

SOMA IŞIKLAR AÇIK OCAK PROJESİ VE İŞLETME METODUNDA GETİRİLEN DEĞİŞİKLİK

Cemalettin ÇANDARLI (*)
Akm ÖZÜTOPÇU (**)
Mehmet DOKTAN (***)

ÖZET

Bu bildiride ELİ, Soma Bölgesi Işıklar Bölümünde açık ocak madenciliğine elverişli linyit rezervlerinin değerlendirilmesi amacı ile hazırlanan fizibilite çalışmaları ve işletme projesi hakkında kısa bilgiler verilmektedir.

Jeoteknik etüdler ışığı altında, kutu-kazısı yeri, ocak ilerleme yönü ve diğer ilgili parametreler tesbit edilerek bugüne kadarki uygulamalardan farklı olarak damar doğrultusu boyunca ilerleme yapılacak şekilde ocak dizayn edilmiştir. Böylece, duraysız olan taban killerinin kayması engellenmiş ya da minimuma indirgenmiş olacaktır.

ABSTRACT

In this paper, brief information as to the feasibility studies and mining project conducted for the aim of exploitation of lignite reserves mineable by open pit methods in the Işıklar section of Soma Region, ELİ has been given.

By determining location of initial box-cut, direction of advance and other related factors in the light of geotechnical investigations, a pit that will advance along the strike of seam and hence being different to the practices to date has been designed. As a result, the failure of unstable footwall clays will effectively have been prevented or at least will have been minimised.

(*) Maden Muh., ELİ Müessesesi Müdürü, SOMA.
(**) Maden Müh., ELİ Müessesesi Müdür Yrd., SOMA.
(***) Dr. Maden Müh., ELİ Enid-Tesis Şubesi, SOMA.

1. GİRİŞ

ELİ Müessesesi, Soma Bölgesi, Işıklar panosunda 1960'lı yıllarda başlayan ve 1985 yılına kadar devam eden, arama, fizibilite ve proje çalışmaları sonucu 124 milyon ton yerinde rezervin varlığını ortaya çıkarılmış ve bu rezervin değerlendirilmesi amacıyla detay işletme projeleri hazırlanmıştır.

Açık ocak madenciliğine elverişli 38,5 milyon ton istihsal edilebilir linyit kömürünün değerlendirilmesi için hazırlanan "Işıklar Projesi" ELİ Müessesesi Bölgelerinde uygulanacak olan en büyük projedir.

Yıllık 2,3 milyon ton kömür üretimi planlanan bu sahada, proje aşamasında bölge ocaklarında karşılaşılan taban kili kaymalarının tamamen engellenmesi ya da minimum oranda tutulması amacıyla detay jeoteknik araştırmalar yapılmış ve araştırma sonuçlarına bağlı olarak yeni bir çalışma sistemi uygulanmaya başlanmıştır.

1.1. Sahanın Tanıtımı ve Ön Çalışmalar

Işıklar panosu, Manisa iline bağlı Soma ilçesinin kuşuğunu yaklaşık 10 km güneyinde yer almakta ve ortalama topoğrafik yükseltileri 400-600 m civarında değişmektedir. Toplam ruhsat sahası alanı 6 km², olup ancak 1,5 km²'lik bir kısmı açık ocak madenciliğine elverişlidir. Yörede eski yeraltı ve açık ocak çalışmaları mevcut olup, saha 1979 yılında 2172 sayılı yasa ile kamulaştırılmış ve Ege Linyitleri Müessesesi'ne devredilmiştir.

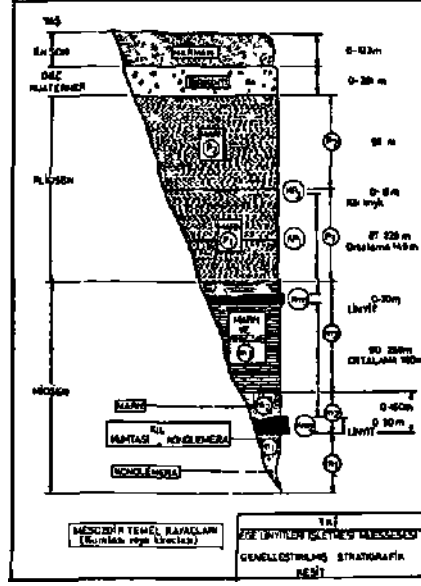
Madencilik yapılacak alanın kuzeyinde 1 100 m'ye kadar yükselen bir sırt mevcuttur. Sahanın genel eğimi 27° - 30° civarında olup kuzeyden güneye doğru almaktadır. Ruhsat sahasının güneyinde fazla sulu olmayan Işıklar deresi mevcuttur. Ayrıca; saha içerisinde eski toprak döküm harmanları görülmektedir.

