

BEYPAZARI ORTA ANADOLU LİNYİTLERİ İŞLETMESİNDEKİ UZUN AYAKLARDA TABAKA HAREKETLERİNİN VE TAVAN DENETİMİ SORUNLARININ İNCELENMESİ

Erdal ÜNAL*

özet

Bu tebliğ Türkiye Kömür İşletmelerine (TKİ) bağlı Orta Anadolu Linyitleri (O.A.L.) işletmesinde, biri 205 numaralı panonun üst damarında diğeri İse alt damarında bulunan ve aralarında 75 metre uzaklıkla aynı anda çalışan iki uzun ayakta yapılan konverjans ve tahkimat direklerinin üzerine gelen yüklerin ölçülmesi ile gene aynı ayaklarda tabaka hareketlerinin ve tavan denetimi sorunlarının değişik safhalarda incelenmesini kapsamaktadır.

Arazi tabakalarının denetimi, yalancı tavan ve taban konverjanslarının ölçülmesi ve koşulların elverdiği anlarda bu konverjansların denetimi şeklinde yapılmıştır. Tahkimat direkleri üzerindeki yüklerin ölçülmesi ise ayak boyunca ve enlemesine yük dağılımları ile ilgili fikirlerin oluşmasına olanak sağlamaktadır. Kömür kazısı, ayakların ilerleme hızı, tahkimat direkleri üzerindeki yüklerin dağılımı ve tavan konverjansı arasında yakın bir ilişki vardır. Taban tabakalarının durumu, taban kabarmalarında dolayısı ile tavan konverjanslarında etkin olmaktadır.

Bu tebliğde araştırma sırasında yapılan ölçmeleri açıklanmakta, elde edilen sonuçlar incelenmekte, tabaka hareketleri ve tavan denetimi sorunlarının bir bölümü güvenlik ve ekonomik açılarından değerlendirilmektedir.

(*) Maden Yük. Mühendisi, Asistan O.D.T.Ü.

Abstract

This article represents different faces of an investigation of convergence and roof and floor behaviour of two longwall faces and load measured on some steel friction type of supports in the same face happening simultaneously. These faces were in the panel No: 205, one at the upper seam and the other at the lower seam, having an interval of 75 meters, both being worked at the same period.

Strata control is done by measuring and if possible, by controlling the convergence of the immediate roof and floor. Further more, load measurement on some steel props is permitting to have an idea about load distribution along and across the face. There is a close relationship between coal winning, load distribution on the props at the face and convergence of the immediate roof. Also, the nature of the floor is playing an important role in the heaving and consequently the convergence of the floor.

These measurements are explained in this article and results found are interpreted, and some suggestions are made of the problems related to the strata behaviour and roof control, from the point of view of safety and economy.

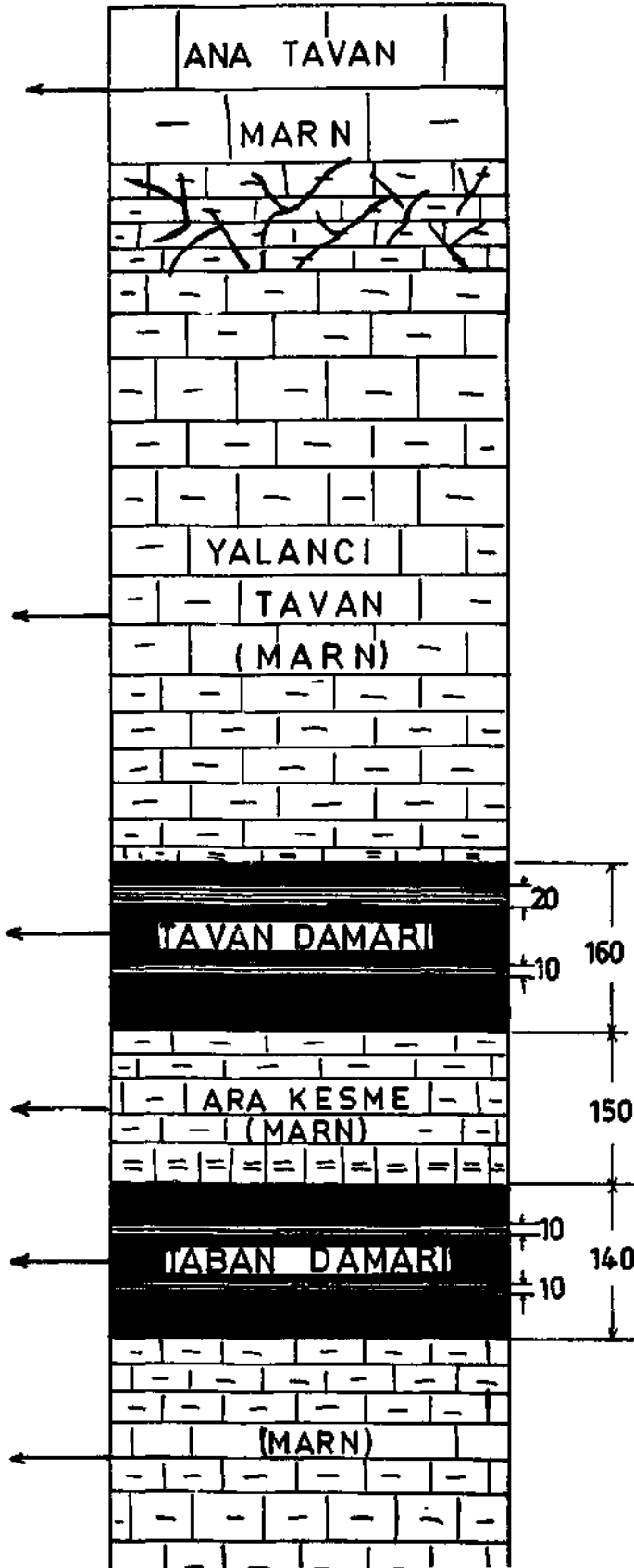
1. Giriş

Bu bölümde O.A.L. işletmesi kömür damarları ve civarındaki tabakaların özellikleri ile ilgili bilgi verildikten sonra ayaklardaki tavan denetimi, çalışma koşulları ve tahkimat düzeni anlatılmaktadır.

1.1. Kömür Damarları ile İlgili Genel Bilgiler

Marmar tabakaları arasında yer alan iki ayrı kömür damarının üzerindeki örtü tabakasının kalınlığı 150-200 metredir. Bunlardan tavan damarı 1.60 metre kalınlığında, taban damarı ise 1.40 metre kalınlığında olup iki kömür damarı arasında 1.50 metre kalınlığında bir marmar tabakası (ara kesme) vardır. Kömür damarlarını da kapsayan tabakalar Kuzeydoğudan Güneybatıya doğru 6° ile 26° arasında değişen bir yatım göstermektedir. Kömür damarlarının ayrıntılı bir kesiti Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil:1 Kömür damarlarının dik kesiti



1.2. Kömür Daman Ovanında M Tabakaların özellikleri

Kömür civarındaki tabakalardan alınıp laboratuvarında deneyleri yapılan kayaçların basmaya karşı mukavemeti aşağıdaki şekilde bulunmuştur: (1)*

Yalancı tavanın mukavemeti 225-400 kgf/cm² arasında değişmekte olup killi marn ve marn tabakalarından oluşmuştur. Marndan oluşan ana tavanın mukavemeti ise 500 ile 990 kgf/cm² arasında değişmektedir. Tavan ayağın tabanı gene marndan oluşmuş olup mukavemeti büyük değişiklikler göstermektedir (350-900 kgf/cm²). Yukarıdaki değerlerden de anlaşılacağı üzere tavan ayağın ana tavanın mukavemeti, tabanının mukavemetinden daha çoktur.

Taban ayağın, yalancı tavanında yarım metre kalınlığında killi marn ve onun üzerinde de 1 metre kalınlığında marn bulunmakta olup, killi marnın mukavemeti 100-175 kgf/cm² arasında değişmektedir. Taban ayağın tabanının mukavemeti ise tavan ayağın tabanının mukavemetinin yaklaşık olarak aynıdır.

Tavan kömürünün mukavemeti 85 kgf/cm², taban kömürünün ise 95 kgf/cm²'dir (1).

1.3. Ayaklardaki Tavan Denetimi ve Tahkimat Düzeni

O.A.L. işletmesi ocaklarında kömür üerletimli uzun ayak düzeni ile alınmakta, ayakların arkasında kalan tavan ise göçertilmektedir. Tavan ayaklarda düz tahkimat düzeni, taban ayaklarda ise şeş-beş tahkimat düzeni kullanılmaktadır. (Şu anda taban ayaklarda da düz tahkimat düzenine dönülmüştür). Ayak içerisinde değişik tiplerde sürtünmeli demir tahkimat direkleri ve onların üzerlerinde de çelik sarmalar kullanılmaktadır. Ayak boyunca her 10 veya 15 metrede bir sürtünmeli demir direklerle birlikte domuz damları bulunmaktadır.

