

İmalat Taşınanlarının Açık Ocak Şev Duraylılığına Etkisi (Bir Durum İncelemesi)

Effect of Mining Subsidence on Slope Stability (A Case Study)

Mehmet DOKTAN (*)
Mehmet KILIÇ (**)
Yılmaz KURU (***)

ÖZET

Bu yazıda, ELİ Müessesesi Eynez sahasında kısmi üretim ile imalatı yapılmış yeraltı ocaklarının taşınanlarından etkilenmiş alanlarda oluşturulan açık ocakların şevlerindeki duraysızlık bir durum çalışması olarak incelenmektedir. Şevlerdeki hareketler zamana bağlı olarak izlenmiş ve bir yenilme mekanizması önerilmiştir.

ABSTRACT

In this paper, the slope instability of open cast mines located in the areas affected by subsidence of previous underground workings with partial production in Eynez field, ELI Establishment is investigated as a case study. The movements at slopes have been recorded with respect to time and a failure mechanism has been put forward.

(*) Dr. Maden Y. Müh., ELİ, Soma-MANİSA

(**) Jeoloji Müh., TKİ ELİ, Soma-MANİSA

(***) Harita Müh., TKİ ELİ, Soma-MANİSA

1. GİRİŞ

TKİ Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi Müdürlüğü 1978 yılında kurulmuş olup yıllık yaklaşık 7 milyon ton kömür üretimiyle ülkemiz sanayii, termik ve teshin kömür gereksiniminin karşılanmasında önemli bir yer tutmaktadır. Üretimini yaklaşık %20'si yeraltı ocaklarından %80'i ise açık ocaklardan sağlanmaktadır. Modern açık ocak makina ekipmanları ve müteahhit hizmetleriyle üretime hazırlık olarak yıllık yaklaşık 50 milyon m³ örtükazı(dekapaj) yapılmaktadır.

Ocakların derinleşmesi ve 1913'lü yıllardan 1978 yılına kadar özel sektörçe yeraltı işletmeleri olarak çalışılan sahalarda bugün açık ocakların oluşturulmasıyla açık ocak çevre duraylılığı konusu gündeme gelmektedir.

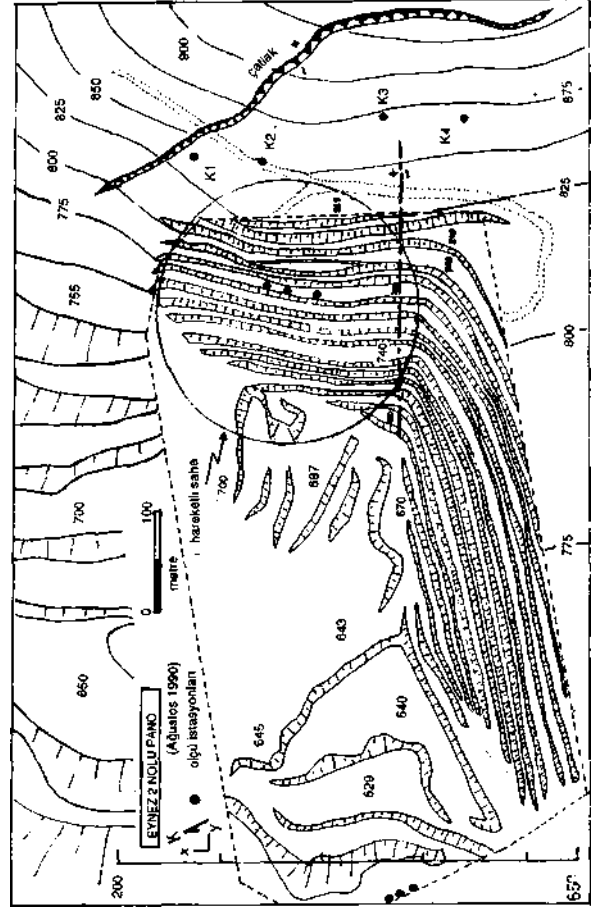
Bu çalışmada, yabancı ve yerli literatürde pek sık yer almayan bir konu olan; "tasman etkisinde kalmış sahalarda oluşturulan açık ocakların çevre duraylılığı", bir örnek durumdan hareketle gözlem, yerinde yapılan ölçümler ve bilgisayar modelleriyle incelenmiş ve sonuçlar kısaca ortaya konulmuştur.

