

BLİ HİMMETOĞLU AÇIK OCAK ŞEV ANALİZİ

SLOPE STABILITY ANALYSIS AT HİMMETOĞLU OPEN
PIT MINE (BLİ)

Seyfi KULAKSIZC)

ÖİET

Açık ocak işletmelerinde kayaçların sev duraylılığı daha çok öncelikle süreksizlik düzlemleri ile (çatlak sistemi, fay, ezik zonlar, tabaka konumları) kontrol edilmektedir, ikinci ana etken ise yeraltı suyudur. Şev duraylılığında etki eden bu faktörlerin en önemli karakteri ise bunların konumlarıdır. Gerek açık ocak gerek ise yeraltında bu zayıf zonlar harıtalanmalıdır. Bunun için bir çok metod kullanılmaktadır.

Bu çalışmada ise süreksizliklerin grafiksel analizi ile, meydana gelmiş eski heyelanların analizinden soruna ekonomik olarak çözüm sağlanmaya çalışılmıştır.

ABSTRACT

The stability of rock slopes is mostly influenced and controlled by weakness planes (such as joints, faults, shear zones bedding planes) at open pits. Secondly- the existence of underground water is the most important factor that influence stability are the existence structural discontinuities orientation (Dip, strike).

Weak zones must be mapped in open pit mines and also underground. There are many methods that are used for this.

In this paper the cheapest method being stereographic analysis techniques and old slope failure back analysis were applied.

Doç.Or. Maden YÜk.Müh. Hacettepe Üniversitesi Maden Müh. Bölümü
Beytepe-ANKARA

1. GİRİŞ

- Şev duraylılığı analizlerinde şev dizaynı ve kontrolü için şu ana faktörler tam olarak yapılarak değerlendirilmelidir.

A- Sahanın yapısal jeoloji özellikleri

B- Kayaçların stratigrafisi

C- Yeraltı suyu

D- Kayaçların jeomekanik özellikleri

Bu ana faktörler yanında, topografiya, açık ocak derinliği, patlatma sistemi, düzensiz döküm sahaları.

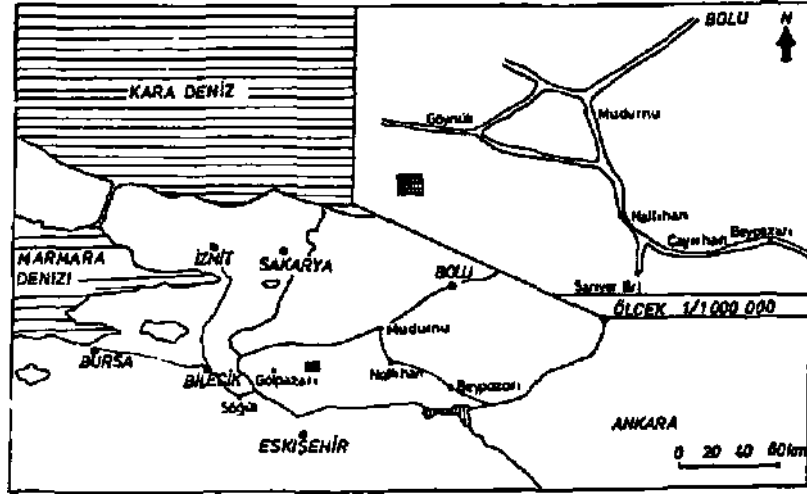
Şev duraylılık analizleri için yapısal jeoloji, yeraltı suyu ve gözenek suyu basıncı, makaslama dayanımı, vb. kayaçların jeomekanik verilerinin bilinmesi gerekir. Dalayısıyla şev analizi bir ekip çalışmasıdır. Bu ekip çalışmasında jeolog, hidrojeolog, kaya mekanikçi, bilgisayar mühendisi ve bir de esas olarak pratik, ekonomik ve dizayn için maden mühendisi bulunmalıdır.

Eğer şev analizi önceden yapılmamış ise geçmişte meydana gelen kaymaların analiz edilmesinde büyük yarar vardır. Bunun için de topoğrafik konum, kayan bloğun topuk ve başladığı yüzey yapısal jeoloji, yeraltı suyu seviyesi verileri kayıt edilmeli ve değerlendirilmelidir. Kayma durumunda emniyet faktörü bir ve kohezyon ise sıfırdır. Buradan kolaylıkla sürtünme katsayısı bulunabilir. Bu şartlarda yeni şev emniyet katsayısı hesaplanmaktadır.