Kömür potansiyelini belirlemek amacıyla sahada 1960'lı yıllarda başlayan ve dört ayrı grupta toplanabilecek arama faaliyetleri yapılarak, toplam 29 793 m'lik sondaj gerçekleştirilmiştir (1).

1.2. Genel Stratigrafi

Sahanın temel kayaçlarını, paleozoik yaşlı grovak ve mezozoik yaşlı kristal ize kireçtaşları oluşturmaktadır. Bu seriler üzerine diskordan olarak yayılan neojen yaşlı kömürlü seriler görülmektedir. Miosen yaşlı serilerde kalınlığı 30 m'yi bulan ana damar KM₂ ve işletilebilir kalınlığı 5-6 m'yi geçmeyen KM₃ damarı mevcuttur. KM₃ ve üst pliosen damarları KP1, KP2 açık ocak sahasında ekonomik bir değer taşımamaktadır (Şekil 1).

KM₂ damarı altında kalınlığı yer yer 60 m'yi bulan çakıl, kum, killerden oluşan taban kili tabir edilen formasyon yer almaktadır.



Şekil 1. Genel stratigrafi.

13. Yapı

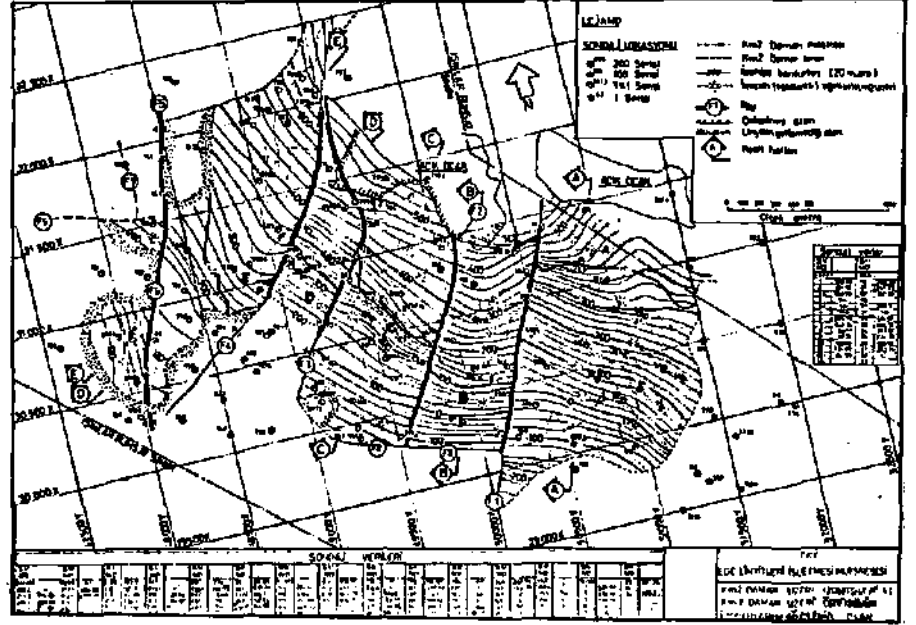
Işıklar sahasında rezerv faylarla kontrol edilmiş bir havzada oluşmuş ve güney-batı kesimlerde bölgesel kıvrımlanmalar meydana gelmiştir (2).

Havzada 5 ana fay toplam rezervi doğudan batıya doğru A, B, C, D ve E olarak isimlendirilen bloklara ayırmıştır. Faylar kuzey-güney doğrultusunda uzanmakta ve genelde normal alımlı olup atımlar 90 m'yi geçmemektedir (Şekil 2).

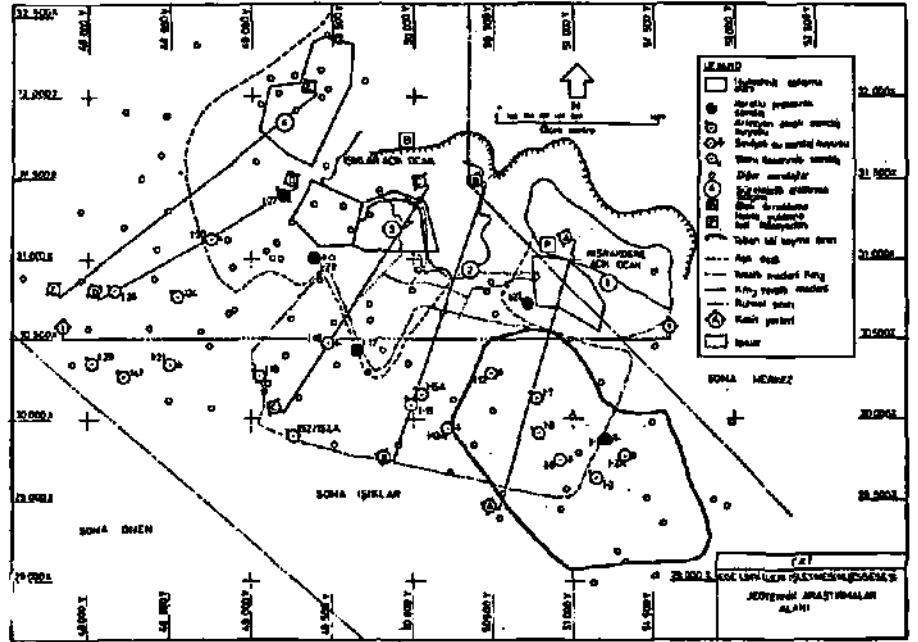
Bloklara göre damar meyili değişiklik göstermekte, B bloğunda 60°'ye kadar dikleşmektedir. Mostra yakınlarında 30°'ye kadar dikleşen damar daha sonra düzelmekte, 150 m üst örtü eş kalınlık eğrisi civarlarında tekrar dikleşmektedir. B bloğunda damar meyilinin fazla olması ve eski yeraltı çalışmaları ile büyük bir kısmının alınmış olması nedeniyle bu bloktaki kömür rezerv hesaplarına dahil edilmiştir.