1.1. Çalışma Sahası

İncelenen saha ELİ Müessesesine ait İR 2537 nolu Eyzet İşletme Müdürlüğüne ait sahanın kuzey-doğu kanadındadır. Bugünkü durumda mevcut sahanın dokunulmamış olan kısmında yeraltı çalışmaları yapılmakta, devletleştirme öncesi özel sektör-lerce imalat yapılmış alanlarda ise açık ocak çalışmaları sürdürülmektedir.

Özel sektörçe hazırlanan imalat planları ve özel sektör zamanında görev yapmış teknik personelin deneyimleri ışığı altında ve zamanın mevcut piyasa koşullarında, bugün "Kara Tumba" olarak bilinen yöntemle yapılan üretim sonucu, imalat sahasında en az %60 oranında kömür bırakıldığı kanısına varılmıştır. Bu öngörüyle sahada çalışmalar hızlandırılmış ve yapılan detay jeolojik etüdier ile üç adet sondaj sonucu sahadan yaklaşık 30 milyon metreküp örtükazıyla en az 3 milyon ton kömür üretilebileceği hesaplanmıştır. Böylece sahada müteahhit aracılığıyla örtükazı yapılmaya başlanmış ve

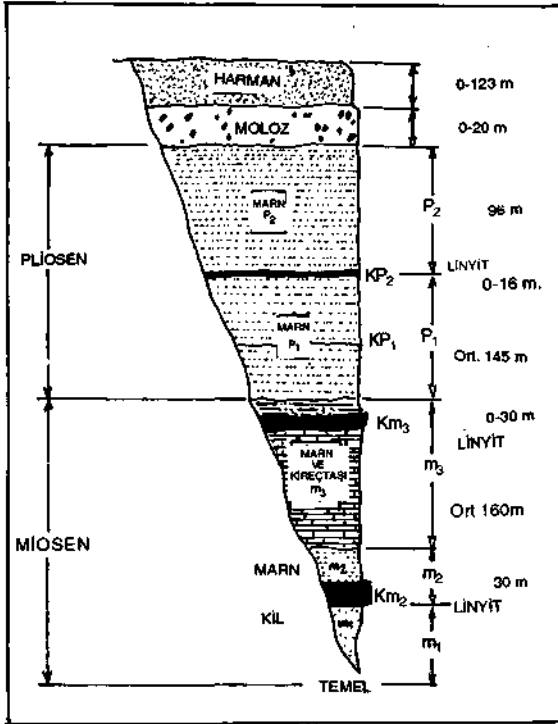
1984 yılından bugüne kadar yaklaşık 20 milyon m³ örtükazı yapılarak 3 milyon ton kömür üretilmiştir. Sahanın çalışmalarını ilgilendiren kesiminin mevcut topoğrafik durumu Şekil 1'de görülmektedir.



KM2 daman altındaki mevcut taban killeri havzadaki ocak çalışmalarında heyelan oluşturarak sorunlara neden olmaktadır. Bu konuda daha önce yayınlanmış detay çalışmalar mevcuttur (Doktan, 1986 a-b).

İncelenen sahanın doğusunda temel-neojen kondağında yaklaşık kuzey-güney doğrultusunda uzanan bir fay hattı mevcuttur. Bu fay hattı aynı zamanda bir tasman kırığı olarak ortaya çıkmıştır. Saha içerisinde yine bu faya bağımlı fakat doğu-batı yönünde uzanan bir küçük faylarına gözlenmektedir (Şekil 1).

Saha genelinde yataklanma faylanmalarla kontrol edilmiş, ayrıca bölgesel kıvrımlar meydana gelmiştir.