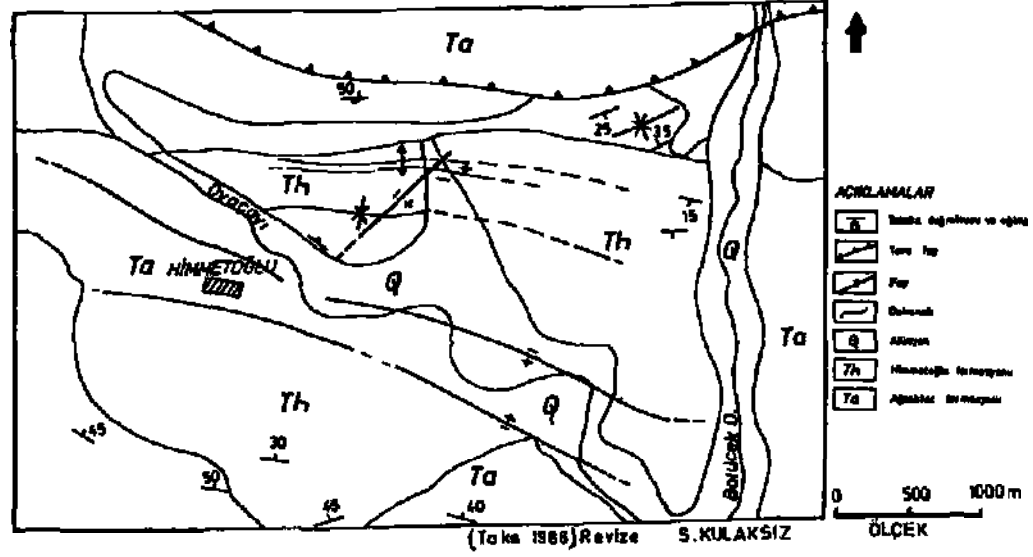
Ocak genel şev açısı, açık ocağın şekil ve şevlerin yerleştirilmesi ise etki eden diğer faktörlerden biridir. Açık ocak sahasında yapısal jeoloji farklılıkları nedeniyle optimum şev açısı, ocağın değişik yerlerinde değişecektir. Bu değişiklikler açık ocak genel durumu itibarıyla bazı alanlarda uygun almakla beraber, ocak şartları nedeniyle bazen uygulanamamaktadır.

1.1. Çalışma Alanı

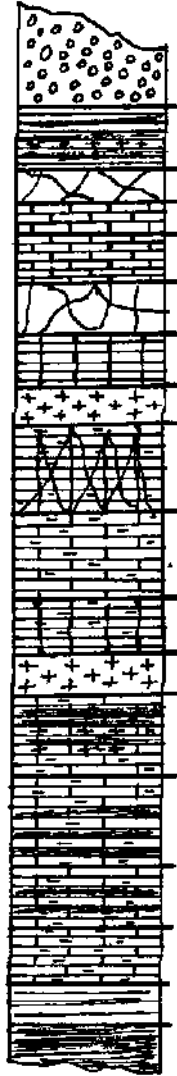
Araştırma yapılan saha Bolu illi Göynük İlçesi Himmetoğlu köyü batı ve kuzey yöresinde yer almaktadır (Şekil 1). Bu çalışma için jeoteknik ve yapısal jeoloji verileri A, panosunda yapılan gözlem ve ölçümlerden alınmıştır.



GÖYNÜK HİMMETOĞLU LİNYİT SAHASI JEOLJİ HARİTASI



Şekil 1. Bli Himmetoğlu Linyit Sahası Lokasyonu ve Jeoloji Haritası



(ölçeksiz)

- 2.m,Alüvyon
- 3.m,Bozunmuş gri renkli lamlı kilitaşı marn ardalanması
- 0.85.m masif konkotdal kırılmali kilitaşı killi marn
- 0.60.m gri renkli yeşilimsi kilitaşı 4-20 cm tabakalı
- 0.30 m gri renkli okside kilitaşı N 20 W/5 SW
- 1-m Açık gri yeşilimsi konkaldal kırılmali dikine çatlaklı kilitaşı
- 1.20 m tabakalı (1-20 cm) gri renkli tabakaya dik çatlaklı marn-kilitaşı
- 0.05 m tuf
- 2,30 m Açık yeşilimsi gri masif, kırılğan, dikine çatlaklı dağ ilğan (5-50 cm çatlak aralıkli) kilitaşı
- 2,30 m çok İnce lamlı (1-5 cm) koyu gri yeşilimsi kırılğan tuf bantlı kilitaşı^marn
- 5.m gri masif görünömlü yer yer yumru lu kilitaşı-marn
- 1,30 m tuf gözenekli biyotitli kahverengi gri renkli
- 5.m İnce tabakalı lamlı 1-45 cm tabakalı koyu gri kilitaşı (Su geliri mevcut) yer yer tuf bantlı
- 9-m kalın tabakalı (40-50 cm) killi kireçtaşı lamlı tabakalı mam-kl İtası
- 10.m çeşitli boyutlarda tabakalı marn,kilitaşı, silttaşı ardalanmalı seviye
- 2.m İnce tabakalı organik mataryelli kilitaşı-silttaşı
- 1-3 m bitömlü şist
- 1-13 m linyit

Şekil 2. (ölçülü)Himnetagiu ocağı dikme kesiti

2. BÖLGENİN JEOLJİSİ

Hlmmetoğlu açık ocak linyit İşletmesi sahasnida kapsayan bölgede bir çok araştırmacı jeolojik çalışmalar yapmışlardır (Stcheplnsky, 1941; Abdül-selamoğlu, 1956; Turgut, 1985....).

