

SOMA LİNYİT AÇIK OCAĞINDA OLUŞAN DEFORMASYONLARIN İNKLINOMETRİK YÖNTEMLE İZLENMESİ

Hakan ÖZŞEN¹, Atakan Cengiz KURT²

¹Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü

²Akkord İnşaat A.Ş.

¹hozsens@selcuk.edu.tr, ²atakan1903@hotmail.com

ÖZET: 2013 yılı Ocak-Ekim döneminde, Türkiye Kömür İşletmeleri-Ege Linyitleri İşletmesi Soma linyit açık ocağı Işıklar panosunda oluşan şev duraysızlıklarına bağlı gelişen deformasyonların miktarlarının ve yönlerinin yüzeyden ve derinden belirlenmesi amacıyla açılan iki adet inklinometre kuyusundan TKİ-ELİ tarafından ölçümler alınmıştır. Bu çalışmada bu ölçümlerin sonuçları değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda alt kuyuda (ALT-1) yaklaşık 80 mm ve üst kuyuda da (ÜST-1) yaklaşık 6 mm deformasyon tespit edilmiştir. Üst kuyudaki en büyük tekrarlayan deformasyon aralığının 26 m derinlikte, alt kuyuda ise 16,5 m derinlikte gerçekleştiği ve her iki hareket yönünün de güney batı istikametinde olduğu belirlenmiştir. Bu elde edilen veriler kayma düzleminin yerini, kayma yönünü ve miktarını ortaya çıkarırken kaymaya karşı alınacak tedbirler için de bir veri tabanı oluşturacaktır.

Anahtar kelimeler: İnklinometrik ölçüm, şev duraylılığı, deformasyon, açık ocak

Monitoring Deformations Formed in Soma Lignite Open Pit Mine by Inclinator Method

ABSTRACT: In this study, data obtained from two inclinometer wells are evaluated in order to determine the instability of the slopes, amount and the direction of the deformations occurred on the slopes of Turkish Coal Enterprises- Aegean Lignite Enterprises Soma lignite open pit mine Işıklar section from January to October 2013. Maximum deformations of 80 mm and 6 mm were determined at the bottom (ALT-1) and upper (ÜST-1) wells respectively. Largest repetitive strain range is at 26 meters depth in the upper well and 16.5 meters depth at the lower well. The movement is in the south-west direction in both wells. These obtained data will create a database in determining the location of the sliding plane, sliding direction and deformation amount. Thus some precaution studies can be held against a possible slide by using this database.

Keywords: Inclinator measurements, slope stability, deformation, open pit

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

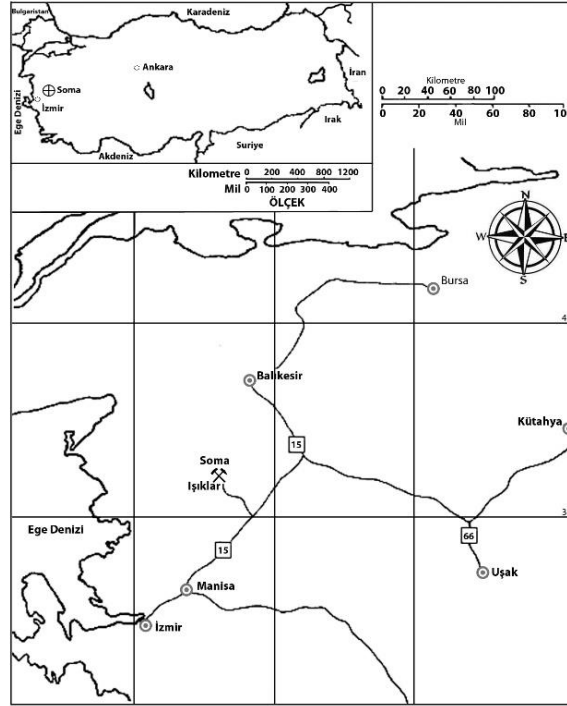
Şevler, düzensiz bir geometriye sahip doğal şevler yani yamaçlar ve belirli bir geometrisi olan mühendislik amaçlı yapay şevler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Şevler zaman içerisinde mevsimsel etkilere ve mühendislik çalışmalarına maruz kalarak duraysız duruma gelebilmektedirler. Duraysız şevlerin zamana bağlı izlenmesinde kullanılan birçok yöntem mevcuttur. Ancak bunlar arasında temelde iki yöntem mevcuttur. Bunlardan ilki bir yüzeyden izleme yöntemi olan topografik yöntem, ikincisi ise açılan sondaj kuyuları içerisinde, kaya veya toprak ortamda oluşan yatay deformasyonların izlendiği inklinometrik yöntemdir.

