

STATİK TUSAGA - AKTİF ÖLÇÜLERİ YARDIMI İLE HEYELANLARIN İZLENMESİ GÜMÜŞHANE İMAM HATİP LİSESİ HEYELAN ÖRNEĞİ

E. KAZANCI¹, N. BAŞOĞLU², T. BAYRAK³

¹ Trabzon Yatırım İzleme Koordinasyon Başkanlığı, Harita Yüksek Mühendisi, Trabzon, erdemkazanci@hotmail.com

² Karayolları 7. Bölge Müdürlüğü, Harita Yüksek Mühendisi, Samsun, nesatbasoglu@gmail.com

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

Özet

Günümüzde hassas konum belirleme uygulamaları gerçek zamanlı olarak yapılmaktadır. Bu uygulamalar; mühendislik amaçlı ölçmeler, jeodezik çalışmalar, kadastral amaçlı çalışmalar, meteorolojik ölçmeler, yer kabuğundaki hareketlerin belirlenmesi ve buna yönelik depremlerin önceden belirlenebilmesi ile yerin yüzeyinde meydana gelen deformasyonların ölçülüp analiz edilmesine ilişkin kullanılan standart uygulamalardır.

Ülkemizde hassas konum belirleme TUSAGA – Aktif sistemi ve TUTGA noktaları dikkate alınarak yapılır. Böylece GNSS ölçümleri ile deformasyon belirleme işlemi yapılır. Bu çalışmada uygulama alanı Gümüşhane İmam Hatip Lisesi ve çevresi olarak seçilmiştir. Eski bir heyelan bölgesi olan bu alan, çevredeki patlatmalar ve kazılarla tetiklenmiştir. Meteorolojik olarak ani değişimlere maruz kalan bölgede, bu değişimler heyelana neden olan bir başka etken olmuştur. Periyodik olarak toplanmış veriler yardımı ile seçilen uygulama alanındaki deformasyon belirlenmeye çalışılmıştır. Gümüşhane İmam Hatip Lisesi çevresinde deformasyonun belirlenmesi için, heyelanı temsil edebilecek 3 adet nokta araziye aplike edilmiştir. Bu noktalarda GNSS alıcıları ile 2012 Nisan ve 2014 Ocak aylarında olmak üzere 2 periyot ölçü gerçekleştirilmiştir. Ölçüler statik yöntemle göre dengelenerek, deformasyon analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarının uyumlulukları irdelenmiş ve aplike edilen noktalarda deformasyon gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Heyelan, Deformasyon, Statik Deformasyon Analizi, TUSAGA – Aktif, GNSS, TUTGA

STATIC TUSAGA - ACTIVE WITH THE HELP OF LANDSLIDE MONITORING MEASURES - IMAM PREACHER HIGH SCHOOL RUN SAMPLE GÜMÜŞHANE

Abstract

Today precise location is performed in real-time applications. These applications; engineering purposes surveying, geodetic studies, cadastral purposes studies, meteorological measurements, the earth crust movement in the identification of and towards this earthquake prediction can be replaced with the surface of the resulting deformation is measured and analyzed to estimate the standard applications. TUSAGA determine the precise location of our country - Active system and is considering TUTGA points. Thus, determination of the deformation process is carried out with GNSS measurements. In this study, the application area and its surroundings as Gümüşhane religious high schools were selected. This area, which is an old landslide area surrounding was triggered by blasting and excavation. In areas exposed to sudden changes in meteorological these changes has been another factor that caused the landslide.

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

Periodically with the help of data collected was to determine the deformation in selected application areas . Religious high schools around gümüşhane for the determination of deformation , which can represent landslides were appliquéed to land 3 points . At this point with GNSS receiver in April 2012 and in January 2014 the second period , including measurements were carried out. Dimensions balancing based on static methods , deformation analysis were performed . Analysis of the results have been analyzed and applique compatibility of deformation was observed at the points .

