

G.L.İ. TUNÇBİLEK BÖLGESİ UZUNAYAKLARININ TABAKA KONTROLÜ AÇISINDAN İNCELENMESİ

A. Günhan PAŞAMEHMETOĞLU*

Aydın BİLGİN**

Celal KARPUZ***

Ahmet Ali KARA****

ÖZET

Bu araştırma, arazi hareketlerinin ve arazi basıncı dağılımının uzunayak üretim faaliyetlerine etkilerini incelemek amacıyla yönelik olarak Tunçbilek kömür havzası uzunayaklarında yürütülmüştür. Tunçbilek kömür havzasında, yaklaşık 10 m. kalınlıkta-ki kömür damarı iki kat halinde, damarın üst 2 m'lik kısmı geçertmeli uzunayak, alt—orta kısmı uzunayak—arakat geçertme yöntemiyle çalışılmaktadır.

Konverjans, sürtünmeli demir direklere gelen yükler, uzunayak tavanında oluşan tabaka ayrılmaları bu araştırma sırasında ölçülen başlıca unsurlardır. Bu amaçla sırasıyla konverjans ölçerler, fotoelastik yük ölçerler ve çok—telli yerdeğişim ölçürler (ekstansometreler) kullanılmışlardır.

Bu tebliğde, ölçüm değerleri ve bulgular açıklanmış, varılan sonuçlar verilmiştir. Daha ileri araştırmalar için öneriler yapılmıştır.

ABSTRACT

This research was directed mainly towards the study of the effect of ground movements and ground pressure distribution as the mining operation continues at longwall faces at Tunçbilek Coal Basin where approximately a 10 m. thick coal seam is being extracted by longwall mining incorporating a free—caving longwall at the top and a sublevel caving longwall at the bottom of the seam.

Convergence, distribution of loads on the props and bed separation at the roof of the longwall faces have been factors measured during the investigation, and convergence recorders, load cells and multi—wire borehole extensometers have been used in these operations respectively.

In this article, the measurements taken and the results found are explained and conclusions are drawn. Some suggestions are made for further research.

*» Asst. Doçent, Maden ve Petrol Mühendisliği Bölümü, ODTU, ANKARA
**» Öğretim Görevlisi, Maden ve Petrol Muh. Bölümü, ODTU, ANKARA
*** Asis.t 1, Maden ve Petrol Mühendisliği Bölümü ODTU, ANKARA
**** Maden Y. Muh., Araştırmacı, Maden Pet. Muh. Bol : ODTU, ANKARA

1. GİRİŞ

Madenlerin işletilmesi sırasında oluşan gerilim dağılımlarının ve tabaka hareketlerinin incelenmesi, planlanması ve bu olayın kontrolü emniyet ve ekonomik açıdan madencilik teknolojisinde çözümlenmesi gerekli olan başlıca sorunlardan biridir. Bu nedenle, dünyada maden teknolojisindeki araştırmaların büyük bir kısmı uzunayaklarda tabaka kontrolü sorunlarının incelenmesine ve çözümlenmesine yöneltilmiştir. Yazarlardan biri tarafından yapılan literatür araştırmasında tabaka kontrolünün bilinen ve bilinmeyen yönleri ortaya çıkarılmaya çalışılmış ve araştırılması gereken hususlar belirtilmiştir. Bu incelemenin ışığı altında bu araştırma, düzenli bir inceleme ile tabaka kontrolü açısından maden endüstrimize faydalı olacak gerçekleri ortaya koymaya yöneltilmiştir. Bunlar, uzunayaklarda tabaka hareketlerinin gözlemi ve ölçümü, bu hareketleri oluşturan nedenlerin saptanması, yeraltı koşullarına uygun tahkimat cinslerinin seçimi ve durumlarının planlanmasını kapsar. Bu araştırmanın yürütülmesi için, Garp Linyitleri İşletmesi Müessesesi Tunçbilek Bölgesi yeraltı ocağı seçilmiştir.

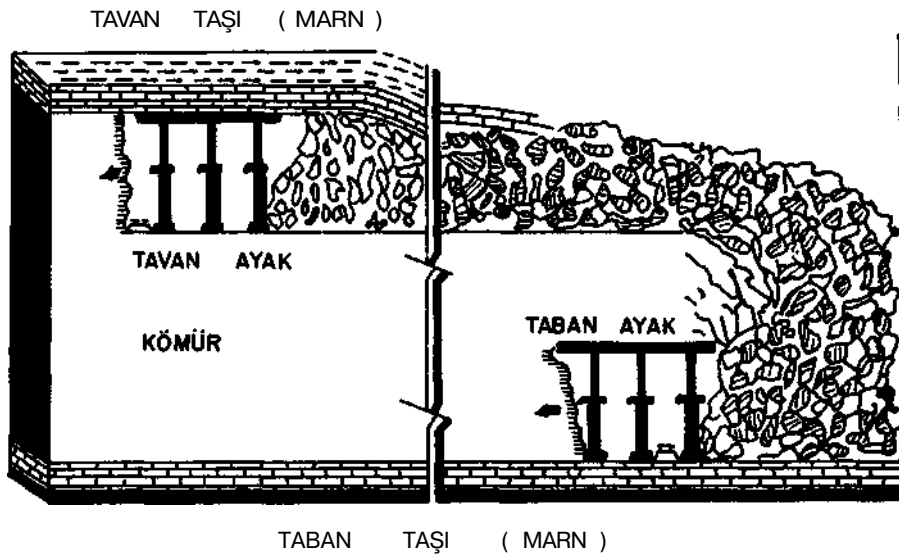
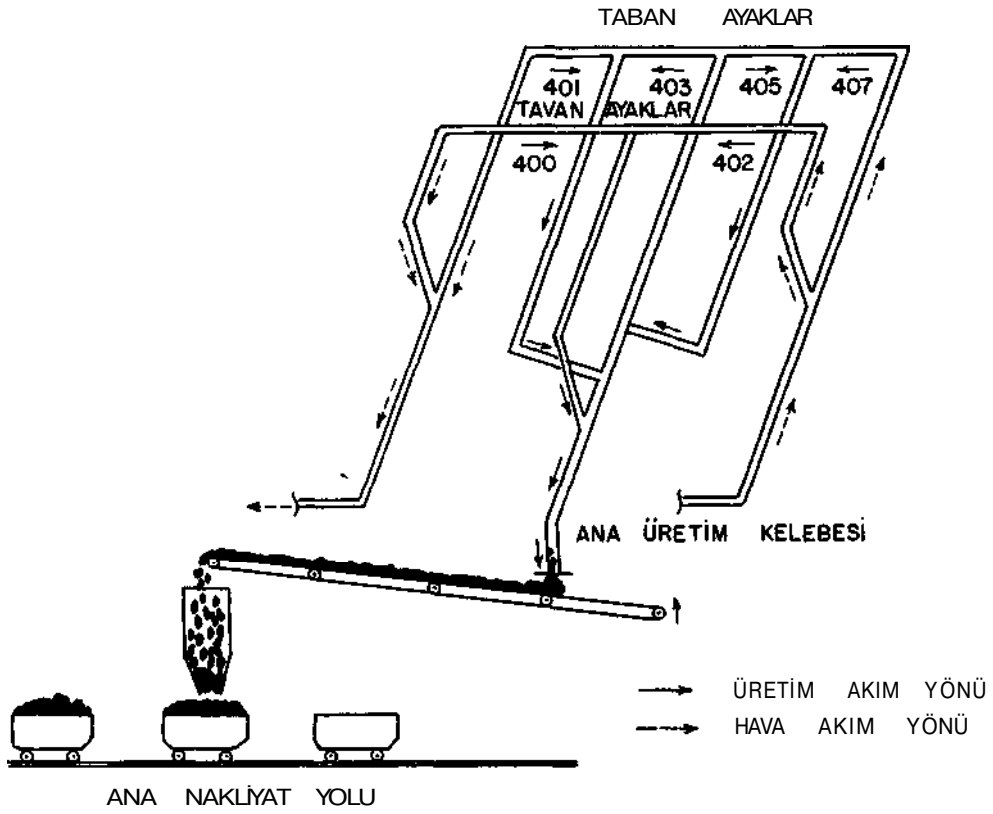
2. MADENCİLİK YÖNTEMİ VE TAHKİMAT SİSTEMİ

