m yüksekliğindeki kısım ise ateşleme suretiyle açılmıştır. Tali yolda ana yola kıyasla daha küçük kesitli (114 mm x 114 mm) 3 parçalı I profil demir bağlar kullanılmış ve daha seyrek aralıklarla (0,92 m) kurulmuştur. Yol genişliği başlangıçta 4,28 m, yüksekliği ise 3,05 m (14 ft x 10 ft) iken, genişlik daha sonra 3,66 m (12 ft) ye düşürülmüştür.

Tali yolun her iki tarafında da 3'er metre genişliğinde dolgu yapılmış, solid topuk ile dolgu arasında 2-3 m genişliğinde boş bir zon sürekli bırakılmıştır. Şekil 2'de taban yollarının kesitleri verilmiştir.



(a) Ana Taban Yolu



(b) Tali Taban Yolu

Şekil 2. H37 Panosu taban yolları kesiti.

4. ARAŞTIRMA İSTASYONLARI

Birinci istasyon ana taban yolu üzerinde ve ayak başlangıç noktasından 183 m ileride ayağın 22 m gerisinde kurulmuştur. İdeal olarak ayağın hizasında ve ekstansometreler yolun tam merkezinde açılacak deliklere yerleştirilmesi gerekirken, ayaktaki normal üretim ve nakliyatı aksatmamak için biraz geride ve yolun merkezinden ayak tarafına doğru biraz içeride kurulmuştur. Telli ekstansometreler 43 mm çapındaki ve tavana 7,40 m, tabanda ise 6 m uzunluğundaki düşey deliklere yerleştirilmiştir. Tavan ekstansometresine 4, tabandakine ise 5 adet referans noktası konulmuştur. Referans noktaları değişik tabaka formasyonlarına rasgelecek şekilde seçilmiştir.

Dolgu üzerine gelecek yükleri ölçmek için her iki taraftaki dolgu ceplerine birer tane yük ölçer ve dolgu konverjansını ölçmeye yarayan birer adet teleskobik çubuk, birinci istasyondan 20 m öteye yerleştirilmiştir.

İkinci istasyonun kurulmasına karar verildiğinde, ayak başlangıç pozisyonundan itibaren 395 m ilerlemiş ve taban yolunun toplam uzunluğu 517 m'yi bulmuştur. İkinci istasyon, ayağın 14 m gerisinde teşkil edilmiş, ekstansometreler bu kez yolun tam merkezine yerleştirilmiştir.

Dolgu aparatının yerleştirilmesi ikinci istasyonun kurulmasından bir hafta önce yapılmış; dolayısıyla ikinci istasyondan 20 m geride yer almıştır. Burada kullanılan ekstansometreler tavana 13 m uzunluk ve 7 adet referans noktası ile tabanda 6,40 m u/uzunluk ve 4 adet referans noktasından oluşacak şekilde tasarlanmıştır.

İstasyon noktalarında yolun yatay konverjansını kaydetmek amacıyla tabandan 1'er m yükseklikte, yan duvarlar içerisine açılan deliklere birer adet çelik çubuk yerleştirilmiş ve çimento ile sıkılanmıştır. Düşey konverjansı ölçerken bazı noktaları olarak ekstansometrelerin uç noktalarından yararlanılmıştır.

Ekstansometrelerin konumu ve referans noktalarının delik içerisindeki pozisyonları Şekil 3'de gösterilmiştir.

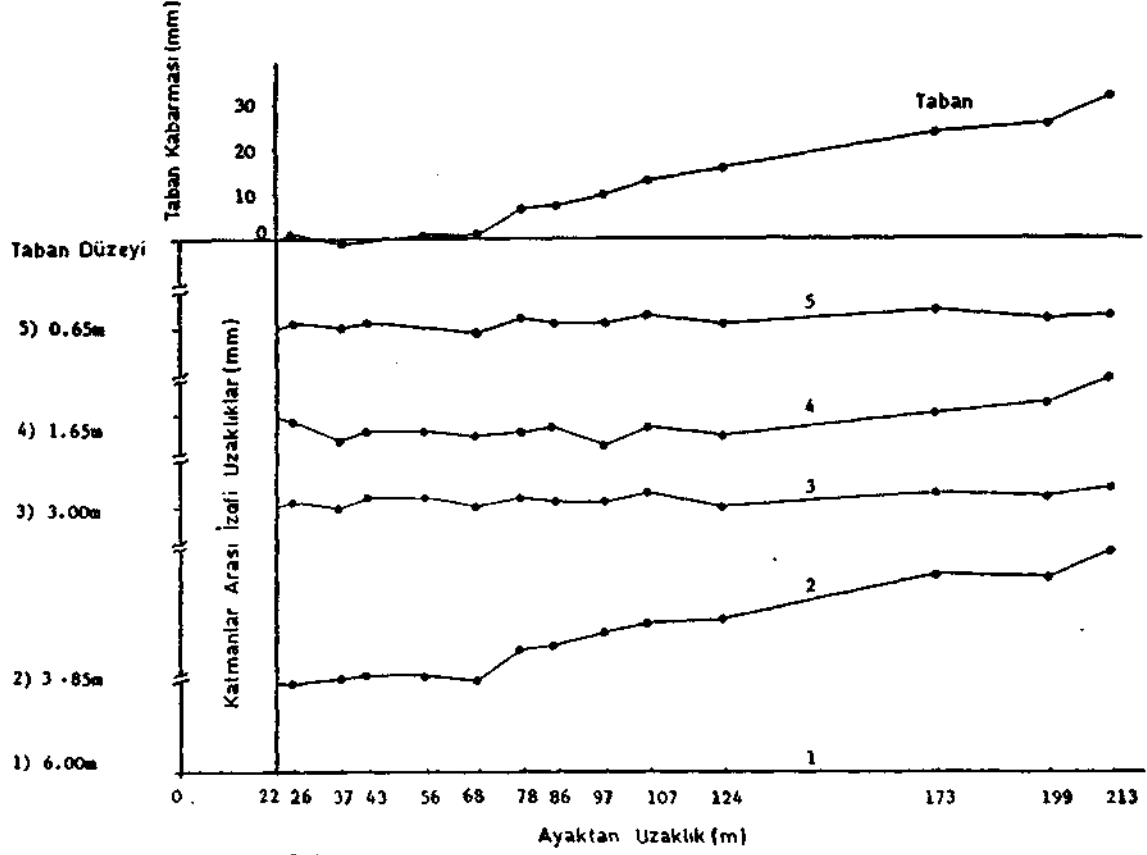
5. ELDE EDİLEN SONUÇLARIN İRDELENMESİ

5.1. Tabakaların Yer Değiştirmesi

Şekil 3, 4, 5, 6 her iki istasyonda yapılan ölçmelerden elde edilen değerlere göre tabakaların birbirlerine göre göreceli (izafi) yer değiştirmeleri ile tavan basması ve taban kabarmasını gösteren diyagramları vermektedir.