Topografik yüzeyden yapılan ölçümlerde, kütledeki hareketler belirlenebilmekte ancak kütle içerisindeki deformasyonların derinlik yönünden hangi noktalara kadar etkin oldukları bilinmemektedir. Sondaj kuyusu içerisinde yapılan inklinometrik ölçümler ise olası kayma düzlemlerinin geçeceği derinlikleri, en somut sonuçları verebilmektedir. Mühendislik yapılarında ve doğal yamaç şevlerinde oluşan deformasyonlar haricinde, eğimli olmayan topografik yapılarda da yeraltı suyu kullanımına bağlı deformasyonlar gözlenebilmektedir. Bu tür sorunların olduğu bölgelerde de benzer şekilde jeodezik ve jeodezik olmayan ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye Kömür İşletmeleri-Ege Linyitleri İşletmesi Soma linyit açık ocağı Işıklar panosunda belirlenen şev duraysızlık probleminin sahada açılan iki adet inklinometrik kuyu ile sahada işletme tarafından gerçekleştirilen deformasyon ölçümleri incelenerek duraysızlığın boyutları deformasyonlar büyüklük, hız ve ivmeye bağlı olarak belirlenmiş ayrıca oluşan deformasyonların hangi derinliklerde meydana geldiği de ortaya çıkarılmıştır.

2. ÇALIŞMA SAHASI (FIELD STUDY)

Ege Linyitleri İşletmesi (ELİ) Müessesesi Müdürlüğü, Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) Kurumu Genel Müdürlüğü'ne bağlı olarak, Manisa ilinin Soma ilçesinde faaliyet göstermektedir. Soma, Ege Bölgesinde, Akhisar-Bergama karayolu, Ankara-İzmir demiryolu üzerinde olup Balıkesir İl merkezine 80 km, Manisa İl merkezine 90 km, İzmir'e ise 140 km. uzaklıktadır (Şekil 1). İlçe, deniz seviyesinden ortalama 160 m yükseklikteki Bakırçay vadisinde kurulmuştur.



Şekil 1. Soma Işıklar açık linyit ocağı yerbulduru (Site location map of Soma Işıklar open pit lignite mine)

Soma havzası genel olarak orta Bakırçay grabeni kuzeyde deniz sahası ve güneyde Kısırkdere Işıklar ve Eynez sahası olarak üç kısma ayırmak mümkündür. Bu üç blokta büyük ölçüde faylanmalar mevcuttur. Büyük fayların atımı yer yer 100 m'ye ulaşmaktadır. Bunun yanında irili ufaklı çok sayıda normal faylar da mevcuttur. Havzada iki yerde de ters fay (bindirme) tespit edilmiştir. Tabaka eğimleri genel olarak güneybatı yönünde olmasına rağmen bunun aksine eğimler de görünmektedir. Linyit damarı genel olarak 20° dolayında bir eğime sahiptir. Bunun yanında yer yer 50° ye varan eğimler de tespit edilmiştir.

