

# İnşaat Mühendisleri Odası Erzurum Kayak Pisti İncelemesi ve Tespitler

23 Temmuz 2014

Hazırlayanlar: Nejan Huvaj, Erdem Canbay, Necati Atıcı

15 Temmuz 2014 tarihinde Erzurum Kiremitliktepe'deki kayak atlama kulelerinin olduğu alanda bir heyelan meydana gelmiştir. 23 Temmuz 2014 tarihinde Nejan Huvaj (ODTÜ), Erdem Canbay (ODTÜ) ve Necati Atıcı (İMO)'dan oluşan ekip olay yerinde İMO adına incelemelerde bulunmuştur. Ekibe Atatürk Üniversitesi Deprem Araştırma Merkezi, Atatürk Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü ile İMO Erzurum Şubesi'nden bilim insanları ve meslektaşlarımız eşlik etmiştir.

Yükseklikleri 20, 40, 60, 95 ve 125 metre olan beş kayakla atlama kulesi 2010 yılının sonlarında tamamlanmış ve 7 Ocak 2011'de hizmete açılmıştır. 2011 Kış Oyunları sonrasında yalnızca bir kaç kez kullanılan kayakla atlama kuleleri, 9 Temmuz 2014 günü Kayak Federasyonu tarafından yaz kayağı atlamalarına açılmıştır. Atlama kulelerinin heyelan olmadan önceki durumu Şekil 1'de görülmektedir. Alınan bilgiler ve alanda yapılan gözlemlere dayanan tespitler aşağıda özetlenmiştir.



Şekil 1. Kayakla atlama kulelerinin olduğu bölgenin heyelan olmadan önceki görünümü

## Heyelan bölgesi ile ilgili tespitler:

- Yapılan saha incelemelerine göre 15 Temmuz 2014 günü meydana gelen heyelan nedeniyle beş atlama kulesinin iniş rampaları yıkılmış ve tamamen kullanılamaz hale gelmiştir (Şekil 2 ve Şekil 3). Kulelerde ise bir hasar gözlenmemiştir.



**Şekil 2.** Heyelan sonrası iniş rampalarındaki hasar



**Şekil 3.** İniş rampalarında meydana gelen yapısal hasarlara örnekler

- Atlama kulelerinin yapıldığı bölgede hem imara (plana) esas hem de parsel bazlı zemin etütlerinin yapıldığı tarafımıza iletilmiştir. Zemin etüt raporları incelenmek üzere mahkeme bilirkişi heyetleri tarafından talep edilmiştir. Devam eden mahkeme bilirkişi çalışmaları nedeniyle atlama kuleleri ve iniş rampaları ile ilgili herhangi bir proje/çizim/rapor vs. elde edilememiştir.
- İlk incelemelere göre heyelanın dairesel kayma şeklinde gerçekleştiği tespit edilmiş ve heyelanın ayna kısmında, düşeyde 5-6 metreye varan bir kot farkı ve zemin deplasmanı görülmüştür. Heyelan etmiş kahverengi dolgu malzemesinin altında açık gri/kirli beyaz renkli doğal bir malzeme görünmektedir (Şekil 4 ve Şekil 5).



Şekil 4. Heyelanda kahverengi dolgu malzemesi ve açık gri renkli doğal malzeme



Şekil 5. Heyelanda kahverengi dolgu malzemesi ve açık gri renkli doğal malzeme

- Alandaki kahverengi dolgu malzemesi ile dolgu altında görünen kirli beyaz/açık gri renkli doğal (tüflü?) malzemeden az miktarda örselenmiş örnekler alınmış ve örnekler üzerinde ODTÜ

İnşaat Mühendisliği Bölümü Zemin Mekaniği Laboratuvarı'nda indeks/tanımlama deneyleri yapılmıştır. Her iki malzemede de birer kere yapılan ve ASTM standartlarına göre gerçekleştirilen elek analizi, hidrometre ve kıvam limitleri deneylerine göre elde edilen sonuçlar Tablo 1'de görülebilir. Her iki malzeme de ince dane oranı %20-25 civarında olan siltli kum (SM) olarak sınıflandırılmıştır.