Tunçbilek Bölgesi yeraltı ocağında eğimi 8—10°, kalınlığı 4—11 m. arasında değişen linyit damarı çalışılmaktadır. Tavan ve taban taşları marndır. Damar özelliklerine uygun olarak seçilen ve halen uygulanan işletme yöntemi "Dönümlü Uzunayak—Arakat Göçertme" yöntemidir. Damar tavan ve tabanında 2'şer metrelik kısımlar iki ayrı kat halinde çalışılmakta ve orta kömürü göçertme yolu ile taban ayaklardan alınmaktadır (Şekil. 1).

Damar, genişliği 300 m. olan ve aralarında 20—30 m'lik topuklar bırakılan panolara bölünmüştür. Her panoda 2 tavan 4 taban olmak üzere 6 ayak vardır. Tavan ayaklar ortalama 150 m., taban ayaklar ise 75 m, genişlikte olup, taban katı tavan ayakları 25-30 m. geriden izlemektedir.

Tavan ayakların çalışma düzeni Tablo. 1 ve Şekil 2'de, taban ayakların çalışma düzeni ise Tablo. 2 ve Şekil. 3'de verilmiştir. Ayak tahkimatı tavanda şeşbeş, tabanda düz tahkimat düzeninde yapılmaktadır. Hem tavanda hem tabanda sürtünmeli demir direkler ve arına dik mafsallı çelik sarmalar kullanılmaktadır. Tavan ayak tahkimatı 15—20 m. aralıkla yerleştirilen domuzdamları ile, taban ayak tahkimatının son sırası "Emniyet sarması" denilen ağaç tahkimat ile düzenli şekilde takviye edilmektedir.

Panoların taban kat yolları hazırlık sırasında demir bağ ile tahkim edilmekte, dönümlü çalışma anında ağaç tahkimat ile desteklenmektedir. Hem taban hem de tavan kat havalandırma (kaçamak) yolları ağaç tahkimat ile tahkim edilmektedir.



Şekil. 1; GLİ Tunçbilek Bölgesi Yeraltı işletmesinde üretim yöntemi

Ayrıca, hem tavanda hem tabanda iki komşu ayağın ortaklaşa kullandığı zincirli oluk yollarının "Motor sabiti" denilen kısımları da sürtünmeli demir direk—mafsallı çelik sarmalar ile tahkim edilmekte ve oluk motorlarının arkasında düzenli olarak domuzdamları bulundurulmaktadır.*

3. ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Bu araştırmada Tunçbilek yeraltı ocağı uzunayaklarında aşağıda sıralandığı gibi üç tür ölçme yöntemi kullanılmıştır. Bunlar :

- 1 — Sürtünmeli demir tahkimat direklerine gelen yükün foto—elastik yük ölçerler ile ölçümü
- 2— Tavan—taban konverjans ölçümü
- 3— Uzunayak tavanında tabaka ayrılmalarının çok—telli yerdeğişim ölçerler (eksansometreler) ile ölçümü.

Yük ve konverjans ölçümleri 400 TV ve 402 TV olarak bilinen tavan ayaklar ile 401 TB ve 403 TB olarak adlandırılan taban ayaklarda yapılmıştır (Şekil. 1). Tavan ayaklarda Schwarz, taban ayaklarda ise Schmidt türü sürtünmeli demir direkler kullanılmaktaydı. Ancak kullanılan direklerin ocak yöneticilerinin de isteği üzerine ODTÜ—Maden ve Petrol Müh. Bölümü — Kaya Mekaniği Laboratuvarında yapılan deneyimleri sonucunda Schwarz türü direklerin niteliklerini kaybettiği görüldüğünden, daha sonra tavan ayaklarda da Schmidt türü direkler kullanılmaya başlandı.

Direkler arasındaki uzaklık arına paralel yönde 70 cm., arına dik yönde ise uygulanan tahkimat sistemine bağlı olmaksızın çelik sarma boyuna uygun olarak 120 cm. dir.

Yük ve konverjans ölçerler tahkimat düzenine bağlı olarak taban ayaklarda 70 cm., tavan ayaklarda ise 140 cm. aralıkla direkler üzerine yerleştirilmişlerdir. Her ölçümde gereç sayısı 3 ile 8 arasında değişmiştir. Ölçüm süresi (direğin dikiminden sökümüne dek geçen süre) tavan ayaklarda 5 gün taban ayaklarda 4 gündür. Ancak işletmeye özgü bazı nedenlerle bu süreler tavan ayaklarda 8, taban ayaklarda 5 güne çıkabilmektedir.

Galeriler çevresindeki tabaka hareketlerinin ölçümü amacıyla geliştirilen çok—telli yerdeğişim ölçerler bu araştırmada uzunayak tavanında tabaka ayrılmalarını ölçmek için kullanılmışlardır. Bu yöntem, eldeki burgularla ancak marn tabakası içinde düzgün kesitte delik delinebildiği için yalnız tavan ayaklarda kullanabilmıştır.