Araştırma süresince taban kabarmasının ihmal edilebilecek kadar az olduğu gözlemlenmiştir. Toplam kabarma miktarı birinci istasyonda 32 mm; ikincide ise yalnız 23 mm'dir. Bu değerler, en alt referans noktalarında oynama olmadığı, dolayısıyla bunların temsil ettiği katmanların stabil kaldıkları varsayılarak elde edilmiştir. Böylece, ilk önce birinci referans noktasından uzanan telin boyundaki değişimlere göre $(L_1 - L_j)$ taban düzeyi çizilmiş, daha sonra ardı sıra gelen katmanları temsil eden tellerdeki değişimler taban tabakalarının birbirlerine göre göreceli yer değiştirmelerini vereceğinden $(L_x - L_j) \cdot (L_2 - L_2)$; $(L_2 - L_2) - (L_3 - L_3)$; $(L_3 - L_3) - (U - U) \dots$ değerleri diyagrama işlenmiştir. Katmanlar arası göreceli yer değiştirmeler milimetrik boyutlarda olduğundan, referans noktalar arasındaki uzaklıklar aynı diyagram üzerinde ölçekli olarak gösterme olanaklı olmamıştır.

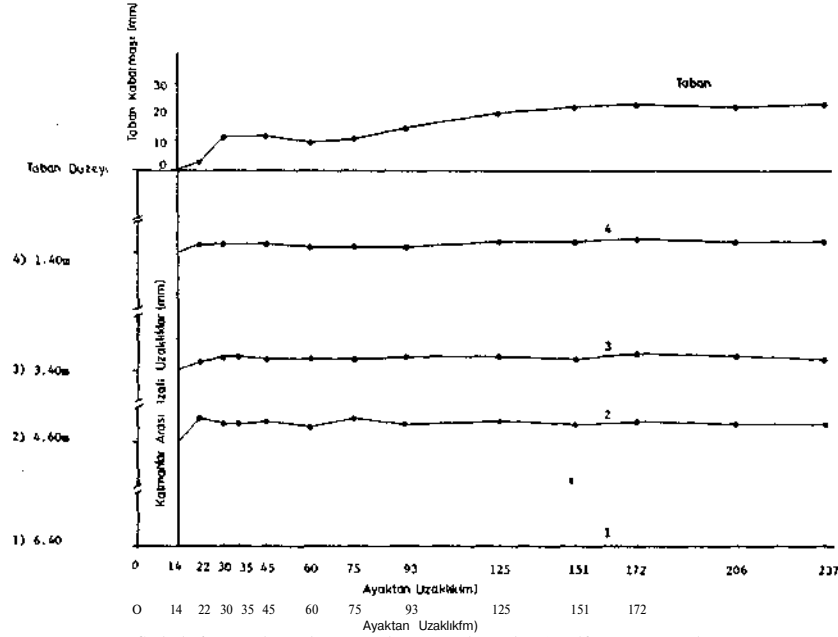
Ana taban yolundaki düşey konverjansın hemen hemen tamamı tavan basması sonucu oluşmuştur. Her iki ekstansometre istasyonundan el-



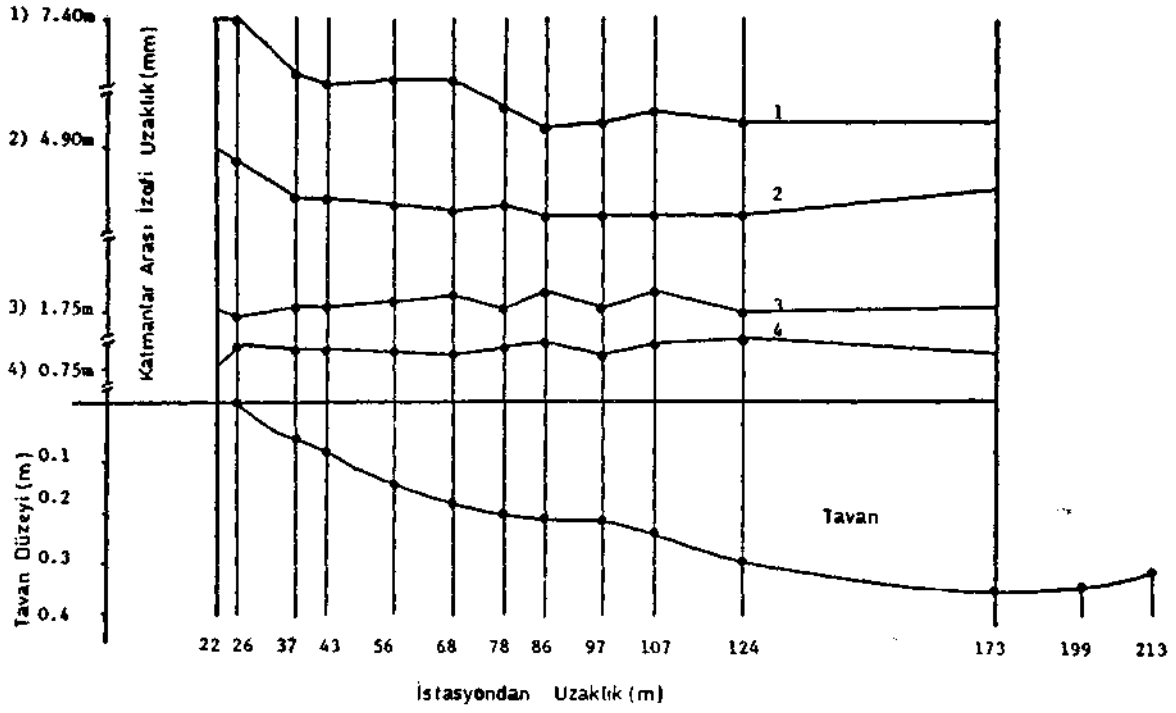
Şekil 3. Taban katmanlarının hareketi (1. istasyon)

de edilen sonuçlara göre yerinden oynamış "tavan katmanları" üst sınırı, ekstansometrelerin yerleştirildiği deliklerin çok daha yukarılara kadar uzanmaktadır. Çünkü, en üst referans noktasını temsil eden telin ekstansometre ucundan sarkan uzantısı, tavan basmasının büyüklüğü ile kıyaslanıyacak derecededir. Dolayısıyla her iki istas-

