

Ground Movements Occurred As A Result of Excavation: The Example of Baydıgın Pond (Yozgat-Aydıncık)

Emrah ERDEM¹, Ersin KOLAY^{2*}

¹General Directorate of State Hydraulic Works, Ankara/Turkey

²Bozok University, Geological Engineering Department, Yozgat/Turkey

ersin.kolay@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7118-5722,

emraherdem06@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-5420-8817

Abstract: Permanent or temporary excavations can be made for different purposes in construction works. The stability of the slopes created by excavation is also important for the safety of the works and the project. In this study, the slope movement that occurred during the temporary excavation in high plasticity clay unit for the cut-off construction of Baydıgın Pond was investigated. Considering the inclinometer measurements and the location of the stress crack, it was observed that the slip surface formed passed through the clay-residual clay boundary at a depth of about 10 m. Soil parameters at the time of slip were determined by slope stability analyses. If the excavation base is lowered to the clay-residual clay boundary, the right bank downstream slope is 1.5h/1v, the upstream slope is 3h/1v and 5m bench, the safety coefficient was found to be 1.246. Cut-off excavation and earth fill construction were carried out without any problems under these conditions.

Keywords: Aydıncık, Landslide, Inclinometer, Excavation

Kazı Sonucunda Oluşan Yer Hareketleri: Baydıgın Göleti (Yozgat-Aydıncık) Örneği

Özet: İnşaat işlerinde farklı amaçlarla kalıcı ya da geçici kazılar yapılabilmektedir. Çalışmaların ve projenin güvenliği açısından kazı ile oluşturulan şevlerin stabilitesi de önem arz etmektedir. Bu çalışmada Baydıgın Göleti'nin cut-off inşaatı için yüksek plastisiteli kil birim içinde yapılan geçici kazı sırasında meydana gelen şev hareketi incelenmiştir. İnklinometre ölçümleri ve gerilme çatlağının konumu dikkate alındığında oluşan kayma yüzeyinin yaklaşık 10m derindeki kil-rezidüel kil sınırından geçtiği görülmüştür. Yapılan analizler ile kayma anındaki zemin parametreleri belirlenmiştir. Kazı tabanı kil-rezidüel kil sınırına indirilmesi, sağ sahil mansap şevinin 1.5y/1d, mamba şevi ise 3y/1d ve 5m palye olarak düzenlenmesi durumunda güvenlik katsayısı 1.246 olarak bulunmuştur. Cut-off kazısı ve gövde dolgu inşaatı bu koşullarda sorunsuz şekilde gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aydıncık, Heyelan, İnklinometre, Kazı

Reference to this paper should be made as follows (bu makaleye aşağıdaki şekilde atıfta bulunulmalı):

Erdem, E., Kolay, E., 'Ground Movements Occurred As A Result of Excavation: The Example of Baydıgın Pond (Yozgat-Aydıncık)', Elec Lett Sci Eng , vol. 17(2), 2021, 176-188.

1. Giriş

Baraj, tünel, yapı inşaatı, şev düzenlemesi vb. projelerinin gerçekleştirilmesi sırasında, zeminlerin kazılması ve yeniden düzenlenmesi sıklıkla yapılan bir işlemdir. Kazı işlemi sonucunda oluşan çukurlarda düşey ve yatay yönde basınç azalmaları meydana gelmektedir. Buna bağlı olarak kazı tabanından ve kazı duvarlarından kazı çukuruna doğru zemin hareketleri meydana gelebilmektedir. Bu hareketler kazıdan hayli uzak mesafelerde bile oluşabilirken, yatay hareketler düşey olanlardan daha fazla olabilmektedir [1]. Zeminin türü, kazı boyutları, kazı yöntemi ve yer altı suyu gibi faktörler oluşacak hareketin yerini, türünü büyüklüğünü ve hızını kontrol etmektedir. Irvine ve Smith [2] hendek kazıları sırasında gelişen yer hareketlerinin kazı devam ederken ve destekleme uygulandıktan sonra da devam edebileceğini belirtmiştir. Duncan ve Wright [3]'a göre şevlerde oluşacak duraysızlığın en önemli nedenini, zeminin kesme dayanımındaki azalış ve kesme gerilmesindeki artış oluşturmaktadır. Kesme dayanımındaki azalış genellikle zemine ait

özelliklerden kaynaklanırken, kesme gerilme gerilmesindeki artışlar ise daha çok şev tepesindeki yükler, çatlaklardaki su basıncı, deprem sarsıntısı ve şev tabanında yapılan kazılar gibi dış etkenlerden kaynaklanabilmektedir. Zeminlerde kayma bir düzlem üzerine etkiyen normal ve kayma gerilmelerinin ortaklaşa etkisiyle meydana gelmektedir. Kaymanın oluşabilmesi için, kayma düzlemine etkiyen normal gerilme altında kayma direncinin aşılması gerekmektedir. Zemin içinde gerçekleştirilen kazının yüksekliği de çok önemlidir.

İnşaat ve madencilik işlerinde kazılar, açıkta ya da yeraltında el ile veya makinalar yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Açıkta yapılan kazılar DSİ [4]'ye göre; serbest kazılar, temel kazıları, hendek kazıları ve ocak ve malzememe sahasında yapılacak kazılar olarak sınıflandırılmaktadır. Bu kapsamda, barajlarda talveg kotu üzerindeki sıyırma, temizlik ve şekil verme kazıları veya galeri giriş-çıkış ağızlarındaki kazılar, yol kazıları, isale hattı veya kanal sıyırma ve platform kazıları serbest kazı olarak tanımlanmaktadır.

