

15885

G.L.İ. TUNÇBİLEK YERALTI
OCAĞI 45-C PANOSU TABANYOLLARINDA
GERİLMELERİN VE DEFORMASYONLARIN İNCELENMESİ

Recep Çelik

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı
Maden İşletme Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

Danışman: Doç. Dr. Güner Önce

Eylül-1991

Recep Çelik'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "G.L.İ. Tunçbilek yeraltı ocağı 45-C panosu tabanyollarında deformasyonların ve gerilmelerin incelenmesi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

.27.1.9.../1991

Üye : Doç. Dr. Güner Önce.....
Üye : Y. Doç. Dr. Saim Saraç ...
Üye : Y. Doç. Dr. Adnan Konuk

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 1.6.5.444..1991
gün ve 291.-23... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Rüstem Kaya
Prof. Dr. Rüstem Kaya
Enstitü Müdürü

ÖZET

Tunçbilek yeraltı ocağı'nda tek taban ayak ve tavan-taban ayak çalışmasının yapıldığı bölümlerde tabanyollarında basınç gerilmesi ve konverjansların ölçülüp değerlendirildiği bu çalışmada ilk bölümde, işletme tanıtılmıştır. Daha sonra jeolojik yapı, üretim yöntemi ve çalışma yapılan pano anlatılmıştır. Beşinci bölümde tabakaların jeomekanik özellikleri belirtilerek kayalar sınıflandırılmıştır. Altıncı bölümde gerilmeler teorik olarak anlatılmış, manometrelerden alınan ölçüm ve değerlendirmeler verilmiştir. Yedinci bölümde ise; konverjans ölçüm değerleri ve bunların değerlendirilmesi verilmiş, basınç gerilmesi - konverjans ilişkileri anlatılmıştır. Son bölümde sonuçlar ve öneriler açıklanmıştır.

Anahtar kelimeler: Tavan - taban ayak, taban ayak, basınç gerilmesi, konverjans.

SUMMARY

In this work carried out to measure and evaluate the results, obtained for the pressurial tension and the convergence in the main roadways of the production panels where the coal is extracted from single and double slice longwall faces, in Tunçbilek colliery. Firstly, the colliery itself is presented. Then, the geological structure the mining method and the panel being worked are outlined. Rock mass classification is given together with the geo-mechanical features of the strata in the fifth chapter. In the sixth chapter, theoretical pressures are given along with the values read from manometres and their evaluations. The values obtained for convergence and their interpretations are presented in the seventh chapter. Finally, the results and the suggestions are outlined in the last chapter.

Key words: Roof-floor face, floor face, pressurial tension, convergence.

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında danışmanlığımı yaparak her zaman yardımcı olan, önerileriyle beni destekleyen ve çalışmamın sonuçlanmasında büyük pay sahibi olan değerli hocam Doç.Dr.Güner ÖNCE'ye teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm, Anadolu Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine, Tunçbilek yeraltı istihsal başmühendisi Necdet DESTANOĞLU'na, bölüm mühendisi S.Selim ŞENKAL'a, maden mühendisi arkadaşlarım Maksut FİLORİNALI, Abdullah AKÖZEL, Sadık ÖZERDEM, F.Bülent TAŞKIN, Melih DUYGUN ve yeraltı çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	ii
1. GİRİŞ	1
1.1. Tarihçe, Kuruluş ve Coğrafi Konum	1
2. JEOLOJİ VE STRATİGRAFİ	4
2.1. Stratigrafik Jeoloji	4
2.2. Tektonik Yapı	6
3. YERALTI İŞLETMELERİ VE ÜRETİM YÖNTEMİ	9
3.1. Yeraltı İşletmeleri	9
3.1.1. Tunçbilek yeraltı ocağı	9
3.1.2. Ömerler yeraltı ocağı	10
3.2. Hazırlık İşleri	10
3.2.1. İnharat ekibi ile galeri sürülmesi ...	10
3.2.2. Delici-yükleyici makina ile galeri a- çılması	12
3.2.3. Ayak başlangıç tahkimatı	13
3.3. Üretim Yöntemi	14
3.3.1. Ta an ayaklarda kazı organizasyonu ...	15
3.3.2. Tavan ayaklarda kazı organizasyonu ...	22
3.3.3. Motorbaşı ve kuyruk yolu tahkimatı ...	26
3.4. Nakliyat	26
3.5. Su atımı	27
3.6. Havalandırma	28
4. 45-C PANOSUNUN TANITIMI	29
4.1. Panonun Özellikleri	29
4.2. Rezerv Hesaplanması	29

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.2.1. Geometrik şekillerle yapılan hesaplama	30
4.2.2. Etki alanı yöntemine göre yapılan hesaplama	31
4.2.3. Hacimlendirme yöntemine göre hesaplama	32
4.3. Damarın Özellikleri	35
5. KÖMÜR, TAVAN VE TABAN TAŞININ JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ	38
5.1. Labaratuvar Deneyleri	38
5.1.1. Kömür, tavan ve taban taşında yapılan deneyler	38
5.1.2. Schmidt çekici deneyleri ,.....	41
5.2. Formasyonların Jeomekanik Sınıflandırılması .	43
5.2.1. Tavan taşının tek eksenli basınç direnci ve E modülüne göre sınıflandırılması	43
5.2.2. R.Q.D.(kaya kalite tayini) sınıflandırılması	43
5.2.3. C.S.I.R sınıflandırması	45
6. TABANYOLLARINDA VE AYAK ÖNLERİNDE GERİLMELER	47
6.1. Teorik Yaklaşım	47
6.1.1. Galerilerde basınç gerilmeleri	52
6.1.2. Ayak çevresinde oluşan gerilmeler	54
6.1.3. Kalın kömür damarlarının üretilmesi sırasında gerilmelerin incelenmesi ...	60
6.1.4. Galerilerde yük takdiri ve tahkimat tasarımı	62
6.2. Basınç Gerilmelerinin Ölçülmesi	67
6.3. Basınç Sonuçlarının Değerlendirilmesi	76
7. TABANYOLLARINDA DEFORMASYONLAR	82
7.1. Deformasyonların Ölçülmesi	82
7.2. Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi	92
7.3. Basınç Gerilmeleri ve Konverjans Arasındaki İlişkiler	97
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	101

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

KAYNAKLAR DİZİNİ 104

EKLER

1. 45-C Pano Planı
2. Ocak Havalandırma ve Nakliyat Prensipli Şeması
3. 45-C Panoda Nakliyat
4. 45-C Panoda Havalandırma
5. Tunçbilek Yeraltı Kömürünün Özellikleri
6. Lavvar Çıkış Ürünleri
7. C.S.I.R Sınıflama Parametreleri ve Dereceleri
8. Manometrelerin Yerleştirildiği Yerler
9. Tavan-taban Ayak Çalışması Sabit Yolu Kesit Görünüşü
10. 403 Kuyruk Yolu Kesit Görünüşü
11. 405 Sabit Yolu Kesit Görünüşü

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. G.L.İ üretim sahası	2
2.1. Tunçbilek bölgesi stratigrafi litolojisi	8
3.1. Rijit bağlı galeri tahkimatı	11
3.2. Tavan-taban ayak ve taban ayak çalışması	15
3.3. Taban ayaklarda çalışma düzeni	16
3.4. Taban ayakta ayna çalışması sonrası görünüm ...	18
3.5. Taban ayaklarda delik düzeni	22
3.6. Tavan ayaklarda çalışma düzeni	23
3.7. Tavan ayakta ayna çalışması	24
3.8. Tavan ayaklarda delik düzeni: a: $h/4$, b: $3/5 h$, c: $3/8 h$	25
4.1. Damar stampı	36
5.1. Tek eksenli basınç deneyi yapılan kömür numune- leri	38
5.2. Kayaçların tek eksenli basınç direnci ve elas- tisine modülü arasındaki ilişki	44
6.1. Yeryüzünden H derinliğinde bulunan elemana etki eden gerilmeler	49
6.2. Gerilmelerin derinlikle değişmesi	50
6.3. Hidrostatik basınç altında galeri şekillerinin durumu	51
6.4. Çeşitli galeri kesit şekillerinde gerilme dağı- lılıkları	52
6.5. Bir galeride basınçların dağılışı	53
6.6. Galeride kuvvetler ve dağılışı	53
6.7. Oda ve topuklarda basınçların dağılışı	54
6.8. Basınç kemeri teorisine göre basınç dağılımı ..	55
6.9. Plastik örtü katmanı teorisine göre basınç da- ğılımı	56
6.10. Kiriş teorisine göre oluşan zonlar	57
6.11. Kiriş teorisine göre basınç dağılımı	57
6.12. Katmanlarsteorisine göre basınç dağılımı	58
6.13. Basınç elipsoidi teorisine göre basınç dağılımı	59

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
6.14. Kömür damarının taban ayak üretim yöntemi ile kazanılması sırasında oluşan düşey basınç gerilmeleri	61
6.15. Kömür damarının tavan-taban ayak üretim yöntemi ile kazanılması sırasında oluşan düşey basınç gerilmeleri	62
6.16. 401 - 403 taban sabit yolunda bağın tavanındaki manometre	67
6.17. 401 - 403 taban sabit yolunda bağın yan tarafındaki manometre	68
6.18. 401 - 403 taban sabit yolunda her iki manometrenin birlikte görünüşü	68
6.19. 403 taban ayak kuyruk yolunda bağın tavanındaki manometre	69
6.20. 403 taban ayak kuyruk yolunda bağın yan tarafındaki manometre	69
6.21. 405 sabit yolunda bağın tavanındaki manometre	70
6.22. 405 sabit yolunda bağın yan tarafındaki manometre	70
6.23. 405 sabit yolunda her iki manometrenin birlikte görünüşü	71
6.24. 402 tavan ayak uzaklığı ile 401 - 403 taban sabit yolundaki bağın tavan ve yan tarafındaki basınç gerilme değerleri arasındaki ilişki	77
6.25. 402 tavan ayak uzaklığı ile 403 taban ayak kuyruk yolundaki bağın tavan ve yan tarafındaki basınç gerilme değerleri arasındaki ilişki .	78
6.26. 405 taban ayak uzaklığı ile 405 ayak sabit yolundaki bağın tavan ve yan tarafında oluşan basınç gerilmeleri arasındaki ilişki	79
7.1. 401 - 403 taban sabit yolunda konverjans ölçümü yapılan bağ	82
7.2. 403 taban kuyruk yolunda konverjans ölçümü yapılan bağ	83
7.3. 405 taban sabit yolunda konverjans ölçümü yapılan bağ	83
7.4. Galerilerde konverjans ölçümünde kullanılan tabandaki sabit nokta	84
7.5. Galerilerde konverjansın ölçülmesi	85

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
7.6. Galerilerde konverjansın gösterilişi	92
7.7. 402 tavan ayak uzaklığı ile 401 - 403 taban sabit yolundaki konverjans arasındaki ilişki	93
7.8. 402 tavan ayak uzaklığı ile 403 taban kuyruk yolundaki konverjans arasındaki ilişki	94
7.9. 405 taban ayak uzaklığı ile 405 taban sabit yolundaki konverjans arasındaki ilişki	95
7.10. 401 - 403 taban sabit yolunda tavan ayak uzaklığı - tavan ve yan basınç gerilmeleri, konverjans ilişkisi: a)tavan basınç gerilmesi, b)yan basınç gerilmesi, c)konverjans	98
7.11. 403 taban ayak kuyruk yolunda tavan ayak uzaklığı - tavan ve yan basınç gerilmesi, konverjans ilişkisi: a)tavan basınç gerilmesi, b)yan basınç gerilmesi, c)konverjans	99
7.12. 405 taban sabit yolunda 405 ayak uzaklığı - tavan ve yan basınç gerilmesi, konverjans ilişkisi: a)tavan basınç gerilmesi, b)yan basınç gerilmesi, c)konverjans	100
8.1. 401 - 403 taban sabit yolunda konverjanstan sonra oluşan görünüm	102

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. G.L.İ Tunçbilek kömür üretimi	3
4.1. G.L.İ Tunçbilek işletmesi rezervi	30
4.2. 45-C panosu rezervi	34
5.1. Kömür için tek eksenli basınç deneyi sonuçları	39
5.2. Tavan ve taban taşı için tek eksenli basınç deneyi sonuçları	40
5.3. Schmidt çekici deneyi sonuçları	42
5.4. R.Q.D ile kayaç kalitesi arasındaki ilişki ..	45
6.1. DIN 21541 profil normu	66
6.2. 401 - 403 taban sabit yolunda tavan ayak uzaklığı ile basınç gerilme değerleri arasındaki ilişki	72
6.3. 403 taban ayak kuyruk yolunda tavan ayak uzaklığı ile basınç gerilme değerleri arasındaki ilişki	74
6.4. 405 taban ayak sabit yolunda ayak uzaklığı ile basınç gerilme değerleri arasındaki ilişki	75
6.5. Ayaklara belirli uzaklıklar için basınç gerilmesi değerleri	81
7.1. 401 - 403 taban sabit yolunda tavan ayak uzaklığı-konverjans ilişkisi	86
7.2. 403 kuyruk yolunda tavan ayak uzaklığı-konverjans ilişkisi	89
7.3. 405 sabit yolunda ayak uzaklığı-konverjans ilişkisi	91
7.4. Ayaklara belirli uzaklıklar için konverjans değerleri	96

1. GİRİŞ

Dünya'da gelişen teknolojiye ve artan nüfusa paralel olarak enerji kaynaklarına olan ihtiyaç günden güne artmakta, her ülke kaynak bulabilmek için çalışmalar yapmaktadır. Sanayileşmiş ülkelerde kömür madenleri uzun yıllar tek enerji kaynağı olarak kullanılmakla birlikte, günümüzde petrol, doğal gaz gibi enerji kaynakları daha yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu ülkelerde kömür üretimi tam mekanize kazı olarak yapılmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerde kömür madenleri enerji kaynaklarının başında bulunmakta, üretim insan gücüne dayalı olarak yapılmaktadır.

Üretimin insan gücüne dayalı olduğu kömür ocaklarında ilerleme hızı düşük olduğu için tabanyolları daha fazla gerilmelere maruz kalmakta, bozulmalar, daralmalar meydana gelmektedir. Bu da tabanyollarında tamir-tarama işlerini, dolayısıyla ek bir maliyet gerektirmektedir.

Bu çalışmada tabanyollarına gelen basınç gerilmeleri ve oluşan konverjanslar hesaplanmış, gerekli tedbirler belirtilmiştir.

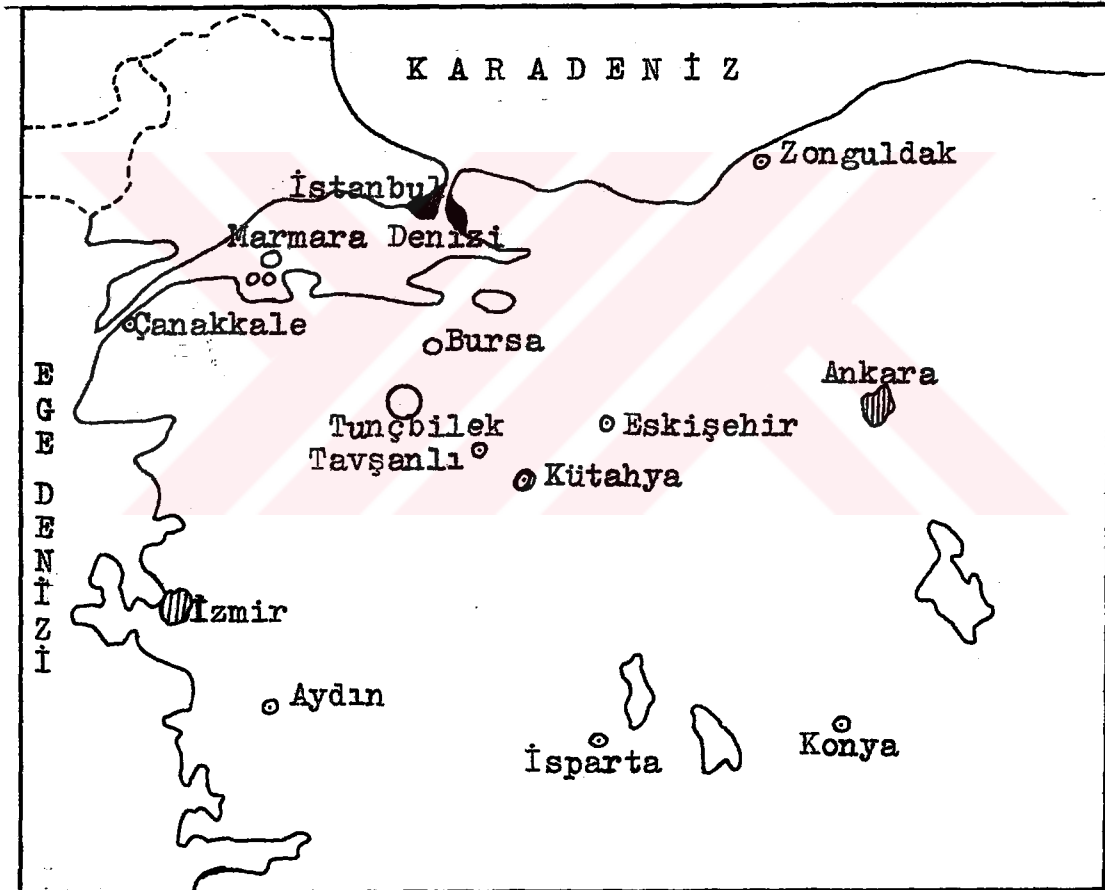
1.1 Tarihçe, Kuruluş ve Coğrafi Konum

Garp Linyitleri İşletmesi (G.L.İ); Tunçbilek, Değirmisaz ve Soma linyit ocaklarının birleştirilmesiyle 1.1.1940 tarihinde Etibank'a bağlı olarak kurulmuş olup, 15.09.1957 tarihinden itibaren de 6974 sayılı kanunla kurulan Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (T.K.İ) içinde yer almıştır. Başlangıçta Balıkesir'de bulunan müessese merkezi 7.7.1941 tarihinde Tavşanlı'ya nakledilmiştir.

Kütahya ili sınırları içinde yer alan Seyitömer linyit havzası ise, 1.6.1960 tarihinde müessesenin bir üretim bölgesi olarak işletmeye açılmıştır. Değirmisaz Linyit

İşletmesi rezervi tükendiğinden 1966 yılında kapatılmış, Soma Linyit İşletmesi 1978 yılında yeni kurulan Ege Linyitleri İşletmesi'ne (E.L.İ) devredilmiştir. Seyitömer Bölgesi ise; 1990 yılında yeni kurulan Seyitömer Linyitleri İşletmesi Müessesesi'ne devredilmiştir.

G.L.İ Müessesesi halen Tunçbilek üretim sahasında üretim faaliyetlerine devam etmektedir(Şekil 1.1).



Şekil 1.1. G.L.İ. Üretim sahası

G.L.İ Müessesesi'nin sermayesi 52.000.000.000 TL olup 28.000.000.000 TL'si ödenmiştir. T.K.İ Kurumu'na bağlı 12 müessese arasında üretim bakımından ikinci sıradadır. G.L.İ'nin üretimi yıllara göre çizelge 1.1'de verilmiştir(Özerdem,1990).

Çizelge 1.1. G.L.İ.İ. Tunçbilek kömür üretimi.

YILLAR	TÜVENAN ÜRETİM (TON)		SATILABİLİR ÜRETİM (TON)	
	PROGRAM	FİİLİ	PROGRAM	FİİLİ
1940	-	53.885	-	34.689
1945	-	192.846	-	168.835
1950	370.000	393.495	282.523	302.371
1955	610.000	706.975	396.500	445.847
1960	1.450.000	1.554.000	981.300	1.003.701
1965	2.300.000	2.435.000	1.212.100	1.180.605
1970	3.650.000	3.950.000	1.600.000	1.646.168
1975	4.150.000	3.934.000	2.003.000	1.692.960
1980	5.592.000	5.607.549	3.772.000	3.807.617
1981	5.720.000	5.738.280	3.841.500	3.918.886
1982	5.820.000	5.798.000	3.841.000	3.993.875
1983	5.620.000	5.814.000	3.841.000	4.080.800
1984	5.620.000	5.797.000	3.842.000	4.083.460
1985	6.120.000	6.532.000	4.131.000	4.629.792
1986	6.300.000	6.302.000	4.439.000	4.384.034
1987	6.700.000	5.814.000	4.727.000	3.869.409
1988	6.050.000	6.174.000	4.200.000	4.226.968
1989	6.050.000	6.122.000	4.200.000	4.110.015
1990				

Tunçbilek'te 2 ünite 150 MW, 1 ünite 65 MW, 2 ünite 32 MW olmak üzere toplam 429 MW'lık santraller faaliyet halindedir.

Tunçbilek İşletmesi Kütahya il sınırları içerisinde olup, 12 km'lik asfalt bir yol ile Tavşanlı'ya bağlıdır. İşletme Tavşanlı - Domaniç - İnegöl karayolu üzerinde kuruludur. Ayrıca Tavşanlı'dan geçen Kütahya - Balıkesir demiryoluna 11 km'lik bir hat ile bağlıdır. Asfalt ve stabilize yollarla da çevredeki il ve ilçelerle irtibatlıdır.

Havzanın rakımı, 650 ile 1050 metre arasında değişir. İklim genellikle yazın sıcak, kışın ekseriya bol karlı ve soğuk olan karasal iklimdir. Sonbahar ve ilkbahar yağışlı geçer. Yıllık ısı farkları -14°C ile $+30^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir. Bölgenin başlıca akarsuyu olan Adranos Çayı, diğer derelerle beslenerek kuzeye akar.

2. JEOLojİ VE STRATİGRAfİ

2.1 Stratigrafik Jeoloji

Tunçbilek kömür havzasındaki sedimanları karasal neojen ve kuvaterner oluşuklar teşkil eder. Temel, genellikle ultrabazik kayalardan ve kısmen de mesozoik kireçtaşlarından müteşekkildir. Bölgede; trakit, andazit, dazit gibi volkanitler de oluşmuştur.

a. Temel

Havzanın temelini (subasman) genellikle serpantinleşmiş ultrabazik kayalar (ençok gabro) teşkil eder. Bölgenin kuzey batısında, temelde mesozoik yaşlı olması muhtemel yarı mermerleşmiş kireçtaşı görülür.

b. Neojen

Miyosen ve Pliyosen'de çökelen Tunçbilek havzası, neojen sedimanları karasal oluşuklardır. Miyosende çöke-

len "alt seri" veya "Tunçbilek serisi", pliyosende çökenler de "üst seri" veya "Domaniç serisi" olarak adlandırılmıştır.

Alt seri (Tunçbilek serisi): Temel üzerinde diskordanslı duran alt seri, iri klastik sedimanlarla başlar. Temelin hemen üzerinde yumruk ile kafa büyüklüğünde, yıkanmış serpantin materyalinden teşekkül etmiş, koyu gri renkli konglomera bankları ile molozlar bulunmaktadır. Yer yer tüf ve tüfit bankları ihtiva eden ve üst kısımlara doğru tedrici olarak grelerin hakim duruma geçtiği bu kaide horizonu "bazalt horizonu" olarak adlandırılmıştır.

Bazalt horizonunun üstünde koyu gri ile siyah renkte "killi şist horizonu" bulunmaktadır. Bu horizon bazı yerde ekonomik değeri olmayan, tabaka veya mercerler halinde linyit damarı ihtiva eder.

Killi şist horizonunun üzerine, kiltası ve marn ihtiva eden mavi-gri renkli "alt marn horizonu", önünde üzerine mavi-gri marnlardan müteşekkil "üst marn horizonu" gelir. Ana linyit damarı alt marn horizonu içinde veya alt marn horizonu ile üst marn horizonu geçişindedir.

Üst marn horizonunun üzerinde beyaz gri renkli "kalkerli marn horizonu" ve onun üzerinde de alt serinin en üst horizonu olan "silisli kalker horizonu" görülür.

Alt serinin yaşı, özellikle bazalt ve killi şist horizonları içinde bulunan yaprak fosillerine dayanılarak alt - orta miyosen olarak tespit edilmiştir.

Üst seri (Domaniç serisi): Bazen temel ve bazen de alt seri üzerine diskordansla gelen üst serinin en önemli özelliği volkanizma ürünleriyle kesilmiş olmasıdır.

Üst seri, yıkanmış serpantin materyalinden ibaret gevşek bir moloz ile başlar. Yukarıya doğru marn-moloz nöbetleşmesi gösteren bu horizona "bazalt horizonu" adı

verilmiştir. Daha üst seviyede "marn horizonu" bazalt horizonunun sonunu teşkil eder.

Marn horizonunun üzerinde kalın volkanojen sedimanlar; "alt tuf horizonu", "kalkerli horizon", "orta tuf horizonu", "bazaltik lav örtüsü" ve "üst tuf horizonu" gelir.

c. Kuvaterner

Pliyosen yaşlı olan üst serinin sonunu "silisli kalker horizonu" teşkil eder.

2.2 Tektonik Yapı

Üst seri, diskordans olarak alt serinin üzerine yatmaktadır. Bununla beraber diskordansa her tarafta rastlanmamaktadır. Onun yerine bazı aflörmanlarda karşılaşılan yatak durumları, alt serinin üst seri tarafından diskonform durumda altta kalmış olduğunu gösterirler. Bunun üzerine yatak durumunda üst serinin bazalt molozu bulunmaktadır.

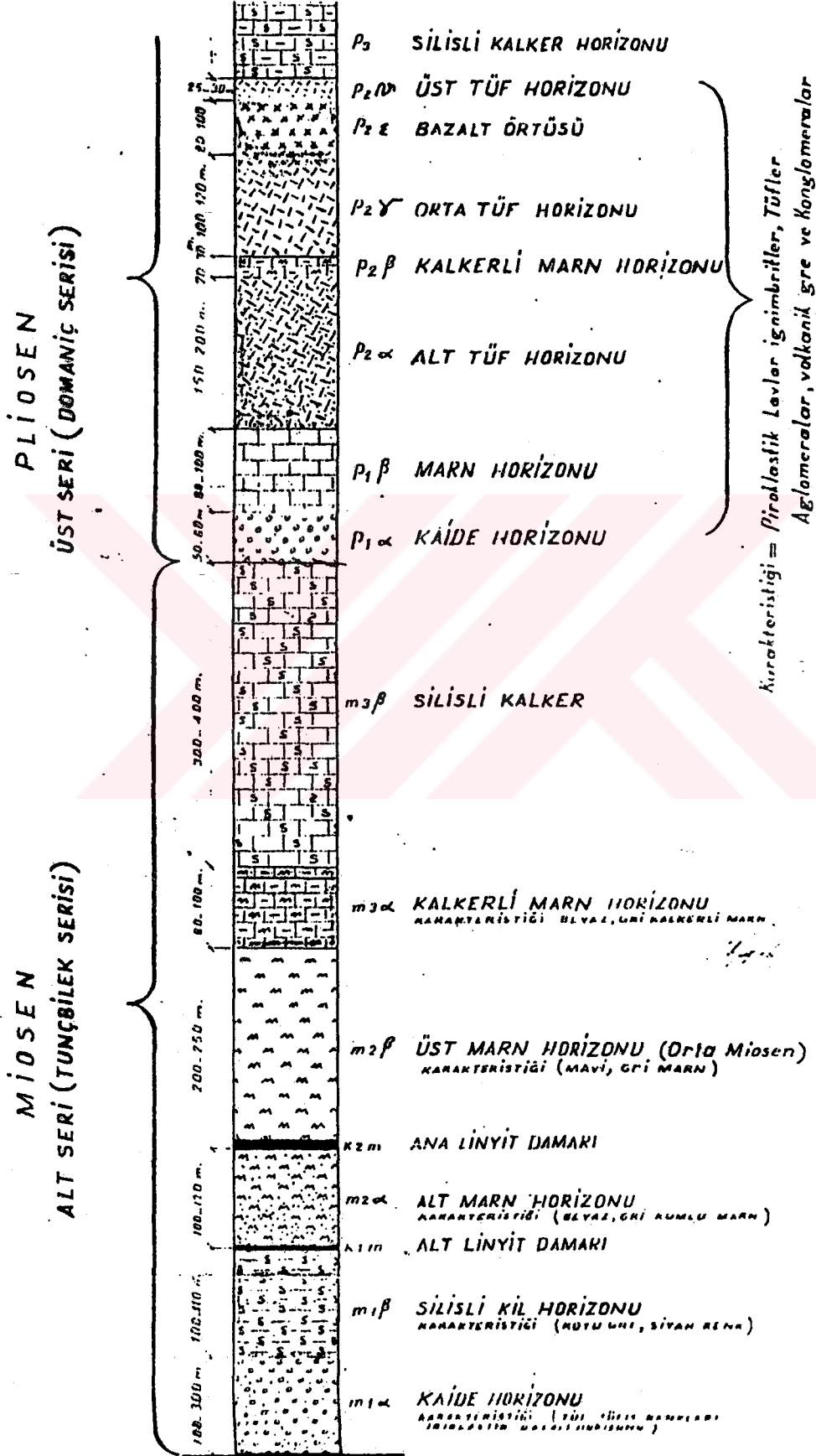
Tunçbilek havzasındaki sedimanlar orojenik hareketlerden az çok mahsun kalmışlardır. Bölgesel ölçekte anti-klinial ve senklinal görülmez.

Neojen sonundan itibaren bölgede epirojenik hareketler başlamış, bu hareketler neticesinde tansiyon yarılımları (çekim fayı, normal fay) meydana gelerek bölgeyi bloklara ayırmıştır. Epirojenik hareketlerin tesiriyle tabakaların ilk hareketleri bozulmuş ve az çok eğim kazanmışlardır. Havzadaki üst seri tabakaları yataya yakın veya maksimum 10° eğimlidirler. Ancak diskordans hatları boyunca oldukça eğimli ve dikleşmiş tabakalar görülür. Alt seri (miyosen) tabakaları üst seri tabakalarına nazaran daha fazla eğime sahiptirler (15° - 20°).

Genç fayların tümü ortogonal bir fay sistemi meydana getirerek bugünkü akarsuların yataklarını teşkil etmiş-

tir. Bu fay hareketleri sonucu ana linyit horizonu bazı sahalarda mostra verdiği veya açık işletme ekonomik olduğu halde, bazı sahalarda 200 metreden daha derinde bulunmaktadır (şekil 2.1).





Şekil 2.1. Tunçbilek bölgesi stratigrafisi litolojisi.

