

HEYELAN HIZ ALANLARININ ANLIK TUSAGA-AKTİF ÖLÇÜLERİYLE BELİRLENMESİ

N. BAŞOĞLU¹, E. KAZANCI², T. BAYRAK³

¹ Karayolları 7. Bölge Müdürlüğü, Harita Yüksek Mühendisi, Samsun, nesatbasoglu@gmail.com

² Trabzon Yatırım İzleme Koordinasyon Başkanlığı, Harita Yüksek Mühendisi, Trabzon, erdemkazanci@hotmail.com

³ Sinop Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Sinop, tbayrak@sinop.edu.tr

Özet

Heyelanların sebep olduğu maddi ve manevi kayıplara bakıldığında, heyelanların izlenmesi ve araştırmalar yapılması gereken önemli bir doğa olayı olduğu ortaya çıkar. Kayıpları en aza indirmek ve bu doğa olayıyla mücadele edilebilmek için heyelanların periyodik olarak izlenmesi gerekmektedir. Deformasyon ölçümleri bu hareketlerin hızına bağlı olarak belirli periyot aralıklarında yapılmalıdır. Gerçekleştirilen ölçümler neticesinde deformasyon analizleri yapılabilmekte objelerin değişimleri belirlenebilmekte ve objeler üzerinde karar verilebilmektedir. Bu çalışmada, Trabzon ili Çağlayan beldesi Kutlugün (Hacımehmet) bölgesindeki heyelanı kapsayacak şekilde araziye tesis edilen 35 ayrı noktada TUSAGA-Aktif (Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyonları Aktif Ağı) ile 3 periyot (Ağu.2012–Kas.2012–Şub.2013) da gerçekleştirilen GPS ölçülerinden yararlanılarak; meydana gelen deformasyonların hem statik hem de kinematik deformasyon analizleri yapılmış ve elde edilen veriler irdelenmiştir. Bu veriler, statik ve kinematik deformasyon modellerinde kullanılmıştır. Kinematik tek nokta modeliyle noktaların hareketleri, hareketlerin hızları ve ivmeleri belirlenmiştir. Modelin çözümünde Kalman-Filtreleme tekniği kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda noktalara ait yatay ve düşey konum değişimleri ve hareket parametreleri hesaplanmıştır. Heyelanın güncel durumu, mekanizması ve ileriye yönelik önlemler alınması hakkında yorumlar yapılmıştır. Noktaların, kayma yönleri, kayma miktarları ve hızları belirlenmiş, bu gelişmelere bağlı olarak da, heyelanın hız alanı belirlenerek heyelan davranışları analiz edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Deformasyon, Heyelan, Kinematik Model, Statik Model, TUSAGA-Aktif, Hız Alanı.

DETERMINATION OF LANDSLIDE VELOCITY FIELD BY MEANS OF INSTANT TUSAGA-ACTIVE MEASUREMENTS

Abstract

In view of moral and material losses caused by landslides, landslide monitoring and research needs to be done ensue an important natural event. In order to minimization of losses and cope with these natural events crustal movements should be monitored periodically. Deformation measurements can be made periodically, depending on the speed of these movements. As a result of the measurements performed deformation analysis can be made, changes of objects can be

HKMO-Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu
7. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu
15-17 Ekim 2014, Hitit Üniversitesi - Çorum,

determined and can be decided about objects. In the study, GNSS measurement in 35 different points covers landslides in Kutlugün (Hacimehmet) village in Çağlayan in the province of Trabzon TUSAGA-Active and were performed in 3 periods (Aug.2012, Nov.2012, Feb.2013). Static and kinematic deformation analysis of occurring deformations were made. Obtained data were analyzed. These data were used in static deformation model and kinematic model of single point. The movement of points, the movements of velocities and accelerations were determined by kinematic model of single point. Kalman-Filtering technique was used in the solution of the model. As a result of analysis, horizontal and vertical position variations and velocity vectors were determined. Some comments have been made about current status and mechanism of landslide's and taking measure rewardingly. Direction, amount and velocity of floating point were determined. And according to this, behavior of the landslide was analyzed.

Keywords: Deformation, Landslides, Kinematic Model, Static Model, TUSAGA-Active.

