

GLİ ÖMERLER OCAĞI TABAN YOLLARINDA YUK VE KONVERJANS ÖLÇÜMLERİ İLE TAHKİMAT SEÇİMİ

THE LOAD CONVERGENCE MEASUREMENTS AND SELECTION OF SUPPORT SYSTEM IN GATEROADS OF ÖMERLER COLLIERY

Çelik TATAR Halil KÖSE**
Gürcan KONAK** Turgay ONARGAN*** Mustafa İNCE*****

ÖZET

Uzunayak üretim yönteminde açılan taban yollarında analitik çözümler kullanılarak gerçekçi tahkimat tasarımları yapılabilmek zordur. Bu nedenle tasarım için yeraltı ölçümlerinin istatistiksel değerlendirilmesi prensibine dayanan ampirik yaklaşımlar tercih edilmektedir. Buradan hareketle Ömerler yetahı ocağında konverjans ölçümleri için 300 ayak kuyruk yolunda 4, 300-302 ayaklar sabit yolunda 3, yük ölçümleri için ise 300 ayak kuyruk yolunda 1 istasyon kurulmuştur. Amaç taban yolunu çevreleyen kütlelerin zamana ve ayak *İwaMigm*« bağh olarak davranışlarını incelemek, durayhhğa olan etkilerini belirlemek ve sonuçta bu açıklıklar için gerekli tahkimat önerilerini ortaya koymaktır.

ABSTRACT

In longwall mining, designing a support system for gateroads using analytical solutions is a difficult matter. Therefore, empirical approaches based on statistical evaluation of the measurements taken from underground openings are preferred for design purposes. Hence, 4 stations in the tailgate of number 300 face, and 3 stations in the main roads of number 500-302 faces for convergence measurements and 1 station in the tailgate of number 300 face for load measurements were installed in Ömerler colliery. The aim of this research was to identify the behavior of the rock formations surrounding the tailgate depending on time and face distance in addition to determining the stability of the tailgate and, consequently, proposing suitable support system.

*Mad.Yük.Müh.,DEÜ,Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü Bornova/İZMİR

"Prof.Dr. ,DEÜ,Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü Bornova/İZMİR

***Dr. ,DEÜ,Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü Bornova/İZMİR

"Mad.Muh.,TKİ Garp Linyitleri İşletmesi Tavşanlı/KÜTAHYA

1. GİRİŞ

Taban yollarındaki deformasyonları etkileyen aktörlerin tmummı tanımlayabilmek oldukça zordur. Kapanmada etkü olan ana faktörler üç grupta toplanabilir (1).

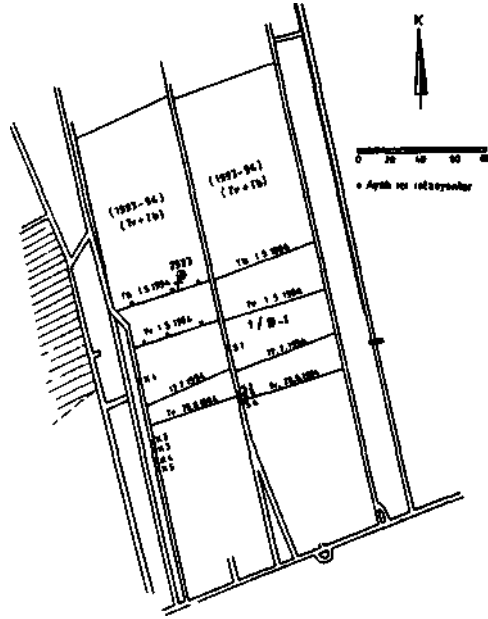
- Jeolojik ve jeoteknik faktörler
- Madencilik ile ilgili faktörler
- Tahkimat üe ilgili faktörler

Bu faktörleri belirlemedeki zorluklara rağmen, belirti şartları altında hangi faktörlerin deformasyonları ne yönde etkilediğini ortaya çıkarmak olanaklıdır. Yeraltı koşullarında özellikle taban yollarında analitik çözümler kullanarak taban yolları için gerçekçi tahkimat tasarımları yapılabilmek oldukça zordur. Bu nedenle tasarımlar için yeraltı ölçümlerinin istatistiksel değerlendirilmesi prensibine dayanan ampirik yaklaşımları tercih edilmektedir.