3. YERALTI İŞLETMELERİ VE ÜRETİM YÖNTEMİ

3.1 Yeraltı İşletmeleri

Tunçbilek işletmesi'de toplam tüvenan üretimin yaklaşık % 33'ü yeraltı işletmelerinden sağlanmaktadır. Bölgede halen 1945 yılında işletmeye açılmış 6 no yeraltı ocağı ile 1985 yılında üretime başlamış olan Ömerler yeraltı ocağı faaliyet halindedir.

3.1.1. Tunçbilek yeraltı ocağı

Yerüstü ile ocak arasındaki irtibat yan yana üç adet desandre ile dört adet 33° meyille açılmış hava nefesliklerinden sağlanmaktadır.

İnsan giriş-çıkışı için kullanılan desandre 6° - 7° eğimli, 402 metre uzunluğundadır. İkincisi, kömür nakliye desandresi olup, eğimi 11° , uzunluğu 251 metredir. Üçüncüsü ise, malzeme yolu olarak kullanılan 13° eğimli ve 144 metre uzunluğundaki desandredir.

Desandre tabanından üretim panolarına olan uzaklık 2 - 2.5 km arasında olan ocakta insan nakliyatı, elektrikli trolleylerin çektiği vagonetlerle yapılmaktadır.

Tunçbilek yeraltı ocağında halen üretim 45-C pano-
dan yapılmaktadır. Kömür, ocak ağzından 100 metre ilerisindeki lavvara bant konveyörle verilmektedir.

Ocak dışında yeraltı işletmesi bünyesine bağlı olarak harici karo tesislerinde; ocak idare binası, işçi lokali, banyolar, lambahane, kalörifer dairesi, kompresör dairesi, mekanik ve elektrik atölyesi, demirhane, kaynakhane, preshane, marangozhane, koltuk ambarı ve direk harmanı birimleri bulunmaktadır.

3.1.2. Ömerler yeraltı ocağı

Ocağa irtibat iki desandre ve 33° eğimli bir nefeslikten sağlanmaktadır.

Malzeme yolu olarak kullanılan desandre 13° meyilli ve 226 metre, kömür ve insan nakli için kullanılan desandre ise, 5° - 6° meyilde olup 448 metre uzunluğundadır.

Desandre tabanından üretim panosuna olan uzaklık 300 - 500 metrelik mesafe yaya olarak katedilmektedir.

Ocakta üretilen kömür, 10 km uzallıktaki lavvara 65 ve 85 short tonluk kamyonlarla taşınmaktadır.

Ocak içerisinde toplam galeri uzunluğu yaklaşık 10.000 metre olup, tamamı demir bağlarla tahkim edilmiştir.

3.2 Hazırlık İşleri

Hazırlık işleri, bir panonun üretime hazır hale gelebilmesi için gerekli olan galerilerin taş ve kömür içinde açılmasını kapsar.

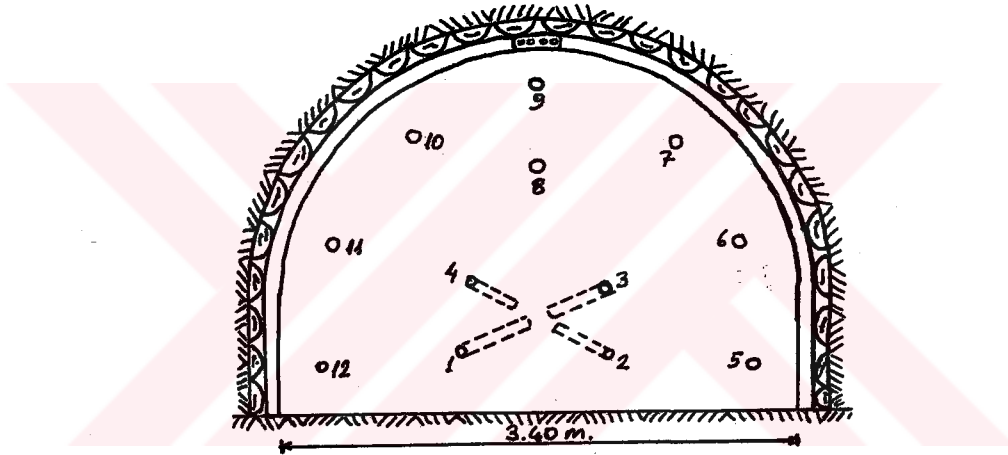
Bölgede galeri açma işlemi; klasik ihzarat ekipleri ve delici-yükleyici makina ile yapılmaktadır.

3.2.1. Ihzarat ekibi ile galeri sürülmesi

Bölgede ana nakliyat yolu haricinde bütün galeriler ihzarat ekipleri ile açılmaktadır. Ihzarat ekipleri; 1 klavuz usta, 3 ihzarat usta ve 9 ihzarat yedek olmak üzere toplam 13 kişiden meydana gelir. Galeri sürmede yapılan işler; deliklerin delinmesi, ateşleme, pasanın kaldırılması (yükleme), tahkimat ve diğer işlerdir. Bütün bu işleri birbiriyle iyi bir şekilde bağıntılı olarak ayarlayabilmek galeri sürmede ekonomik ve teknik yönden iyi bir organizasyon sağlamakla mümkün olabilir.

Faydalı kesiti 6.94 m², 3.40 metre taban genişliği

ve 2.40 metre yüksekliđi olan demir bađlı galerideki delik dűzeni Őekil 3.1'de gűsterilmiŐtir. 5.31 m^2 kesitli, 2.80 metre taban geniŐliđinde uygulanan delik dűzeni ise 10 - 11 delikle yapılır. Bu dűzen Őekildeki 7 ve 10 numaralı deliklerin birbirine yaklaŐtırılarak 9 numaralı veya 8 ve 9 numaralı deliklerin kaldırılması ile elde edilir. Őekilde gűrűldűđi gibi 3.40 metrelik bacada 12 delik delindiđi gibi 7 ve 10 numaralı delikler birbirine yaklaŐtırılıp 7 numaralı delik kaldırılabilir.



Şekil 3.1. Rijit bağlı galeri tahkimatı

Bacalarda lağım atılmasında ise Şu sıra takip edilmelidir. nce orta çekmeyi teşkil eden 4 delik doldurulup patlatılır. Sonra 5, 6, 11 ve 12 numaralı delikler doldurulup patlatılır. En son 7, 8, 9 ve 10 numaralı delikler doldurulup patlatılır. Kısacası önce orta çekme, sonra yan delikler ve en son tavan delikleri patlatılır. Dikkat edilmesi gereken önemli husus, orta çekme delikleri doldurulup patlatılmadan diğer deliklerin doldurulması gerekir.

Bacalarda ateŐleme yapılmadan önce aynaya bitiŐik olarak tabana sađ levha konur. AteŐlemeden sonra aynadan kopan parçalar bu sađ levhaların üzerine yıđılır. Bu Őekilde kűrekle yűkleme daha kolaylaŐır. Kűrekle alınan pa-

sa tek zincirli konveyörlerle nakledilir. Aynada lağımın almadığı yerler martopikörler ile taranarak bağın yeri açılır. İki parçadan meydana gelen I profil rijit bağ yerine konur, tavandan iki taraflı pabuçlar yerleştirilerek 4 adet civata ile bağlanır. Bir önceki bağ ile arası genellikle 1.5 metre uzunluğundaki yarma kamalar ile şaş-beş olarak kamalanır. Her bağ birbirine, ikisi pabuçların 10-20 cm yanlarından, tabanlardan ve bu ikisinin ortalarından olmak üzere 6 adet fırça ile sıkılanır. İhzarat sırasında tavanın tahkim edilmesi için özel suretle yapılmış 4 - 5 m uzunluğunda süren demirleri tavandan ileri sürülerek ve üstü kamalanmak suretiyle tavan emniyeti sağlanır. Süren demirleri özel olarak yapılmış kelepçelerle dikili bağlara bağlanmak suretiyle ileri sürülür.

Ayrıca aynadaki bağların lağım tesiriyle bozulmaması için yapılan gerdirme kolları ile aynadaki iki-üç bağ birbirine bağlanarak lağım tesiri önlenir.

3.2.2. Delici - yükleyici makina ile galeri açılması

Tunçbilek yeraltı işletmesi'nde ana nakliyat yollarının açılmasında delici-yükleyici makina kullanılmaktadır.

Bu makina ile çalışmada, galeri aynasındaki delikler makina ile delinmektedir. Bu işlemi makinanın geri çekilmesi ve deliklerin doldurularak patlatılması işlemi izler. Makina geriye çekildikten sonra delici ünite sökülüp askıya alınarak yükleme ünitesi olan kepçe monte edilir. Lağım atılmasından sonra galerinin yan tarafında kalan ve bağın yerleştirilmesine engel olacak olan kısımlar tabanca ile taranarak düzeltilir. Tarama sırasında herhangi bir tehlikeye sebebiyet vermemek için önceden süren demirleri aynaya çekilir. Aynada oluşan pasa kepçe ile galerinin yan tarafında bulunan çift zincirli konveyöre boşaltılır. Açılmış olan bölüme bağ bağlanarak fırça ve kamalar tamam-

lanır. Bu işler yapılırken makinanın kepçesi sökülerek delici ünitesi monte edilir. İlerleme bu şekilde sağlanır.

Kullanılan makinanın teknik özellikleri aşağıdaki gibidir(Aközel,1991):

Kepçe kapasitesi : 500 Lt.
 Hızı : 0.9 m/sn.
 Motor gücü : 22 Kw.
 Toplam ağırlık : 5000 Kg.
 Taban basıncı : 9,0 N/cm².
 Yükleme kapasitesi: 15 - 30 m³/h.
 Kepçe dönme açısı: 2 x 15°
 Çalışacağı meyil : ± 25 grad.
 Uzunluk : 4800 mm.
 Yükseklik : 1250 mm.
 Genişlik : 1060 mm.
 Mak.kaldırma yüksekliği: 2000 mm.
 Delik delme boyu : 2200 mm.

3.2.3. Ayak başlangıç tahkimatı

Galerilerin sürülmesi, bağlantıların sağlanması ve nakliye ünitelerinin çalışmalarından sonra ayağın tahkimatı kurulur. Genellikle ayağın en kritik zamanıdır. Ayak içleri hazırlık sırasında ağaç tahkimatlı olarak sürülür. 1.50 m'lik bağların arasına, önce tam orta kısımlarından ayak boyunca çift sıra tahkimat yapılır. Bunu takiben ağaç bağlar sökülerek boyundurukların boşalttığı yere de çift sıra tahkimat yapılır.

Ayak genellikle iki have ilerleyince ayak arkasına belirli aralıklarla domuzdamları kurulur. Ayak arkasında kısmi oturmalar meydana gelir. Have ilerledikçe domuzdamları şaş-beş sökülerek bir ileri haveye kurulur. Bir domuzdamı sökülünce ileri haveye kurulmadan yanındaki domuzdamı sökülmemelidir. Ayak arkasında tavan taşının tam o-

larak kırılması, oturması 8-15 have devam edebilir. Bazı hallerde tavan taşı sağlam ise bu oturma daha geç olabilir. Ayak arkaları tamamen oturduktan ve dengeye kavuştuktan sonra ayak arkasındaki domuzdamları kaldırılarak normal çalışmaya geçilir.

3.3 Üretim Yöntemi

Yeraltı işletmesinde "geri dönümlü uzunayak blok göçertme" sistemi ile çalışılmaktadır.

Normal olarak damarın tavan ve taban taşına komşu 2'şer metrelik dilimleri tavan ve taban ayaklar ile üretilmekte, iki ayak arkasında kalan kısım ise taban ayak arkasından göçertilerek alınmaktadır. Tavan ayaklarda ayak tabanına, kömüre taşın karışmasını önlemek için "yapay tavan" vazifesi gören hasır serilmektedir. Kömür kalınlığının az olduğu bölümlerde tek taban ayak çalışılmaktadır (şekil 3.2).

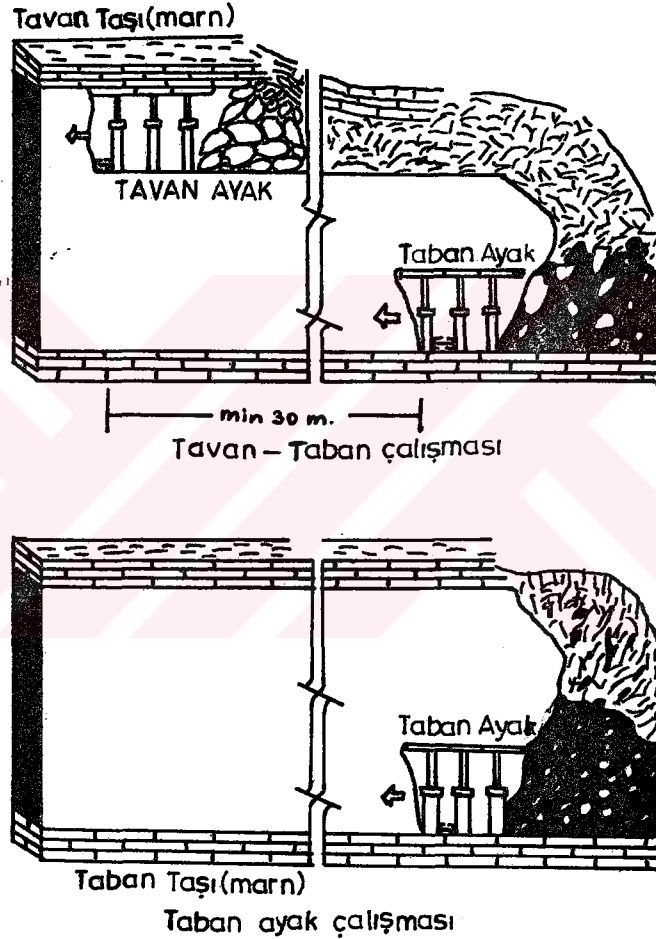
Panolar büyük atımlı faylarla sınırlanmış bloklarla genellikle 300 metre genişliğinde planlanmakta, pano boyları da blok uzunluğu müsait ise 800 - 900 metreye kadar uzatılmaktadır. Ayak boyları tavan ve tabanlarda en fazla 75 metre civarında olmaktadır.

Şu anda Tunçbilek yeraltı ocağında 2 adet tavan ayak bunların altında 2 adet taban ayak ve tek taban ayak olarak çalışan 2 ayak mevcuttur.

Tahkimat malzemesi olarak ayaklarda; hidrolik demir direkler ve mafsallı çelik sarmalar kullanılmakta ve bu tahkimat ağaç direk, sarma ve kamalar ile takviye edilmektedir.

Tahkimat düzeni; 1.25 metre boyundaki çelik sarmalar aynaya dik vaziyette ve aralarında 0.60 metre mesafe olacak şekilde bir önceki sarmaya eklenerek ve altına direk vurularak tesis edilir. Ayak içinde en fazla 3 sıra tah-

kimat bulunur. İki çelik sarma üzerine 4 adet kama konularak tavan tutulur. 2.5 metre boyundaki emniyet sarmaları iki kurt ağzı ile aynaya paralel olarak tahkimat direklerinin arkasına atılır. Bu tahkimat yoğunluğu 0.93 m^2 /direk sıklığını sağlamaktadır.



Şekil 3.2. Tavan-taban ayak ve taban ayak çalışması

3.3.1. Taban ayaklarda kazı organizasyonu

Taban ayaklarda komple çalışma sisteminde dört vardiyada bir have çalışılmaktadır. Bu vardiyalar sırasıyla; ayna, söküm, arka ve çekim vardiyalarıdır (şekil 3.3). Ayna çalışması sırasında havenin tam olarak açılması gerektirmektedir. Bugün için pratik olarak bu yapılamadığından arka ve çekim vardiyaları arasında "oluk havesi"



Şekil 3.5. Taban ayaklarda çalışma düzeni

vardiyası olmaktadır (şekil 3.3). Böylece taban ayaklarda bir have ilerleme yapabilmek için beş vardiya çalışılmaktadır. Ayakta bir have ilerleme için aşağıdaki çalışmalar yapılır.

3.3.1.1. Ayna çalışması

Ayna çalışması, aynanın kazılarak tahkimatın yapılması işlerini kapsamaktadır. Bu şekilde yarım havelik bir iş yapılır.

Aynada önce sarma yeri açılır. Takılacak sarma aynaya dik olacak şekilde kuyruk kısmı, takılı sarmanın baş kısmına sokularak mafsal pimi ile tespit edilir. Takılı sarmanın ayna pimi, yeni takılan sarmanın kuyruk kısmının üstüne alınarak sıkıştırılır. Sarmalar arasına 1 metrelik 4 adet yarım kama konur. Bu şekilde bağlanmış sarmalar portafö çalışarak direğin dikilmesine kadar geçecek sürede tavanı kontrol altında tutar.

Sarmaların takılmasından ve üstlerinin kamalanmasından sonra dikime geçilir. Direği dikilecek sarmanın genellikle ortasına isabet edecek şekilde tabana 5 - 10 cm derinliğinde direk dibi açılır. Dikilecek direkler hidrolik direk ise, doldurma-boşaltma valfi aynaya gelecek şekilde açılan yere oturtulur. Merkezi pompaya bağlı hortum ve ucundaki dikim tabancası doldurma -boşaltma valfine takılarak direğe basınçlı su verilir. Direk kafası sarmayı kavrayacak şekilde hafifçe sıkılır. Sarmanın ayar pimi, yeni takılan sarmanın kuyruk kısmı altına alınarak ağaç kamalar hafifçe ezilinceye kadar direk iyice sıkılır. Bu şekilde dikimler yapılarak ayna çalışılmış olur (şekil 3.4).

Eğer dikilecek direk sürtümlü direk ise, pimleri aynaya doğru sıkışacak şekilde yerine yerleştirilip erkek kısmı el ile sarmaya dayatılır ve tercihen alttaki kama

hafifçe sıkıştırılır. Hidrolik mengene kilit sistemi üzerindeki yerine usulüne uygun olarak oturtularak hafifçe sıkıştırılır, yük aldırılır. Alt kama gevşetilir. Sarmanın ayar pimi yeni takılan sarmanın kuyruğunun altına alınarak sıkılanır. Sürtünmeli direk, ağaç kamalar hafifçe ezilinceye kadar mengene ile gerdirilir. Gerdirme işi bitince alt kamaya tokmakla vurularak direk sıkıştırılır. Daha sonra mengene alınarak üst kama sıkıştırılır ve münavebeli tokmak darbeleri ile direk sıkıca kilitlenir.



Şekil 3.4. Taban ayakta ayna çalışması sonrası görünüm.

3.3.1.2. Emniyet atılması ve söküm

İkinci vardiya söküm vardiyası olup gerideki üçüncü sıra tahkimatın sökülmesi demektir. Söküm yapılmadan önce söküm havesinin temizliği yapılır ve ikinci sıra direklerin göçüğe isabet eden taraflarına aralıksız şekilde emniyet sarmaları çelik sarmaları kavrayacak şekilde emniyet tahkimatı yapılır. Emniyet tahkimatının görevi, mevcut

tahkimatı takviye etmekten çok arka kömürünün kolayca alınabilmesi için arkayı yüksek tutmaktır.

Şu anda ocakta yapılan uygulamada ise; üçüncü sıra tahkimattan alınan direkler ikinci sıra direklerin arkasına sarmaları tutacak şekilde dikilmektedir. Bu şekilde hem ağaç tasarrufu yapılmakta hem de emniyet atılması sırasında tahkimatlar düzeltilebilmektedir.

Sökülecek direkler hidrolik direk ise; söküm anahtarı sökülecek direğin doldurma-boşaltma valfine takılır. Direk tutma kolundan veya alt kısmından silvestre zinciri ile bağlanır. Söküm anahtarının ucuna bağlı zincirden tutularak, anahtarın valf boşluğuna iyice oturması sağlanır. Direğin içindeki su boşaltılır. Bu şekilde direk yavaş yavaş iner. Sürtünmeli direklerde ise silvestre zinciri direğin gövdesine bağlandıktan sonra kama ile sıkıştırma kamalarına tersten vurularak gevşetilir. Direğin üstündeki yükün de etkisiyle direk birden iner. İnen direkler göçük tarafından el veya silvestre yardımıyla alınırlar. Sarma pimleri altta olduğu halde, sarmalar emniyet sarmaları tarafından tutuldukları için emniyet sarmasına dayalı vaziyette kalırlar. Emniyet sarması ve kurt ağızları sağlam iseler, mümkün olduğu kadar kurtarılmaya çalışılır. Bunun için kurt ağızlarının genellikle önce söküm yanındaki tarafına isabet edeni silvestre ile alınır. Kurt ağzı alınınca emniyet sarması yan tarafa eğilir. Zincir emniyet sarmasına bağlanır. Diğer kurt ağzı sökülünce emniyet sarması ve üstündeki sarmalar düşer (şu anda yapılan uygulamada ise direğin alınmasından sonra hemen düşer). Mafsal pimleri çözülmediği için sarmalar takılı vaziyette ve kuyruk kısımları göçüğe dayalı şekilde açılı yapılarak kalır. Emniyet sarması da kurtarıldıkça zincir sarmalara bağlanarak mafsal pimlerine kazma ile vurularak teker teker düşürülüp silvestre ile göçükten alınır. Bu şekilde devam edilerek söküm işlemi tamamlanır.

3.3.1.3. Arka kömürünün alınması

Sökümlerin yapılması ile birlikte arka göçer. Ayak içinde belirli aralıklarla dizilen işçiler sivriç ve kazma yardımı ile ayak arkasındaki bu kömürü çift zincirli konveyör üzerine akıtırlar. Arkacı tabır edilen bu işçiler belirli zaman aralıklarında arka kömürünü aldıkları yerden belirli mesafelerle yana kayarak yer değiştirirler. Bu şekilde arka kömürünün muntazam olarak komple göçertilmesine çalışılır. Eğer devamlı olarak bir yerden kömür alırsa, oradaki kömürün boşalttığı yeri kil doldurur. Yan taraftaki kömürler alınırken de bu killer kömür alınan yere akarak, kömürün alınmasını engeller. Kömür kalmaması için arkanın fazla karıştırılması sonucu ayak tahkimatı bozulacağı gibi randıman da düşer. Bütün bunlara fırsat vermemek için arka kömürü alınırken önce bahsedilen sistemin uygulanması gerekir.

Arka kömürünün alınması sırasında ayak arkasından gelebilecek büyük tezekler martopikör yardımıyla ya da patar atılarak parçalanır. Ayrıca arkada askıda kalarak göçmeyen kömür tabakası lağım atılarak göçertilir.

3.3.1.4. Oluk havesi

Arka kömürünün alınması bittikte sonra çift zincirli konveyörün bir ön haveye alınması gereklidir. Bunun için de aynada konveyörün sığabileceği bir yer açılır. Sarmaların baş tarafından tabana kadar düzgün bir şekilde ayna taranarak kazılır. Tabanda martopikör ile kazılamayacak kadar sert tabaka varsa patar atılarak gevşetilir ve kazma işine devam edilir. Bu kazma işlemiyle 60-70 cm genişliğinde çift zincirli konveyör oluklarının rahatlıkla sığabileceği şekilde yarım have çalışılmış olur. En son olarak komple açılan havesinin temizliği yapılacak oluk ha-

3.3.1.5. Çekim ve lağım atma

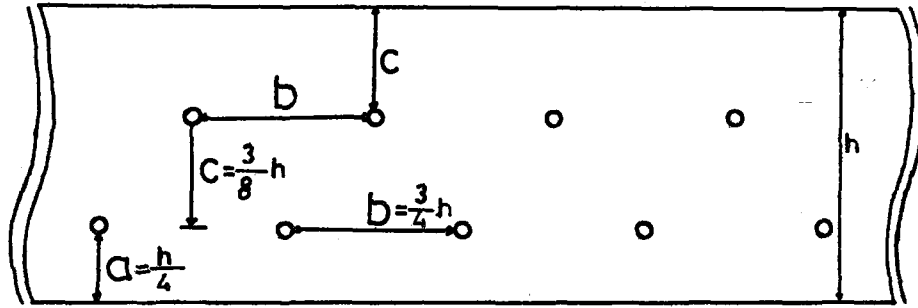
Çekim, ayak ortasında bulunan çift zincirli konveyörün sökülerek ön havede açılmış olan yere taşınıp montaj yapılması işidir. Bu işlemler "ajüstör" tabir edilen işçiler tarafından yapılır.

Açılmış havenin temizliği yapıldıktan sonra çift zincirli konveyörün zincirleri kesilir. Başoluk, diğer oluklardan ayrılır. Başoluğu ön haveye alabilmek için önünde bulunan direkler sökülerek alınır. Hopçuk ve caras-kal yardımı ile başoluk ön haveye çekilip yerine yerleştirilir. Altı damlanır. Motor gerisindeki direksiz sarmalara direk vurularak motorbaşı tahkimatı sağlama alınır. Motor gerisinde domuzdamı sığacak kadar boşluk oluşursa, domuzdamı kurulur. Bu işlemler yapılırken ayak içinde, çift zincirli konveyörün üst zinciri ters çevrilerek ön havedeki tabana serilir. Oluklar tek tek sökülüp ön haveye taşınır. Başoluğa başyardımcının montajından sonra olukların montajı yapılmaya başlanır. Daha sonra arka havede kalan alt zincir ters çevrilip montajı yapılan konveyörün üstüne serilir ve zincirler birbirine eklenerek konveyör çalıştırılır. Zincirde herhangi bir boşluk meydana gelirse, zincirlerden parça çıkartılarak boşluk alınır. Yeniden eklenip çalıştırılır. Bu arada ayak içindeki basınçlı hava hortumu sökülerek aynaya alınır. Ayrıca basınçlı su hortumları ve elektrik kabloları da ön haveye alınarak çekim işi tamamlanır.

Çekim bittikten sonra aynanın diğer vardiyada çalışabilmesi için lağım atılarak aynanın gevşetilmesi gerekir. Bunun için de çekim başlar başlamaz aynaya delikler delinmeye başlanır (şekil 3.5). Taban ayaklarda delinen deliklerin ateşlenmesi ile ayna kömürünün % 40'ının patlayıcı madde ile kazılması mümkündür.

Bütün bu işlemler iyi bir organizasyon ile birlikte

yapılarak 1.25 metrelik bir ilerleme yapılmış olur. Ayak bir sonraki vardiyada ayna çalışacak duruma gelir.



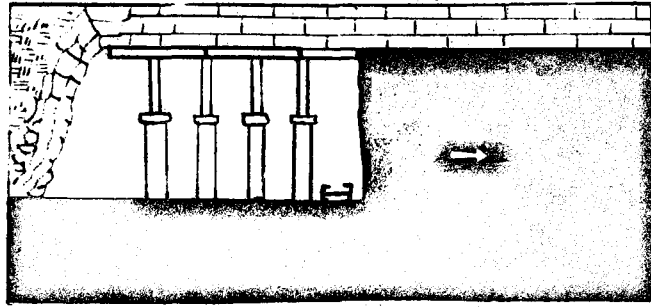
Şekil 3.5. Taban ayaklarda delik düzeni.

3.3.2. Tavan ayaklarda kazı organizasyonu

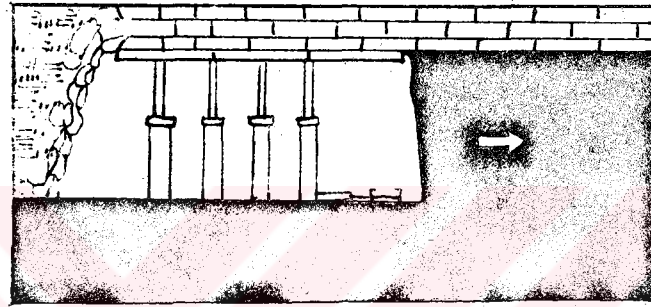
Tavan ayaklarda tahkimat şekli arına dik ve şeş-beş tahkimattır. Tavan ayaklarda üç vardiyada yarım havelik ilerleme yapılır. Bu vardiyalar sırasıyla ayna, söküm ve delik delme ve patlatmadır. Ayna vardiyasında çalışan işçilere daha az kazı işi vermek suretiyle panzer iki defa dayanılarak üç vardiyada bir have ilerleme yapmak da mümkündür. Fakat tavan ayaklar ile taban ayakların birlikte çalışmaları gerektiğinden uygulamada yarım havelik ilerleme yapılmaktadır (şekil 3.6).

3.3.2.1. Ayna çalışması

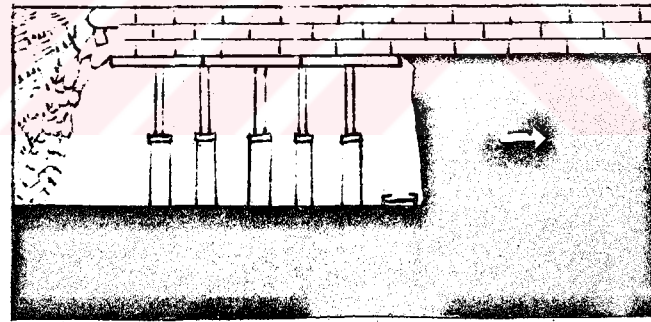
Tavan ayaklarda aynaya dik şeş-beş tahkimat sistemi uygulandığından, bir önceki vardiyada lağımlama suretiyle gevşetilmiş aynada önce beşlerin sarması takılacağından sarmanın sığabileceği kadar yer açılır. Takılacak sarma takılı olan beşlerin sarmasına usulüne uygun olarak takılır ve takılı sarmanın oynar pimi takılan sarmanın kuyruğunun üzerine alınarak sıkıştırılıp sarmanın havada durması sağlanır. Daha önce takılan beş sarması ile yeni takılan beş sarması arası 1.5 metre uzunluğundaki yarım kamalar ile usulüne uygun olarak kamalanır.



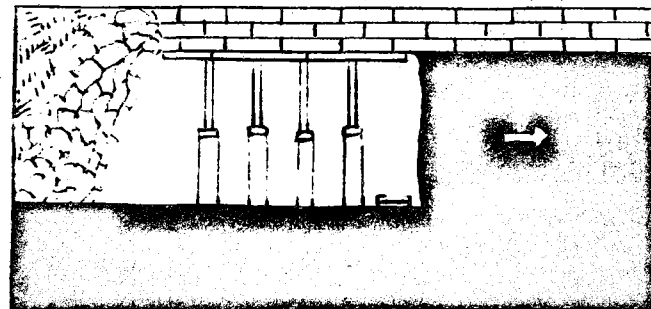
BAŞLANGIÇ



AYNA ÇALIŞMASI



AYNA ÇALIŞMASI SONU



SÖKÜM SONU

Şekil 3.6. Tavan ayaklarda çalışma düzeni.