Keywords: Landslide, Deformation, Static Deformation Analysis, TUSAGA - active, GNSS, TUTGA

1. Yöntem

Türkiye'nin belirli bölgelerinde meydana gelen mevsim normalleri üzerindeki yağışlar nedeni ile yamaç eğimi olan yerlerde kitle hareketleri ve heyelanlar meydana gelmektedir. Bulunduğu konum ve jeolojik yapısı itibari ile heyelan riskine en çok maruz kalan illerden birisi de Gümüşhane ilidir. Bu çalışma ile Gümüşhane İli Merkezinde bulunan İmam Hatip Lisesi duvarlarında çatlamlar ve ayrılmalar meydana gelmiş, çevre alanda da zeminde dalgalanmalar meydana gelmiştir. Daha öncesinde bir heyelan bölgesi olup, yavaş akma şeklinde devam eden zeminin son durumu, okulda bulunan öğrencilerin ve görevlilerin hayatlarını tehdit eder düzeye ulaştığından, okul tahliye edilmiştir. Bu nedenle bu bölgeye yönelik bir deformasyon ağı kurulması ve belirli periyotlarla zeminde tesis edilen sabit noktalar üzerinde alınacak olan GNSS ölçüleri ile Ülkemizde kullanılan gerçek zamanlı hassas konum belirlemeye yardımcı TUSAGA – Aktif sistemi ve TUTGA noktaları yardımıyla periyotlar arasında statik yöntemle deformasyon analizinin yapılmaktadır. Yapılan bu jeodezik çalışmalar ile bölgede daha önceden yapılmış olan jeolojik rapor ilişkisinin irdelendiği bir araştırma ve Gümüşhane İlinin son 8 yılına ait günlük yağış, sıcaklık verilerinin de afetler ile olan ilintisinin incelendiği bir çalışma ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. Yapılan Çalışmalar

Gümüşhane için heyelan ve yağış ilişkileri analiz edilmesi, Gümüşhane Merkez İmam Hatip Lisesi ve çevresinde meydana gelen deformasyonlar periyodik olarak ölçülmesi, statik yöntemle deformasyonların değerlendirilmesi ve deformasyon analizlerinin yapılmasında; çalışma alanı ile çevresinin zemin yapısını belirlemek ve harekete neden olabilecek etkenlerin belirlenebilmesi için yapılan jeolojik çalışmalar, deformasyon belirlenebilmesi için yapılacak periyodik ölçümlerin periyot aralıklarının belirlenmesi için meteorolojik çalışmalar, meydana gelen hareketin yönü, hızı, büyüklüğünü belirleyebilmek için jeodezik çalışmalar yapılmıştır.

İmam Hatip Lisesi'nin Kuzeydoğusunda bulunan alanda daha önceden gerçekleşmiş olan yavaş akma hareketinin, yapılan kazı çalışmalarından etkilenip etkilenmediğinin belirlenmesi amacı ile inceleme alanında belirlenen profilde kazı öncesi ve kazı sonrasında ait duyarlılık analizleri yapılmıştır. Limit denge analizleri sonucunda güvenlik sayısı değerleri kazıdan önce Gs: 2.119, kazıdan sonra Gs: 1.146 olarak belirlenmiştir. Şevler için Gs: 1.5 in üzerindeki güvenlik sayılarının duyarlı olduğu dikkate alındığında, kazı öncesi yamacın duyarlı olduğu, inceleme alanının GB kısmında yapılan kazı çalışmasının şevin duyarlılığını olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır (Karlı; Alemdağ; Dağ, 2011).

Bölgede yavaş akma şeklindeki heyelan tipi dikkate alındığında, hareketlerin jeodezik ağı yöntemi ile belirlenmesine karar verilmiştir. Jeodezik deformasyon ağının tasarlanabilmesi için bölgedeki heyelan sınırlarının güncel durumlarının saptanmasına gerek duyulmuş ve bunun için Gümüşhane Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı öğretim üyelerinden Doç. Dr. Orhan KARSLI, Yrd. Doç. Dr. Selçuk ALEMDAĞ ile Yrd. Doç. Dr. Serhat DAĞ' ın 2011 yılında yapmış olduğu ortak çalışma raporundan faydalanılmıştır. Bu raporun gösterdiği sağlam ve hareketli zemin yapısı dikkate alınarak, heyelan bölgesi ve çevresini kapsayacak biçimde bir jeodezik deformasyon ağı tesis edilmiştir. Jeodezik deformasyon

ağında bulunan hareketli noktaların, heyelan hareketlerinin karakteristiklerini, yönlerini ve büyüklüklerini ortaya çıkarılabilecek ve araziye iyi temsil edebilecek yerlerde tesis edilmelerine dikkat edilmiştir. Böylece yamaç boyunca oluşan heyelanın baş, orta ve topuk kısımlarında tesis edilmiş olan jeodezik ağ noktalarıyla daha uygun hareket yorumlaması yapılabilmektedir.

