AÇIK OCAK İŞLETMELERİNDE YERALTI VE YÜZEY SULARININ DURAYLILIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Beril YALCIKLI ve Anıl Kaan ÖZER

Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe, Ankara

Proje Danışmanı Öğretim Elemanları: Prof. Dr. N. Nur ÖZYURT ve Prof. Dr. Harun SÖNMEZ

ÖZET

Açık ocak işletmeleri ülkemizde ve dünyada madencilik sektöründe hızlı ve etkin cevher üretimi sağlaması nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir. Özellikle dekapaj çalışmalarına yönelik gelişen teknolojik uygulamalar nedeniyle her geçen gün daha derinlerdeki cevherler açık ocaklardan üretilebilmektedir. Açık ocaklardaki derinliği (yüksekliği) artan genel şevlerin duraylılıklarının güvenli, ekonomik ve uygulanabilir tasarımları hayati öneme sahiptir. Bu aşamada duraylılık analizlerindeki en etkili unsurlardan biri de yüzey ve yeraltı sularının şev duraylılığı analiz modellerine aktarımı olarak değerlendirilebilir. Proje çalışması kapsamında uzun süredir işletilen bir açık ocak için hareket gözlemlerinin bölgedeki yağış-akış verileri ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirme sonucunda örnek bir vaka üzerinde şevlerin duyarlılığına gözenek suyu basıncının etkisi belirlenmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda zaman içinde değişken gözenek suyu basıncı için şev duyarlılık analizleri yeniden kurgulanmıştır.

YÜZEY VE YERALTI SUYUNUN AÇIK OCAK İŞLETMECİLİĞNE ETKİLERİ

a. Doğrudan etkileri:
- Pompaj ve/veya su atım masrafları,
- Su baskınları sonucu oluşabilecek personel ve ekipman kayıpları,
- İşletmenin geçici veya sürekli kapatılması,
- İşletme yönteminin seçimine etkileri.

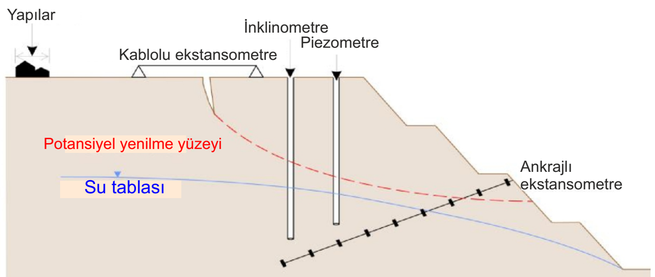
b. Dolaylı etkileri:
- Çalışma koşullarını güçleştirir,
- Ekipman bakım masrafını artırır,
- Gevşek kayaçları çalışma alanlarına sürükler,
- Kayaçlarda ayrışmayı arttırarak göçmelere yol acar,
- Patlayıcı maddelerin randımanını etkiler.

AÇIK OCAK DEFORMASYONLARININ (HAREKETLERİNİN) İZLENMESİ

Açık ocaklarda işletme güvenliği açısından hareketlerin miktarı, hızı ve ivmesi gibi bilgilerin sürekli bir şekilde değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Günümüz teknolojik gelişimleriyle daha hassas ve daha hızlı ölçüm ve değerlendirme teknikleri kullanılabilmektedir.

Bunlar:
i. Lidar yöntemiyle lazer veya ışık yansımasının ölçümü değerlendirilerek yüzey haritalaması yapılabilir
ii. Robotik Total Station kullanılarak yüzeye sabitlenen izleme istasyonlarının konumsal değişimleri ölçülerek değerlendirilebilir.
iii. Kuyu boyunca İnklinometre ile derinliğe bağlı deformasyon ölçümleri yapılabilir.
iv. İHA binili göntüleme tekniği

https://www.pobonline.com/articles/86163-mining-with-robots



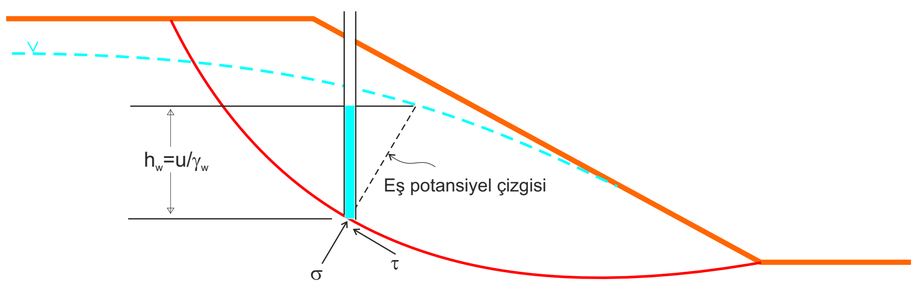
Narendranathan S. ve Nikraz H. (2011)

