

HİDROLİK DİREKLİ UZUNAYAKTA YÜK VE KONVERJANS ÖLÇÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF LOAD AND CONVERGENCE MEASUREMENTS IN A LONGWALL WITH HYDRAULIC PROPS

M. E. BİLİR

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

Y. V. MÜFTÜOĞLU

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

ÖZET: TTK Üzülmaz Müessesesi Asma İşletmesi I. Ocak -50/-100 Tavan Acılık Ayağı'nda kullanılan hidrolik direklerde yük ve konverjans ölçümü yapılmıştır. Bu araştırma ile hidrolik direkli ayaklarda daha rasyonel bir uygulamaya baz teşkil edecek tasarım parametrelerinin belirlenmesine ve Havza'da tabaka kontrolüne ilişkin bilgi birikimine katkıda bulunulmaya çalışılmıştır.

ABSTRACT: Load and convergence measurements were carried out on the hydraulic props used in the Roof Acılık Face of the I. Section -50/-100 of the TTK Üzülmaz Colliery Asma Mine. Through this research it was aimed to contribute strata control in the coal basin and definition of design parameters which will be a basis for more rational application of hydraulic props in longwalls.

1. GİRİŞ

Zonguldak Kömür Havzası'nda rehabilitasyon projeleri kapsamında uygulamaya sokulan hidrolik direk ve eklemli çelik sarma ayaklı tahkimat sistemi ile eski ağaç tahkimat uygulamalarına oranla oldukça olumlu sonuçlar elde edilmekle birlikte, bazı güçlüklerle de karşılaşmaktadır. Bu güçlüklerin bir kısmı havza açısından yeni sayılabilecek bir teknolojinin uygulanmasından kaynaklanmaktaysa da asıl sorun tabaka kontrolüne ilişkin sağlıklı ve yeterli bilgilerin bulunmamasıdır.

NATO destekli Zonguldak Endüstri Destekleme Merkezi (ZEDEM) Projesi'nin tahkimat tasarımına yönelik Uygulamalı Kaya Mekaniği alt projesi kapsamında TTK Üzülmaz Müessesesi Asma İşletmesi I. Ocak -50/-100 Tavan Acılık Ayağı'nda kullanılan hidrolik direklerde yük ve konverjans ölçümü yapılmıştır. Bu araştırma ile hidrolik direkli ayakların tasarımında kullanılmak üzere tahkimata etkiyen yük yoğunluğunun belirlenmesi ve Havza'da tabaka kontrolüne ilişkin bilgi birikimine katkı hedeflenmiştir (Bilir, 1994).

2. YÜK VE KONVERJANS ÖLÇÜMLERİ

2.1. Uygulama Ayağının Tanıtımı

Tavan Acılık Ayağı, TTK Üzülmaz Müessesesi, sınırlan içerisinde üretim yapılan ayaklardan birini oluşturmaktadır (Şekil 1). İlerletimli göçertmeli

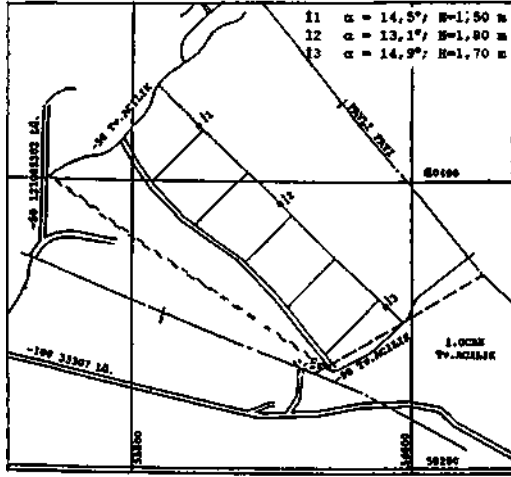
uzunayak üretim yöntemiyle çalışılan ayak -50 ile -100 kotları arasında bulunmaktadır. Üretim derinliği yaklaşık 500 m'dir. Ayak uzunluğu 225 m olup, zaman zaman panonun şartlarına göre değişmektedir. Damar kalınlığı ayak içinde 1,0 ile 1,8 m arasında değişmekte olup, ortalama damar eğimi 15°'dir. Ayak başından 30-35 m ileride ana dik konumda iki fay bulunmaktadır. Ayak 2,5-3 günde ancak bir have (1,25 m) ilerletilebilmektedir.

Ayağın tümü hidrolik direk eklemli çelik sarma tahkimat sistemi ile desteklenmektedir. Ayak başı ve girişinde bırakılan domuzdamlarıyla da taban yollarının duraylılığı sağlanmaktadır. Hema Firması tarafından üretilen ve nominal taşıma yükü 392,4 kN (40 ton) olan açık sistem hidrolik direkler kullanılmaktadır. Eklemli çelik sarmalar 1,25 m boyundadır. Arına dik konumda ve aynı hizada dizilen sarma sıraları arasındaki mesafe 0,8 m'dir.