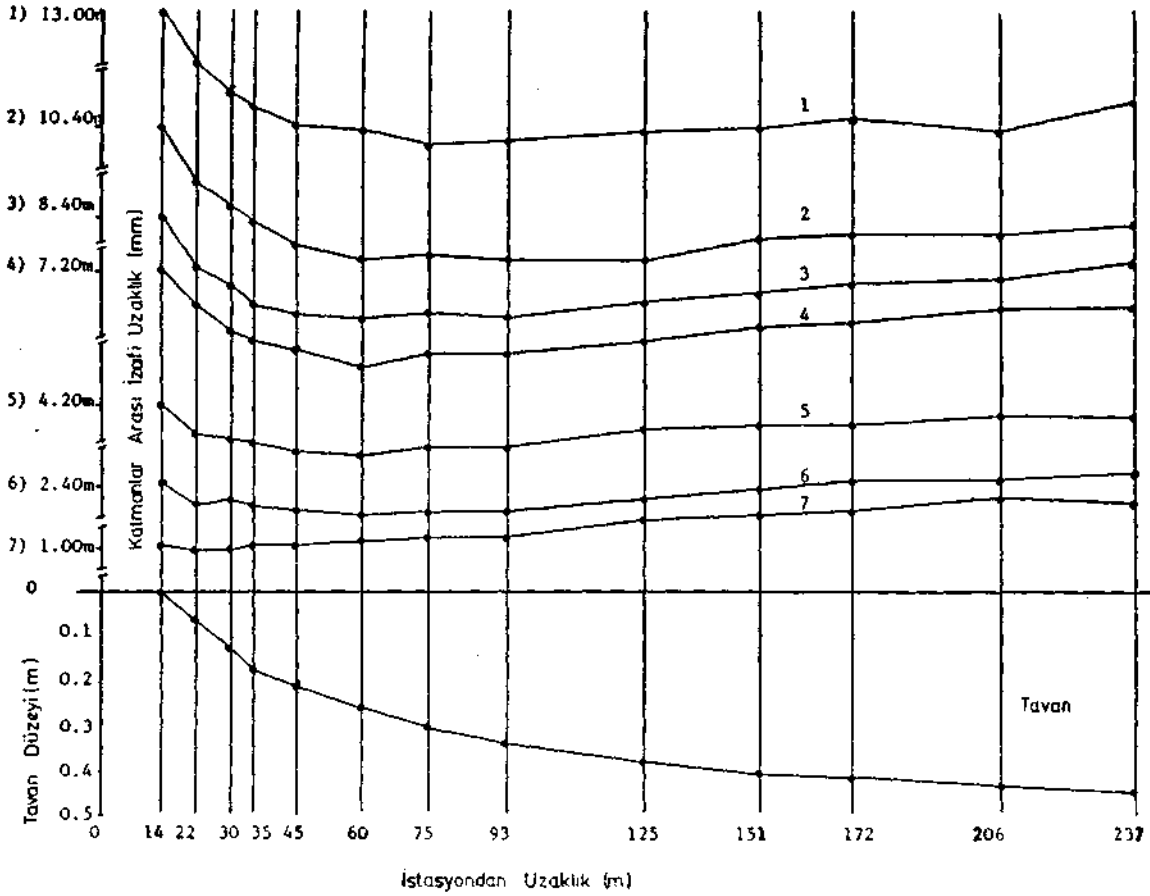
yonda da en üst referans noktaları ve karşılıklı tabakalar alçalan tavan bloku içinde yer almıştır. Aynı ölçekte gerçek tabaka hareketi ile katmanlar arası oynamaları göstermek olanaklı olmadığından, şekillerde her referans noktasının da tavan düzeyinin alçalması oranında alçaldığı varsayılmıştır.



Şekil 4. Taban katmanlarının hareketi (2. istasyon)



Şekil 5. Tavan katmanlarının hareketi (1. istasyon)



Şekil 6. Tavan katmanlarının hareketi (2. istasyon)