Çalışma alanındaki deformasyonun ve binada meydana gelen çatlakların sebebi olarak bölgede yapılmış olan kazı çalışmaları ile yer altı suyu değişiminden etkilemesi ve yer altı suyu seviyesi değişiminin de yağışla ilişkili olmasından dolayı meteorolojik çalışmalarla bölgenin yağış rejiminin belirlenmesine karar verilmiştir. Bu bağlamda Trabzon Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen, bölgeye ait 8 yıllık meteorolojik bilgiler (günlük yağış ve günlük sıcaklık) incelenmiş ve grafikleri çizilerek bölgenin fazla ve az yağış aldığı aylar belirlenmiştir. Bu grafikler yorumlanarak, yağış öncesi ve yağış sonrası aylarda yapılacak ölçü periyotlarının zamana göre dağılımına ve ölçü periyot aralığına karar verilmiştir. Ayrıca ölçü periyot zamanlarının uygunluğu, çalışma yapılan yıllardaki meteorolojik bilgilerle denetlenmiştir. Heyelanı izlemek için tesis edilmiş olan jeodezik deformasyon ağında, belirlenen ölçü zamanlarında 2012 - 2014 yılları arasında iki periyotluk GNSS ölçüleri yapılmıştır. Her periyotta yapılan GNSS ölçüleri değerlendirilmiştir. Yapılan ölçümler sonucu elde edilen veriler kullanılarak ağ serbest dengelenmiş ve uyumsuz ölçüler belirlenmiştir.

Çalışmada kullandığımız Statik modelle deformasyon analizi için sadece jeodezik ölçülerden elde edilen veriler yeterlidir. Bu çalışmada, statik modelle yapılan deformasyon analizinde ayırma gücü yüksek olan ve hareketli nokta ile hareket büyüklüklerinin kolayca saptandığı θ -Ölçütü yöntemi kullanılmıştır. İlk ölçü periyodu olan Nisan 2012 ile ikinci periyot olan Ocak 2014 arasında değişkenlik gösteren veriler dikkate alınarak yapılan deformasyon analiz sonuçları irdelenmiştir. Analiz sonucunda; sabit zeminlere tesis edilen 1, 2 ve 3 numaralı noktalarda anlamlı hareketler gözlemlenmektedir. Bu yöntemle 1, 2 ve 3 numaralı noktalarda x, y ve z yönlerinde sürekli artan bir hareket olduğu saptanmıştır. Yalnız 2 numaralı noktanın y koordinatlarındaki hareketlerin diğer noktaların ters yönünde olduğu gözlemlenmiştir. 1, 2 ve 3 numaralı noktalarda heyelan morfolojisi ve kayma yüzeylerinin bir takım etkilerinden dolayı, alçalma ve dönme şeklinde hareketler görülmüştür.

Çalışma alanındaki yıllık yağış miktarının ortalama 506 mm olması nedeniyle tüm ölçü periyotlarında yağış ile tüm noktaların x, y ve z eksenleri yönündeki hareketleri arasındaki ilişkiyi birlikte görebilmek için grafikler çizilmiştir. Noktalardaki yağış-yer değiştirme ilişkileri incelenmiştir. Aynı ayrı her noktanın x, y ve z eksenleri yönündeki hareketleri ile yağış arasındaki ilişkileri ayrıntılı olarak irdelendiğinde heyelan kitlesi üzerinde bulunan hareketli noktaların her birinin etkiyen yüklere karşı farklı geometrik reaksiyonlar verdiği gözlemlenmektedir.

1 numaralı noktada hareketler sürekli artan biçimde ve $-x$, $-y$, $-z$ yönündedir. 2 numaralı nokta, tüm periyotlarda ve tüm yönlerde en fazla hareket gözlenen noktadır. Hareketler sürekli artan biçimde ve $-x$, $+y$, $-z$ yönündedir. 3 numaralı nokta, sürekli artan biçimde ve $-x$, $-y$, $-z$ yönündedir.

Araştırma yapılan yamacın baş, orta ve topuk kısmında bulunan noktaların statik deformasyon modeli ile hesaplanan hareket parametrelerinden nokta hareketleri ve hızlarına ait grafikler çizilerek heyelanın eğim yönündeki davranışları izlenebilmiştir. Bu şekillerden, nokta hareketlerinin yamacın baş kısmından topuk kısmına doğru azaldığı gözlemlenmektedir.

Tüm noktalara ait grafikler incelendiğinde, nokta hareketlerinin yağışın azaldığı yaz aylarında yavaşladığı, yağışın arttığı kış ve bahar aylarında da arttığı görülmektedir. Bu durum bölgedeki heyelanın oluşumunda, yağışın etkisinin ne kadar fazla olduğunu göstermektedir.