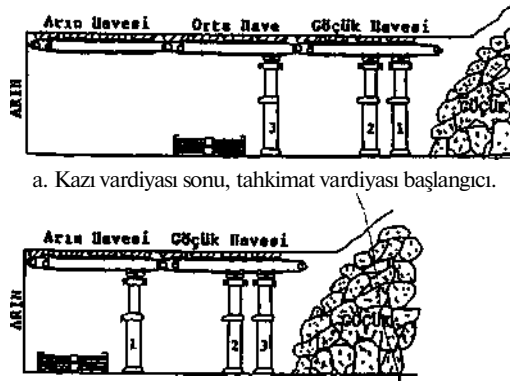
Ayakta günde bir vardiya tahkimat (08-16), iki vardiya kazı (16-24, 24-08) olmak üzere üç vardiya halinde çalışılmaktadır. Kazı vardiyası sonunda ayak açıklığı üç havedir. Ann havesinde portafo çalışan sarma bulunmaktadır Orta havedeki sarma tek direk ile, göçük havesindeki sarma ise çift direk ile desteklenmektedir (Şekil 2a).

Tahkimat vardiyasında zincirli konveyörün ötelenmesinden sonra, 1 No'lu direk göçük İlavesinden alınarak annda portafo çalışan sarmanın altına yerleştirilmektedir. Göçük havesindeki 2 No'lu direk ise, orta havede 3 No'lu direk ile desteklenen sarmanın altına ikinci direk olarak vurulmaktadır. Böylece

taahkimat vardiyası sonunda ann ve göçük havesi olmak üzere iki have oluşmaktadır (Şekil 2.b).



Şekil 1. Ayak planı ve istasyonların konumu.



a. Kazı vardiyası sonu, taahkimat vardiyası başlangıcı.

b. Taahkimat vardiyası sonu, kazı vardiyası başlangıcı.

Şekil 2. Vardiyalara göre ayağın ilerleme aşamaları.

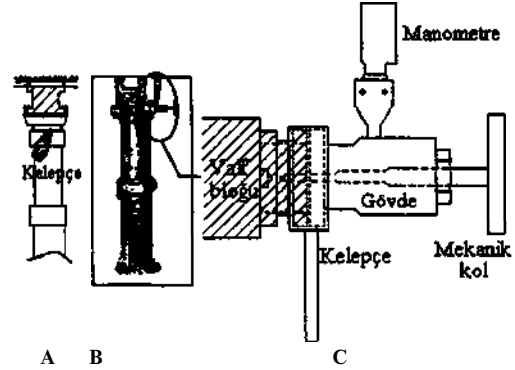
2.2. Ölçümlerde Kullanılan Aletler

2.2.1. Yük Ölçer ve ölçüm Prensipleri

Yük ölçümü için kullanılan ölçer; ucunda bir pim bulunan mekanik bir kol ve manometreyi taşıyan bir gövde ile aletin direğe bağlantısını sağlayan bir kelepçeden oluşmaktadır (Şekil 3). Bu tip ölçerin en büyük özelliği, çok kısa sürede direğe" takılıp değer okunduktan sonra direktten sökülebilesidir. Ölçerin ocakta taşınması ve kullanılması çok kolay ve praükdir. Yük ölçüm prensipleri aşağıda açıklanmıştır:

- hidrolik direğin valf bloğuna önce kelepçe, daha sonra yük ölçer takılır,
- mekanik kol, saat ibresi yönünde çevnlerek direk içindeki akışkanın, ölçerin içine geçmesi sağlanır

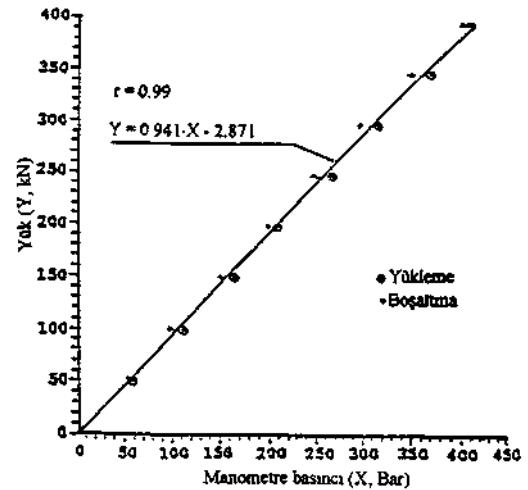
- Bu durumda manometrenin ibresi hareket ederek direktteki akışkanın basıncını bar olarak gösterir,
- manometrenin bir aralığı 20 bar'dır. Ölçerden 5 bar hassasiyetinde okuma yapılabilir, olabilir,
- okuma yapıldıktan sonra mekanik kol saat ibresinin tersi yönünde ibre sıfır gösterinceye kadar çevrilir.
- kelepçe gevşetilerek önce yük ölçer, sonra kelepçe valf bloğundan alınır.



Şekil 3. Yük ölçümünde kelepçenin (A) ve yük ölçerin (B,C) direğe monte edilmesi.

Hidrolik direkler tavana iyi sıkılmadıysa yük ölçer bir basmç değeri göstermez.

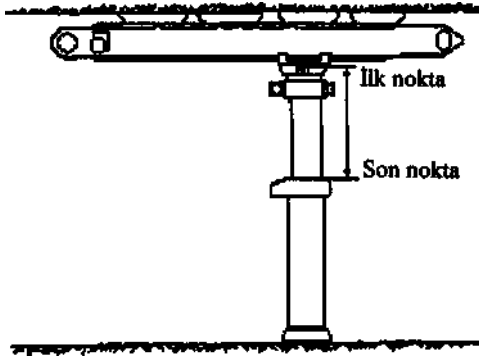
Yük ölçerin.kalibrasyonu TTK Muayene Komisyonu Başkanlığında yapılmıştır. Hidrolik pres altına yerleştirilen direğe ölçer takılmış ve yükleme ve boşaltma eğrileri belirlenmiştir. Ölçümlerden elde edilen veriler yüke çevrilirken Şekil 4.'de verilen ortalama kalibrasyon eşitliği kullanılmıştır.