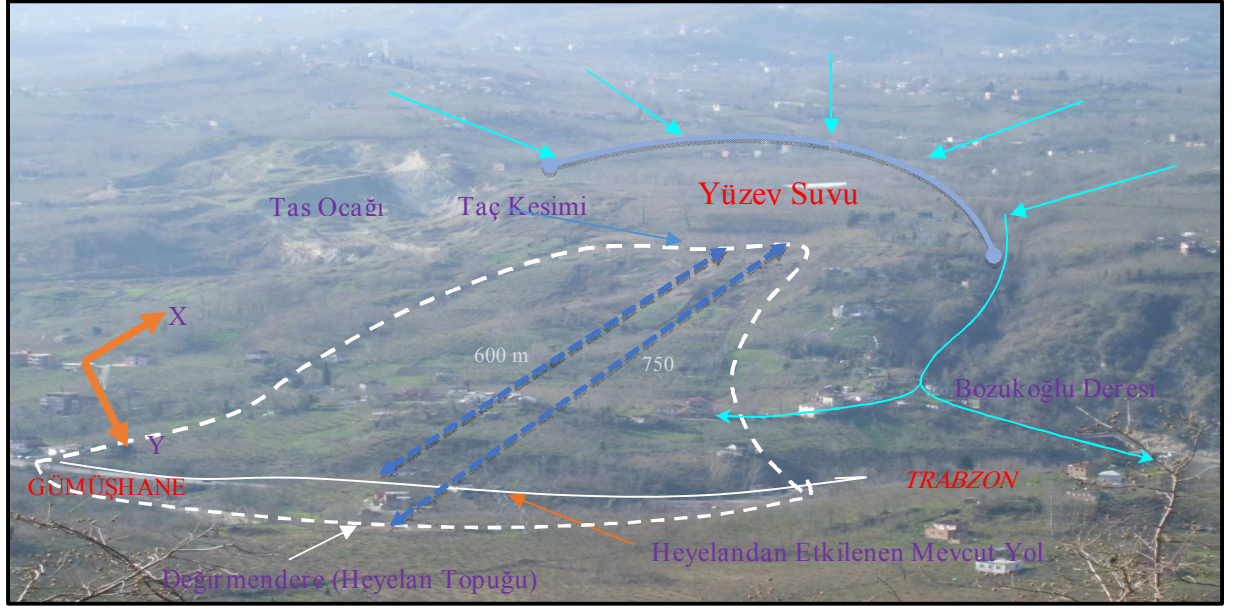
1. Giriş

Bu çalışma, Doğu Karadeniz Bölgesi, Trabzon ili, Çağlayan beldesi Kutlugün köyünde (Hacimehmet) gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı, Trabzon – Maçka – Gümüşhane Devlet Yolu 7. km'lerde sağ yamaç da bulunmaktadır. Çalışma alanında genelde seyrek yerleşim görülmekle beraber; arazi, fındık ve tarım alanlarından oluşmaktadır. Çalışma yapılan yamaçın alt kısmından, Trabzon-Maçka karayolu, Değirmendere nehri ve Trabzon ilinin içme suyu ihtiyacını karşılayan ana isale hattı geçmektedir. Mevcut Trabzon-Maçka Devlet yolu, sandık yarmadan geçmekte olup; önceleri Değirmendere nehrini takip ederken, daha sonra yapılan değişikliklerle; yol platformu heyelan topuğunun bir miktar boşaltılmasıyla şu anki durumuna gelmiştir. Uygulama alanında, heyelanın çökme, göçme, kabarma şekillerine bağlı olarak gelişmiş yayvan tepelikler, küçük düzlükler ve çukurlarla; eğimleri lokal olarak değişen engebeli arazi şekilleri bulunmaktadır. Bölge, heyelanın etkilerine bağlı olarak homojen eğime sahip olmamakla beraber; bahar ve kış mevsimlerinde uzun süreli yağışlar almaktadır. Araştırma sondajları ışığında ortaya çıkan sonuçlara göre, heyelanlı şev yüzeyini oluşturan ve maksimum 80 metre derinliklere ulaşan ayrılmış, bozuşmuş Kolüvyon birimlerinin kimi kesimlerde kendi içerisinde ve kimi kesimlerde de ana kaya üzerinde kaydığı inklinometrik ölçümlerle de teyit edilmiş bir durumdur. Söz konusu hareketlerin bir taraftan devlet yolunun yapımı sırasında topuk bölgesinde yük kaldırılması neticesinde duraylılık dengesinin bozulması, diğer taraftan da ayrılmış, bozuşmuş Kolüvyon birimine sızan yüzey ve yeraltı suyunun hareketli bünyeyi beslemesi sonucu oluştuğu düşünülmektedir. Söz konusu faktörler sonucu oluşan duraysızlıkların öncelikli olarak sığ düzlemsel ve dairesel ötelenmeli kaymalar ya da akmlar yarattığı, devamında ise hareketlerin ardışık olarak berisindeki birimlerin topuk desteğini yok ederek geliştiği ve heyelanın güncel halini aldığı düşünülmektedir (Hacimehmet Heyelan Değerlendirme Raporu, 2010).