Tüm ayak içinde beşlerin sarmaları takıldıktan sonra ayna sarmalarının kafasından itibaren direklerin tabanına kadar düzgün bir şekilde kazılır ve taban temizlenir. Şeşlerin direkleri önünde bulunan çift zincirli konveyör itici silindirlerle komple aynaya itilir. Basıncılı hava boruları, elektrik kabloları ve hidrolik hortumlar da komple aynaya alınır. Bu işlemler tamamlandıktan sonra çift zincirli konveyörün arkasından takılan beş sarmalarının direkleri, usulüne uygun olarak dikilir ve sıkılırken sarmanın ayar pimleri kuyruk kısmının altına alınarak sıkılırlar (şekil 3.7).



Şekil 3.7. Tavan ayakta ayna çalışması

3.3.2.2. Söküm çalışması

Tavan ayaklarda sökümden önce emniyet sarması atılmaz. Söküm havasının temizliği yapıldıktan sonra gerideki sıranın sökümlerine geçilir. Söküm işlemi taban ayaklarda uygulanan şekliyle gerçekleştirilir. Fakat tavan ayaklar-

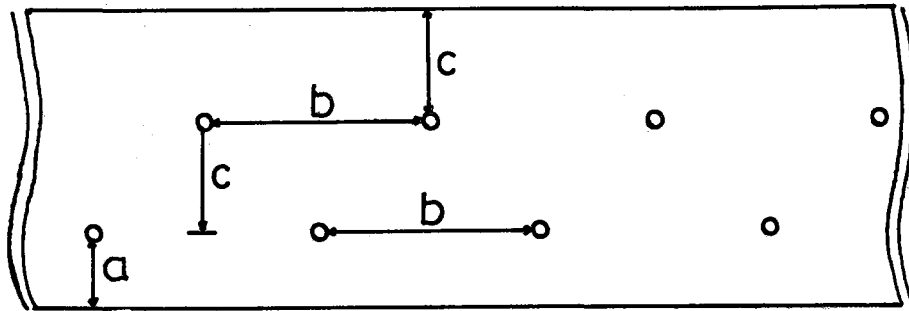
da emniyet sarmasının sökümü olmamasından ve daha rahat bir ortamda söküm yapılmasından dolayı bir sökücü takımının sökebileceği direk ve sarma sayısı taban ayaktakine göre daha fazla olacaktır.

Tavan ayaklarda ayak içi basınçlardan dolayı ayak arkasına domuzdamı kurulur. Bu durumda domuzdamları da söküm işlemi ile birlikte sökülerek bir ön haveye yer değiştirilerek kurulur.

3.3.2.3. Delik delme ve lağımlama

Tavan ayaklarda delikler taban ayaktakilerden farklı olarak iki sıra halinde ve şaş-beş olarak delinmektedir. Şaş-beş delikler arası mesafeler 75 - 80 cm arasında değişmektedir. Bu delik düzeni ile 1.75 metrelik ayak yüksekliğinde ayna kömürünün % 48'inin patlayıcı madde ile kazılması mümkün olmaktadır.

Ayna kömürü homojen ve ayak yüksekliği de normal olduğu takdirde şekil 3.8'de verilen delik düzeni ile en verimli lağım atışının elde edilebileceğini tecrübeler göstermiştir.



Şekil 3.8. Tavan ayaklarda delik düzeni: $a:h/4$,
 $b:3/5 h$, $c: 3/8 h$

Tavan ayaklarda lağımlamadan sonra ayak içindeki kavlaklar ve pasanın bir miktarı alınarak bir sonraki vardiyada ayna çalışmaya hazır hale getirilir. Bu şekildeki

bir organizasyon ile üç vardiyada 62.5 cm'lik bir ilerleme gerçekleştirilmiş olur.

3.3.3. Motorbaşı ve kuyruk yolu tahkimatı

Ayaklarda, ayak önu basınçlarını karşılamak, motor-yeri ve genişliği de gözönüne alınarak motorbaşı ve kuyruk kısımlarında özel bir tahkimat uygulanır. Motoryeri normal haveden iki sarma boyu önde olmalıdır. Enine mesafe 5 - 6 sıra tahkimat ünitesinden meydana gelmelidir. Bu taktirde hem motoryerinin temizliği için, hem de ayağa giriş-çıkış ve malzeme nakli için rahat bir zemin kazanılmış olur. Motoryerinin basmasını önlemek için motoryeri gerilerine domuzdamı kurulur. Ayrıca sabit yollarını, motor yerinden itibaren üç sıra yan yana ve üç sarma boyu önden tahkim etmek faydalıdır. Sabit çift zincirli konveyörün kuyruğu, motor gerilerine kurulan domuzdamları sayesinde yüksek tutulur. Buradaki tahkimat ünitelerinin sökümü ancak çift zincirli konveyörden oluk kesildikçe yapılabileceğinden genellikle geride iki-üç oluk olduğunda sabit konveyörden oluk çıkarılmalıdır. Böylece kuyruk kısmı fazla basmadığı için söküm kolay olur.

Ayak kuyruklarının da üç sıra yan yana ve üç sarma boyu ileride götürülmesi bu kısımlara giriş-çıkışı, malzeme taşınmasına ve çalışmayı kolaylaştırdığı için faydalıdır. Bütün bu işlemlerde sarmalar arası mesafe eşit tutulmalıdır.

3.4. Nakliyat

Ayaklarda üretilen kömür 150 ton/saat kapasiteli 50 HP gücündeki iki adet elektrik motoru ile tahrik edilen ve 1.5 metre uzunluğunda, baklalı 18x64 mm'lik çift zincirlerle taşıma yapan konveyörle tabanyolunda kurulu toplayıcı konveyöre dökülür. Toplayıcı konveyörler de aynı teknik özelliklere sahiptir. Toplayıcı çift zincirli

konveyör önünde 76 cm(30") genişliğinde, 250 ton/saat kapasiteli, 40 HP gücündeki 1 adet elektrik motoru ile tahrik edilen bantlı konveyörler kömürü; 350 ton/saat kapasiteli, 85 HP gücündeki elektrik motoru ile tahrik edilen 92 cm (36") genişliğinde pano toplama bandına, buradan da ana istihsal bürüne dökerler.

Ana bürlerin alt ağzına otomatik dengeli besleyici dozerler yerleştirilmiştir. 400 ton/saat kapasiteli dozerler vasıtası ile kömür, bür altındaki 5.5 tonluk vagonlara doldurulur. Her 15 dolu vagon ile bir katar teşkil edilir ve 40x2 HP gücünde elektrik motoruyla tahrik edilen troleyle çekilen katar tumba istasyonuna getirilir (ek 2).

Tumbaya bir seferde 2 vagon girer ve bu vagonların boşalttığı kömür, ocak silosu altına yerleştirilmiş olan 450 ton/saat kapasiteli dozer ile 106 cm (42")'lik ana ihraç bandına beslenerek lavvara gönderilir. Ana ihraç bandı 450 ton/saat kapasiteli olup 1.7 m/sn hızla çalışmakta ve 160 HP gücünde bir elektrik motoru ile tahrik edilmektedir.

Malzeme nakliyatı; malzeme trikolarının ocak dışında kurulu ve elektrik motoru ile çalışan büyük vinç vasıtası ile desandri dibine indirilmesi, buradan küçük trikolara aktarılarak 30 HP'lik elektrik motoru veya 15 HP'lik basınçlı havalı vinçler ile pano içine taşınması ile sağlanır.

3.5 Su Atımı

Tunçbilek yeraltı ocağı'nda su geliri azdır ve pek sorun oluşturmamaktadır. Yaklaşık olarak $1.5 \text{ m}^3/\text{ton}$ kömürdür.

Ocak suları yeraltında iki ana su havuzunda toplanarak 100 HP gücünde elektrik motorlu, $100 - 300 \text{ m}^3/\text{h}$ ve 60 mm ss kapasiteli santrifüj tulumlarla yeryüzüne taşınır.

3.6 Havalandırma

Havalandırma; üfleyici olarak çalışan iki adet 1500 m³/dakika kapasiteli vantilatörlerle sağlanmaktadır.

Ocağa giren hava ayakları doladıktan sonra ocak dışına çıkmaktadır. Ocak havalandırma sistemi ek 6'da görülmektedir.

İhzarat sırasında galerilerin sürülmesinde havalandırma; elektrikli ve basınçlı havalı çalışan vantilatörlerle sağlanır. Tali vantilatörlerden elektrikli 250 m³/dakika, havalılar 100 m³/dakikalık basma kapasitesine sahiptirler.

Yeraltı işletmesinde çalışmaların bir çoğu basınçlı hava kuvvetiyle yürütülmektedir. Basınçlı hava kazı makinelerinde (martopikör), delici makinalarda (martoperfara-tör), vinçlerde, tulumbalarda ve vantilatörlerde kullanılmaktadır.

Yeraltında kullanılan basınçlı hava 6 no kompresör dairesinde bulunan üç adet her biri 95 m³/dakika kapasiteli Atlas Copco ve 1 adet 60 m³/dakika kapasiteli İngersoll-Rand kompresörler ile sağlanmaktadır. Kompresörlerden üretilen basınçlı hava değişik çaplardaki çelik borular ile kullanım yerlerine kadar sevk edilir.

4. 45-C PANOSUNUN TANITIMI

4.1 Panonun Özellikleri

45-C pano ek 1'de verilen planda da görüleceği gibi X: 51500 - 52100 ve Y: 48400 - 48900 koordinatları arasında yer almakta olup, yaklaşık 45° kuzeydoğuya doğrudur. Pano uzunluğu 325 metre, genişliği 275 metredir. Pano uzunluğunun sınırlandırılmasında pano gerisinden geçen fayın etkisi olmuştur. Panonun kuzeyindeki kısmı tavan-taban ayak güneyindeki kısmı ise taban ayak olarak çalışılmaktadır. Tavan-taban ayak çalışmasında iki adet tavan ayak, 2 adet taban ayak bulunmaktadır. Tek taban ayak çalışmasında ise 2 adet ayak mevcuttur. Ayak uzunlukları yaklaşık olarak 60 metredir (ek 1).

Panoda nakliyat; ayaklardan çift zincirli konveyörle çıkarılan kömür sabit yolunda bulunan çift zincirli konveyör ve bantlı konveyörlerle pano toplama bantlarına dökülmekte, buradan da ana istihsal kelebesine dökülmektedir.

Tavan ayaklardan gelen kömür tavan sabit yolundaki çift zincirli konveyörlerle tavan kelebeye, buradan da dörderle pano toplama bandına boşaltılır. Panodaki nakliyat ek 5'te ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

45-C pano jeolojik olarak düzgün bir stampa sahip değildir. Ayaklarda yer yer sıkmalara ve çok sık küçük atımlı faylara rastlanmaktadır. Panonun ortasında bulunan bir faydan dolayı da ayaklar ön tarafa atlamıştır.

4.2 Rezerv Hesaplanması

İşletmenin 1991 yılı başı itibariyle sahip olduğu rezerv çizelge 4.1'de verilmiştir.

Panonun rezervinin belirlenmesinde; geometrik şekiller, etki alanları ve hacimlendirme yöntemlerine göre hesaplama yapılmış, bu değerlerin ortalaması alınmış ve çis-

zelge 4.2'de topluca gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. G.L.İ Tunçbilek işletmesi rezervi.

Rezerv Cinsi	Miktarı (Ton)
Hazır rezerv	12.485.000
Görünür rezerv	244.329.000
Muhtemel rezerv	46.882.000
Toplam rezerv	303.696.000

Rezerv hesaplamada aşağıdaki formüller kullanılmıştır:

Tüvenan rezerv (ton): Etki alanı (m^2) x Aritmetik damar kalınlığı (m) x Stamp yoğunluğu (ton/m^3) x jeolojik emsal faktörü

Satılabilir rezerv : Tüvenan rezerv x Net kömür oranı

Üretilecek satılabilir rezerv : Satılabilir rezerv x Üretim randıman

Stamp yoğunluğu (ton/m^3) : Net kömür kalınlığı oranı x Kömür yoğunluğu + Toplam arakesme kalınlığı oranı x Arakesme yoğunluğu

45-C panosunun toplam rezervini (topuklar dahil) bulmak için pano sınırlarından planimetre ile ölçüm yapılmış, toplam alan $99.535 m^2$ bulunmuştur. Buna göre;

Tüvenan rezerv: $99.535 \times 6,9 \times 1,74 \times 1,0$: 1.195.017,2 ton.

Satılabilir rezerv: $1.195.017,2 \times 0,69$: 824.561,9 ton.

Üretilecek satılabilir rezerv: $824.561,9 \times 0,85$
: 700.877,6 ton.

4.2.1. Geometrik şekillerle yapılan hesaplama

Tavan-taban ayak çalışmasının yapıldığı bölüm dik-dörtgen şeklinde olduğundan uzunluk ve genişlik çarpılarak

alan bulunmuştur.

Sadece taban ayak çalışacak bölümde ise; aradaki to-
puktan dolayı bu bölüm üç ayrı dikdörtgen şekline ayrıla-
rak alan bulunmuştur.

Tavan-taban çalışması,

Etki alanı: Uzunluk (m) x Genişlik (m): 330 x 120:39600 m²

Tüvenan rezerv: 39.600 x6,9x1,74x1,0: 475.437,6 ton.

Satılabilir rezerv: 475.437,6x0,69: 328.051,9 ton.

Üretilecek satılabilir rezerv: 328.051,9x0,90

: 295.246,8 ton.

Taban ayak çalışması,

405 nolu ayağın etki alanı: 330x80: 26.400 m².

407 " " " " , 1.bölüm: 174x33: 5.742 m².

407 " " " " , 2. " : 180x67:12.060 m².

Toplam alan: 44.202 m².

Tüvenan rezerv: 44.202x6,9x1,74x1,0: 530.689,21 ton.

Satılabilir rezerv: 530.689,21x0,69: 366.175,56 ton.

Üretilecek satılabilir rezerv: 366.175,56x0,80

: 292.940,45 ton.

4.2.2. Etki alanı yöntemine göre yapılan hesaplama

Bu yöntemde, sondajların etki alanları belirlenerek
hesaplama yapılmıştır.

Tavan-taban çalışması,

<u>Sondaj no</u>	<u>Etki alanı (m²)</u>
2749	5.400
3079	1.400
2520	8.840
2264	5.640
2715	8.600
2716	1.800
3160	5.000
2744	1.000

Toplam alan: 37.680 m².

Tüvenan rezerv: 37.680x6,9x1,74x1,0: 452.386,08 ton.

Satılabilir rezerv: 452.386,08x0,69: 312.146,4 ton.

Üretilecek satılabilir rezerv: 312.146,4x0,80
: 249.717,12 ton

Taban ayak çalışması,

<u>Sondaj no</u>	<u>Etki alanı (m²)</u>
2744	4.200
3160	2.600
2716	4.000
2715	2.200
2714	5.000
2656	13.400
2754	8.800
2648	4.000
2740	2.200

Toplam alan: 46.400 m².

Tüvenan rezerv: 46.400x6,9x1,74x1,0: 557.078,4 ton.

Satılabilir rezerv: 557.078,4x0,69: 384.384,1 ton.

Üretilecek satılabilir rezerv: 384.384,1x0,90
: 345.945,7 ton.

4.2.3. Hacimlendirme yöntemine göre hesaplama

Bu yöntemle, çalışılan bölümlerin alanları planimetre ile hesaplanmıştır.

Tavan taban ayak çalışması,

Alan: 37.400 m².

Tüvenan rezerv: 37.400x6,9x1,74x1,0: 449.024,4 ton.

Satılabilir rezerv: 449.024,4x0,69: 309.826,84 ton.

Üretilecek satılabilir rezerv: 309.826,84x0,90
: 278.844,15 ton.

Taban ayak çalışması,

Alan: 47.000 m².

Tüvenan rezerv: $47.000 \times 6,9 \times 1,74 \times 1,0$: 564.282 ton.

Satılabilir rezerv: $564.282 \times 0,69$: 389.354,58 ton.

Üretilecek satılabilir rezerv: $389.354,58 \times 0,80$
: 311.483,7 ton.

Sonuçlar toplu olarak çizelge 4.2'de görülmektedir.



Çizelge 4.2. 45-C pano rezervi.

HESAPLAMA YÖNTEMİ	GEOMETRİK ŞEKİLLERE GÖRE	ETKİ ALANI YÖNTEMİNE GÖRE	HACİMLENDİRME YÖNTEMİNE GÖRE	ORTALAMA	
TAVAN - TABAN	ALAN (M ²)	39.600	37.680	37.400	38.227
	TÜVENAN (TON) REZERV	475.437,6	452.386,08	449.024,4	458.949,36
	SATILABİLİR REZERV (TON)	328.051,944	312.146,4	309.826,84	316.675,06
	ÜRETİLECEK SAT. REZERV (TON)	295.246,75	249.717,12	278.844,15	274.602,7
TAVAN	ALAN (M ²)	44.202	46.400	47.000	45.867,3
	TÜVENAN (TON) REZERV	530.689,212	557.078,4	564.282	550.683,2
	SATILABİLİR REZERV (TON)	366.175,56	384.384,1	389.354,58	379.971,4
	ÜRETİLECEK SAT. REZERV (TON)	292.940,45	345.945,7	311.483,7	316.789,95

4.3 Damarın Özellikleri

Tunçbilek kömür havzasında, alt seri (miosen) içinde iki seviyede linyit damarı teşekkül etmiştir. Bunlardan alttaki damar şistli kil horizonu içinde olup, adese şeklindedir. Her yerde görülmemektedir ve yanlara doğru süratle sterilleşmektedir. Kalınlığı az olan bu "alt linyit damarı"nın ekonomik değeri yoktur, bu nedenle işletilmemektedir.

Bölgede halen işletilmekte olan kömür damarı gene alt seride ve alt marn horizonunun üst seviyelerinde veya alt marn horizonu ile üst marn horizonu geçişinde teşekkül eden "ana linyit damarı"dır.

Ana linyit damarının genel olarak yatımı 10° civarında ve kalınlığı 4 - 12 metre arasında olup, damar içinde muhtelif kalınlıkta tabaka ve adese şeklinde ara kesmeler mevcuttur. Bunların en önemlileri yukarıdan aşağı olmak üzere A,B ve C killeri olarak adlandırılmakta olan ara kesmelerdir. Bundan başka C kilinin 1 metre kadar üzerinde "sarı kil" diye adlandırılan bir ara kesme daha vardır.

A kili tavan taşından itibaren 130 - 180 cm mesafede ve 15 - 20 cm kalınlıktadır. Bu kil tabakasına her kesitte rastlanmamakla birlikte genellikle ya çok ince ya da arada kömür tabakası olmadan birleşmiş olarak rastlanır.

B kili 25 - 30 cm kalınlıkta ve taban taşından yaklaşık 5 metre yukarıda damarın ortasında yer almaktadır. C kili ise, 20 - 25 cm kalınlıkta ve taban taşından 180 - 200 cm yukarıdadır (şekil 4.1).

Damarın tavanından tabanına doğru kömür kalitesi homojen değildir. Tavan taşı ile A kili arasındaki kısım tavan kömürü olarak adlandırılmakta olup, bu kısımdaki kömür damarın diğer kısımlarına nazaran daha temiz ve kalitelidir. C kilinin altında yer alan kısma "taban kömürü" denilmektedir. Taban kömürü tavan kömüründen sonra dama-

TABAKA ADI	Basınç Dayanımı Kg/cm ²
Tavan Taşı (marn)	500 - 600
Tavan kömürü	Ort: 120 Max: 250
Orta kömür	< 350
Taban kömürü	Ort: 120 Max: 250
Taban Taşı (marn)	300 - 700

Şekil 4.1. Damar stampı.

⊗: Tavan kömürü içinde yer yer görülen "kaynak taşları"nın basınç dayanımı 1300 kg/cm²'ye kadar çıkabilmektedir.

rın en kaliteli kömürüdür. A kili ile C kili arasındaki kömüre "orta kömür" denilmektedir. Orta kömür özellikle B kili civarında bantlı ve mikstli (karışık) olup bu kısmın kömürü damarın en düşük kaliteli kömürüdür.

Bu ara kesmelerden başka taban taşından 15-20 cm mesafede "taban kili" olarak tarif edilen, 10 cm kalınlığında, zaman zaman görülen bir ara kesme daha mevcuttur.

Tavan ve taban kömürlerinin basınç dayanımı ortalama 120 kg/cm^2 olup, 250 kg/cm^2 'ye kadar yükselmektedir. Orta kömürün basınç dayanımı ise 350 kg/cm^2 'ye kadar ulaşabilmektedir. Tavan kömürü içinde çeşitli büyüklüklerde ve yer yer kendini gösteren ve "kaynak taşı" olarak tabir edilen silisli yumruların basınç dayanımı ise; 1300 kg/cm^2 'ye kadar çıkabilmektedir.

Damarın tavan ve taban taşı marndır. Marnın içinde kil/kalker oranına göre değişmekle birlikte genel olarak taban taşının basınç dayanımı $500 - 600 \text{ kg/cm}^2$ arasında değer göstermektedir.

Yeraltından elde edilen ve lavvardan çıkan kömürlerin özellikleri ek 5 ve ek 6'da görülmektedir.

5. KÖMÜR, TAVAN VE TABAN TAŞININ JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ

5.1 Laboratuvar Deneyleri

5.1.1. Kömür, tavan ve taban taşında yapılan deneyler

Panoda, tavan, orta ve taban kömüründen alınan numuneler mekanik atelyesinde kübik şekilde kesilerek düzeltilmiş ve G.L.İ Kalite Kontrol Laboratuvarı'nda tek eksenli basınç deneyine tabi tutulmuşlardır. Deneylerde kullanılan kömür numuneleri şekil 5.1'de, elde edilen değerler de çizelge 5.1'de görülmektedir.



Şekil 5.1. Tek eksenli basınç deneyi yapılan kömür numuneleri.

Tavan ve taban taşının tek eksenli basınç deneyleri de çizelge 5.2'de görülmektedir (Paşamehmetoğlu vd.,1980). Standart sapma değerleri; tavan taşı için tabakalanmaya paralel % 57.6, tabakalanmaya dik % 74.2, taban taşı için tabakalanmaya paralel % 86.1, tabakalanmaya dik % 71.1 olarak bulunmuştur. Buna göre tavan taşının tek eksenli

Çizelge 5.1. Kömür için tek eksenli basınç deneyi sonuçları.

	Numune No	Boyut (a=b-c)	Alan (cm ²)	Kırılma Yüğü kg	Bas.Day. kg/cm ²	Ort.Bas.Day. kg/cm ²
TAVAN	1	5,5x5,5	30,25	2386	78,9	82,6
	2	6 x 6	36,00	4392	122,0	
	3	6,5x6,5	42,25	3168,75	75	
	4	7,5x7,5	56,25	3937,5	70,0	
	5	5 x 5	25,0	1675	67,0	
ORTA	1	6 x 6	36,0	3322,8	92,3	118,3
	2	5 x 5	25,0	2004	80,16	
	3	5,5x5,5	30,25	1864,61	61,64	
	4	7 x 7	49,0	7722,4	157,6	
	5	7,5x7,5	56,25	9675	172,0	
	6	6,5x6,5	42,25	6168,5	146,0	
TABAN	1	7,5x7,5	56,25	5118,75	91,0	83,7
	2	8 x 8	64,0	5381,76	84,09	
	3	8,5x8,5	72,25	3691,97	51,1	
	4	7 x 7	49,0	5316,5	108,5	

Çizelge 5.2. Taban ve tavan taşı için tek eksenli basınç deneyi sonuçları.

		Numune No	Çap (mm)	Uzunluk (mm)	Alan (cm ²)	Kırma Yüğü (kg)	Basınç Day. kg/cm ²	Ort. Bas. Day. kg/cm ²
TAVAN TAŞI	TABAKALANMAYA PARALEL	1	29.4	52.65	6.78	1300	192	232
		2	29.4	52.85	6.78	1850	273	
		3	29.4	56.20	6.78	1250	183	
		4	29.4	60.50	6.78	1050	155	
		5	29.4	59.50	6.78	1900	281	
		6	29.4	56.80	6.78	2100	309	
	TABAKALANMAYA DİK	1	29.4	34.20	6.78	3600	539	503
		2	29.4	43.85	6.78	2650	391	
		3	29.4	42.10	6.78	3100	458	
		4	29.4	49.75	6.78	3800	560	
		5	29.4	51.55	6.78	3100	458	
		6	29.4	56.65	6.78	4150	612	
TABAN TAŞI	TABAKALANMAYA PARALEL	1	29.4	52.00	6.78	1400	207	342
		2	29.4	52.30	6.78	2750	406	
		3	29.4	64.00	6.78	2450	362	
		4	29.4	58.95	6.78	1850	273	
		5	29.4	60.50	6.78	2250	332	
		6	29.4	58.30	6.78	3200	472	
	TABAKALANMAYA DİK	1	29.4	54.21	6.78	2500	516	490
		2	29.4	53.10	6.78	3250	479	
		3	29.4	60.02	6.78	2450	361	
		4	29.4	55.62	6.78	3100	457	
		5	29.4	58.45	6.78	3700	546	
		6	29.4	56.24	6.78	3950	583	

basiñ direncinin tabakalanmaya paralel 366,6 ile 97,4 arasında, tabakalanmaya dik 686,2 ile 316,8 arasında, taban taşının tek eksenli basıñ direncinin ise tabakalanmaya paralel 558,1 ile 120,9 arasında, tabakalanmaya dik 654,1 ile 289,9 değerleri arasında olabileceği belirlenmiştir.

5.1.2. Schmidt Çekici deneyleri

Ömerler yeraltı işletmesi'nde değişik formasyonlarda N 26 tipi "Schmidt çekici" ile yerinde ölçmeler yapılmıştır. Her noktada 10 okuma yapılmıştır. Genelde ilk okuma düşüktür. Çekicinin vurduğu nokta kompaktlaştığından değerler, diğer okumalarda belirli bir sınıra kadar yükselmektedir. Bu değerler çizelge 5.3'de verilmiştir (Özerdem, 1990).

Çizelge 5.3. Schmidt çekici deneyi sonuçları.

FORMASYON	DENEY NO	DEĞERLER	ORTA-LAMA
Kumtaşı	1	22,32,34,32,32,32,32,32,32,32	32
	2	21,22,22,22,22,22,22,20,20,22	22
	3	24,30,26,26,26,26,26	26
Taban Taşı	1	34,36,36,36,34,36,36,36,36,36	36
Marn	2	32,34,34,34,32,34,34,34	34
Taban Taşı İçinde Sert Marn	1	52,54,54,56,57,57,57,57,57,56	57
	2	50,52,54,54,56,54,54,54,54	54
Tavan Taşı	1	24,24,22,22,22,24,22,24,22,22,24	23
Marn	2	20,20,22,22,23,23,23,23,23,23	23
Tavan Kömürü	1	30,32,32,32,32,32,30,30,32,32	32
	2	32,30,36,35,35,35,35,32,32,32	33
Taban Kömürü	1	22,22,24,24,24,24,25,24,24,24	24
	2	34,36,30,35,35,35,35,30	35
	3	20,22,25,24,24,25,25,24,24,24	24
Kaynak Taşı	1	60,62,62,62,62,62,60,62,62,62	62
	2	62,62,64,64,64,64,64,64,64,64	64

5.2 Formasyonların Jeomekanik Sınıflandırılması

5.2.1. Tavan taşının tek eksenli basınç direnci ve E Modülüne göre sınıflandırılması

Bu sınıflandırmada kayaçların tek eksenli basınç direnci ve elastik özellikleri birer kriter olarak alınmıştır. Bu parametreler esas alınarak D.Deere ve arkadaşları tarafından kayaçlar, çok düşük (E), düşük (D), orta (C), yüksek (B), çok yüksek (A) dirençli olarak sınıflandırılmışlardır. Ayrıca her bir sınıf da yüksek modül oranı (H) orta modül oranı (M), düşük modül oranı (L) olmak üzere üçe ayrılmıştır (şekil 5.2).

Tunçbilek yeraltı ocağı'nda tavan taşının tek eksenli basınç direnci 232 kg/cm^2 , elastisite modülü $E: 17,4 \text{ kg/cm}^2$ olduğundan "L düşük modül oranında", "E çok düşük dirençtir".

5.2.2. R.Q.D. (kaya kalite tayini) sınıflandırması

1964'te Deere, sondaj karotlarının miktar olarak incelenmesini önerdi. Bunu rock quality designation anlamında R.Q.D olarak isimlendirdi.