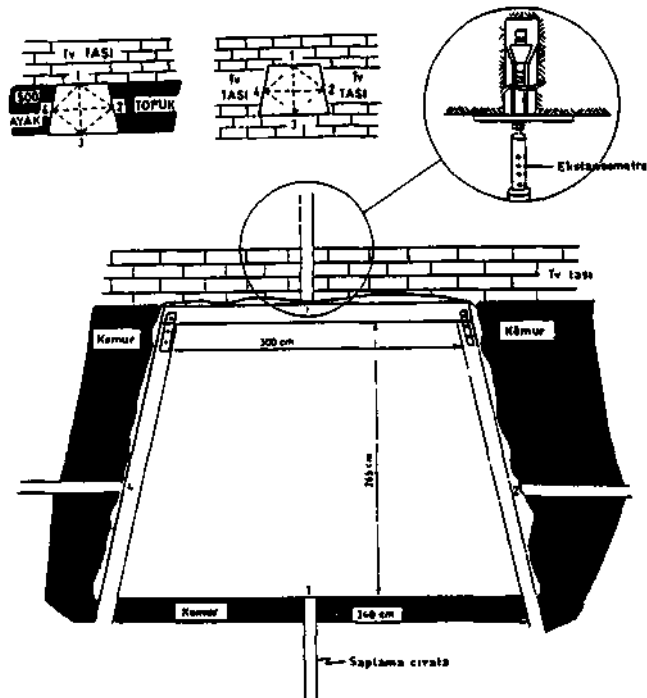
2. TABAN YOLLARINDAKİ DEFORMASYON

Konverjans ölçümlerinin ana hedefi, denge halindeki doğada madencilik faaliyetleri sonucu bozulan doğa dengesi ile meydana gelen tabaka hareketlerinin miktarını belirlemektir. Bu amaçla Ömerler yeraltı ocağı 500-502 ayaklar sabit yolunda ve 500 ayak kuyruk yolundaki tabanlarda kapanma ölçümleri yapılmıştır (Şekil 1). Sekiz aylık araştırma süresince mümkün olduğu kadar sık araştırmalarla taban yolları kapanmaları ile ilgili deformasyon ölçümleri yapılmıştır. Amaç kaya kütlesi davranışlarını incelemek, duraylılığa olan etkilerini belirlemek ve sonuçta bu açıklıklar için gerekli tahkimat önerilerini ortaya koymaktır. 500 ayak kuyruk yolunda K1, K2, K3, K4 ve K5 olmak üzere 5, 500-502 sabit yolunda ise S1, S2, S3 ve S4 olmak üzere 4 ölçüm istasyonu kurulmuştur. Çalışmada kullanılan tüp ekstansometre (teleskopik konverjans ölçer) 'nin orijinal tasarımı A.B.D. Maden Bürosu (U.S.B.M.) tarafından yapılmıştır (2). Yeraltı ocak şartları dikkate alınarak ve orijinal şeklinde bazı değişiklikler yapılarak, Dokuz Eylül Üniversitesi'nde tasarımı yapılan konverjans ölçer, Garp Linyitleri İşletmesi atölyelerinde imal edilmiştir. Tüp ekstansometrenin ölçüm duyarlılığı 0.01 mm'dir. Konverjans ölçüm istasyonlarının genel görünüşü Şekil 2'de verilmiştir, istasyonlarda alınan ölçüm sonuçları ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

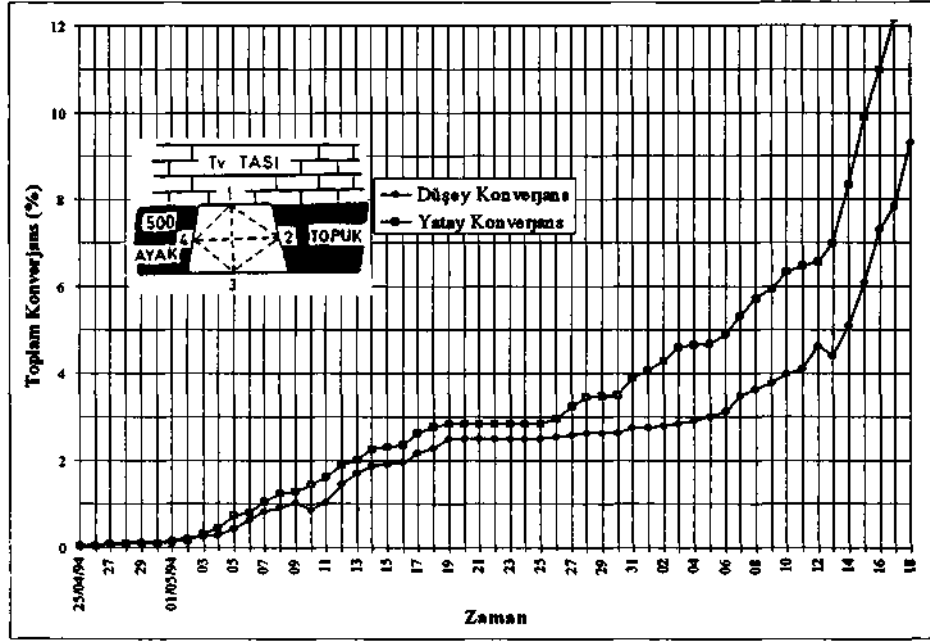
K1 İstasyonu : Bu istasyon ayak arının 21 m önüne kurulmuştur. 55 gün boyunca her gün üç vardiya ölçüm yapılmıştır. Ölçüm sonunda toplam konverjansın zamana bağlı değişimi Şekil 3'te, ayak uzaklığına bağlı değişimi Şekil 4'te verilmiştir. Ayak yaklaştıkça kapanma hızı



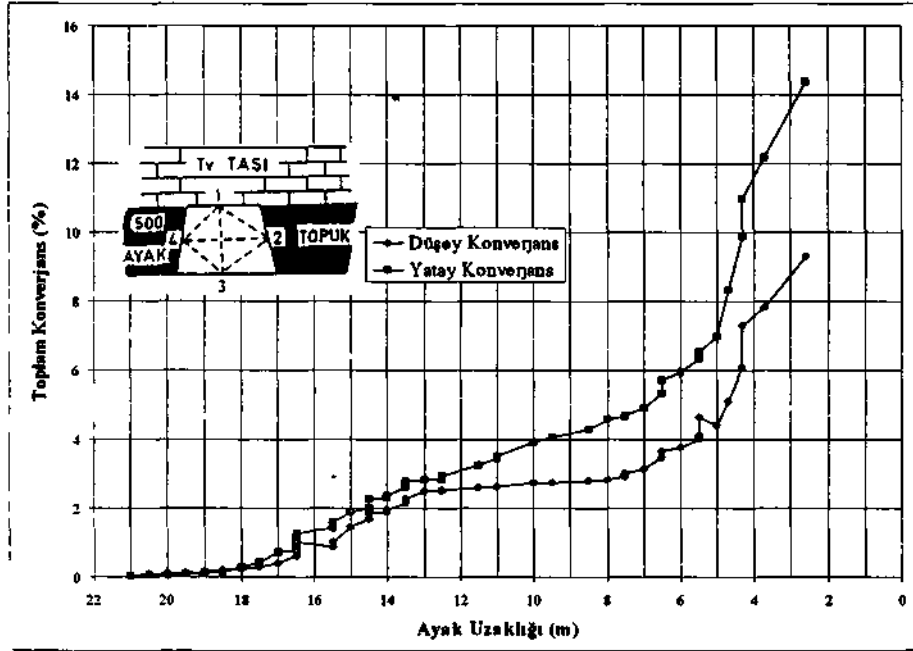
Şekil 1. Ölçüm İstasyonlarının kurulduğu 500-502 ayaklar plan görünüşü.