2. Demir Direkler Üzerindeki Yüklerin ve Ayak Konverjanlarının ölçülmesi

ölçme esnasında, araştırmacının denetimi dışında çeşitli ölçülerin değişimler gösterebileceği olasılığı gözönüne alınırsa, alı-

(*) Bibüografik tanıtım tebliğ sonunda verilmiştir.

nan sonuçların denetimi bakımından ikinci seri ölçmelerin yapılması zorunluğu ortaya çıkmaktadır. Eğer birinci seri deneyler sonundaki sonuçlar ikinci seri sonucundaki deney sonuçları ile uyum göstermezse üçüncü seri deneylerin yapılması zorunluğu ortaya çıkar. Böylece bir ayaktaki her istasyonda en az iki seri deney yapılması gerekmektedir. O.A.L. uzun ayaklarında da aynı yöntem izlenmiştir. Bir deney serisi yük ve konverjans ölçme aletlerinin seçilen istasyondaki, birinci sırada bulunan tahkimat direklerinin üzerine yerleştirilmesi ile başlamış ve aynı sıradaki direklerin en son şuraya (3. sıra) gelip, üzerindeki ölçü aletleri üe birlikte sökülmesine kadar devam etmiştir. Okumalar her iki saatte bir ve bazı önemli anlarda yapılmıştır.

Ayak içinde yapılan gözlemler sırasında aşağıdaki önemli noktalar da gözlenmiştir:

- a. Kömür kazı süresi,
- b. Tahkimat direklerinin ileri alınma süresi,
- c. Kömür damarının kalınlığı,
- d. Tavan göçme düzeni,
- e. Tavan ve taban ayakları arasındaki uzaklık.

Ayak içi veya dışındaki taşıma ve ocak enerji düzeninde veya herhangi bir nedenden ötürü kömür üretimini aksatan duraklamalar ölçme süresinin uzamasına yol açtığı gibi, üretimin yapılmadığı pazar günlerinde de ölçme yapılması zorunluğunu ortaya çıkarmıştır. Bu sakıncaları ortadan kaldırmak, zaman ve taşıma limitlerini önlemek için, ölçme aletleri, ölçü istasyonlarına üretim başlamadan ve özellikle pazartesi günleri kurulmalıdır.

2.1. Ölçme İstasyonlarının Kurulması

Ölçme istasyonlarının yerleri ve sayısı kullanılacak aletlerin ve gözlem yapacak kişilerin sayısına göre seçilmelidir. O.A.L.'deki araştırma sırasında yük ve konverjans ölçmelerinin yapıldığı istasyonlar aşağıdaki şekilde seçilmiştir:

2.2. Yük lme istasyonları

Deneyler sırasında tavan ve taban ayaklarda kurulan istasyonlar Şekil 2 ve 3'de gösterilmiştir.

2 foto-elâstik ve bir hidrolik yük ölçer tavan ayak üst kaçamak yolundan 40 metre mesafede bulunan birinci sıradaki 3 komşu tahkimat direğinin oluşturduğu 1 numaralı istasyona yerleŐtirilmiŐtir, ölçmeler her iki saatte bir ve önemli anlarda alınmıŐ, ve bu iŐlem tahkimat direkleri üçüncü sıraya geldikten sonra aletlerle birlikte sklnceye kadar srdrlmŐtir.

İkinci ve üçüncü seri ölçmeler için aynı iŐlem sırasıyla tavan ayak kaçamak yolundan 82 metre ve 133t metre uzaklıkta bulunan 2 ve 3 numaralı istasyonlarda uygulanmıŐtir.

Taban ayağın üst kaçamak yolun sırasıyla 30, 68 ve 97 metre uzaklığa kurulmuŐ olan istasyonlarda da aynı lme yöntemi izlenmiştir.

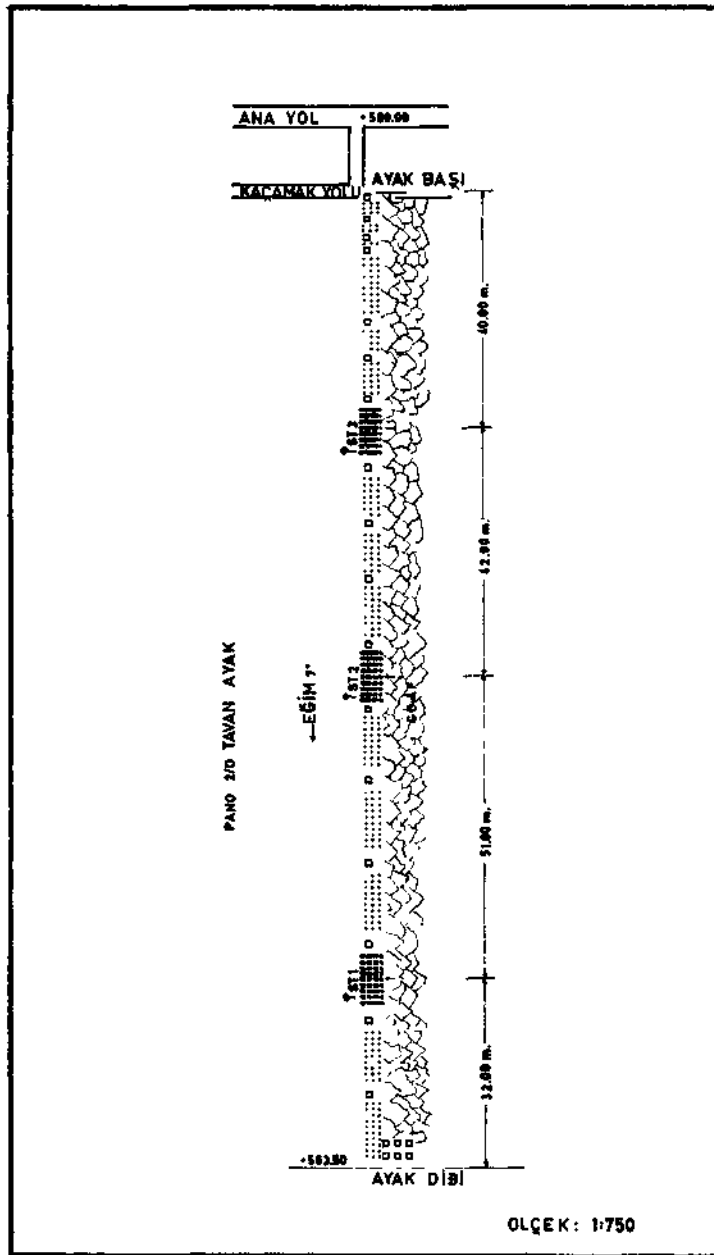
2,3. Konverjans lme İstasyonları

Birinci seri konverjans ölçmeleri için uygun 3 tane istasyon seĐmiŐtir. 1 numaralı istasyona yerleŐtirilen konverjans ölçer, yk ölçerlerin de bulunduğu tavan ayak üst kaçamak yolundan 40 metre uzaklığa, diğerleri de sırasıyla üst kaçamak yolundan 82 ve 133 metre uzaklıkta bulunan 2 ve 3 numaralı istasyonlara yerleŐtirilmiŐtir. Konverjans değerleri üç istasyonda aynı anda alınmıŐtir.