Şekil 4 Manometrenin kalibrasyon eğrisi.

2.2.2. Konverjans Ölçer ve Ölçüm Prensipleri

Konverjans ölçümü ve ayak geometrisi ile ilgili uzunlukların ölçümünde şeritmetre kullanılmıştır. Piyasadan kolaylıkla temin edinilebilecek olan bu ölçer 2 m uzunluğunda ve mm hassasiyetindedir.

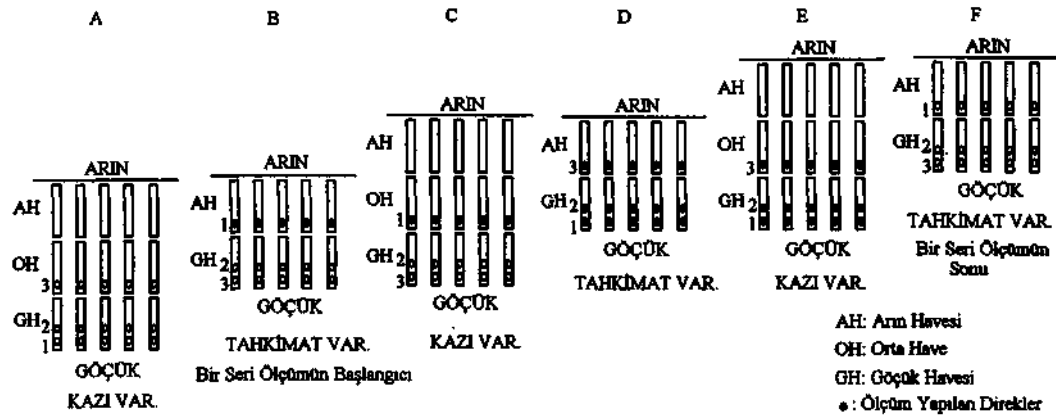


Şekil 5. Konverjans ölçümündeki referans noktalan.

Ölçüm hidrolik direk üzerinde tesbit edilmiş olan referans noktalan arasında yapılır (Şekil 5). tik referans noktası hidrolik direğin başlık kısmında bulunan vidanın üst yüzeyidir. Son referans noktası ise direğin tutamak kısmının üst yüzeyidir. Ölçüm prensipleri aşağıda açıklanmıştır:

- şeritmetrenin uç kısmı vidanın üst yüzeyine tesbit edilir,
- tutamak kısmının üst yüzeyine gelinceye kadar şeritmetre açılır,
- ilk ve son referans noktalan arasındaki mesafe (stroke) ölçülür,
- "mm" hassasiyetinde okunan değer kaydedilir.

Referans noktaları, kömür parçacıklarından iyice temizlenmeli ve şeritmetre noktalan arasında düz olarak gerdirilmelidir.



Şekil 6. Bir seri ölçümün aşamaları.

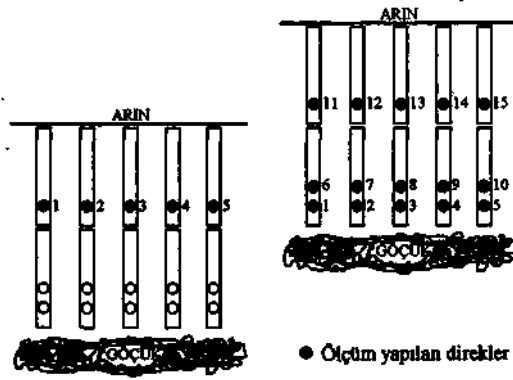
2.3. Uygulanan Ölçüm Sistemi

Yük ve konverjans ölçümlerine başlanılmadan önce, Tavan Acılık Ayağı'nda gözlem ve incelemeler yapılmıştır. Bu doğrultuda ayakta ortalama damar kalınlığı ve eğimini en iyi yansıtabilecek şekilde üç ayrı istasyon yeri belirlenmiştir. 1. istasyon ayak başından 40 m ileride, ikincisi ayak ortasında ve üçüncüsü ayak sonundan 15 m geride kurulmuştur (Şekil 1). Herbir istasyonda bir seri ölçüm, arında portafo çalışan sarmanın arana yerleştirilen direklerde başlamış ve bu direklerin göçük tarafından alınmasına kadar devam etmiştir.