Şekil 2. Ölçüm İstasyonlarının Genel Görünüşü.



Şekil 3. 500 Ayak Kuyruk Yolu KI İstasyonunda Ölçülen Konverjans Değerlerinin Zamana Bağlı Değişimi



Şekil 4. 500 Ayak Kuyruk Yolu KI İstasyonunda Ölçülen Konverjans Değerlerinin Ayak Uzaklığına Bağlı Değişimi

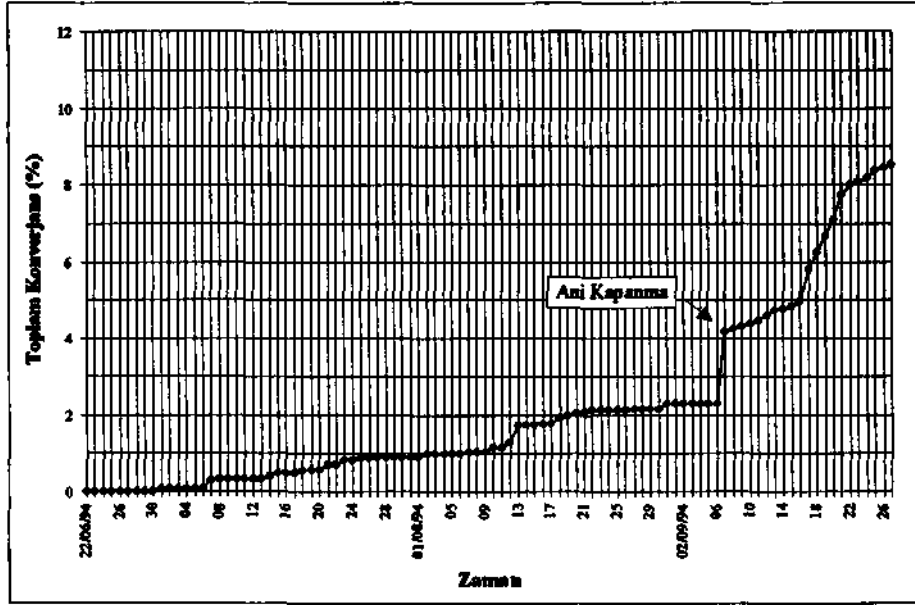
artmış, yatay kapanma miktarı, düşey kapanma miktarının yaklaşık iki katı olarak belirlenmiştir.

K2 İstasyonu : Ayak anam 30.4 m önüne kurulan bu istasyonda 97 gün boyunca ölçüm alınmıştır. Ölçülen toplam düşey konverjans değerinin zamana bağlı değişimi Şekil 5'te, ayak uzaklığına bağlı değişimi Şekil 6'da verilmiştir. İlk 77 gün boyunca 55 mm, son 20 gün 145 mm toplam 200 mm düşey kapanma ölçülmüştür. Bu istasyonda ayak arınma 9.5 m uzaklığına 45 mm'lik bir ani kapanma tesbit edilmiştir.

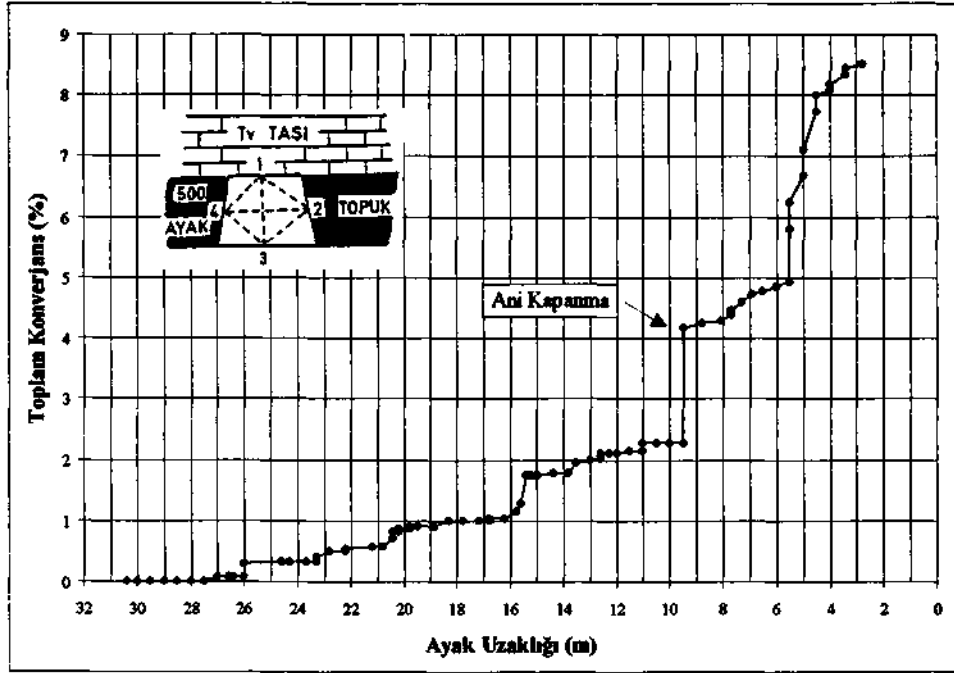
K3 İstasyonu : 500 ayak kuyruk yohma, ayak anam 26.8 m önüne yük ölçümü için K3 istasyonu oluşturulmuştur. 3 m uzunluğundaki boyunduruğun altındaki yan direkler alınarak, iki adet hidrolik direk sıkılaşmıştır. Sıkılama basıncı 90 kg/cm² dir. Hidrolik direk üzerine yerleştirilen manometre ile hidrolik basıncı doğrudan kg/cm olarak okunmuştur. Okunan bu basınç değeri hidrolik basınç etki alanı (95 cm²) ile çarpılarak yük değeri bulunmuştur. Bulunan birim yaydı yük değerlerinin zamana bağlı değişimi Şekil 7'de, hidrolik direk yüklerinin ayak uzaklığına bağlı değişimi ise Şekil 8 de verilmiştir. 90 günlük ölçüm süresi boyunca yük, ayak uzaklığı azaldıkça artmıştır. Son ölçüm ayak uzaklığının 2.9 m olduğu anda alınmıştır. 1. hidrolik direk basma 155 kg/cm² (15.5 Mpa) (14.725 ton, 9.59 ton/m²) 2. hidrolik direk basma 185 kg/cm² (18.5 Mpa) (17.575 ton, 12 ton/m²), toplam tavan yükü 32.37 ton (10.79 ton/m²) olarak tesbit edilmiştir.