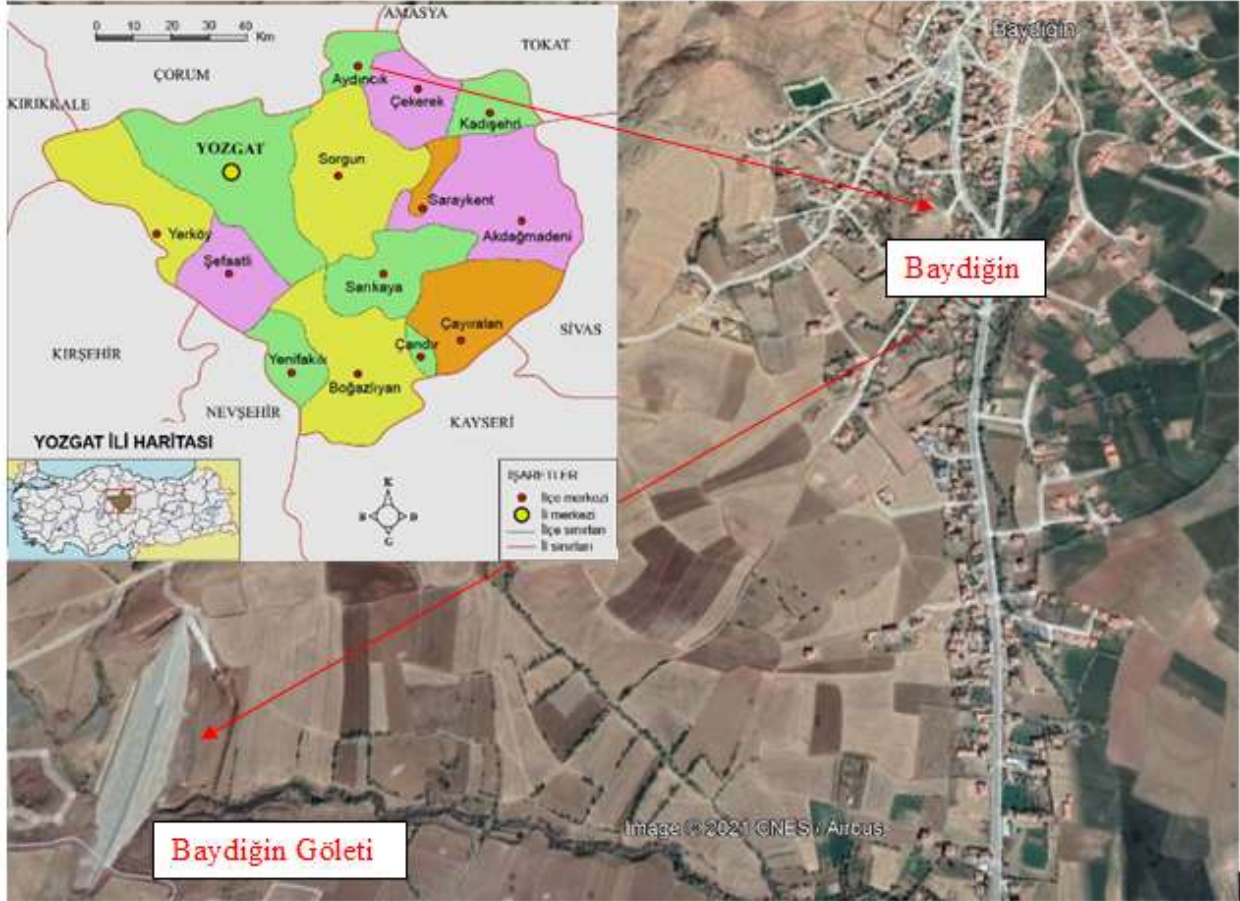
Bu çalışmanın konusu, Baydığın Göleti'nin cut-off kazısı için gerçekleştirilen serbest kazı sonrasında meydana gelen heyelandır. Heyelan bölgesinin jeolojik ve jeoteknik özelliklerini belirlemek amacıyla sahada araştırma çukurları ve sondajlar açılmıştır. Kayma dairesinin belirlenmesi için inklinometre ölçümleri gerçekleştirilmiş ve heyelan duraylılık analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar baraj inşaatının güvenliği açısından değerlendirilmiştir.

2. Baydığın (Yozgat-Aydıncık) Göletinin Özellikleri

İnceleme alanı; Yozgat İli Aydıncık İlçesine bağlı Baydığın beldesinin yaklaşık 1.5 km güneybatısında bulunmaktadır. Gölet aks yeri Kızıloynak ve Tavşanlı Derelerinin birleştiği noktadadır [5] (Şekil 1).

Baydığın Göletine ait DSİ proje özellikleri aşağıda belirtilmiştir [5]:

| | |
|--------------------------|--------------------------------|
| Tipi | : Kil Çekirdekli Homojen Dolgu |
| Amacı | : Sulama |
| Talveg kotu | : 961.00 m |
| Kret kotu | : 980.00 m |
| Talvegden yüksekliği | : 19.00 m |
| Kret genişliği | : 8.00 m |
| Kret uzunluğu | : 444.00 m |
| Gövde toplam dolgu hacmi | : 291 765 m ³ |
| Minimum su seviyesi | : 969.80 m |
| Normal su seviyesi | : 977.80 m |
| Maksimum su seviyesi | : 979.18 m |



Şekil 1. Baydıgın Gölü'nün 10.08.2020 tarihli Google Earth görüntüsü yer buldurular haritası.

3. Çalışma alanının jeolojik özellikleri

Çalışma alanı ve çevresinde iki farklı formasyon gözlenmektedir. Bu formasyonlar yaşlıdan gence doğru; Çekerek Formasyonunun (Tç) bir üyesi olan Kozluca Üyesi (Tçkc) ve alüvyon (Qal) olarak belirlenmiştir [6] (Şekil 2).

Çekerek Formasyonu (Tç)

Çalışma alanı Çekerek formasyonu sedimanter ve volkanik kaya türlerinden oluşur. İlk olarak Özcan vd. [7] tarafından isim verilen formasyon, bu çalışmada alttan üste doğru; Kozluca, Kozalan kireçtaşı ve Göynücek aglomera üyeleri olarak incelenmiştir. Çekerek formasyonunun Kozluca ve Kozalan kireçtaşı üyeleri, Gökçe [8] tarafından isimlendirilen "Akçatarla Çökelleri" ile, Seymen (1993) tarafından isimlendirilen birimlerden "Cevherli formasyonu" Kozluca üyesi ile, "Karacaçkak bazalt üyesi" ise Göynücek aglomera üyesi ile denestirilebilir. Temiz vd. [9], tarafından isim verilen birimlerden "Kabaklık formasyonu" Kozluca üyesi ile, "Hasanşeyh formasyonu" ise Göynücek aglomera üyesi ile yaşı ve litolojisi açısından denestirilebilir. Genel olarak bakılacak olursa bu formasyonun kaya türleri; çakıltaşı, kireçtaşı, kil, marn, kumtaşı ve bu kaya türlerinin ardalanması şeklinde oluşmuştur. Kaya türleri iyi tabakalanmış, orta ve kalın, yer yer ince tabakalı, kırmızı, bordo, sarı, yer yer yumuşak, gevşektir, yer yer ise sert ve sağlamdır.