Daha önce açık ocak sahasında marn ve klltaşı olarak tanımlanan lito-lojlk birimlerin yapılan makroskopl ve mikroskopl çalışmalar sonucunda birbirleri ile ardalanmalı olarak kömür tabanından yüzeye doğru İstif-lenmesi ve adlandırılması Şekil'2'de verilmiştir.

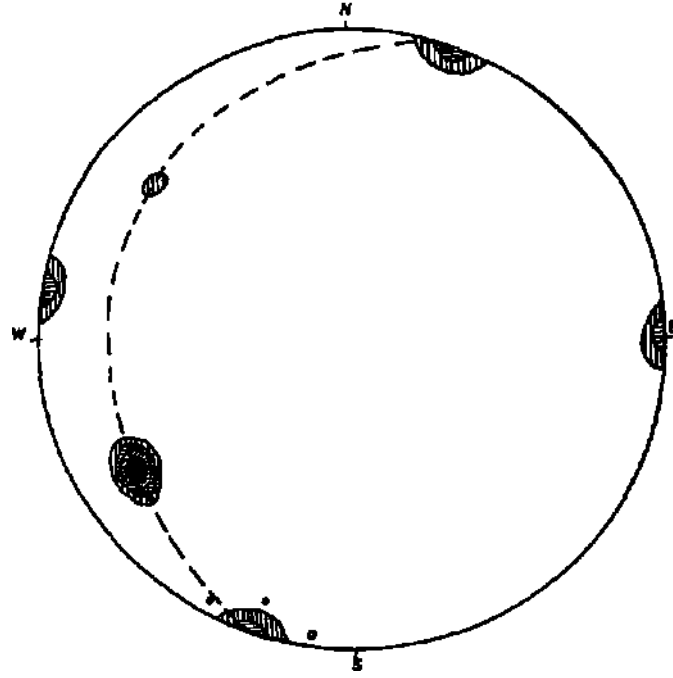
Burada sadece kömür içeren Hlmmetoğlu formasyonu ve onun lltolojlk birimleri verilecektir. Genel olarak bu formasyon marn, klltaşı, siltta-řı, milttaşı, kumtaşı, tuf, killi marn ardalanmalı seri yapısındadır. Bu formasyon kalınlığı 1-13 metre arasında değişen kömür içermektedir. Kö-mürleşme derecesi ise DİN standardlarına göre yumuşak kahverengi kömür, ASTH Standardlarına göre ise linyite tekabül etmektedir (Kulaksız ve Demlrbugan, 1988).

2.2. Yapısal Jeoloji

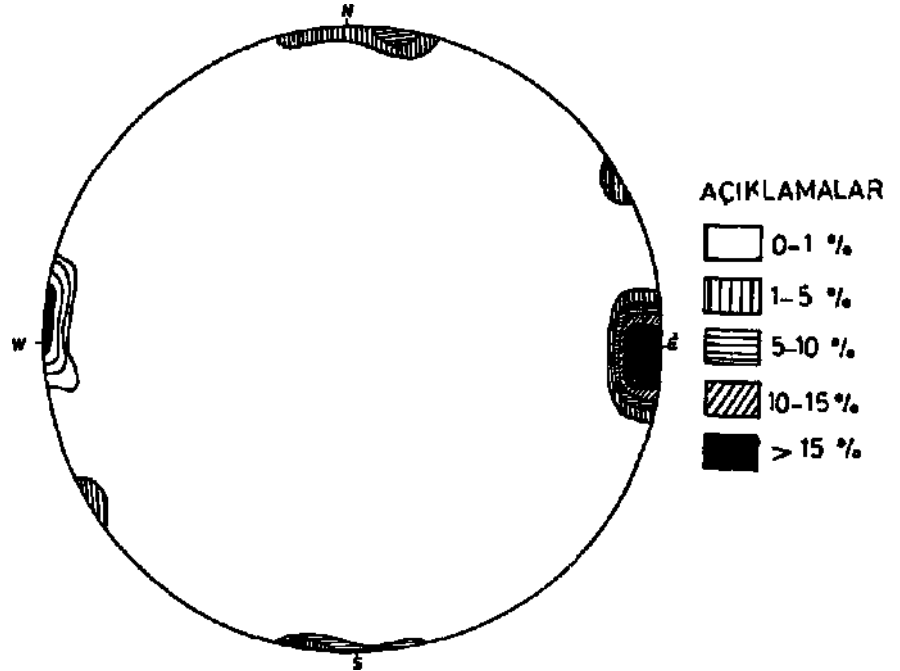
Bölgede yer alan önceki çalışmalarda belirlenen tektonik yapılar ayköy ve Hlmmetoğlu senklinali İle Bölücekova antiklinalın yanı sıra açık ocak içinde kömürlü seviyede gözlenen devrik bir antklinal ve senklinal yapısıda bulunmakta, Ovaçay ile kömür ocağı arasında İse faylı bir antklinal bulunmaktadır.