Hidrolik direkler üzerindeki yüklerin farklı nedenleri araştırıldı. 1. hidrolik direk ayak tarafında ve boyunduruğundan 65 cm içeriye, 2. hidrolik direk ise eski üretim topuğu tarafına ve boyunduruğundan 58 cm içeriye yerleştirilmiştir. Böylece 1. hidrolik direk 153.5 cm², 2. hidrolik direk 146,5 cm² tahkimat 300 cm² etki alanına sahiptir. Şekil 7'de derhal görüleceği gibi 1. hidrolik direk üzerindeki yaylı yük, 2. hidrolik direk üzerindeki yaylı yükten daha azdır. Eski üretimin taban yolundaki etkisi net olarak görülmektedir.

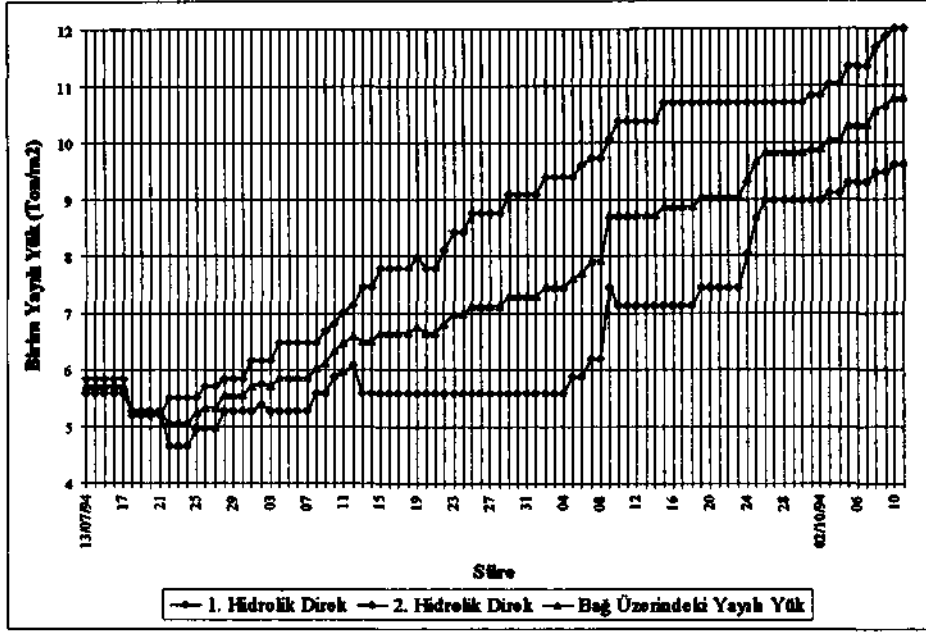
K4 istasyonu : Tavan taşı içerisinde açılan galerideki deformasyonları ölçmek üzere K4 istasyonu teşkil edildi Bu istasyonda ölçülen deformasyon değerlerinin zamana bağlı olarak değişimi Şekil 9'da verildi Ayak uzaklığının galeriye uzaklığı 36 metreydi Ayak yaklaştıkça galerideki deformasyon artmıştır (Şekil 10). Galerideki deformasyonun ayak uzaklığı 20 m oluncaya kadar değişim hızı düşük, son 10 metrede değişim hızı gözle görülebilir şekilde



