

Heyelanların Zamansal Olarak İzlenebilmesi İçin MATLAB Tabanlı Jeodezik Deformasyon Analizi Yazılımı Geliştirilmesi

Deniz Tayfur^{1,*}, R. Cüneyt Erenoğlu²

¹ Çanakkale İl Özel İdaresi, 17100, Çanakkale.

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 17100, Çanakkale.

Özet

Teknolojinin gelişmesiyle paralel olarak jeodezik ölçmelerden elde edilen veriler çok daha ayırt edilebilir sonuçlar ortaya koymaktadır. Jeodezik ölçmelerden elde edilen verilerin hassasiyeti arttıkça bu ayırt edilebilen veriler, jeodezicilerin analiz yöntemlerini değişime ve gelişime yöneltmektedir. Gözlemlerden elde edilen verilerin doğruluğu, yapılacak analize uygunluğu, uygun olmayan verilerin temizlenmesi, verilerin uygun hale getirilmesi, dengelenmesi ve analiz edilmesi için ayrı ayrı oluşturulacak matematiksel formüller ve ortaya konan hassas veriler bilim dünyası için zamanı daha da değerli kılmaktadır. Zamanı daha verimli kullanılmasını sağlayan da yine teknolojinin en değerli ürünü olan sayısal ortamlar, bilgisayarlardır. Jeodezi Bilimi de bu konuya duyarlı kalmamış, hem veri elde edeceği gözlemlerini sayısal hafızalara sahip alıcılarla gerçekleştirmeye başlamış, hem de gözlemlerden elde edeceği verilerin analizini yapacağı matematiksel formülleri uygulayabileceği yazılımlar geliştirmeye başlamıştır.

Bu çalışmada yatay yöndeki deformasyonların belirlenmesinde statik değerlendirme yöntemleri kullanılmıştır. Klasik Yöntemler ya da Robust İteratif Yeniden Ağırlıklandırılmalı En Küçük Kareler yöntemi ile uyumsuz ölçülerin giderilmesi işlemleri, Tüm İz Minimum ile Kısmi İz Minimum dengeleme hesabı yöntemleri, Global Uyum Testi ve Yerelleştirme yöntemleri teorik olarak incelenmiş, bu işlemlerin ve analizlerin yapılabilmesi için MATLAB 7.6.0 release 13.0 M-File 'da bir program hazırlanmıştır. Adatepe Heyelanında yapılan iki periyot ölçü kullanılarak, bu yöntemlerle ayrı ayrı değerlendirilmiş, deformasyon araştırması yapılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda her iki yöntemde de benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler

Heyelan, Deformasyon, Jeodezi, MATLAB, Hız

Abstract

Parallel to the development of technology, data obtained from geodetic measurements reveal much more discriminating results. As the sensitivity of the data obtained from the geodetic measurements increases, this distinguishable data leads to the change and development of the methods of analysis of the geodetic. Mathematical formulas to be created separately for the correctness of the data obtained from the observations, the suitability of the analysis to be performed, the cleaning of inappropriate data, the fitting, balancing and analysis of the data and the precise data presented make time even more valuable for the scientific world. Numerical environments, in other words computers, which are the most valuable products of the technology that enable us to use time more efficiently. Geodesy Science is not insensitive to this issue that it has begun to make its observations with receivers with digital memories as well as it begins to develop software that can apply mathematical formulas to the analysis of data from observations.

In this study, Static deformation analysis methods were used to determine the deformations in the horizontal direction. Outliers were detected using conventional approaches and robust iterative reweighting least squares method. Then, the robustified static deformation analysis were performed to evaluate of deformations in the networks a program was prepared in MATLAB 7.6.0 release 13.0 M-File. In Adatepe Landslide are two-period measure used, and it was reviewed by these methods separately and also deformation was conducted. Finally, the obtained results were compared. As a result of the comparison, similar results were obtained in both methods.

Keywords

Landslide, Deformation, Geodesy, MATLAB, Velocity

1. Çalışma Bölgesi

Bu çalışma Türkiye'nin kuzeybatısında bulunan Çanakkale İli, Lapseki İlçesinin Adatepe Köyü sınırlarında gerçekleşen heyelanlarla ilgili olacaktır. Bu heyelanların 1960'lı yıllardan bu yana gerçekleştiği düşünülmektedir. Bu bölgede denizden eğimli bir şekilde yükselen topoğrafyada, 0,5-1 km uzunluğunda bir alanda devam eden bir hareketlilik olduğu öngörülmektedir.