Kıvrım kanatlarındaki tabaka eğimleri 5-30° arasında değişmektedir. Bu kıvrımlı yapıların yanı sıra jeofizik çalışmaları sonucu tespit olunan örtülü yaklaşık E-W yönlü faylarla birlikte bu fayları kesen NE yönlü İkincil faylar gözlenmiştir.

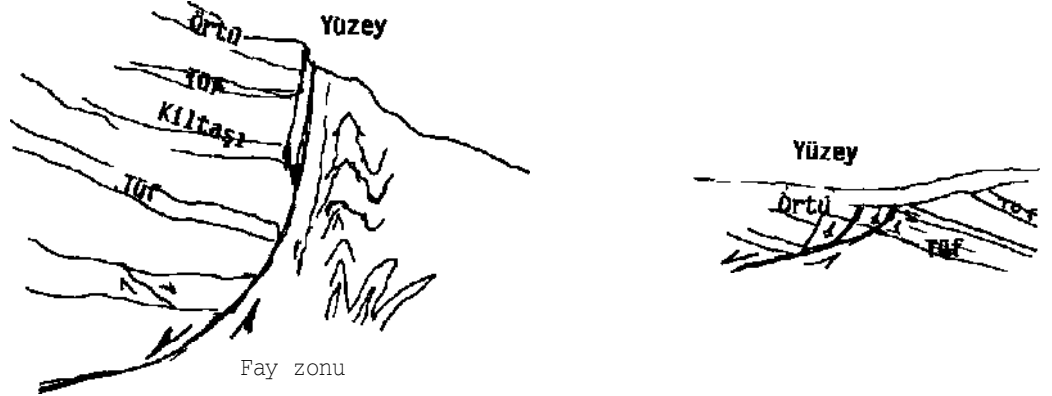
Açık ocak içinden geçen yaklaşık E-W eksen konumlu fayın eğimi yüzey 90° İken 10 metre sonra 33° dereceye düşmekte ve tabaka içi fay konumunu almaktadır (Şekil 3).



Şekil 4. A- Panosu Çatlaklarının Schmidt Ağında Yoğunluk Dağılımı



Şekil 5. A₂ Panosu Güne* Şevinde Ölçülmüş Çatlakların Scirlft Ağınca Yoğunluk Dağılımı.



Şekil 3. A₂ panosu açık ocak doğu şevinde fay düzleminde eğim açısının değişmesi

Kısmen ters fay karakterli bu fay ile Ovaçay kenarından geçen normal fay arasında kömür düşey atımdan dolayı daha derinlere inmektedir (ortalama 10 metre).

Açık ocak işletme sahasında bu büyük fayların yanı sıra tali olarak E-W, N 75 W veya N 70 E doğrultulu eğimleri 35-90° arasında değişen normal faylar ile N 35 E ve N-S yönünde 75-90° eğimli fay sisteminin bulunduğu da gözlenmektedir. Bu fayların düşey atımları ise 1-8 metre arasında değişmektedir.

Önceki çalışmalarda açık ocak işletme projesi ve uygulanmasına yönelik yapısal jeoloji elemanları yeterli şekilde incelenmediği ve hastalanmadığından ocak planlanması ve şev duraylılığı konularında hiçbir veri kullanılmadan doğrudan işletmeye geçilmesi sonucu açık ocak sahası heyelanlarla kaplanmıştır.

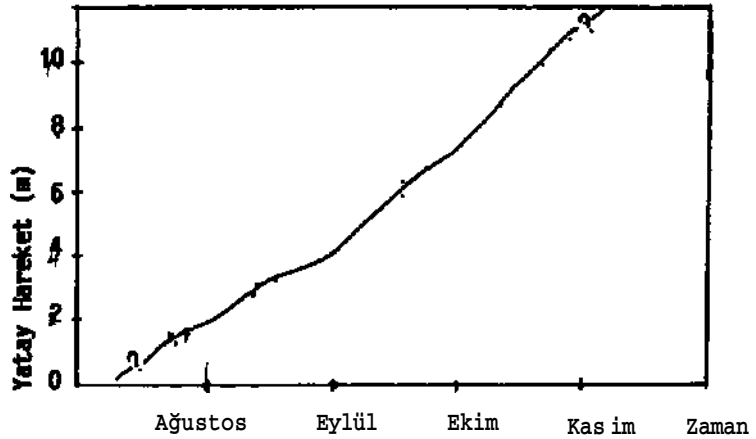
Açık ocak sahasında kayalarda üç yönlü çatlak sisteminin geliştiği gözlenmiştir. Gözlem sonucu ölçülmüş çatlak konumlarının pol noktalarının çizimi Schmidt diyagramında (Paillips, 1971) yapılmış ve bunlara alt pal noktalarından geçen (beta) düzlemler çizilmiş ve Şekil 4-5* de verilmiştir. Hakim çatlak doğrultusu yaklaşık N-S ve E-W yönü görülmektedir.