YÜZEY VE YERALTI SULARININ İZLENMESİ

Açık ocaklardaki duraysızlıkların gelişiminde yüzey ve/veya yeraltı sularının etkisi sıklıkla gözlenmektedir. Bu nedenle, yüzeyde ocak yakınlarından geçen akarsuların akım ölçümleri ve yeraltı suyu seviyesinin izlenmesi çözüm üretilmesiaçısından önemli sayısal veriler sunar. Bu amaçla kullanılan ölçüm yöntemleri aşağıda sıralanmıştır.

i. Piezometre ile yeraltı suyu izleme çalışamaları yapılabilir.
  a Açık uç piezometre
  b. Elektirikli piezometre
  c. Hidrolik peizometre
ii. Dere, çay vb. akış halindeki yüzey sularının akım ölçümleri yapılabilir.
  a.Doğrudan ölçüm: Muline, Yüzen cisim, İzleyici, Utrasonik yöntemler, Elektromanyetik yöntemler
  b.Hidrolik yapılar ile ölçüm: Savaklar, orifis, kanallar
  c.Akımın tahmin edilmesi Yağış-akış ilişkileri, hidrograf analizleri

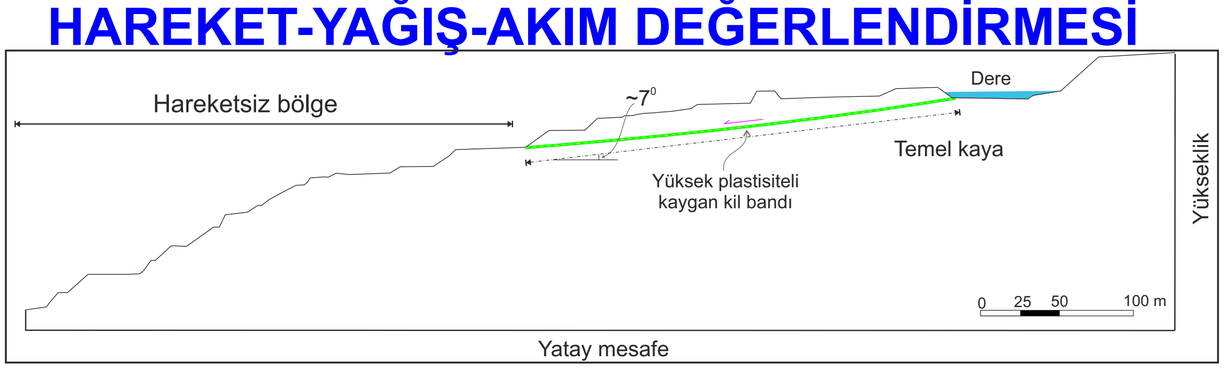
ŞEV DURAYLILIĞI ANALİZLERİNDE GÖZENEK SUYU BASINCININ (u) ETKİSİ

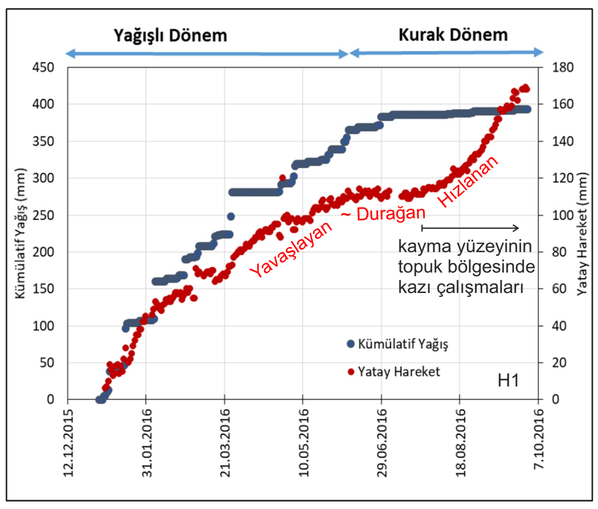


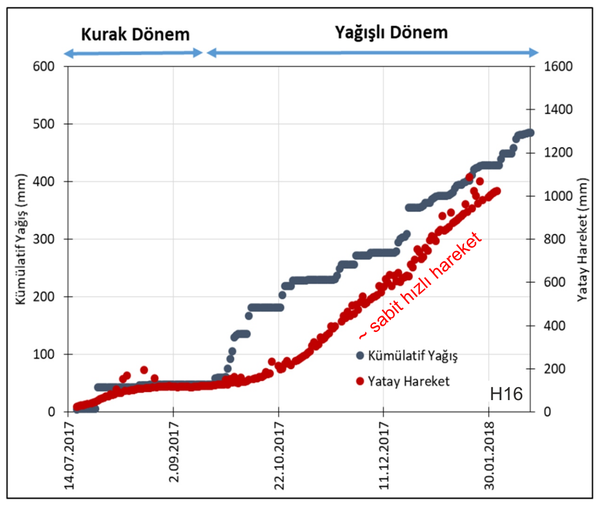
$$FS=\frac{\sum cl+\sum(w\cos\alpha-ul)\tan\phi}{\sum w\sin\alpha}$$