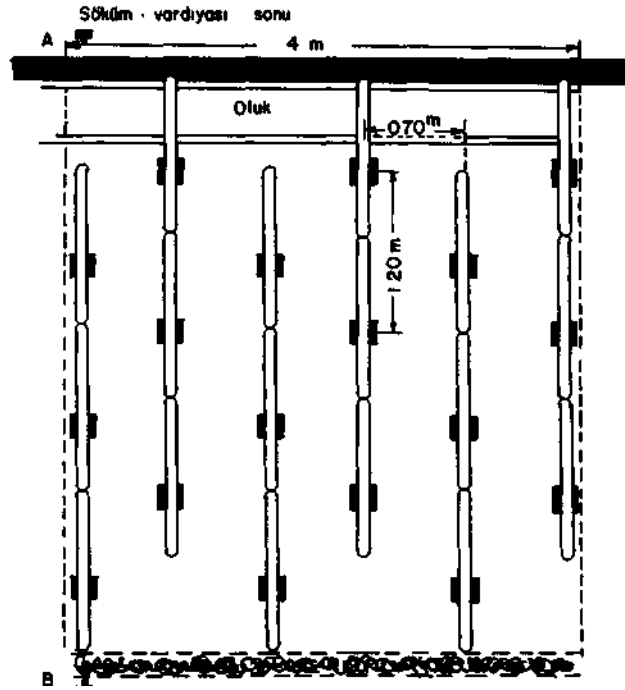
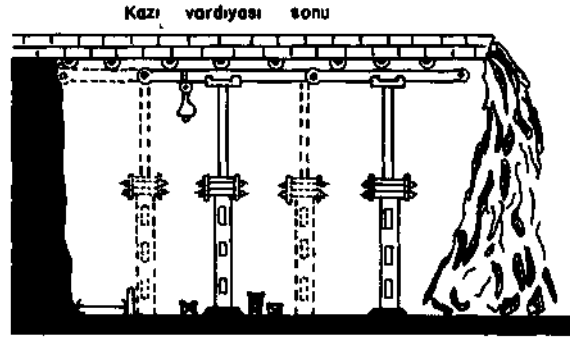
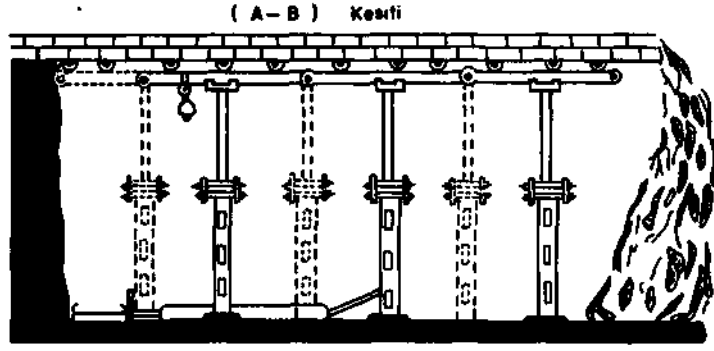
* Tavan ayaklar nakliye yolu motor sabitinde, oluk motorları arkasına (gocuk tarafına) düzenli olarak konulan domuzdamları alttaki yola ve taban ayak kuyruklarına etki ettiği için, yazarların önerisi ile ilerleme yapıldıkça domuzdamları sökülmeğe başlanmıştır. Domuzdamlarının yerlerinde bırakılmamaları sonucu alttaki yolun basınç ile aşırı deformasyonu ve tavandan posta akmaları önlenmiştir.

Tablo. 1— Tavan Ayakların Çalışma Düzeni

Ayak No.	400 TV	402 TV
Vardiya -- I (24 - 08)	Arını Lağımlama	Arında Kazı
Vardiya -- 11(08-16)	Arında Kazı	Direk Sökümü, Arına Delik Delme
Vardiya --111(16-24)	Direk Sökümü, Arına Delik Delme	Arını Lağımlama

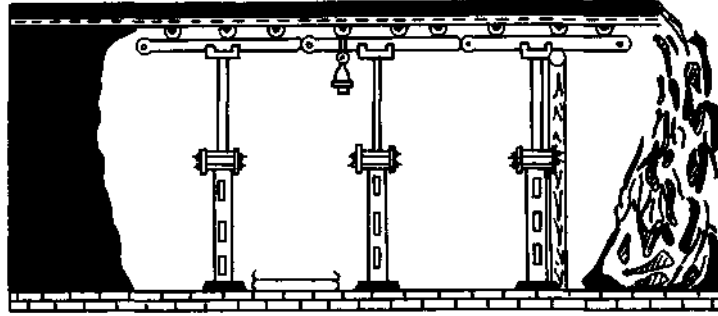
Tablo. 2— Taban Ayakların Çalışma Düzeni

Ayak No.	401 TB	403 TB	405 TB	407 TB
Vardiya-I (24-08)	Arka Kömürü	Direk Sökümü, Arına Delik Delme	Arında Kazı	Oluk Çekimi
Vardiya-II (08-16)	Oluk Çekimi	Arka Kömürü	Direk Sökümü, Arına Delik Delme	Arında Kazı
Vardiya-III (16-24)	Arında Kazı	Oluk Çekimi	Arka Kömürü	Direk Sökümü, Arına Delik Delme
Vardiya - IV (24-08)	Direk Sökümü, Arına Delik Delme	Arında Kazı	Oluk Çekimi	Arka Kömürü

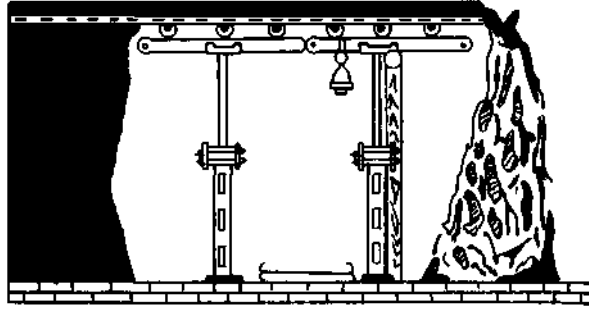


Ayak İçi kısmının plan görünüşü

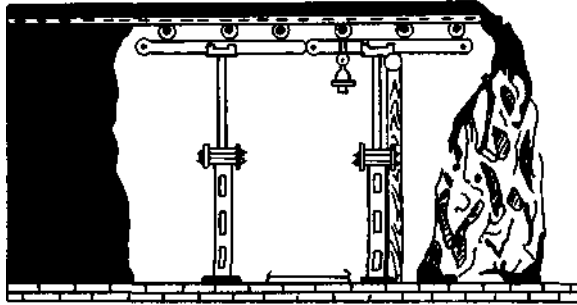
Şekil 2 Tavan ayaklarda çalınma düzeni



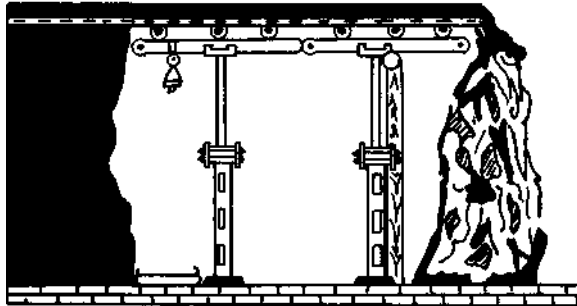
Kazı vardiyası sonu



Soküm vardiyası sonu



Arka komurü oluk havesı vardiyası sonu



Oluk çekimi vardiyası sonu

Şekil 3 Taban ayaklarda çalışma düzeni

4. ÖLÇÜM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. YÜK VE KONVERJANS ÖLÇÜMLERİ

Yük ve konverjans ölçümlerinden elde edilen verilerin tümünün verilmesine olanak yoktur. Burada yalnız tavan ve taban ayaklarda birer ölçümde elde edilen yük ve konverjans değerlerinin ortalamaları alınarak, bunların zamanla değişimlerinin verilmesiyle yetinilecektir (Şekil 4 ve Şekil 5). Ayak çalışmalarının yük ve konverjansı etkileyişini görebilmek amacıyla şekillerde faaliyet türleri de belirtilmiştir.

Şekiller incelendiğinde, beklendiği üzere, genel olarak kazı sırasında konverjans artışının hızlandığı, diğer ayak çalışmaları esnasında azaldığı görülmektedir. Ancak, aynı vardiyada farklı işlerin bir arada yapılması ya da ayakönü basıncının ezdiği kömürün aından akmasıyla oluşan doğal ilerleme gibi nedenler konverjansı etkileyebilmektedir.

Yük değerleri, nedenleri daha sonra açıklanacağı üzere, bazı dağılımlar göstermekle birlikte, genel eğilim aşağıda verildiği gibidir:

A- Tavan ayaklarda yükler, genel olarak ölçüm süresince giderek artmış ve en son sırada en yüksek değerlere ulaşmıştır (Şekil. 4).