**Tablo 1.** ODTÜ İnşaat Mühendisliği Zemin Mekaniği Laboratuvarında Yapılan indeks deneyleri

Deneyleer	Kahverenkli dolgu malzemesi	Açık gri renkli doğal malzeme
Elek analizi:		
Çakıl yüzdesi (% > 4.75 mm)	10	2
Kum yüzdesi (0.074 mm < % < 4.75 mm)	70	73
İnce dane yüzdesi (% < 0.074 mm)	20	25
Hidrometre deneyi:	2	
Kil dane boyu yüzdesi (% < 0.002 mm) (bütün numunede)		
Atterberg kıvam limitleri		
Likit limit (LL, %)	35	37
Plastik limit (PL, %)	29	37
Plastisite indisi (Ip, %)	6	0 (plastik değil)
USCS zemin sınıflandırma	SM, Siltli kum (ince daneli kısım ML)	SM, Siltli kum (ince daneli kısım ML, plastik değil)

- İniş rampalarının 40 cm kalınlığında betondan oluştuğu (Şekil 2, Şekil 6 ve Şekil 7a) ve bu betonun yamaç üzerine yerleştirildiği gözlenmiştir. Betonun altında ince ve bir metreden kısa demirlerin belirli aralıklarla zemine düşey olarak (bir nevi çivi şeklinde) yerleştirilmiş olduğu tarafımıza iletilmiş olup arazide bu demirler tarafımızca görülmemiştir. 40 cm kalınlığındaki betonun tabanına yatay olarak demir serilmesi ve üzerine beton dökülmesi şeklinde oluşturulduğu, beton içinde demir olmadığı gözlenmiştir (Şekil 7a).



**Şekil 6.** Zemin üzerine yerleştirilen 40 cm kalınlığında beton iniş rampası



(a)



(b)

**Şekil 7.** (a) Zemin üzerine 40 cm kalınlığında yerleştirilen beton iniş rampası ve betonun alt kısmındaki demirler, (b) iniş rampasında yapay çim altındaki betonda zemin hareketlerinden kaynaklı çatlaklar

- İniş rampalarında heyelandan önceki son bir ay içinde de çeşitli zemin hareketlerinden dolayı betonda çatlaklar oluştuğu ve bunların onarıldığı öğrenilmiştir. Arazi incelemeleri sırasında betonda çatlaklar görülmüştür (Şekil 7b). Kayak Federasyonu Genel Koordinatörü Nur Erden, bir gazeteye yaptığı açıklamada "... 9 Temmuz 2014'te biz toplantıdayken, pistte ufak bir kabarcık olduğunu belirttiler sadece. O dönem çok yoğun bir yağış olmuştu. Kabarcığın da yağmurdan olduğunu kaydettiler. Ancak herhangi bir sallantı hissedilmedi" demiştir.
- İniş rampalarının yer aldığı yamaçta, kazı ile teraslama ve dolgu yapma suretiyle yamaca gereken kübik parabol şeklinin verildiği tarafımıza iletilmiştir. Ayrıca kayak atlama pistinin batı tarafında, atlayışları etkilememesi için rüzgârı kesmek amacıyla, yamaca yaklaşık 8-10 m kadar dolgu toprak yığılarak rüzgâr bariyeri yapıldığı görülmüştür (Şekil 8).



**Şekil 8.** Heyelan olmadan önceki zamanlardan bir görüntü. İniş rampalarının sağ tarafında rüzgârı kesmek için kahverengi dolgu toprak yığılarak oluşturulan rüzgâr bariyeri görülmektedir.

- Rampaların bulunduğu şevde drenaj önlemlerinin eksik olduğu göze çarpmıştır. Kafa hendeği, kuşaklama hendekleri, kenar hendekleri vb. açısından oldukça yetersizdir. Şeve yukarı doğru bakıldığında, şevin üst kısımlarında, sağ tarafta, içi beton kaplı olmayan, zeminden oluşan ufak bir doğal hendek oluşturulduğu görülmüştür. Bunun yakınında içi beton kaplı kısa bir hendek mevcuttur. Ancak yapılan ilk saha incelemelerinde edinilen izlenim drenaj önlemlerinin yetersiz olduğu yönündedir.
- Atlama platformunu taşıyan çelik gövde ve diğer çelik yapılar için tekil temeller kullanılmıştır (Şekil 9). Kulelerin temellerinin radye temel olduğu öğrenilmiştir.