Şekil 2. Genelleştirilmiş stratigrafik kesit

1.3. Mevcut Kayaçların Jeomekanik Özellikleri

KM2 damarının tabanındaki killi formasyon işletme sahalarında gerek yeraltı gerekse açık ocaklarda sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle bu konuda detay çalışmalar yapılmış ve işletme yöntemleri bu çerçevede tasarlanarak uygulanmıştır (Doktan, 1986 a-b).

Söz konusu formasyonun belirlenen Atter-

berg limitleri malzemenin suya karşı olan duyarlılığını göstermiştir. Özellikle likit sınırlarının %31'e düşmesi açığa çıkan killerin yağmur altında ne derece etkileneceğini açıkça göstermektedir. Yapılan sonsilidasyonlu, drenajlı, direkt makaslama deneyleri sonucunda, maksimum kohezyonun 0-0,9 kg/cm², içsel sürtünme açısının 14°-17° ve kalıcı kohezyonun 0-0,35 kg/cm², içsel sürtünme açısının 14°-21° olduğu tesbit edilmiştir (Golder, 1982).

Miosen kömür damarından alınan numuneler ortalaması olarak 9,7 kg/cm²lik bir ortalama nokta yükü dayanımı bulunmuştur (Golder, 1982). Bu yaklaşık 230 kg/cm²lik tek yönlü dayanımı işaret etmektedir.

Damar üzerinde orta sert, sert dayanımlı miosen marnları yer almaktadır. Ortogonal kırılanmış olan bu formasyonda yapılan jeoteknik amaçlı sondajlarla R.Q.D. değerlerinin yüksek olduğu saptanmıştır. Çeşitli tek yönlü dayanım testleri ortalaması 770 kg/cm² gibi bir değer vermiştir (Golder, 1982). Havzada yapılan ocak çalışmalarında ortalama ocak şev açısı 45° civarında olup önemli boyutlarda duraysızlık gözlenmektedir.

2. DURUMUN ORTAYA KONULMASI

1950'li yıllarda kara tumba yapılan üretim sonucu sahada oluşan tasman, günümüzde uygulanan üretim yöntemiyle ortaya çıkan tasmandan oldukça farklı özellikler göstermektedir. Sürülen bacalar zaman içerisinde üst örtü kayalarlarıyla ve kömür topunun deformasyonu sonucu tamamen kapanmış olup, yer yer içerisinde bırakılmış ağaç tahkimatlarıyla birlikte bugün ortaya çıkartılmaktadır. Aradan geçen uzun yıllar boyunca süregelen baca tavanlarının göçmesi ile bunun sonucu tasman konilerinin oluşması ve bunları çevre konilerle birleşerek daha geniş fakat düz tabanlı derin olmayan tasman yüzeylerini ortaya çıkarması gibi bir mekanizma düşünülebilir. Bu mekanizmada kömür yan duvarlarının ezilmesi, yorulması ve geniş kapsamlı deformasyonu etkin olmuştur.