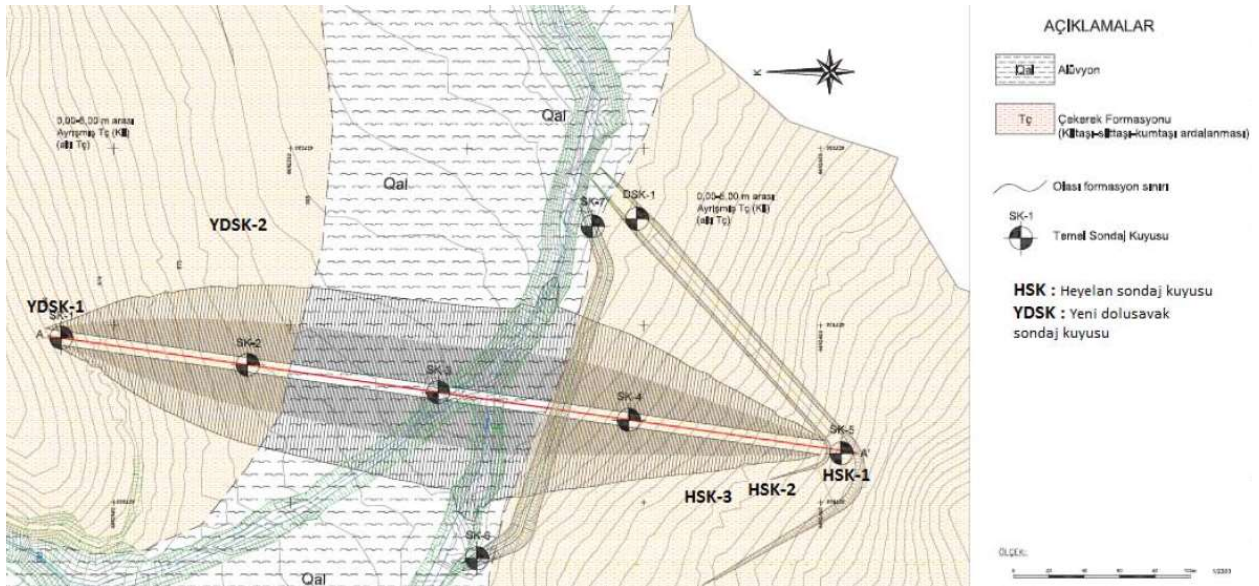
Çakıltaşları; sıkı dokulu, sarımsı kumlu hamurlu, taneler; iyi boyutlanmış, yuvarlaklaşmış, renkleri beyaz, kırmızı, yeşil, siyah, üzerinde oturduğu kaya türlerine göre kireçtaşı, radyolarit, çakmak ve metamorfite cinsindedir. Bu kaya türlerinde fosil bulunmamaktadır. Marn ve çamurtaşı seviyelerinde 1-2 cm'lik kömür laminaları gözlenmektedir.

Kozluca Üyesi (Tçkc)

Genel olarak, kumtaşı, çamurtaşı, kilitaşı, marn, çakıllı kumtaşı ve bu kaya türlerinin ardalanması şeklinde gözlenen Kozluca üyesi, kahverengi-kırmızımsı sarı ayrışma renkli, yeşilimsi-gri taze renkli, orta-ince tabakalı, yer yer laminalıdır. Yer yer sert sağlam, yer yer ise gevşektir. İçerisindeki litolojilerde fosil olarak çoğunlukla küçük Nummulit'lere rastlanmaktadır. Birimin içerisinde ayrıca iri Nummulit ve Ostrea fosilleride bulunmaktadır [10].

Alüvyon (Qal)

Çalışma alanının en genç oluşumları olan alüvyonlar, vadi ve akarsu yataklarıyla, ova vb. düzlüklerdeki genel olarak kum ve çakıl bantlaşmalı kil depolanmalarıdır.



Şekil 2. Aks yeri ve yakın bölgesin jeolojik haritası [5'ten değ.].

4. Mühendislik Jeoloji Çalışmaları

“Yozgat-Aydıncık Baydığın Göleti İnşaatı Yapım” işi kapsamında cut-off kazısı yaklaşık 6 m derinliğinde 1y/1d olarak açılmıştır. Bölgedeki yağışlı dönem sonrasında sağ sahil memba tarafındaki şevde heyelanın belirtisi olan gerilme çatlakları meydana gelmiştir (Şekil 3). Şevdeki kayma deformasyonları zaman içinde belirginleşmiş, gerilme çatlakları genişleşmiş ve derinleşmiştir (Şekil 4a-b). Meydana gelen kayma hareketi sonucunda kazı çukurunun geometrisi değişmiş ve şev topuğunda yaklaşık 70 cm'lik kabarma oluşmuştur. Şev tepe noktasından 36 m geride, 0,5 m açıklığında ve yaklaşık 3 m derinliğinde, muhtemelen heyelanın aynasını oluşturacak gerilme çatlakları Şekil 4b'de görülmektedir.

Cut-off kazısı sonrası sağ sahilde meydana gelen heyelanın yeri, hareket yönü ve jeolojik özellikleri saha gözlemleriyle incelenmiş ve heyelanın oluşum nedenlerini, geometrisini ve mühendislik parametrelerini ortaya koymak amacıyla çalışma programı yapılmıştır. Bu kapsamda heyelan alanında zemin örnekleri alabilmek ve kayma dairesinin yerini tespit edebilmek için, heyelanın olduğu bölgede 20 m derinliğinde üç adet araştırma sondajı açılmıştır (HSK-1, HSK-2,

HSK-3). Sondajların lokasyonlarına ait veriler Şekil 2 ve Çizelge 1’de görülmektedir. Sondaj lokasyonlarının belirlenmesi aşamasında, sondaj makinesinin çalışabilmesi için gerekli koşullar dikkate alınmak zorunda kalmıştır. HSK-1 sondajında kesilen birimler Şekil 5’te görülmektedir. Bu sondajlarda UD tüpü ile örselenmemiş zemin numuneleri alınmış ve inklinometre okumaları gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Cut-off kazısı çevresinin 04.05.2016 tarihli Google Earth görüntüsü.