(a)

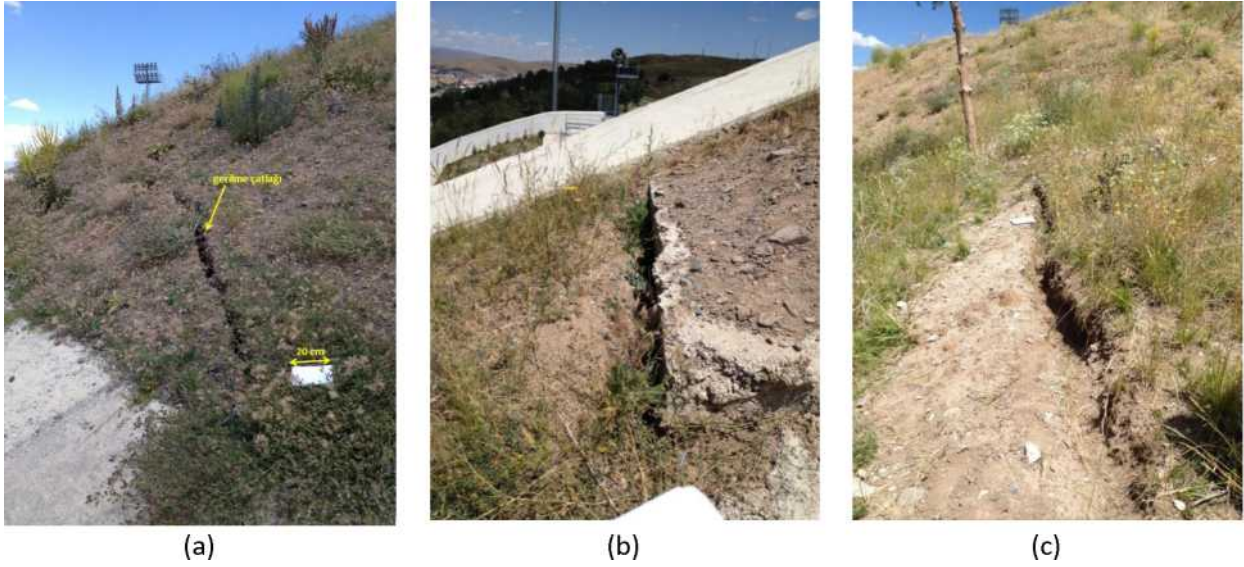


(b)

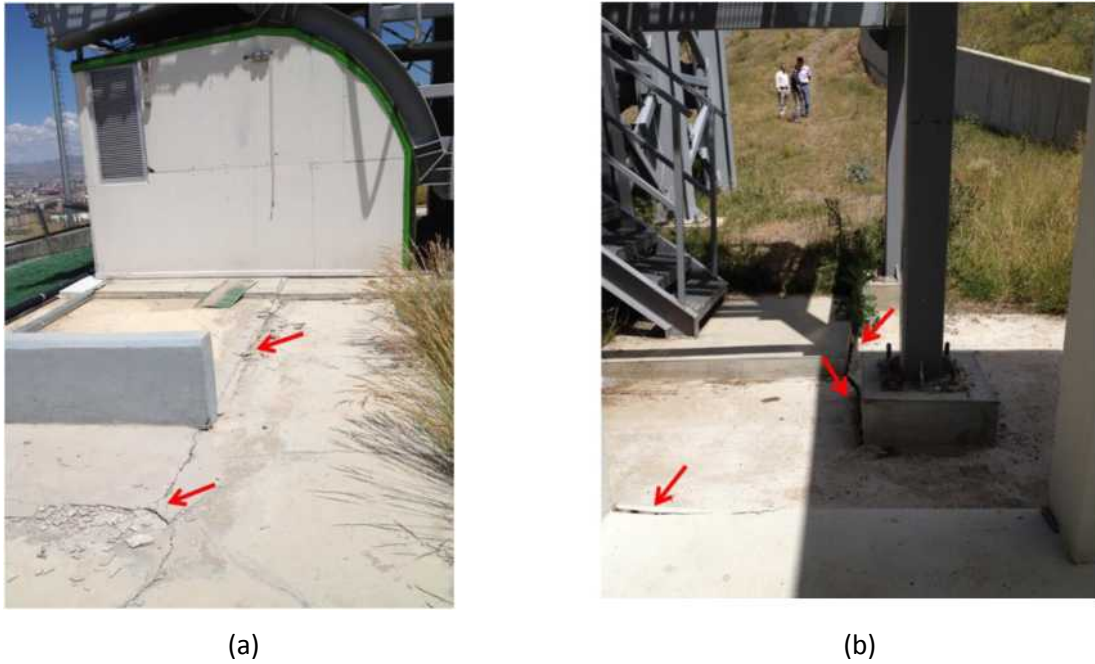
**Şekil 9.** Atlama platformu ve diğer metal yapıların tekil temelleri