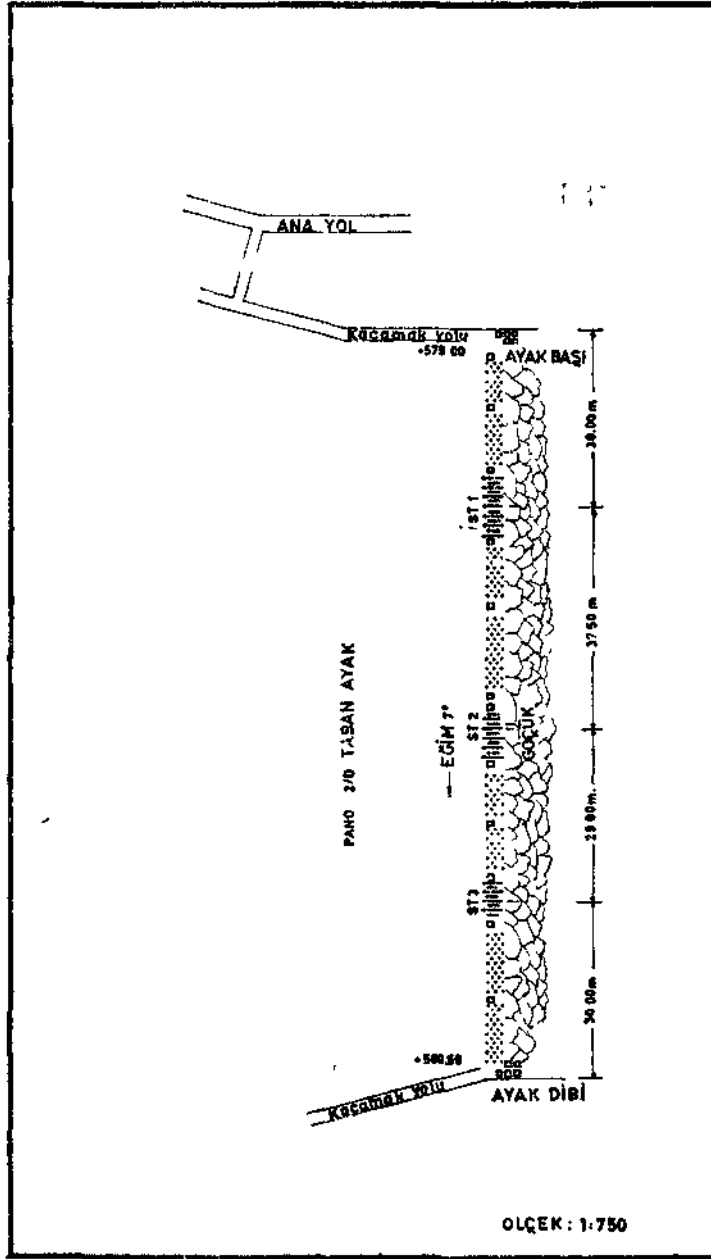
İkinci ve üçüncü seri konverjans ölçmeleri için de aynı istasyonlarda aynı yöntem uygulanmıŐtir.

Taban ayakta da üst kaçamak yolundan sırasıyla 30, 68 ve 97 metre uzaklıklarda 3 ayrı istasyon kurulmuŐ ve tavan ayakta konverjans ölçülmesinde kullanılan yöntem burada da izlenmiştir.

Konverjans lmeleri e yk ölçmeleri arasındaki ayrıcalık, her lme serisi için konverjans lme istasyonları aynı yerde kalırken, yk lme istasyonlarının bir sonraki istasyona taŐınmasıdır.



Şekil:2 Tavan ayakta Vurulan konverjans ve yük ölçme istasyonları



Şekil:3 Tobön ayakta Kurulan konvcrjons ve yuk oljme istasyonları,

2.4. Yük ve Konverjans Ölçme Gereçleri

Burada çok kısa olarak yük ve konverjans ölçme gereçlerine değinilecektir. Daha geniş bilgi ilgili bibliografik tanıtımda gösterilmiştir (2,3).

Yük ölçmeleri için 2 foto-elâstik ve bir hidrolik yük ölçer kullanılmıştır. Foto-elâstik yük ölçerlerden bir tanesi yabancı yapımı olup 0 ile 25 ton arasında değişen yükleri ölçebilmektedir. 2. foto-elâstik yük ölçer O.D.T.Ü. Maden Mühendisliği bölümünde dizayn edilmiş, optik kısmı laboratuvarlarımızda yapılmış, çelik kısmı ise O.A.L. atelyesinde tamamlanmıştır. 0 ile 20 ton arasındaki yükleri ölçebilmektedir. Her iki yük ölçerinde 1/4 ton (1.29%) duyarlılıkla yük ölçülebilmektedir.

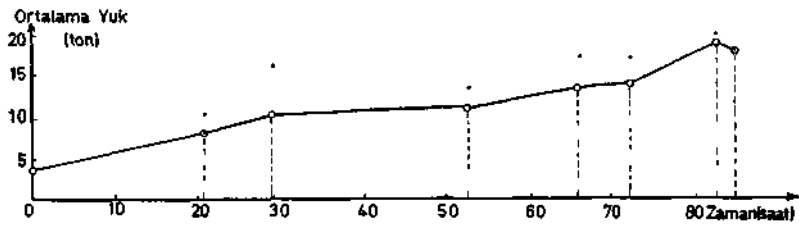
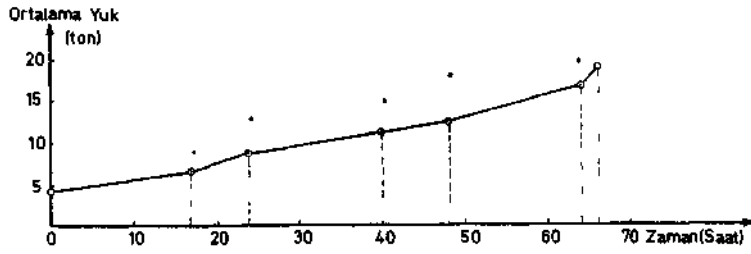
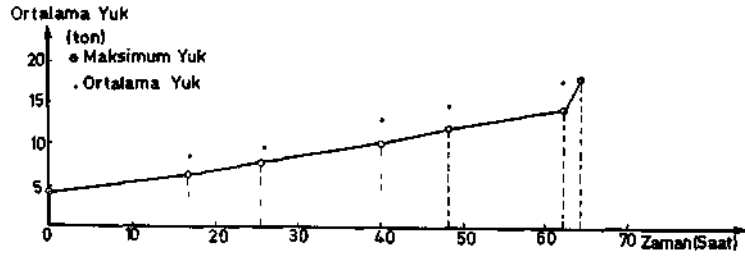
Konverjans ölçeri de O.D.T.Ü. Maden Mühendisliği Bölümü Kaya Mekaniği Laboratuvarında geliştirilmiş ve dizayn edilmiştir, ölçmeler 0.001 mm.'lik duyarlılıkla gerçekleştirilmiştir. Şekil: 4, ölçme istasyonuna kurulan bir grup ölçme gereçleri göstermektedir.

Uygulanan ölçme yöntemi şu şekilde özetlenebilir:

1. ölçme istasyonlarının ayağın neresinde ve kaç tane olacağına karar verilmelidir.
2. Kaç tane tahkimat direği üzerinde ölçü yapılacağına karar verilmelidir.
3. Konverjans ve yük ölçerler hafta başında istasyonlara kurulmalı ve koşulların elverdiği oranda çok değer alınmalıdır.
4. Gereçlerden değerlerin okunmasına devam edilmeli, gereken durumlarda yenileri yerleştirilmeli ve yeniden değiştirilmeli, ayağın ve tahkimat direklerinin yerleşmesi, ayak çalışma zamanı tavan kırılma ve göçme düzeni, ani konverjans artmaları, tüm vardiyelerde ayağın çalışmasının umulmadık duraklamaları not edilmelidir.
5. (1)'den (4)'e kadar tüm işlemler tekrar edilmelidir.

3. Sonuçların Değerlendirilmesi ve Tartışılması

Sonuçların değerlendirilmesinde ilk adım olarak ayaktaki çalışmaların tümünü kapsayan bir çizelge yapılmıştır. İkinci



Şekil 4 Tavan ayakta ortalama yüklerin kazı ve tahkimat vardiyelerinde artma oranı

adım ise her gerecin veya ölçme istasyonunun, yer ve durumlarını tahkimat direklerini, ayağın ve tavandaki kırılmaların durumunu göstermektedir. Zaman çizelgesi tahkimat direklerinin hangi sırada ne kadar zaman kaldığını ayağın plânı ise her kömür kazı vardiyesinde ortalama ve toplam ilerleme hızını göstermektedir. Ayakta yapılan bir çalışma olursa özellikleri ile kaydedilmelidir.

Alman ve değerlendirilmek üzere laboratuvara getirilen veriler değişik bulgular vermektedir. Tahkimat direkleri üzerine gelen yükler zamana karşı kaydedilmiştir. Konverjans ise zamana karşı deplasman grafiği şeklinde çizilmiştir.

Grafiklerden yararlanarak zamana karşı konverjans ve yük değişimlerini karşılaştırmak olanağı vardır. Gözlemlerden elde edilen veriler sonucu çizilen diğer grafiklerde ayak aynasından uzaklığa karşı konverjans ve yük değişimlerini göstermektedir. Değişik ölçme serilerinden elde edilen verilere göre çizilen bu grafiklerin karşılaştırılması, elde edilen sonuçların geçerliliği ve doğruluğu hakkında fikir vermektedir.