3. GERİLME ÇATLAĞI ÖLÇÜMÜ

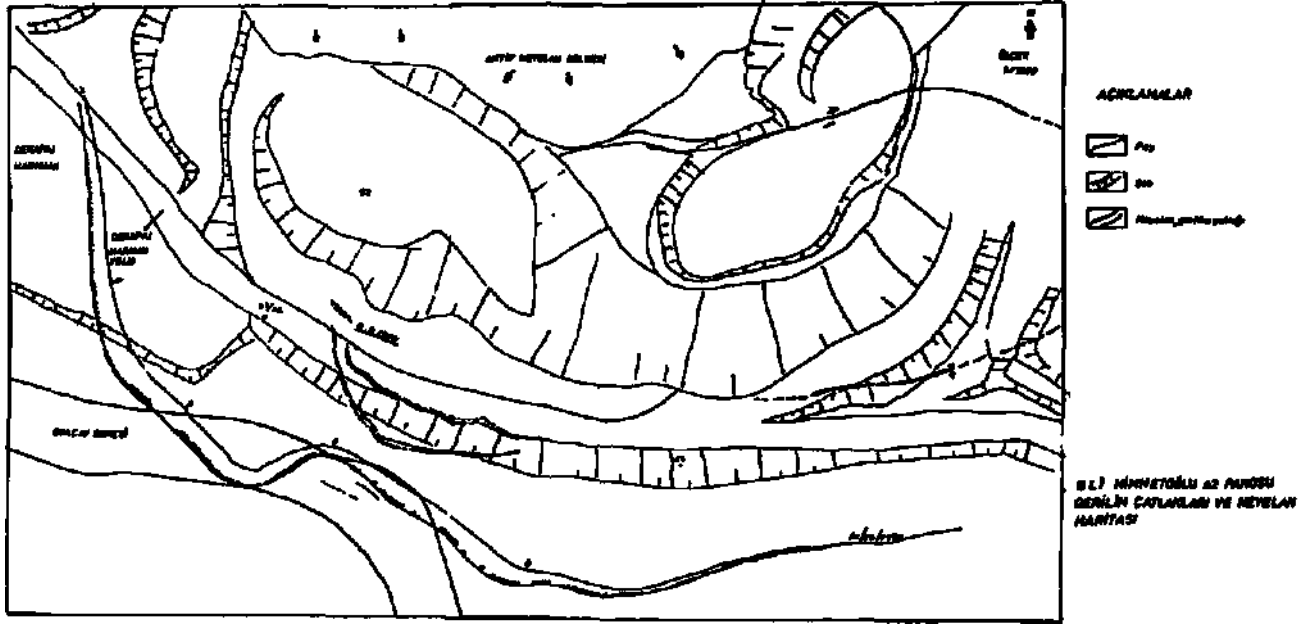
Gerilme çatlağı ve düzlemsel kayma hareketinin ölçülmesi çeşitli yöntem ve cihazlar kullanılarak yapılabilmektedir. Bunlar delik içi inkltno-metresi, delik içi ekstansiyometresl, çelik tel ekstansiyometresi, pieo-zametresl veya topoğrafik hassas ölçüm aletleridir (Browner ve Cavers, 1986).

BLİ Himmetoğlu açık ocak işletmesinde Wllp telemetrik-Laser ışınli teodolit kullanılmıştır. Açık ocak işletmesi A₂ panosu ocak güney şevinde kurulan topoğrafik ölçüm istasyonları ağı yardımı ile gerilme çatlakları harıtalaması yapılmış, (Şekil 6-7'de verilmiştir) gerilme çatlağı hareket ölçüm sonuçları ise Tablo 1'de sunulmuştur. Tablo 1 de sunulan ölçüm ve gözlem sonuçlarına göre 9, 10, 11, 12 Kasım 1988 tarihlerdeki gözlemlerde şev topuğunda kömür alımı devam etmekte ve dere yatağındaki su gelirini önlemek için dekapaj yapılan malzeme ile doldurulmakta idi. Kayan saha üstüne yapılan bu dekapaj blok üstüne ekstra yükleme ile birlikte, dereden gelen ve çatlaklara dolan sular çatlak sistemlerinde basınç artmasıyla çatlakların genişlemesine neden olmasıyla kayma olayının hızlandığı gözlenmiştir.

Şevdeki hareketin zamana bağlı olarak çizilen grafiği Şekil 8 de verilmiştir, önceki ölçümlerde gerilme çatlağı ortalama yatay hareket ilerleme hızı 6 cm/gün iken (maksimum 10 cm mln 1 cm), yağışlarla birlikte Ovaçay deresinden gelen yeraltı suyu nedenleriyle 25 cm/gün olduğu gözlenmiştir.