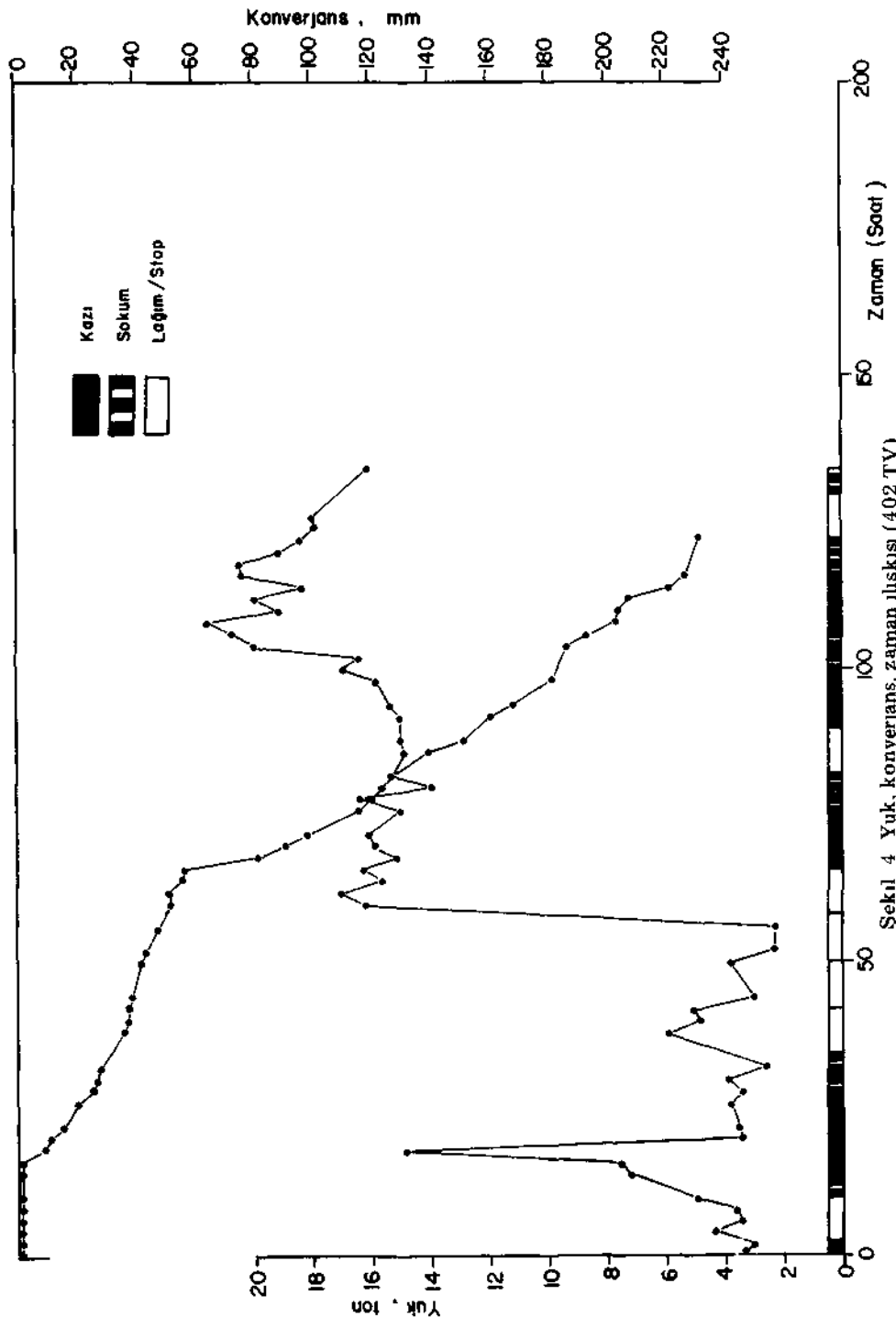
B— Taban ayaklarda yükler en yüksek değerlerine yük ölçerler ikinci sırada iken ulaşmış, son sırada iken azalmıştır (Şekil 5). Bunun nedeni son sıra direkler sökülmeden önce ikinci sıra direkler arkasına tahkimatı takviye amacıyla konulan ahşap emniyet sarmalarıdır.

Tablo. 3'de yük ve konverjans ölçümlerine ilişkin değerler verilmiştir. Tabloda verilen en yüksek yük değerleri ortalama değil, her ölçüm süresince saptanan gerçek en yüksek değerlerdir. Tablo incelendiğinde görülen yük değerlerinin dağılım nedenleri şöyle açıklanabilir:

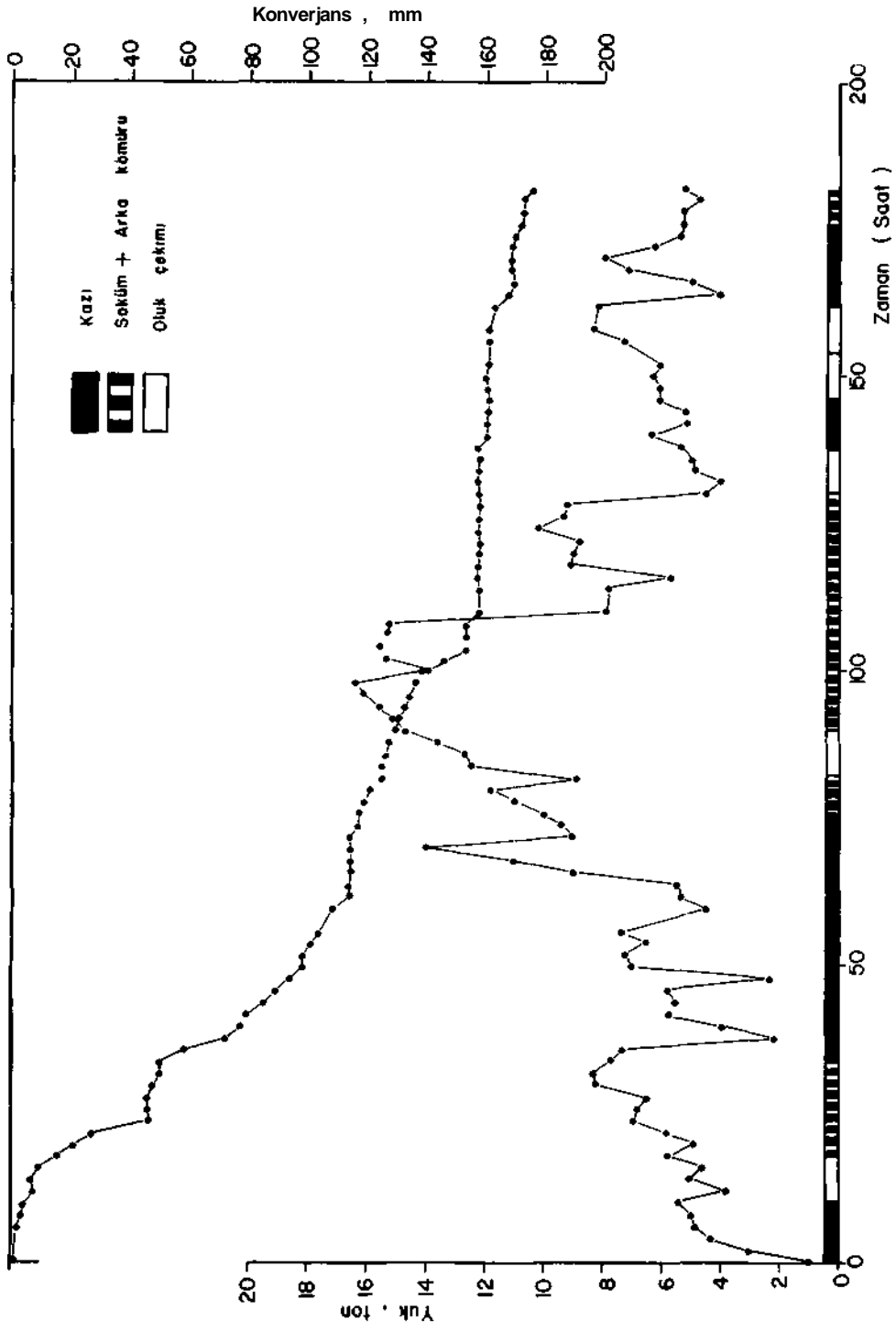
a) Direklerin yük alma düzenlerindeki farklılık, sürtünme elemanı yıpranmış bir direğin az yük almasına yolaçarken, yükün bir bölümünün komşu direğe aktarılmasına neden olmakta ve bu direğin kilit düzeninin çalışır olması durumunda fazla yük taşımasıyla sonuçlanmaktadır.