3.1. Uzun Ayaklarda Tahkimat Direklerinin Düzeni ve Yoğunluğa

Düz tahkimat düzeninin kullanıldığı ve uzunluğu 165 metre olan tavan ayaktaki iki komşu direk arasındaki uzaklık 1 metre, şeş-beş tahkimat düzeninin kullanıldığı 130 metre uzunluğundaki taban ayakta ise aynı uzaklık 0,8 metredir. Direklerin üzerinde kullanılan çelik sarmaların boyları 1,20 metredir. (Aynadan göçüğe doğru ardarda duran iki demir tahkimat direği arasındaki mesafe 1,20 metre olmaktadır.)

Sonuç olarak tavan ayakta her direk 1,2 m²'lik bir alanı tutarken taban ayakta bu alan 1,15 m² olmaktadır. Böylelikle tavan ve taban ayakta her m²'de sırasıyla 0,83 ve 0,87 direk bulunmaktadır.

3.2. Yük ve Konverjansların İncelenmesi

Değişik ayaklarda ve aynı ayağın değişik bölgelerinde yapılan gözlemlerden alman sonuçlar ayrı özellikler göstermekte-

dir. Bundan ötürü varılan sonuçların bu bölgelerde ayrı ayrı incelenip birbirleriyle karşılaştırılması daha doğru bir sonuca varılmasını olanaklı kılar. Bu nedenden ötürü ölçü istasyonları ayağın başında, ortasında ve sonundaki uygun yerlere yerleştirilmiş ve buralardan alınan sonuçlar önce ayrı ayrı sonra birbirleriyle karşılaştırılarak incelenmiştir.

Ayağın çeşitli bölgelerinde yapılan ölçmeler sonunda bulunan maksimum yükler ve konverjanslar Tablo 1 ve 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1 Tavan ayağın çeşitli istasyonlarında ölçülen maksimum yük ve konverjans değerleri

İSTASYON	MAKSİMUM YÜK (Ton)	AYNADAN UZAKLIĞI	DÜŞÜNCELER
1	18.6	360	3 Kazı vardiyası
2	19.9	360	*
3	19.7	300	//

İSTASYON	MAKSİMUM KONVERJANS (mm)	HVNADAN UZAKLIĞI (cm)	DÜŞÜNCELER
1	126.50	360	3 Kazı vardiyası
2	145.38	360	u
3	126.20	360	'

Tavan ayağın ölçü yapılan bölgeleri arasında maksimum yük 19.9 tondur. Bu değer ayağın ortasında, üçüncü kazı vardiyasında ve aynadan 360 cm. uzaklıkta ölçülmüştür. Aynı ayakta ölçülen maksimum konverjans 145,38 mm.'dir ve ayağın ortasındaki istasyonda ölçülmüştür.

Taban ayakta ölçülen maksimum yük 24 tondur. Bu yük ayağın üst başında, dördüncü tahkimat vardiyasında ve aynadan 240 cm. uzaklıkta ölçülmüştür, ölçülen maksimum konverjans 126,26 mm.'dir ve ayağın üst başında ölçülmüştür.

Tablo: 2 Taban ayağın çeşitli istasyonlarında ölçülen maksimum yük ve konverjans değerleri

İSTASYON	MAKSİMUM VÜK (C _{Ton})	AYNADAN UZAKLIĞI (m)	DÜŞÜNCELER
1	24	240	4-Tahkimat vardiyası
2	23.3	300	5.Kazı vardiyası
3	22.9	240	4'tahkimat vardiyası

İSTASYON	MAKSİMUM KONVERJANS (mm)	AYNADAN UZAKLIĞI (m)	DÜŞÜNCELER
1	126.26	300	5.Kazı vardiyası
2	116.66	300	it
3	413.01	300	»

Maksimum yük ve konverjans çözümlerinde ortaya ilginç bir durum çıkmaktadır. Maksimum konverjanslar ayakta maksimum yüklerin ölçüldüğü istasyonlarda oluşmuştur. Bu maksimum değerler tavan ayakta ayağın ortasında taban ayakta ise ayağın üst başındadır.

3.2.1. Teorik ve ölçülen Yüklerin Karşılaştırılması

Ayağa yakın bir sondaj kesitinden alınan profüle göre 6-7 metre kalınlıkta olan marn tabakasının üzerinde (yalancı tavan), 51 metre kalınlığında esas tavan oluşturan marn tabakası bulunmaktadır.

Tavan damarının çalışılması sonucu, ayağın üzerinde bulunan tavan tabakaları kırılıp göçmekte olup %25 oranında bir hacim artması ile 1,60 metrelik tavan ayak boşluğunu doldurmaktadır. Kırılan bu tabakanın ağırlığı ve tahkimat direklerinin yoğunluğu gözönüne alınarak teorik yükler hesaplanmıştır. Aşağıda her iki ayakta teorik olarak hesaplanan ve araştırma sırasında bulunan yüklerin karşılaştırılması yapılmaktadır.

	Teorik Maksimum Yük (ton)	Deneylerde Bulunan Maksimum Yük
Tavan Ayak	19,3	19,9
Taban Ayak	23,0	24,0

Buradan anlaşılacağı gibi deneysel ve teorik yüklerin değerleri birbirlerine çok yakındır.

3.2.2. Örtü Tabakası Basıncı

Köbür damarının yüzeyden derinliği ortalama 200 metredir. Damarın üzerindeki tabakaların bu derinlikten ötürü oluşturduğu örtü tabakası basıncı 500 ton/m^2 'dir.

Tavan ve taban ayaklardaki maksimum yükün sırasıyla 19,9 ve 24 ton, metrekaareye düşen direk sayısının 0,83 ve 0,87 olduğu gözönüne alınırsa tavan ayaktaki maksimum basıncın $16,5 \text{ ton/m}^2$ ve aynı şekilde taban ayaktaki maksimum basıncın $20,9 \text{ ton/m}^2$ olduğu hesaplanabilir.

Bu basınç değerleri, örtü tabakası basıncı ile karşılaştırıldığında; tavan ve taban ayaklarda kullanılan tahkimat direklerine gelen yükün sırasıyla örtü tabakası yükünün ancak %3,3 ve %4,2'si kadar olduğu ortaya çıkmaktadır.

3.2.3. Üretim ve Tahkimat Zamanlarındaki Maksimum ve Ortalama Yükler

ölçü aletleri istasyonlardaki direkler üzerine yerleştirildikten sonra her iki saatte bir ve önemli görülen anlarda konverjans ve yük ölçmelerinin alındığı yukarıda belirtilmişti. Bu bölümde tahkimat ve üretim vardiyaları süresince gözlenen maksimum ve ortalama yükler incelenecektir. Maksimum yük: Herhangi vardiyada okunan yükler içinde en yüksek olanıdır. Ortalama yük ise: Herhangi vardiyada yapılan yük okumalarının ortalama değeridir.

Herhangi bir ölçme serisi içinde ayak içindeki çalışmalar ilerledikçe maksimum ve ortalama yüklerin çoğunlukla arttığı görülmüştür. Bu yüklerin en yüksek değerleri son tahkimat ve-

ya son üretim vardiyasında ölçülmüş olup tavan ayakta maksimum yüklerin en yüksek değerleri 1. 2. ve 3. istasyonlarda sırasıyla 18,2, 19,7 ve 19,6 ton olarak, ortalama yüklerin en yüksek değerleri ise 18,2,19,0 ve 18,6 ton olarak bulunmuştur.

Taban ayakta ise maksimum ve ortalama yüklerin ölçülen en büyük değerlerin sırasıyla 1. istasyonda 23,3 ve 21,3 ton, 2. istasyonda 21,9 ve 16,5 ton 3. istasyonda ise 21,9 ve 16,5 tondur. Tablo 3'de ve Şekil 5'de bu değerler ayrıca gösterilmiştir. Şeküden de anlaşılacağı gibi, ortalama yükler zamana bağlı olarak devamlı bir artış göstermektedir.