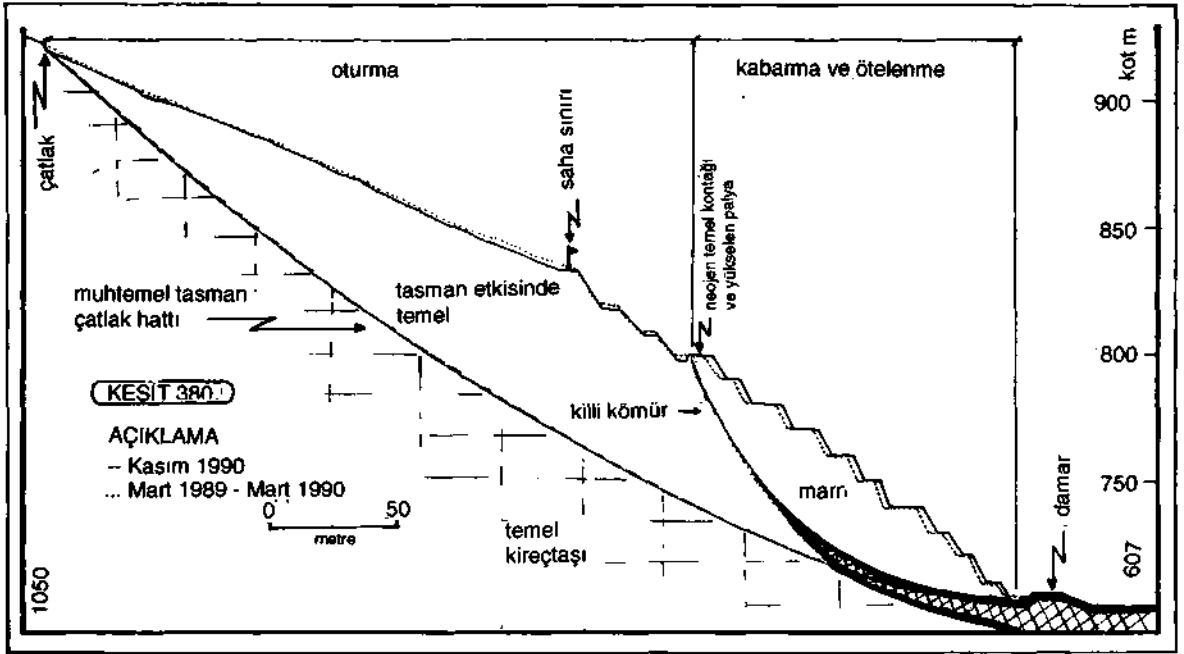
Eski imalat haritalarında jeolojik sınır olarak isimlendirilen yere kadar yapıldığı düşünülen imalat ve ortaya çıkan tasman sahanın doğusunda temel-neojen kondağından geçen fay hattına kadar etkili olmuştur.

Sahalarda bugün yapılan üretimler sonucu ortaya çıkan tasmanın yatayla oluşturduğu çekme açısının 60° - 75° arasında olduğu bilindiği için burada çıkan düşük çekme açısının, düşük üretim/rezerv oranı ve fay hattının varlığıyla açıklamak mümkündür.