- Heyelan nedeniyle çeşitli yerlerde zemin hareketlerinin devam ettiği tarafımızca tespit edilmiş (Şekil 10 ve Şekil 11) ve mevcut çatlakların ise biraz daha açıldığı araziye daha önce görmüş olan yanımızdaki Erzurumlu arkadaşlar tarafından da işaret edilmiştir. Ayrıca 23 Temmuz 2014 tarihinde sondajlara başlamış olan firma elemanlarının ve tesislerdeki çalışanların belirttiğine

göre 23 Temmuz 2014 tarihinden önceki son dört gün içinde şev üst kısmındaki bir çatlak gözleyerek bu çatlakın 4 gün içinde yatayda 4 cm, düşeyde 0.5 cm açıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 10. Şevin üst kısımlarındaki zemin hareketleri ve çatlaklardan görüntüler



Şekil 11. Zemin hareketleri nedeniyle şevin üst kısımlarında beton kaplama alanlarda oluşan çatlaklardan görüntüler

- Yazılı basında yer alan çeşitli spekülasyonların doğru olmadığı ve bilgi kirliliğine yol açtığı düşünülmektedir. Örneğin heyelan sebebi olarak "tepedeki ağaçların kesilmesi"; "şevin üst kısmında yer alan iki adet su göletinin yapılması ve bu nedenle şevin üst kısmına ağırlık yüklenmiş olması"; "bu iki göletin tabanından zemine su sızması" vb sebeplerin gerçekçi olmadığı düşünülmektedir. Göletler, heyelanın meydana geldiği şev kesiminin 100 metre kadar arka çapraz kısmında yer almaktadır (Şekil 12). Göletlerde sızdırmazlık sağlanamaması

durumunda sızacak olan suyun atlama kulelerinin olduğu tarafa doğru ulaşmasının olası olmadığı düşünölmektedir. Göletler tepedeki zemin kazılarak yapılmıştır; bir diğer deyişle aynı hacim içine, birim hacim ağırlığı yaklaşık 20 kN/m<sup>3</sup> olan zemin yerine birim hacim ağırlığı 10 kN/m<sup>3</sup> olan su gelmiştir, bu nedenle şevin tepesine göletlerin ağırlık yüklenmesi söz konusu değildir.



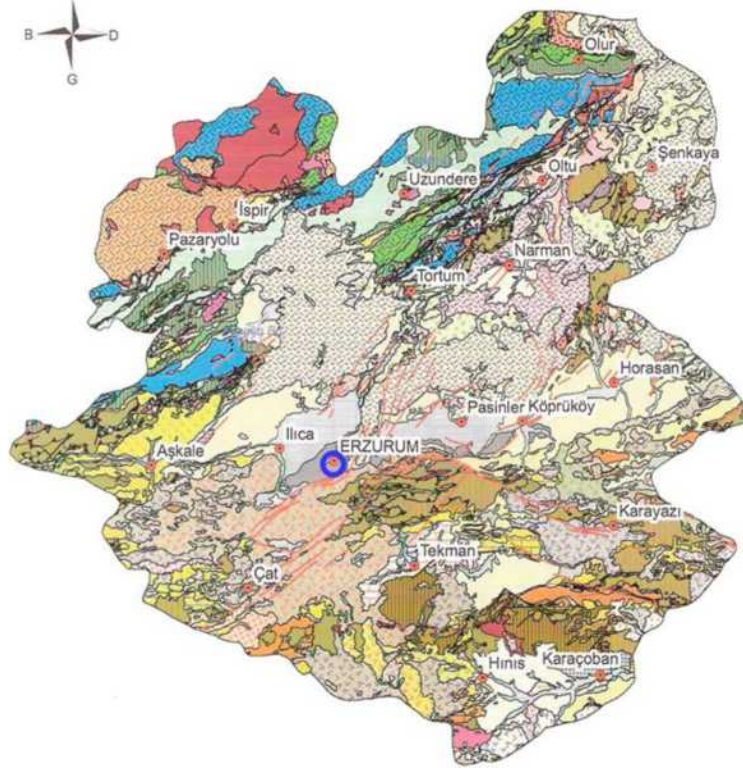
**Şekil 12.** Şev tepesindeki göletlerin heyelan bölgesine göre konumu

- Bölgede halen sondajlar açılmakta olup, her sondaja zemin yanal hareketlerini ölçmek için inklinometre cihazının yerleştirileceği öğrenilmiştir.