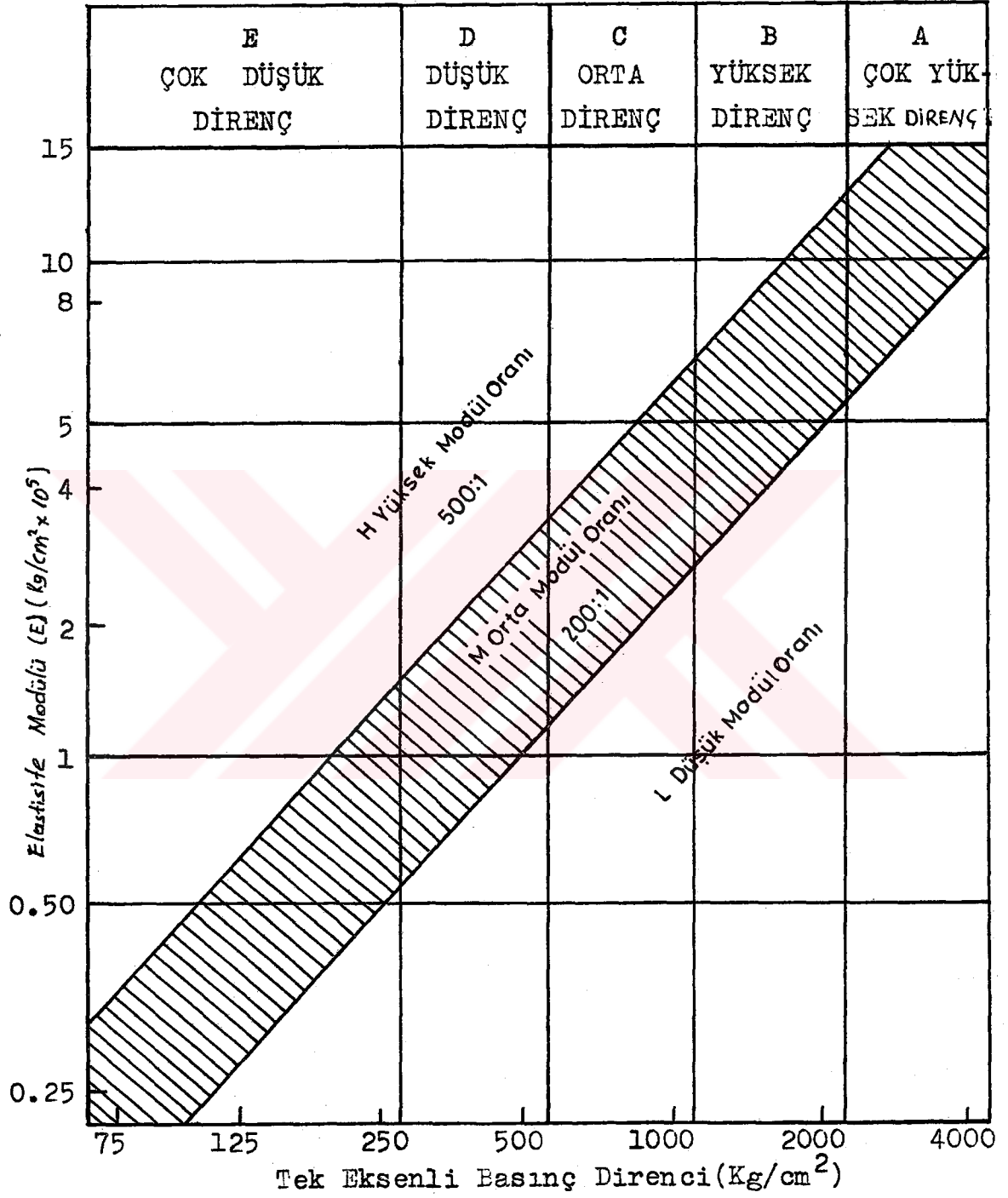
Bu yöntem kayaç kütlesini sınıflandırmada, özellikle en uygun tahkimat sistemini seçmek için son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem karotlu ilerlemelerde, karot veriminin bir başka ifadesidir. Elde edilen sonuç, formasyonların kırık yoğunluğu ile de ilgili bir fikir verir.

R.Q.D bir sondaj deliğinden alınan karotlar içinde 100 mm'den büyük parçaların toplam uzunluğunun, toplam karot boyuna oranı olarak ifade edilir ve şöyle hesaplanır.

$$\% \text{ R.Q.D} = \frac{L_p}{L_t} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

Burada,

L_p = Karotlu ilerlemede 100 mm'den büyük uzunluğa sahip ka-



Şekil 5.2. Kayaçların tek eksenli basınç direnci ve elastisite modülü arasındaki ilişki.

sağlam karot parçalarının toplam uzunluğudur.

Lt: Karot ilerlemesinin toplam uzunluğudur.

Çizelge 5.4. R.Q.D ile kayaç kalitesi arasındaki ilişki

% R.Q.D.	Kayaç kalitesi
25 - 0	Çok zayıf
25 - 50	Zayıf
50 - 75	Orta sağlam
75 - 90	Sağlam
90 - 100	Çok sağlam

Kömür havzasında Ömerler yeraltı işletmesine yakın yerde tavan taşında yapılan sondajların ortalama değeri aşağıdaki gibidir:

Lp = 194 cm.

Lt = 450 cm.

% R.Q.D = $194/450 \times 100 = 43,11$ 'dir.

Tunçbilekte yapılan bir çalışmada ise R.Q.D, % 42,47 olarak bulunmuştur.

Her iki ölçüm sonucuna göre de tavan taşı zayıf kayaç kalitesindedir.

5.2.3. C.S.I.R sınıflandırması

Yeraltı işletmelerinde büyük hazırlık galerileri marn içinde sürülmektedir. Bu galerilerden alınan numunelerle yapılan deneylerin ve galeride yapılan ölçümlerin değerleri aşağıdaki gibidir. Galerinin açıldığı formasyonu (kayacı) Bieniawski'nin C.S.I.R kayaç sınıflandırma yöntemine göre şöyle sınıflandırabiliriz:

σ_c : 24,3 MPa
R.Q.D : % 42,47
Eklemlerin sıklığı : 0,3 - 0,4 m
Eklemlerin durumu : Az kaba yüzler, ayırım 1 mm, eklem-
li sert duvar kayası
Yeraltı suyu : Orta basınç altında su geliri var
Eklemlerin yönelimi : Tünel eksenine paralel, $20^\circ - 40^\circ$

Ek 9'daki tabloya göre sınıflamada IV. grup "zayıf kaya" bulunur. Kaya sınıflama yorumu ise şöyledir:
Ortalama dayanma süresi : 1,5 metre açıklıkta 5 saat
Kaya kütlelerinin kohezyonu : 100 - 150 kPa
Kaya kütlelerinin sürtünme açısı: $30^\circ - 35^\circ$
Kolaylıkla kazılır, iyi parçalanma.

6. TABAN YOLLARINDA VE AYAK ÖNLERİNDE GERİLMELER

6.1 Teorik Yaklaşım

Kayaçlar içinde oluşan gerilmelere genel anlamda "arazi basıncı" denir. Bu kavram yer kabuğu içindeki gerilmelerin kazı öncesindeki durumlarıyla, kazı sonrasındaki durumlarının tümünü içermektedir. Ancak kaya yapıları mekaniğinde arazi basıncı, dar anlamda ve sadece, kayaçlar içerisinde boşluk açılması sırasında kayadan gelmesi beklenen basınç olarak kullanılmaktadır. Bu yüzden arazi basıncı denince kazıdan sonra kayanın ve/veya tahkimatın taşıyıcı bölgelerine gelmesi beklenen yüklerin dağılımı anlaşılmaktadır.

Arazi basıncı, doğal (ilkel, primer) gerilmeler, ikincil (sekonder) gerilmeler ve üçüncül (tersiyer) gerilmeler olarak üç gruba ayrılır.

Yeraltı kaya yapılarında teknik girişim öncesi bulunan değişik kökenli her türlü gerilmelerin bileşkesine doğal gerilmeler denir.

Doğal gerilmeler, yerçekimsel (gravitasyon) gerilmeler ve kalıcı (rezidüel) gerilmeler olmak üzere ikiye ayrılır.

Yerçekimsel gerilmeler, kayaçların kendi ağırlıklarından dolayı kayaç içerisinde oluşturdukları düşey ve yatay doğrultudaki gerilmelerdir. Yerçekimsel gerilmelerin dışında kalan gerilmelere kalıcı gerilmeler denir.

Yeraltı kaya yapılarında kazı sırasında doğal gerilmelerin yön, yer ve şiddet değiştirmesiyle oluşan gerilmelere ikincil gerilmeler denir.

Kazı öncesi kendi içinde denge konumunda olan kaya ortamındaki gerilme dağılımı, boşluğun açılmasıyla giderek değişir. Gerilmeler boşluk çevresinde yoğunlaşarak, kaya-

cın bazı kısımlarında yüksek gerilmeler oluşur. Oluşan bu yüksek gerilmeler, kayaç malzemesine, kayacın dokusuna, su durumuna, kazı boşluğunun geometrisiyle boyutlarına, tekniğine bağlı ve zamanın bir fonksiyonu olarak ortaya çıkarlar.

Yeraltı boşluğunun açılmasından sonra oluşan ve teknik girişimler olmaksızın kendi içinde dengeli konuma gelen ikincil gerilmelerin, daha sonra farklı kuvvetlerin etkisiyle yeniden değişmesi sonucu oluşan gerilmelere üçüncül gerilmeler denir.

Yeryüzünden herhangi bir derinlikte bulunan bir birim hacim elemanı doğal gerilmelere maruz kalır. Bu gerilmeler üç eksenli basınç gerilme durumunu meydana getirir ($\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$). Ancak kaya ortamında, yatay düzlem içinde gerilmelerin eşit olduğu kabul edildiğinden ($\sigma_x = \sigma_y$), sözkonusu elemana etki eden gerilmeleri σ_x, σ_z olarak kabul edebiliriz. Bu gerilmeler iki bileşenden oluşur.

$$\sigma_z = \sigma_{z,g} + \sigma_{z,k} \dots \dots \dots (2)$$

$$\sigma_y = \sigma_x = \sigma_{x,g} + \sigma_{x,k} \dots \dots \dots (3)$$

Burada,

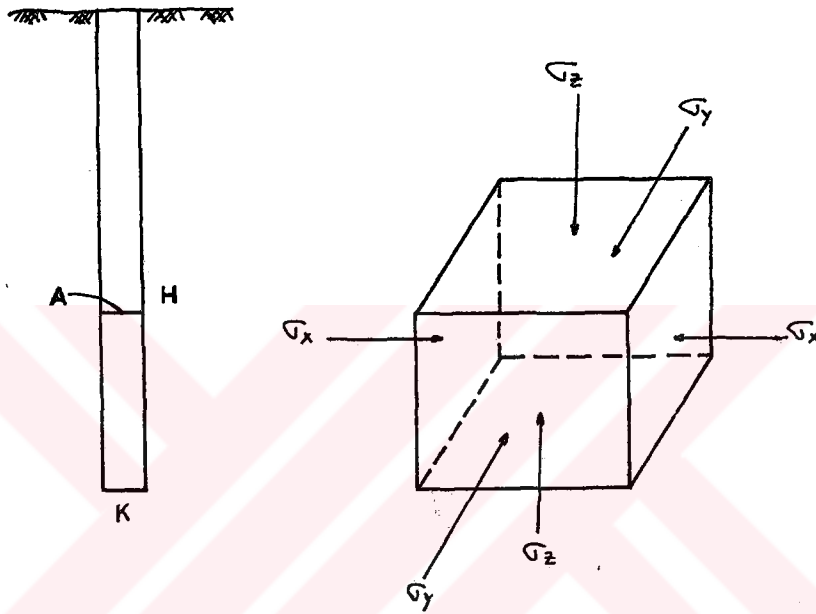
$\sigma_x, \sigma_z =$ Sırasıyla, toplam yatay ve düşey gerilmeler

$\sigma_x, \sigma_k, \sigma_{z,k} =$ Sırasıyla, yatay ve düşey rezidüel gerilmeler

$\sigma_{x,g}, \sigma_z =$ Sırasıyla, yatay ve düşey yerçekimsel gerilmeler.

Yeraltı kaya yapıları içinde açılan boşluklar çevresinde oluşacak gerilmeleri teorik olarak hesaplayabilmek için toplam yatay ve düşey gerilmeleri bilmek gerekir. Kalıcı gerilmeleri sadece yerinde yapılan ölçümler ile bulmak mümkün olduğundan ve bu güne kadar yapılan araştırmalar sonucunda, yerinde gerilmelerin çoğu kez yerçekimsel gerilmelerden kaynaklandığı ve düşey kalıcı gerilmelerin genellikle sıfır olduğu görüldüğünden toplam düşey gerilmeler yerçekimsel gerilmenin hesaplanması ile bulunmakta-

dır ($\sigma_z = \sigma_z, g$). Fakat yatay kalıcı gerilmelerin varlığı nedeniyle, yatay kalıcı gerilme bileşeni, yatay yerçekimsel gerilme bileşeninden büyük olabilmektedir (Köse ve Kahraman, 1989).



Şekil 6.1. Yeryüzünden H derinliğinde bulunan elemana etki eden gerilmeler.

Yeryüzünden herhangi bir H derinliğinde, herhangi bir noktada, A kesitindeki yerçekimsel düşey gerilme şu şekilde bulunur:

$$W = H \times A \times Y \dots\dots\dots (4)$$

$$\sigma_z = W/A \dots\dots\dots (5)$$

$$\sigma_z = Y \times H \dots\dots\dots (6)$$

elde edilir. Burada,

W = Kaya elemanının ağırlığı, ton.

H = Derinlik, m.

A = Kesit alanı, m^2 .

Y = Kayacın yoğunluğu, ton/m^3 .

Herhangi bir derinlikte meydana gelecek olan yerçekimsel düşey gerilme yoğunluk ve derinlikle doğru orantı-

lıdır.

Şekil 6.1'deki K elemanında meydana gelen deformasyonlar,

$$\epsilon_z = 1/E [\sigma_z - \nu (\sigma_x + \sigma_y)] \dots \dots \dots (7)$$

$$\epsilon_x = 1/E [\sigma_x - \nu (\sigma_y + \sigma_z)] \dots \dots \dots (8)$$

$$\epsilon_y = 1/E [\sigma_y - \nu (\sigma_x + \sigma_z)] \dots \dots \dots (9)$$

şeklinde ifade edilir.

Kaya ortamında, $\sigma_x = \sigma_y$ olduğu ve yatay doğrultuda herhangi bir şekil değişikliğinin oluşmadığı ($\epsilon_x = \epsilon_y = 0$) kabul edilirse,

$$\sigma_x = \sigma_y = \nu / (1 - \nu) \times \sigma_z \dots \dots \dots (10)$$

ile ifade edilir ve,

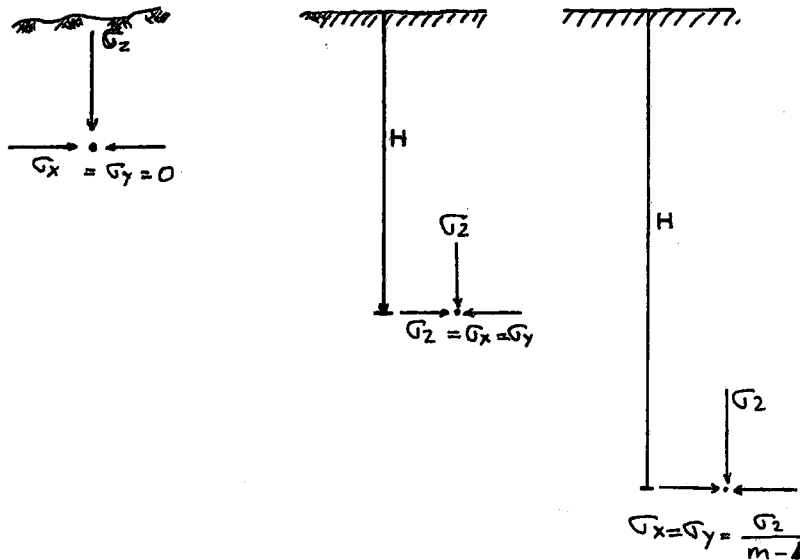
$$\nu = 1/m \dots \dots \dots (11)$$

olduğundan, ν poisson oranı "m" cinsinden,

$$\nu_x = z / (m - 1) \dots \dots \dots (12)$$

şeklinde yazılabilir.

Derinliğe bağlı olarak değişen gerilme koşulları aşağıdaki gibidir.



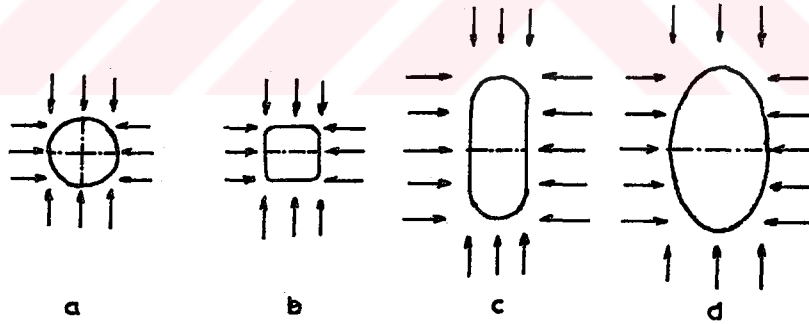
Sığ derinlik	Orta derinlik	Büyük derinlik
0 - 50 m	50 - 1000 m	1000 m

Şekil 6.2. Gerilmelerin derinlikle değişmesi.

Gerilmelerin eşit olduğu koşula hidrostatik gerilme hali denir.

Ek 1'deki sondajlardan da görüleceği gibi panodaki tabanyollarının ortalama derinliği 191,6 metre, ortalama kömür kalınlığı da 6,9 metredir. Tabanyollarındaki bağlar üzerinde 4,4 metre kömür, 187,2 metre örtü tabakası bulunmaktadır. Ortalama derinlik basıncı,
 $\sigma_z = 2,3 \times 187,2 + 1,74 \times 4,4 = 438,2 \text{ ton/m}^2 = 43,82 \text{ kg/cm}^2$
olarak bulunmaktadır. Galerinin açıldığı derinlik de 191,6 metre olduğu için σ_x ve σ_y değerleri de $43,8 \text{ kg/cm}^2$ olarak bulunur.

Şekil 6.3'te hidrostatik gerilme altında ($\sigma_z = \sigma_x$) çesitli galeri kesit şekillerinin uygunluğu gösterilmektedir. Görüldüğü gibi, en uygunu dairesel, en sakıncalı olanı ise düşey elips şeklindeki galeridir.

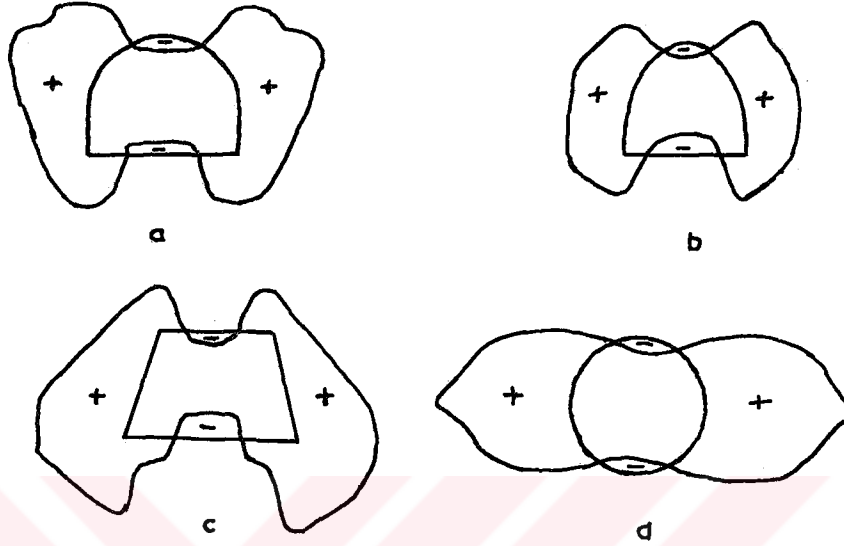


Şekil 6.3. Hidrostatik basınç altında galeri kesitlerinin durumu.

Madencilikte yaygın olarak kullanılan galeri kesitleri etrafındaki gerilme dağılımları düşey basınç gerilmesi için şekil 6.4'te görülmektedir.

Uygulamada kullanılan bütün kesitlerin taban ve taban cidarlarında belirli şiddette çekme gerilme zonu oluşur. Elips kesitinin gerilme bakımından uygun olmasına karşın, pratikte açılması oldukça zor, hatta imkansızdır.

Bu nedenle geometrik şekiller tercih edilir.

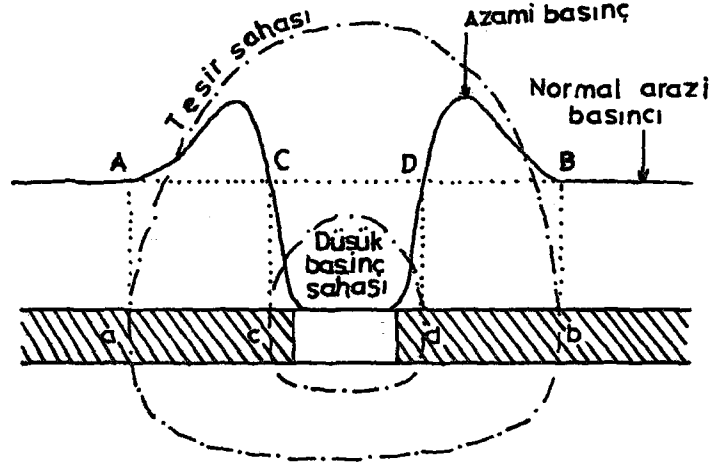


Şekil 6.4. Çeşitli galeri kesit şekillerinde gerilme dağılımları.

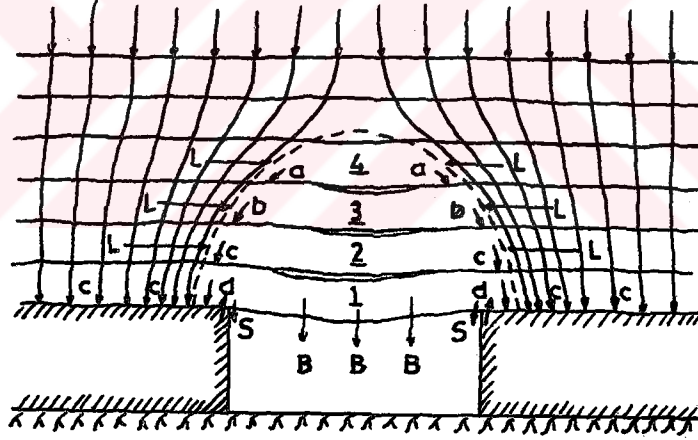
6.1.1. Galerilerde basınç gerilmeleri

Bu konuda Avrupalı araştırmacıların vardığı sonuç galeri üzerinde bir düşük basınç sahası, onun etrafında bir "tesir" sahası ve nihayet "normal" basınca yönelen tedrici bir geçiştir (şekil 6.5). Böylece düşük basınçtan doğan basınç azalması yandaki kömür veya cevher tabakalarına dağılmış olur. Açılan galeri dışında basıncın normalin dört katına kadar çıkabildiği tespit olunmuştur.

Galeri üzerine gelen basınçlarda, ana arazi ağırlığının yandaki kömür topuğuna bindiği ve arada bir "kubbe" veya "kemer" halinde, birbirinden ayrılmış tabakalardan müteşekkil bir kütle kalacağı kabul edilebilir. Bu durumda meydana gelen basınçlar şekil 6.6'da görülmektedir.



Şekil 6.5. Bir galeride basınçların dağılışı.



Şekil 6.6. Galeride kuvvetler ve dağılışı.

Şekilde,

B= Eğilen bir kirişin verdiği eğilme yükü,

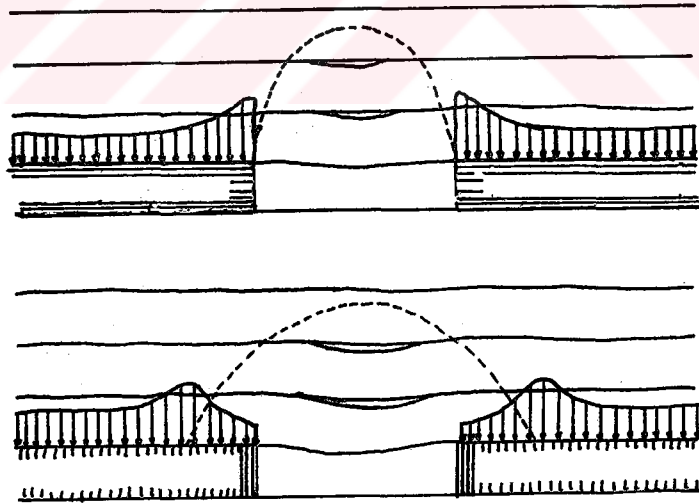
S= Eğilme basıncınının galeri cidarlarında meydana getirdiği makaslama yükler,

L= Ayrılan tabakalar neticesi genişleyen kitlenin oluşturduğu yan yükler,

a, b, c= Kemer içindeki tabakaların kendi ağırlıklarının topluklara geçen kısımlarını, ifade eder.

Böylece ana basınçtan ayrılmış olarak basıncı azalmış "ferahlanmış" saha (kemer içi) ve kemerin dışında basıncın yoğunlaştığı, köprü ayaklarına benzer bir "kemer basıncı" meydana gelmektedir.

İngiltere'de yapılan etütlerde kömür klivajına paralel sürülen odalar ile klivaja dik sürülen odalarda basınçların başka başka olduğu ifade edilmektedir. Klivaja paralel olan odalarda (walls), basınç galeri kenarından ileride azamiye erişmekte, tabakadaki genişleme sebebiyle bu azami değer daha düşük olmaktadır (şekil 6.7). Buna karşın klivaja dik odalarda (bord) kömür genişleyemediği için azami değer hemen galeri çidarında ve daha yüksek değerde kendini göstermektedir. Bu büyük basınca tahammül edemeyen taşlarda kırılmalar daha çok olmakta, dolayısıyla tahkimata daha fazla önem verilmesi gerekmektedir.



Şekil 6.7. Oda ve topuklarda basınçların dağılışı.

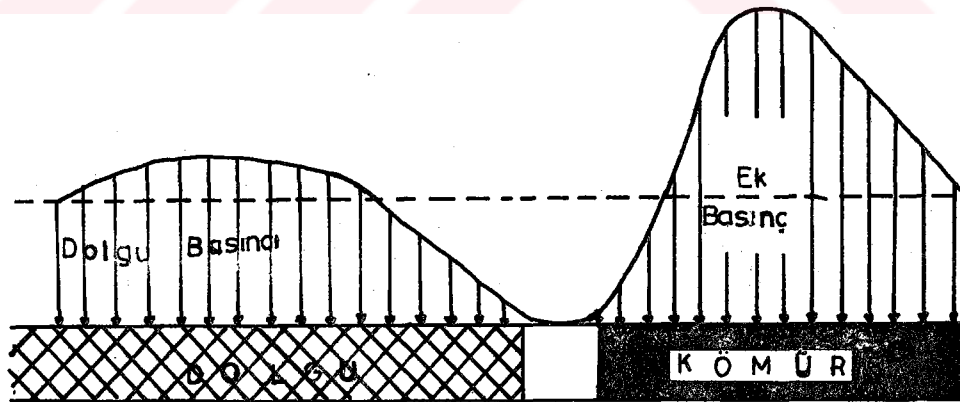
6.1.2. Ayak çevresinde oluşan gerilmeler

Uzunayak etrafında oluşan ikincil gerilmelerin açıklanması ile ilgili olarak çeşitli teoriler ortaya atılmıştır. Bunlar arasında önemli olanları; basınç kemeri,

plastik örtü katmanı, kiriş, katmanlar, basınç elipsoidi ve zemin mekaniği teorileridir.

6.1.2.1. Basınç kemeri teorisi

Bu teoriye göre; kayaç yükünden oluşan yerçekimsel basınç, ayak üzerinde oluşan basınç kemerinden dolayı, ayak önündeki kömür damarı ile ayak arkasındaki dolgu veya göçük tarafından taşınır (şekil 6.8). Basınç kemerinin genişliği yaklaşık olarak 75 - 100 metre arasındadır. Ayak tahkimatı üzerinde ise ferahlanmış saha vardır ve ayak tahkimatı üzerine etki eden yük derinlikten bağımsız ve derinlik basıncının çok altındadır. Ayak önündeki kayaç basıncı, derinlik basıncının 2 - 6 katını bulmaktadır. Basınçlar maksimum değere 10 - 15 metre ileride ulaşırlar ve etkilerini 150 metreye (kumtaşında) kadar gösterebilirler. Dolgu veya göçük üzerinde ise kayaç basıncı, derinlik basıncını biraz geçmektedir.

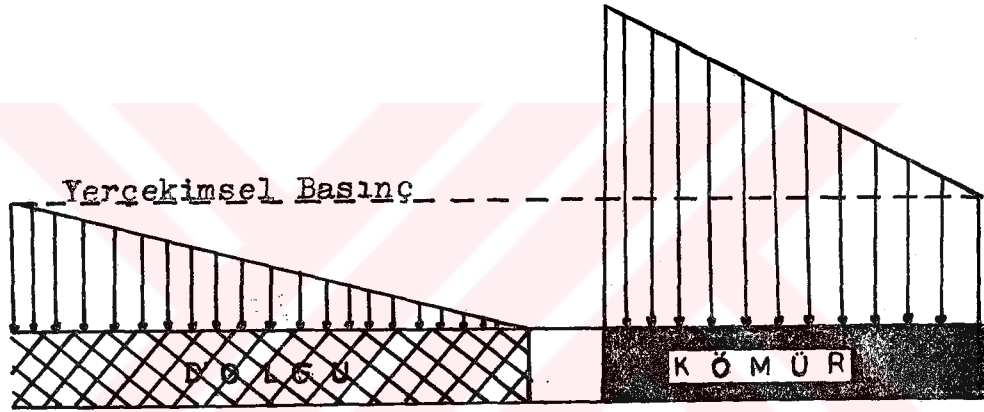


Şekil 6.8. Basınç kemeri teorisine göre basınç dağılımı.

6.1.2.2. Plastik örtü katmanı teorisi

Bu teoride tavan taşları dolgu üzerine oturan örtü katmanı olarak kabul edilmektedir. Üretim alanı üzerinde-

ki kayaç basıncı ek basınç olarak, uzunayağın ön ve yan tarafındaki kömür damarı üzerine, kalan bölümü ise kademeli olarak derinlik basıncına ulaşacak şekilde dolgu üzerine etki etmektedir. Kömür damarı üzerindeki ek basınçlar maksimum değere ayaktan 4 - 5 metre uzakta oluşmaktadır. Dolgu üzerinde ek basınç görülmemekte, ayaktan uzaklaştıkça dolgu üzerinde yerçekimsel basınç değerine ulaşılmaktadır (şekil 6.9).

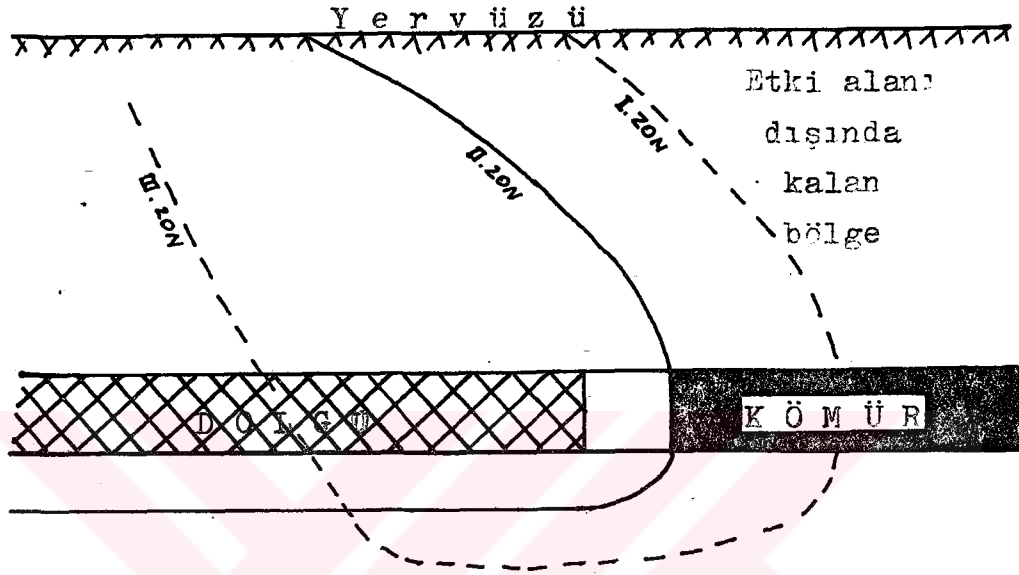


Şekil 6.9. Plastik örtü katmanı teorisine göre basınç dağılımı.