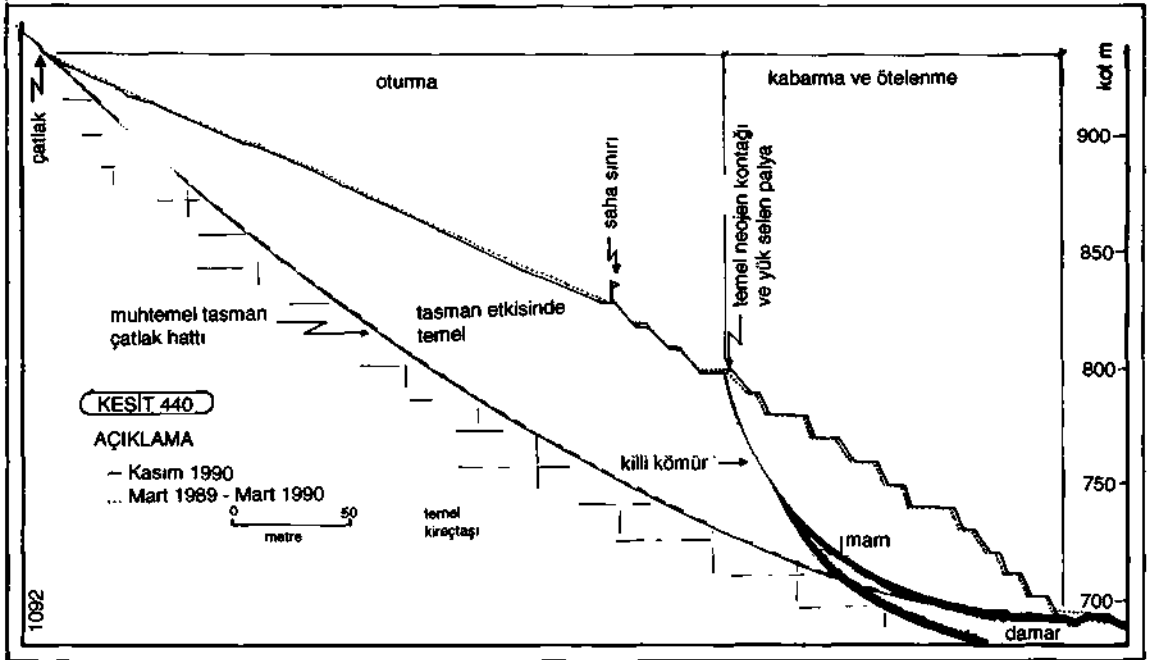
Herhangi bir kömür sahasının yataklanma

sınırları dolaylarında oluşturulan açık ocak şevlerinde ortaya çıkan duraysızlık problemleri, yataklanma içerisinde oluşturulan şevlerdeki duraysızlık problemlerinden kömürün ve istiflenmenin yapısal özelliklerinden dolayı farklıdır (Zaruba, 1982).

Bu çerçevede, aradan uzun yıllar geçmiş ol-



Şekil 3. 380 kesitinin Mart 89 ve Kasım 90'daki görünümü



Şekil 4. 440 kesitinin Mart 89 ve Kasım 90'daki görünümü

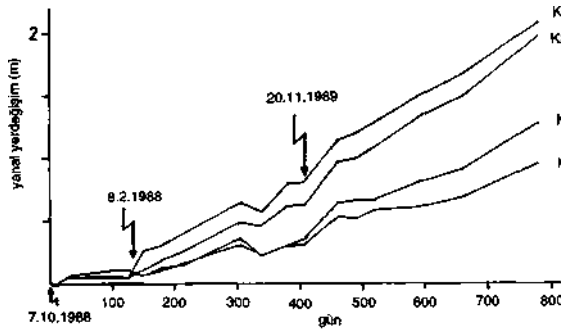
masına karşın kısmi üretim sonucu tasman etkisinde kalmış ve saha kenarında bir alanda oluşturulan ocak şevlerinde nisbi duraysızlık beklemek sürpriz olmayacaktır. Nitekim, mevcut şevlerde 4 m'lik mertebelerde hareket gözlenmiştir. Sahadan alınan 380 ve 440 kesitlerinde bu hareket açıkça gözlenmiştir (Şekil 3,4). Şevler zaman içerisinde ocak içerisine doğru hareket etmiştir. Şekillerden görüldüğü gibi saha dışından tasman çatlağına kadar olan alanda oturma gözlenmiş, bu oturma saha içinde şevlerin ocak içerisine ötelenmesi olarak ortaya çıkmıştır.

2.1. Hareketin Zamana Bağlı Olarak Gözlenmesi

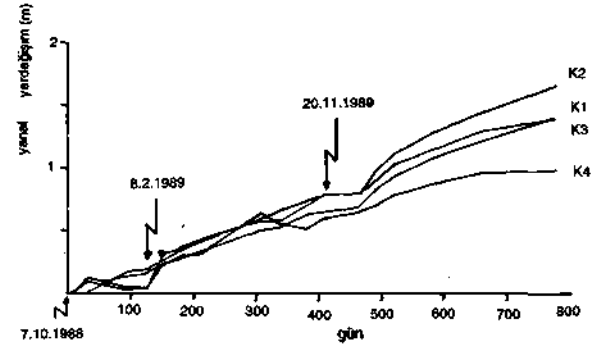
Hareketin seyri saha dışında ve saha içerisinde alınan 13 röper noktasından periyodik olarak ölçülmesi ile 07.10.1988 tarihinden başlayarak izlenmiştir. Bu röper noktalarının 4'ü saha sınırıyla tasman çatlağı arasında, 5'i şevlerde, 4'ü ise ocağın batısında tabanda yerleştirilmiştir (Şekil 1). Örtükazı nedeniyle 3 nokta kaybolduğu için şekilde gösterilmemiştir. Ölçümler elektronik jeodimetre ile yapılmıştır. X, Y ve Z yönündeki hareketler zamana bağlı olarak incelendiğinde en büyük oturma ve yanal kaymanın ocak sınırı ile tasman çatlağı arasında meydana geldiği gözlenmiştir. Tabandaki noktalarda 584 gün boyunca 10 cm mertebesinde kabarma gözlenmiştir. Bu ölçekteki bir kabarmanın, örtü yükünün kaldırılması sonucu ortaya çıkması olasıdır.