2. JEOTEKNİK ETÜDLER

Müesseseye bağlı Soma Bölgesi açık ocaklarında çeşitli tarihlerde ve değişik boyutlarda laban kili kaymaları meydana gelmiştir. Bu nedenle, Işıklar gibi dev projelerin gerçekleştirilmesi öncesi je o teknik etüdlere gerekli önem verilmiş ve bu yönde çalışmalar titizlikle sürdürülmüştür.



Şekil 2. KM₂ damar izohipleri.



Şekil 3. Jeoteknik etüdüler.

2.1. Çalışmaların Kapsamı

Yapılan-çalışmalar şu şekilde özetlenebilir (Şekil 3).

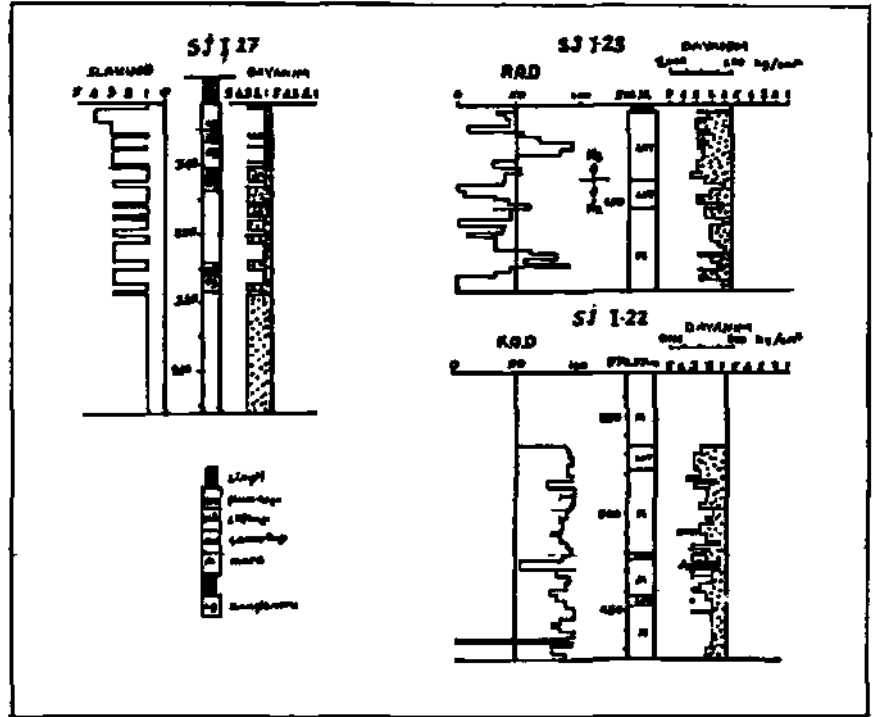
- Jeoteknik amaçlı 5 adet sondaj,
- Karotlar ve sahadan alınan örnekler üzerinde testler,
- Üst örtüde süreksizliklerin dağılımı, yoğunluğu ve yönlerinin tesbit edilmesi,
- Hidrojeolojik sondajlar ve etüdler,
- önceki yıllarda meydana gelmiş taban kili kaymalarının geri analizinin yapılması.

2.2. Karotlu Sondajlar

Uçü açık ocak alanında kalmak üzere (Şekil 3) sahanın gerekli görülen yerlerinde toplam beş adet karotlu sondaj yapılmış ve 161-316 m arasında değişen derinliklere kadar devam edilmiştir. Alınan karot çapları 75,8 mm ile 60,0 mm'dir.

Ortalama karot randımanı % 59 - % 96 civarında değişiklik göstermiş ve ortalama 1,25 m/saat'lik ilerleme hızı elde edilmiştir.