#### **Bölge ile ilgili bilgiler:**

- MTA'nın 1/1.350.000 ölçekli jeoloji haritasına göre incelenen bölgede genel olarak kuvaterner yaşlı sedimentler kayalar, ayrılmamış karasal kırıntılılar mevcuttur. Gürbüz ve Gülbaş (1999) çalışmasında bölgedeki volkanik birimler ve kirlili beyaz renkli tuf ve tufitler ile ilgili bilgi verilmektedir. Şekil 13'de MTA jeoloji haritasında bölgedeki faylar da görölebilmektedir.

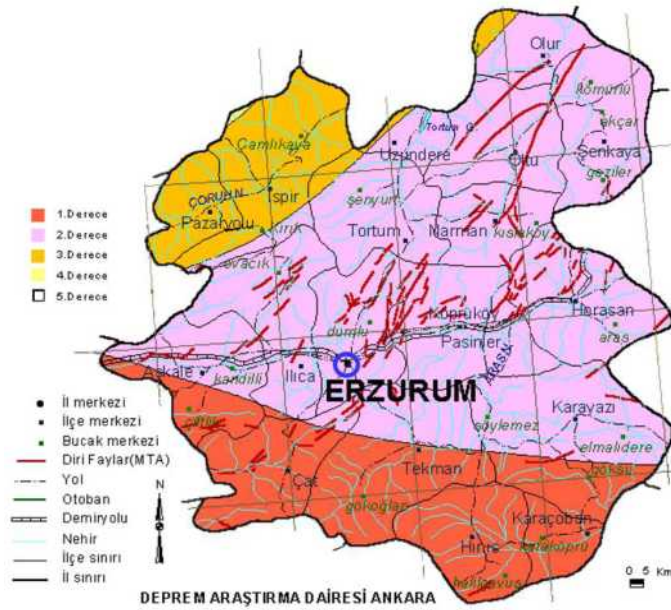




**Şekil 13** . Erzurum şehir merkezinde Kiremitliktepe'deki atlama kulelerinin bulunduğu bölge daire ile gösterilmiştir.

[http://www.mta.gov.tr/v2.0/bolgeler/van/images/haritalar/erzurum\\_jeoloji.png](http://www.mta.gov.tr/v2.0/bolgeler/van/images/haritalar/erzurum_jeoloji.png)

- Kayak atlama kuleleri Erzurum şehir merkezinde Kiremitliktepe'de yer almakta olup, 2'inci derece deprem bölgesindedir (Şekil 14).



**Şekil 14**. Erzurum ili deprem bölgeleri ve diri faylar

- Heyelanın meydana geldiği yere yakın (< 15 km) aktif faylar mevcuttur (Şekil 14). Alınan bilgilere ve son dört yıl içinde yerleştirilen/güncellenen ölçüm aletlerinden gelen verilerin 24 saat aralıksız toplandığı kayıtlara göre yakın zamanda kayda değer büyüklükte bir yer hareketi ölçülmemiştir.
- Atlama kulelerinin yer aldığı bölgenin görüntüleri Google Earth'te 18 Kasım 2005, 1 Haziran 2009,
- 3 Haziran 2012, 16 Temmuz 2013 tarihlerinde mevcuttur (Şekil 15). Bölgenin eski görüntülerinde Kiremitliktepe'de şu anda kulelerin bulunduğu tepede ve tepenin batı kısımlarında yer yer yüzeylenen beyaz bir doğal malzeme/zemin görülmektedir. Google Earth görüntülerinde kayak atlama bölgesindeki inşaat safhaları (yamaçta kazı/dolgu vb.) veya yamaçta herhangi bir eski heyelan belirtisi (çatlak vb.) görülmemiştir.