* Sorumlu Yazar E-posta: deniz.tayfur@gmail.com (Deniz Tayfur)



Şekil 1: Adatepe heyelanı yer bulduru haritası, üç boyutlu sayısal arazi modeli, araziden genel görüntüler.

2. Deformasyon Analizi

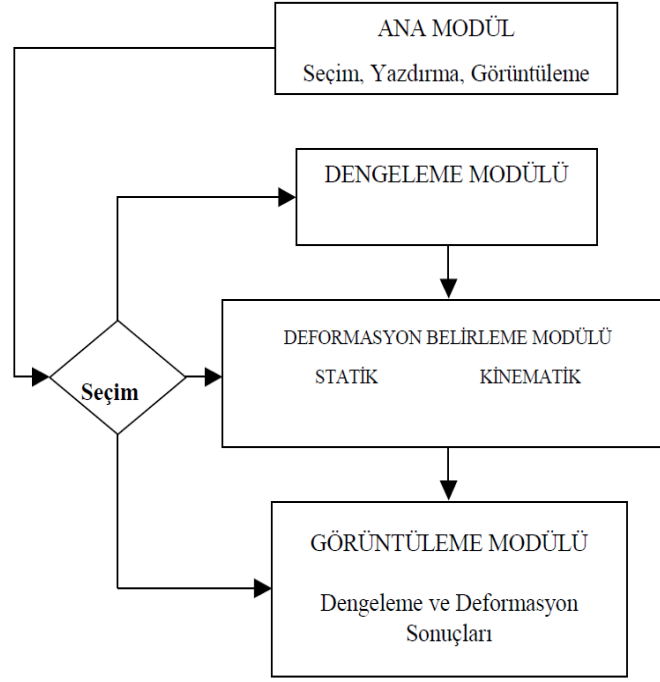
Teknoloji ilerledikçe başta köprüler, barajlar, kuleler v.b. yapılar çok büyük boyutlarda tasarlanabilir olmuş, bununla beraber bahsi geçen yapılara yönelik etki edebilecek her türlü yer kabuğu hareketinin gözlenebilirlik kabiliyeti de çok ayırt edilebilir noktalara ulaşmıştır. Buradan hareketle mühendislik ölçmelerinin amacı da köprüler, barajlar, kuleler vb. yapıların heyelanlarla ve depremlerle karşılaştığında sergilediği davranışları analiz etmek olmuştur. Sürekli olarak değişmek ve gelişmek zorunda kalan mühendislik ölçme teknikleri, paralelinde sürekli gelişen ve değişen değerlendirme modellerinin ve bu modellerin uygulanmasına dinamizm katacak yazılımların kullanılmasıyla daha efektif hale gelmiştir.

Bu çalışmadaki ana konumuz heyelan olacaktır. Heyelanlar, ekonomik boyutları da olan doğal olaylardan biridir. İçinde çatlaklar olan kaya kütlelerinin, çeşitli sebeplerden dolayı yamaçlarda biriken molozların, ya da herhangi başka zemin yüzeylerinin yamaçlardan aşağı doğru hareket etmesi olarak tanımlanabilir. Yoğun yağışlar, deprem dalgaları, su seviyelerindeki ani değişiklikler, dere yataklarında oluşan erezyonlar, ...v.b. olaylar heyelanların başlıca sebepleridir. Bu doğal olayların yanında gerekli mühendislik çalışmaları yapılmadan yerleşime açılan yamaç ve engebeli arazilerde yapı inşası, bitki örtüsünün tahrip edilmesi, değişik amaçlı kazılar...v.b. inşaat çalışmaları, bitki örtüsünün tahrip edilmesi, değişik amaçlı kazılar, ...v.b. çalışmalar da heyelanların başlıca sebepleri arasında sayılabilir.