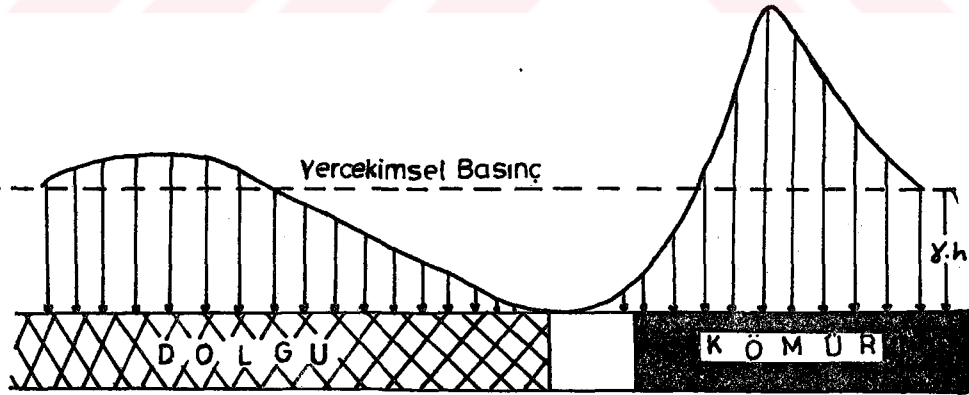
6.1.2.3. Kiriş teorisi

Bu teoriye göre; kazı aynasının ilerlemesi ile uzunayak etrafında üç farklı zon oluşmaktadır (şekil 6.10). Birinci zonda ek basınçlardan dolayı tavan ve taban taşlarında önemli çatlak ve yarıklar oluşmaktadır. İkinci zonda tavan katmanları ayak arkasına doğru eğilmekte ve araları açılarak "weber boşlukları" oluşmakta, her bir katman önce bir konsol kiriş, daha sonra iki tarafından mesnetlenmiş birer kiriş gibi davranmaktadır. Bu nedenle birinci ve ikinci zonun sınırında ek basınçlar en yüksek değerine ulaşmakta, ayak üzerinde ise ferahlamış saha oluşmaktadır. Üçüncü zonda basınç değerler kademeli olarak derinlik basıncına düşmekte ve denge tekrar sağlanmaktadır.

Bu teoriye göre de; ayak önünde ve arkasında ek basınçlar oluşmaktadır (şekil 6.11).



Şekil 6.10. Kiriş teorisine göre oluşan zonlar.

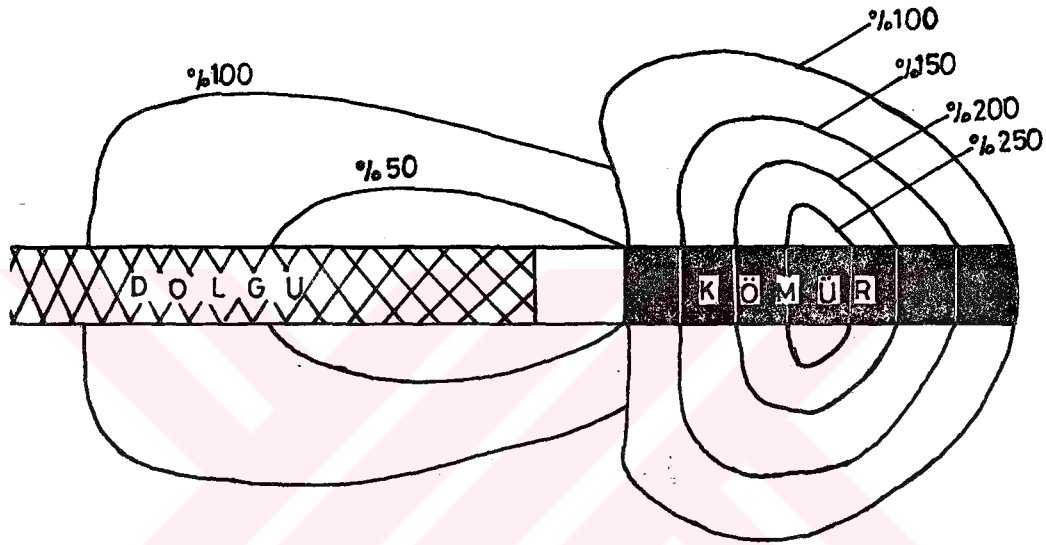


Şekil 6.11. Kiriş teorisine göre basınç dağılımı.

6.1.2.4. Katmanlar teorisi

Bu teoriye göre; uzunayak üzerinde tava katmanları kendi ve üzerlerinde bulunan örtü katmanlarının ağırlıklarından dolayı eğilerek kömür damarı ve dolgu üzerine ba-

sınç yapmaktadırlar. Kayaç basıncı kömür damarı üzerinde derinlik basıncının % 250'sine kadar ulaşmakta, dolgu malzemesi üzerinde tekrar derinlik basıncı değerine düşmektedir (şekil 6.12). Bu teoriye göre ek basınçlar; kömür damarı üzerinde oluştuğu halde, dolgu üzerinde oluşmaz.



Şekil 6.12. Katmanlar teorisine göre basınç dağılımı.

6.1.2.5. Basınç elipsoidi teorisi

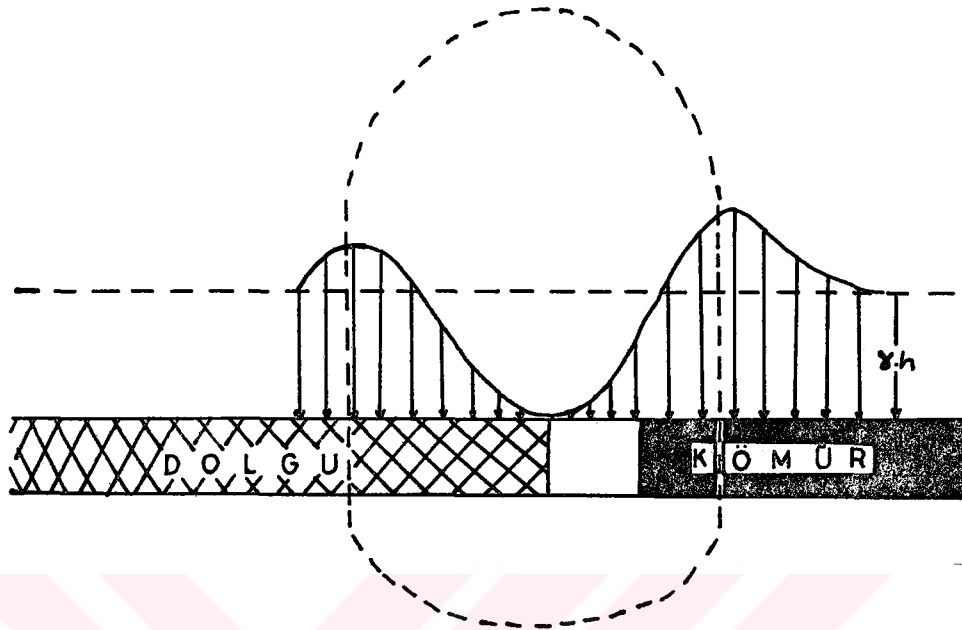
Bu teoriye göre; uzunayak etrafında bir basınç elipsoidi oluşmakta, elipsoidin içinde basıncı düşük bir zon, dışında ise basıncı yüksek bir zon oluşmaktadır (şekil 6.13). Elipsoidin düşey boyutu yatay boyutunun yaklaşık iki katı kadar olmakta ve elipsoidin genişliği derinliğe bağlı olarak yaklaşık aşağıda gösterilen formüldeki gibi artmaktadır.

$$b \approx \frac{3}{20} \times H + 18 \dots \dots \dots (13)$$

Burada,

b = Elipsoidin genişliği, m.

H = Uzunayağın derinliği, metredir.



Şekil 6.13. Basınç elipsoidi teorisine göre basınç dağılımı.

6.1.2.6. Zemin mekaniği teorisi

Bu teoride; damar üzerindeki tavan katmanlarının üretimden sonra çatlak ve kırık gibi süreksizlikler içermesi, dolayısıyla de kohezyonzuz kum ya da kırılmış taş parçaları gibi davranması sebebiyle zemin mekaniği teorilerinin uygulanabileceği ileri sürülmektedir. Bu teoriye göre; ayak üzerine etki eden a basıncı, derinlik basıncına bağlı olarak aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$\sigma_a = \sigma_z \times (1 - \sin \phi) / (1 + \sin \phi) \times e^{-\pi \times \tan \phi} \dots \dots \dots (14)$$

Burada,

σ_z = Derinlik basıncı, ton/m²

ϕ = İçsel sürtünme açısı.

Bu basınç pratikte ölçülen değerlere uygun olmaktadır.

Burada anlatılan bütün teorilerde kömür damarı üzerinde ek basınç olduğu kabul edilmekte, göçük ya da dolgu üzerindeki basınç dağılımı hakkında farklı görüşler sa-

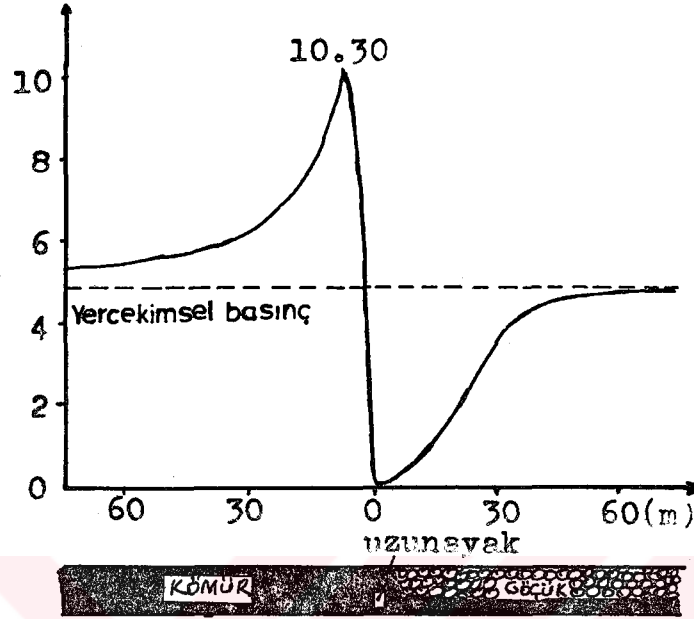
vunulmaktadır.

6.1.3. Kalın kömür damarlarının üretilmesi sırasında gerilmelerin incelenmesi

Sonlu elemanlar yöntemine göre Tunçbilek yeraltı ocağı'nda yapılan çalışmanın sonuçları aşağıdaki gibidir (Köse ve Çebi, 1988).

6.1.3.1. Kömür damarının arkadan göçertmeli uzunayak (taban ayak) üretim yöntemi ile kazanılması sırasında oluşan gerilme durumu.

Gerilme durumunu incelemek için 200 metre derinlikte 7 metre kalınlığa sahip bir kömür damarı seçilmiş ve damarın alttan 2 metrelik bölümü taban ayak ile üstte kalan 5 metrelik bölümünün ise uzunayağın arkasından göçertilerek kazanıldığı kabul edilmiştir. Şekil 6.14'te bu durumda meydana gelen gerilmeler gösterilmiştir. Ayak önünde yer alan kömür damarı üzerinde ek gerilmelerin oluştuğu, göçük alanı üzerinde ise yalnızca derinlik basıncı değerine (4,95 MPa) ulaştığı gözlenmektedir. Kazı arınından 80 metre ileride ek gerilmeler oluşmakta, 8 metre önünde ise 10,3 MPa ile maksimum değere ulaşmaktadır. Uzunayak arkasındaki göçük üzerine etki eden gerilmeler, ayaktan uzaklaştıkça artarak yaklaşık 50 metre ileride derinlik basıncına ulaşmaktadır. Uzunayak etrafındaki gerilme dağılımı "plastik örtü katmanı" teorisini destekleyici niteliktedir.

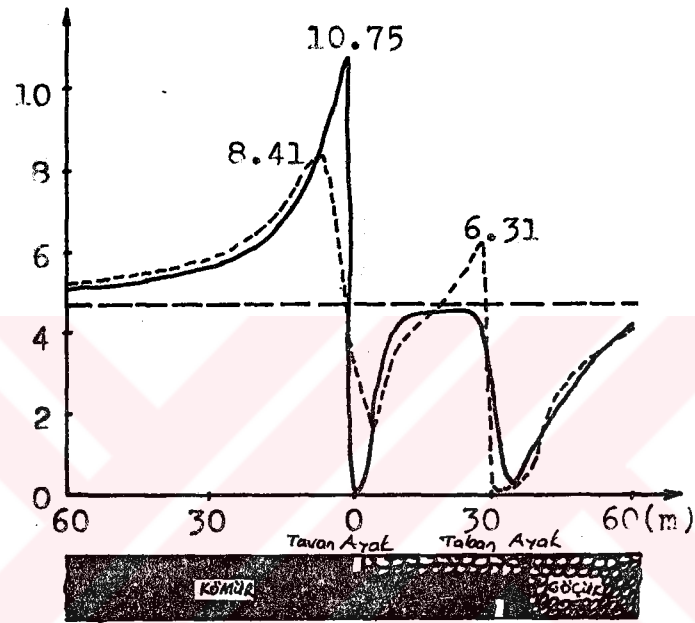


Şekil 6.14. Kömür damarının taban ayak üretim yöntemi ile kazanılması sırasında oluşan düşey basınç gerilmeleri.

6.1.3.2. Kömür damarının tavan ve taban ayak üretim yöntemi ile kazanılması sırasında oluşan gerilme durumu.

Aynı kömür damarının 2 metrelik kısmının tavadan, 2 metrelik kısmının tabandan, arada kalan 3 metrelik kısmının ise göçertilerek kazanıldığı kabul edilmiştir. Tavan taban ayak uygulamasındaki gerilme dağılımı prensip olarak tek uzunayaktakine uygun bir yapı göstermektedir((şekil 6.15). Kömür damarı üzerine etki eden gerilmeler 10,75 MPa'lık maksimum değerine hemen kazı arını önünde ulaşmaktadır. Taban ayak uygulamasına göre maksimum basınç gerilme değerinde % 4'lük bir artış meydana gelmiştir. Bu taban ayağın etkisinden kaynaklanmaktadır. Tavan ayak arkasındaki göçük alanı üzerine etki eden basınç gerilmeleri ayağın hemen 20 metre arkasında birincil gerilmelere ulaşmaktadır. Taban ayağın önündeki kömür damarı üzerine etki eden ek gerilmelerde iki adet maksimum değer gözlenmekte-

dir. Birincisi 8,41 MPa ile tavan ayakın 8 metre önünde, diğeri 6,31 MPa ile taban ayakın hemen önünde olmaktadır. Göçük alanı üzerine etki eden gerilmeler taban ayaktan 30 metre kadar ilerde birincil gerilmelere ulaşmaktadır.



Şekil 6.15. Kömür damarının tavan-taban ayak üretim yöntemi ile kazanılması sırasında oluşan düşey basınç gerilmeleri.

6.1.4. Galerilerde yük takdiri ve tahkimat tasarımı

Ölçümlerin yapıldığı tabanyollarında $8,00 \text{ m}^2$ ve $6,94 \text{ m}^2$ kesitli bağlar kullanılmıştır. Galerilerdeki yük yaklaşımı ve tahkimat tasarımı aşağıdaki gibi yapılır (Birön ve Arıoğlu, 1985).

6.1.4.1. Protodyakonov yaklaşımı

$$h = l/f, \text{ m} \dots\dots\dots (15)$$

$$f = \sigma_b (\text{kg/cm}^2) / 100 \dots\dots\dots (16)$$

$$\text{Yük yüksekliği } h = 100 \times L / \sigma_b, \text{ m} \dots\dots\dots (17)$$

$$\text{Tavan basıncı } t = Y \times h, \text{ ton/m}^2 \dots\dots\dots (18)$$

Tahkimatın üst elemanına etkileyen toplam yük,

$$P_t \approx 133,3 \times L^2 \times a \times \gamma / G_b, \text{ ton} \dots\dots\dots (19)$$

Burada,

L = Tahkimat açıklığının yarısı, m.

a = Tahkimat aralığı, m.

G_b = Tek eksenli basınç direnci, kg/cm^2 .

8,00 m² kesitli bağ.

$$h = 100 \times 1,8 / 150 = 1,2 \text{ m.}$$

$$G_t = 1,74 \times 1,2 = 2,1 \text{ ton/m}^2.$$

$$P_t \approx 133,3 \times 1,8^2 \times 1,0 \times 1,74 / 150 = 5,0 \text{ ton.}$$

6,94 m² kesitli bağ.

$$h = 100 \times 1,7 / 150 = 1,13 \text{ m.}$$

$$G_t = 1,74 \times 1,13 = 1,97 \text{ ton/m}^2.$$

$$P_t \approx 133,3 \times 1,7^2 \times 1,0 \times 1,74 / 150 = 4,5 \text{ ton.}$$

Tahkimat tasarımı ise şöyle yapılır.

$$\text{Tavan yükü, } q_y = G_t \times a, \text{ ton/m} \dots\dots\dots (20)$$

Yatay mesnet reaksiyonu,

$$A_H = B_H = (0,785 h' + 0,666 r) \times q_y \times r^3 / (0,666 h'^3 + 3,14 h'^2 r + 4 h' r^2 + 1,53 r^3), \text{ ton} \dots\dots\dots (21)$$

Maksimum eğilme momenti,

$$M_{\max} = -A_H \times (h' + 0,5 \times A_H / q_y), \text{ ton.m} \dots\dots\dots (22)$$

Normal kuvvet,

$$N_\alpha = -q_y \times r \quad (\alpha = \arcsin A_H / (q_y \times r)) \dots\dots\dots (23)$$

Boyutlandırma koşulu ve ifadesi,

$$G = q_y \times r / F + A_H \times (h' + A_H / q_y) / W \leq G_{em} \dots\dots\dots (24)$$

F (cm^2) = 0,149 W (cm^3) + 9,78 denklemde yerine konular,

mukavemet momenti W seçilir ve çizelge 6.1'den uygun tahkimat seçilir.

$$q_y = 2,1 \times 1,0 = 2,1 \text{ ton/m.}$$

$$B_H = A_H = (0,785 \times 0,8 + 0,666 \times 1,8) \times 2,1 \times 1,8^3 / (0,666 \times 0,8^3 + 3,14 \times 0,8^2 \times 1,8 + 4 \times 0,8 \times 1,8^2 + 1,53 \times 1,8^3) = 0,96 \text{ ton.}$$

$$M_{\max} = -0,96 \times (0,8 + 0,5 \times 0,96 / 2,1) = -0,98 \text{ ton.}$$

$$\alpha = \arcsin 0,96 / (2,1 \times 1,8) = 14,7^\circ.$$

$$N_{14,7} = -2,1 \times 1,8 = -3,8 \text{ ton.}$$

$$\sigma = 2,1 \times 1,8 / (0,149 W + 9,78) \mp 0,96 \times (0,8 + 0,96 / 2,1) / W \leq 1400 \text{ denkleminde } W = -65,7 \text{ olarak bulunur ve çizelge 6.1'den GI 100 seçilir.}$$

6.1.4.2. Arıoğlu, Birön - Arıoğlu yaklaşımı

8,00 m² kesitli bağ.

$$h = \alpha \times L_a, \text{ m.} \dots \dots \dots (25)$$

$$\sigma_t = h \times Y, \text{ ton/m}^2 \dots \dots \dots (26)$$

$$q_t = \sigma_t \times a, \text{ ton/m.} \dots \dots \dots (27)$$

$$P_t \approx q_t \times L_a, \text{ ton.} \dots \dots \dots (28)$$

$$h = 0,25 \times 3,60 = 0,9 \text{ m.}$$

$$\sigma_t = 0,9 \times 1,74 = 1,6 \text{ ton/m}^2.$$

$$q_t = 1,6 \times 1,0 = 1,6 \text{ ton/m.}$$

$$P_t \approx 1,6 \times 3,60 = 5,8 \text{ ton.}$$

6,94 m² kesitli bağ.

$$h = 0,25 \times 3,40 = 0,85 \text{ m.}$$

$$\sigma_t = 0,85 \times 1,74 = 1,5 \text{ ton/m}^2.$$

$$q_t = 1,5 \times 1,0 = 1,5 \text{ ton/m.}$$

$$P_t \approx 1,5 \times 3,40 = 5,1 \text{ ton.}$$

Tahkimat seçimi.

$$q_y = 1,6 \times 1,0 = 1,6 \text{ ton/m.}$$

$$B_H = A_H = 0,73 \text{ ton.}$$

$$M_{\max} = -0,73 \times (0,8 + 0,5 \times 0,73 / 1,6) = -0,75 \text{ ton.}$$

$$\alpha = \arcsin 0,73 / (1,6 \times 1,8) = 14,7^\circ.$$

$$N_{14,7} = -1,6 \times 1,8 = -2,9 \text{ ton.}$$

$$\sigma = 1,6 \times 1,8 / (0,149 W + 9,78) \mp 0,73 \times (0,8 + 0,73 / 1,6) /$$

$W \leq 1400$ 'den $W = -65,6 \text{ cm}^3$ bulunur ve çizelge 6.1'den GI 100 seçilir.

6.1.4.3. Barton yaklaşımı

$$q_t = 2/J_r \times Q^{-1/3}, \text{ ton/m}^2 \dots\dots\dots (29)$$

$$= 2/1,0 \times 1,075^{-1/3} = 1,95 \text{ ton/m}^2.$$

Tahkimat seçimi.

$$q_y = 1,95 \times 1,0 = 1,95 \text{ ton/m.}$$

$$B_H = A_H = 0,89 \text{ ton.}$$

$$M_{\max} = -0,89 \times (0,8 + 0,5 \times 0,89/1,95) = -0,92 \text{ ton.}$$

$$\alpha = \arcsin 0,89/(1,95 \times 1,8) = 14,7^\circ.$$

$$N_{14,7} = -1,95 \times 1,8 = -3,5 \text{ ton.}$$

$$V = 1,95 \times 1,8 / (0,149 W + 9,78) \mp 0,89 \times (0,8 + 0,89/1,95)$$

$$/ W \leq 1400 \text{ 'den } W = -65,7 \text{ cm}^3 \text{ bulunur ve çizelge 6.1 'den}$$

GI 100 seçilir.

6.1.4.4. Ünal yaklaşımı

$$R.M.R = 13,5 + \text{Log } Q + 43 \dots\dots\dots (30)$$

$$= 13,5 + \text{Log } 1,075 + 43 = 43,42$$

$$q_t = (100 - R.M.R)/100 \times Y \times L_a \dots\dots\dots (31)$$

8,00 m² kesit için.

$$q_t = (100 - 43,42) \times 1,74 \times 3,60 / 100 = 3,5 \text{ ton/m}^2.$$

6,94 m² kesit için.

$$q_t = (100 - 43,42) \times 1,74 \times 3,40 / 100 = 3,3 \text{ ton/m}^2.$$

Tahkimat seçimi.

$$q_y = 3,5 \times 1,0 = 3,5 \text{ ton/m.}$$

$$B_H = A_H = 1,6 \text{ ton.}$$

$$M_{\max} = -1,6 \times (0,8 + 0,5 \times 1,6/3,5) = -1,6 \text{ ton.}$$

$$\alpha = \arcsin 1,6/(3,5 \times 1,8) = 15,1^\circ.$$

$$N_{15,1} = -3,5 \times 1,8 = -6,3 \text{ ton.}$$

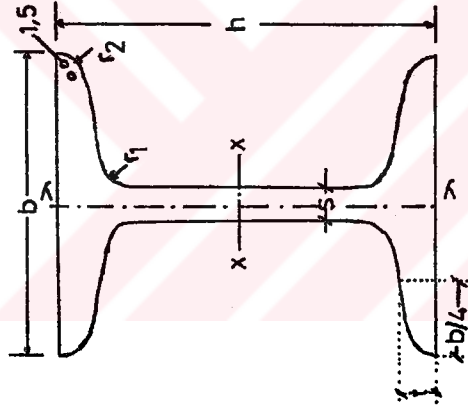
$$V = 6,3 / (0,149 W + 9,78) \mp 1,6 \times (0,8 + 1,6/3,5) / W \leq$$

$$1400 \text{ 'den } W = -65,6 \text{ bulunur ve çizelge 6.1 'den GI 100}$$

seçilir.

Yukarıdaki sonuçların bir üst değeri GI 110 seçilir.

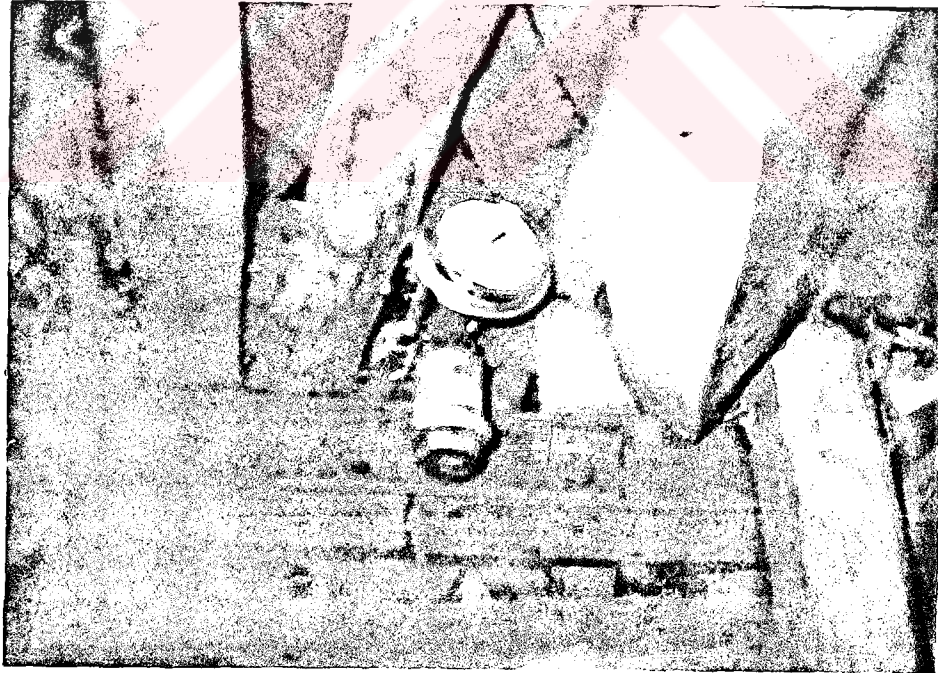
Çizelge 6.1., DIN 21541 Profil Normu (5).



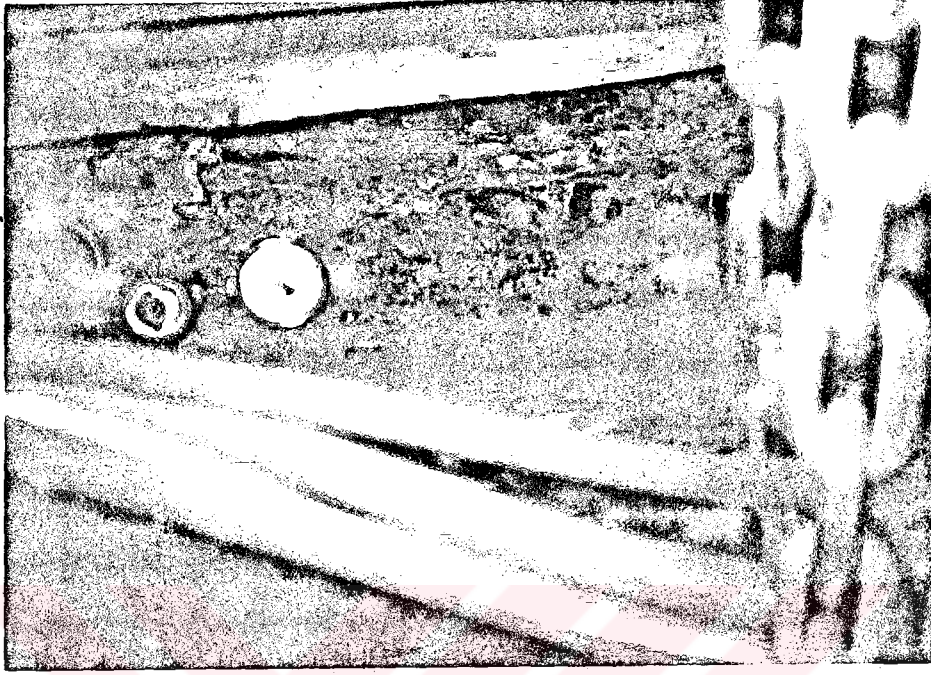
SEMBOL	h	b	t ₁	t ₂	r ₁	r ₂	Eğim %	Kesit Birim Alanı Ağırlık F cm ² / kg/m	X-X			Y-Y			
									I _x cm ⁴	W _x cm ³	I _y cm ⁴	I _y cm ⁴	W _y cm ³	I _y cm ⁴	
GI 70	70	68	7	9.5	10	3		16.2	13.0	122	34.7	2.74	36.0	10.6	1.49
GI 90	90	76	8	11.5	12	4	30	22.5	17.7	281	62.5	3.53	62.6	16.5	1.67
GI 100	100	80	9	12.5	13			26.4	20.7	403	80.7	3.91	80.5	20.1	1.75
GI 110	110	84	10	14	14	5		31.1	24.5	570	103	4.28	103	24.5	1.82
GI 120	120	92	11	15.5	15	6	33	37.6	29.5	816	136	4.66	150	32.6	2.00
GI 130	130	100	12	17	16	7		44.6	35.0	1.130	175	5.05	211	42.3	2.18
GI 140	140	110	19	19	17	8		53.0	41.6	1.586	227	5.47	315	57.3	2.44

6.2. Basınç Gerilmelerinin Ölçülmesi

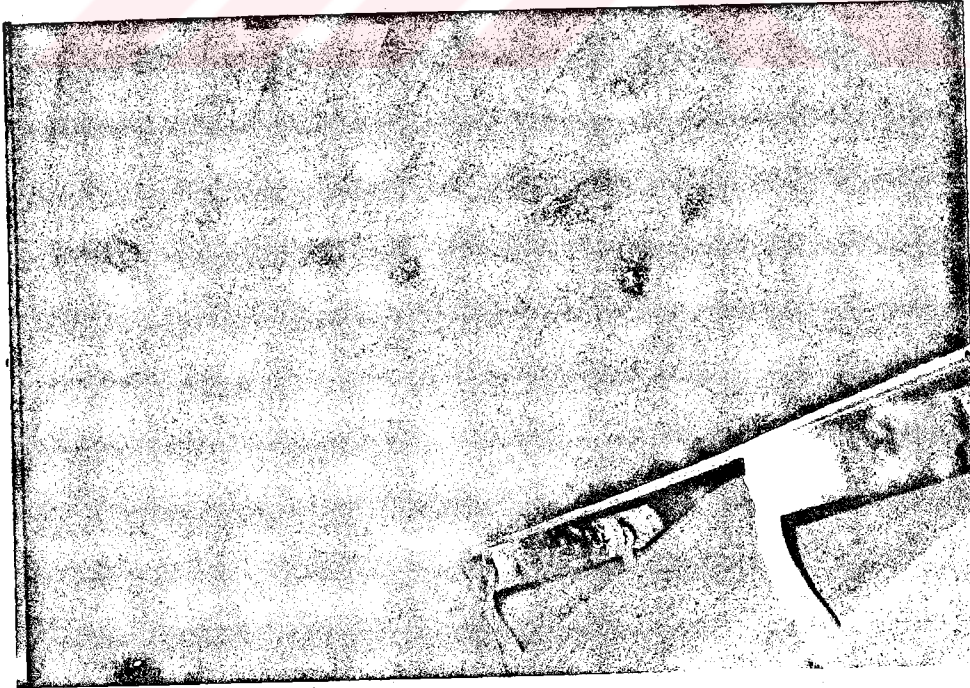
Ek 8'de verilen planda A, B, C noktalarına manometreler yerleştirilmiştir. 401 - 403 taban sabit yolunda tavana 1 numaralı, bağın tabanında merkezden 45°'lik bir açıyla yan tarafa 2 numaralı manometreler (şekil 6.16, 6.17 ve 6.18), 403 ayak kuyruk yolunda tavana 3 numaralı, yan tarafa 4 numaralı manometreler (şekil 6.19 ve 6.20), 405 sabit yolunda tavana 5 numaralı, yan tarafa 6 numaralı manometreler (şekil 6.21, 6.22 ve 6.23) yerleştirilmiştir. Manometreler bağlara yerleştirilmeden önce Kalite Kontrol Laboratuvarı'na götürülerek kalibre edilmiş ve kalibrasyon eğrileri çizilmiştir. Manometreler ayaklardan 65'er metre ön tarafa ve hiç deformasyona uğramamış yerlere yerleştirilmiştir.