b) Direklerin dikimi sırasında verilen sıkılama yüklerinin farklı olması, eşit olmayan yük dağılımına yolaçmaktadır.

c) Kazı için atılan lağım lar tavan tabakalarında şok dalgaları yaratarak direklere gelen yüklerin değişmesine neden olmaktadır.



Şekil 4 Yük, konverjans, zaman ilişkisi (402 TV)



Şekil 5 Yük, konverjans, zaman ilişkisi (403 TB)

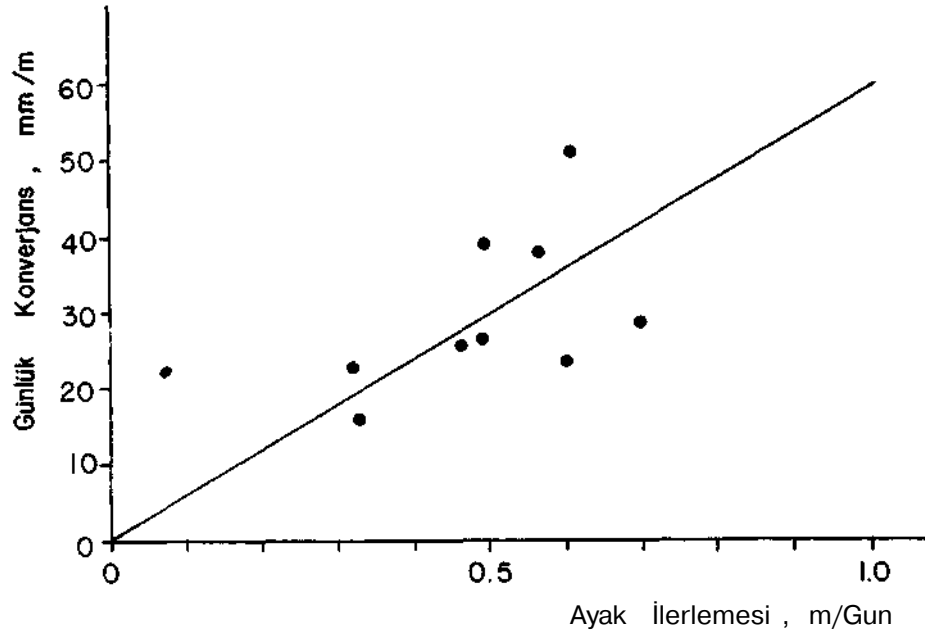
Tablo 3— Konverjans, Yük, Ortalama Yük Yoğunluğu Değerleri

Ayak No.	Maximum Yük (ton)	Ortalama Toplam Konverjans (mm)	Ortalama Yük Yoğunluğu (OYY) (ton/m ²)	Ortalama Konverjans (mm/m)	Ortalama Ölçüm Süresi (saat)	Ayak İlerleme Hızı (m/gün)	Ortalama Sıkılama Yüğü (ton)	
401 TB	11	109	7,77	45,5	16	168	0,34	4,3
401 TB	22	98	12,44	40,8	29	82	0,70	3,6
403 TB	17	176	9,01	73,3	23	182	0,32	1,0
403 TB	25	131	16,43	54,6	27	116	0,50	1,0
400 TV	24	164	8,87	54,7	26	152	0,47	1,1
400 TV	30	120	11,08	40,0	24	118	0,61	1,8
400 TV	25	250	10,59	83,3	51	118	0,61	5,3
402 TV	37	232	12,40	77,3	39	144	0,40	3,3
402 TV	24	199	12,70	66,3	38	126	0,57	0,9

d) Tavan tabakaları çatlayıp kırılarak farklı büyüklükte kütleler oluşturmakta ve bazı direklerin diğerlerine göre daha çok yüklenmesine yolaçmaktadır.

Benzer biçimde yükte görülen dağılımlar konverjansta da izlenmekte, ortalama toplam konverjans tavan ayaklarda 120-250 mm., taban ayaklarda 96-176 mm. arasında değişmekte, ortalama konverjans ise sırasıyla 193 ve 129 mm.dir.

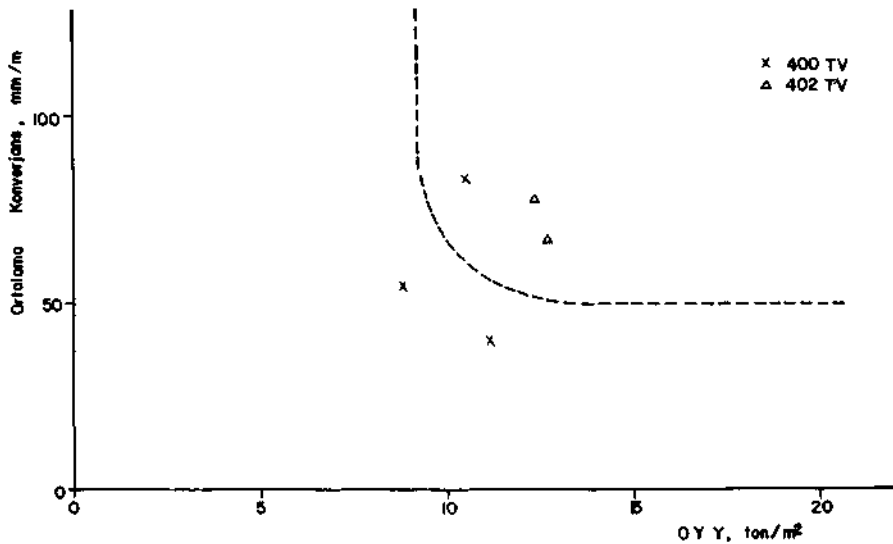
Bilindiği gibi konverjans ile ayak ilerleme hızı arasındaki ilişki halen tartışmaya açıktır . Genellikle kabul edildiği gibi, ayak ilerleme hızı arttırıldıkça tavan koşullarının düzelmesi ve konverjans hızının azalması beklenir. Açıktır ki, hızlı ilerleyen ayaklarda zamanın kısalığı nedeni ile tavan konverjansı tam olarak oluşamayacak ve büyük bir bölümü ilerleyen tahkimatın gerisinde kalacaktır. İlerleme hızı haftada 3—4 m. olan Tunçbilek uzunayaklarında konverjans ile ilerleme hızı arasında belirgin bir ilişki bulunamamıştır. Daha anlamlı bir ilişki, birim zamanda gerçekleştirilebilen ayak ilerlemesi ile aynı sürede oluşan konverjans arasında gözlenmiştir (Şekil. 6).