Hazırlanan kuyu loğları jeolojik tanımların yanısıra nokta yük dayanım değerleri, toplam karot randımanı, süreksizlik yoğunluk değerleri ve kaya kalite sınıflama (RQD) değerlerini de içermiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Sondaj loğları.

Pliosen formasyonlarında RQD değerleri oldukça düşük buna karşın miosen formasyonlarında kireçtaşı ve marnda ise % 70-100 civarındadır. Bu değerler formasyonun delme, patlatma ve kazı işlemlerine olan uyumunu göstermektedir.

23. Testler

Ust örtü kayaçlarında yapılan tek yönlü basma dayanım ve nokta yük dayanım test sonuçları aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 1 — Kaya Dayanım Test Sonuçları

KAYAÇ	NOKTA YÜK (Kg/cm ²)		TEK YÖNLÜ (Kg/cm ²)	
	SAYI	ORTALAMA	SAYI	ORTALAMA
KİREÇTAŞI	420	26	17	850
MARN	634	20	36	770
ÇAMURTAŞI SİLT TAŞI	140	6	19	300

Marn ve kireçtaşı dayanım değerleri dayanım sınıflamasında orta sert-sert sınıfına girmektedir.

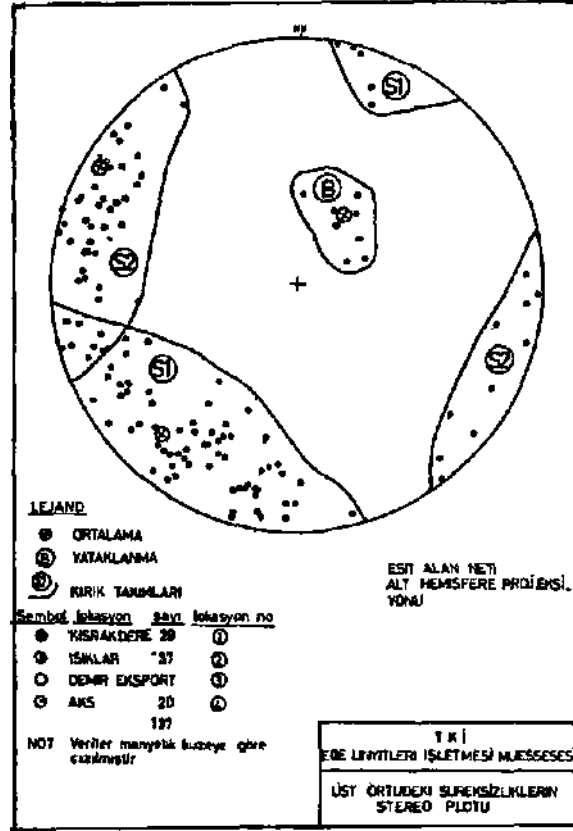
Süreksizlik takımlarını belirleme çalışması sonuçları (Şekil 5) genel olarak birbirine ortogonal üç kırık çatlak takımının varlığını göstermektedir. Bunlar sırasıyla; (yatım açısı / yatım yönü) 71°/42°, 82°/120° ve yataklanmaya paralel 27°/7214°'dir.

Miosen marnlarında 1968 yılında sismik hız ölçümleri yapılmış (3) ve 1100-1800 m/sn'lik hızlar elde edilmiştir. Bu malzemenin marjinal olarak riperelebilen olduğunu göstermektedir.

Kömür üzerinde yapılan 11 adet nokta yük dayanım testleri sonucu, dayanım 9,7 kg/cm² olarak bulunmuştur.

Taban kilinden alınan örnekler bir dizi ıslanma ve kuruma işlemine tabi tutulmuş ve malzemenin suda bozunabilirlik özelliği (Slaking-Index) belirlenmiştir (Şekil 4). Ayrıca, yüksek oranda bozunma özelliği gösteren kesimler malzemenin "Atterberg" sınırları, bir başka deyişle plastik ve M_{kl} sınır değerleri tesbit için teste tabi tutulmuşlardır. Suda bozunabilirlik değerleri ve malzemenin hiç bir makaslama mukavemeti göstermediği likit sınır değerinin % 31'e düşmesi, bu malzemenin suya karşı olan hassasiyetini açıkça göstermektedir.

Kuru eleme usulü ile yapılan parça boyut analizleri silt ve kil boyu malzemenin göreceli olarak fazla olduğunu göstermiştir. Bu malzemenin makaslama dayanımının düşük olacağını işaret etmektedir.