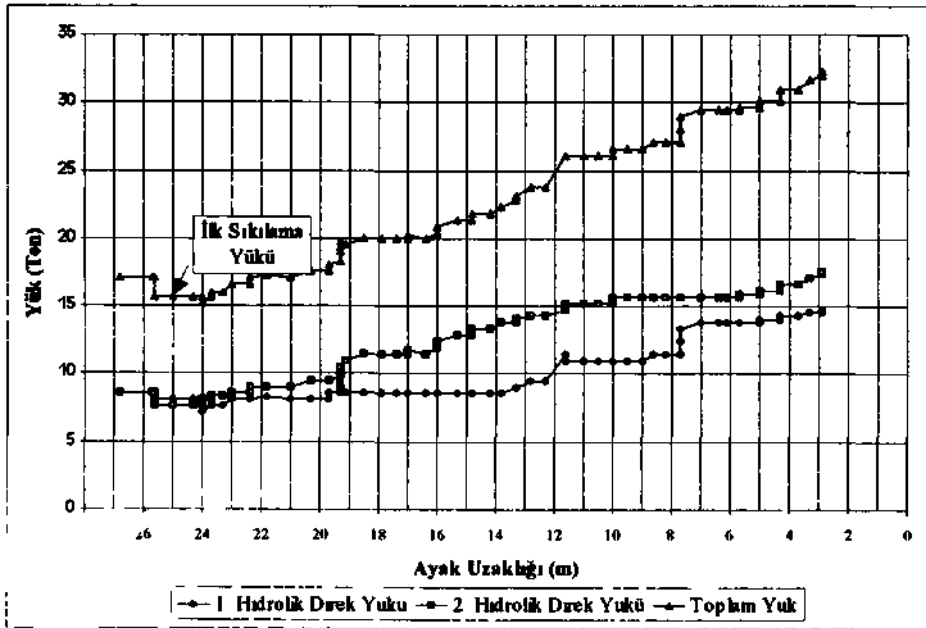
Şekil 5. 500 Ayak Kuyruk Yolu K2 İstasyonunda Ölçülen Düşey Konverjans Değerlerinin Zamana Bağlı Değişimi



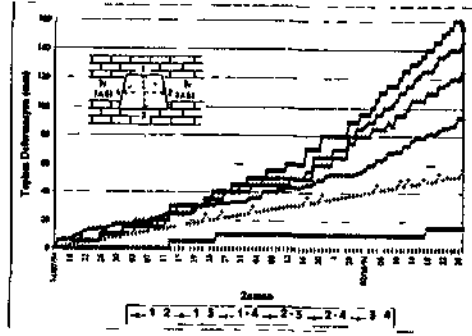
Şekil 6. 500 Ayak Kuyruk Yolu K2 İstasyonunda Ölçülen Düşey Konverjans Değerlerinin Ayak Uzaklığına Bağlı Değişimi



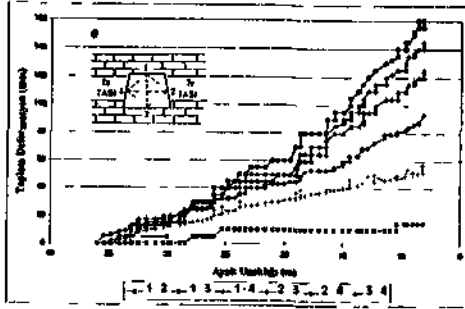
Şekil 7. 1. ve 2. Hidrolik Direk ile Tahkimat Üzerine Gelen Birim Yayılı Yükün Zamana Bağlı Değişimi



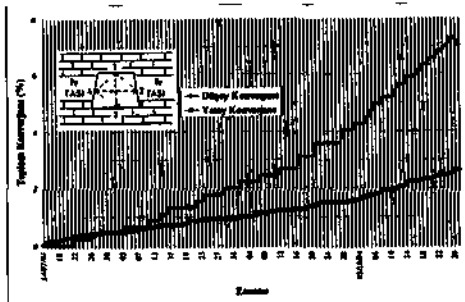
Şekil 8. Hidrolik Direk Yüklerinin Ayak Uzaklığına Bağlı Değişimi



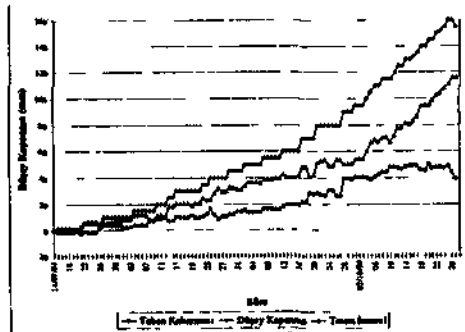
Sekil 9 500 Ayak Kuyruk Yolu K4 İstasyonunda Ölçülen Toplam Deformasyon Değerlerinin Zamana Bağlı Değişimi



Sekil 10 500 Ayak Kuyruk Yolu K4 İstasyonunda Ölçülen Toplam Deformasyon Değerlerinin Ayak Uzunluğuna Bağlı Değişimi



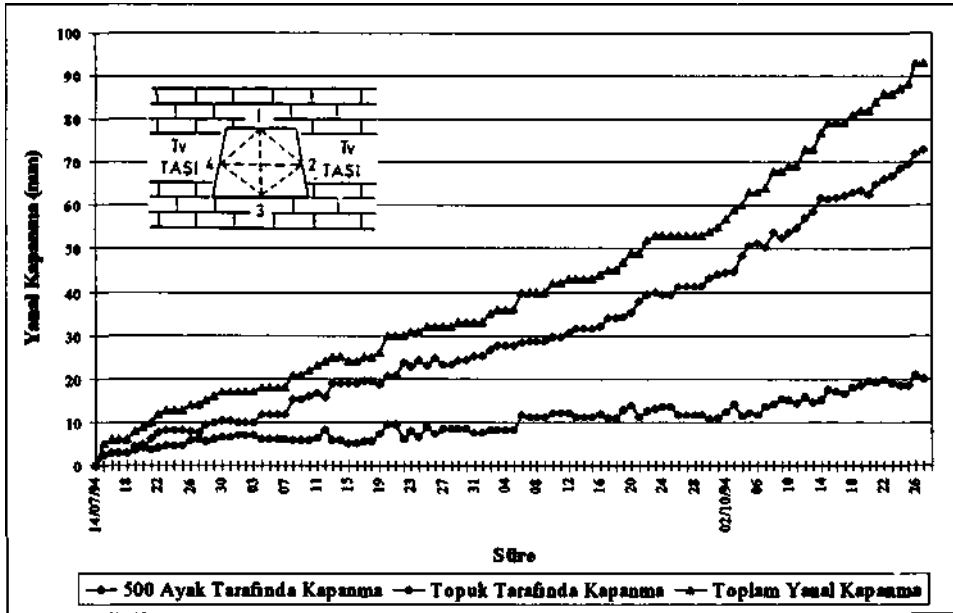
Sekil 11 K4 İstasyonundaki Konverjansın Zamana Bağlı Değişimi