Şekil 6.16. 401 - 403 taban sabit yolunda bağın tavanındaki manometre.



Şekil 6.17. 401 - 403 taban sabit yolunda bağıın yan tarafındaki manometre.



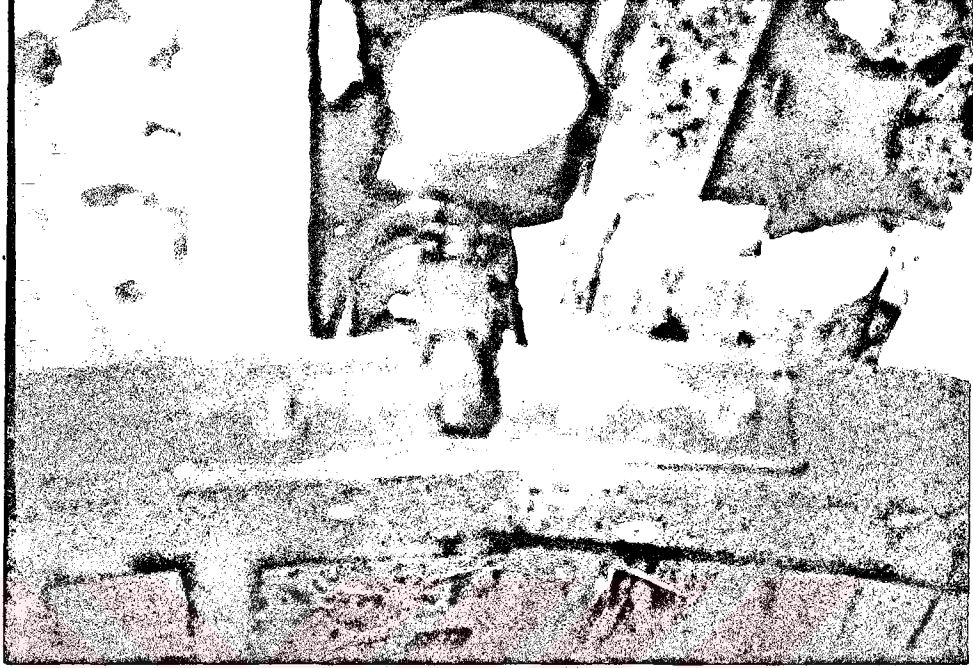
Şekil 6.18. 401 - 403 taban sabit yolunda her iki manometrenin birlikte görünüşü.



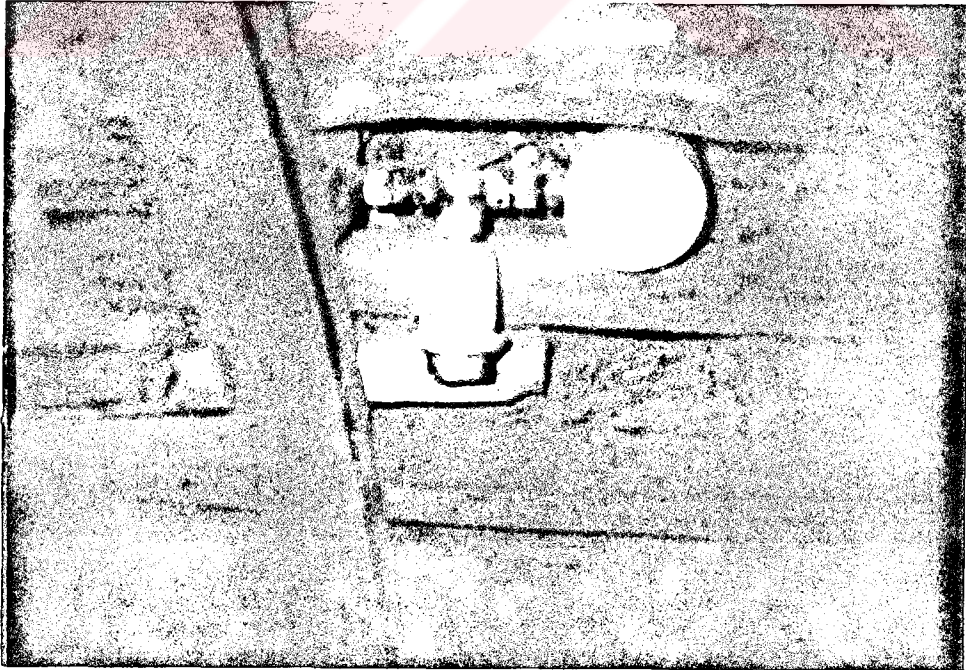
Şekil 6.19. 403 taban ayak kuyruk yolunda bağıın tavanındaki manometre.



Şekil 6.20. 403 taban ayak kuyruk yolunda bağıın yan tarafındaki manometre.



Şekil 6.21. 405 sabit yolunda bağıın tavanındaki manometre.



Şekil 6.22. 405 sabit yolunda bağıın yan tarafındaki manometre.



Şekil 6.23. 405 sabit yolunda her iki manometrenin birlikte görünüşü.

Manometrelerin yerleştirilmesini takip eden her vardiyada gözlenen basınç gerilmesi değerleri belirlenmiştir. Ölçüm sonuçları, çizelge 6.2, 6.3 ve 6.4'te topluca görülmektedir.

Çizelge 6.2. 401 - 403 taban sabit yolunda tavan ayak uzaklığı ile basınç gerilme değerleri arasındaki ilişki.

Tavan ayak uzaklığı m.	Tavan basınç gerilmesi kg/cm ²	Yan basınç gerilmesi kg/cm ²	Tavan ayak uzaklığı m.	Tavan basınç gerilmesi kg/cm ²	Yan basınç gerilmesi kg/cm ²
49,8	0	0	27,9	54,8	3,0
48,5	2	0	27,3	56,3	3,0
47,3	3,5	0	26,6	65,5	4,0
46,6	7,0	0	26,0	68,5	5,0
45,4	10,5	1	24,8	70,0	7,0
44,8	14,0	1	24,1	71,0	7,0
44,1	16,0	1	23,5	71,5	7,0
43,5	17,5	1	22,9	72,0	7,0
42,9	19,7	1,5	22,3	73,5	7,0
41,6	21,0	1,5	22,3	74,5	7,0
41,0	21,0	2,0	21,6	76,0	7,0
38,5	22,0	2,0	21,0	78,0	7,0
37,9	24,5	2,0	20,4	83,0	7,0
37,3	26,0	2,0	19,8	86,5	7,0
36,6	26,7	3,0	19,1	90,0	7,0
36,0	29,5	3,0	18,5	93,5	7,0
35,4	30,0	3,0	17,9	95,6	7,0
34,8	34,0	3,0	17,3	98,0	7,0
34,1	35,2	3,0	16,6	98,5	7,0
33,5	37,3	3,0	16,0	100,0	7,0
32,8	41,5	3,0	15,4	101,3	7,0
32,3	43,0	3,0	14,8	103,4	7,0
31,6	49,2	3,0	14,1	100,6	7,0
31,0	51,0	3,0	13,5	95,0	7,0
30,4	52,0	3,0	12,9	90,0	7,0
29,8	53,5	3,0	12,3	89,0	7,0
29,1	54,1	3,0	11,6	89,0	7,0
28,5	54,4	3,0	11,0	86,8	7,0

Çizelge 6.2. (devam)

Tavan ayak uzaklığı m.	Tavan basınç gerilmesi kg/cm ² .	Yan basınç gerilmesi kg/cm ² .	Tavan ayak uzaklığı m.	Tavan basınç gerilmesi kg/cm ² .	Yan basınç gerilmesi kg/cm ² .
10,4	85,7	7,0	- 6,5	10,0	4,0
9,8	82,6	7,0	- 7,1	31,0	4,0
9,1	75,0	7,5	- 7,8	31,0	4,0
8,5	71,0	7,5	- 8,4	31,0	4,0
7,9	70,0	7,5	- 9,0	31,0	4,0
7,3	68,9	7,5	- 9,6	31,0	4,0
6,6	62,0	7,5	-10,3	31,0	4,0
6,0	61,0	8,0	-10,9	31,0	3,0
5,4	61,0	9,0	-11,5	31,0	3,0
4,8	56,0	7,0	-12,1	31,0	2,0
4,1	51,0	5,0			
3,5	48,0	4,5			
2,9	42,2	4,5			
2,3	38,0	4,0			
1,6	14,0	4,0			
1,0	5,0	4,0			
0,4	5,0	4,0			
0,0	5,0	4,0			
- 0,3	5,0	4,0			
- 0,9	5,0	4,0			
- 1,5	5,0	5,0			
- 2,1	5,0	6,0			
- 2,8	6,0	7,0			
- 3,4	7,0	7,0			
- 4,0	7,0	8,0			
- 4,6	7,0	8,0			
- 5,3	7,0	6,0			
- 5,9	9,0	6,0			

Çizelge 6.3. 403 taban ayak kuyruk yolunda tavan ayak uzaklığı ile basınç gerilme değerleri arasındaki ilişki.

Tavan ayak uzaklığı m.	Tavan basınç gerilmesi kg/cm ²	Yan basınç gerilmesi kg/cm ²	Tavan ayak uzaklığı m.	Tavan basınç gerilmesi kg/cm ²	Yan basınç gerilmesi kg/cm ²
56,9	0	0	11,9	10,0	29,0
55,6	2,0	0	11,9	10,0	30,0
54,4	3,0	0	11,3	10,0	32,0
53,1	5,0	0	10,6	10,0	33,0
52,5	8,0	0	10,0	10,0	35,0
51,9	10,0	3,0	8,1	10,0	36,0
51,9	10,0	5,0	7,5	10,0	38,0
51,3	10,0	8,0	5,6	10,0	38,0
50,0	10,0	9,0	5,0	13,0	38,0
46,3	10,0	10,0	4,4	14,0	38,0
42,5	10,0	11,0	3,8	14,0	38,0
41,9	10,0	11,0	3,1	15,0	38,0
40,0	10,0	11,0	2,5	15,0	38,0
38,8	10,0	12,0	1,9	15,0	38,0
37,5	12,0	12,0	1,3	15,0	39,0
37,5	12,5	14,5	0,6	16,0	42,0
36,9	12,5	15,3	0,0	16,0	42,0
36,3	12,0	17,5	- 0,6	16,0	42,0
34,4	12,0	18,5	- 1,3	16,0	45,0
21,3	10,0	19,5	- 1,9	16,0	49,0
14,4	10,0	20,5	- 2,5	17,0	49,0
14,4	10,0	21,5	- 3,1	17,0	50,0
13,8	10,0	22,5			
12,5	10,0	24,5			
11,9	10,0	25,0			
11,9	10,0	26,0			
11,9	10,0	28,0			

Çizelge 6.4. 405 taban ayak sabit yolunda ayak uzaklığı ile basınç gerilme değerleri arasındaki ilişki.

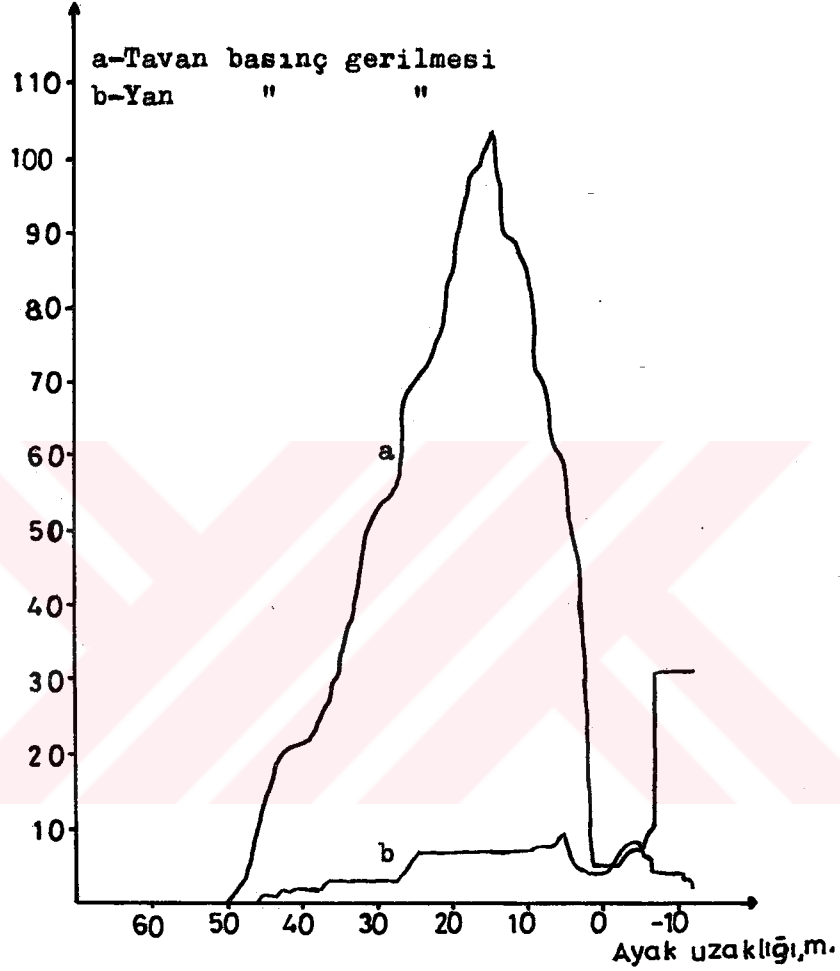
405 ayak uzaklığı m.	Tavan basınç gerilmesi kg/cm ²	Yan basınç gerilmesi kg/cm ²	405 ayak uzaklığı m.	Tavan basınç gerilmesi kg/cm ²	Yan basınç gerilmesi kg/cm ²
65,0	0	0	25,0	35,7	18,0
64,3	2,1	0	23,8	35,7	17,0
63,0	3,5	0	22,5	35,7	15,0
62,5	4,0	0	21,3	35,7	11,0
61,3	5,0	1,0	20,0	35,7	10,0
58,8	6,0	3,0	18,8	35,7	10,0
57,5	8,0	5,0	17,5	38,8	10,0
55,0	8,5	6,0	17,5	40,8	8,0
54,0	10,0	7,0	16,3	40,8	8,0
52,5	10,0	8,0	15,0	44,9	8,0
45,0	10,0	9,0	13,8	45,0	8,0
42,5	10,5	10,0	12,5	46,0	8,0
41,3	11,0	14,0	11,3	49,0	8,0
40,0	11,0	15,0	10,0	51,0	7,0
38,8	20,0	18,0	8,8	62,0	7,0
37,5	21,0	19,0	7,5	65,0	7,0
36,3	21,0	19,0	6,3	60,0	7,0
35,0	25,0	19,0	5,0	50,0	6,0
33,8	28,0	19,0	3,8	45,0	6,0
32,5	30,0	19,0	2,5	42,0	6,0
32,5	32,5	19,0	1,3	40,00	6,0
31,3	33,0	19,0			
30,0	33,0	20,0			
28,8	33,0	20,0			
27,5	33,0	28,0			
27,5	35,0	24,5			
26,3	35,0	24,0			

6.3. Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Ek 1'de de görüleceği gibi 401 - 403 taban sabit yolu 400 nolu tavan ayağın altında bulunmaktadır. Panoda hesaplanmış olan ortalama derinlik basıncı $43,8 \text{ kg/cm}^2$ 'dir. Çizelge 6.2 ve şekil 6.24'den de görüleceği gibi tavan ayakların 401 - 403 taban sabit yolundaki manometrelere olan uzaklığı 49,8 metrede basınç gerilme değerleri sıfır olmuş, 48,5 metrede bağıın tavanında 2 kg/cm^2 'lik bir basınç gerilmesi gözlenmiştir. Tavan ayak yaklaştıkça basınç gerilme değerleri sürekli yükselmiş ve 32,0 metrede derinlik basıncına ulaşmıştır. Bu yükselme tavan ayağın 14,8 metre mesafeye gelmesine kadar devam etmiş ve bu mesafede bağıın tavanında okunan basınç gerilme değeri $103,4 \text{ kg/cm}^2$ olmuştur. Bu, bağıa gelen maksimum basınçtır. Daha sonraki yaklaşımlarda tavandaki basınç gerilmesi düşmeye başlamış ve tavan ayaklar manometrelere 1,0 metre yatay mesafeye gelinceye kadar devam etmiş ve 5 kg/cm^2 değerine kadar düşmüştür. Bu değer, ayaklar yatay mesafede manometrelerin 2,1 metre önüne geçinceye kadar aynı kalmış, bu metreden daha büyük mesafelerde yükselmeye başlamış, 12,1 metre öne geçildiğinde 31 kg/cm^2 değerine kadar yükselmiştir (çizelge 6.2 ve şekil 6.24).

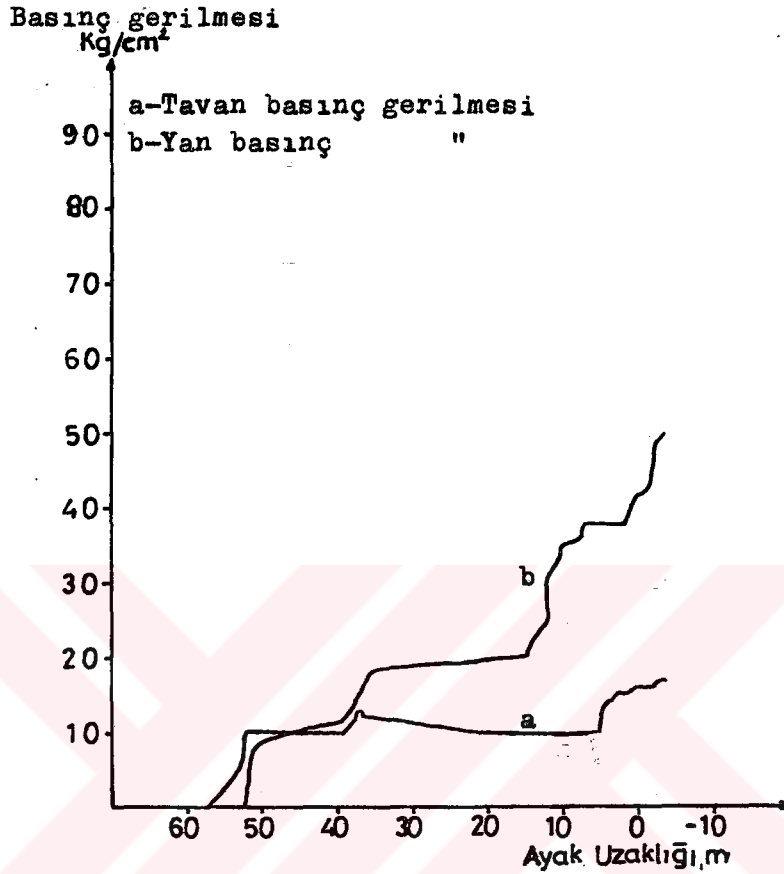
403 taban ayak kuyruk yolu, 402 nolu tavan ayağın kuyruk yolunun altında açılmıştır. Burada, bağıın tavanındaki basınç gerilme değeri 55,6 metre yatay mesafede 2 kg/cm^2 olarak başlamıştır. 51,9 metre ile 38,8 metreler arasında 10 kg/cm^2 olarak devam etmiş, 37,5 metrede $12,5 \text{ kg/cm}^2$ değerine ulaşmıştır. 36,3 metre yatay mesafede düşmeye başlamış, 5,6 metrede 10 kg/cm^2 olmuştur. 5,0 metreden itibaren tekrar yükselmeye başlamış, tavan ayaklar yatay olarak manometrelerin 3,1 metre önüne geçinceye kadar devam etmiştir. Bu durumda tavandaki ölçüm değeri $17,0 \text{ kg/cm}^2$ olmuştur (çizelge 6.3 ve şekil 6.25).

Basınç gerilmesi
kg/cm²



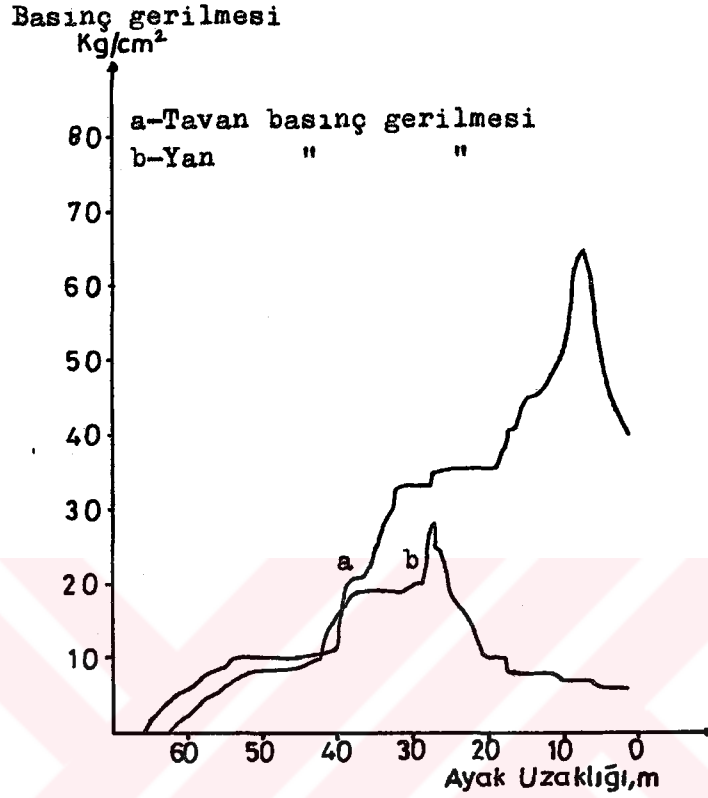
Şekil 6.24. 402 tavan ayak uzaklığı ile 401 - 403 taban sabit yolundaki bağıın tavan ve yan tarafındaki basınç gerilme değerleri arasındaki ilişki.

405 taban ayak sabit yolunda ayak uzaklığı 64,3 metre iken bağıın tavanında basınç gerilmesi başlamış, ayak yaklaştıkça artarak devam etmiş, ayak 7,5 metre mesafeye gelince 65 kg/cm² ile en yüksek değere ulaşmış, 6,3 metrede düşmeye başlamış, ayak önünde 1,3 metrede basınç gerilme değeri 40 kg/cm² iken anayol tahtimatı geldiği için manometreler kaldırılmıştır (çizelge 6.4 ve şekil 6.18).



Şekil 6.25. 402 tavan ayak uzaklığı ile 403 taban ayak kuyruk yolundaki bağın tavan ve yan tarafındaki basmaç gerilme değerleri arasındaki ilişki.

401 - 403 taban sabit yolunda yan taraftaki manometreye tavan ayak 45,4 metre yatay mesafede iken basmaç gerilmesi gelmeye başlamış, 5,4 metrede 9 kg/cm² oluncaya kadar devam etmiştir. 4,8 metreden 2,3 metreye kadar azalarak devam eden basmaç gerilmesi, tavan ayak manometrelerin 1,5 metre önüne geçinceye kadar aynı kalmış, daha sonra tekrar artmaya başlamıştır. 4,6 metrede 8 kg/cm²'ye ulaşmış, bu metreden itibaren düşmeye başlamış ve sonuçta 12,1 metrede 2 kg/cm² olmuştur (çizelge 6.2 ve şekil 6.24)



Şekil 6.26. 405 taban ayak uzaklığı ile 405 ayak sabit yolundaki bağıın tavan ve yan tarafında oluşan basmaç gerilmeleri arasındaki ilişki.

403 kuyruk yolunda yan taraftaki manometreye tavan ayak 51,9 metre yatay mesafede iken basmaç gerilmesi başlamış, tavan ayak manometrelerin 3,1 metre önüne geçtiğinde 50 kg/cm² oluncaya kadar devam etmiştir (çizelge 6.3 ve şekil 6.25).

405 ayak sabit yolunda yan tarafa, ayak uzaklığı 61,3 metre iken basmaç gerilmesi başlamış, 27,5 metre mesafede düşmeye başlamış, 1,3 metrede 6 kg/cm² değeri okunmuştur (çizelge 6.4 ve şekil 6.26).

Yukarıdaki açıklamalardan görüleceği gibi 401 - 403 taban sabit yolu tavan ayağın altında sürüldüğünden ayak önüne gelen basmaçların ve tavan sabit yolunun çevresinde

meydana gelen gerilme yığılmalarının etkisi altında kalmıştır. Bağıın tavanındaki basınç gerilmesi tavan ayak uzaklığı 32,3 metrede derinlik basıncına, 19,5 metrede derinlik basıncının 2 katına, 14,8 metrede 2,4 katına ulaşmıştır. Taban sabit yolunda basınç gerilmesi, en fazla 9 kg/cm² olarak tavan ayak uzaklığı 5,4 mesafede iken gözlenmiştir.

403 taban ayak kuyruk yolu, 402 tavan ayak kuyruk yolunun altında sürüldüğünden gerilmeler galeri çevresine yığılmış ve bağıın tavanındaki basınç gerilmesi düşük değerlerde kalmıştır. Tavan ayak manometrelerin 3,1 metre önünde iken 17,0 kg/cm² ile derinlik basıncının % 38,8'lik değerine ancak ulaşmıştır. Tavan ayak kuyruk yolunun çevresinde meydana gelen gerilme yığılmalarının da etkisiyle taban kuyruk yolunda yan tarafta basınç gerilme değerleri daha yüksek olmuş, tavan ayak 14,0 metre mesafede iken derinlik basıncının yarısına, tavan ayak manometrelerin 1 metre önünde iken derinlik basıncına ve tavan ayak 3,1 metre önde iken 1,1 katına ulaşmıştır.

405 taban ayak sabit yolunda, ayak uzaklığı 15,5 metre iken bağıın tavanında derinlik basıncına, 7,5 metre mesafede iken maksimum değer olan 65 kg/cm²'lik değer gözlenmiştir (derinlik basıncının 1,5 katı). Burada yan tarafta en fazla 28 kg/cm² değeri (derinlik basıncının % 64'ü) ayak uzaklığı 27,5 metre iken okunmuştur.

Aşağıda, ayağına belirli uzaklıklar (401 - 403 sabit yolu ve 403 kuyruk yolu için tavan ayak, 405 sabit yolu için taban ayak mesafesi) için bağlarda meydana gelen basınç gerilme değerleri çizelge 6.5'te verilmiştir.

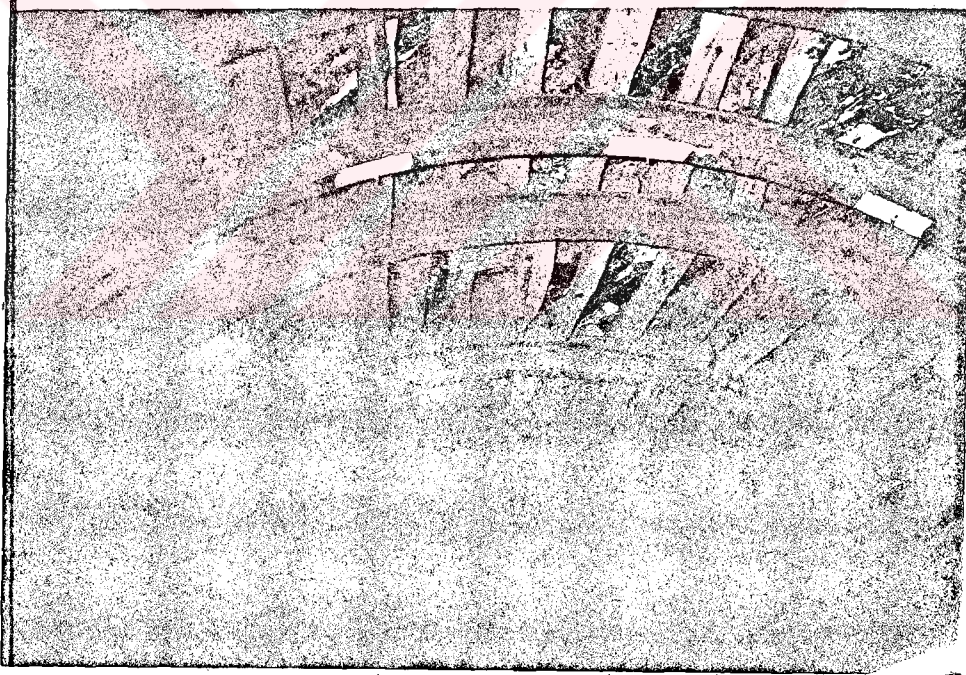
Çizelge 6.5. Ayaklara belirli uzaklıklar için basınç gerilmesi değerleri.