Araştırma sonuçları, deformasyona neden olan etkilerin belirlenebilmesi için periyodik olarak ölçümler yapılması ve bu ölçümlerin periyodik yapılması sebebiyle zamana bağlı olması statik yöntemle deformasyon analizinin tercih edilmesini mantıklı kılmıştır. Sonuç olarak hareketin belirlenebilmesi için sadece jeodezik yöntemlerle elde edilen sonuçların yeterli olduğu statik modelle deformasyon analizi

Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu

7. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu

15-17 Ekim 2014, Hitit Üniversitesi - Çorum

yapmak ve bunu harekete neden olabilecek doğal ve çevresel etkenleri de içine alan bir araştırma ile desteklemek, hareketlerin yorumlanmasında daha gerçekçi sonuçlar ortaya çıkardığı söylenebilir.

4. Sonuç ve Öneriler

Heyelan belirleme ve veri toplama çalışmalarında Jeodezik yöntemler kullanılması, meydana gelen olayların modellenmesine olanak sağladığı gibi heyelanların yönü, büyüklüğü ve hızı hakkında da yorum yapılabilmesine yardımcı olmaktadır. Jeodezik yöntemlerle deformasyon ve deformasyona ait parametreler elde edilebildiği gibi deformasyona neden olan etkenlerde irdelenebilmektedir. Jeodezik yöntemlerle elde edilen veriler jeolojik ve jeofizik çalışmalarla birlikte yorumlandığı takdirde daha gerçekçi ve kapsamlı sonuçlar elde edilebilecektir.

Deformasyonlar belirlenirken kullanılacak deformasyon modelinin uygulanacak alana uyumlu olması, meydana gelen deformasyonu daha doğruluklu temsil edebilmemize olanak sağlayacaktır. Bu nedenle jeodezik yöntemler kullanılarak yapılacak deformasyon analizinde uygun model kullanımı son derece önemlidir.

Heyelan meydana gelen alanda deformasyonun seyri ve şiddetini izleyebilmek için statik deformasyon modeli kullanılmış ve bu modelden deformasyona ait öncül bilgiler elde edilmiştir. Bu bağlamda araştırmada, jeodezik, jeolojik, jeofizik ve meteorolojik veriler kullanılmıştır. Yapılan araştırmalardan aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır.

Heyelan araştırması yapılacak bölge olan Gümüşhane Merkez Çamlıca Mahallesi İmam Hatip Lisesi'nde, heyelan hareketlerinin baş orta ve topuk kısımlarının belirlenebilmesi için mutlaka jeolojik çalışmalar yapılarak deformasyona neden olan, heyelanı tetikleyen dış kuvvetlerin ve heyelan sınırlarının güncel durumlarının belirlenmesinin gerekli olduğu görülmüştür.

Gümüşhane Üniversitesi Jeoloji Anabilim Dalı öğretim üyeleri İmam Hatip Lisesi'nin Kuzeydoğusunda bulunan alanda daha önceden gerçekleşmiş olan yavaş akma hareketinin, yapılan kazı çalışmalarından etkilenip etkilenmediğinin belirlenmesi amacı çalışma yapmışlardır. Bu çalışma ile inceleme alanında belirlenen profilde (A-A') kazı öncesi ve kazı sonrasında ait duyarlılık analizleri yapılmıştır. Limit denge analizleri sonucunda güvenlik sayısı değerleri kazıdan önce Gs: 2.119, kazıdan sonra Gs: 1.146 olarak belirlenmiştir. Şevler için Gs: 1.5 in üzerindeki güvenlik sayılarının duyarlı olduğu dikkate alındığında, kazı öncesi yamacın duyarlı olduğu, inceleme alanının GB kısmında yapılan kazı çalışmasının şevin duyarlılığını olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Heyelanın belirlenebilmesi için 3 noktada yaklaşık olarak 2 yıl ara ile 2 kampanya GNSS ölçümü gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen ölçümlerin değerlendirilmesi aşamasında tüm baz ölçümleri Tau uyuşumsuz ölçüler testine tabi tutulmuştur. Bölgedeki heyelanları tetikleyen ve yer altı suyu değişimlerini en fazla etkileyen yağış rejiminin belirlenebilmesi için meteorolojik veriler temin edilmiştir. Ölçü periyotlarına, meteorolojik verilere göre yağış öncesi ve yağış sonrası zamanlar olacak biçimde karar verilmiştir.