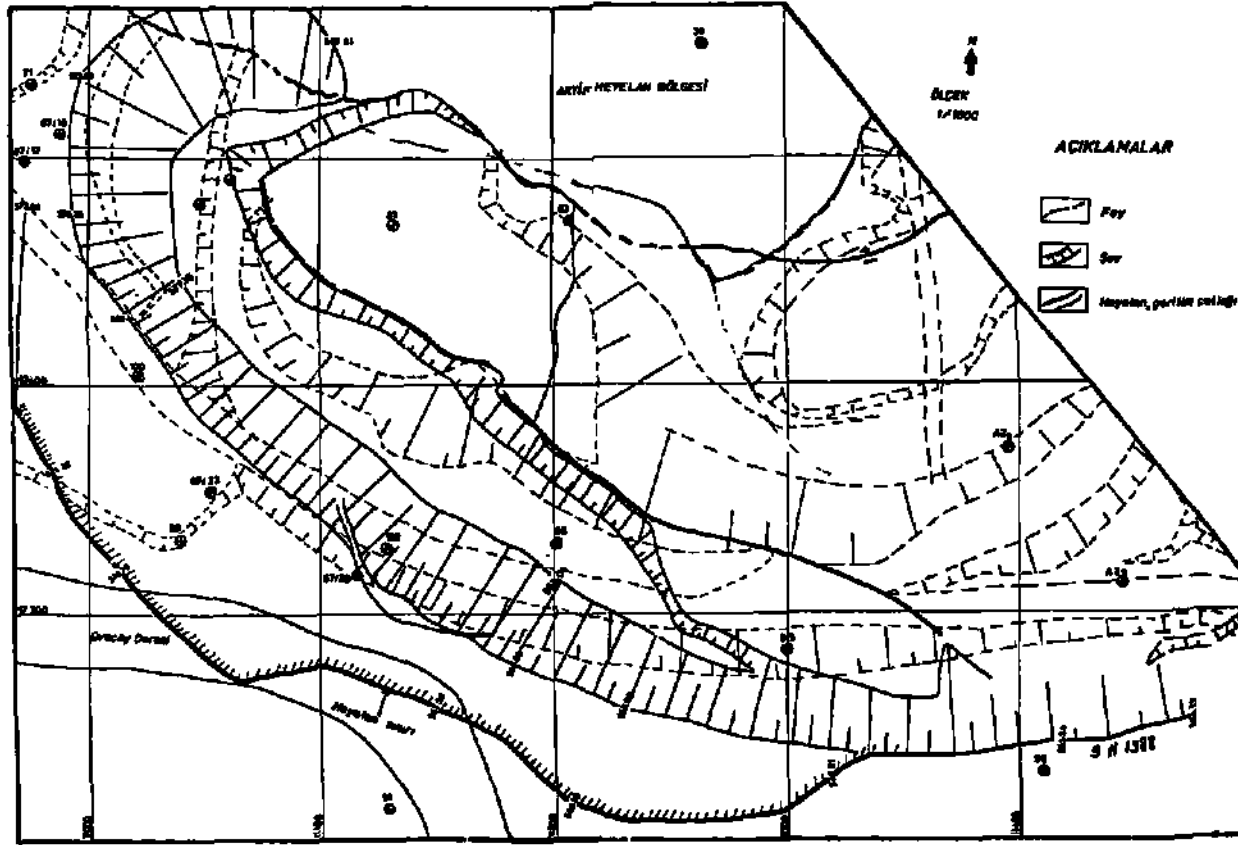


Şekil 8. Gerilme çatlağı hareket zaman grafiği.



Şekil 6. B.Lt. Hinmttoğlu Ag Panosu Gerilim Çatlakları ve Heyelan Haritası (10.10.1988)

BLİ HİMMETOĞLU A2 PANOSU GERİLİM ÇATLAKLARI HEYELAN HARİTASI



Şekil 7. BLİ Himmetoğlu A₂ Panosu Gerilim Çatlakları Heyelan Haritası

Tablo 1. Aj Panosu Güney Şevinde, Heyelan ve Gerilim Çatlağındaki Gözlem ve Ölçüm Sonuçları

| Gözlem No | Madencilik Faaliyeti | Gözlenen Derinliği (cm) | | Yatay Hareket (cm) | | Düşey Hareket Bileşeni (cm) | | Su Geliri |
|-----------|----------------------|-------------------------|------|--------------------|-----------|-----------------------------|-----------|------------------------|
| | | min. | mak. | min. | mak. | min. | mak. | |
| 1 | Var 1. çatlak | 1 | 10 | 0 | 200 | - | - | 2. basamak (Çok az) |
| | 2. çatlak | 1 | 150 | 0 | 40 | 0 | 30 | |
| | 3. çatlak | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | |
| 2 | Var | | | | 400 | | | |
| | 2. çatlak | | 400 | | 1200 | - | 300 | var |
| | 3. çatlak | | 30 | | 10 | | 0 | yok |
| 3 | var 3. çatlak | | ? | | 25 cm/gün | | 40 cm/gün | var |
| 4 | var 3. çatlak | | ? | | 30 cm/gün | | 60 cm/gün | var |
| 5 | var 3. çatlak | | ? | | 25 cm/gün | | 40 cm/gün | var |

Bir çok maden ocağında zamana bağlı hareket diyagramı çiziminde (Kennedy et.al. 1970) geniş ölçekli kaymalarda günlük hareket 7,5 cm altında ise 24 saat içinde büyük kaymanın olmayacağı şekMnde gözlenmiştir.