Soma havzasında, mostradan başlayarak derine doğru yapılan kazı yöntemi uygulanmaktadır. İşletmelerde, ekskavatör-kamyon kombinasyonu tercih edilmiştir. Bu yöntem, tabaka eğiminin 20 derecenin üzerinde olması, topografyanın engebeli oluşu, örtünün sert ve tabakalaşma gösteren formasyonlardan oluşması gibi nedenlerden dolayı seçilmiştir. İşletmedeki örtü malzemesi genel olarak, orta sert ve sert marndır. Dekapaj çalışmalarında, ayna 9 inçlik deliciler vasıtasıyla 6-8 m. aralıklarda 17 m derinliğinde delinmekte, deliklere ANFO karışımı ve emulite konularak patlatılmaktadır. Patlatılarak gevşetilen malzeme 17-20 yarda küp kepçe kapasiteli ekskavatörlerle 85-170 tonluk kamyonlara yüklenip, döküm sahasına götürülüp istiflenmektedir.

3. ÖLÇÜM SİSTEMLERİ (MEASUREMENT SYSTEMS)

Şevlerde kaya kütlesi içerisinde zamanla oluşan yer değişimlerinin uzun zaman diliminde izlenmesi gerekmektedir. Şevlerde zamanla meydana gelebilecek yer değişimleri izlemek üzere, jeodezik ve jeodezik olmayan birçok yöntem geliştirilmiştir. Çizelge 1’de bu yöntemler ve kullanılan cihazlar sunulmuştur.

Çizelge 1. Jeodezik ve jeodezik olmayan yöntemler (Kalkan, 2009)

Jeodezik Yöntemler	Kullanılan Cihaz ve Donanımlar
Aliynman ölçmeleri	Teodolit, laser optik, invar tel vs.
Klasik konum ölçmeleri	Total station, teodolit ve uzaklıkölçer
Uydu tabanlı konum ölçmeleri	GPS, Glonas ve Galilo alıcıları
Hassas trigonometrik nivelman	Hassas total station, teodolit ve uzaklık ölçer
Hassas geometrik nivelman	Presizyonlu nivelman donanımı
Laser scanner tekniği	Laser scanner
İnterferometrik SAR görüntü tekniği	SAR uydu görüntülerinin değerlendirilmesi
Jeodezik Olmayan Yöntemler	Ölçme Donanımları
Eğim ölçmeleri	İnklinometre
Deplasman ölçmeleri	Settlement tube (Manyetik oturma)
Uzunluk değişim ölçmeleri	Ekstensometreler
Boşluk suyu basıncı ölçmeleri	Piezometreler
Düşeyden ayrılma ölçmeleri	Reserved pendulum
Derz ölçmeleri	Jointmetreler
Çatlak Ölçmeleri	Crackmetreler

Jeodezik yöntemlerde yer değişim izleme işlemi, Çizelge 1’de belirtilen cihazlar yardımıyla hareketin oluşacağı bölgenin yüzeyindeki noktalara yerleştirilen izleme noktalarıyla yapılmaktadır. Bu yöntemde topografik yüzeyin yer değişimleri izlenebilmektedir. Jeodezik olmayan yöntemler yine Çizelge 1’de belirtilen cihazlar yardımıyla jeodezik yöntemlerin tam aksine, izleme işlemi hareketin gerçekleştiği bölgede noktasal olarak yapılabilmektedir. Bu çalışmada kullanılan inklinometre cihazının çalışma prensibi Bölüm 3.1’de sunulmuştur.

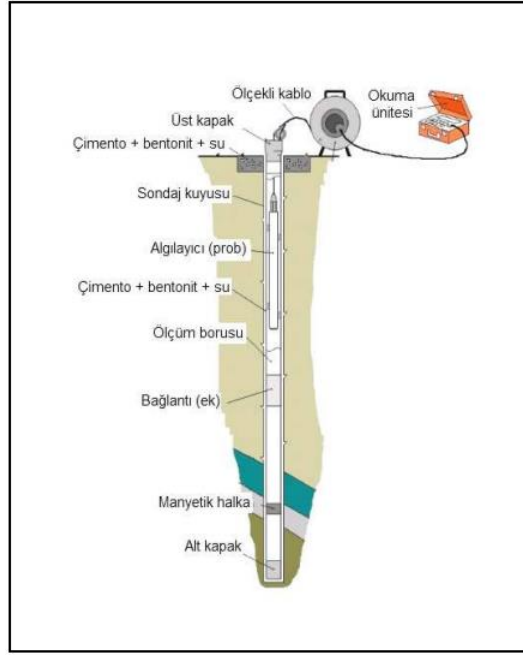
3.1. İNKLINOMETRİK ÖLÇÜM SİSTEMİ (INCLINOMETER SYSTEM)