Sağ sahil heyelan bölgesinde açılan HSK-1, HSK-2 ve HSK-3 nolu sondajlardan alınan örselenmemiş numunelerden (UD) elek analizleri, atterberg kıvam limitleri, yoğunluk ve üç eksenli (UU) deneyleri yapılmıştır ve sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir.

Çalışma alanındaki zeminler yüksek plastisiteli kil (CH) sınıfında olup, Abduljavuad ve Al-Sulaimani [11]’ nin şişme potansiyeli sınıflamasına göre yüksek şişme potansiyeline sahiptir.

Çizelge 1. Heyelan bölgesindeki sondajların konum bilgileri.

| Sondaj No | Derinlik (m) | Koordinatlar (X/Y) | Kot (m) |
|-----------|--------------|--------------------------|---------|
| HSK-1 | 20.0 | 427 020.900/4 452 385.76 | 980.986 |
| HSK-2 | 20.0 | 427 008.173/4 452 440.94 | 975.730 |
| HSK-3 | 20.0 | 426 999.990/4 452 470.69 | 974.805 |

Çizelge 2. Sondajlarda kesilen birimlerin bazı mühendislik parametreleri.

| Sondaj (Metre) | LL (%) | PL (%) | PI (%) | Zemin Sınıfı | Doğal B.H.A (kN/m ³) | Doygun B.H.A (kN/m ³) | c (kPa) | φ (°) |
|----------------------|--------|--------|--------|--------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------|-------|
| HSK-1 (6.00-6.50m) | 77.8 | 34.5 | 43.3 | CH | - | - | - | - |
| HSK-1 (9.00-9.50m) | 77.8 | 35.2 | 42.6 | CH | - | - | - | - |
| HSK-2 (6.00-6.50m) | 69.4 | 31.8 | 37.6 | CH | 17 | 18 | 19.5 | 10.4 |
| HSK-2 (9.00-9.50m) | 78.8 | 31.9 | 49.9 | CH | 17 | 18 | 20.0 | 20.0 |
| HSK-2 (12.00-12.17m) | 74.9 | 25.2 | 49.7 | CH | - | 20 | 20.0 | 20.0 |



(a)



(b)

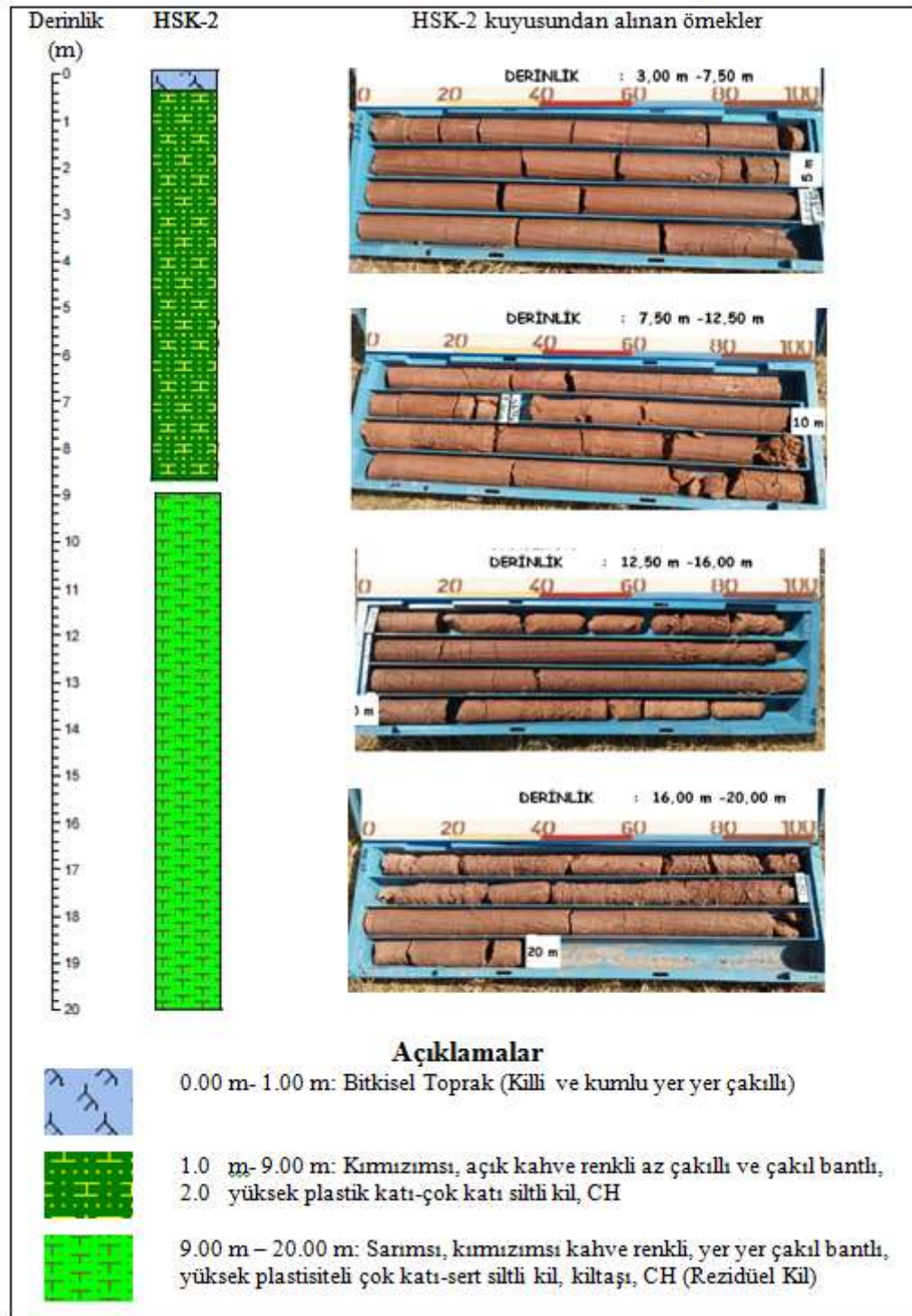


(c)



(d)

Şekil 4. Cut-off kazısı çevresinde oluşan deformasyonlar. a: Kazı sonrası oluşan gerilme çatlakları, b: Gerilme çatlaklarının ilerlemesi, c: Cut-off kazısının kayma öncesi durumu, d: Cut-off kazısının kayma sonrası durumu.