Kademelerdeki izleme kazıklarında ise 50 cm kadar bir oturma ile 1,84 m büyüklüğünde ocak içerisine doğru bir hareket görülmektedir.

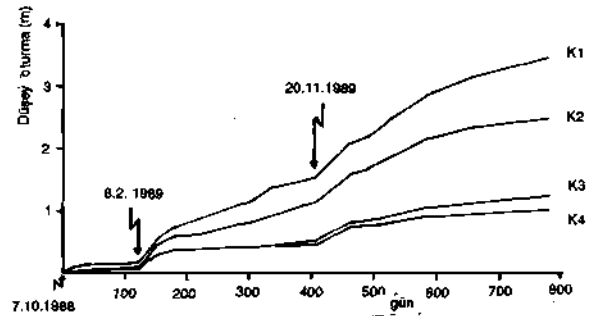
Ölçümler içerisinde, kademelerle (saha sınırı) tasman çatlağı arasında kalan kısımdaki hareket kayda değer derecede büyük ve önemlidir (Şekil 5, 6, 7).



Şekil 5. Kazıkların X yönünde zamana bağlı yer değişimi



Şekil 6. Kazıkların Y yönünde zamana bağlı yer değişimi



Şekil 7. Kazıkların düşey yönde zamanabağıli yer değişimi

Birinci kazıktaki oturma 3,5 m, ikinci kazıkta 2,5 m üçüncü ve dördüncü kazıklarda 1,2 m ve ocak içine doğru hareket ise 2,1 m kadar olmuştur.

Yerleşim zaman eğrileri incelendiğinde üç önemli olgudan söz etmek mümkündür:

1- Hareketin genel yönü kuzey-batı olup kuzeye doğru hareket şiddeti artmaktadır. Bu beklenen bir durumdur. Çünkü şevlerin kuzey yakası serbest, buna karşın güney yakası ise dokunulmamış formasyonla irtibatlıdır (Şekil 1).

2- Doğu-Batı yönündeki hareket ocağın üst kotlarında fazla olup alt kotlara doğru azalmaktadır. Bu da ocak tabanında mevcut kömür topuğunun henüz tamamiyle yenilmemiş olduğunu ve hala büyük oranda desteğini sürdürdüğünü işaret etmektedir.

3- Yerdeğişim eğrilerinde düzenli bir hareket yerine üç ayrı kademeli artış gözlenmektedir. Söz konusu kademeli artışların kaydedildiği tarihlerde sahada ağır yağışlar sonrası küçük çapta heyelanlar olduğu saptanmıştır. Toplamı yaklaşık 150.000 m³ hacimli bu heyelanlar öncesi hareket hızlanmış ve giderek azalma eğilimi göstermiştir.

Kademelerde yapılan gözlemlerde de tasman nedeniyle zayıflamış, patlatma ile gevşemiş, özellikle doğal çatlak ve kırık takımlarıyla uyumlu blok yerdeğişimleri ve ötelenmeleri belirlenmiştir.

Ocağın doğusundaki 799 şevinde şev boyunca uzanan bir zayıflık zonunda 1-1,5 m'lik bir yükselme ve ötelenme gözlenmektedir. Bu belli bir hat boyunca gözlenen blokların yükselmesi ve oturması hareketinin mekanizmasının açıklanmasında önemli bir gösterge olarak ortaya çıkmaktadır.

3. HAREKETİN MEKANİZMASI

Ölçümler ve gözlemler ışığı altında normal olarak dokunulmamış sahalarda gözlenmeyen böyle bir hareketin muhtemel mekanizmasını ortaya çıkarmak pek zor olmasa gerek.