Günde üç vardiya halinde çalışan Tavan Acılık Ayağı'nda bir vardiya tahkimat, iki vardiya kazı yapılmaktadır. Ayak uzunluğu fazla olduğundan bugünde ayağın 1/3'lük kısmında çalışabilmektedir. Dolayısıyla bir seri ölçümün tamamlanabilmesi için ayağın iki have ilerlemesi gerekmektedir. Şekil 6'da bir seri ölçümün aşamaları gösterilmektedir. Buna göre Şekil 6.a'da 1. sırada yer alan beş hidrolik direğin Şekil 6.b'de görüldüğü gibi arma yerleştirilmesiyle ölçüme başlanılmaktadır. Kazı vardiyasında arının ilerlemesiyle birlikte daha önce ölçüm yapılan 1. sıra hidrolik direkler orta havada kalmaktadır (Şekil 6.c). Burada göçük havasında bulunan 3. sıra direkler atındaki sarmaya, 2. sıra direklerde 1. sıra direklerin önüne yerleştirildiğinde, Şekil 6.d'deki tahkimat düzeni ortaya çıkmaktadır. Bu durumda bir istasyonda gözönüne alınacak olan maksimum direk sayısına (15) ulaşılmış olmaktadır. Şekil 6.e'deki kazı vardiyası sonunda, artık göçük havasında kalan 1. sıra direklerin Şekil 6.f'de görüldüğü gibi, arındaki sarmaya yerleştirilmesiyle bir seri ölçüm son bulmaktadır.

ölçüm direklerinin kaybolmaması ve ekipler tarafından kolayca bulunabilmesi için direklerin başlık kısımlarına boya ile numaralar yazılmıştır

(Şekil 7). Ölçümler her istasyonda anndaki sarmaya yerleştirilen ve eğim aşağı yönünde 1'den 5'e kadar numara verilmiş olan 5 hidrolik direkte başlamıştır.



Şekil 7. Hidrolik direklerin numaralandırılması.

Böylece ilk aşamada üç istasyondaki toplam 15 direkte ölçüm yapılmıştır. Ayağın ilerlemesiyle 1, 2, 3, 4 ve 5 No'lu direkler göçük havesinde kalmıştır. 6'dan 10'a kadar numaralandırılan ikinci sıra 5 adet direk 1-5 No'lu direklerin önüne yerleştirilmiştir. Yem açılan haveye dizilen direklere ise 11'den 15' e kadar numara verilmiştir. Bir havelik ilerleme sonucunda her istasyonda 15 adet direk, tüm ayakta ise toplam 44 adet direk gözönünde bulundurulmuştur. Genelde iki kişiden oluşan ekip her vardiyada en az bir kere olmak üzere üç istasyonda veri almıştır. Ekip elemanlarından biri ölçüm yaparken diğeri verileri kaydetmiştir. Kaydedilen bu veriler daha sonra yük ve konverjans ölçüm formuna işlenmiştir.

Yük ve konverjans ölçümlerinin yanısıra, ayak geometrisinin belirlenebilmesi için ölçüm yapılan hidrolik direğin arından mesafesi, üst ve alt direklerle olan mesafeleri şeritmetre ile ölçülmüştür. Askıdaki tavanın uzunluğu gözlem yapılarak tahmini bir değer ile belirlenmiştir.

Yalana tavam oluşturan kumtaşından alınan numunelerin mekanik özellikleri ZEDEM Kaya Mekanik Laboratuvarı'nda belirlenmiş olup, elde edilen değerler. Çizelge 1.'de verilmektedir.

Çizelge 1. Ayaktaki tavan taşının mekanik özellikleri.

Belirlenen parametre	Tavan taşı (kumtaşı)
σ_c (MPa)	131,9 \pm 2,65
σ_{ot} (MPa)	5,23 \pm 0,58
a_{fot}	25,2
ρ (Br/cm ³)	2,63 \pm 0,03

2.4. ÖLÇÜMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

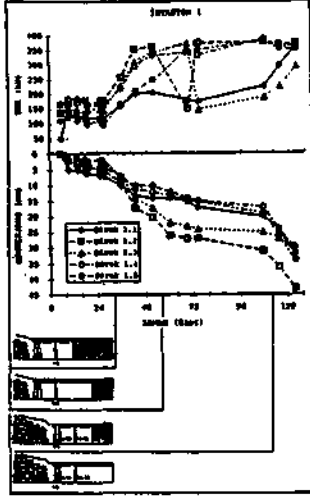
Herbir istasyonda arına olan uzaklıkları ve yerleştirilme zamanları aynı olan direkler birlikte değerlendirilmiştir. Yük ve konverjans değerleri ayağın o andaki konumu da gözönünde bulundurularak grafikler halinde Şekil 8'de verilmektedir.

Bir seri ölçüm sonucunda 1. sıra (1-5 No'lu) direkleri iki have, 2. ve 3. sıra (6-10 ve 11-15 No'lu) direkleri bir have ilerlemiştir, ölçüm süresince hidrolik direklere gelen yüklerin genellikle artma eğiliminde olduğu, konverjans artışının ise ayakta kazının yapılarak arına portafö çalışan sarma yerleştirildiği anda daha fazla hızlandığı şekillerde görülmektedir Arka sıradaki (1-5 No' lu) direklerde ölçülen yükler genellikle maksimum yük taşıma

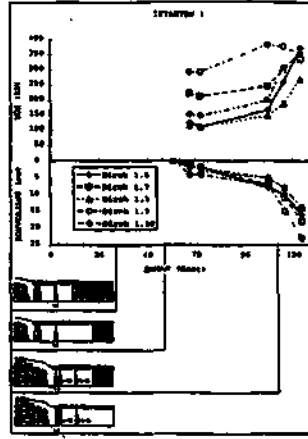
Çizelge 2. Hidrolik direklerde ölçülen ortalama ve en yüksek yükler ile toplam konverjanslar.