Tablo 3 Ayaklardaki çeşitli istasyonlarda ölçülen maksimum ve ortalama yükler

İSTASYONLAR		1	2	3	ORTALAMA
TAVAN	MAKSİMUM YÜKLER (Ton)	18 2	19.7	19.6	19 17
AYAK	ORTALAMA YÜKLER (Ton)	4 « 2	19 0	18 6	18.60
TABAN	MAKSİMUM YÜKLER(Ton)	23 0	23 3	21 9	22.73
AYAK	ORTALAMA YÜKLER (Ton)	15 2	21 3	21 3	17 66

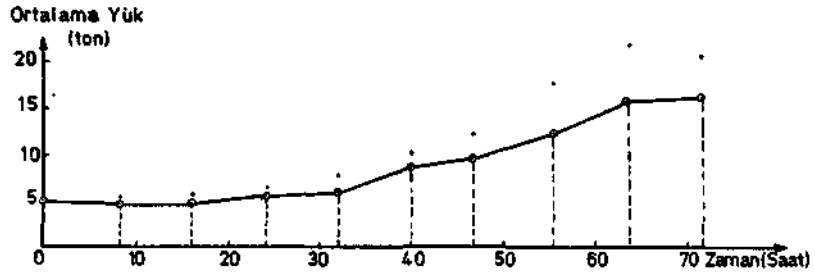
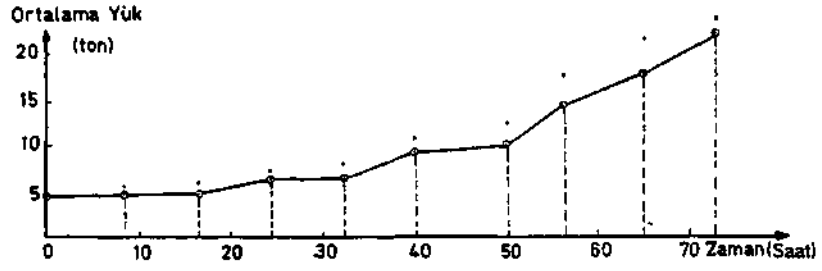
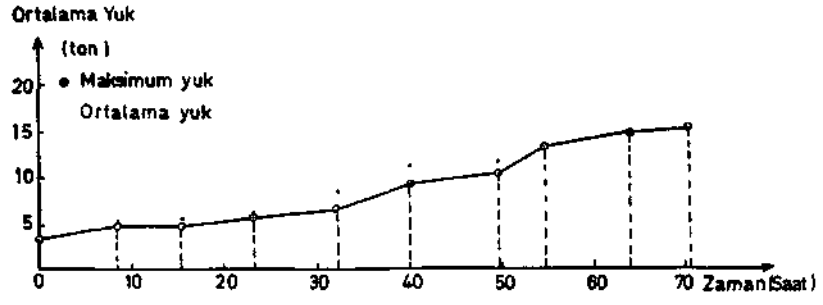
3.2.4. (Malama Yüklerde Yükselme Miktarı)

Üretim ve tahkimat zamanlarında yüklerin yükselme oranı değişik olarak bulunmuştur. Ortalama yüklerin üretim zamam sırasındaki artma oranı tahkimat zamam sırasındaki artış oranından daha çoktur. Yüklerin çeşitli zamanlarda ölçülen artma oranları Tablo 4 ve 5'de gösterilmiştir.

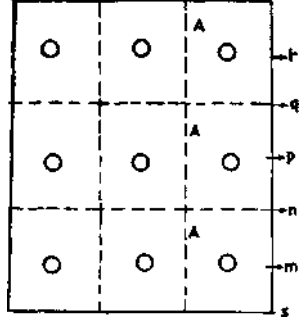
Ortalama yüklerin üretim zamanında artma oram tavan ayakta %78,3 taban ayakta ise %63,3'dür.

3.2.6. Ortalama Yük Yoğunluğu (OYY)

Tahkimatların üzerine gelen yükler ortalama yük yoğunluğu olarak tanımlanabilir. Bu tanım şekli tahkimat direklerinin dikili kaldığı zamanla tahkim ettiği tavanın alanını kapsar. Di-



Şekil: 5 Taban ayakta ortalama yüklerin kazı ve tahkimat vardiyelerinde artma oranı



Am : m Vardiyasında tahkim «dilen alan.
tm :m Vardiyasında direğin kalma süresi
Ls : İlk yerleştirmeden sonraki ortalama yük
^tm : 1 kazı vardiyasındaki ortalama yuk.
^tn : 1 tahkimat » » »
^tp 2 kazı
La 2. tahkimat
Lr 3. kazı

$$\text{Ortalama Yük Yoğunluğu (O.Y.Y)} = \frac{\frac{L_s}{A_s} t_s + \frac{L_m}{A_m} t_m + \frac{L_n}{A_n} t_n + \frac{L_p}{A_p} t_p + \frac{L_q}{A_q} t_q + \frac{L_r}{A_r} t_r}{t_s + t_m + t_n + t_p + t_q + t_r}$$

Şekil: 6 Ortalama Yük Yoğunluğunun Hesaplanması

Tablo: 6 Çeşitli İstasyonlarda ortalama yük yoğunlukları ve maksimum yüklerle karşılaştırılması.

İ STASYONLAR		1	2	3
TAVAN AYAK	ORTALAMA YÖK YOĞUNLUĞU (ton/rft)	11.74	13.36	13.73
	ORTALAMA YÜK YOĞUNLUĞU ORTALAMASI (ton/n?)	1294.		
	MAKSİMUM YÜK ORWAMASKtafml	15.94		
TABAN AYAK	3RTÄLAMA YÜK YOGUNLUGU(ton/n?)	10.18	11.39	10.40
	ORTALAMA YÜK YOĞUNLUĞU ORTALAMASI (ton/m*)	10.66		
	MAKSİMUM YÜK ORTALAMASI (ton/h?)	19.92		

Maksimum yükler üe ortalama yük yoğunlukları birbirle-riyle karşılaştırıldığında (Tablo 6), maksimum yüklerin taban ayakta, ortalama yük yoğunluklarının ise tavan ayakta daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni zaman unsurunun etkisidir. Üretim düzenindeki kesikliklerden ötürü tavan ayakta her kömür kazı vardiyası 8 saat yerine daha uzun bir sürede ta-mamlanabilmiştir, ölçü aletlerinin ilk sıradaki direklere konma-

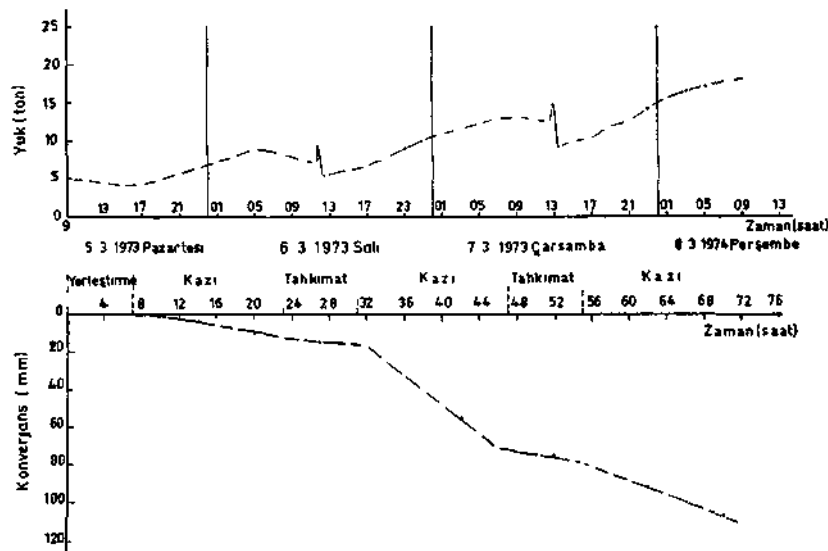
sı ile bağlayıp, üçüncü sıraya geldikten sonra direklerle beraber sökülmesi ile biten bir ölçü periyodunun tavan ayakta herbiri 8 saat olan 3 kazı ve 2 tahkimat vardiyasında tamamlanması gerekirken bu period normal süresinin 2 ve bazı durumlarda ise 3 katına çıkmıştır. Bundan ötürü ayaktaki tahkimat direkleri olağan süreçlerinin çok daha üstünde yük altında kalmışlardır.

Direklerin fazla yük altında kalması ortalama yük yoğunluğunun tavan ayakta taban ayağa oranla daha çok olmasına neden olmuştur.

Ayağın ilerleme hızı arttığı sürece tavan ve taban hareketlerinin olağan olacağı ve ayaktaki çalışma şartlarının gelişip düzeleceğinin varsayımı oldukça doğrudur.