Şekil 5. HSK-2 sondajında kesilen birimler ve litolojik özellikleri

4.1. Heyelan Bölgesindeki İnklinometre Ölçüm Çalışmaları

Kazı çevresindeki hareketlerin izlenmesiyle, olası hareketlerin yeri, hızı ve oluşturulan şevlerin duraylılığı doğrudan kontrol edilebilir. Bu amaç için lazerli ölçüm cihazları, tiltmetre,

ekstansometre ve inklinometre gibi cihazlar kullanılmaktadır. Bu cihazlar yardımıyla hareketin yeri, yönü, derinliği ve miktarı gibi parametreler elde edilir. Örneğin kuyu ekstansometreleri yerin farklı derinliklerindeki düşey yer değiştirmeleri ölçmede kullanılırken [1], yerin içindeki yatay hareketleri ölçmede ise inklinometreler kullanılmaktadır [12]. Bugün sıklıkla kullanılan inklinometre cihazının ilk prototipi 1952 yılında Stanley D.Wilson tarafından yapılmıştır. Daha sonra 1950'li yılların sonlarına doğru cihaz satışa sunulmuştur [13-14]. Eğim ölçen inklinometreler (slope inclinometer) sondaj eksenine dik doğrultuda gelişen deformasyonların başlangıcını ve devamını ölçmektedir [15]. Derinlerdeki kesme hareketi inklinometre tarafından yenilme yüzeyi olarak tespit edilmektedir. Bir inklinometre muhafaza borusu, algılayıcı (probe), iletici kablolar ve kayıt cihazı gibi bölümlerden oluşmaktadır [16]. İnklinometre muhafaza borusunun yatay yöndeki sapmasını doğrudan vermemektedir. Muhafaza borusunun içinden kuyu boyunca hareket eden inklinometre algılayıcısının kuyu ekseninden sapma açısına (θ) bağlı olarak (Şekil 6), kuyu eksenine dik doğrultuda meydana gelen hareketin miktarı hesaplanmaktadır (Eq 1). Böylece kuyu eksenini boyunca hareketin olduğu derinlik ve hareketin miktarı tespit edilmektedir.

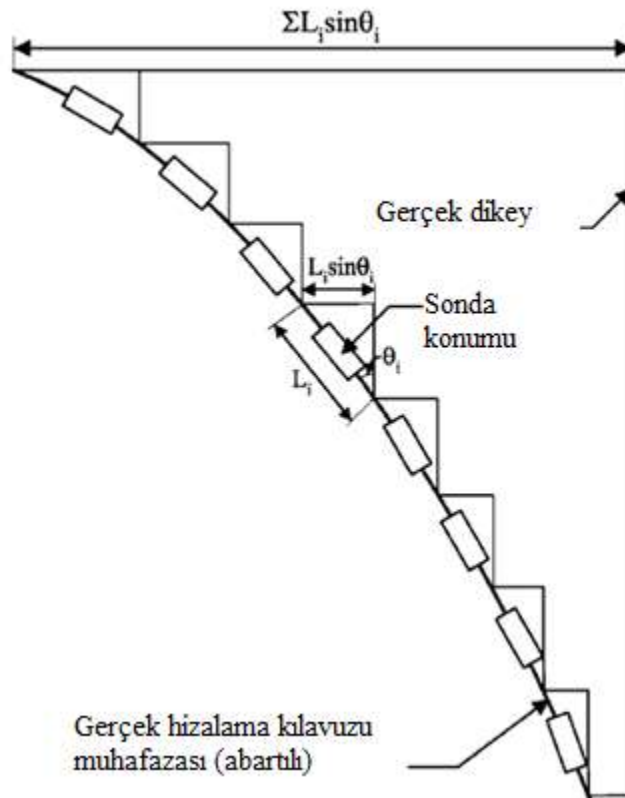
$$\text{Yatay yer de\u011fi\u015ftirme (d)} = L_i \times \sin\theta_i$$

1

Burada;

θ : Algılayıcının kuyu ekseninden sapma açısını

L: Algılayıcının iki tekerle\u011fi arasındaki mesafeyi g\u00f6stermektedir.



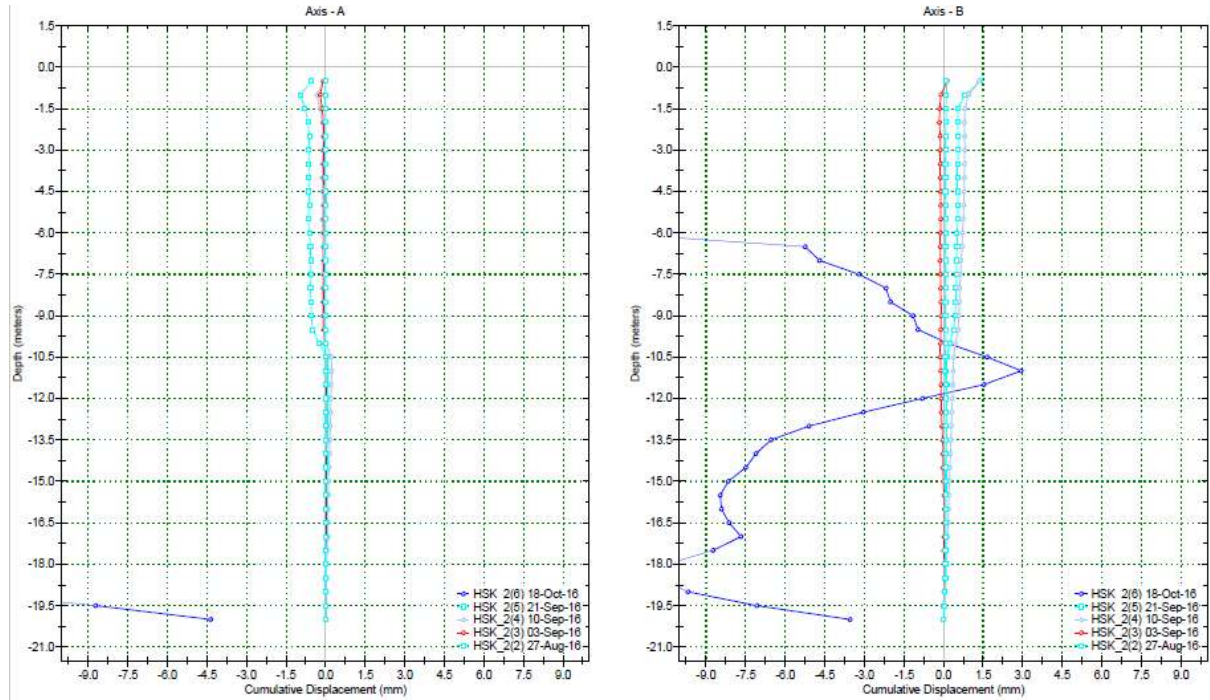
Şekil 6. Hareket ile algılayıcıda meydana gelen sapma [17].