Yukarıda saydığımız bazı sebeplerden de anlaşılacağı üzere heyelanların doğal olaylardan kaynaklanabileceği gibi insan eliyle yapılan çalışmaların sonucunda da meydana gelebileceği anlaşılmaktadır. Bu sebeplerden dolayı heyelan araştırmalarında sadece yeryüzünün ne kadar ve ne sıklıkla hareket ettiğinden, jeodezik yöntemlerle faydalanacağımız gibi yer kabuğunun gördüğümüz kısmının altındaki yapıların ve enerjilerin varlığı ve değişim süreçlerinden de faydalanabilmek için jeoloji ve jeofizik bilim dalları birlikte çalışarak heyelan hareketlerinin belirlenmesi ve yorumlanması yapılacaktır. Örneğin Jeodezik ağıımızın belirlenmesinde, bölgenin jeomorfolojik haritalarından faydalanılacaktır.

3. MATLAB Tabanlı Yazılım Geliştirme

Jeodezik deformasyonun belirlenebilmesi için belirli periyotlar çerçevesinde yapılacak gözlemlere ihtiyaç olacaktır. Bu gözlem periyotlarının belirlenmesinde, yağışların heyelan üzerindeki etkisi de göz önünde bulundurularak meteorolojik veriler ışığında her mevsimde gözlemler tekrarlanacak şekilde planlama yapılacaktır. Çalışmamızın sonunda, belirlediğimiz jeodezik ağda zamansal değişikliklerin saptanmasında kullanılacak Matlab tabanlı bir yazılım geliştirilecektir. Bu yazılımda aşağıdaki şemada gösterildiği üzere, dengeleme, deformasyon belirleme ve sonuçların görüntülenmesi olarak üç bölümden oluşacaktır:



Şekil 2: Deformasyon analizi genel iş akış şeması.

Bu çalışma yapılırken jeodezik çalışmalar (GPS Gözlemleri) dan elde edilecek verilerin işlenmesinde “MATLAB” programları kullanılır. Bu çalışmalar şu şekilde gerçekleştirilir:

- Heyelan bölgesinde, duyarlılığı en iyi, güvenilirliği en yüksek ve maliyeti en düşük jeodezik ağı tesis için en uygun şekil ve gözlem planı oluşturulur, böylece jeodezik ağı optimizasyonu sağlanır, duyarlık ve güven yönünden en uygun jeodezik ağı oluşturulur. Yani datum şekil ve ağırlık optimizasyonları dikkate alınarak duyarlık ve güvenilirlik yönünden optimum jeodezik ağı ve ölçü planı oluşturulur.
- Jeodezik ağı hareketlerinin belirlenmesi ve hareketlerinin davranışlarının (hız, ivme) yorumlanabilmesi için duyarlı bir şekilde gözlemler gerçekleştirilir. GPS oturumları çift frekanslı olarak ve en az 2 saat süreyle statik oturum yapılmak suretiyle gerçekleştirilir. IGS ile uyumlu veri toplanabilmesi için epok süresi en az 30 saniye olarak, uydu yükseklik açısı da 10° olarak ayarlanır. GPS oturumlarında jeodezik antenler seçilerek, bu antenler oturum için multipath ve sinyal kesikliklerinden arındırılacak şekilde tesis edilir. Veri değerlendirme aşamasında duyarlı efemeris bilgileri ve ITRF nokta koordinatları tercih edilir. Mutlak deformasyon modeli kullanılarak heyelan bölgesi dışına en az iki nokta daha tesis edilir. Heyelan hareketlerini yansıtacak fiziksel nitelikte tesis edilen nokta tesislerinde üç aylık sürede en az iki epok ölçü yapılması gerekir. Üç aydan önce deformasyon gerçekleşmesi öngörülmez.
- Gözlemlerden elde edilen veriler doğrultusunda Model Testi ile her bir ölçü epokundan elde edilen birim ağırlıklı sonsal varyansların istatistiksel olarak birbirine eşit olup olmadığı sorgulanır. Varyans Testi sağlanmıyorsa, herhangi bir ölçü epokunda kaba hata olduğu anlaşılır. Bu durumda “barda testi”, “pope testi”, “t testi” gibi Klasik Yöntemlerle ya da Robust İteratif Yeniden Ağırlıklandırılmalı En Küçük Kareler Yöntemi ile uyuşumsuz ölçüler belirlenir. Uyuşumsuz ölçüler belirlendikten sonra değerlendirmeye alınmaz ya da mümkünse arazide tekrar ölçü yapılır. Mümkün değilse ve değerlendirmeye alınması gerekiyorsa ilgili ölçünün ağırlığı küçültülür. Uyuşumsuz ölçüler saptandıktan ve gereği yapıldıktan sonra tekrar varyans testi yapılır. Tekrar uyuşumsuz ölçü çıkması durumunda aynı işlemler tekrarlanır. Uyuşumsuz ölçüler giderildikten sonra Modelimiz dengeleme hesabına hazırdır.
- Datumdan bağımsız bir dengeleme hesabı yapılmak istendiğinden Tüm İz Minimum Yöntemine göre dengeleme hesabı yapılır.
- Ortak noktalara göre Kısmi İz Minimum Yöntemiyle ağı dengelemesi yapıp ortak noktaların her bir periyottaki konumları elde edilir. Global Uyum Testi yardımı ile noktaların epoklar arasındaki konum farklarının anlamlı olup olmadığı araştırılır. Eğer ağda anlamlı deformasyon varsa deformasyonun hangi