İnklinometre cihazı, bir algılayıcı (prob) yardımıyla sahada açılmış sondaj ölçüm kuyusunun eksenindeki düşey açılma sapmaları ölçmek için kullanılan bir alettir. İnklinometrelerin esas kullanım amacı yer yüzeyinden belirli bir derinlikte meydana gelmesi beklenen yatay hareketlerin gözlemlenmesidir. Bunun için ölçüm borusu genellikle düşey veya düşeye yakın bir açıyla yerleştirilir ve böylece kuyu içerisindeki yatay hareketlerin ölçümüne olanak sağlar. Boru ekseninde gerçekleşen açılma sapmaları trigonometrik fonksiyonların yardımıyla deformasyon değerlerine dönüştürülür.

İnklinometre cihazının başlıca kullanım alanları;

- i. Şevlerde ve dolgularda kayma bölgesinin belirlenmesi,
- ii. Dolgu barajlarında baraj setindeki kayma oturmalarının izlenmesi,
- iii. Kazıklarda veya istinat yapılarında oluşan yatay hareketlerin gözlenmesi,
- iv. Dolguların veya yumuşak zemin üzerinde yapılan diğer yapıların oturmalarının gözlenmesi,
- v. Yatay deformasyonlardan yola çıkılarak eğilme momentlerinin hesaplanmasıdır.

İnklinometrik ölçüm seti genel olarak üç bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; hassas bir şekilde ölçüm yapabilen taşınabilir bir algılayıcı, algılayıcının ölçtüğü değerleri hafızasına kaydeden ve aynı zamanda bir elektrik güç kaynağı olarak da kullanılan okuma ünitesi ve ölçüm yapan algılayıcının okuma ünitesiyle bağlantısını sağlayan ölçekli kablodur (Özcan, 2008). İnklinometre ölçüm cihazının bahsedilen kısımları Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2. İnklinometrik ölçüm sistemi şematik gösterimi (Sisgeo, 2015), (Schematic representation of inclinometer measurement system)

4. SAHADA YAPILAN İNKLINOMETRİK ÖLÇÜMLER (INCLINOMETER MEASUREMENTS ON THE FIELD)

Açık işletme faaliyetlerinin yürütüldüğü Işıklar-Kartalkaya kömür üretim panolarında taban kiline bağlı olarak damar meylinin fazla olduğu bölgelerde heyelan gerçekleşebileceğinden dolayı artan kazı derinliğine bağlı olarak şev hareketlerinin daha hassas belirlenebilmesi amacıyla ELİ Müessesesi Müdürlüğü tarafından inklinometre ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçümler bölgede üretim panosunun alt kotlarında marn formasyonu üzerinde iki adet inklinometre kuyusunda gerçekleştirilmiştir. İnklinometrik ölçümlerin gerçekleştirildiği alan yakınında daha önceden kaymalar ve buna bağlı gerilim çatlakları oluşmuştur (Şekil 3a ve b).

Oluşturulan iki adet inklinometre kuyusundan alt kotta bulunan kuyu ALT-1 ve üst kotta bulunan kuyu ise ÜST-1 olarak kodlanmıştır. Referans ölçümü olarak da adlandırılan ilk ölçümler ALT-1 ve ÜST-1