3.3. Konverjansların İncelenmesi

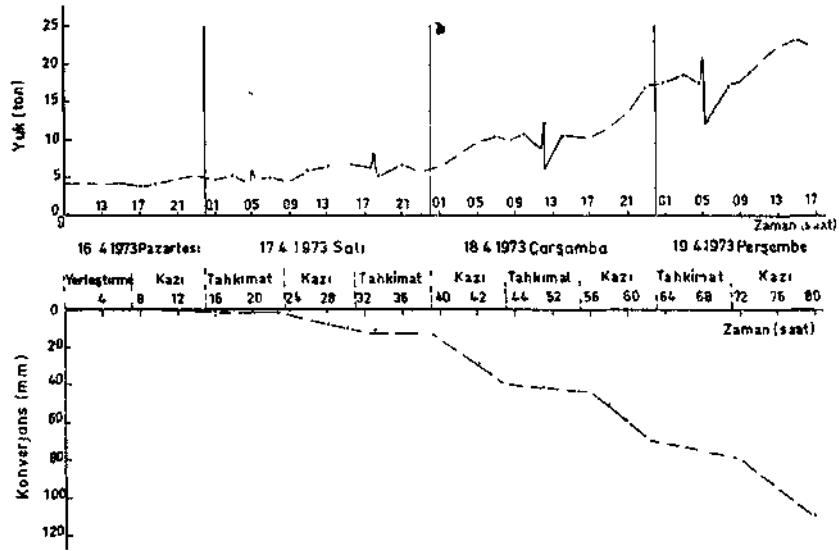
Şimdiye kadar değişik periyotlarda ve ayağın değişik çalışma aşamalarında yüklerin değişimi incelenmiştir. Bu bölümde konverjans değişimleri, konverjansın artma hızı ve ayağın ilerleme hızının konverjansa etkisi incelenecektir.



Şekil 7 Tavan ayakta yük ve konverjansların zamana karşı değişimleri

Konverjans ölçme aletlerinin birinci sıradaki tahkimat direkleri üzerine yerleştirdikten sonra üretim başlayınca kadar geçen süre içerisinde gözlenen konverjanslar ancak milimetrenin kesirleri kadar olmuştur. Kazım başlaması ile artmaya başlayan konverjans, ayaktaki diğer kazı ve tahkimat vardiyaları süresince artmasına devam etmiştir.

Konverjansın zamana karşı çizilen grafikleri çoğunlukla çeşitli eğinlerdeki doğrulardan oluşmaktadır ve her biri kazı tahkimat ve göçme periyodlarını göstermektedir. Kazı vardiyaları süresince konverjansın artma hızı, Şekil 7 ve 8'de görüldüğü gibi, ayaktaki diğer vardiyelere göre daha çoktur. Ayakta üretim durduğu sürelerde (çalışmanın olmadığı pazar günleri dahil) konverjans hemen yavaşlar fakat hiçbir zaman durmaz.



Şekil 8 Taban ayakta yük ve konverjansın zamana karşı değişimleri

3.3.1. Ayağın Çeşitli Bölgelerindeki Konverjans Değişimleri

Daha evvelde söz konusu edildiği gibi tavan ayakta ölçülen maksimum konverjanslar 1., 2., ve 3. numaralı istasyonlarda sırasıyla 128,50 mm., 145,38 mm., 114,20 mm.'dir. Taban

ayakta ise gene aynı sıra ile 1., 2., ve 3. numaralı istasyonlarda ölçülen maksimum konverjans değerleri 126,26 mm., 116,66 mm. ve 113,01 mm.'dir.

Üretim ve tahkimat vardiyalarındaki konverjans artışı incelendiğinde, yükler gibi konverjans artışının da üretim vardiyalarında daha fazla olduğu görülmektedir. Üretim vardiyasındaki konverjans artışı tavan ayakta %76,8 taban ayakta ise %69,2 dir. Çeşitli istasyonlardaki konverjans ve yük artışları yüzde olarak Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo- 7 Çeşitli istasyonlarda kazı vardiyalarındaki yük ve Konverjans artma yüzdeleri.

	İSTASYONLAR	1	2	3	ORTALAMA
TAVAN	YÜK ARTMA YÜZDESİ	77.2	76.0	84.5	78.3
AYAK	KONVERJANS ARTMA YÜZDESİ	78.7	72.9	78.7	76.8
TABAN	YÜK ARTMA YÜZDESİ	62.1	70.0	57.1	63.1
AYAK	KONVERJANS ARTMA YÜZDESİ	71.3	72.9	63.5	69.2

3.3.2. Tavan ve Taban Ayaklarda Konverjans Artma Hızı

Şekil (9) ve (10)'da gösterildiği gibi maksimum konverjans artma hızı tavan ayağın çeşitli istasyonlarında şu şekildedir:

İstasyon 1: 3,92 mm/saat (Birinci ölçme serisinde ve 2. üretim vardiyasında)

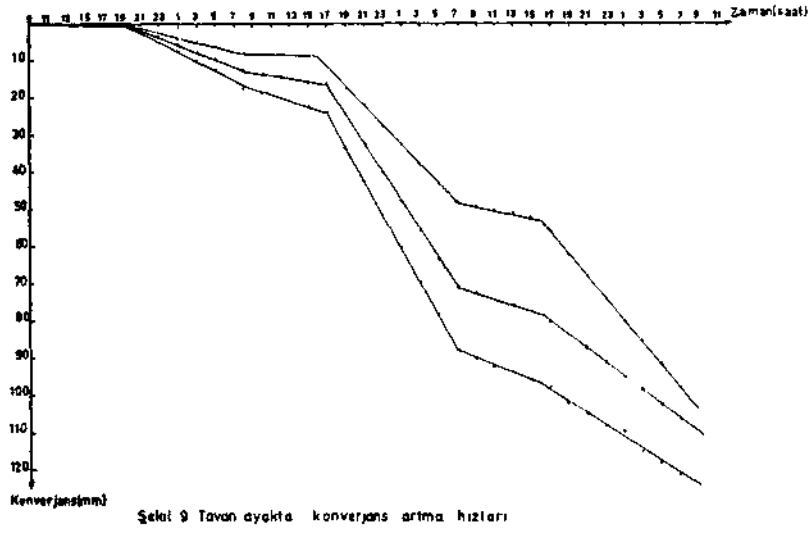
istasyon 2: 4,57 mm/saat (Birinci ölçme serisinde ve 2. üretim vardiyasında)

istasyon 3: 3,24 mm/saat (Birinci ölçme serisinde ve 3. üretim vardiyasında)

Taban ayakta ise:

istasyon 1: 5,58 mm/saat (ikinci ölçme serisinde ve 4. üretim vardiyasında)

istasyon 2: 4,70 mm/saat (Birinci ölçme serisinde ve 4. üretim vardiyasında)



İstasyon 3: 4,48 mm/saat (Birinci ölçme serisinde ve 4. üretim vardiyasında)

3.3.3. Ayağın İlerleme Hızının Konverjansa Etkisi

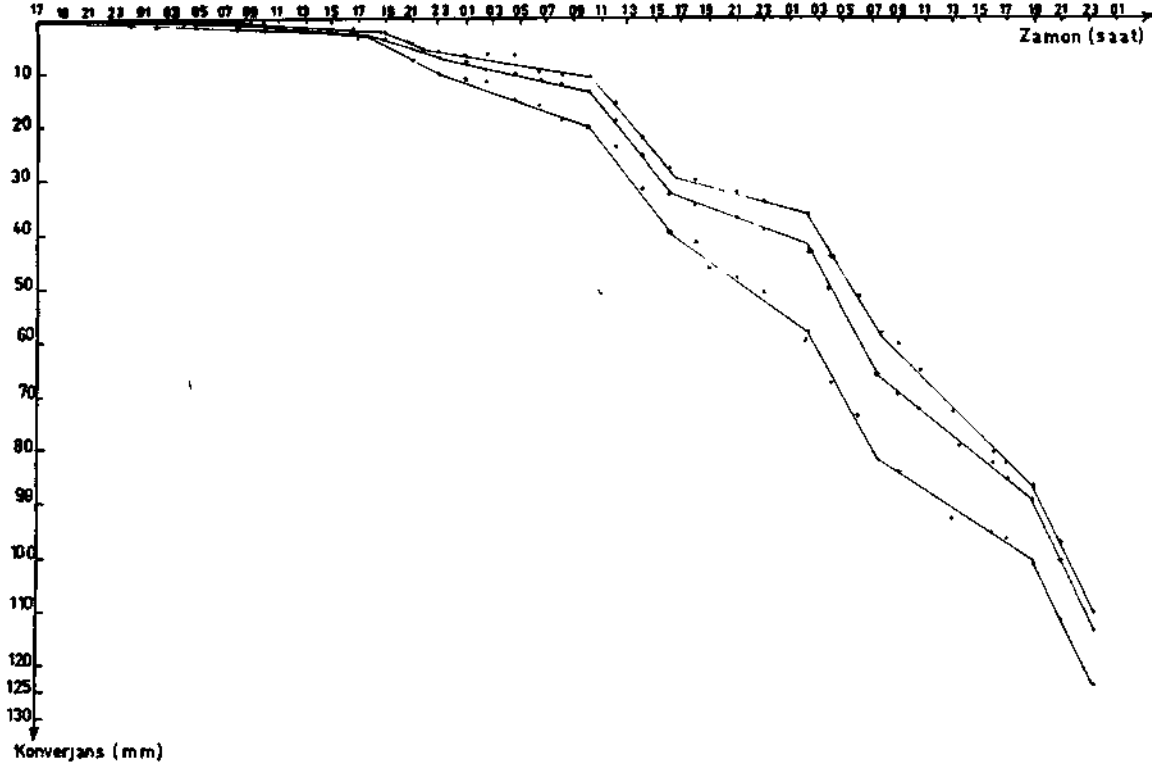
Burada ayağın çeşitli istasyonlarında ayağın ilerlemesinin konverjans artmasına olan etkisi incelenmiştir. İncelenen veriler sonucu bulunan maksimum artma değerleri aşağıdaki şekildedir.