Sekil 12 K4 İstasyonuna Dişey Kapasite, Tavan İnciği ve Taban Kabarmasının Zamana Bağlı Değişimi

yüksektir. Bu istasyonda düşey kapanma yatay kapanmadan fazla ölçülmüştür. Konverjansın zamana bağlı değişimi Şekil 11'de verilmiştir. Aynı istasyonda tesbit edilen tavan inmesi ve taban kabarmasının zamana bağlı değişimi Şekil 12'de verilmiştir. Tavan inmesi taban kabarmasından oldukça fazladır. 73 günlük ölçüm süresi boyunca 160 mm olarak ölçülen toplam düşey kapanmanın 116 mm'si tavan inmesi, 44 mm'si ise taban kabarmadır. Aynı işlem yanıl kapanma içinde yapılmıştır. Toplam yanıl kapanma, galerinin 500 ayak tarafındaki ve eski topuk tarafındaki kapanmanın zamana bağlı değişimi Şekil 13'te verilmiştir. Ölçüm süresince tesbit edilen 93 mm'lik toplam yanıl kapanmanın, 73 mm'si eski üretim topuğu tarafında, 20 mm'si ise 500 ayak tarafında gerçekleşmiştir.

8 aylık araştırma süresince K1, K2, K3, K4 istasyonları gibi ölçüm istasyonları 500-502 ayak sabit yolunda da kurulmuş, sık aralıklarla yük ve konverjans ölçümleri yapılmıştır. Bu istasyonlarda verimli ve sağlıklı sonuçlar alınamamıştır. Bunun temel ve tek nedeni 500-502 ayak sabit yolunun tam altında 501-503 ayak sabit yolunun geçmesidir. 501-503 sabit yolundaki defonnasyon gözle görülür derecede yüksektir. Gözlem sırasında yer yer 100 cm tavan inmesi ölçülmüştür. Sık sık tamir-tarım işleri yapılmaktadır. İki taban yolu arasındaki



Şekil 13. K4 İstasyonu Yatay Kapanmanın Zamana Bağlı Yönlü Değişimi

kömür kalınlığı yer yer değişmekle beraber yaklaşık 3-4 m civarındadır. Bu nedenle alt taban yolundaki tarama işleri üst taban yolunu etkilemekte ve sağlıklı ölçümler yapmamızı engellemiştir.

3. ÖLÇÜM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Taban yollarındaki ve taş galerideki deformasyonların ölçümü 8 ay gibi kısa bir süre ile sınırlı tutulmuştur. K1 istasyonunda ölçülen yatay kapanma düşey kapanmadan fazladır, istenen her zaman aralığında konverjans değerini hesaplamak mümkündür (Konverjans, galeri yükseklik kaybının ilk galeri yüksekliğine orandır). Ölçüm yapılan taban yolunun tavanı kil taşı, taban ve yan cidarlar ise kömürdür. Kil taşın tek eksenli basınç dayanımı 141.26 kg/cm² (14.126 MPa)'dir. Kömürün kırılma, kırılma, gevrek yapısı nedeni ile çok farklı değerlerde ölçülen tek eksenli basınç dayanımı ortalama 100 kg/cm² (10 Mpa) olarak alınmıştır. Taban yollarının açıldığı formasyonların basınç dayanımı, taban yolu deformasyon davranışlarına etki eder. Bu nedenle yanal kapanma, düşey kapanmadan daha fazla çıkmıştır.

K1 ve K2 istasyonlarında arm uzaklığı ile istasyonlar arasındaki mesafenin son 10 metresinde düşey kapanmalar çok yüksektir. Ayak yaklaştıkça taban yolu tahkimatına gelen yüklerin aşırılığı, tahkimatta deformasyona neden olmaktadır. Deformasyona uğrayan tahkimatın yük alma kapasitesi düşmekte ve bu nedenle deformasyon hızı artar. Bu nedenle ayak arm yaklaştıkça taban yolu tahkimatında bazı değişikliklerin yapılması uygun olacaktır.

500 kuyruk yolunda oluşturulan K3 istasyonunda ayak armı yaklaştıkça tavan yükü altmışar, istasyon arına 2.9 m kadar yaklaştığında en son ölçüm alınmıştır. Toplam yük 32.3 ton olarak tesbit edilmiştir. Burada yük veren yükseklik (yalancı tavanın kalınlığıX3);

$$h = \frac{P_t}{L_t \cdot a \cdot d}$$

h. Yük veren yükseklik (m) [1]

P_t: Toplam tavan yükü (32.3 ton)

$$h = \frac{32.3}{3 \cdot 1 \cdot 2.03}$$

L_t: Tavan açılışı (3 m)

$$h = 5,3 \text{ m}$$

a. Tahkimatlar arası mesafe (1 m)
d: Tavan taşı yoğunluğu (2.03 ton/m³)

Hesaplanan bu değer, KÖSE ve arkadaşları (1994)'nm taban yolu tavan formasyonlarının hareketlerini ölçmek için oluşturulan tel ölçüm istasyonlarında ölçülen yalancı tavan yüksekliği (4) ile paralellik göstermektedir.