inklinometre kuyularında 24 Ocak 2013 tarihinde TKİ- ELİ Müessesesi Müdürlüğü tarafından alınmıştır. Referans tarihinden itibaren ALT-1'de 18 Haziran 2013, 25 Haziran 2013, 1 Temmuz 2013, 17 Temmuz 2013, 19 Eylül 2013 ve 30 Ekim 2013 tarihlerinde olmak üzere 7 adet ölçüm, ÜST-1'de ise 7 Şubat 2013, 18 Şubat 2013, 1 Mart 2013, 28 Mart 2013, 24 Nisan 2013, 20 Mayıs 2013, 30 Mayıs 2013 ve 18 Haziran 2013 tarihlerinde olmak üzere 9 adet inklinometrik ölçüm gerçekleştirilmiştir (TKİ, 2013). Her iki kuyudan alınan inklinometre ölçüm sonuçları toplamalı olarak Şekil 4'de görülmektedir. Şekil 4'den görüldüğü üzere toplamalı hareketler ALT-1 için 80 mm, ÜST-1 için ise 6 mm mertebesindedir. Sistemik ölçümlere göre tekrarlı bir hareket söz konusudur. Ölçümlerin sonucuna göre her iki inklinometre kuyusunda şev hareketini temsil edecek yönde ve miktarlarda yer değiştirmelerin olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar detaylı olarak Bölüm 5'te sunulmuştur.