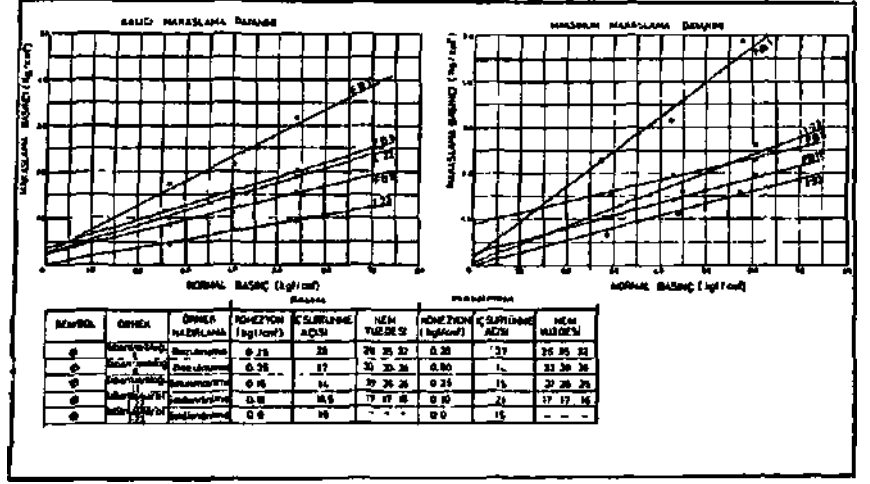
Şekil 5. Süreksizliklerin dağılımı.

Taban killlerinden alınan örnekler üzerinde yapılan makaslama dayanım deneyleri, malzemenin maksimum olarak kohezyon 0-90 kg/cm², iç sürtünme açısı 14°-37° ve kalıcı olarak kohezyon 0-35 kg/cm² iç sürtünme açısı 14° - 28° gibi değerler vermiştir (Şekil 6).

2.4. Taban Kfii Kaymalarının Geri Analizi

Kırakdere ve Işıklar açık ocaklarında geçmiş yıllardan beri geniş alanları kaplayan taban kili kaymaları olagelmıştır. Projelendirilen ocakların, bu ocakların devamında olacağı gözönünde tutulursa geri analizin önemi ortaya çıkacaktır.

Derin izli kaymalar ilk olarak 1972-1973 yıllarında ortaya çıkmıştır. Kırakdere ocağının kuzey-batısın da bulunan bir fay yakınlarında dairesel bir hareketle kayma olmuştur. Buna benzer bir olay 1979 yılında ağır bir yağmur ertesinde görüldü. Açılmış olan kömürün killi malzeme ile örtülmesi dışında Önemli bir hasar meydana gelmedi. Büyük boyuttaki bu olaylar haricinde killerde, küçük ölçeklerde yavaş hareketler devam edegelmiştir.



Şekil 6, Makaslama dayanım testleri.

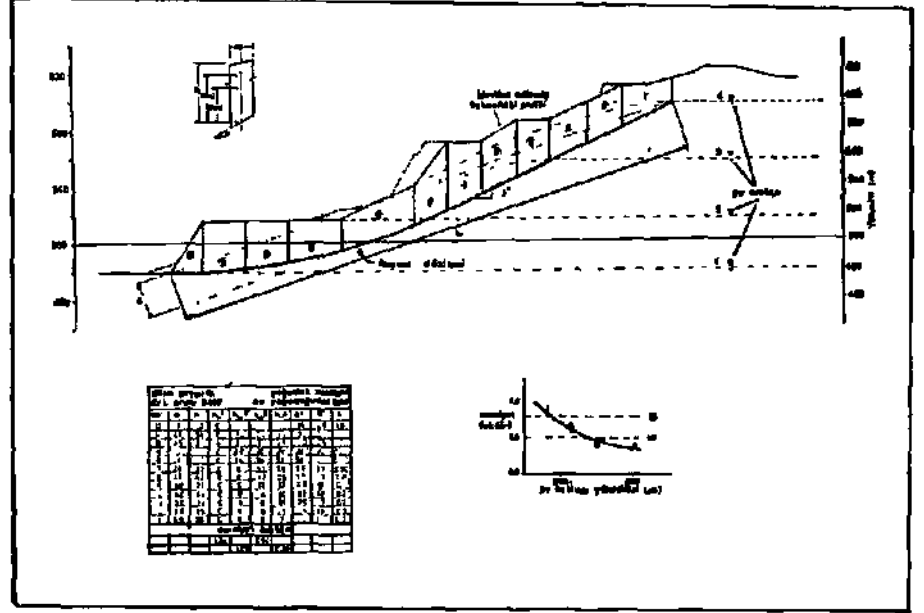
Kaymaların görüldüğü lokasyonlarda makaslama yüzeylerinde yapılan incelemeler, kaymaların ilk olarak dairesel bir hareketle yüzeye yakın malzeme içersinde başladığını göstermektedir. Kazı derinliğinin artması, yüzey sularının killere etkileşimi sonucu zayıf zonlar boyunca kitlesel kaymayı teşvik etmiştir.