Gövde kazısı sırasında oluşan kayma dairesinin konumunu ortaya koyabilmek için heyelan bölgesinde açılan HSK-1, HSK-2 ve HSK-3 kuyularında inklinometre ölçümleri yapılmıştır. İnklinometre ölçümleri için RST marka Kanada üretimi 50 m kapasiteli bir cihaz ile Güney Kore

üretimi manşonlu, 60 mm çapında inklinometre boruları kullanılmıştır. Her bir kuyunun sonuçları cihazın özel yazılımından alınan ile grafikler ile gösterilmiştir.

İnklinometre ölçümleri için açılan HSK-1,2,3 kuyularında ilk baz referans okumadan sonra, yaklaşık iki ay boyunca haftalık okumalar yapılmıştır. Bu ölçümler değerlendirildikten sonra hareketlerin çok az miktarlarda olduğu (<1.00 mm) gözlenmiş olup, cut-off sağ sahil heyelanının topuk kısmında ufak bir tetikleme kazısı yapılmış ve sonrasında tekrar ölçüm alınarak inklinometre ölçümleri sonlandırılmıştır.

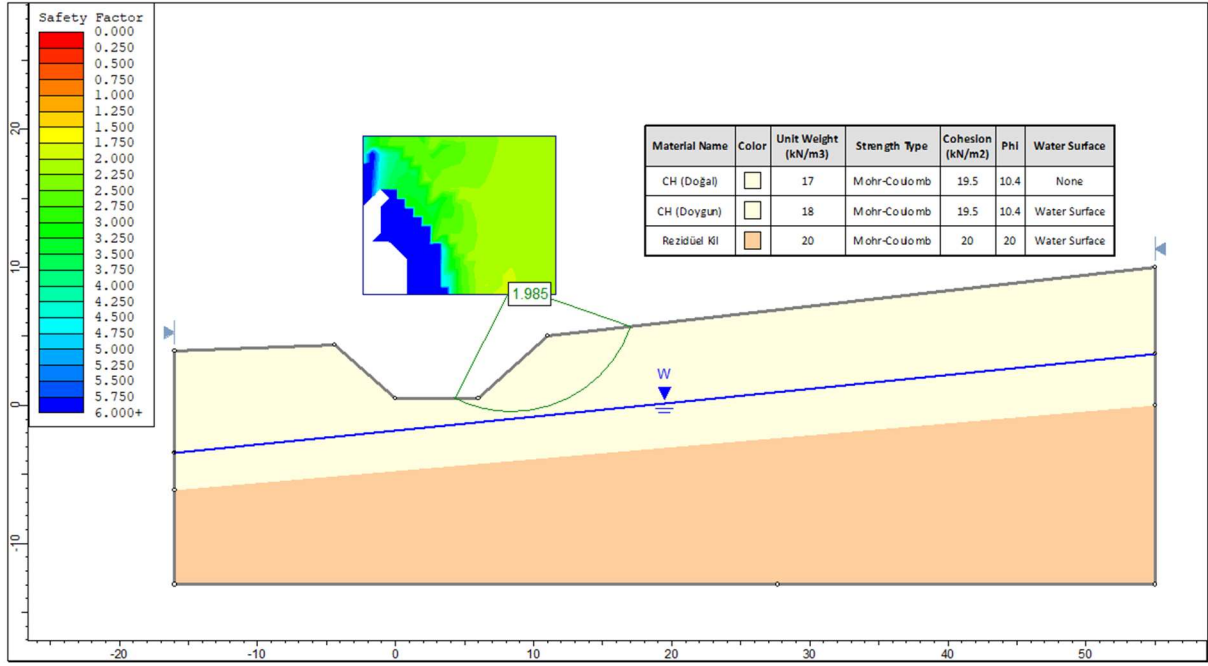
HSK-2 kuyusunda 27 Ağustos 2016 tarihinde referans ölçümü yapılmış olup, 03-10-21 Eylül 2016 tarihli ölçümlerde 0,50 mm/26 gün gibi bir hızda yaklaşık 10.00 m' den başlayan yüzeye doğru gölet cut-off kazısı ve eğim yönünde 1,00 mm'nin altında çok az ihmal edilebilir bir hareket tespit edilmiştir. Tetikleme kazısından sonra 18 Ekim 2016 tarihinde ölçü sonucunda da 8.70 m'den başlayan 8-10 cm kadar kırılmayla sonuçlanan hareket tespit edilmiş ve bu nedenle 8.70 m'den sonra ölçüm cihazı ilerlemediği için ölçüm alınamamıştır. Bu sonuç bu kuyu da yapılan planlama aşaması jeoteknik etüt çalışmasındaki kıltaşı sınır seviyesi ile de yaklaşık olarak eşleşmektedir. Sonuçta HSK-2 kuyusunda gölet cut-off kazısı ve arazi eğim yönündeki kaymanın yaklaşık 9-10 m'ler arasında olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. HSK-2 kuyusundaki inklinometre ölçümleri