Şekil 6 Ayak ilerleme hızına karşı günlük konverjans değişimi

Direklerin yüklere karşı erken direnç göstermesini sağlayarak tavan koşullarını düzeltmek ve sonuç olarak olanaklar ölçüsünde konverjansı azaltmak amacıyla, tüm ölçümlerde ölçüm aletlerinin yerleştirilmesi sırasında olanaklı olan en yüksek sıkılama yükü verilmeye özen gösterilmiştir. Tablo. 3'de her ölçümde sağlanabilen ortalama sıkılama yükü değerleri de verilmiştir. Ortalama ilk yük değerleri 0,9 ton ile 5,3 ton arasında değişmektedir. Değerlerdeki farklılık direkleri sıkılamada kullanılan hidrolik krikoların tam çalışmamlarından kaynaklanmaktadır. Gözlemlerimize göre, sıkılama yüklerinin çok olduğu durumlarda, tavan tabakalarında ayak alını boyunca derin dikey kırılmaların, maddenci deyimile tavanın alından kesmesinin önlenmiş olmasıdır. Bu gözlemimiz, sürtünmeli demir direk kullanılan ayaklarda yüksek sıkılama yükü uygulamasının tavan koşullarını düzelttiğini, tavan kırılmaları ile göçükleri azalttığını ancak konverjansı her zaman etkilemediğini belirten yurtdışı deneyimleri** ile tamamen uyusmaktadır.

Ayak koşullarının tavan denetimi açısından değerlendirilmesinde en yararlı ilişki oluşan konverjans ile ortalama yük yoğunluğu (OYY) arasında kurulan ilişkidir. Sözü edilen ilişki Şekil.,7'de gösterildiği üzere her bir metre ayak ilerlemesiyle oluşan konverjans (mm/m) ile ortalama yük yoğunluğu (ton/m²) arasında kurulmaya çalışılmıştır. Taban ayaklara ilişkin sonuçlar şekilde gösterilmemiştir. Bunun nedeni, bu ayakların üzerinde kalan orta kömürün göçertilmesinin normal uzunayaklardaki serbest göçmeden farklı olmasıdır. Şekil. 7'de kesik çizgilerle gösterilen eğri, Tunçbük'te ayak yükseklığının 2 m. olduğu gözönünde tutularak ve karşılaştırma amacı ile Wilson'un⁴ bulgularından geliştirilmiştir. Bu, aşağıda belirtilen varsayımlara göre yapılmıştır:



Şekil. 7: Tavan ayaklar için ortalama konverjans ve ortalama yük yoğunluğu (OYY) ilişkisi.

İlk varsayım, kömür damarı üzerindeki tabakalar geride göçtüklerinde, ilk buldukları hacme göre % 50 daha büyük bir yer kaplarlar >. Tavan tabakaları göçtüklerinde, ilk kapladıkları hacim ile kazı boşluğunu dolduracaklarından, göçen tavan taşı kalınlığının ayak yüksekliğinin iki katı (2h) olması gerekir. Bu nedenle, kritik OYY, 2h kalınlıktaki tavan tabakasının tahkimi için gerekli dirence eşdeğer olacaktır . Tunçbilek'te uzunayaklarda kazı yüksekliği 2 m. ve marn yoğunluğu 2,3 ton/m olduğundan, bu basınçın 9,2 ton/m olacağı bulunur.

İkinci varsayım, Tunçbilek tavan tabakalarında kumtaşı gibi sert ve kalın tabakalar olmadığından, eğrinin çiziminde gerekli en az konverjans Wilson'un verdiği formül ile hesaplanabilecektir. Bu değer sadece karşılaştırma yapmak amacıyla kullanılmış olup, en uygun konverjans değerinin sözkonusu ocakta yapılan ölçmelerden elde edileceği açıktır. Bu formül:

$$C = 10,8 h + 29,2 \text{ dir.}$$

Burada, C, her metre ayak ilerlemesi sonucu oluşan ortalama konverjansı (mm/h), h çalışılan damar kalınlığını (m) göstermektedir. Buradan en az ortalama konverjansın 50,8 mm/m olacağı bulunmuş ve şekildeki eğri buna göre çizilmiştir.

Tavan ayaklarda saptanan OYY ile ortalama konverjans değerleri, eğri ile karşılaştırılarak tavan ayakların durumunu irdeleyebilmek amacı ile Şekil.7'de verilmiştir. Her iki tavan ayakta yapılan yük ölçümlerinden elde edilen OYY değerleri 8,87 ile 12,70 ton/m arasında değişmektedir. Bu değerler, kuramsal olarak hesaplanan kritik OYY değerine (9,2 ton/m) yakındır. Şekil.7'de de görüldüğü gibi OYY değerleri, kritik OYY değerlerinden küçük veya yakın olduğundan yüksek konverjans, hatta tavan tabakalarının zayıf olması durumunda ayağın tamamen göçmesi beklenebilir, ölçümlerin yürütüldüğü sırada ne çok yüksek konverjans değerleri ne de göçük olmuştur. Ancak, tavan tabakalarında kırık ve çatlaklara sık sık rastlanılmış ve özellikle 400 TV ayakta yapılan birinci seri ölçümlerde, OYY 8,87 ton/m olarak tespit edildiğinde, ayak alını boyunca devam eden ve tavan tabakalarının derinliklerine inen bir ana çatlak gözlenmiştir. Gözlem sonuçları kanıtlamaktadır ki, ölçülen OYY değerleri düşük ve Şekil. 7'de gösterilen ve varsayım ile bulunan kritik değere çok yakındır. Buradan varsayılan kritik değerin Tunçbilek uzunayakları için de geçerli olabileceği sonucu da çıkar. Uluslararası madencilik deneyimleri göstermektedir ki, OYY değerinin kritik değerin üstünde tutulması, ayakta tavan koşullarını düzeltmekte ve daha emniyetli çalışma ortamı sağlamaktadır. Ashwin ve arkadaşları' bunun kritik değerin iki katı olması gerektiğini ileri sürmektedirler. Buna göre uzunayaklarda tavan koşullarını düzeltmek ve emniyeti arttırmak için OYY 18,4 ton/m² olmalıdır.