Direk No	İstasyon 1			İstasyon 2			İstasyon 3		
	* O.Y. (kN)	^{4*} E.Y.Y. (kN)	*** T.K. (mm)	* O.Y. (kN)	^{4*} E.Y.Y. (kN)	*** T.K. (mm)	* O.Y. (kN)	^{4*} E.Y.Y. (kN)	*** T.K. (mm)
1	174,7	364,1	32	185,1	350,0	30	304,2	397,1	45
2	254,3	378,2	43	232,4	392,4	55	164,0	392,4	27
3	209,5	373,5	31	197,9	373,5	49	114,5	185,4	22
4	255,6	387,6	30	191,0	382,9	36	273,1	382,9	56
5	214,8	382,9	34	266,5	382,9	61	226,7	312,4	36
6	207,0	373,5	16	352,6	387,6	28			34
7	264,4	335,9	18	267,4	382,9	21	127,3	180,6	11
8	166,5	270,0	14	325,4	382,9	29	132,0	157,1	7
9	340,6	382,9	23	228,7	345,3	17	63,0	86,5	32
10	232,4	354,7	14	150,9	241,8	11	183,8	246,5	13
11	298,3	392,4	21	186,4	204,1	26	196,8	227,7	10
12	167,7	204,1	10	255,9	373,5	14	43,0	67,7	18
13	230,5	354,7	18	209,9	293,5	14	146,7	190,0	9
14				147,2	312,4	13	194,8	223,0	31
15	224,9	354,7	17	207,8	279,4	9	105,9	176,0	16

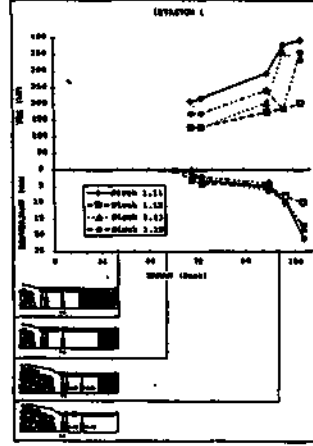
Ortalama Yük, ^{4}En Yüksek Yük, ***Toplam Konverjans



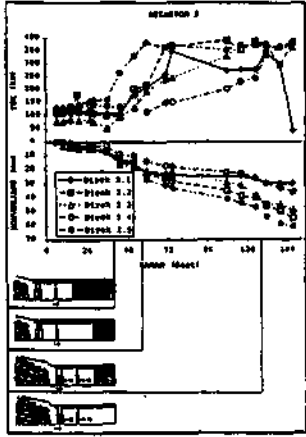
a. I. istasyon 1-5 nolu direkler.



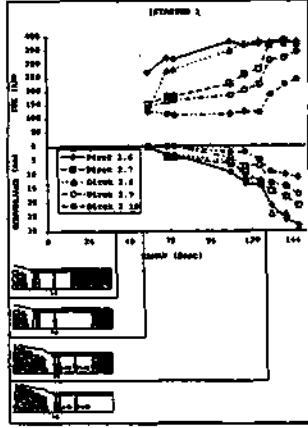
b. I. istasyon 6-10 nolu direkler.



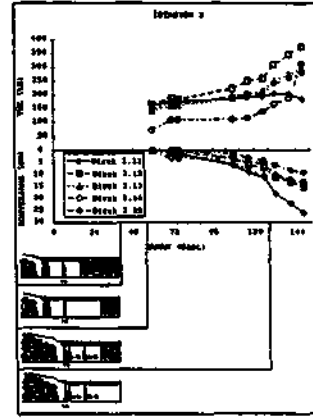
c. I. istasyon 11-15 nolu direkler.



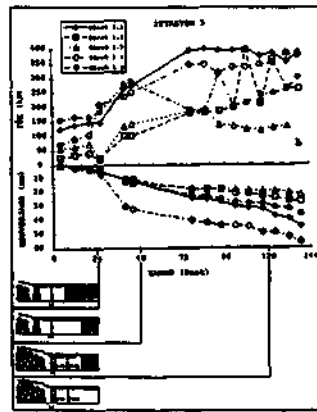
d. II. istasyon 1-5 nolu direkler.



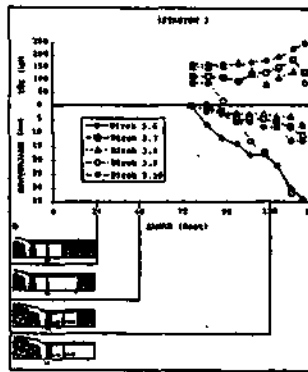
e. II. istasyon 6-10 nolu direkler.



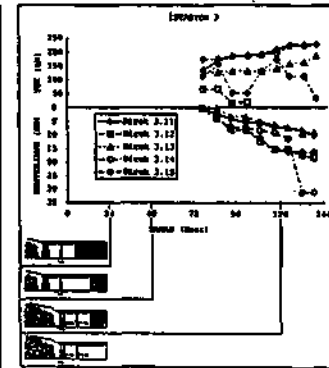
f. II. istasyon 11-15 nolu direkler.



g. İÜ. istasyon 1-5 nolu direkler.