Çatlaklarda gözenek suyu basıncının artması ile şev duraylılığının azalacağından bu gibi açık ocaklarda» plezometre şevlere yerleştirilmeli ve periyodik olarak okunmalıdır. Böylece şevdeki duraylılık azalmasının önceden belirlenmesi tespit edildiğinden orijinal şev açısının yeniden gözden geçirilmesini gündeme getirecektir. Sonuç da ise şevin duraylılığı için gerekli önlem alınmış olabilecektir.

Bölgede hldrc.jeolojik ve jeomekanik çalışmalara devam edildiğinden sonuçlar ileride ayrıca sunulacaktır.

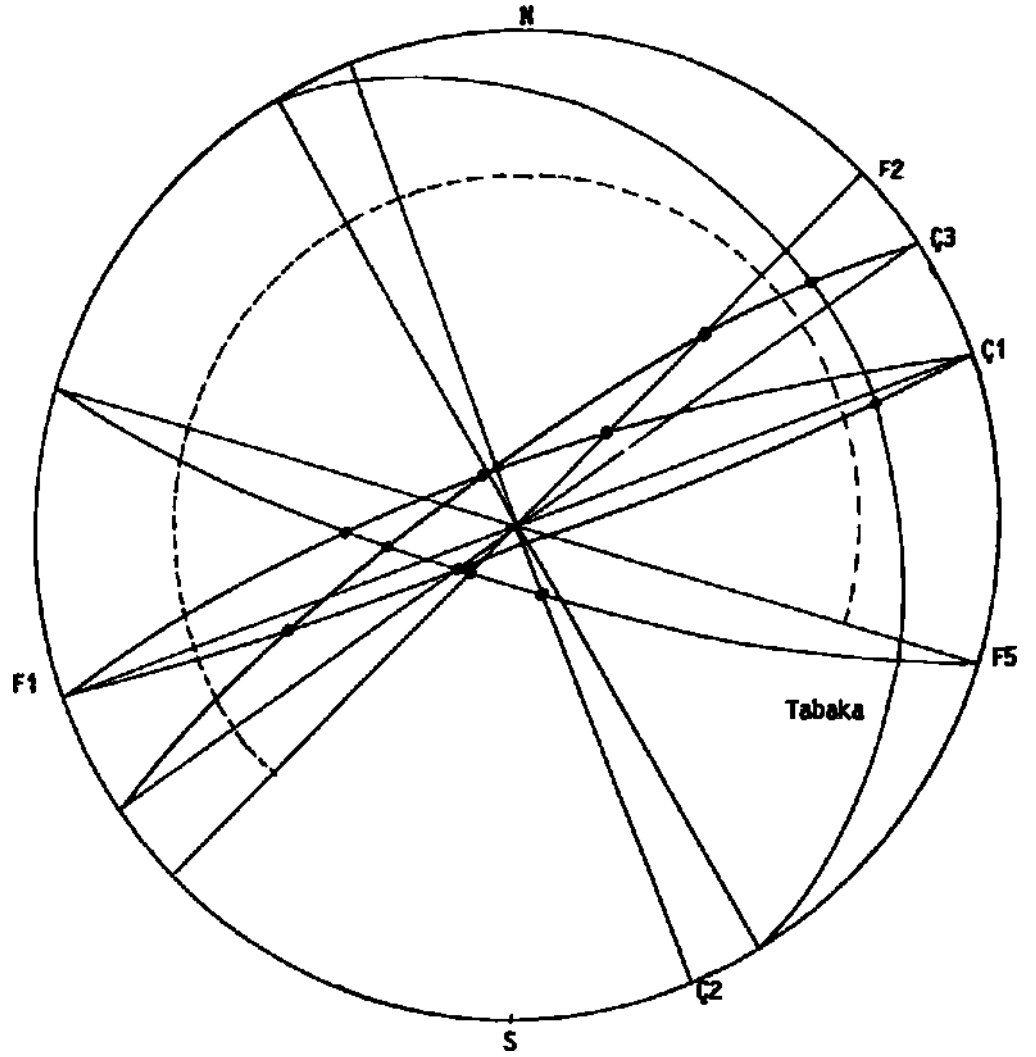
4. ŞEV ANALİZ YÖNTEMLERİ

Şev duraylılık analizleri yöntemleri birçok araştırmacı tarafından değişik zamanlarda irdelenmiştir (Bishop, 1955; Jonbu, 1973; Lowe, 1967; Spencer, 1967; Hock S Bray, 1974; Ross-Brown, 1977).

Bu çalışmada ise kama tipi kayma grafik analiz yöntemi uygulanmıştır. BLİ Himmetoğlu A₂ panosu kayma grafiksel analizlerinde (Şekil 9) süreksizliklerin (çatlak ve fay) hemen hemen tümü kama tipi kaymayı başlatacak konumda bulunmakta olduğu görülmektedir. Bunların tercihli kayma yönleri ise kuzey-kuzeydoğu, güney-güneydoğu doğrultusundadır. Açık ocak güney şevinde kayma kuzey ve kuzeydoğu konumludur. Dolayısıyla burada kritik düzlemler F_j ve F- fayın oluşturduğu kama sistemi ile F. ve C-3 çatlak sisteminin oluşturduğu kama C-3 ve C-2 çatlak sisteminin oluşturduğu ile kritik görülmektedir.