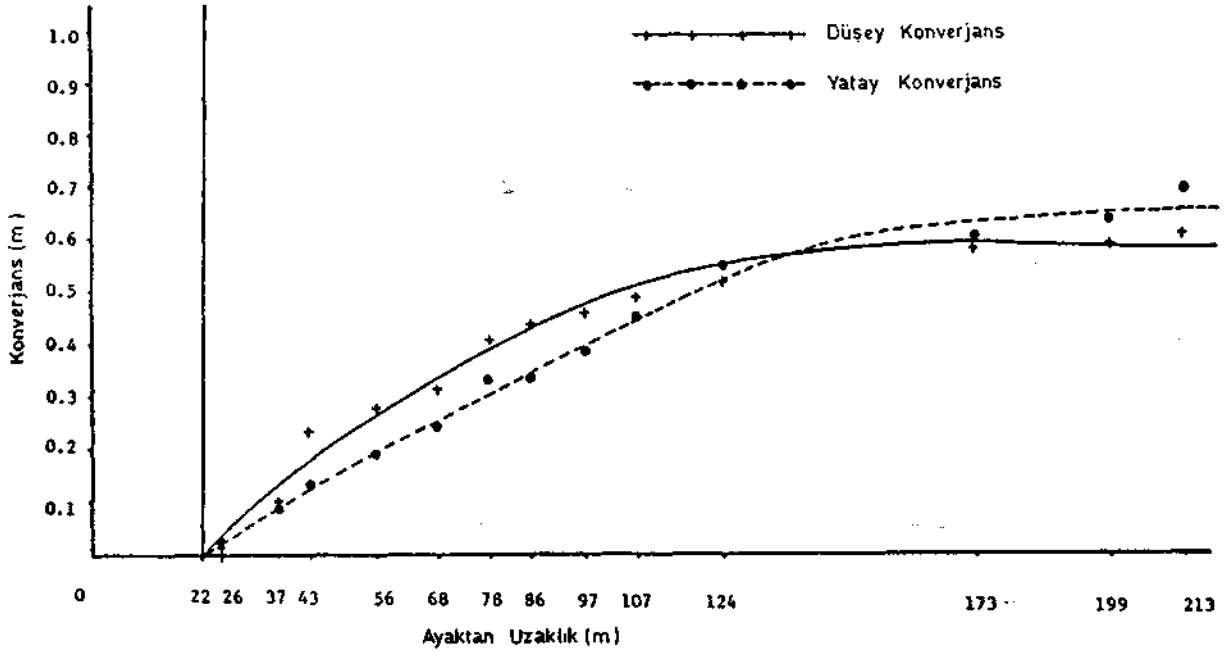
Ekstansometre ölçmelerinden elde edilen en önemli sonuç, tabaka ayrışmasının tavan düzeyinden 13 m'den daha yukarılarda yer aldığıdır. Ayrışmış ve yerinden oynamış tavan katmanları zonunun bu denli büyük olması, tavan formasyonunun zayıflığı ve de çalışılmakta olan damarın yalnız 11 m üzerinde yer alan başka bir kömür damarının varlığı ile açıklanabilir. Ölçmelerden ayrıca, taban blokunun tavan blokuna oranla çok daha stabil olduğu gözlemlenmiştir. En büyük hareket birinci istasyonda "silt" katmanında meydana gelmiş; bu, üst katmanları etkilemiş ve sonuçta küçük miktarda bir taban kabarmasına neden olmuştur. Tavanda ise en büyük tabaka hareketi 7-13 m yükseklikte yer alan zayıf yapı "toprağımsı kil - kömür - kil" formasyonunda meydana gelmiştir. Tavandaki basma, ayağın 90-125 m ilerlemesinden sonra durmuştur.

5.2. Konverjanslar

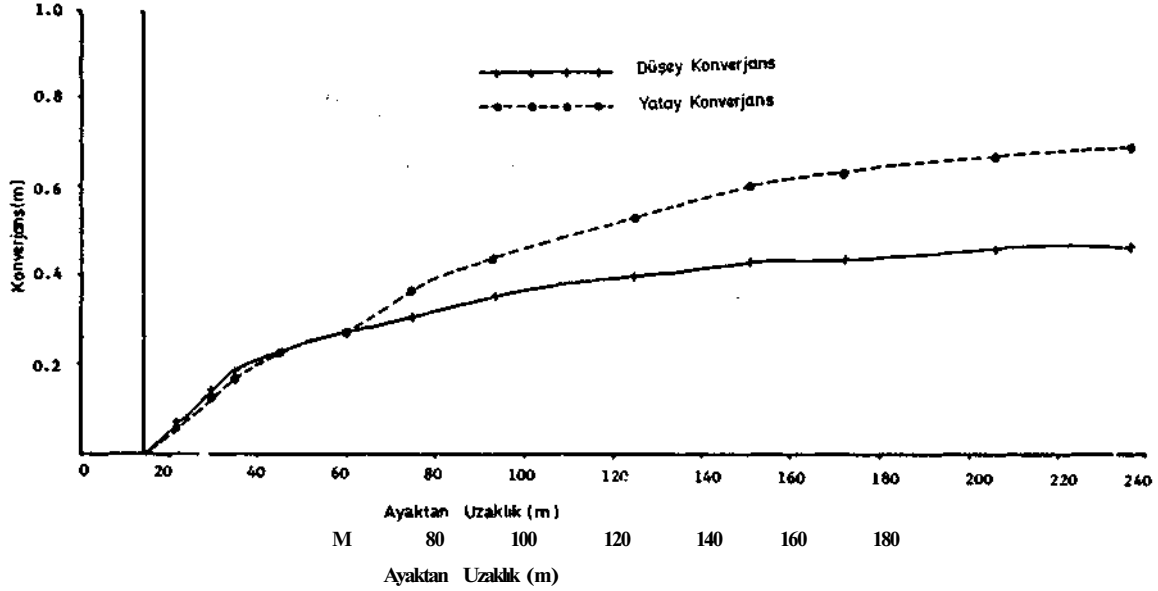
Yolun istasyon kesitlerindeki düşey ve yatay konverjanslar Şekil 7 ve 8'de gösterilmiştir. Her iki durumda da asıl düşey konverjansın yaklaşık

125 m'lik ayak ilerlemesi içerisinde olduğu (0,32 m ve 0,41 m); ayağın daha gerilerinde maksimum değerlerdeki değişmelerin önemsiz olduğu (0,36 m ve 0,47 m) görülmektedir. Birinci istasyondaki ölçmelerin yolun ayaktan tarafa doğru kenarında yapıldığı hatırlanacak olursa; ikinci istasyondan elde edilen verilerden taban yolunun merkezinde düşey konverjansın daha fazla olduğu anlaşılır.

Şekillerden, her iki kesitte ölçülen yatay konverjans eğrilerinin birbirlerine benzer karakterde oldukları kolayca görülmektedir. Yatay konverjans değeri oldukça yüksek (0,70 m) ve 200 m'lik ayak ilerlemesinden sonra dahi sürmektedir. Yatay ve düşey konverjans birinci istasyonda ayağın 135 m, ikinci istasyonda ise 60 m gerisinde eşit değerlere ulaşırken, ayak uzaklaştıkça yatay konverjansın değerini aştığı görülmektedir. Yatay konverjansın yüksek oluşuna, yolun bu tarafındaki dolgunun yeterince kaliteli yapılmamış olması ve dolgu duvarlarının bombelenmesi sonucu demir bağların yanlardan deforme olmaları başlıca neden olmuştur.