Tavan taşında oluşturulan K3 istasyonunda beklendiği gibi düşey kapanma yan al kapanmadan fazladır. Ayrıca taş galerideki deformasyon kömürde açılan taban yolundaki deformasyondan daha azdır. Tadaki bu galeride eski üretim topuğunun etkisi olduğu ve ek kuvvetler oluşturduğu açıkça gözlenmiştir. Topuk genişliğinin bu tür hareketlerde etkin rolü vardır. Topuk genişliği ne kadar fazla ise etkileşim o oranda az olacaktır.

işletmede ayak içerisinde yapılan ölçümlerde zaman zaman ani kapanmalar saptanmıştır. Tavan taşının, blok halinde ayak üzerine etki ederek, ayak tahkimatlarını ayn anda bir miktar kapattığı tesbit edilmiştir. Ayaktaki bu ani kırılmalar ayak arının önündeki (ölçümlerde ük 15 m içerisinde) taban yolunu da etkilemektedir. Ayakta kapanma olduğu an taban yolunda ani kapanmalar ölçülmüştür. Aynı bölgede tabaka kontrolü ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (S).

4. TABAN YOLU TAHKİMATI

Ömerler ocağında kaim kömür damanı vardır. Üretim için tavan ve taban ayak teşkil edilir. İki ayak arasında kalan kömür ise taban ayak arkasında kazanılır. Bu üretim şeklinde tavan ayak taban yolları tavan taşı kılavuz olarak ele alınarak sürülür. Taban ayak taban yollarında ise taban taşı kılavuzdur. Taban yollarının kömür içerisinde sürülmesinin pek çok avantajları yanında bir takım olumsuzlukları da vardır. Üretimi ayn anda yapılan yan yana iki ayağın kömürü iki ayak arasındaki sabit yolda nakledilir. Tavan ayaklar için kullanılan ortadaki taban yoluna tavan sabit, taban ayaklar için kullanılan ortadaki taban yoluna ise taban sabit adı verilmektedir. Böylece bir panoda tavanda 2 ayak 3 taban yolu, tabanda 2 ayak 3 taban yolu üst üstedirler. Bu üretim sisteminde en büyük problem taban ayaklardaki taban yollarında oluşan deformasyondur. İki taban yolu arasındaki kömür kırık, çatlaklı, akıcı, plastik bir zon oluşturarak tavan sabitte taban kabarması, taban sabitte tavan inmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Taban yollarındaki deformasyonların en önemli nedenlerinden biri olan üst üste sürme şekli değiştirilmelidir. Taban yolları üst üste gelmeyecek şekilde en az taban yolu genişliği kadar çapraz açılmalıdır. Önerilen mesafe 10 m'dir.

İyi bir tahkimat sisteminin görevi aşın deformasyona uğramadan, oluşan konverjansı kontrol etmektir. Genel olarak kavisli tahkimat şekli trapez tahkimat şekline oranla daha duraylıdır (6). Taban yollarında bazı koşullarda (özellikle sağlam tavan şartlarında) trapez kesitin daha uygun olduğu ileri sürülmektedir. Taban yolu tahkimat şeklini belirleyen önemli bir faktörde

tahkimatın ayak bitim noktalarındaki operasyonlara olan etkisidir. Trapez bağ bu operasyonlara daha uygundur (7). Almanya'da tüm taban yollarının %21 trapez, %75'i ise kavisli tahkimattır (S). Aşın konverjansların oluştuğu galerilerde kullanılan en uygun tahkimat sistemi geçme bağ (TH)'dir. Choquet (1986)'a göre ilk galeri yükseldiğinin yüzdesi olarak hade edilen toplam konverjans miktarının %15'in altında olan galerilerde rijit bağlar, % 15-30 olması durumunda özellikleri 26-29 kg/m ve 25 kg/m³ olan, %30'dan fazla olması durumunda ise özellikleri 30-36 kg/m ve 30 kg/m³ olan geçme bağlar önerilmektedir. Götze ve Kammer'e (9) göre de konverjans miktarının %30'dan daha az olduğu galerilerde 26-29 kg/m³ geçme bağlar tahkimat olarak önerilmektedir. Geçme bağ tahkimatı deformasyonla bozulmamakta, kesit daralması uniform bir şekilde gelişmektedir. Taussaint-Heinzmann (TH) Glocken ve Kunstler olmak üzere 3 ayn geçme bağ tipi vardır. İngiltere'de 3 Ocak'ta yapılan araştırma sonucunda deformasyon açısından kendisini en iyi koruyabilen T.H bağları olup bunları Glocken, Kunstler ve nihayet rijit bağlar izlemektedir. Bozulmaların rijit bağlarda ardan 30 m, Kunst bağlarda 90 m, Glocken bağlarda 100 m, TH bağlarda 170 m'de başladığı deneysel araştırmalarda saptanmıştır(10).

Ömerler'de tavan ayak taban yollarında ortalama konverjans %15, taban ayak taban yollarında %22.5 gibi yüksek değerlere varmaktadır. Yukarıdaki belirlemeler ışığında TH geçme bağ taban yolu tahkimatı olarak önerilmektedir. Geçme bağ sistemlerinde, geçme elemanlarının elastik deformasyonunun çok üstünde bir yer değiştirme yapması, sistemin kesin statik analizini güçleştirmektedir. Bu nedenle geçme bağ boyutlandırılmalı ampirik yaklaşımlara dayanmaktadır. Bu yaklaşımlarla Ömerler taban yollarında uygulanabilecek TH bağ boyutlandırılması yapılabilir. Galeride birim kazı hacmi için tüketilmesi gerekli profil miktar(3);

$$SA = 22 \cdot e^{0.0053 + 0.006 \cdot k} \cdot U$$

SA: Profil miktar (kg/m³)

U Kayaç türüne bağlı bir katsayı

k: Konverjans (%)

e: e sayısı (2.7183...)