Ayak uzaklığı m.		65	60	50	40	30	20	10	0	-5	-10
401-403 SABİT YOLU	Tavan basınç gerilm. kg/cm ²	-	-	-	21	52	83	85,7	5	7	31
	Yan basınç gerilm. kg/cm ²	-	-	-	2	3	7	7	4	6	4
403 KUYRUK YOLU	Tavan basınç gerilm. kg/cm ²	-	-	10	10	12	10	10	16	-	-
	Yan basınç gerilm. kg/cm ²	-	-	9	11	18,5	19,5	35	42	-	-
405 SABİT YOLU	Tavan basınç gerilm. kg/cm ²	-	5	10	11	33	35,7	51	-	-	-
	Yan basınç gerilm. kg/cm ²	-	-	8	15	20	10	7	-	-	-

7. TABANYOLLARINDA DEFORMASYONLAR

7.1. Deformasyonların Ölçülmesi

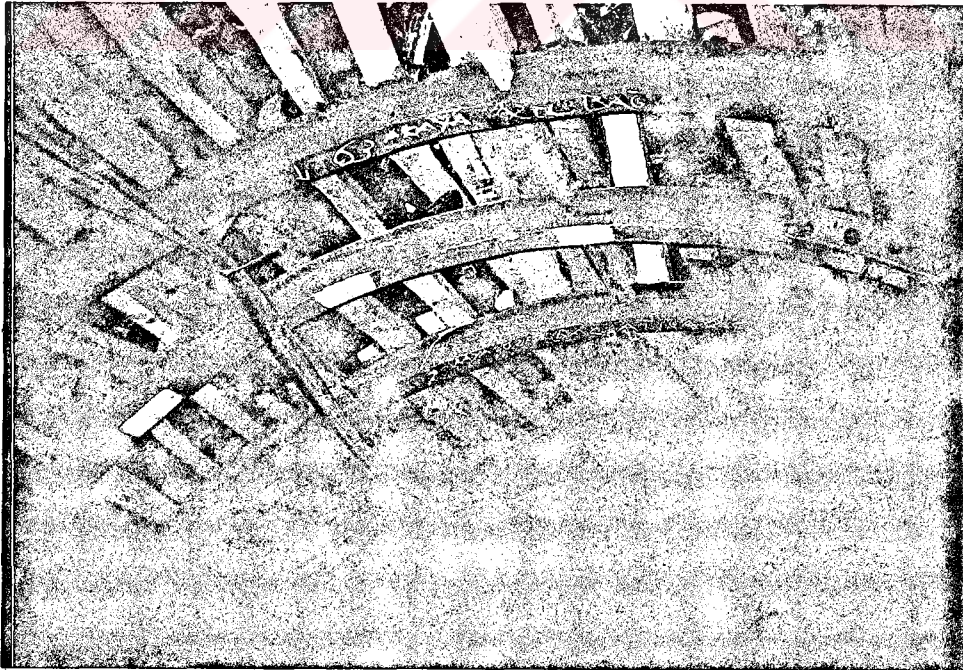
Özel bağlar da (konverjans ölçümü yapılan bağlar) manometreler gibi 401 - 403 taban sabit (şekil 7.1), 403 kuyruk (şekil 7.2) ve 405 sabit yollarına ve manometrelerin konulduğu bağlara komşu olarak yerleştirilmişler, ölçüm yapılmasında kolaylık sağlamak için üzerlerine sabit noktalar yapılmıştır. Tabanda sabit nokta oluşturmak için delik delinmiş, burğu çakılarak etrafı betonla doldurulmuştur (şekil 7.4).



Şekil 7.1. 401 - 403 taban sabit yolunda konverjans ölçümü yapılan bağ.



Şekil 7.2. 403 taban kuyruk yolunda konverjans ölçümü yapılan bağ.

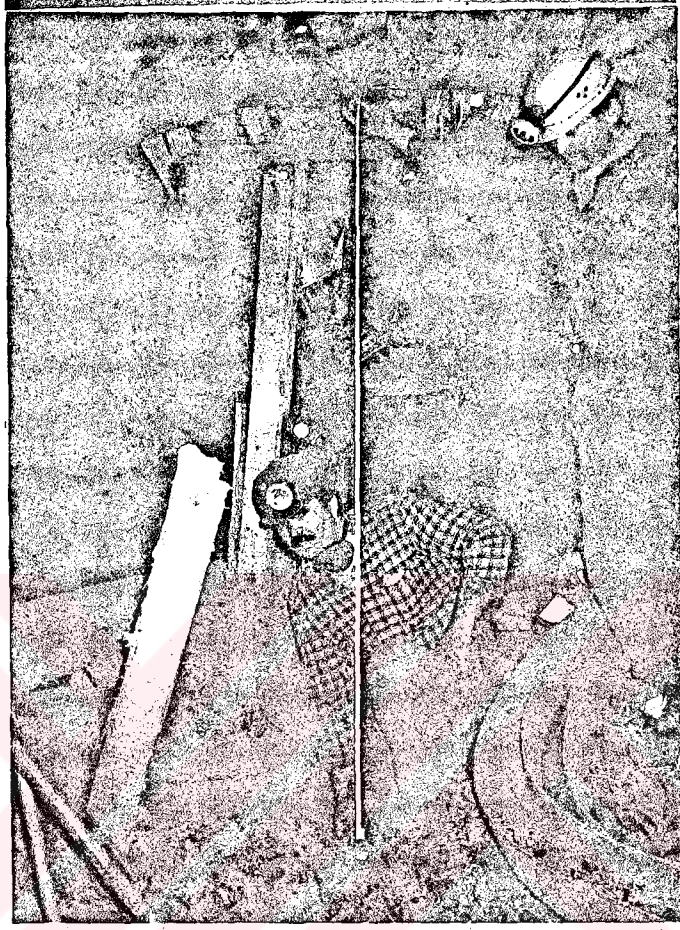


Şekil 7.3. 405 taban sabit yolunda konverjans ölçümü yapılan bağ.



Şekil 7.4. Galerilerde konverjans ölçümünde kullanılan tabandaki sabit nokta.

Bağların yerleştirilmesini takip eden her vardiyada ölçümler yapılarak (şekil 7.5) tavan alçalması ve taban kabarması belirlenmiştir. Ölçüm değerleri çizelge 7.1, 7.2 ve 7.3'te topluca verilmiştir.



Şekil 7.5. Galerilerde konverjansın ölçülmesi.

Çizelge 7.1. 401 - 403 taban sabit yolunda tavan ayak uzaklığı-konverjans ilişkisi.

Tavan ayak uzaklığı m.	Tavan alçalması mm.	Taban kabarması mm.	Toplam daralma mm.	Konverjans %
34,8	-	-	-	-
34,1	2	-	2	-
33,5	3	-	3	0,1
32,8	4	-	4	0,15
32,3	5	-	5	0,2
31,6	14	-	14	0,5
31,0	16	-	16	0,6
30,4	17	-	17	0,65
29,8	20	-	20	0,80
29,1	24	-	24	0,9
28,5	28	-	28	1,0
27,9	30	5	35	1,3
27,3	34	8	42	1,6
26,6	50	13	63	2,4
26,0	57	19	76	2,9
24,8	66	22	88	3,4
24,1	70	28	98	3,8
23,5	77	33	110	4,2
22,9	80	39	119	4,6
22,3	88	43	131	5,0
22,3	96	48	144	5,5
21,6	100	52	152	5,8
21,0	110	57	167	6,4
20,4	120	61	181	7,0
19,8	130	68	198	7,6
19,1	134	70	204	7,8
18,5	140	79	219	8,4
17,9	142	82	224	8,6
17,3	151	88	239	9,2

Çizelge 7.1. (devam)

Tavan ayak uzaklığı m.	Tavan alçalması mm.	Taban kabarması mm.	Toplam daralma mm.	Konverjans %
17,3	155	95	250	9,6
16,6	160	100	260	10,0
16,0	165	106	271	10,4
15,4	168	109	277	10,7
14,8	177	111	288	11,1
14,1	180	119	299	11,5
13,5	183	122	305	11,7
12,9	189	128	317	12,2
12,3	190	136	326	12,5
11,6	193	143	336	12,9
11,0	197	149	346	13,3
10,4	203	154	357	13,7
9,8	211	158	369	14,2
9,1	216	160	376	14,5
8,5	219	164	383	14,7
7,9	220	175	395	15,2
7,3	222	182	404	15,5
6,6	226	193	419	16,0
6,0	228	206	434	16,7
5,4	230	215	445	17,1
4,8	233	226	459	17,6
4,1	250	238	488	18,8
3,5	263	241	504	19,4
2,9	268	247	515	19,8
2,3	277	253	530	20,4
1,6	332	264	596	22,9
1,0	398	268	666	25,6
0,4	411	273	684	26,3
0,0	433	277	710	27,3
- 0,3	470	279	749	28,8
- 0,9	494	282	776	29,8

Çizelge 7.1. (devam)

Tavan ayak uzaklığı m.	Tavan alçalması mm.	Taban kabarması mm.	Toplam daralma mm.	Konverjans %
- 1,5	510	286	796	30,6
- 2,1	530	289	819	31,5
- 2,8	540	290	830	31,9
- 3,4	540	298	838	32,2
- 4,0	550	301	851	32,7
- 4,6	560	305	865	33,2
- 5,3	583	309	892	34,3
- 5,9	600	316	916	35,2
- 6,5	600	321	921	35,4
- 7,1	600	322	922	35,5
- 7,8	600	324	924	35,5
- 8,4	603	325	928	35,7
- 9,0	606	328	934	35,9
- 9,6	608	330	938	36,1
-10,3	610	333	943	36,3
-10,9	612	336	948	36,5
-11,5	618	340	958	36,8
-12,1	620	345	965	37,1

Çizelge 7.2. 403 kuyruk yolunda tavan ayak uzaklığı-konverjans ilişkisi.

Tavan ayak uzaklığı, m.	Tavan alçalması, mm.	Taban kabarması, mm.	Toplam daralma, mm.	Konverjans %
16,9	-	3	3	0,1
15,6	-	5	5	0,2
15,0	-	10	10	0,4
14,4	-	23	23	1,0
14,4	-	34	34	1,4
13,8	-	51	51	2,1
13,1	-	65	65	2,7
13,1	-	69	69	2,9
12,5	1	72	73	3,0
11,9	5	86	91	3,8
11,9	16	105	121	5,0
11,3	35	139	174	7,3
10,6	46	158	204	8,5
10,0	49	162	211	8,8
10,0	52	169	221	9,2
9,4	60	177	237	9,9
9,4	62	178	240	10,0
8,8	64	182	246	10,3
8,1	81	186	267	11,1
7,5	92	191	283	11,8
6,9	96	193	289	12,0
6,3	100	195	295	12,3
5,6	102	197	299	12,5
5,0	105	198	303	12,6
4,4	111	204	315	13,1
3,8	116	205	321	13,4
3,1	129	210	339	14,1
3,1	132	213	345	14,4

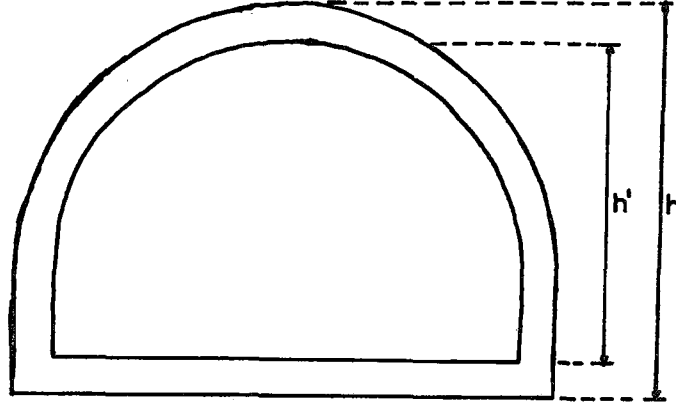
Çizelge 7.2. (devam)

Tavan ayak uzaklığı, m.	Tavan alçalması, mm.	Taban kabarması, mm.	Toplam daralma, mm.	Konverjans %
2,5	135	218	353	14,7
1,9	137	222	359	14,9
1,3	139	226	365	15,2
0,6	142	229	371	15,5
0,0	142	232	374	15,6
- 0,6	145	236	381	15,9
- 1,3	148	240	388	16,2
- 1,9	150	244	394	16,4
- 2,5	152	247	399	16,6
- 3,1	154	249	403	16,8

Çizelge 7.3. 405 sabit yolunda ayak uzaklığı-konverjans ilişkisi.

405 ayak uzaklığı, m.	Tavan alçalması, mm.	Taban kabarması, mm.	Toplam daralma, mm.	Konverjans %
31,3	-	-	-	-
30,0	10	-	10	0,4
28,8	19	-	19	0,8
27,5	49	-	49	2,0
27,5	65	-	65	2,7
26,3	70	1	71	2,9
25,0	113	4	117	5,0
23,8	178	9	187	8,0
22,5	209	18	227	9,0
21,3	231	24	255	10,5
20,0	263	37	300	12,5
18,8	290	49	339	14,0
17,5	350	58	457	19,0
17,5	410	65	475	19,8
16,3	428	76	504	21,0
15,0	454	84	538	22,0
13,8	546	91	637	26,5
12,5	561	102	663	27,6
11,3	574	123	697	29,0
10,0	601	141	742	30,9
8,8	655	168	829	34,3
7,5	715	200	915	38,1
6,3	770	226	996	41,5
5,0	800	250	1050	43,8
3,8	830	278	1108	46,2
2,5	880	300	1180	49,1
1,3	912	323	1235	51,5

7.2. Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi



Şekil 7.6. Galerilerde konverjansın gösterilişi.

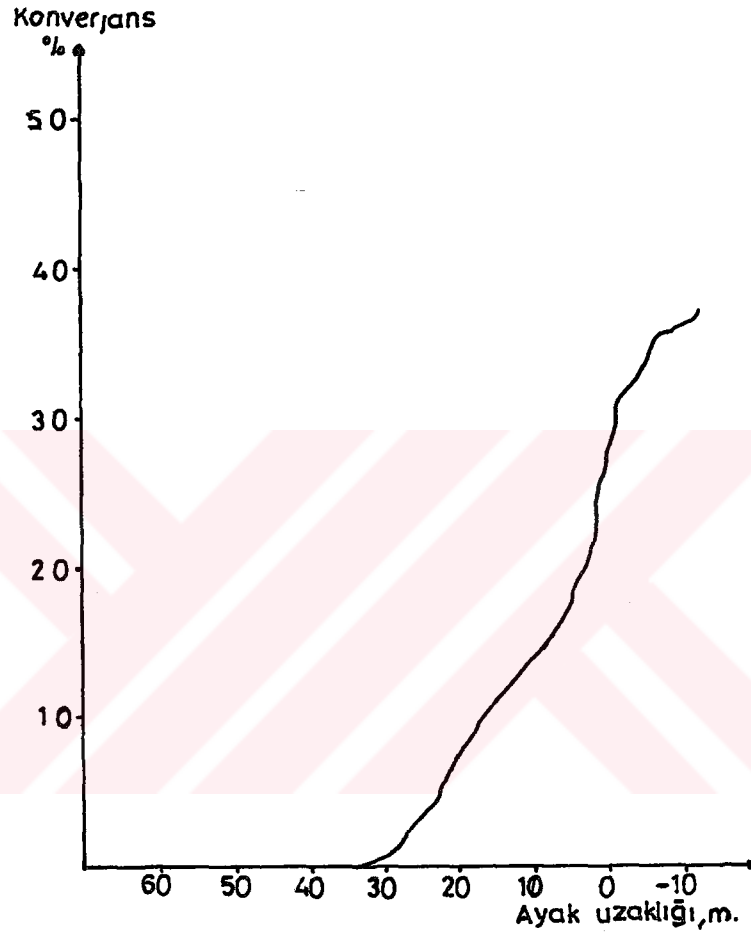
Bu çalışmanın amaçlarından biri de tabanyollarında konverjansı belirlemektir. Galerilerde konverjans, tavan alçalması ve taban kabarmasından sonra oluşan yüksekliğin, galerinin ilk yüksekliğine oranıdır (Önce, 1986). Bunu aşağıdaki formülle gösterebiliriz:

$$\% K = (h - h') / h \times 100 \dots\dots\dots (32)$$

401 - 403 taban sabit yolunda tavan ayak uzaklığı 34,1 metre iken tavan alçalması, 27,9 metre iken taban kabarması başlamıştır. Ayak yaklaştıkça tavan alçalması ve taban kabarması devam etmiş, tavan ayak ölçüm yapılan bağların üzerine geldiği zaman tavan alçalması 433 mm, taban kabarması 277 mm olmuş ve konverjans değeri % 27,3 olarak bulunmuştur. Tavan ayak 12,1 metre öne geçtiğinde tavan alçalması 620 mm, taban kabarması 345 mm, toplam konverjans % 37,1 olmuştur (çizelge 7.1 ve şekil 7.7).

403 kuyruk yolunda tavan ayağa 16,9 metre mesafede taban kabarması, 12,5 metre mesafede tavan alçalması başlamıştır. Tavan ayak mesafesi yatay olarak bağlarla aynı hizada olduğunda tavan alçalması 142 mm, taban kabarması 232 mm, konverjans % 15,6, ayak 3,1 metre önde iken tavan

tavan basması 154 mm, taban kabarması 249 mm ve konverjans % 16,8 olmuştur (çizelge 7.2 ve şekil 7.8).

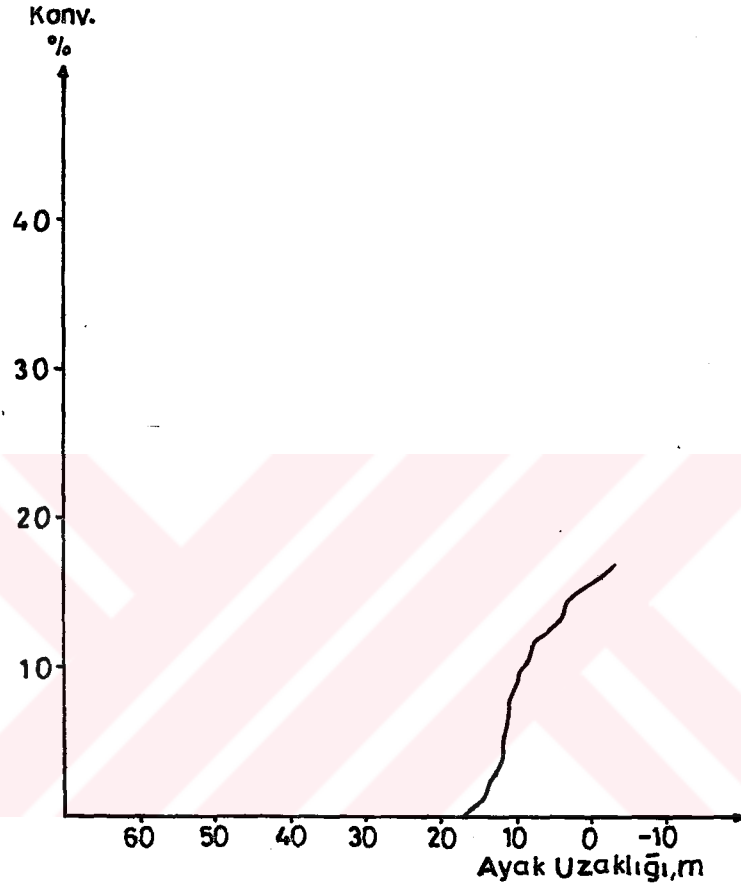


Şekil 7.7. 402 tavan ayak uzaklığı ile 401 - 403 taban sabit yolundaki konverjans arasındaki ilişki.

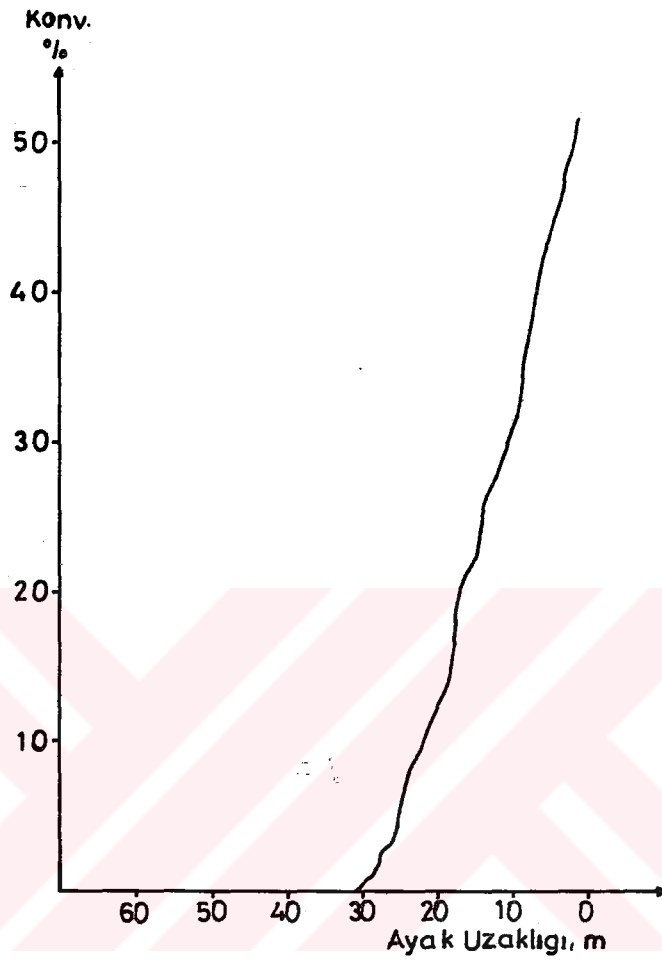
405 ayak taban sabit yolunda, ayağa 30 metre mesafede tavan alçalması, 26,3 metre mesafede taban kabarması başlamış, ayak önünde 1,3 metre mesafede tavan alçalması 912 mm, taban kabarması 323 mm ve toplam konverjans % 51,5 olmuştur (çizelge 7.3 ve şekil 7.9).

Tavan ayak uzaklığı - konverjans (401 - 403 sabit yolu ve 403 kuyruk yolu) ve taban ayak uzaklığı - konverjans (405 sabit yolu) bazı uzaklıklar için çizelge 7.4'te

verilmiştir.



Şekil 7.8. 402 tavan ayak uzaklığı ile 403 taban kuyruk yolundaki konverjans arasındaki ilişki.



Şekil 7.9. 405 taban ayak uzaklığı ile 405 taban sabit yolundaki konverjans arasındaki ilişki.

Çizelge 7.4. Ayaklara belirli uzaklıklar için konverjans değerleri.

Ayak uzaklığı, m.	35	30	20	10	5	0	-5	-10
401 - 403 sabit yolu. % Konv.	-	0,65	7,6	14,2	17,6	27,3	34	36,3
403 kuyruk yolu. % Konv.	-	-	-	8,8	12,6	15,6	/	/
405 sabit yolu. % Konv.	-	0,4	12,5	30,9	43,8	/	/	/

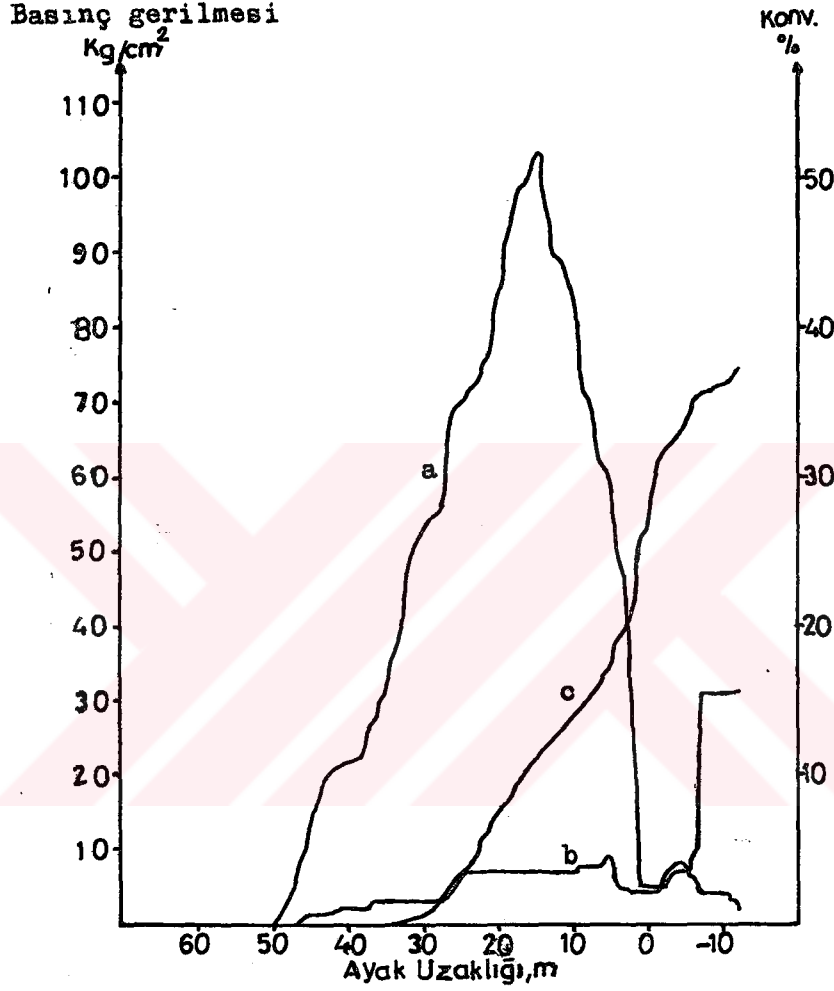
7.3. Basınç Gerilmeleri ve Konverjans Arasındaki İlişkiler

401 - 403 taban sabit yolunda tavan ayak uzaklığı 34,1 metrede tavan basınç gerilmesi $35,2 \text{ kg/cm}^2$, yan basınç gerilmesi 3 kg/cm^2 iken konverjans başlamış, 32,3 metrede bağın tavanında derinlik basıncı gözlenirken yan tarafta 3 kg/cm^2 'lik bir basınç olmuş, konverjans değeri % 0,2 olmuştur. 19,5 metrede derinlik basıncının 2 katına çıktığında konverjans % 7,7 olmuştur. Yan taraftaki basınç gerilmesi ise 7 kg/cm^2 'dir. 14,8 metrede maksimum basınç gerilmesinde ($103,4 \text{ kg/cm}^2$) konverjans değeri % 11,1'dir. Tavan ayak ölçüm yapılan bağ üzerinde iken basınç gerilmesi tavanda 5 kg/cm^2 , yan tarafta 4 kg/cm^2 ve konverjans % 27,3'tür. Tavan ayağın 12,1 metre gerisinde $31,0 \text{ kg/cm}^2$ tavan ve 2 kg/cm^2 yan basınçta konverjans değeri % 37,1 olmuştur (şekil 7.10).

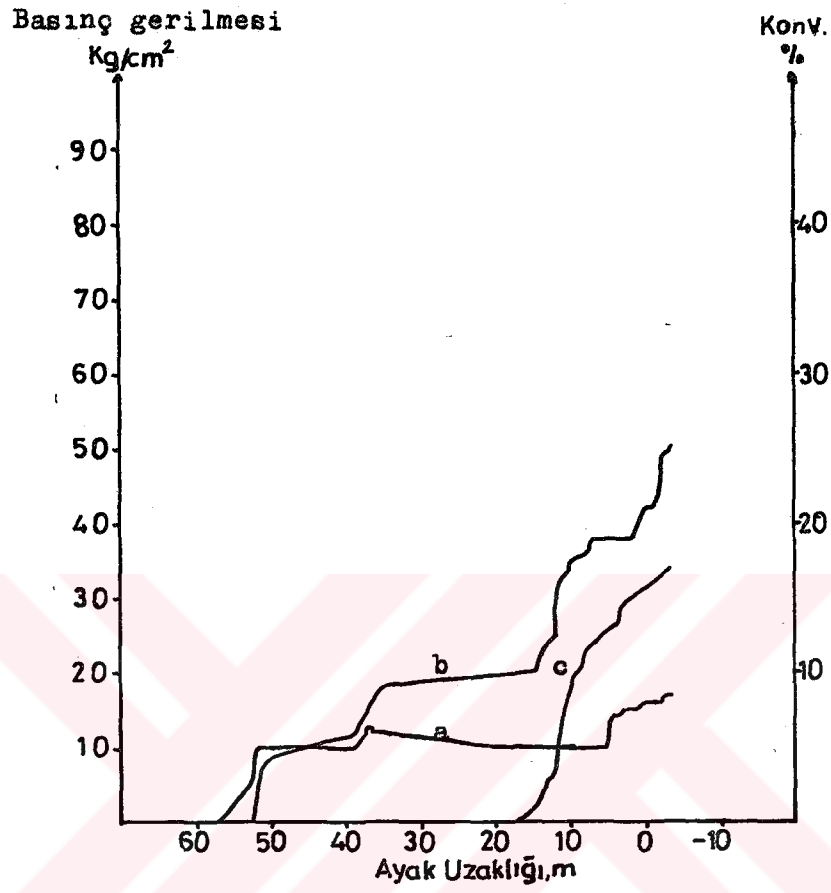
403 taban ayak kuyruk yolunda tavan ayak uzaklığı 16,9 metre, tavan basınç gerilmesi 10 kg/cm^2 , yan basınç gerilmesi $19,5 \text{ kg/cm}^2$ iken konverjans başlamış, tavan ayak hizasında tavan basınç gerilmesi 16 kg/cm^2 , yan basınç gerilmesi 42 kg/cm^2 iken konverjans % 15,6 olmuştur. Bağın yan tarafında derinlik basınç gerilmesi okunduğunda konverjans % 16, ölçümlerin son bulduğu tavan ayağın 3,1 metre gerisinde tavan basınç gerilmesi 17 kg/cm^2 , yan basınç gerilmesi 50 kg/cm^2 ve konverjans % 16,8 olmuştur (şekil 7.11).