Tavan ayakta:

İstasyon 1: 0,458 mm/cm (Birinci ölçme serisinde ve 2. üretim vardiyasında)

İstasyon 2: 0,534 mm/cm (Birinci ölçme serisinde ve 2. üretim vardiyasında)

İstasyon 3: 0,378 mm/cm (Birinci ölçme serisinde ve 3. üretim vardiyasında)



Şekil:10 Taban ayakta konverjans artma hızları

Taban ayakta:

İstasyon 1: 0,558 mm/cm (3. ölçme serisinde ve 4. üretim vardiyasında)

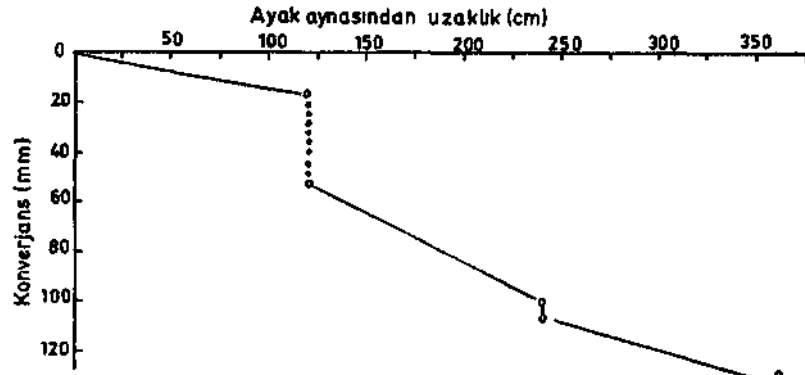
İstasyon 2: 0,488 mm/cm (3. ölçme serisinde ve 5. üretim vardiyasında)

İstasyon 3: 0,458 mm/cm (3. ölçme serisinde ve 5. üretim vardiyasında)

Şekil 11 ve 12'de tavan ve taban ayakta konverjansın, ayağın ilerleme hızına karşı değişimi görülmektedir.

Tavan ayakta toplam konverjansın artma hızı 1,39 mm/saat taban ayakta ise 1,47 mm/saat'dir.

Ayağın her cm. ilerleyişi sonucu toplam konverjans artması ise tavan ayakta 0,331 mm/cm'dir. Bu değer taban ayakta biraz daha çoktur 0,38 mm/cm.

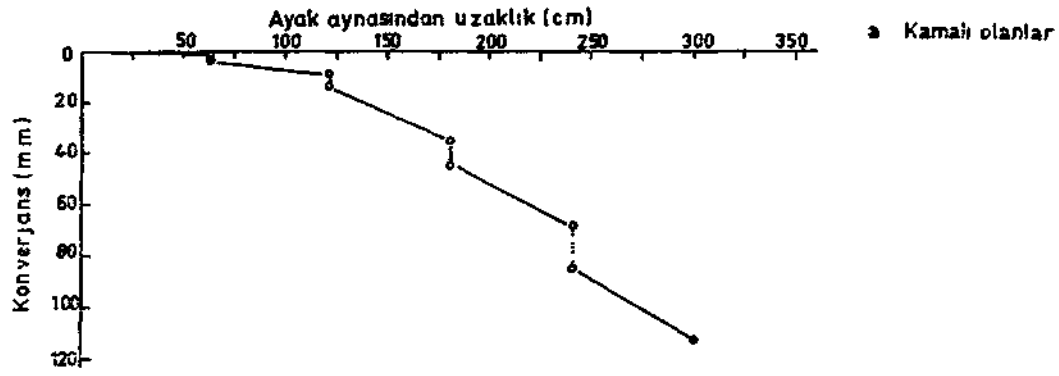


Şekil:11 Tavan ayakta konverjansın ayağın ilerleme hızına karşı değişimi

4. Sonuçlar

Bu araştırma sonucunda tabaka hareketlerine ve tavan denetimi sorunlarına ilişkin daha çok bilgi edinilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular şu şekilde özetlenebilir:

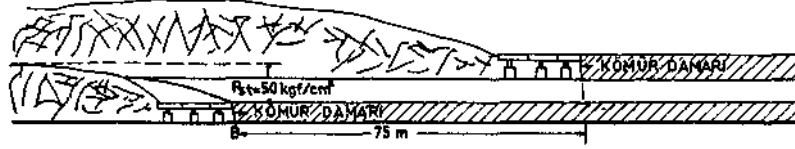
1. Çalışılan derinlikte, (200 metre), örtü tabakasının oluşturduğu dik basınçlar 50 kgf/cm²'dir. Ayak önü maksimum basıncını, örtü tabakası basıncının dört misli olarak alırsak, (5)



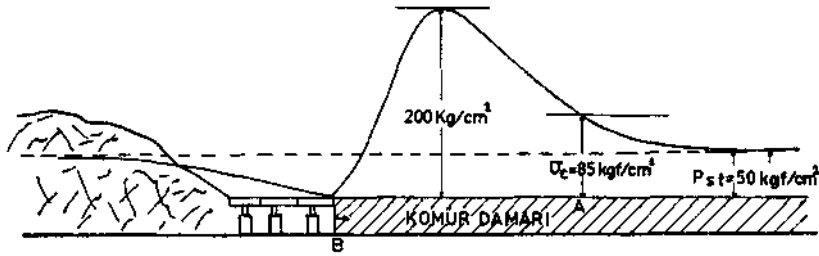
Şekil-12 Taban ayakta konverjansın aygıtın ilerleme hızına karşı değişmesi.

b. Servo elementli olanlar

200 kg/cm²lik bir değere ulaşırız ki bu değer 85 kg/cm² olan tavan ayak kömürünün mukavemetinden yaklaşık olarak 2,5 kere daha çoktur.



Kömürün mukavemet değeri üe ayak önü basınç eğrisinin keştiği noktadan başlayarak, ayak ön basıncı arttıkça kömürde kırılmalar olur. Ayağın hemen önünde bu kırılmalar en fazladır ve kömür iyice gevşemiştir (6). Bu değerlendirme tavan ayakta kömürün kazma ile kolayca kazılışı ile doğrulanmış olmaktadır.



Taban ayak için durum daha başka bir özellik göstermektedir. B noktasındaki dik basınçlar ancak örtü tabakasının oluşturduğu dik basınç değerine kadar (50 kg/cm²) yükselebilmektedir. Bu değerde 96 kg/cm² olan taban ayak kömürünün mukavemetinden daha düşüktür. Bundan ötürü gevşemesi veya kolay kazılabilir bir durumda olması gerçekleşmemektedir. Gerçekte de taban ayak kömürü sert olup ancak dinamit kullanılmakla gevşetildikten sonra kazılabilmektedir.

2. Teorik ve gözlenen maksimum yükler karşılaştırıldığında birbirine yakın değerlerde oldukları görülmektedir. Tavan ve taban ayakta ölçülen maksimum yükler sırasıyla 19,9 ton ve 24,0 tondur.

3. Örtü tabakasının 50 kg/cm^2 değerinde olan basıncının ancak %3,3 ve %4,2'si tavan ve taban ayaktaki tahkimat direklerine ulaşmakta ve direkler tarafından taşınmaktadır.

4. Yük artışlarının toplam değeri üretim vardiyalarında daha çöktür. Bu artış tavan ayakta kazı sırasında %78 taban ayakta ise %63'dür.

5. Ortalama yük yoğunluğu tavan ayakta $12,94 \text{ ton/m}^2$ taban ayakta ise $10,66 \text{ ton/m}^2$ 'dir. Maksimum yükler ile ortalama yük yoğunlukları karşılaştırıldığında ortalama yüklerin daha düşük olması gerekirken, her iki ayakta durum böyle değildir. Tavan ayakta maksimum yüklerin daha çok olmasına karşı taban ayakta ortalama yük yoğunluğu daha yüksektir. Bunun nedeni de tavan ayağın normal ilerleme hızının en az gerekenin yarısı kadar olmasındandır.