2. Yöntem

Heyelanın hareketini belirleyebilecek yerlere, heyelanın güncel sınırlarına göre bölgeye, 35 noktadan oluşan deformasyon noktaları tesis edilmiştir. Bu noktalarda, üç periyot (Ağu.2012, Kas.2012, Şub.2013) TUSAGA-Aktif ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Her bir periyot da yapılan ölçüler, dengelenerek noktaların periyodlara ait dengeli koordinatları elde edilmiştir. Dengelenen koordinatlar ile statik ve kinematik deformasyon analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler ile statik ve kinematik modeller oluşturulmuş ve heyelan bölgesinin üç boyutlu hareketlerine ait değişimler izlenmiştir. Bu aşamada statik ve kinematik modellerle hesaplanan hareket parametreleri istatistik

olarak test edilmiş, anlamlı hareket eden noktalar ve hareket parametreleri; noktaların, kayma yönleri, kayma miktarları ve noktalara ait hızlar belirlenmiştir.



Şekil 1. Hacımehmet Heyelanı Karşıdan Görünüş

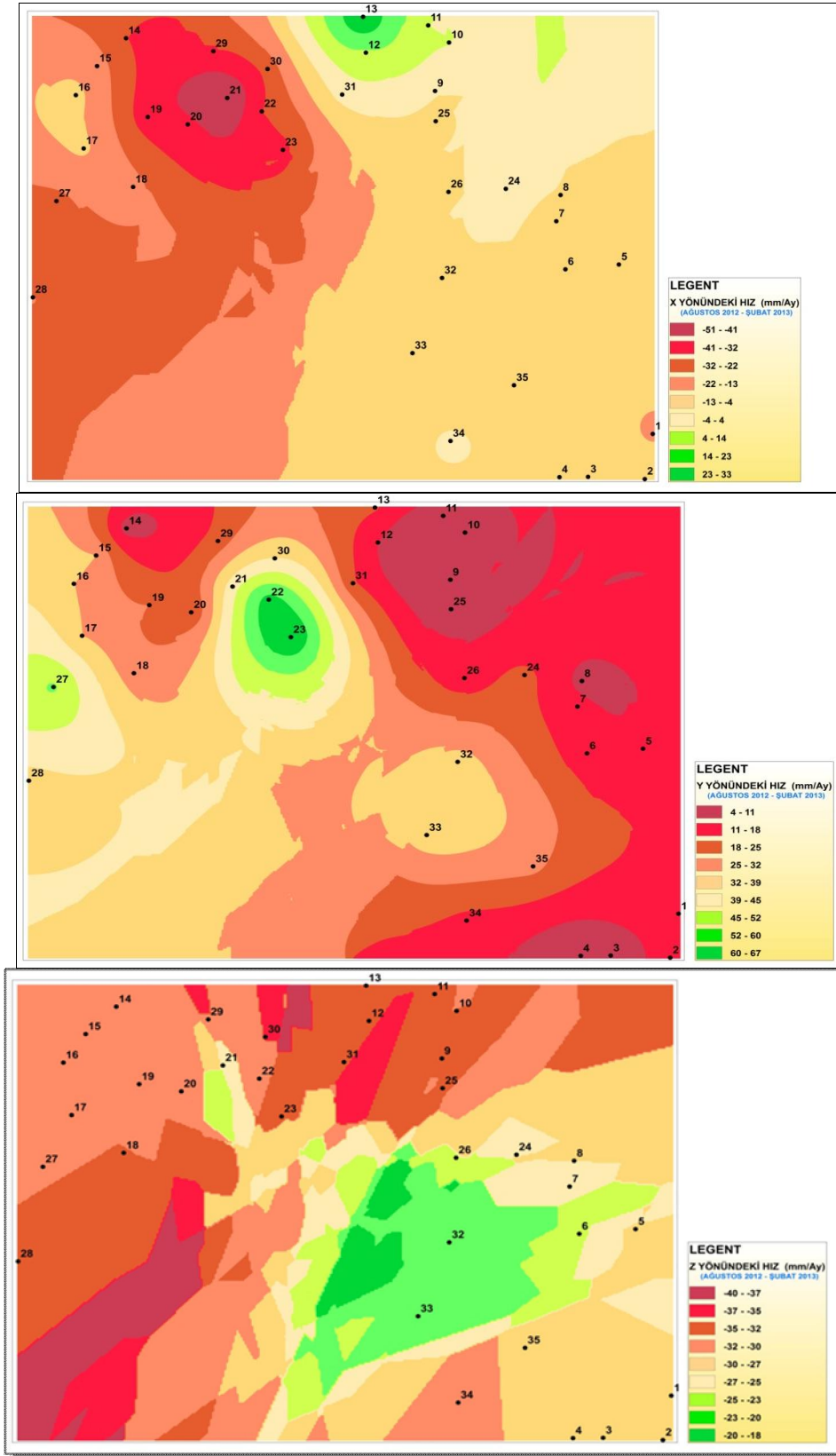
3. Yapılan Çalışmalar

Deformasyon noktalarının tesisi 50 cm lik demir boru ve vidalarla yapılmıştır. Uygulama alanın da, *SOUTH* marka *GNSS* alıcıları ile deformasyon noktalarında ölçüler her bir noktada 10 epok olacak şekilde yapılmıştır. Noktalara ait 10 epokluk koordinatlara RTK dengelemesi yapılarak dengeli koordinatlar oluşturulmuş ve onlara karşılık gelen varyans-kovaryans matrisleri elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler, statik deformasyon modeli ve kinematik tek nokta