Normal koşullarda şev stabilitesinin incelenmesinde tabaka yatım ve kalınlıklarını içerir bir kesit yeterli olmaktadır. Ancak, kömür damarının varolması durumunda standart hesaplama yöntemleri şu üç temel nedenden dolayı hatalı sonuçlanabilmektedir.

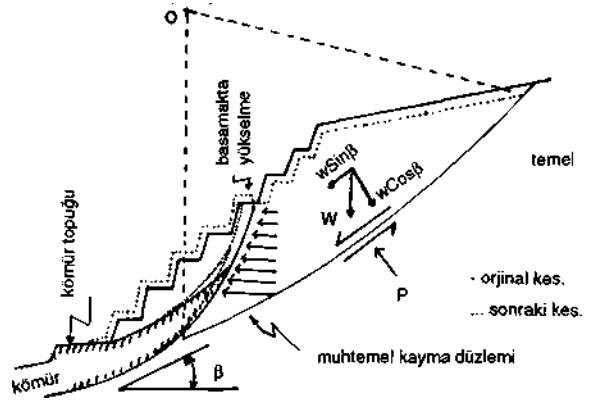
a- Kömürün düşük yoğunlukta olması sonucu yeraltı suyunun seviyesi (piezometrik yükseklik) kömürün makaslama dayanımını büyük ölçüde etkilemektedir.

b- Kömür damarının saha sınırına yakın kısmında yataklanma özelliğinden dolayı killi yabancı madde içeriğinin artması, nem oranının artması ve nispeten daha az jeostatik basınca maruz kalmış olması neticesi dayanım değerleri azalır. Yatak ortalarından alınmış numunelerin dayanım değerleri ile yapılan hesaplamalar çoğu zaman çok daha yüksek emniyet katsayısı verir.

c- Makaslama gerilimlerine maruz kalan damar normal makaslama dayanımı değerlerinin

%40-50 büyüklüğündeki kuvvetlerde yorulmaya (creep) başlar. Bu nedenle emniyet katsayısının hesabında bu olguyu içermemesi durumunda hatalı sonuçlar alınabilmektedir. Ayrıca kömür içerisindeki gaz basınçlarının makaslama dayanımını azalttığı gözlenmiştir (Zaruba, 1982).

Şevlerde, 799 kotunda yükselen ve alçalan blok yakından incelendiğinde bu zayıflık zonu nun aynı mazanda bir neojen-temel sınırı olduğu söylenebilir. Açığa çıkan aynada mevcut killi-kömürlü yapı bunu doğrulamaktadır. Bu zayıf zon ile tasman çatlağı arasındaki blok çökmek istemekte fakat tabandaki nisbeten sağlam kömürlü topuk nedeniyle bu öteleme devrilme kuvvetlerine dönüşmektedir (Şekil 8). Böylece, tasman etkisiyle nisbeten zayıflamış temel kireç taşı bloğu, tasman-fay çatlağından doğal olarak giren suyunda yardımıyla oturmakta ve öndeki bloğu etelemektedir. Formasyonlarda mevcut kırık-çatlak takımları boyunca makasamalar oluşarak lokal blok ötelenmeleri de görülmektedir.



Şekil 8. Hareketin mekanizması

Ocak tabanında yapılan üretim ve kömürün yorulması neticesi oluşan deformasyonlarında öndeki bloğun hareketine katkıda bulunduğu açıktır. Tasman çatlağı boyunca blok hareketi sürtünme kuvvetleri tarafından kontrol edilmelidir. Sürtünme kuvvetleri de bilindiği gibi yüzey pürüzlülüğü ile iklimsel koşullarla (donma, çözünme, yağış) ilgilidir. Ağır yağışlarda hareket gözlenmiştir.

4. BİLGİSAYAR MODELLEMESİ

Yukarıdaki mekanizmanın orijinal topografya üzerinde test edilmesi ve şev emniyet katsayılarının, kayma düzleminin tahmin edilmesine yönelik sahanın özelliklerini karakterize eden iki kesit üzerinde çok sayıda modelleme yapılarak bilgisayarda test edilmiştir.