6. Kömür kazısı ve tahkimat bittikten sonra direklerin üzerine gelen yüklerin yükselmesi önce artmağa devam etmekte daha sonra durmaktadır.

7. Her iki ayağın altında konverjans $0,2 \text{ mm}$. dolaylarındadır. Ayak içinde ölçülen maksimum konverjanslar ise tavan ayakta $145,38 \text{ mm}$. taban ayakta $124,02 \text{ mm}$.'dir.

8. önemli değişkenlerin durağan olduğu kabul edildiğinde konverjans derecesi ayrılıklar göstermektedir. Konverjansın ölçülebilmesi için tavan hareketi devamlı olarak gözlenmiştir. Ayakta çalışma olmadığı zamanlarda konverjans değeri çok düşüktür. Ayak çalışmağa başladığında tekrar yükselmeğe başlar ve kazı sırasında en yüksek artış hızını bulur. Arka göçertilip tahkimat bittikten sonra tekrar yavaşlar.

9. Kömür damarları civarındaki kayaçların özellikleri, çalışma yöntemi, tahkimat düzeni ve tahkimat direklerinin tavan alçalmasına tepkisi ne olursa olsun bütün uzun ayaklarda konverjans vardır. Bu konverjans tamamen olmasa da çoğunlukla tavan alçalmasına ve bazı durumlarda taban kabarmalarına bağlıdır. Ayaktaki konverjansa neden bu tavan alçalmaları ve taban kabarmalarıdır. Son sıra direkler çekildikten sonra düşen taba-

kalar konverjansm asıl nedenidir. O.A.L. de ölçme yapılan ayaklarda taban kabarmaları konverjansa fazla etkin olmamıştır.

10. Konverjans artışı kömür kazısı sırasında ayaktaki tahkimat sırasındakinden daha fazladır. Toplam konverjansm tavan ayakta 1%76,8'i taban ayakta ise %69,2'si kazı sırasında oluşmuştur.

11. Konverjansm en hızlı artışı tavan ayakta 4,57 mm/saat, taban ayakta ise 5,58 mm/saat olarak ölçülmüştür. Ayaklardaki toplam konverjans artışı ise tavan ayakta 1,39 mm/saat taban ayakta 1,47 mm/saat'tir.

12. Konverjans zamanın fonksiyonu olduğu gibi ayağın üerleme hızının da bir fonksiyonudur. Konverjansm artış hızı ayağın üerleme hızı üe ters orantılıdır. Ayağın beher cm. üerleşiyi için en fazla konverjans artması tavan ayakta 0,53 mm/cm taban ayakta ise **0,56** mm/cm olarak ölçülmüştür. Ayağın her cm ilerlemesi için toplam konverjans artma değeri tavan ayakta 0,33 mm/cm taban ayakta ise 0,38 mm/cm'dir.

13. Ölçmeler sırasında kullanılan foto-elâstik yük ölçerin düşük maliyeti, kolay kuruluşu ve sağlamlığı gibi olumlu yönleri olduğu gibi bazı olumsuz yönleri de vardır, örneğin: Yük ölçerlerin silindir camı üzerinde oluşan sekilerin okunmasındaki ayrıcalıkların giderilmesi yönünden okumaların aynı kişi tarafından yapılması gerekmektedir. Fazla şeküli okumalarda hata yapma olasılığı vardır. Okuma yapıldıktan sonra yüklerin hesaplanması zaman alıcıdır.

14. Ölçmeler sırasında kullanılan hidrolik yük ölçer fazla ve ani yük binmelerinde keçe patlattığından pek güvenceli olmamaktadır.

5. öneriler

Daha güvenceli ayak koşullarında çalışılabilmesi ve ekonomik açıdan yarar sağlanabilmesi, tavan denetiminin koşulların elverdiği oranda iyi bir şeküde yapılmasına bağlıdır. Bunun için de aşağıdaki öneriler yapılmaktadır.

1. O.A.L. İşletmesinde ayaklarda kullanılan sürtünmeli demir direklerin yük taşıma kapasiteleri ayakta ölçülen yüklerin çok üzerindedir. Bu durum ayak içerisinde hem ağır hem de gereğinden çok direk kullanılmasına sebep olmaktadır. Kullanılacak sürtünmeli demir tahkimat direklerinin maksimum yük taşıma kapasitelerinin 30 ton olması yeterlidir. Çalışılan ayaktaki koşullara göre ayak boyunca 1 veya 1,25 m. uzaklıkla yerleştirilmelidir.

2. Düz tahkimat düzeni tavan ve taban koşulları yönünden her iki ayakta da kullanılabilir en uygun düzendir. Taban ayaklarda şaş-beş tahkimat düzeni yerine bu düzen kullanılmakla kazı vardiyesinde yapılan 0,60 m.'lik üerleme iki misli artarak 1,20 m.'ye çıkacak, bunun sonucu olarak da hem daha elverişli ayak koşulları sağlanacak hem de ayağın üretimi bir kazı vardiyasında iki katma çıkmış olacaktır.

3. Tavan ve taban ayaklar bugünkü çalışma koşullarında her kazı vardiyesinde bir have üerleyecek şeküde (1,80 m/gün) açılmalıdır. Bunun içinde ayakların boyu, taşıma düzeni ve kazı macı sayısı gerektiği şekilde ayarlanmalıdır.

4. Taban ayaklarda her kömür kazı vardiyasında 1,20 m. lik bir üerleme yapılabilmesi için diğer önemli bir nokta da: En uygun delik delme ve verimli bir ateşleme düzeninin bulunmasıdır. Bunu sağlamak için ayaklarda bir araştırma yapılması gereklidir.

5. Şimdiki koşullarla çalışacak ayaklar için 15 tonluk hidrolik direkler yeterli olmakla beraber bölgedeki jeolojik koşullar (Faylar, kıvrımlar gibi) ve ayağın ilerleme hızının düşmesinden ötürü doğabüecek fazla yük taşınmasını zorunlu kılacak ayak şartları gözönüne alınırsa ençok 20 ton yük taşıma kapasiteli hidrolik direkler ayaklar için yeterlidir.

6. Aynı ayakta 5 ayrı tip sürtünmeli demir direğin kullanıldığı görülmüştür. Bunların herbirinin yük almada çalışma şekli ayrıcalık gösterdiğinden, yükler ayak içindeki direklerin üzerine aynı düzende gelmemektedir. Bu da ayak boyunca ve enlemesine düzgün yük dağılım düzenini bozmaktadır. Aynı

ayakta aynı tip direk kullanılmalı ve tahkimat direkleri koşulların elverdiği ölçüde düzgün sıralanmalıdır.

7. Ayakların tavan ve taban tabakalarının yük taşıma kapasitelerini belirtmek üzere bu konuda bir araştırma yapılması gereklidir. Bu kullanılacak direklere ilk yükü verirken tavanın kırılmasını önliyeceği gibi çok yakında O.A.L. İşletmesinde galeri açmakta kullanılacak lâğım açma makinasının yumuşak marn taban üzerinde ne kadar verimli çalışabileceğini gösterecektir.

8. Ayaklarda direkleri kurarken kriko kullanılmadığı için yük yük yeterince verilememekte bunun neticesi olarak daha az yüklerde büe fazla konverjans meydana gelmektedir.

9. Ayak içinde demir tahkimatlarla birlikte kullanılan ve çam ağacından yapılan domuz damlan kaldırılmalıdır. Domuz damları üe demir tahkimat direklerinin yük alma ve eğilme özellikleri aynı olmadığından ayak içerisindeki yük dağılımında düzensizliğe neden olmaktadır.

Bibliografik Tanıtım

1. Ünal, E., A Study of Load and Convergence at Two Longwall Faces and Interpretation of Strata Behaviour at O.A.L. Colliers Bey-pazarı, A Master Thesis, METU Ankara, September, 1974.
2. Roberts, A. and Hawkes, L., The Application of Photo-elastic Devices for Measuring Strata Pressures and Support Loads, Mine and Quarry Engineering, July, 1963.
3. Roberts, A., Hawkes, I., Williams, F. T., Dhrr, R. K., Laboratory Study of the Photo-elastic Stressmeter, Int. J. Rock Mech. Mining, ScL, V. 1, P. 441*457, 1965.
4. Shepherd, R., The Measurement and Interpretation of Strata Behaviour On Longwall Faces. Paper Presented to the Lancashire Branch on March 22, 1967.
5. Jacobi, O., The Pressure on Seam and Goaf, Presented at the International Strata Control Congress, Essen, October 17 and 18, 1956.
6. Ataman, T., Uzun Ayaklarda Tavan inmesi ve Tavan Kabarması (Convergence), Madencilik, Şubat, 1968.