modelinde kullanılmıştır. Kinematik tek nokta modeliyle elde edilen sonuçlar statik model sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur. Böylece bu modelle, noktaların hareketlerinin yanı sıra hareketin hız ve ivmeleri zamana bağlı olarak hesaplanabilmektedir. Çalışmada, hareket parametrelerinin hesaplanmasında Kalman-Filtreleme tekniği uygulanmıştır. Böylece düzgün ve düzgün olmayan hareketler az sayıda ölçü periyodu kullanılarak belirlenebilmektedir. Kalman-Filtreleme yönteminin kullanıldığı uygulamada hareket parametreleri adım adım hesaplanmıştır. Böylece ara sonuçlar elde edilebilmiş ve bu sonuçlar istatistik testlerle denetlenebilmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma doğrultusunda Trabzon Kutlugün (Hacımehmet) heyelan bölgesinde jeolojik ve jeodezik çalışmalar yapılmıştır. Jeodezik çalışmalarda, heyelanın baş, orta ve topuk kısımlarında tesis edilen noktalarla eğim boyunca hareket eden heyelanın mekanizması hakkında daha uygun hareket yorumlaması yapılabilmektedir. Geoistatistikte kullanılan ve birçok alanda popülaritesini kanıtlayan Kriging Entropolasyon yöntemi ile kinematik tek nokta modelinden hesaplanan hareket parametreleri kullanılarak heyelan sahasına ait x, y, z eksenleri yönündeki hız haritaları oluşturulmuştur (Şekil 2). Hız haritaları yardımıyla heyelan bölgesindeki hareketin, bölgenin hangi kesiminde yoğunlaştığı ve deformasyon noktalarının x, y, z eksenleri yönünde hangi büyüklükte hareket ettiği tespit edilmiştir.