18 Kasım 2005



1 Haziran 2009



3 Haziran 2012

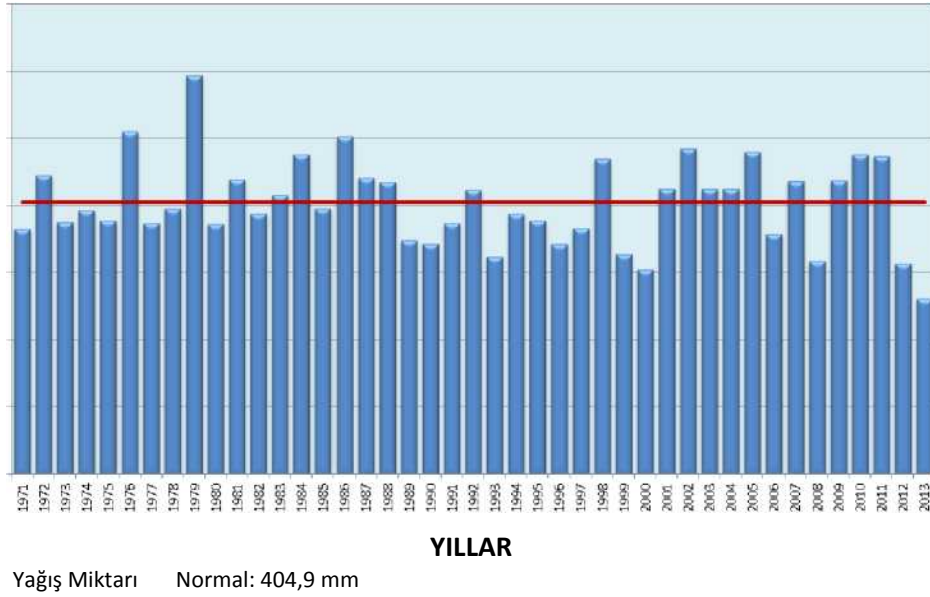


16 Temmuz 2013

**Şekil 15.** Erzurum Kiremitliktepe eski Google Earth görüntüleri

- Elde edilen bilgilere göre 1971-2013 yıllarında Erzurum'da yıllık ortalama yağış 405 mm'dir (Şekil 16) (<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx?m=erzurum>). Erzurum Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü internet adresinde Erzurum ili yıllık ortalama yağış 380 mm olarak belirtilmektedir (<http://www.csb.gov.tr/iller/erzurum/index.php?Sayfa=sayfa&Tur=webmenu&Id=8072>).
- 2012 yılında yıllık toplam yağış 310 mm ve 2013 yılında 260 mm civarındadır ve ortalamanın altındadır. En az yağış kışın düşmekte, bu dönemde yağışlar kar biçiminde olup, kar yağışlı gün sayısı 50 civarındadır. Kar örtüsünün yerde kalış süresi ise 114 gün kadardır. En yağışlı dönem ilkbahar ve yaz mevsimleridir. 2014 Temmuz ayında Erzurum şehir merkezine düşen yağış miktarı ile ilgili elimizde veri olmadığından bir aylık yağışın yıllık yağışın önemli bir oranı olup olmadığını değerlendirmek mümkün olmamıştır.

## ERZURUM YILLIK YAĞIŞLARI



Şekil 16. Erzurum yıllık yağış verisi

(<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx?m=erzurum>)

- Gazete haberlerine göre 3 Haziran 2014 tarihinde Erzurum şehir merkezine yağış, yağmur; Palandöken'in yüksek kesimlerine ise kar şeklinde düşmüştür. 2014 Temmuz ayı başında görülen çok şiddetli sağanak yağış ve sel nedeniyle çok sayıda ev ve işyerini su basmış, ağır hasar oluşmuş, rögarlar tıkanmış ve alt geçitlerde araç sürücüleri zor anlar yaşamışlardır; hatta hayatını kaybeden vatandaşlar olmuştur. Erzurum'da 2014 Haziran ortasından Temmuz ortasına kadar yaklaşık bir ay süre boyunca çok şiddetli yağışlar meydana geldiği tarafımıza iletilmiştir. Erzurum'daki yetkililerden alınan bilgiye göre bu yoğun yağışlı dönem Erzurum'un çok uzun yıllardır gördüğü en şiddetli ve uzun süren yağışlardır.