Duraylılık analizleri "Janbu Metodu"na göre yapılmıştır. Metod, kısaca "Dairesel olmayan kaymaların incelenmesi için kabul edilen kayma düzleminde dilimlere ayrılmış kayma bloğunun kaymayı tahrik edici kuvvetlerle kaymaya mukavemet eden kuvvetlerin bulunup oranlanarak emniyet faktörünün hesaplanması" şeklinde açıklanabilir (4).

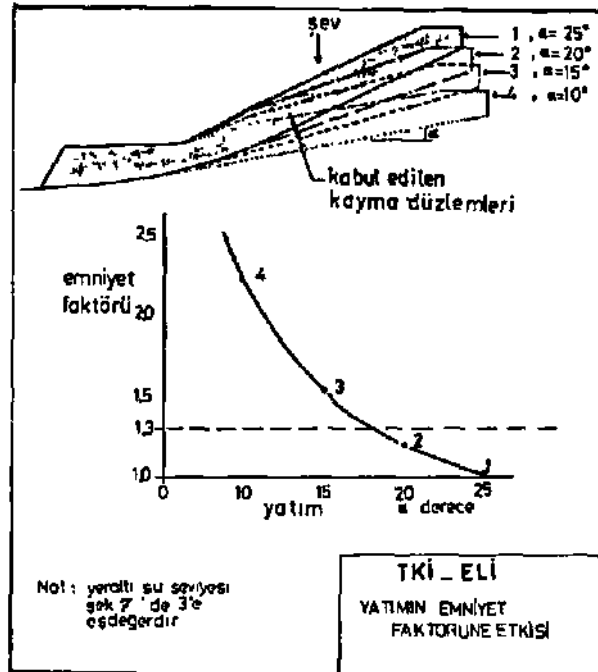
Analiz için 51 OOÜY hattından geçen tipik bir kesit alınmış kayma yüzeyi derinliği 30 m, yatımı ise 25° kabul edilmiştir. Bozunmuş malzemenin kohezyonu 0,3 kg/cm² ve iç sürtünme açısı $\phi = 17^\circ$ olarak, şevin düşük kotlarındaki bozunmamış malzeme için kohezyon 1,0 kg/cm² ve iç sürtünme açısı 25° olarak alınmıştır.

İlk grup analiz yeraltı su tablası yükseltisinin şev emniyet faktörünü etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır (Şekil 7). Dört ayrı su seviyesi kabul edilerek yapılan analizde, açık ocak şev duraylılığı için arzu edilen emniyet faktörü olan 1,3 değerinin elde edilebilmesi için yeraltı su seviyesinin yaklaşık + 490 kotunda olması ya da bir başka deyişle şevin büyük ölçüde drene edilmesi gerektiği bulunmuştur.

İkinci grup analiz şev açısının, şev emniyet faktörü üzerindeki etkisini belirlemek için yapılmıştır. 10°, 15°, 20° ve 25° yatımlı olan şevler için emniyet katsayıları hesaplanmış (Şekil 8) ve emniyet faktörünün 1,3 olabilmesi için şev açısının 18° olması gerektiği tesbit edilmiştir.



Şekil 7. Taban kili kayması geri analizi.



Şekil 8. Kutu-kazm duraylılığı.

Üçüncü grup analiz, eski çalışılmış alanların yeni yapılacak kutu-kazısı çalışmalarını ne şekilde etkileyeceğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu çerçevede dört alternatif söz konusudur.

- Taban kılı üzerini tamamen açarak kazıya devam etmek.
- Taban kilinde, eski çalışılmış alan ile yeni çalışılacak alan arasında bir kademe topuk bırakmak.
- Eski çalışmalarla yeni çalışmalar arasında yüksekçe bir topuk bırakmak.
- Kutu kazısı esnasında kömürün alınmayıp, 20 m kalınlığında bir üst örtüyü yerinde bırakmak.

Yapılan analizler sonucu (Şekil 9) duraylılığın ancak kutu kazısı esnasında kömür kazısı yapmayıp kömür üzerinde 20 m kalınlığında bir üst örtüyü bırakmak ile mümkün olacağı anlaşılmıştır.

	C kg/cm ²	β^h	emniyet faktörü
1 	a) 0.3 b) 0.6 c) 1.0	17 22 25	1.05
2 	a) 0.3 b) 0.6 c) 1.0	17 22 25	0.94
3 	a) 0.3 b) 0.6 c) 1.0	17 22 25	0.96
4 	a) 0.3 b) 0.6 c) 1.0	17 22 45	1.89

Şekil 9. Emniyet faktörü - yatım.