Heyelan Hız Alanlarının Anlık TUSAGA-Aktif Ölçüleriyle Belirlenmesi



Şekil 2. Ağu.2012- Şub.2013 Periyodlarında Noktaların Kinematik Modelle Belirlenmiş x, y ve z Yönündeki Hareket Hızları

Çalışma alanında statik model sonucunda saptanan yatay hareketin tüm noktalarda genel manada heyelanın taç kısmından topuk kısmına doğru yani azalan eğim yönünde olduğu saptanmıştır. Düşey yönde ise hem statik model hem de kinematik model ile deformasyon analizinde noktalarda çökme olduğu gözükmektedir. Noktaların, kinematik model ile deformasyon analizi sonucunda yatay hareketine bakacak olursak statik model sonucuyla benzerlik gözükmektedir.

Çalışma sonucunda heyelan bölgesinde bulunan noktaların her birine etkiyen yüklere karşı benzer geometrik reaksiyonlar verdiği gözükmekte olup; genel manada hem yatay hem de düşey hız değerlerine bakınca yönlerin benzer, büyüklüklerin ise etkiyen dış kuvvetlere göre farklılık gösterdiği gözükmektedir.

Yatay yöndeki hız değerlerine bakacak olursak heyelanın doğrudan y eksenini boyunca hareket ettiği mevcut karayolunun da bu eksene dik yönde olduğu gözükmektedir. Taç bölgesindeki noktalara ait hız değerlerinin büyük olmasının sebebi deformasyonu tetikleyen mevcut yüzey ve yer altı sularının bu bölgede toplanması ve çalışma alanındaki en yüksek eğimin de bu alanda gözükmesi. Düşey yöndeki hareketin (-) yönde olduğu gözükmekte olup buda heyelanın davranışının çökme biçiminde olduğunu göstermektedir. Arazideki eğim yönü x ekseninde (-), y ekseninde (+) yönünde olmakla beraber heyelan hareketinin tamda arazinin eğim yönündedir.

Heyelanlı kütle, üzerinde mevcut beslenme havzasının kuzeyinde mevcut Bozukoğlu Deresi'nin taşıdığı sular ile yoğun bir biçimde beslenmekte olup, Hacimehmet heyelanını tetikleyen en önemli dış etkenin ise yeraltı suları ve yüzey suları olduğu gözükmektedir. Bu sebeplerden ötürü yüzey sularının heyelanı tetiklemeden dışarıya sağlayacak sistemlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

TUSAGA-Aktif sistemi ile deformasyon izleme günümüze kadar sıklıkla kullanılan bir yöntem değildir. Bu çalışmayla TUSAGA-Aktif sisteminin küçük çaplı, lokal heyelanlarda; zaman ve maliyet açısından kullanılabilirliği ortaya konmuştur. Deformasyon izleme sürekli veri toplama gerektiren maliyetli bir çalışmadır, TUSAGA-Aktif sistemi ise gerek donanım gerek insan gücü açısından maliyeti düşük ayrıca tesis edilen noktalara ait verilerin kısa sürede toplanmasını sağlayan ve istenilen doğruluğu gerçekleştiren sistemdir. Bu sebeplerden ötürü bu sistemin gelecek süreçlerde deformasyon izleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılması beklenmektedir.

Kaynaklar

- Bayrak, T., 2003, Heyelanlar İçin Bir Dinamik Deformasyon Ve Bir Dinamik Hareket Yüzeysel Modelinin Oluşturulması, *Doktora Tezi*, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karayolları 10. Bölge Müdürlüğü, 2010, Hacimehmet Heyelanı, *Değerlendirme Raporu*, Trabzon
- Doğanalp, S., 2005, Kinematik Model de Kalman Filtreleme Yöntemi ile Deformasyon İzleme, *Yüksek Mühendislik Tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 148s.
- Hastaoğlu, K., 2009, Gps Hızlı Statik Yöntem İle Heyelanların İzlenebilirliğinin Araştırılması; Sivas Koyulhisar Heyelanı Örneği, *Doktora Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 150s.
- Turan, S., 2012, Peyodik Toplanmış Tusaga-Aktif Ölçülerin Deformasyon İzlemede Kullanılabilirliğinin Araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane, 74s.
- Pektaş, F., 2010, Gerçek Zamanlı Ulusal ve Yerel Sabit Gns Ağılarına Dayalı Kinematik Konumlama, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 73s.