Yukarıda açıklandığı üzere, OYY düşük olduğunda doğal olarak yüksek konverjans değerlerinin ortalaması 64,4 mm/m olup, bu değer İngiltere kömür ocaklarında

bulunan konverjanstan biraz daha yüksektir. Bununla birlikte bilindiği üzere, konverjansların biraz daha yüksektir. Bununla birlikte bilindiği üzere, konverjansların değerlendirilmesinde, bir ülkenin ya da bir havzanın bulgularıyla karşılaştırarak daha çok veya az türünde yorumlar getirmek uygulamada pek fazla yarar sağlamaz. Bu nedenle, tavan ayaklarda ölçülen konverjans değerleri, tavan koşullarının gözlenmesi ile kırık ve çatlakların oluşup oluşmadığı ve tabakaların derinliklerine ilerlemeleri izlenerek değerlendirilmiştir. Genellikle, kırık ve çatlaklar alına paralel ve 15-20 cm. aralıkla oluşmaktadır. Tavan ayaklarda yapılan birinci seri ölçümde alın üzerinde birkaç cm. genişlikte birana çatlak gözlenmiş ve ölçülen konverjans değeri büyük olmamasına karşın, tavan ayaklarda en düşük OYY (8,87 ton/m) bu koşullarda elde edilmiştir. Sonuç olarak denebilir ki, kumtaşı gibi sert ve kalın tabakaların bulunmadığı, yalnızca olağan karbon devri kayalarından oluşan tavan tabakaları bulunan Tunçbilek yeraltı ocağında ölçülen konverjans lar yüksektir. Bu sonuç, araştırmacıların ayaklarda yaptıkları gözlemlerle, benzer jeolojik koşulların bulunduğu İngiliz kömür ocaklarında saptanan değerlerle doğrulanmaktadır. Ancak, bu aşamada Tunçbilek yeraltı ocağı için optimum konverjans değeri vermek olanaklı değildir. Bunun için daha çok veriye gereksinme vardır ve bu araştırmalara devam edilmelidir.

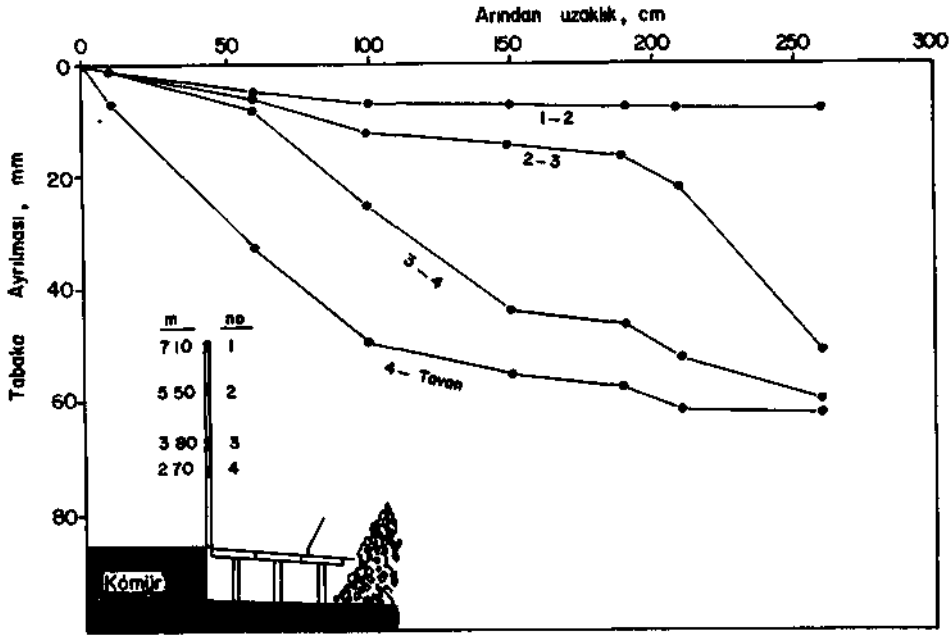
Taban ayaklara ilişkin yük ve konverjans değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Taban ayaklarda saptanan OYY değerleri arasındaki farklılıkların, uygulanan arakatlı göçertme yöntemi nedeni ile olduğu kanısına varılmıştır. Zaman zaman orta kömürün çeşitli nedenlerle göçmediği, dolayısıyla arkadan alınan kömürün az olduğu hallerde kömür, olağan uzunayaklarda ana tavanın yaptığı gibi kemer oluşturmakta ve daha üst (tavan) tabakaları tahkim ederek direklere binen yükün azalmasına neden olmaktadır. Karşıt durumda, ayak arkasından çok kömür alınabilmekte böylece taban ayak tavanını oluşturan kömürle, tavan ayak göçüğünden gelen parçalanmış kaya kütleleri doğal tahkimattan yoksun kalmakta ve bunlar direklere daha çok yük binmesine neden olmaktadır. Ancak, bu konu tartışmaya açık olup, daha ayrıntılı araştırma gerekmektedir.

4.2. TABAKA AYRILMASI ÖLÇÜMLERİ

400 TV ayağa yerleştirilen çok—telli yerdeğişim ölçerden elde edilen sonuçlar ve değerlendirme Tablo.4'de verilmiştir. Tablonun incelenmesinden, tavan ile en üst tavan civatası seviyeleri arasında (7,10 m.) toplam tabaka ayrılmasının 181 mm. olduğu görülmektedir. Tavan tabakalarının farklı seviyelerdeki ayrılmaları, deliğin aynaya olan uzaklığına bağlı olarak seçilmiş ve Şekil 8'de gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere tabaka ayrılmaları/ağıza yakın ilk civata seviyesinde yetersiz sıkılama yükü nedeniyle hemen, ikinci civata düzeyinde bir have sonra ve üçüncü civata dolayında ise daha sonraki havde başlamıştır. Tabaka ayrılmaları en üst seviyede 7 mm. gibi sabit bir değerde kalmıştır. Sonuçlardan açıkça görüldüğü gibi başlıca tabaka ayrılması 3. ve 2. civatalar, diğer bir deyişle 3,80 ve 5,50 m. seviyeleri arasında meydana gelmiştir. Bu, % 50 kabarma kuramına ilişkin olarak, 2m. yükseklikteki bir uzunayakta göçük yüksekliğinin 4 m. olması gerektiği konusundaki varsayımı doğrulamaktadır.

Tablo. 4— Yerdeğişim ölçümleri ve Değerlendirme

ölçüm İstasyonunun Arından uzaklığı (cm)	ölçümler (mm)				Ölçümler Arası Farklar (mm)				Tabaka Ayrılmaları (mm)		
	l_1	l_2	l_3	l_4	D_1	P_2	P_3	P_4	$D_1 - P_2$	$P_2 - P_3$	$P_3 - P_4$
00	661	636	623	621	D_1	P_2	P_3	P_4			
60	611	591	583,5	589	50	45	39,5	32	5	5,5	7,5
100	569,5	551,5	550	572,5	91,5	84,5	73	48,5	7	11,5	24,5
150	543,5	524,5	525,5	566,5	117,5	111,5	97,5	54,5	6	14	43
190	534	517	520	564	127	119	103	57	8	16	46
210	520	501	510	560	141	135	113	61	6	22	52
260	480	462	500	560	181	174	123	61	7	51	62



Şekil 8. 400 TV ayak tavanında tabaka ayrılması

4.3. TAHKİMAT TASARIMI

Kuramsal olarak öngörülen ve yerdeğişim ölçümleriyle doğrulanan göçen tabaka kalınlığı 4 m. ve marn'ın yoğunluğu 2,3 ton/m olduğundan, direklere gelecek yükün 9,2 ton/m olacağı hesaplanmıştır. Sürtümlü demir direklerin randımanı % 50 ve daha önce de belirtildiği gibi tüm olumsuz olasılıkları karşılamak üzere emniyet katsayısı 2 alındığında, direklerin taşıma kapasitelerinin 37 ton/m olması gerekir. Tavan ayaklarda her direğin 0,84 ile 1,26 m lik bir alanı tahkim ettiği ve bunların anma yük kapasitelerinin 40 ton olduğu gözönüne alındığında, uygulanan tahkimat düzeni ile direklerin yeterli olduğu görülür.