405 taban ayak sabit yolunda ayağa 30 metre mesafede tavandaki basınç gerilmesi 33 kg/cm^2 , yan basınç gerilmesi 20 kg/cm^2 iken konverjans başlamıştır. 15,5 metrede tavanda derinlik basıncı yan taraftaki basınç gerilmesi 8 kg/cm^2 iken konverjans % 21,5 olmuştur. Ayağa 7,5 metre uzaklıkta tavanda maksimum basınç gerilmesi gözlenirken yan taraftaki basınç gerilmesi 7 kg/cm^2 ve konverjans % 38,1 olmuştur. Son olarak ayak önünde 1,3 metrede tavanda

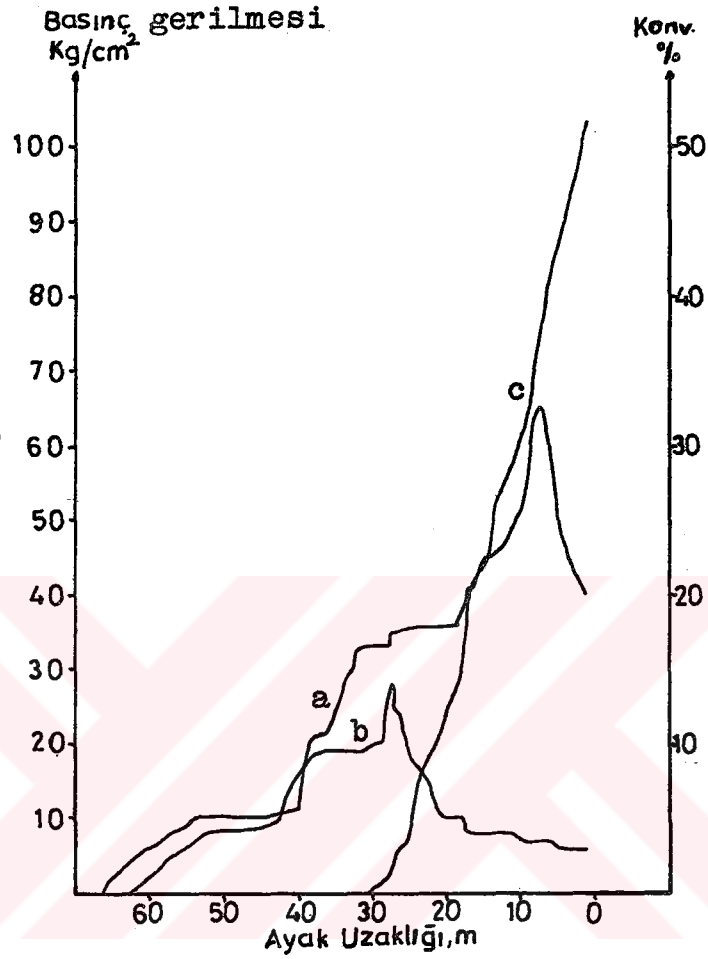
basınç gerilmesi 40 kg/cm^2 iken yan basınç gerilmesi 6 kg/cm^2 ve konverjans değeri $\% 51,5$ olmuştur (şekil 7.12).



Şekil 7.10. 401 - 403 taban sabit yolunda tavan ayak uzaklığı - tavan ve yan basınç gerilmeleri, konverjans ilişkisi: a) tavan basınç gerilmesi, b) yan basınç gerilmesi, c) konverjans.



Şekil 7.11. 403 taban ayak kuyruk yolunda tavan ayak uzaklığı - tavan ve yan basınç gerilmesi, konverjans ilişkisi: a) tavan basınç gerilmesi, b) yan basınç gerilmesi, c) konverjans.



Şekil 7.12. 405 taban sabit yolunda 405 ayak uzaklığı- tavan ve yan basınç gerilmesi, konverjans ilişkisi: a) tavan basınç gerilmesi, b)yan basınç gerilmesi, c)konverjans.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ölçümlerin yapıldığı tavan-taban ayak çalışması yapılan bölüm ve tek taban ayak çalışması yapılan bölümde bazı farklılıklar gözlenmiştir.

401 - 403 taban ayak sabit yolunda tavan ayağın önündeki bölümde bağların çevresinde meydana gelen kamalarda kırılmalar meydana gelmiş ve zaman zaman bağlar arasından akmlar olmuştur. Tavan ayak ölçüm yapılan bağların üzerine geldiği zaman toplam % 27,3'lük bir konverjans meydana gelmiştir. Burada tabanyolunun tavan ayağın altında açılmasının büyük etkisi olmuştur. Tavan sabit yolunun çevresinde meydana gelen gerilme yığılmalarından taban sabit yolu olumsuz etkilenmiştir. Şekil 7.7'deki konverjans değerleri oluşmuş, geride bulunan taban ayağın rahat çalışabilmesi için serbestliğini yitiren taban sabit yolunda tamir-tarama işlerinin yapılmasını ve poligen çekilmesini gerektirmiştir (şekil 8.1). Tamir-tarama işleri ihzarat sırasındaki bağ bağlamaktan daha zor olmakta ve randıman düşük olmaktadır. Ayrıca basınca maruz kalma dolayısıyla tarama esnasında ezik olan kömür akmakta, bu da tavan ayak tabanına serilen hasırın bozulmasına sebep olmaktadır. Galeri çevresinde oluşan gerilmelerin etkisiyle kömürün ezilmesi neticesinde 403 taban ayak içinde zaman zaman akmlar meydana gelmiştir.

403 taban ayak kuyruk yolu, 402 tavan ayak kuyruk yolu altında açılmış, tavan kuyruk yolunun çevresinde oluşan gerilmelerden taban kuyruk yolu pek fazla etkilenmemiş fazla bir basınç gerilmesi ve konverjans gözlenmemiştir.

401 - 403 taban sabit yolunda tamir-tarama gerektiği halde 403 kuyruk yolunda buna gerek olmamıştır.

405 ayak sabit yolunda galeri çevresindeki gerilmeler topuk ve ayak tarafından taşınmıştır. Burada derinlik basıncına ulaşıldıktan sonra konverjans değeri hızla

yükselmiştir. Ayak önünde oluşan taban kabarması temizlenerek taban yolunun rahatlığı sağlanmıştır. Büyük çapta tamir-tarama işlerine gerek olmamıştır.



Şekil 8.1. 401 - 403 taban sabit yolunda konverjans-tan sonra oluşan görünüm.

Belirtilen olumsuz durumları ortadan kaldırmak için aşağıdaki tedbirler alınmalıdır:

Tavan-taban ayak çalışılan panolarda taban sabit ve kuyruk yolları tavan sabit ve kuyruk yollarının altında sürülmeli, böylece gerilmelerin tabanyolunu fazlaca etkilemesi önlenmelidir.

Tabanyolunun mutlaka tavan ayağın altında açılması gerekiyorsa, tabanyoluna ya profil kesit alanı büyük rijit bağ kullanılmalı ya da takviye tahkimat yapılmalıdır.

Takviye tahkimat yapılması gerekli olan durumlarda bu işlem hazırlık aşamasında yapılmalıdır.

GI 110 profillerinin kullanıldığı şu andaki galerilerde buraları sağlam tutabilmek için ayak ilerleme hızının yüksek olması gerekir.

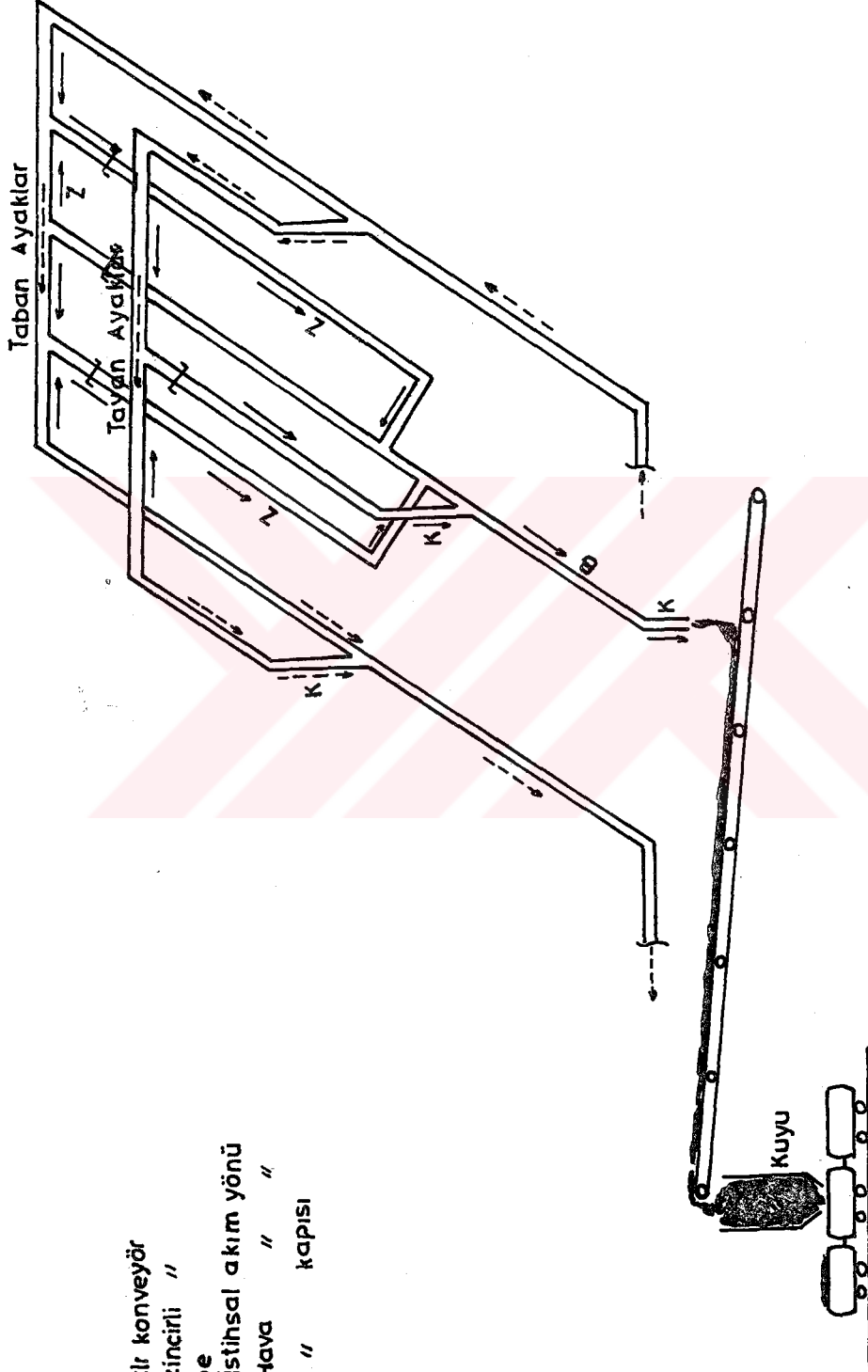
Ayak ilerleme hızını yüksek tutabilmek için mekanize kazı uygulanmalıdır. Böylece hem tamir tarama işleri ek bir gider olarak maliyeti yükseltmeyecek, hem de üretim artmış olacaktır.

Mekanizasyonun uygulanamaması durumunda mevcut işçi sayısı artırılarak her bir ayak her vardiyada tertip edilmelidir.

Jeolojik olarak deformasyonlara uğramış panolarda tabanyollarında ya profil kesiti büyük olan bağlar kullanılmalı ya da en uygun bağ aralığı seçilmelidir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

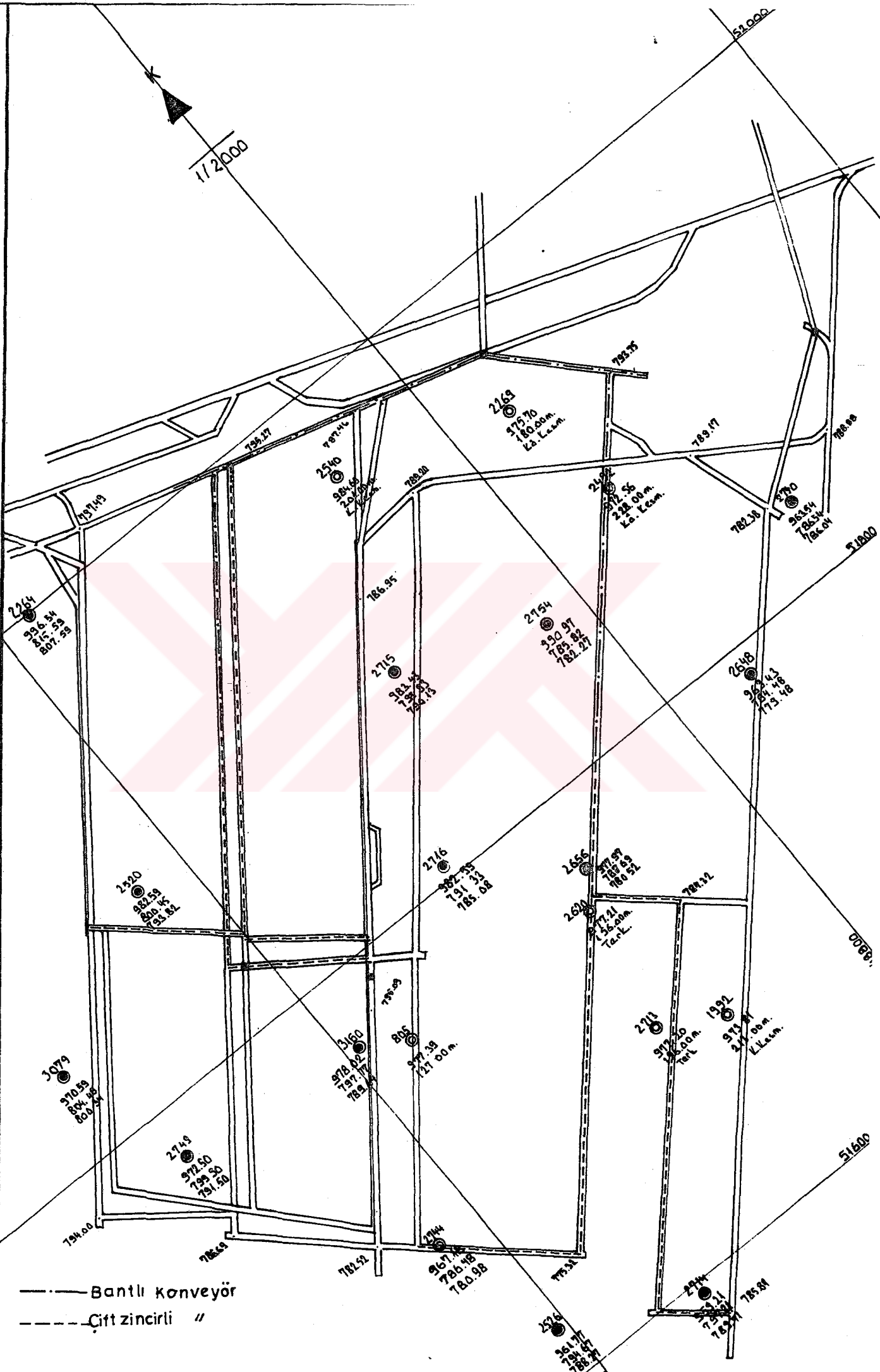
- Akzel, A. ve Şenkal, S.S., 1989, TH ve GI profilleri ile bunların uygulamaları hakkında rapor, G.L.İ Tunçbilek işletmesi, 11 s. (yayınlanmamıŐ)
- Akzel, A., 1991, İhzarat usta yetiŐtirme eğitimi, 172 s.
- Beyazıt, M. ve Oğuz, B., 1985, Mühendisler için istatistik, Birsen Yayınevi, 187 s.
- Birn, C., 1979, Madenlerde tahkimat işleri, İ.T. Ofset Atelyesi, 320 s.
- Birn, C. ve Arıoğlu, E., 1985, Madenlerde tahkimat işleri ve tasarımı, Birsen Yayınevi, 362 s.
- Destanoğlu, N., 1988, Yeraltı maden işletme, G.L.İ Yayınları, 123 s.
- Köse, H., 1986, Uzunayak etrafında oluşan basınçların kuramsal modeller üzerinde incelenmesi, Türkiye 5. Kömür Kongresi, 297-315.
- Köse, H. ve ebi, Y., 1988, Kalın kömür damarlarının üretilmesi sırasında oluşan gerilmelerin incelenmesi, Türkiye 6. Kömür Kongresi, 371-383.
- Köse, H. ve Kahraman, B., 1989, Kaya Mekaniği, D.E. Yayınları.
- nce, G., 1986, Tahkimat dersi uygulamaları.
- nce, G., 1986, Kaya mekaniği ders notları.
- zerdem, S., 1990, G.L.İ Tunçbilek yeraltı işletmesi'nde optimum delik tasarımı.
- Tübitak, 1980, Kömür ocaklarındaki uzunayaklarda tabaka denetimi sorunlarının ve tavan-taban hareketlerinin incelenmesi, 100 s.



EK-2

- B₁ : Bantlı konveyör
- Z : Çift zincirli "
- K : Kelebe
- : İstihsal akım yönü
- - - - - : Hava " "
- ⌋ : " kapısı

EK-3



EK-5

	TÜVENAN KÖMÜR		YIKANMIŞ KÖMÜR		KRİBLE KÖMÜR	
	ORİJİNAL	KURU	ORİJİNAL	KURU	ORİJİNAL	KURU
RUTUBET (%)	14.15	-	18.88	-	16.76	-
KÜL (%)	42.20	49.11	17.03	20.99	25.33	30.45
UÇUCU MADDE (%)	26.38	30.75	32.36	39.89	30.69	36.87
SABİT KARBON (%)	17.26	20.12	31.71	39.11	27.19	32.66
KÜKÜRT (%)	2.18	2.54	2.32	2.85	2.97	3.18
AİD (Kcal/kg)	2403	2902	4432	5593	3754	4632

BOYUT (mm)	RUTUBET (%)	KÜL (%)	AİD (Kcal/kg)	MİKTAR (TON)
YERALTI TÜVENAN	12.68	54.52	2075	1.589.729
AÇIKOCAK TÜVENAN	15.23	45.63	2550	1.301.132
+ 50 mm	16.07	21.99	4660	252.956
18 -50 mm	16.62	20.22	4735	344.793
10 - 18 mm	17.06	20.98	4604	25.390
0 - 18 mm	20.82	20.71	4325	632.758
ŞİST	10.68	80.75	-	203.792

A_Sınıflama Parametreleri ve Dereceleri

1	SAĞLAM KAYANIN MUKAVEMETİ	UC YÜK MUKAVEMET ENDEKSİ	> 8 MPa	4-8 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa	YEĞLENEN TEK EKSEN'Lİ BASINÇ DENEYİ KULLAN			
	MUKAVEMETİ	TEK EKSEN'Lİ BASINÇ MUKAVEMETİ	> 200 MPa	100-200 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	10-25 MPa	3-10 MPa	1-3 MPa	
	DERECELENDİRME		15	12	7	4	2	1	0	
2	SDİ. KART KALİTE RÖS	% 90	% 100	% 75	% 90	% 50	% 75	% 25	% 50	< % 25
	DERECELENDİRME		20	17	13	8	3			
3	EKLEMLERİN SIKLIĞI	> 3 m.	1-3 m.	0,3 - 1 m.	50 - 300 mm	< 50 mm.				
	DERECELENDİRME		30	25	20	10	5			
4	EKLEMLERİN DURUMU	Çok kaba yüzler Sürekli değil Ayrılma yok Eklemli sert duvar kayası	Az kaba yüzler Ayrım < 1mm. Eklemli sert duvar kayası	Az kaba yüzler Ayrım < 1mm. Eklemli yumuşak duvar kayası	Sürtünme izli yüzler veya fay kili < 5 mm. veya 1-5 mm açık eklemli sürekli eklemli	Yumuşak fay kili > 5 mm. kalınlık veya açık eklemli > 5 mm. sürekli eklemli				
	DERECELENDİRME		25	20	12	6	0			
5	YERALTI SUYU	Tünelin 10m.lik kısmından geçen su	YOK		< 25 litre / dak.	25-125 litre / dak.	> 125 litre / dak.			
		Eklemdeki su basıncı	0		0,0 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5			
		Ana esal gerilme	Tamamen kuru		Yalnızca nemli (kırıklardaki su)	Orta basınç altında su	Önemli su problemleri			
		Genel Kosullar	10		7	4	0			
	DERECELENDİRME		10	7	4	0				

B_Eklem Yönlenimine Göre Düzeltme

EK-7	EKLEMLERİN DOĞRULTU VE EĞİM YÖNLENİMİ		ÇOK İYİ	İYİ	ORTA	KÖTÜ	ÇOK KÖTÜ
	DERECELENDİRME	Tünel	0	-2	-5	-10	-12
		Temeller	0	-2	-7	-15	-25
		Yamaçlar	0	-5	-25	-50	-60

C_Kaya Sınıflamaları ve Dereceleri

SINIFLAMA NO	I	II	III	IV	V
TANIMLAMA	Çok İyi kaya	İyi kaya	Orta kaya	Zayıf kaya	Çok zayıf kaya
DERECELENDİRME	100 - 90	90 - 70	70 - 50	50 - 25	< 25

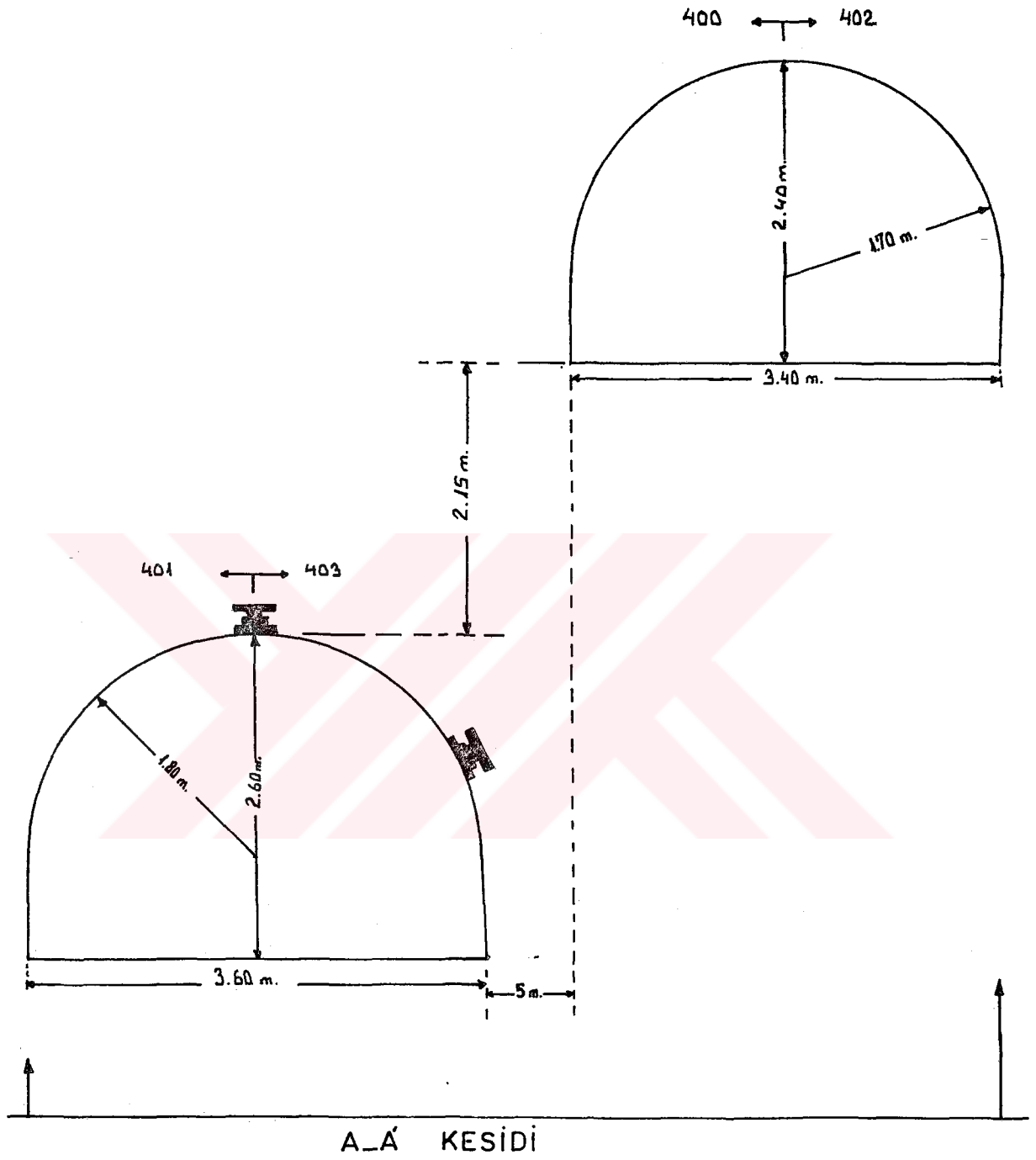
D_Kaya Sınıflama Yorumları

SINIFLAMA NO	I	II	III	IV	V
ORTALAMA DAYANMA SÜRE.	5m. açıklıkta 10 yıl	4m. açıklıkta 6 ay	2m. açıklıkta 1 hafta	1,5m. açıklıkta 5 saat	0,5m. açıklıkta 10 dk
KAYA KÜTLESİNİN KOHEZYONU	> 300 kPa	200-300 kPa	150 - kPa	100 - 150 kPa	< 100 kPa
KAYA KÜT. SÜRTÜNME AÇISI	> 45°	40°-45°	35° - 40°	30° - 35°	< 30°
CEVHERİN KAZILABİLİRLİĞİ	Çok zayıf	Kolaylıkla büyük parçalar çıkar	Orta	Kolaylıkla kazılır iyi parçalanma	Çok iyi

EKLEMLİ KAYA KÜTLELERİNİN JEOMEKANİK SINIFLAMASI

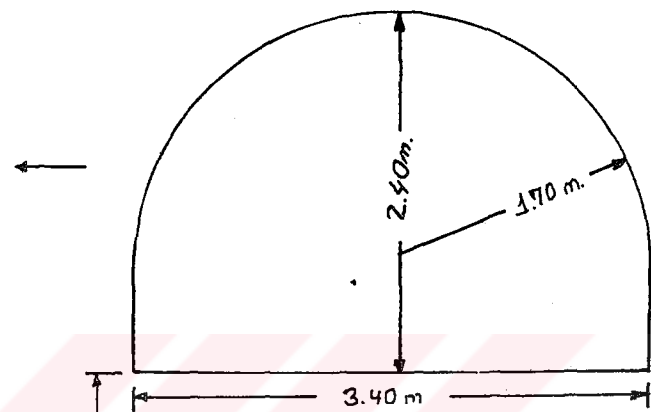
TÜNEL EKSENİNE DİK DOĞRULTU				TÜNEL EKSENİNE PARALEL DOĞRULTU		DOĞRULTUYA BAKILMAKSİZİN EĞİM 0°-20°
EĞİM YÖNÜNDE AÇIM		EĞİME DİK AÇIM				
EĞİM 45°-90°	EĞİM 20°-45°	EĞİM 45°-90°	EĞİM 20°-45°	EĞİM 45°-90°	EĞİM 20°-45°	
Çok İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok kötü	Orta	Kötü

TÜNELDE EKLEM DOĞRULTU VE EĞİM YÖNLENİMİNİN ETKİSİ



EK-9

402 Tv.
Ayak



2.05m

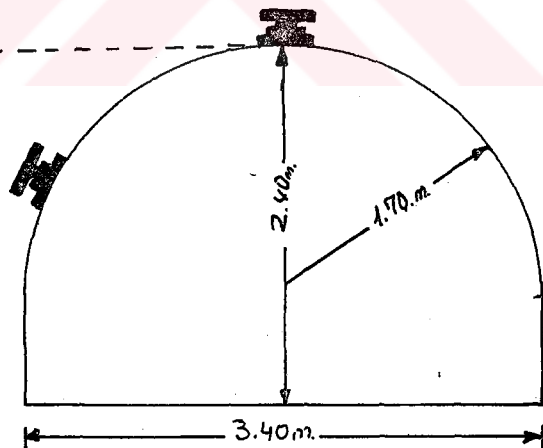
3.40 m

2.40m

1.70 m

T O P U K

403.Tb
Ayak



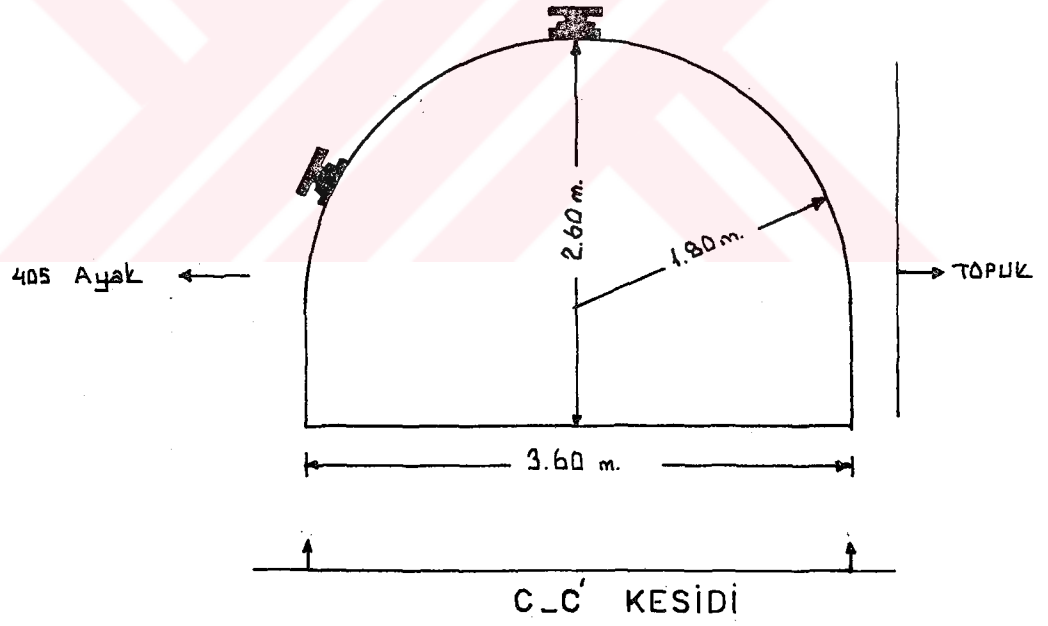
3.40m

2.40m

1.70 m

B - B' KESIDI

EK-10



EK-11