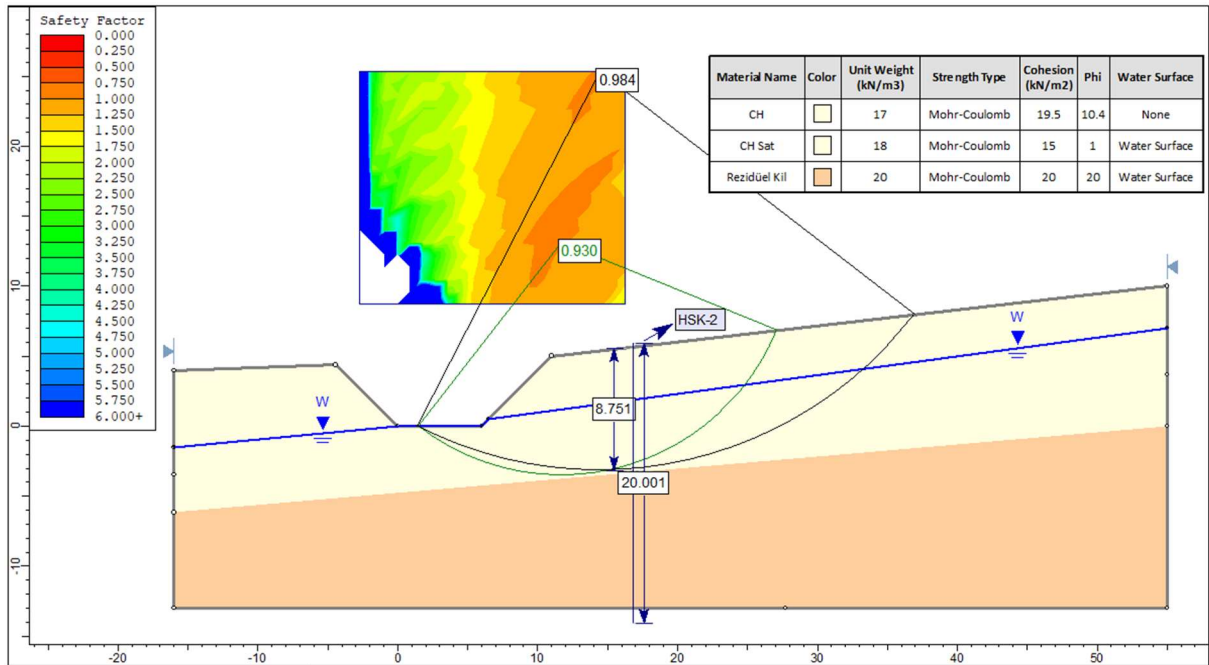
4.2. Şev Stabilite Analizleri

Şev stabilitesi analizleri kapsamında, öncelikle kazının 6 m derinlikte, şevlerin 1y/1d ve yeraltısuyunun kazı tabanından yaklaşık 2 m derinde olduğu durum için Slide programı ile analiz yapılmıştır. Bu şartlarda sağ sahil memba şevinin güvenlik katsayısı 1.985 çıkmıştır (Şekil 8). Mevcut durum emniyetli olup ve şevdeki hareketi yansıtmamıştır.



Şekil 8. Su tablasının şev tabanından 2 m aşağıda olduğu durumda şev stabilitesi analizi.

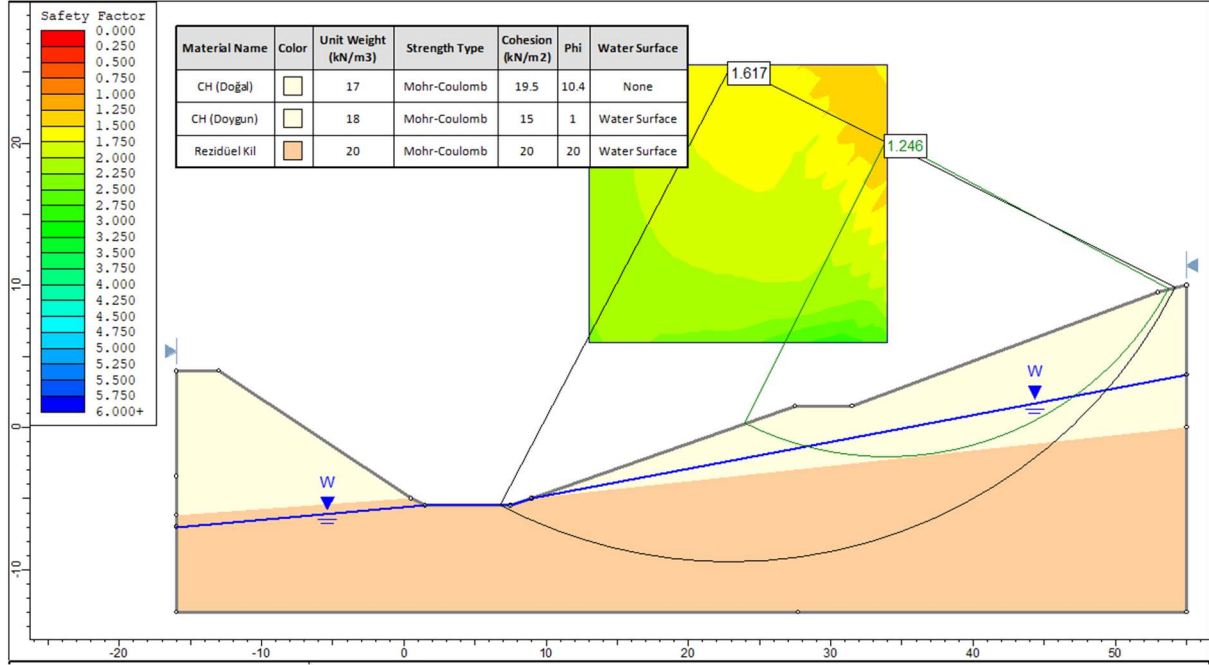
Daha sonra heyelan anını modellemek için, yağışlı dönemi temsilen yeraltısuyu seviyesi kazı tabanına yükseltilmiş, drenajsız şartlar için kilin içsel sürtünme açısı 1° 'ye düşürülmüş ve kilin kohezyonu 15 kPa olduğu durumda güvenlik kat sayısı yaklaşık 1 çıkmıştır (Şekil 9). Şekil 9'daki güvenlik katsayısı 0.984 olan kayma dairesi sahadaki inklinometre ölçümleri ve gerilme çatlakları ile örtüşür durumdadır.



Şekil 9. Sağ sahil şevinde kaymanın oluşma anı için şev stabilitesi analizi.