noktalarda olup hangi noktalarda olmadığı Yerelleştirme (Lokalizasyon) yapılarak saptanır. Yerelleştirme, S Transformasyonu yardımıyla kolayca gerçekleştirilebilir.

4. Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında aktif Adatepe Heyelanının zamansal olarak gerçekleştirilen kampanya tipi GPS ölçümleri yardımıyla izlenmesi gerçekleştirilmiştir. Çift frekanslı GPS alıcı çalışmaları statik ölçü yöntemine göre analiz edilmiştir. Analiz kapsamında her bir periyot ölçüsü model testi ve uyumsuz ölçüler testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Periyotlar arasında kestirilen nokta konum farklarının anlamlı olup olmadığı ise global uyum testi ile saptanmıştır. Matlab tabanlı olarak gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre bazı noktalarda heyelandan kaynaklanan ve 3-5 cm düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı koordinat farkları tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- Özener H., Doğru A., Arpat E., Acar M., Turgut B., Yılmaz O., Ünlütepe A., Halicioğlu K., Sabuncu A., Havazlı E., Altın A., Kaynarca T., Farisoğulları Ö., Sabuncu A., Akçay H., (2011), Tuzla fayı ve civarında yer kabuğu hareketlerinin jeodezik yöntemlerle incelenmesi. Proje Sonuç Raporu.
- Yalçinkaya M., Teke K., Bayrak T., (2003), *GPS ile ölçülen jeodezik ağlarda duyarlık ve güven optimizasyonu*, TUJK 2003 Yılı Bilimsel Toplantısı, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar, Konya, Türkiye, 24-26 Eylül 2003, cilt.1, ss.162-175
- Bayrak T., Yalçinkaya M., (2002), *GPS ağlarında deformasyonların statik ve kinematik modellerle belirlenmesi için geliştirilmiş bir deformasyon yazılım paketi*, Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, Konya, Türkiye, 16-18 Ekim 2002, cilt.1, ss.116-126
- Ulukavak M., Yalçinkaya M., Tanır Kayıkçı E., (2013), *TUSAGA aktif (CORS-TR) saatlik verileri ile alansal ve noktasal gerinim analizi: Van depremi örneği*, 14. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, Türkiye, 14-17 Mayıs 2013, cilt.1, ss.1-1
- Bayrak T., Yalçinkaya M., (2003), *Heyelanlar için bir dinamik deformasyon ve bir dinamik hareket yüzeyi oluşturulması*, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 9. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, Türkiye, 31 Mart - 4 Nisan 2003, cilt.1, ss.387-398.
- Ayan T., Acar M., (2009), *Farklı hızlara sahip heyelan bloklarının bulanık çıkarım sistemleri ile belirlenmesi*, İTÜDERGİSİ/d Mühendislik Cilt:8, Sayı:3, 67-80.
- Erenoglu R.C., Akçay Ö., Erenoğlu O., Şengül Uluocak E., Karaca Z., (2014), *UAV based monitoring of Adatepe landslide, Canakkale, NW Turkey*, FIG Congress 2014, Engaging the Challenges, Enhancing the Relevance, Kuala Lumpur, Malezya, 6-21 Haziran 2014, pp.1-12