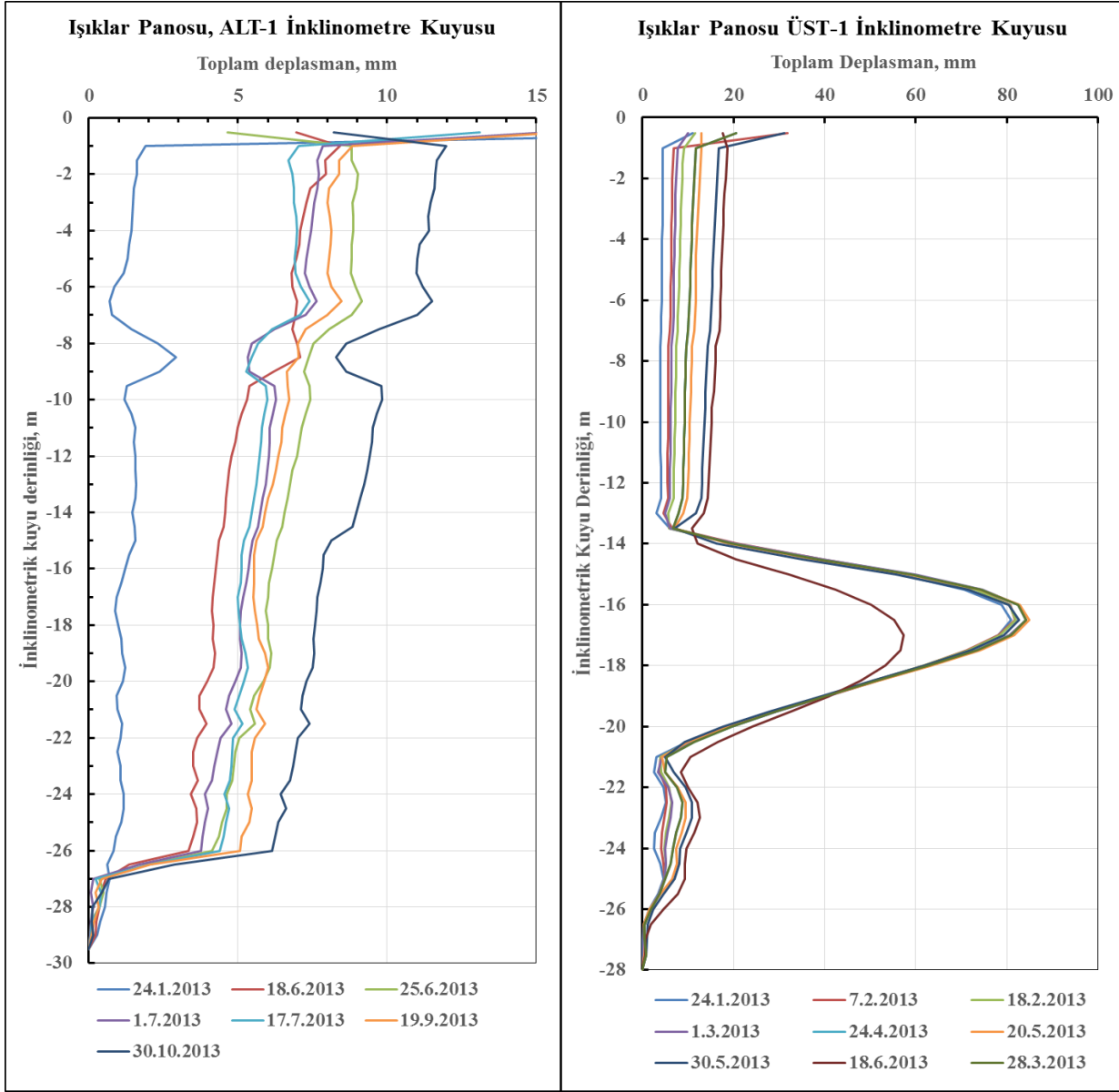


(a)



(b)

Şekil 3(a). Arazide önceden meydana gelmiş kayma ve (b) buna bağlı oluşan gerilim çatlakları ((a)Landslide previously occurred on the field and (b) tension cracks related to this landslide)



Şekil 4. ALT-1 ve ÜST-1 kuyulardan elde edilen tüm inklinometrik ölçüm sonuçları (Inclinometer measurement results obtained from ALT-1 and ÜST-1 boreholes)

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

- 1) Yatay deformasyonların izlendiği inklinometre ölçüm sonuçları bilgisayar yazılımı yardımıyla grafiksel formatta hazırlanmıştır. Üst ve alt kuyu eksenlerinin ocak içerisine doğru Güney-Batı istikametinde kaydığı tespit edilmiştir.
- 2) Alt kuyu 26. m, üst kuyu 16,5. m'de kuyu eksenlerinin yatay yönde (Güney-Batı) ciddi boyutta saptığı grafiksel sonuçlardan görülmüştür.
- 3) Fark grafiklerinden de üst ve alt kuyu için en olası dairesel kayma düzleminde kritik sapmaların sırasıyla 26 ve 16,5. metrelerinde olduğu anlaşılmıştır.
- 4) Bu çalışmada ayrıca yatay yöndeki deformasyonların hız ve ivme değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler yardımıyla hazırlanan grafiklerden kritik yatay sapmanın üst kuyunun 26. metresinde, alt kuyunun ise 16,5. metresinde olduğu anlaşılmıştır.

- 5) Alt ve üst kuyunun ağız kısımlarında ölçülen yatay deformasyonların sırasıyla; 15,82 mm, 31,16 mm, hız değerlerinin; 0,109 mm/gün, 0,111 mm/gün ve ivme değerlerinin; 0,00075 mm/gün², 0,000398 mm/gün² olduğu belirlenmiştir.
- 6) ÜST-1/16,5.istasyonda belirlenen kritik noktadaki deformasyon, hız ve ivme değerlerinin sırasıyla; 80,69 mm, 0,556 mm/gün, 0,00384 mm/gün² olduğu ve ALT-1/26.istasyon için bu değerlerin sırasıyla; 6,15 mm, 0,022 mm/gün, 0,000079 mm/gün² olduğu tespit edilmiştir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENTS)

Yazarlar, bu çalışmanın yapılmasında çok değerli katkılarını esirgemeyen tüm TKİ-ELİ Müessese Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederler.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Kalkan, Y., 2009, Atatürk barajında deformasyon izleme çalışmaları ve düşey deformasyonlar, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 2.
- Özcan, E., 2008, Derin kazılarda inklinometrik gözlem, Sondaj Dünyası. Dergisi, Sayı 6, s.29-30.
- Sisgeo, Inclinometric data storage and processing program instruction manual, <http://www.sisgeo.com>, ziyaret tarihi 15 Şubat 2015.
- TKİ, ELİ, 2013, Kişisel görüşme, Soma.