Şekil 7. Birinci istasyonda düşey ve yatay konverjans



Şekil 8, İkinci istasyonda düşey ve yatay konverjans

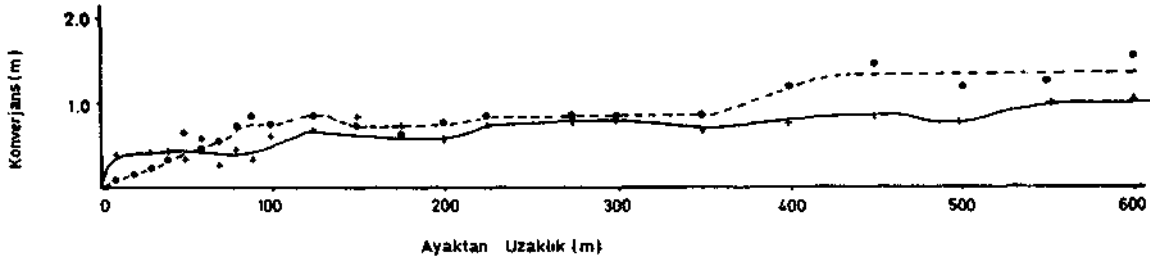
5.3. Taban Yolları Boyunca Deformasyon

Şekil 9'da H37 panosu ana ve tali taban yolları boyunca çeşitli zamanlarda yapılmış olan deformasyon ölçmelerinden bir tanesi örnek olarak verilmiştir. Bu şekil de ana tacan yolunda asıl konverjansın ayağın 100-125 m gerisinde form bulduğunu doğrulamaktadır.

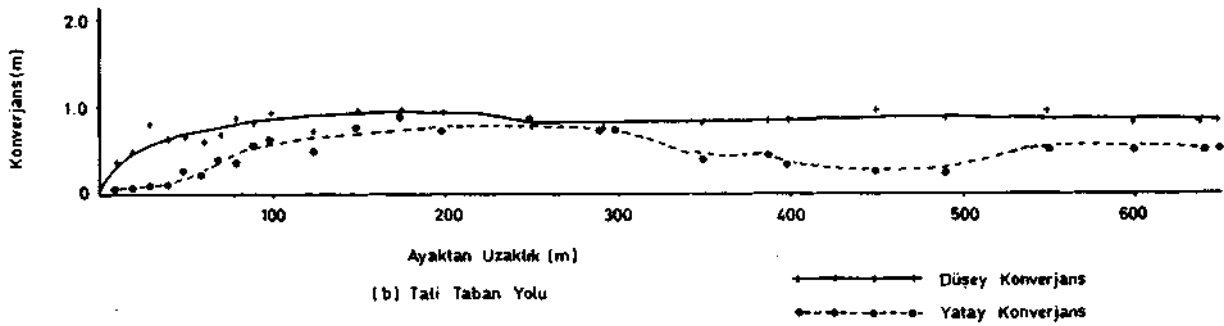
Ayak ilerlemesi süresince ana taban yolunda bağların aşırı bir şekilde deforme olduğu gözlen-

miştir. Hemen hemen tüm yol boyunca tahkimat, ara bağlarla takviye edilmiştir. Bağlarda görülen aşırı deformasyonda kısmen, yatay konverjansın büyüklüğü rol oynamıştır.

Düşey konverjansın tali yolda hayli yüksek oluşu, yolun kenarında solid topuk bulunmasına karşın topuk tarafı dolgusunun gerektiği kadar sağlam ve geniş yapılmamasından, dolayısıyla aşırı taban kabarmasının ortaya çıkmasından ileri gelmiştir.



(a) Ana Taban Yolu



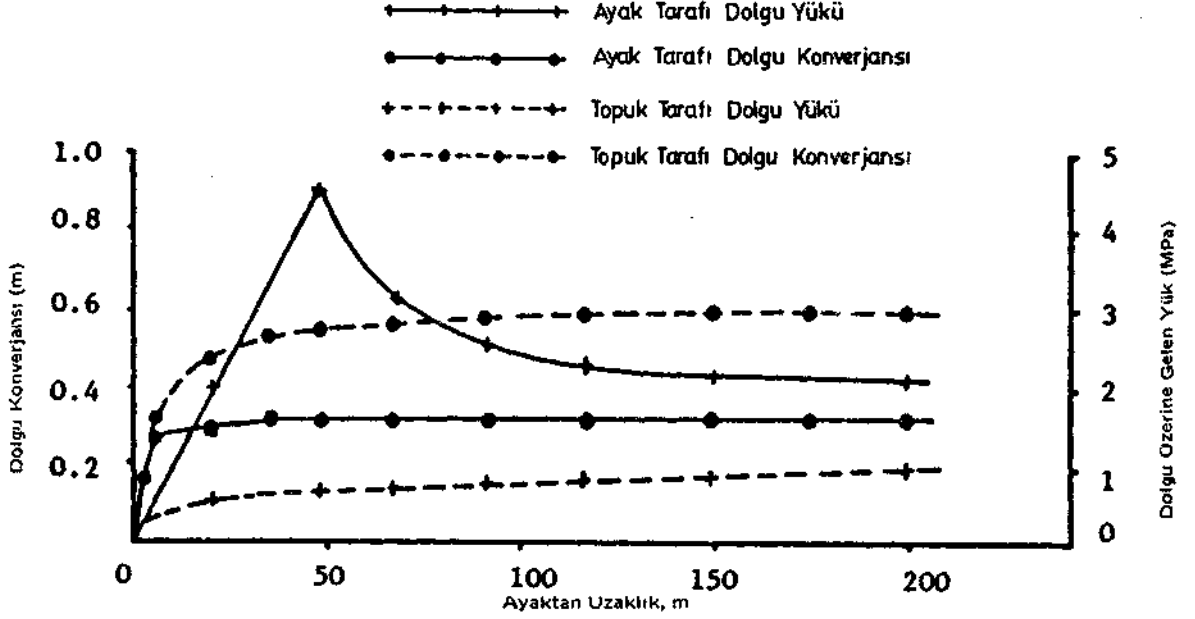
(b) Tali Taban Yolu

Şekil 9. Taban yolları boyunca deformasyon (Cotgrave Kömür Ocağı H37 Panosu)