Deformasyon belirlemek amacıyla tesis edilmiş jeodezik ağda, Nisan 2012 ve Ocak 2014 olmak üzere 2 periyotluk GNSS ölçüsü yapılmıştır. 2012 yılı Nisan ayı referans zamanı (t_0 zamanı) olarak alınmıştır. Bu periyottaki ölçüler serbest ağ yöntemiyle dengelenmiş ve uyuşumsuz ölçüler irdelenmesi yapılmış. Nisan 2012 periyodunda hesaplanan dengeli koordinatlar diğer periyotlarda yaklaşık koordinatlar olarak kullanılmıştır. Tüm periyotlarda uyuşumsuz ölçüler irdelenmesi yapıp ağ, uyuşumlu ölçülerle her üç periyot için ayrı ayrı serbest ağ yöntemiyle dengelenmiştir. Gerçekleştirilen Ölçü periyotlarına ait serbest ağ dengelemesi sonuçları hesaplanmıştır. Dengeleme sonucunda elde edilen dengeli koordinatlar, koordinatların ters ağırlık matrisleri ve birim ölçülerin ortalama hataları, statik deformasyon modelinde veri olarak kullanılmıştır. Her iki periyottan elde edilen dengelenmiş Kartezyen koordinatları ile tüm

periyotlardan elde edilen dengelenmiş koordinatlar ile ters ağırlık matrisleri (Q_{xx}) kullanılarak uygulanan θ^2 -Ölçütü Statik deformasyon analizi sonucunda tüm noktalardaki deformasyonlar belirlenmiştir. Yapılan 2 periyot ölçüm sonucunda en anlamlı deformasyon 1. ve 2. periyotlar arasında gözlemlenmiştir. Bu nedenle 1. ve 2. periyot ölçüleri dengeleme sonuçları kullanılarak Statik deformasyon modeli ile deformasyon analizi yapılmıştır. Elde edilen deformasyon değerlerine göre p1, p2, p3 hareketli noktalarında, x, y ve z yönünde hareketler gözlemlenmiştir. Bu hareketler; x yönünde, p1 için -1.62 cm, p2 -2.81 cm, p3 -0.04 cm olarak tespit edilmiştir. Y yönünde, p1 -0.84 cm, p2 1.53 cm ve p3 -2.53 cm olarak tespit edilmiştir. Z yönünde ise p1 -1.45 cm iken p2 -3.53 cm ve p3 -2.66 cm olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanında tesis edilen bu noktalardaki hareketlerin yönü, yapılan jeolojik çalışmadaki hareketlenmeyi destekler nitelikte olmuştur. Bu çalışmada, doğal bir afet olan heyelanın belirlenmesinde ve gerekli tedbirlerin zamanında alınabilmesinde farklı disiplinlerin birlikte çalışmasının çok yararlı olduğu hususu da ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak, statik deformasyon modeliyle heyelanların belirlenmesinde aşağıdaki adımların uygulanması önerilebilir:

- Can ve mal kaybına neden olan ve sonuçları hayati önem taşıyan heyelanların miktarı ve heyelanlara neden olan etkenlerin belirlenmesi çalışmalarında hareketler, statik deformasyon modeliyle belirlenebilir.
- Arazide jeolojik ve jeofizik araştırmalar yapılarak oluşan heyelanın tipi, güncel durumu ve nedenleri belirlenmelidir.
- Heyelanın tipi ve en önemli nedenlerine göre ölçme yöntemleri belirlenmelidir.
- Bölgenin meteorolojik verilerine göre ölçme periyot zamanları saptanmalıdır.
- Hareketin yönü, büyüklüğü ve harekete neden olan etkenler statik deformasyon modeli kullanılarak belirlenmelidir.
- Dünya’da ve Ülkemizde en çok can ve mal kayıplarının yaşandığı doğal afetlerin başında gelen heyelanların etkilerinin minimize edilebilmesi için, bu konuda yapılan araştırmalara daha çok önem verilmelidir. Böylece yapılacak olan araştırma ve çalışmalarla daha mantıklı ve sağlıklı sonuçlar elde edilebilecek, yaşanan kayıpların önüne geçilebilecektir.

Kaynaklar

Bayrak, T., 2003, Heyelanlar İçin Bir Dinamik Deformasyon Ve Bir Dinamik Hareket Yüzeyi Modelinin Oluşturulması Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
Karşlı, O., Alemdağ, S., Dağ, S., İmam Hatip Lisesi (Gümüşhane) ve Çevresindeki Heyelan Riskinin Değerlendirilmesine ait Jeolojik-Jeoteknik Raporu, 2011.