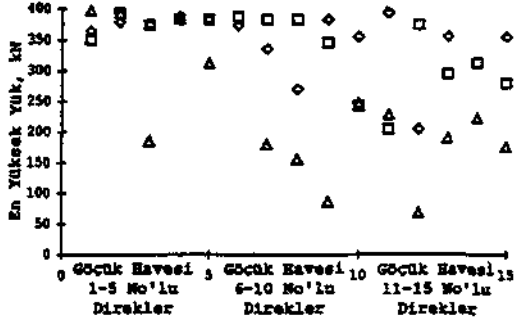
h. III. istasyon 6-10 nolu direkler.



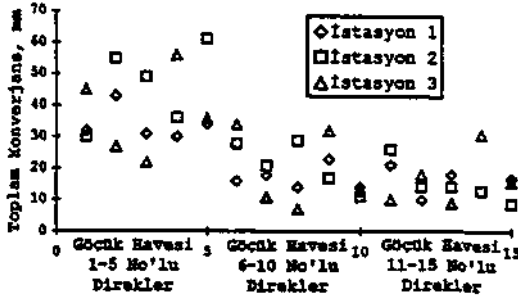
i. m. istasyon 11-15 nolu direkler.

Şekil 8. Ayağın konumuna göre yük ve konverjans grafikleri.

kapasitesine ulaşmaktadır (Şekil 9). Tavan yükü direğin nominal yük taşıma kapasitesini aştığında valf açılarak hidrolik akışkanı damla damla dışarı sızdırmaktadır. Direğin alçalması ile tavan yükü direk kapasitesinin altına düşmektedir. Direğe gelen yükün Azalması hem direğin zarar görmesini önlemekte hem de aşın yükü komşu direklere transfer ederek tavan yükünün homojen bir şekilde dağılmasını sağlamaktadır.



Şekil 9. Anndan göçüğe doğru en yüksek yüklerin değişimi.



Şekil 10. Arından göçüğe doğru toplam konverjansların değişimi.

ölçüm sonunda elde edilen toplam konverjans miktarı arında bulunan (11-15 No'lu) direklerden göçük tarafındaki (1-5 No'lu) direklere doğru gidildikçe artmaktadır (Şekil 10). Çizelge 2'de hidrolik direklerde ölçülen en yüksek yükler, ortalama yükler ve toplam konverjans miktarları verilmektedir.

Buna göre en fazla yük 3. İstasyonda bulunan 1 No'lu direğin göçük havesinde bulunduğu sırada 397,1 kN olarak gerçekleşmiştir. En büyük toplam konverjans 2. İstasyondaki 5 No'lu direkte 61 mm olarak ölçülmüştür. Bu değer gözönünde alınarak bulunan konverjans miktarı 9,93 mm/gün'dür.

Ayağın konumu değiştiği anlarda her sıradaki beş direkte oluşan toplam konverjans miktarlarının ortalaması alınarak yapılan değerlendirme sonucunda, ayakçı konverjansının (C, mm) Şekil 11 ve Şekil 12'de görüldüğü gibi zamana (t, gün) ve

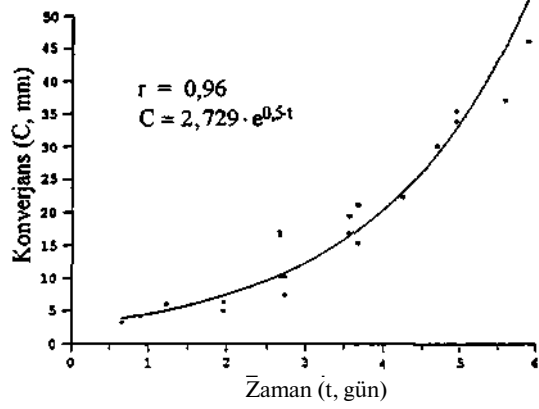
arından uzaklığa (Au, m) bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Zamanın 0,65-5,90 gün arasında değiştiği koşulda konverjans ile zaman arasında;

$$C = 2,729 \cdot e^{0,5t} \quad (\text{mm}) \quad (1)$$

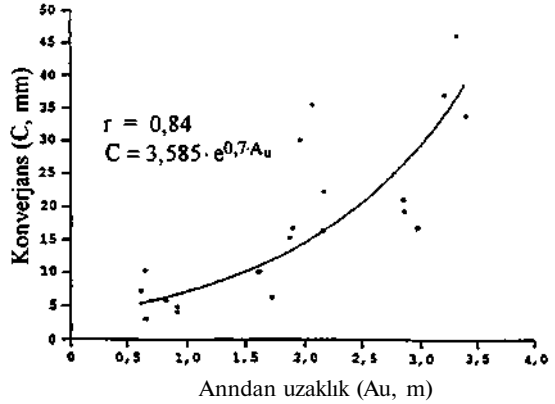
ve arından uzaklığın 0,65-3,40 m arasında değiştiği koşulda konverjans ile arından uzaklık arasında;

$$C = 3,585 \cdot e^{0,7 \cdot Au} \quad (\text{mm}) \quad (2)$$

eşitlikleri ile ifade edilen ilişkiler bulunmaktadır.



Şekil 11. Konverjans zaman ilişkisi.



Şekil 12. Konverjans arından uzaklık ilişkisi.

Arına yerleştirilen (1-5 ve 11-15 No'lu) direkler gözönüne alınarak yapılan değerlendirmeye göre konverjans miktarının arın ilerleme hızı (A_{ih}, m/gün) ile azaldığı saptanmıştır (Şekil 13).