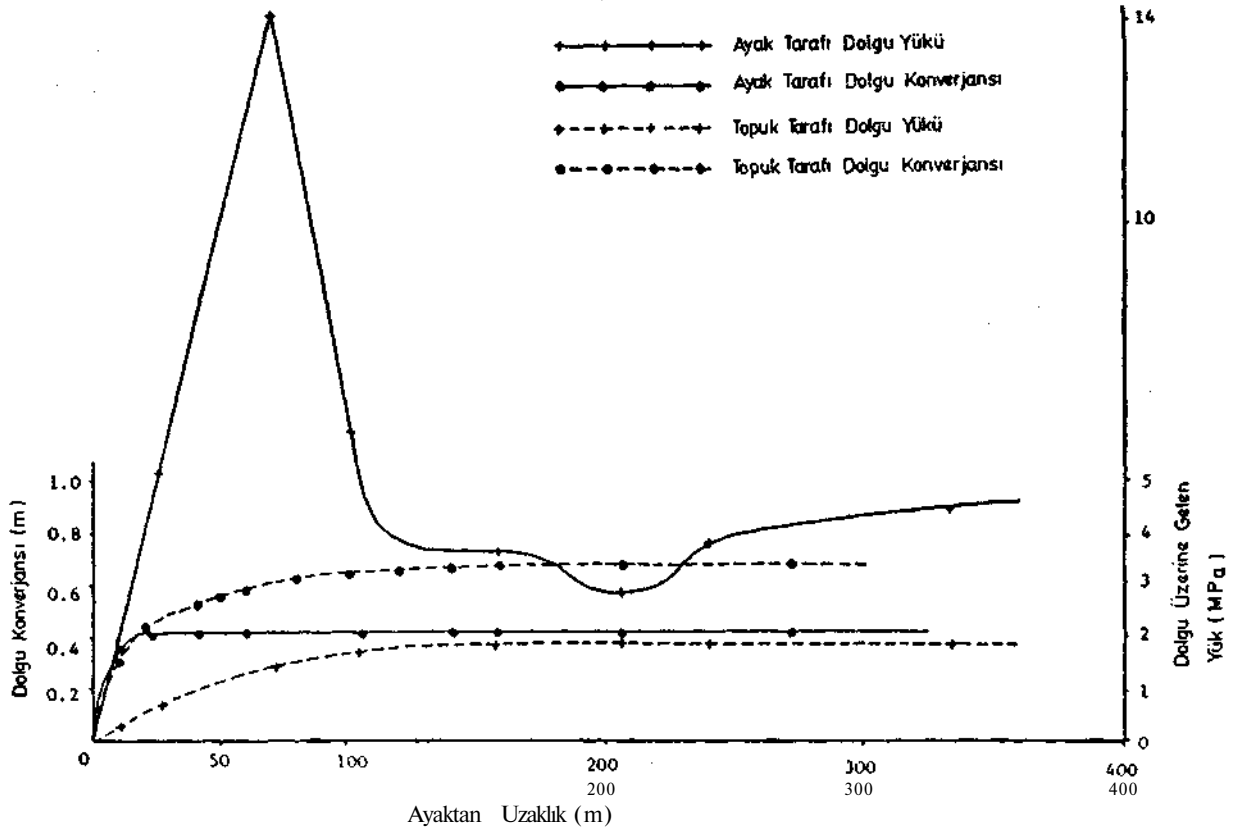
5.4. Dolgu Performansı

Dolguların maruz kaldığı düşey arazi yükleri ve dolgu konverjans değerleri Şekil 10 ve 11'de

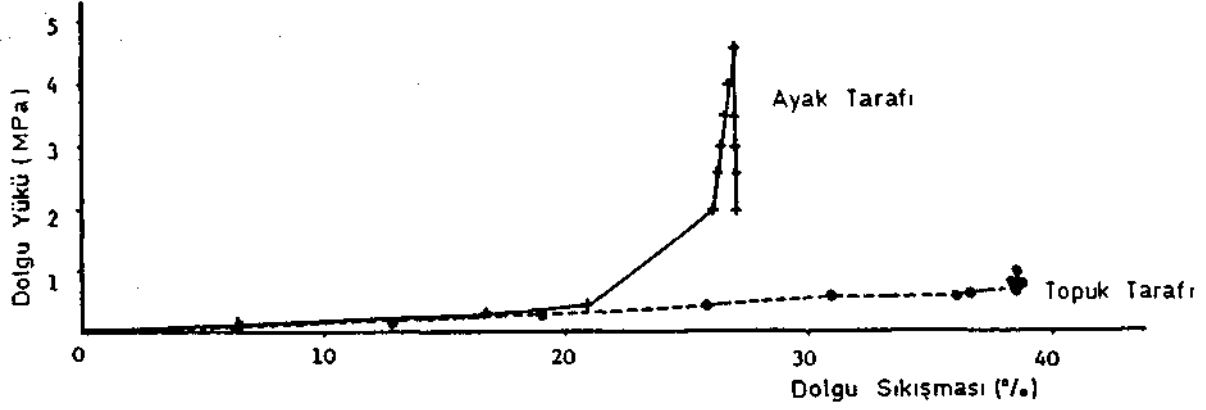
birlikte verilmiştir, ikinci istasyonda ayak tarafı dolgusu üzerinde ölçülen yüksek zirve basıncı dışında her iki istasyonda da dolgular benzer performans özellikleri göstermiştir.