Bu verilere rağmen saha gözlemleri kaymanın gerilme çatlakları ile kontrol edilen kütleli yenilme şeklinde geliştiğini göstermektedir.

Ag panosunun doğu şevinde ise tipik iki yönlü çatlak sistemlerinin oluşturduğu kama tipi kaymalar görülmektedir. Bu tip kaymalar daha çok faylı zonlarda daha net şekilde gözlenmekte olup, heyelana dönüşmeyip blok ayrılmaları şeklinde açık ocakta yer almaktadır.



Şekil 9. Himmetoğlu Ağ Panosunda Schmidt Ağında Grafiksel Kama Tipi Kayma Analizi

SONUÇLAR

Bu çalışmada açık ocak işletmelerinde planlama safhasında verilere dayanılarak jeolog-hidrojeolog-kaya mekaniği ve maden mühendisinin birlikte çalışarak planlama yapmasının önemi vurgulanmış ve

1. Açık ocak İşletmesinin olanakları dahilinde hassas topoğrafik ölçümlerle şevdeki oluşmakta olan gerilme çatlakları ve heyelan hareketinin gözlenerek kontrol edilebileceği

2. Su geliri bulunan sahalarda açılan açık ocak işletmelerinde şevlere yerleştirilen plezometrelerle oluşabilecek çatlak ve heyelanların belirtileri tespit edilerek şevlerde gerekli önlemlerin alınması

3. Çeşitli nedenlerle ve zorlamalarla açık ocak ile dere yatağı arasında topukların alınmaması, alındığı takdirde önceden şevin tekrar analiz edilmesi

4. Grafiksiz analiz yöntemi ve olmuş olaylardan giderek (eski heyelanlar) geriye dönük analiz yöntemi kullanılarak ocak şev açısı ve emniyet katsayısının yeniden tespitinin en ekonomik ve kısa sürede yapılabilceği (laboratuvarsız) gösterilmiştir.

5. BLI Himmetoğlu sahası açık ocak planlamasında bu kayma yönlerine göre ocak geometrisinin değiştirilmesi ve İşletme sırasındaki şev açılarının ocak genel şev açısından çok yüksek tutulması

3

6. Şev duraylılığının tespit edilmesi ile milyonlarca m boşuna heyelan dekapajı gibi milli servet olan kömür kayıplarında olmayacaktır.

y

KAYNAKLAR

- ABDÜLSELAAMOĞLU, Ş.M., 1956; "Göynük-Mudurnu ve Beydilli Bölgesinin Jeolojisi" M.T.A. rapor no 2391. Yayınlanmamış.
- BISHOP, A.W., 1955; "The Use of the Slip Circle In the Stability Analysis of Slopes." Geotechnique, Vol. 5, No. 1, pp 7-17.
- BRAWNER, CO. ve CAVERS, D.S. 1986; "Recent Developements In Rock Characterization and Rock Mechanics for Surface Mining" pp. 43-55 Ed. Micheal Karmls.
- HOEK, E., and BRAY, J.W., 1974; "Rock Slope Engineering, Institute of Mining and Metallurgy", London.
- JANBU, N., 1973; "Slope Stability Computations, Embankment-Dam Engineering", Casagrande Volt., John and Viley sons. New York.
- KENNEDY, B.A., SAVELEY, J.P., and PAKALMIS, R., 1970; "A Case Study of Slope Stability at Chuqulcamata Mine Chile," Preprint No 70-AM-81, SME of AIME
- KULAKSIZ, S., ve DEMIRBUGAN, A., 1988; "Himmetoğlu linyitlerinin değişik yoğunluk frakslyonlarındaki petrografik özellikleri. Sayı 1. sayfa 38. Madencilik TMMOB Maden Mühendisleri Odası.
- LOWE, J. III, 1967; "Stability Analysis of Embankments." American Society of Civil Engineers, Vol. 93, No. SM4, pp. 1-33.
- PHILLIPS, F.C., 1971; "The Use of stereographic Projection In Structural Geology" 3. rd. Ed. Edward Arnold.
- ROSS-BROWN, D.M., 1973; "Design Considerations for Excavated Slopes in Hard Rock." Quaterly Journal of Engineering Geology, Vol. 6 pp. 315-334.
- SPANCER, E., 1967; "A Method of Analysis of the Stability of Embankments Assuming Parelel Interslice Forces." Geotechnique, Vol. 17, pp. 11-26.
- Stchepinsky, V., 1941, "Beypazarı-Nallıhan-Bolu-Gerede jeolojisi hakkında rapor" No. 1363 M.T.A.
- TURGUT, A.T., DÜMENÇİ, S., TURGUT, H., 1985; "Bolu-Göynük Neojen Havzasının Linyit Olanakları" M.T.A. Rapor no: 6865 .