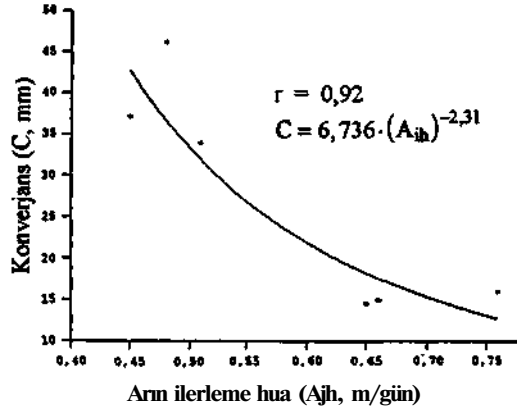
Arın ilerleme hızının 0,45-0,75 m/gün arasında değiştiği koşulda konverjans ile arın ilerleme hızı arasındaki bu ilişki aşağıdaki eşitlikle ifade edilebilir.

$$C = 6,736 \cdot (A_{ih})^{-2,31} \quad (\text{mm}) \quad (3)$$

Çizelge 3. Hidrolik ve ağaç tahkimatlarında ölçülen yük ve konverjans değerleri.

Tahkimat Tipi	İşletme Adı	Ayağın Adı	E.Y.Y.* (kN)	E.B.T.K." (mm/gün)	Kaynaklar
Ağaç	Gelik	Sulu (-260/-300)	227,1	118,3	ODTÜ, 1989
		Hacmemis (-260/-360)	135,2	46,9	ODTÜ, 1989
		Dofu Hacmemis (-260/-300)	77,5	20,7	ODTÜ, 1989
Hidrolik	Asma	Sulu(-200/-250)	172,6	127,1	Ünlü, 1989
		Batı Hacmemis (-260/-300)	198,1	78,1	ODTÜ, 1989
	Gelik	Hacmemis (-260/-360)	363,5	63,9	ODTÜ, 1989
		Tavan Acılık (-50/-100)	397,1	9,93	Bu çalışma, 1994
	Tunçbilek	509 Nolu Ayak	397,3	8,33	Köse ve ark, 1992

"En Yüksek Yük", "En Büyük Toplam Konverjans"



Şekil 13. Konverjans arın ilerleme hızı arasındaki ilişki.

Ayak açıklığının maksimum olduğu durumda belirlenen ortalama yük yoğunluğu $135,35 \text{ kN/m}^2$ dir. Bu değer gözönünde bulundurularak yapılan tahkimat tasarımı sonuçlarına göre tahkimat direnci $247,5 \text{ kN/m}^2$, sarmalar arası mesafe $0,83 \text{ m}$ ve minimum direk yoğunluğu $0,76 \text{ direk/m}^2$ olarak saptanmıştır. Yük ölçüm sonuçlarından yararlanılarak göçme yüksekliği $5,2 \text{ m}$ olarak saptanmıştır. Aynı değer teorik olarak Peng ve Chiang'ın (1984) önerdiği yaklaşımda kalıcı kabarma faktörü için $5,1 \text{ m}$ ve orijinal kabarma faktörü için $3,6 \text{ m}$ bulunmuştur.

Yalancı tavanın ilk göçme uzaklığı (Lim) Polonya Tavan Sınıflama Yaklaşımı'na göre 36 m , Peng ve Chiang (1984) tarafından önerilen bağıntıya göre 43 m olarak hesaplanmıştır. Yalancı tavan yan duraylı tavan sınırının bütün özelliklerini göstermektedir. Askadaki tavanın uzunluğu $0,5-2,5 \text{ m}$ arasında değişmektedir. Çatlayarak iri boyutlu bloklara ayrılan askadaki tavan, ayağın ilerlemesinden 2-3 vardiya sonra düşmektedir. Kırılma hattı küçük yığının eteklerine yakındır.

Hindistan Madencilik Merkezi'nin görgül bağmıtsından yararlanılarak ana tavanın kırılma mesafesi 34 m olarak bulunmuştur (Birön ve Anoğlu, 1985). Yalancı tavan kalınlığının damar kalınlığına oram olan N parametresi $2,88$ olarak belirlenmiş olup, bu değer ana tavanın kırılma mesafesinin 25 ile 50 m arasında değişebileceğini göstermektedir.

Ayakta günde $80-100 \text{ m}^3$ 'lik kısmın çahşılabilmesi ile bir havelik ilerleme $2,5-3$ günde yapılabilmektedir. Ayak uzunluğunun fazla olması hem arının yavaş ilerlemesine neden olmakta hem de direkleri aşın yük altında bırakarak konverjansı artırmaktadır.

Direklerin ve sarmaların aynı hizada olduğu tahkimat düzeni ayakta yeterli direk yoğunluğunu sağlamaktadır. Tavan koşullarının kötü olduğu durumlarda anındaki portafö sarmaya geçici olarak emniyet direkleri vurulabilir.

Çeşitli araştırmacılar tarafından hidrolik ve ağaç tahkimat elemanlarında ölçülen yük ve konverjans değerleri Çizelge 3'de verilmektedir. Buna göre hidrolik direklerin tavan tabakalarının daha yüksek kurulma ve taşıma yükleri ile taşıyarak konverjans miktarını önemli derecede azalttığı anlaşılmaktadır. Sıkılanmaların zor olması, çevre kayarını yenilerek tahkimat üzerine yüklenmeye başlamasından sonra direnç göstermeleri nedeniyle ağaç direkler tavan tabakalarının kontrolünde başarılı olamamaktadır. Ayakta yapılan gözlemlere dayanarak dikkat edilmesi gereken en önemli uygulama prensipleri aşağıda sıralanmıştır.