Şekil 10. Dolgu üzerine gelen yükler ve dolgu konverjans karakteristikleri (1. istasyon) (Mallory, 1982)



Şekil 11* Dolgu üzerine gelen yükler ve dolgu konverjans karakteristikleri (2. istasyon) (Mallory 1982)



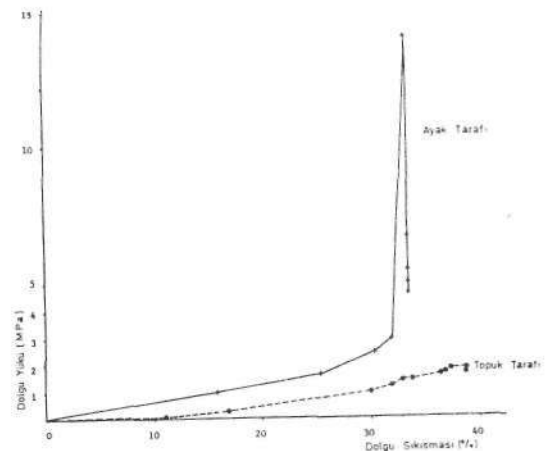
Şekil 12. Aldığı yüke karşı dolgu sıkışması (1. istasyon)

Ayak tarafı dolgusu üzerinde zirve basıncı, dolgunun yapılmasından sonra oluşmuş ve birinci kesitte 50 m ve ikinci kesitte 75 m'lik ayak ilerlemesi sonucunda maksimum değerlere (4,6 MPa ve 14 MPa) ulaşmıştır. Dolgunun sıkışması da çabuk olmuş ve her iki kesitte de maksimum konverjans değerlerine (% 26,9 ve % 33,6) yalnız 20 m'lik ayak ilerlemesinden sonra ulaşmıştır. İzleyen aşamalarda dolgu üzerinde yük yayılması (2 MPa ve 4,5 MPa) saptanırken dolgu sıkışmasında önemli bir değişiklik olmamıştır. Dolgunun çabuk sıkışması yol tavanında ani konverjansa, dolayısıyla tavan katmanlarının bozulmasına, bu da yol boyunca sık sık görülen tahkimat eğilme ve bükülmelerine neden olmuştur.

Topuk tarafı dolgusu üzerinde belirgin bir zirve basınç değeri saptanmamıştır. Buradan, ya dar topuğun yükün bir kısmını karşıladığı ya da dolgunun yetersiz kaldığı sonucuna varılabilir (1). Basıncın oluşması aşamalı olarak ayağın hayli gerilerine kadar devam etmiş, bu da dolguda ayak tarafı dolgusuna kıyasla hayli yüksek derecede konverjansa neden olmuştur (% 38,6 ve % 38,9). Maksimum dolgu konverjansının % 80'lik kısmı 20 m'lik ayak ilerlemesi süresince oluşmuştur. Son basınç, birinci istasyonda 1,0 MPa; ikinci istasyonda ise 1,8 MPa olarak ölçülmüştür. Topuk tarafı dolgusunun yükü karşılamadaki performansının son derece kötü ve yetersiz oluşu, hem kendi içindeki konverjansın, hem de taban yolunun yatay konverjansının büyüklüğü ile kanıtlanmaktadır.

Burada dikkat edilmesi gereken bir husus, ikinci istasyonda dolgu üzerine gelen yükün birinci istasyondakinin yaklaşık iki katı olmasına karşılık her iki kesitte de dolgu konverjans değerlerinin birbirine eşit olduğudur. İkinci kesitte dolgu direncinin bir ölçüde artmış olması, dolgu genişliğinin bu kısımlarda 3 m yerine 3,5 m olarak uygulanmış olmasıyla yorumlanabilir.

Şekil 12 ve 13'de de dolguların yüke karşı sıkışma eğrileri verilmiştir. Bu eğrilerden de, ayak tarafı dolgusunun oldukça rijit ve dayanıklı yapısına karşı topuk tarafı dolgusunun performansının düşük olduğu açıkça kıyaslanabilmektedir.



Şekil 13. Aldığı yüke karşı dolgu sıkışması (2. istasyon)

6. AYAK TARAFI DOLGULARININ MARUZ KALACAĞI YÜK MİKTARININ TEORİK OLARAK HESAPLANMASI

Çizelge 1 'de Deep Hard kömür damarını çevreleyen çeşitli formasyonların kuvvet ve deformasyon parametreleri verilmiştir.

Çizelge 1'den de görüldüğü gibi, Cotgrave Kömür Ocağı'nda Deep Hard damarını çevreleyen kayaç kütlesi oldukça yüksek kohesiv kuvvetine sahiptir. Buna karşılık üç-eksenli basınca karşı dayanımı (ki; yeraltında açılan boşlukların uzun süreçteki stabilitesi öncelikle çevresindeki kayaçların bu özelliğine bağlıdır) oldukça düşüktür (Ortalama 2,54).

H37 Panosu ana taban yolunun üzerinde yerinden kopmuş katman zonunun yüksekliğini, Wilson'un geliştirdiği formülden yararlanarak hesap edecek olursak (2);

$$X_b = \frac{M}{2 \cdot p} \left[\left(\frac{9}{p} \right)^2 - 1 \right]$$

- X_b : Yerinden kopmuş katman zonunun yüksekliği (m)
M: Taban yolu yüksekliği 3,6 m
q: Arazi yükü 12,0 MPa (Derinlik = 471 m x yoğunluk = 0,025 MN/m³)
p: Tahmini tahkimat direnci katsayısı 0,1
k: Üç-eksenli basınç faktörü 2,54

$$X_b = \frac{3,6}{2} \left[\left(\frac{12}{0,1} \right)^2 - 1 \right]$$

$X_b = 38,5$ m bulunur.

Ayak tarafı dolgununun sahip olması gereken minimum basınç dayanımını hesaplamak için Whittaker ve arkadaşları (3) tarafından geliştirilen statik eşitlik analizi sonucu verdikleri formülü kullanabiliriz:

$$\sigma_p = \frac{1}{2} \cdot \nu \cdot H \cdot (c + x + L)$$

$$\frac{(H \tan \phi + c + x + L)}{(L + \frac{1}{2} x)} \cdot \frac{1}{x} \text{ MPa}$$

- σ_p : Dolgunun maruz kalacağı yük miktarı, MPa
V : Kayaç kütlesinin ortalama yoğunluğu, 0,025 MN/m³
H = X_b Yerinden kopmuş katman zonunun yüksekliği, 38,5 m

Çizelge 1— Deep Hard Kömür Damarını Çevreleyen Çeşitli Formasyonların Kuvvet ve Deformasyon Parametreleri