Ömerler yeraltı ocağına ait veriler:

Kayaç türüne bağlı bir katsayı

U: Sediman için 4, kömür için 5

Konverjans

k: %22.5

Kömürün basınç direnci

a_p: 100 kg/cm² (10 MPa)

Kömürün içsel sürtünme açısı

6:30°

Kömürün çatlaklık parametresi	n : 4
Kömürün genişleme faktörü	E : 0.2
Taban yohı kesit alanı	A : 9,45 m ²
Taban yohı taban genişliği	d : 384 cm
Cıvata sıkıştırma momenti	M _s : 6 kgm

$$S A = 22 2 718^{(0.053+0.0068/4) \wedge}$$

$$S A = 25.753 \text{ kg/m}^3$$

$$S A = 26 \text{ kg/m}^3 \text{ seçilir.}$$

Yakın gelecekte uygulanacak olan tam mekanize malzemenin yeraltına taşınması, emniyetli insan geçişi, üretilen kömürün yeryüzüne nakli ve havalandırma koşulları gözönüne alındığında taban yohı kesitlerinin 10 m², ana nakliyat galerilerinin 14 m² civarında olması uygun olacaktır. Buradan hareketle Fransız TH bağ standartlarından (3) taban yolları için P370 nohı bağ (faydalı kesit alanı 9.45 m²), ana nakliyat galerilerinde ise P470 nohı bağ (Faydalı kesit alanı 13.35 m²) seçimi uygun olacaktır. Boyutlandırma bağlantılarında (4);

Derinlik basma	$\sigma_2 = 83.5 \text{ kg/cm}^2 (8.35 \text{ MPa})$
----------------	--

Kırılma Zarfı Eğimi	k = 3
---------------------	-------

Tahkimat üzerine gelen yük (11)	P = 6.94 ton/m ²
---------------------------------	-----------------------------

Çözme kuvveti	F [^] = 10.000 kg
---------------	----------------------------

Tahkimatlar arası mesafe (12)	a = 75 cm
-------------------------------	-----------

Birim ağırlık	q = 21 kg/m
---------------	-------------

Tüketilecek profil miktarı (13)	S A = 26 kg/m ³
---------------------------------	----------------------------

Faydalı kesit alanı	A = 9.45 m ²
---------------------	-------------------------

Faydalı taban yohı genişliği	d = 384 cm
------------------------------	------------

Faydalı taban yohı yüksekliği	H = 294 cm bulunur.
-------------------------------	---------------------

Ömerler yeraltı taban yollarında kullanılacak tahkimat değişen değişkenler ışığında nomogram yardımıyla da bulunabilir veya kontrol edilebilir (3). TH bağ maliyeti I profili bağ mahyetinin yaklaşık iki katıdır. Maliyet yüksekliği avantajları nedeni ile kısmen bertaraf edilmektedir. Kömürün kmkh yapısından dolayı basınç altında akıcı bir hal alarak taban yoluna akması için, geçme bağ ile taban yohı cidarı araşma çelik hasır döşenmesi her halikarda uygun olacaktır. Çelik hasır boyutları 50x100 cm'dir. Çelik hasır, bağlantı şeklinden dolayı üzerine yük etkiğU zaman, bağlantılar birbiri içerisine geçerek yük alma kapasitesi artar (14). Geçme bağların birbirine bağlantısı ise en az 6 çelik fırça ile sağlanmalıdır

KAYNAKLAR

1. EYYUBOĞLU, M.E."OAL A-13 Panosu Alt Taban Yolunda Defonnasyonlann İncelenmesi", H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, ANKARA1990
2. BAVER, RR "Ground Control Instrumentation", A Manual for the Mining Industry, U.S.B.M Information Circular No: 9053 1985
3. BİRÖN, C. ve ARIOĞLU, E. "Madenlerde Tahkimat İşleri ve Tasannu", Birsen Kitabevi, İSTANBUL 1985
4. KÖSE, H, TATAR, Ç., KONAK, G, ONARGAN, T. ve KIZIL, MS."Ömerler Yeraltı Ocağı Tabaka Kontrolü, Yük ve Konverjans Ölçümleri", Araştırma Projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İZMİR 1994
5. PASAMEHMETOĞLU, A.GAYDIN, A.,KARPUZ,C. ve KARA, A.A."G.LL Tunçbilek Bölgesi Uzunayaklannm Tabaka Kontrolü Açısından İncelenmesi", Türkiye 2. Kömür Kongresi, ZONGULDAK, 1980
6. National Coal Board. "Desing Of Mne Layouts: Working Party Report", Mining Department, 1972
7. CAAR, T.L."Requirements Controlling Roadway Desing And Consruction",Symposium On Strata Control In Roadways, p.p. 1-4, University Of Nottingham 1970
8. WHILLAKER, B.N."Strata Control Developments On The European Continent", The Mining Engineer,p.p. 435-443,1973
9. GÖTZE, W. und KAMMER, W. "Die Auswirkungen von Strecken "fuhrung und Ausbautechnik auf die Querschnittsverminderung von Abbaustrecken, Glückauf, Nr. 15, August 1976"
- 10.National Coal Board Production Departmen. "Trials With Sliding Arches", Information Bulletin, p.p.59-204,1959
- 11.WILSON, AH "Support Load Requirements on Longwall Face", The Mining Engineer, June, 1975
- 12.KAMMER, "W.Konvergenzberechnung und Ausbauplanung für Abbaustrecken mit einem EDV-Programm", Glückauf 116,1980
- 13.KAMMER, "Der erforderliche Stahlaufwand für strecken Glehbogenausbaus", Glückauf 117,1981
- 14 KÖSE, H ve TATAR, Ç. "Support of Tail Gates at Central Anatolian Lignites", Proceedings of Third Mining Symposium, May-1991, ISFAHAN-IRAN, 1991