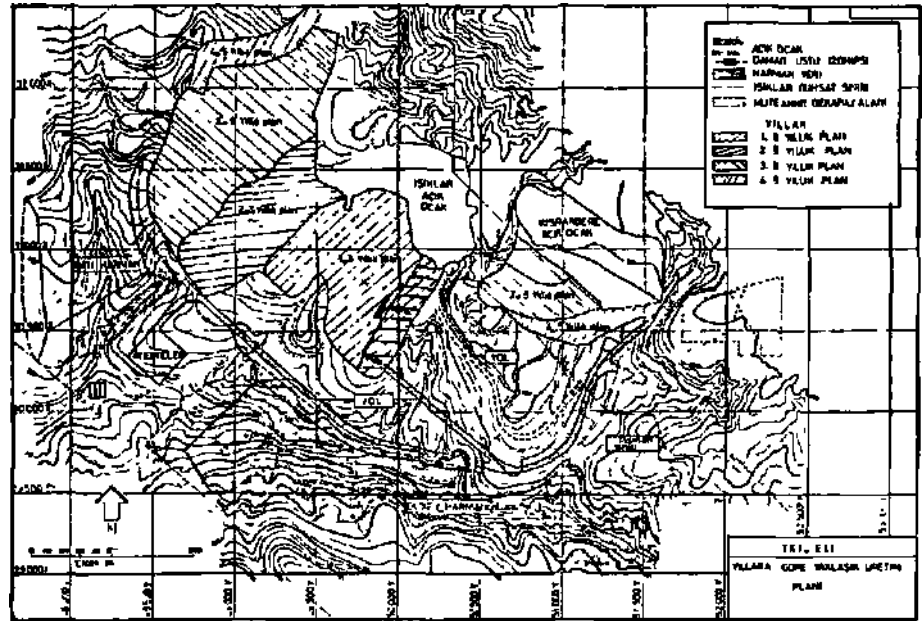
3. İŞLETME SİSTEMİ

Damar yatımı boyunca derine ya da yukarı doğru ilerleme genellikle taban kayaların müsait olduğu yörelerde söz konusu olmaktadır. Damar meyili boyunca aşağıya doğru çalışma, Soma Bölgesinde geçmiş yıllarda uygulanmış ve çeşitli boyutlarda taban kili kaymaları ile karşılaşmıştır.

Işıklar panosunda, kömür rezervinin geniş alanlarda yayılım göstermesi ve taban kili duraylılığının sağlanması için ocak ekonomik sınırına kadar kutu-kazı ile dar bir alanda damar meyilî boyunca çalışılması ve daha sonra damar doğrultusu boyunca ilerleme yapılması uygun bulunmuştur. Bu sistemle, damar doğrultusu boyunca ilerlerken kömürü alınmış sahaya geri döküm yapmak mümkün olmaktadır böylece kil duraylılığı pozitif yönde etkilenmekte ve ayrıca toprak taşıma masrafları azalmaktadır. Bu metod ile elde edilecek avantajlar şunlar olacaktır;

- Taban kili minimum boyutlarda açıkta tutulmakta dolayısıyla duraylılık artmaktadır.
- Dış döküm sahalarına daha az gereksinim duyulmakta dekapaj nakliye masrafı azalmaktadır.
- Kömür üretimine hemen başlanılabiliyor kısa sürede en üst seviyeye çıkartılabilir.
- Dekapaj / kömür oranı İşletme ömrü boyunca sabit tutulabilir ya da istenildiğinde kolayca değiştirilebilir.

Kutu-kazısı lokasyonu tesbit edilirken, kömür ve toprak taşıma mesafeleri, İç harman hacmi, dekapaj/kömür oranı, kısa sürede kömür üzerini açma ve iç döküm harmanları duraylılığı gibi faktörler gözönünde tutularak, D bloğunun doğusu uygun bulunmuştur (Şekil 10).



Şekil 10. üretim planı.

İşletme boyunca toplam 240 milyon m³Ük toprak döküm sahasına İhtiyaç olduğu hesaplanmıştır. Bu miktarın yaklaşık 1/3'ü iç harmanlara, gerisi ise ocağın güneyinde ve batısında oluşturulacak dış döküm sahalarına dökülecektir. İç harmanlar dört kademedan oluşacak ve genel şev açısı 27° civarında tutulacaktır.

Ust örtü kazısı 12 m yüksekliğinde yatay kademelerde yapılacak ve genel ocak şev açısı 45° civarında tutulacaktır. Ağır tonajlı kamyonların rahat geçişini sağlamak için 20 m genişliğinde ve meyili % 7'yi geçmeyen taşıma yolları düşünülmüştür.

3.1. Dekapaj ve Üretim

B bloğunun batısında yapılacak olan kutu-kazısı (Şekil 10) 750 metre uzunluğunda, 200 metre genişliğinde olacak ve 2,5 yılda tamamlanacaktır.

Ocaktan yıllık 2,3 milyon ton tuvönan kömür üretimi ve yaklaşık 10 milyon m³ dekapaj yapılması planlanmış olup, beşer yıllık program Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2 — Üretim Programı.