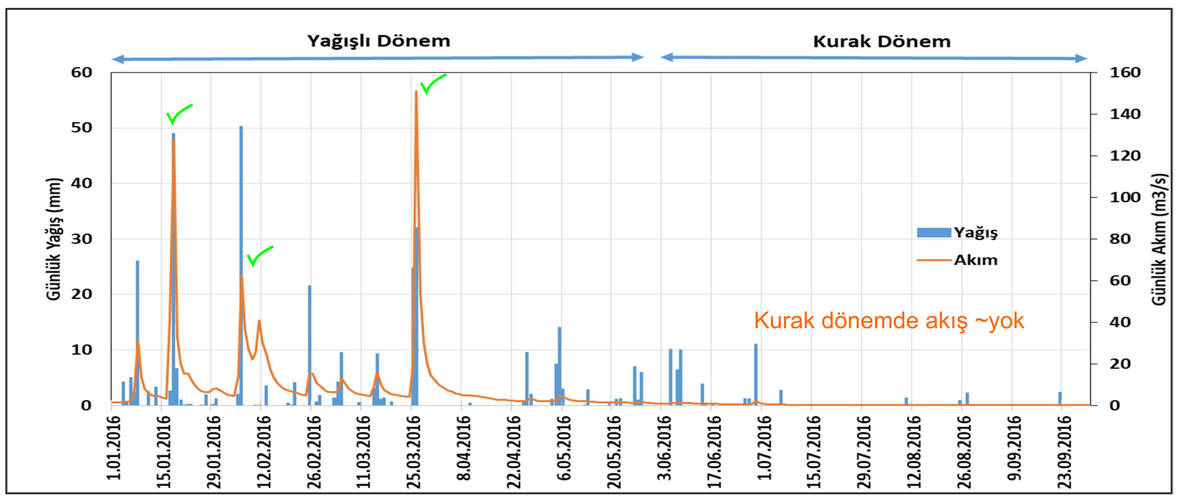
Fellenius veya İsveç dilim yöntemi

ÖRNEK BİR LOKAL DURAYSIZLIK İÇİN HAREKET-YAĞIŞ-AKIM DEĞERLENDİRMESİ





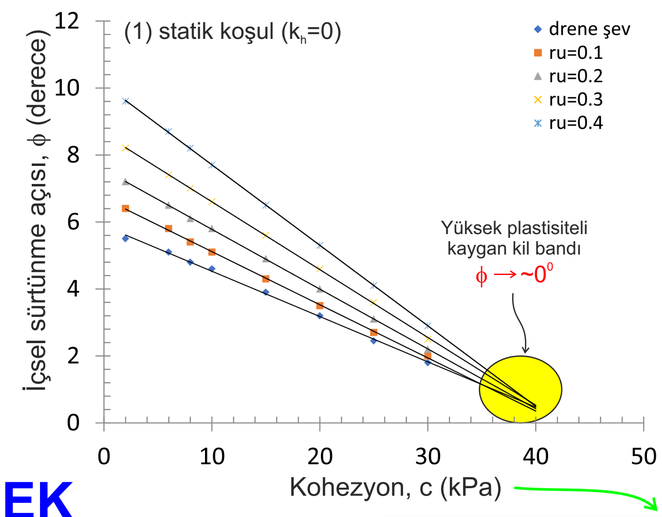


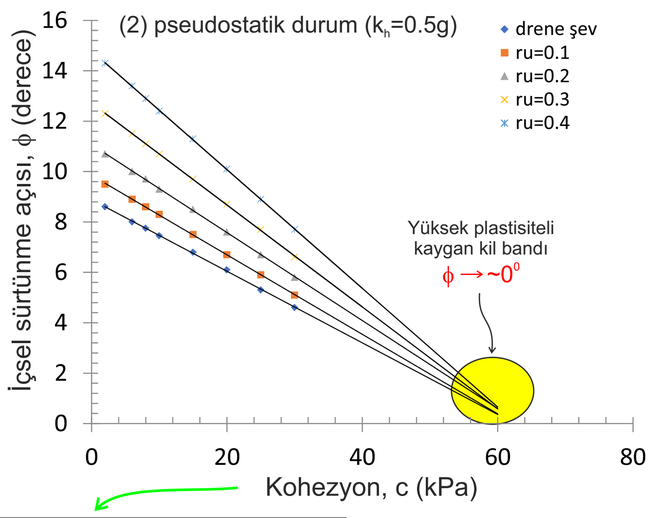


Hareketlerin aktivitesi ağırlıklı kazı ve nispeten yağışla denetleniyor.

LOKAL DURAYSIZLIĞIN GERİYE DÖNÜK ANALİZLERİ

(1) Statik koşul
(2) Ocaktaki patlatma ve/veya düşük büyüklükte sık tekrarlanma periyodundaki deprem etkisinin temsiline yönelik olarak k_h=0.05g (pseudostatik durum)





Yüksek plastisiteli kaygan kil bandı → $\phi \rightarrow \sim 0^0$ ve c = 40 ile 60 kPa

SONUÇLAR

(1) Ocak şevlerinin deformasyonlarının (hareketlerinin) izlenmesi ile yüzey ve yeraltı suyu izlemelerinin sürekli yapılması ve birlikte yorumlanması kritik öneme sahiptir.
(2) Duraysız bölgelerde varsa yeraltı suyu seviyesinin pompaj ile düşürülmesi her zaman duraylılığı sağlamakta yeterli olmayabilir. Bu durum kayma yüzeyindeki etkin makaslama dayanım parametreleriyle (kohezyon ve içsel sürtünme açısı) yakından ilişkilidir. Özellikle kaymanın yüksek plastisiteli kil yüzeyi boyunca gelişmesi durumunda içsel sürtünme açısının sıfıra yaklaşması nedeniyle gözenek suyu basıncının pompajla düşülmesi tek başına duraylılığı sağlamakta yetersiz olabilir.
(3) Bu tür durumlarda örnek vakada olduğu gibi özellikle yol ve çay gibi korunması gereken bir yapının varlığı durumunda forekazık vb. istinat yapısı ve/veya kayma yüzeyinin önüne daha ekonomik bir uygulama olarak kaya topuk dolgusu yapılabilir.

Kaynaklar: Bishop, A.W., "The use of the slip circle in the stability analysis of earth slopes." Geotechnique, 5 (1), 7 17, 1955.
Fellenius, W., "Calculation of the Stability of Earth Dams." Trans. 2nd Int. Cong. Large Dams, Washington, 445-459, 1936.
Sanjive Narendranathan and Hamid Nikraz, 2011. Optimal System Design for Instrumented Slope Monitoring in Open Pit Mines. International Conference on Advances in Geotechnical Engineering, Perth, Australia, Nov.7-9, 2011, ISBN: 978-0-646-55142-5