Tavan ayaklarda hidrolik direk kullanılması halinde, tek fark direklerin randımanının % 80 olmasıdır. Buradan, aynı tahkimat düzeninde hidrolik direklerin beklenen yük taşıma kapasitesi 23 ton/m olarak bulunur. Diğer bir deyişle, 25 ton anma yük kapasiteli hidrolik direkler yeterli olacaktır.

Taban ayaklarda ahşap emniyet sarmaları uygulaması nedeniyle 7,77 ile 16,4 ton/m² lik basınçların direklerce karşılandığı, OYY ölçümlerinden anlaşılmaktadır. OYY değerlerinde farklılıklara yolaçan olası etmenler daha önce belirtilmişti. Konverjans değerlerinin incelenmesinden, bunların kabul edilebilir değerler (ortalama konverjans

54 mm/m) olduğu görülür. Bu nedenlerle, uygulanmakta olan işletme yöntemine göre direklerin kapasitesi ile tahkimat düzeninin yeterli olduğu kanısına varılmıştır. Ancak, ahşap emniyet sarmalarının olumlu/olumsuz etkilerinin daha ayrıntılı olarak incelenmesi ve daha sonra optimum tasarıma gidilmesi gerekmektedir.

5. SONUÇLAR

GLİ Tunçbilek yeraltı ocağında yapılan ölçüm ve incelemelerin ışığında varılan sonuçlar ve daha ileri araştırmalar için öneriler aşağıda verilmiştir.

1- Tavan ayaklar OYY ortalaması 11,13 ton/m⁹ dir. Tavanda ayak boyunca uzanan derin dikey çatlakların gözlenmiş olmasının da kanıtladığı gibi bu değer 9,2 ton/m⁹ lik alt sınır değerine yakındır. Bu nedenle, tavan koşullarını düzeltmek ve emniyetliliği arttırmak için aşağıda belirtilen önlemleri alarak OYY'nu arttırmak gerekir.

a— Kömür kazısını takiben mümkün olan en kısa zamanda sürtünmeli demir direkler dikilmelidir.

b— Direklerin dikimi sırasında mümkün olan en yüksek sıkılama yükü verilmelidir. Bu amaçla kullanılan hidrolik krikolar yeterli sayıda ve iyi durumda bulundurulmalıdır.

2- Bugünkü uygulamada günlük ayak ilerlemesinin özellikle tavan ayaklarda 0,5 m. dolayında olduğu görülmektedir. Ayaklarda daha iyi tavan koşullarının sağlanması için ayak ilerleme hızının artırılması gerekir.

3— Tavan ayaklarda uygulanan tahkimat düzeni ve direk aralığını aynen korumak kaydıyla, mevcut 40 ton anma yük kapasiteli direkler, 37 ton/m⁹ lik yük yoğunluğu için yeterlidir. Bununla birlikte, daha önce de belirtildiği gibi, daha iyi tavan denetimi ve daha emniyetli çalışma koşulları için OYY'nun artırılması gerekir.

4— Taban ayaklarda OYY'nun 7,77 ile 16,43 ton/m⁹ arasında değişimi, arakatlı göçertme yöntemiyle arkadan alınan kömür miktarının değişmesinden ve böylece göçüğün sağladığı doğal tahkimin azalması ya da çoğalmasından kaynaklanmaktadır.

5- Ocak yöneticilerinin de önerisi üzerine, ewelce kullanılan Schwarz türü direklerin laboratuvarda denenmesiyle ortaya çıkan, bu direklerin niteliklerini yitirdiği gerçeği bunların hurdaya çıkarılmalarıyla sonuçlanırken, direklerin belirli aralıklarla tahkimat karakteristiği açısından incelenmesinin önem ve gereğini kanıtlamıştır.

6— Çok—telli yerdeğişim ölçerlerin uzun ayaklarda tavan tabakası ayrılmalarının saptanmasında kullanılabilecekleri kanıtlandığı gibi, direklere gelecek yükün tahmininde uygulanan kuram da doğrulanmıştır.

7- Konverjans değerleri ortalaması tavan ayaklarda 64 mm/m, taban ayaklarda 54 mm/m dir. Tavan ayaklarda saptanan ortalama konverjans, oluşması beklenen 50,8 mm/m değerinden daha yüksek olarak geręekleşmiştir. Bununla birlikte, konverjans ile OYY arasında çok açık bir ilişki saptanamamış olup, böyle bir ilişkinin kurulması için daha çok veri gerekmektedir.

8— Taban ayaklarda varolan tahkimat düzeni ve direklerin kapasiteleri, emniyet sarması uygulaması da gözönüne alındığında yeterli bulunmuştur. Ancak taban ayaklarda emniyet sarmalarının tahkimat düzenine etkileri, ayak tavanında oluşan yerdeğişimler ve göçme mekanizması konularının daha kapsamlı olarak araştırılması gerektiği kanısına varılmıştır.

6. TEŞEKKÜR

Bu araştırma TÜBİTAK kuruluşu tarafından desteklenmiştir. Yazarlar, bu kuruluş ve araştırmanın Tunçbilek Bölgesinde yürütülmesi için izin veren TKİ, GLİ ve Tunçbilek Bölgesi yöneticilerine, araştırmanın yürütülmesinde emeği geçen mühendis, nezaretçi ve işçi arkadaşlara teşekkürü bir borç bilir.

KAYNAKLAR

- Paşamehmetoğlu, A.G.: Uzunayaklarda Tabaka Kontrolü, Madencilik, Temmuz 1977, s. 9—21.
- Paşamehmetoğlu, A.G., Bilgin, A., Karpuz, C., Kara, A.A., unal, E.: Uzunayaklarda Tabaka Denetimi Sorunlarının ve Tavan—Taban Hareketlerinin İncelenmesi, TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu Proje No. 425, Şubat 1980.
- Barry, A.J.. **Summary Presentation** of National Reports **on Coal** Mining. Proc. 4th International Strata Control Conference, New York, 1964, s. 489—498.
- Wilson, A.H.: Conclusions from Recent Strata Control Measurements Made by the Mining Research Establishment, The Mining Engineer, Cilt 123, 1963—64, s 367—380.
- Whittaker, B.N. • An Apraisal of Strata Control Practice, The Mining Engineer, Cilt 134, 1974—75, s. 9—24f
- Evans, I.: Face Support Requirements—A Problem in "Arching", Int. J. Rock Mech. Min. Sei. and Geomech. Abstr., Cilt 14, s. 1—5.
- Ashwin, D.P., Campbell, S.G., Kibble, J.D., Haskayne, J.D., Moore, J.E.A., Shepherd, R.: Some Fundamental Aspects of Face Support Design, The Mining Engineer, Cilt 129, 1969—70, s. 659—675
- Singh, B., Sakkar, S.K., Mukherjee, K.P., Singh, S., Chatterjee, T.K., Rochaudhury, S.: Investigation Into Strata Control at Coal Faces—East Katras Coal Mine, Annual Report, 1977—79, Central Mining Research Station Dhanbad, s. 123.