Kaymanın olduğu kritik durumda kayma dairesinin yaklaşık 10 m derinlikteki rezidüel kil-kiltaşı birimine kadar ulaştığı görülmektedir (Şekil 9). Bu nedenle cut-off kazısının bu seviyeye kadar indirilmesi ve kaymaya karşı emniyetli kalabilmek için sağ sahil memba ve mansap şevlerinin

düzenlenmesi düşünülmüştür (Şekil 10). Yapılan analizlerde mansap şevinin 1.5y/1d, memba şevi 3y/1d ve 5 m palye olarak tasarlandığında stabilite analizi yeterli emniyette (1.246) çıkmıştır. Yapılacak olan kazılar, geçici kazı olacağı için hesaplamalarda deprem ivmesi (g) hesaba katılmamıştır. Stabilite analizleriyle hesaplanan cut-off kazısı temeli ve şev eğimleri ile imalat gerçekleştirilmiş olup şevlerde herhangi bir hareket görülmemiştir.



Şekil 10. Cut-off kazısının mansap şevinin 1.5y/1d, memba şevinin 3y/1d ve 5 m palye olarak tasarlandığı durumdaki stabilite analizi.

4. Tartışma ve Sonuçlar

İnşaat projelerinin hemen hepsinde kazı çalışması yapılmaktadır. Zemin kazıları sonucunda zeminin geometrisi, gerilme koşulları ve hidrolik eğim gibi parametreleri değişmektedir. Böylece zemin kütlelerinde deformasyonlar ve yenilmeler oluşabilmektedir.

Baraj ve gölet çalışmaları da kazı işlerinin yoğun olduğu inşaat projeleridir. İnşaat sırasında yapılan kazılarla mevcut şevlerin geometrik özellikleri değiştirilirken, cut-off kazılarında ise yeni şevler oluşturulmaktadır.

Şev stabilitesinde, şevin geometrik özellikleri, zeminin litolojisi ve mühendislik parametreleri, yeraltısuyu durumu ve doğal-yapay titreşimler gibi faktörler önemli etkenlerdir.

Bu çalışmada Baydığın Göleti'nin cut-off kazısı sırasında oluşturulan sağ sahil memba şevindeki kayma incelenmiştir. Yaklaşık 6 m derinlikte 1y/1d olarak açılan kazıda yağışlı dönem sonucunda yeraltısuyunun yükselmesine bağlı olarak sağ sahil memba şevinde gerilme çatlakları oluşmaya ve belirginleşmeye başlamıştır.

Kayan şevdeki zemin koşullarını ve kayma dairesini belirlemek için şev üzerinde 20 m derinliğinde 3 adet sondaj açılmıştır.

Yapılan şev stabilitesi analizlerinde kayma anındaki zemin parametreleri belirlenerek, cut-off kazısının kil-kiltaşı sınırına kadar indirilmesi, memba ve mansap şevlerinin eğimlerinin düzenlenmesi ile şevin kaymaya karşı olan güvenliğinin artırılması tasarlanmıştır.

Kayma analizleri sonucunda geçici cut-off kazısı için, sağ sahil mansap şevinin 1.5y/1d, memba şevi ise 3y/1d ve 5 m palye olarak tasarlanması durumunda güvenlik katsayısının 1.246 olduğu görülmüştür. Cut-off kazısı buna göre gerçekleştirilmiş ve gövde dolgusu inşası sırasında bir kayma hareketi gözlenmemiştir.

Teşekkür

Yazarlar, proje verilerinin sağlanmasında gösterdikleri kolaylıklar için DSİ 12. Bölge Müdürlüğüne teşekkür eder.

6. Referanslar

- [1] Bell, F.G., “Engineering geology and construction”, Spone Press, New York, p. 797, 2004.
- [2] Irvine, D.C., Smith, R.J.H., “Trenching practice”, CIRIA Report 97, London, 1983.
- [3] Duncan, J.M., Wright, S.G., “Soil Strength and Slope Stability”, John Wiley & Sons, Hoboken, N.J., 2005.
- [4] DSİ, “Kazı İşleri Teknik Şartnamesi”, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 2006.
- [5] Bardakçı, A., “Yozgat-Aydıncık Baydığin Göleti ve Sulaması Planlama ve Proje Yapımı Jeoteknik Etüt Raporu”, DSİ 12. Bölge Müdürlüğü, 2013.
- [6] Erdem, E., “Yozgat-Aydıncık Baydığin Göleti Sağ Sahil Heyelanı Jeoteknik Etüt Raporu”, DSİ 12. Bölge Müdürlüğü, 2016.
- [7] Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Oral, A., Özer, S., Sümence, M., Tekeli, O., “Kuzey Anadolu Fayı-Kırşehir masifi arasının temel jeolojisi”, MTA Ens.Rap., NO:6722, 1980.
- [8] Gökçe, A., (1983) “Turhal Antimon Yataklarının Maden Jeolojisi”, H.Ü. Doktora Tezi, (Yayımlanmamış), 1983.
- [9] Temiz, H., Tatar, O., Tutkun, Z., “Niksar-Erbaa havzaları paleotektonik dönem kayalarının stratigrafisi”, A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu Bildirileri, A. Ü. Fen Fak. Jeoloji Müh. Böl. 157-170, 1993.
- [10] Üstündağ, A., İnceöz, M. “Zile (Tokat) Batısında Uzunköy Çevresinin Stratigrafisi”, Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt.42, 1:69-83, 1999.
- [11] Abduljawwad, S.N., Al-Sulaimani, G.J., “Determination of swell potential of Al-Qatif clay”, Geotechnical Testing Journal 16(4), pp. 469 – 484, 1993.
- [12] Mikkelsen, P.E., “Field instrumentation”, In: Turner AK, Schuster RL (eds) Landslides investigation and mitigation, Special Report 247. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, pp 278–316, 1996.

- [13] Green, G.E., Mikkelsen, P.E., “Measurement of ground movement with inclinometers”, Proceedings of Fourth International Geotechnical Seminar on Field Instrumentation and In-Situ Measurement, Singapore, pp 235–246, 1986.
- [14] Green, G.E., Mikkelsen, P.E., “Deformation measurements with inclinometers”, Transportation Research Record 1169. Transportation Research Board, Washington, pp 1–15, 1988.
- [15] Dunncliff, J., “Geotechnical instrumentation for monitoring field performance”, Wiley, New York, 1988.
- [16] Ertürk, E., “Şevlerde Hareketlerin İzlenmesi İçin İnklinometre Aletinin Kullanımı ve Bir Örnek Uygulama”. Jeoloji Mühendisliği, (48), 58-60, 1996.
- [17] Stark, T.D., Choi, H., “Slope inclinometers for landslides”, *Landslides*, 5(3), 339-350, 2008.