BLOK	I. 5 YIL	II. 5 YIL	III. 5 YIL	IV. 5 YIL	TOPLAM
	C - D	D - E	E - A	E - A	
Ostortu dekapajı (m ³)	44 449 000	50 120 000	50 120 000	27 428 000	172 117 000
Arakesme dekapajı (m ³)	564 000	950 000	850 000	170 000	2 534 000
Toplam dekapaj (m ³)	45 013 000	51 070 000	50 970 000	27 598 000	174 651 000
Açılacak komur (ton)	10 786 000	11 573 000	11 500 000	4 621 000	38 480 000
Üretilecek komur (ton)	9 208 000	11 500 000	11 500 000	6 272 000	38 480 000

3.2. Makina ve Ekipman

Üstörtü malzemesinin kazılıp yüklenebilmesi için gevşetilmesi gerekmektedir. Bu amaçla 9 inç çapında delik delebilen dört adet delik delme makinası Öngörülmüştür.

Gevşetilmiş malzeme dört adet 17 yd³ kapasiteli elektrikli ekskavatör ile kamyonlara yüklenecektir. Toplam olarak 31 adet 85 sh tonluk kamyon çalıştırılacaktır.

Linyit kazısı ve yüklemesi için ayrıca 9,5 m³lük hidrolik ekskavatör planlanmıştır. Proje kapsamında destek üniteleri olarak 2 adet 10 yd³lük yükleyici, 4 adet 200 HP gücünde greyder, 4 adet 300 HP gücünde paletli, 4 adet 400 HP gücünde lastik tekerlekli dozer, 2 adet 100 KW gücünde seyyar tulumba gibi makinalar vardır.

4. SONUÇ

Bu bildiriye, ELİ Müessesesi, Soma Bölgesi'nde gerçekleştirme aşamasına gelmiş olan Işıklar projesinin bir tanıtımı yapılmış ve işletme sisteminde getirilen uygulama değişikliği özellikle vurgulanmıştır.

Proje aşamasında, taban kili kaymalarını önlemek ya da minimuma indirmek amacıyla jeoteknik araştırma ve analizlere gerekli önem verilmiştir. Üst örtü kayalarının, kömürün ve taban killerinin mekanik özelliklerini belirlenmiş, önceki yıllarda oluşmuş heyelanların analizi yapılarak nedenleri ve olası mekanizma üzerine yorumlar getirilmiştir. Projelendirilen ocakların, eski imalatların devamında olacağı gözönünde tutularak ocak duraylılığı tahminine analitik yöntemlerle yaklaşımda bulunulmuştur.

Sonuç olarak, duraylılığın korunması için aşağıdaki dizayn özellikleri ortaya çıkarılmıştır.

- Artak ocak derinliği ile birlikte açığa çıkan taban killerinin duraylılığını korumak ya da kaymaları minimuma indirmek için ocak, en derin yerinde kutu-kazısı yapıldıktan sonra doğrultu boyunca ilerleyecektir.
- Kutu kazısı dar bir cephede, mümkün olduğunca kömür kazısı yapmadan ve hatta 20 metrelik bir üst örtüyü kömür üzerinde bırakacak şekilde tamamlanacaktır.
- Kömürü alınmış sahada süratle geri düküm yapılarak iç harmanlar oluşturulacaktır.
- Damar meyilinin 150 m üst örtü eş kalınlık eğrisi civarlarında ani bir artış göstermesi nedeni ile ocak güney sınırı bu hat ile belirlenmiştir.
- Taban kili üzerinde hiç bir taşıma ve servis yolu yapılmayacak ve hiç bir surette ocağın derin kesimlerinde taban kili kazısı yapılmayacaktır.
- Ocak dışındaki yüzey sularının iyi bir drenaj sistemi ile ocak içersine girmesi engellenecektir.
- Kutu - kazısı esnasında ve daha sonraki aşamalarda taban kili duraylılığını devamlı olarak kontrol altında tutmak gerekmektedir. Bu konu ile ilgili üniversitelerle işbirliğine gidilecektir.

KAYNAKLAR

- 1.——, Feasibility Report on the Soma-Işıklar-Lıgnİte Deposit, Golder Associates, UK, 1982.
2. NEBERT, K., Işıklar-Dere Sektöründe Yapılan Sondaj Çalışmalarının Neticeleri Hakkında Rapor, MTA Rap. No. 3015, 1960 (Yayımlanmamış)
- 3.——, GLİ Soma Bölgesi için Sismik Analizler ve Tavsiye Edilen Makinalar, Çukurova İthalat-İhracat, TAŞ, 1968 (Yayımlanmamış).
4. JANB, N., Application of Composite Slip Circles for Stability Analysis, Proc. Europ. Conf. on Stability of Earth Slopes, Vol. 3, 1954, pp. 43-49.