- Ayak arkası mutlaka göçertilmeli, göçmeyen tasımlarda kazı işlemi yapılmamalıdır.
- Direk aralıklarının eşit olması için tavana vurulan sarma sıralan birbirine paralel ve arna dik konumda olmalıdır.
- Hidrolik direkler sağlam tabana oturtulmalı ve tavana doğru yükselmesi duruncaya kadar iyice sıkılanmalıdır.
- Hidrolik direkler sıkılanmaları sırasında maksimum strokta kurulmalıdır. Stroğun az olması tavan yükü yoğunluğunun artması durumunda

- direğin tamamen oturmasına neden olabilir. Bu durumda direğin sökülerek alınması güçleşir,
- e. Ayak yükseklığının sık ve önemli derecede değişmesi durumunda alttan uzatma parçası takılarak direğin boyu uzatılmalıdır

Asma İşletmesi'nde hidrolik direk eklemli çelik sarma tahkimat sisteminin uygulanmaya başlamasından sonra kazmacı randımanı artmış, ahşap tüketimi 1/3 oranında azalmış, ölümlü ve yaralanmak kazalara yol açan göçük olayı meydana gelmemiştir. Hidrolik tahkimat uygulamasının artık iyice tecrübe kazanmış elemanlar tarafından başarılı bir şekilde yerine getirildiği belirlenmiştir.

3. SONUÇLAR

Tavan Acılıktaki ölçüm ve gözlemlere dayanarak elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmaktadır.

1. Ayakiçi yük ölçümleri sonrasında hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama yük yoğunluğu 135,35 kN/m'dir. Bu değer ayak açıklığının maksimum olduğu sıradaki en kötü yüklenme durumunu yansıttığından hidrolik direk tasarımında kullanılabilir.
2. Konverjans miktarı zamana ve arımdan uzaklığa bağlı olarak artmaktadır. Ann ilerleme hızının artması ise konverjansın azalmasını sağlamaktadır. Zaman, arımdan uzaklık ve ann ilerleme hızının konverjans ile değişiminin belirlenmesinde ölçümler sonucunda saptanan eşitlikler kullanılabilir.
3. Yük ve konverjans değerlerindeki artış, ayak arkasına doğru eğilen ana tavan tabakalarının ve hemen göçmeyen askıdaki tavanın ağırlığından kaynaklanmaktadır.
4. Tavan tabakalarının ayak arkasına doğru eğilmesi özellikle göçük havesindeki sarmayı aşırı yük alanda bırakmaktadır. Bu sarmaların çift direklerle desteklenmesi ayak arkası göçüğünün kolay bir şekilde oluşmasını sağlamaktadır.
5. En arka sıradaki direklerin maksimum taşıma kapasitelerinin üzerinde yüklenmeleri, bu direklerdeki konverjansın hızla artmasına neden olan en önemli faktördür.
6. Ayak uzunluğunun günde bir have ilerleme yapacak şekilde 80-100 m arasında tutulması tavan tabakalarının duraylılığını kaybetmeden kendilerini taşımalarına yardımcı olarak, ayakiçi tahkimatına etkileyen yükü ve konverjansı azaltacaktır.
7. Hidrolik direkli ayakların dönümlü olarak hazırlanması ile jeolojik arızalar, damar kalınlığı ve eğim hakkında bilgi edinilerek gerekli önlemlerin zamanında alınması sağlanacaktır.
8. Hidrolik direkler ağaç direklere göre, kurulur kurulmaz tavan tabakalarına karşı erken ve yüksek

direnç gösterdiklerinden, tabaka kontrolunda daha etkili olmaktadır.

9. Hidrolik direkli ayaklarda manometre ve şeritmetre yardımıyla pratik bir biçimde yük ve konverjans ölçümleri yapılabilmektedir, ölçerlerin küçük, hafif ve elde taşınabilir olması, üretim çalışmalarını aksatmadan uygulanabilmeleri ölçümleri son derece kolaylaştırmaktadır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar bu bildirinini konusunu oluşturan çalışmadaki öneri ve katkılardan dolayı Sayın Prof. Dr. Hasan Gerçek'e, ocak çalışmaları sırasındaki yalın ilgi ve işbirliğinden dolayı Asma İşletmesi Müdürlüğü'ne ve çalışmada yararlanan ZEDEM Laboratuvarlarının kuruluşuna katkılarından dolayı NATO'nun İstikrar için Bilim Programı Direktörlüğü'ne teşekkürü bir borç bilirler.

KAYNAKLAR

- Bilir, M.E. 1994. *TTK Asma İşletmesi'nde Hidrolik Direk Eklemli Çelik Sarma Uygulamalarının Yük ve Konverjans ölçümleriyle İncelenmesi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 161 s.
- Birön, C. ve Arıoğlu, E. 1985. *Madenlerde Tahkimat İşleri ve Tasarımı*, Birsan Yayınevi, İstanbul: 360 s.
- Peng, S.S. and Chiang, H.S. 1984. *Longwall Mining*, John Wiley & Sons, New York: 707 pp.