Kayaç Tipi	kif	Basınç kuvveti (MPa)	Üç eksenli kuvvet faktörü (k)	Kohesiv kuvvet (MPa)	İç sürtünme açısı (°)
Kif Koyu gri, yapraklı	13,1	35,4	2,1	11,3	20,8
Kif Açık renkli	12,1	36,9	3,5	11,7	25,4
Kömür	5,4	42,5	3,2	11,4	31,6
Şeyi	12,1	38,9	2,2	13,1	22,0
Kif Açık renkli, aralıklı olarak yapraklanmış	11,6	40,1	2,7	12,2	27,4
Ortalama			2,54		25,5

L : Taban yolu genişliği,	4,8 m
x : Dolgu genişliği,	4,0 m
c : Dolgunun taşıdığı kütlenin dolgu sınırından taşan tahmini genişliği,	0,5 m
0 : Kayaç kütlelerinin ortalama iç sürtünme açısı,	25,5°

$$a_p = \frac{1}{2} \times 0,025 \times 38,5 \times (0,5 + 4,0 + 4,8) \times \dots$$

$$\dots \frac{(38,5 \times \tan 25,5^\circ + 0,5 + 4,0 + 4,8)}{(4,8 + \frac{4,0}{2})} \times \dots$$

$$\dots \frac{1}{4,0} \text{ MPa}$$

$$o_p = 4,55 \text{ MPa}$$

Burada hesap edilen dolgu yükü değeri, birinci istasyonda ölçülmüş olan maksimum yüke çok yakındır (4,6 MPa). Bununla birlikte, teorik hesap tarzı, çeşitli parametrelere göre (taban yolu genişliği, tahkimat mukavemeti, dolgu genişliği gibi) ayak tarafı dolgusunun maruz kalabileceği ortalama yük yoğunluğunun tahmininde kullanılır; asla kesin sonuca götürmez.

7. SONUÇ

- Çok dar topuk kenarında yer alan H37 panosu ana taban yolunda; stabilizasyonun iyi olmayışı ve bağların aşırı deformasyonu özellikle, yatay konverjansın düşey konverjansın büyük olmasından kaynaklanmaktadır.
- Düşey konverjans, tamamen tavan basmasının sonucu oluşmuştur. Tavan kabarması yok denecek kadar azdır. Çok dar topuğun varlığı ve taban formasyonunun sağlamlığı taban kabarmasını engellemiş, fakat, hem demir bağların tabana batamamalarından dolayı aşırı derecede eğilip, bükülmelerine, hem de yatay konverjansın bu yüzden büyümesine neden olmuştur.

— Yerinden kopmuş tavan katmanları zonunun hayli yüksek olması tavan basmasını hızlandırmış; dolayısı ile tahkimat ünitelerinin özellikle tepe kısımlarının aşırı deformasyonuna, hatta yer yer kırılmalarına yol açmıştır.

— Taban blokunda tabaka ayrışmasının taban düzeyinden 4 m aşağıda başladığı sanılmaktadır.

— Topuk kenarı dolgusu son derece kötü ve dayanıksız inşa edildiği için gerekli performansı gösterememiş; bu yüzden yükün büyük bir bölümü taban yolu tahkimatı ve oldukça sağlam inşa edilmiş olan ayak tarafı dolgusu üzerine transfer olmuştur. Böylece, dengesiz yük dağılımı taban yolu boyunca profil deformasyonuna neden olmuştur.

— Topuk kenarı dolgu genişliği de yetersiz kalmıştır. Yol kenarı boyunca sağlam bir dolgu duvarının teşkil edilmemiş olması yüzünden, yatay basınçların etkisi ile kenarlarda şişme ve patlamalar oluşmuş; bu da yatay konverjansın büyümesine yol açmıştır.

— Demir bağların altına yerleştirilen geçme şaseleler tavan basmasını teşvik etmiş; bağların deformasyonunu önlemekte etkisiz kalmıştır.

— Çok dar topuğun stab il iz asy ona olan kötü etkileri H37'nin ana taban yolunda büyük ölçüde hissedilmekle birlikte, telafisi mümkün olmayacak derecede bir etkilenme söz konusu olmamıştır. Yolun tekrar taranması ve ara bağları ile desteklenmesinden sonra son derece stabil ve düzgün bir yol profili elde edilmiştir. Tamirata harcanan para ve işçiliğin, geniş topuk bırakılması durumunda söz konusu olacak kömür kaybının yanında son derece önemsiz ölçüde olduğu kesindir.

Cotgrave Kömür Ocağı'nda yapılan bu araştırma, birbirinden, dar ya da çok dar topukla ayrılması düşünülen uzunayak panolarını projelendirirken dikkat edilmesi gereken şu gibi hususları ortaya çıkarmıştır:

— Ayak ilerlemesi sırasında taban yolunda oluşabilecek yatay konverjansın, düşey konverjansın büyük olmaması için önlem alınmalıdır (örneğin, galeri yüksekliği fazla, genişliği ise az tutulmalıdır).

İlk konverjansi karşılaşması için demir bağların altına yerleştirilen şaseler yararlı değil, zararlı olmaktadır.

Dolguların dizayn ve inşasına büyük önem verilmeli; özellikle topuk kenarı dolguları çok sağlam inşa edilmeli ve genişliği fazla tutulmalıdır (en az 5,0 m). Dolgularda dayanıklı malzeme kullanılmalı, hatta olanak varsa monolitik dolgu yöntemleri uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. MALLORY, R., "Investigation of a Maingate with a Narrow Adjacent Pillar and a Relief Dummy Gate at Cotgrave Colliery", NCB, MRDE, Rock and Coal Mechanics Branch, Technical Memorandum No. 82/8, June 1982.
2. WILSON, A.H., "Ph. D. Thesis", University of Nottingham, June 1980
3. WHITTAKER, B.N., WOODROW, G.J.M., "Design Loads for Gateside Packs and Support System", Min. Engineer, Feb. 1977, Vol. 136, No. 189, pp. 263-275
4. SINGH, R.N., AHISKA, S.T., MALLORY, R., "The Stability of a Gate Roadway in the Vicinity of a Narrow Rib Pillar" Interim Report, Univ. of Nottingham, Dept. of Min. Eng., March 1981
5. AHISKA, S.T., "M. Phil Thesis" Univ. of Nottingham, Nov. 1982