### SONUÇLAR:

- 1) 15 Temmuz 2014 günü Erzurum Kiremitliktepe'deki atlama kulelerinin olduğu bölgede bir heyelan meydana gelmiştir.
- 2) Heyelanın sebepleri arasında aşağıdaki hususların olduğu düşünülmektedir:
  - a. Atlama pistleri ve kuleler yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki durum için, bu şevde, hem statik hem de sismik durumda, şev duraylılık hesaplarının yapılmamış veya yapıldıysa bile doğru yapılmamış olduğu, düşünülmektedir. Karayolları Genel Müdürlüğü yol inşaatlarında yol kenarlarındaki şevler için statik durumda 1.5, dinamik durumda 1.1 güvenlik sayıları sağlanmasını istemektedir.
  - b. İnşaat öncesi ve inşaat sonrası yük durumları için ve statik-sismik durumlar için ayrı yapılacak şev stabilitesi analizlerinde güvenlik sayılarının kritik çıkması veya örneğin yukarıdaki değerlerden düşük çıkması durumunda, şevde iyileştirme yapılması gerekirdi. Şev stabilitesini artırıcı iyileştirme önemleri alınmadan üzerine inşaat yapılması doğru değildir.
  - c. Şevde yeterli drenaj önlemlerinin alınmadığı (örneğin, kafa hendekleri, kuşaklama hendekleri, kılcal drenler vb.) veya yapılan drenaj önlemlerinin yetersiz olduğu tespit edilmiştir. 2014 Haziran ortası ile Temmuz ortasında Erzurum şehir merkezinde

görülen uzun süren şiddetli yağışların düzgün drenaj önemleri ve olası şiddetli yağış durumunu da göz önüne alan şev stabilitesi güvenlik sayıları ile, bu şevi etkilememesi mümkün olabilirdi. Şevlerde şev içine giren yağışla, zeminin ağırlığı bir miktar artmakta ve zeminde boşluk suyu basıncı arttığından zeminin kayma mukavemeti azalmaktadır, bu nedenle güvenlik sayısı düşmektedir.

- 3) Şevlerin üzerine yapılacak her tür yapı için şev duraylılığı hesaplarının, şevde yapılan her tür değişiklik için (örneğin dolgu eklenmesi, teraslama vb ile şev geometrisinin değiştirilmesi, şev üzerine istinat duvarı, temel vb inşa edilmesi her tür değişiklik için) yeniden statik ve sismik durum için şev duraylılık analizleri yapılarak şev güvenliğinin incelenmesi ve istenen minimum güvenlik sayılarının sağlanması gereklidir (örneğin statik durumda minimum 1.5, sismik durumda minimum 1.1).
- 4) Heyelanla bir ilgisi olmadığı halde üst yapıdaki betonarme ve çelik elemanların projesine göre yapılıp yapılmadığı mutlaka kontrol edilmelidir. Zira, inceleme sırasında betonarme elemanlarda çok az miktarda donatı görülmüştür.
- 5) Alanda heyelan hareketleri devam etmekte olup, şev üzerinde yapılacak moloz temizleme, zemin sondajı, iyileştirme vb. her tür çalışma yapılırken bu hususa azami özen gösterilmeli, her tür güvenlik tedbirleri alınmalı ve tehlikeli olabilecek bölümlerde çalışılmamalıdır. Ayrıca zemindeki çatlakların açıldığı ve olmayan çatlakların oluştuğu görüldüğünden (örneğin şevin üst kısmında spot ışıkların yer aldığı bir direğe doğru zeminde bir çatlak mevcuttur) heyelanın geriye doğru ilerleme olasılığı ve arkadaki kule vb yapılar için tehdit oluşturup oluşturmadığı incelenmelidir.

#### **Öneriler:**

- Halen yapılmakta olan sondaj çalışmaları kapsamında planlanacak zemin mekaniği laboratuvar deneylerinde özellikle kayma yüzeyine yakın yerden alınacak numunelerde tekrarlı direk kesme deneyi ile zeminin pik ve rezidüel kayma dayanımının tespit edilmesi yerinde olacaktır.
- Sondajlara yerleştirilecek inklinometrelerde zeminin yanal hareketi en az bir ay içinde dört kez ölçüm alınarak ölçülmeli, zemindeki hareketlerin hangi derinliklerde devam ettiği ve heyelan kayma yüzeyi tespit edilmelidir.
- Gerekli şev duraylılık analizleri yapılarak bu şevin stabilizasyonu için çeşitli alternatifler düşünülmelidir.

#### **Kaynaklar:**

Gürbüz, K. ve Gülbaş, E. (1999) "Tortum (Erzurum) güneybatısının jeolojisi ve pliyosen yaşlı Gelinkaya formasyonunun sedimentolojisi, Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A-Yer Bilimleri, C.16, S.1, s.39-46.