Müessesemizde bulunan IBM 4361 Bilgisayar sisteminde varolan "REAME" (Rotational Equilibrium Analysis of Multilayered Embankments) isimli Fortran dilinde yazılmış program bu amaçla kullanılmıştır.

REAME silindirik kayma düzeyi kabulü ile şev emniyet katsayısını hesaplamaktadır. Program ile çok sayıda değişik formasyon içeren herhangi bir şev, yeraltı su durumu ve sismik aktiviteleri içerecek şekilde modellenilebilmektedir. Hesaplamalarda basitleştirilmiş Bishop metodu kullanılmıştır.

Analizlerde, kısmen elde mevcut, kısmende literatürden alınan ve aşağıda verilen parametreler alt ve üst sınırlarda değiştirilerek kullanılmıştır (Köse, 1989).

	Kohezyon (KPa)	İçsel Sürtünme Açısı	Yoğunluk (KN/m ³)
Kireçtaşı	50-150	30-50	25
Kireçtaşı-Moloz	10-25	20-35	20
Marn	10-50	20-40	26
Kil	5-10	10-15	15

Her program çalışmasından sonra ilgili şevin çeşitli kayma düzlemleri boyunca emniyet katsayıları hesaplanmakta ve kayma düzlemi çizilmektedir.

Program çalışmalarının tamamında mevcut yapı ve şev açısı için 1,0' dan küçük emniyet katsayısı vererek duraysızlığa işaret etmektedir. Kayma düzlemi tasman çatlağına kadar dayanmakta, tabanda ise damar üst örtü kontaklarına gelmektedir.

Çalışmalar kuru ve iki değişik su seviyesi profili için planlanmış ancak susuz şev testlerin

sonuçları 1,0'den küçük emniyet faktörleri verdiği için sulu testlerin yürütülmesine gerek kalmamıştır.

Kohezyon ve içsel sürtünme değerlerindeki artış ile elde edilen emniyet katsayıları arasında belirgin bir ilişki gözlenmemiştir. Zaten, her parametre değişiminde en düşük emniyet faktörü veren kayma düzlemi yer değiştirmiştir.

5. SONUÇ

ELİ Müessesesine ait sahalarda sürdürülen açık ocak çalışmalarında üst örtüde genel olarak duraysızlık söz konusu olmamasına karşın, daha önce kısmi üretimi yapılmış ve bu nedenle tasman etkisinde kalmış üst örtüde oluşturulan şevlerde duraysızlık gözlenmiş ve bu hareket fay-tasman çatlağı düzleminde oldukça etkilenmiştir.

Sahada yapılan gözlemler ve ölçümlerle hareketin mekanizması oluşturulmuş ve hareket zamana bağlı olarak izlenmiştir. Yapılan bilgisayar modellerinde bu mekanizma ve hareket test edilmiştir.

Bu çalışmadan çıkan en önemli sonuç ise tasman etkisinde kalan sahalarda ve temel kontaklarına yakın yerlerde oluşturulan şevlerde tasmanın daha özel bir dikkat gerektirdiği gerçeğidir.

KAYNAKLAR

- DOKTAN, M., 1986-a, "Soma Işıklar Açık Ocak Projesi ve İşletme Metoduna Getirilen Değişiklik", 5. Kömür Kongresi, Zonguldak.
- DOKTAN, M., 1986-b; "Soma Işıklar Unyit Yatahanının Açık Ocak Madencilik Metodlarıyla Değerlendirilmesi ve Bu Alanda Getirilecek Uygulama Değişikliği", Maden İşletme Sempozyumu, İzmir.
- KÖSE, H., 1989, "Kaya Mekaniği", DEÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi yayını, Bölüm 10.1-11.13, İzmir.
- ZARUBA, Q. ve MENCL, 1982; "Landslides and their Control", Elsevier Scientific Publishing Company, New York.
- Golder Associates, 1982; "Progress Report on Geotechnology and Hydrogeology", Report No.2

