



International Geoinformatics Student Symposium

<https://igss.mersin.edu.tr>



Heyelanlarda nokta bulutlarının kullanılabilirliği

Mücahit Emre ORUÇ *¹ 

¹ Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye

Anahtar Kelimeler

LiDAR
İHA
Uzaktan Algılama
SYM

ÖZ

Türkiye doğal afetlerin meydana gelmesi bakımından bulunduğu coğrafi konum ve sahip olduğu jeomorfolojik yapıdan dolayı büyük risk taşıyan bir öneme sahiptir. Doğal afetlerin can ve mal kaybı bakımından birinci derecede depremler ve ikinci derecede heyelanlar gelmektedir. Heyelan alanları birçok sebepten meydana geldiği gibi birçok etki ve zarara da sebebiyet vermektedir. Günümüz mesleki disiplinlerin birçoğu heyelanların belirlenmesi ve bu doğrultuda alınması gereken önlemlerin önemi hususunda birçok çalışma yapmaktadır. Jeodezik ve jeofizik ölçümler sayesinde heyelan alanlarının belirlenmesi, yön ve hızlarının tespit edilmesi sağlanmaktadır. Bu bağlamda, jeodezik ölçümlerle birlikte uzaktan algılama yöntemlerinden olan İHA ve LiDAR yöntemleri kullanarak elde edilen nokta bulutlarından heyelan alanlarında hem kullanılabilirliğini hem de elde edilen verilerin heyelanların belirlenmesi, izlenmesi ve alınması gereken önlemler hususunda literatüre katkısı araştırılacaktır.

Availability of point clouds in landslides

Keywords

LIDAR
UAV
Remote sensing
SYM

ABSTRACT

Turkey has a great risk due to its geographical location and geomorphological structure in terms of the occurrence of natural disasters. In terms of loss of life and property of natural disasters, first degree earthquakes and second degree landslides come. Landslide areas cause many effects and damages as well as many reasons. Many of today's professional disciplines carry out many studies on the determination of landslides and the importance of the measures to be taken in this direction. Thanks to geodetic and geophysical measurements, it is possible to determine the landslide areas and to determine their direction and speed. In this context, both the usability of the point clouds obtained from the point clouds obtained by using the remote sensing methods, UAV and LiDAR, together with geodetic measurements, and the contribution of the obtained data to the literature on landslide detection, monitoring and measures to be taken will be investigated.

1. GİRİŞ

Türkiye, sahip olduğu jeomorfolojik yapısından ötürü yoğun bir şekilde, can ve mal kaybına yol açan doğal afetlere maruz kalmaktadır (Alptekin et al., 2019). Bu doğal afetlerin başında depremler gelmekle birlikte ikinci yüksek risk taşıyan ve büyük bir öneme sahip olan heyelanlar gelmektedir. Heyelan için en sık kullanılan tanım 'yamaçtan aşağıya doğru hareket eden kaya, toprak veya moloz akışı hareketidir' (Cruden, 1991). Heyelanlar; toprakların, kayaların, nemin ve eğimin oluşturduğu farklı koşullar sonucu ortaya çıkabilmektedir.



Şekil 1. Heyelan örneği (Kalam et al., 2017)

Heyelanların oluşması birçok etkene bağlı olmakla birlikte bu etkenler çoğunlukla doğal yollarla sebebiyet oluştursa da beşeri olarak insanların etkisi olduğu durumlarda da yaşanabilmektedir. Doğal yollar ile oluşan heyelanları bulunduğu bölgenin fiziki yapısı, arazi eğimi, iklim özellikleri ve toprak cinsi gibi jeomorfolojik yapısı bu durumu etkilemektedir. Bunların yanında insanların da ağaçların kesilmesi, toprağın karakteristik özelliklerini, toprağın direncini bozacak yapılaşmaları gibi faktörler de heyelanın oluşumuna etki etmektedir.

Heyelanlar geometrik karakterleri bakımından yedi farklı yapıda sınıflandırılabilir (Zeybek & Şanlıoğlu, 2013; Blasio, 2011). Heyelanı oluşturan bazı temel unsurlar Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Heyelanı oluşturan temel elemanlar (Zeybek & Şanlıoğlu, 2013; Varnes, 1978)

Heyelanların belirlenmesi noktasında birçok disiplin kendi alanlarında çalışmalar yapmaktadır. Yapılan bu çalışmalar ortak payda da soruna ilişkin uygun çözüm ve yaklaşımlar sunmaktadır. Heyelanların belirlenmesinde uzaktan algılama yöntemlerinden olan insansız hava araçları (İHA) ve Light Detection and Ranging; veya Laser Imaging Detection and Ranging (LiDAR) sistemleri kullanılabilir. İHA sistemleri

bu hususta çalışmalara uygun altlık temininde önemli rol oynamaktadır.

Heyelan alanlarının belirlenmesi ve izlenmesi noktasında yersel ölçümlerden GNSS yöntemi de aktif rol oynamaktadır. Heyelan sahasındaki kayan kütlelerin içindeki yatay ve düşey yöndeki hareketler GNSS yöntemi ile belirlenmektedir. Araziye tesis edilen noktaların belirli zaman aralıklarında tekrar ölçülmesi ve bu ölçümlerin analiz edilerek bir önceki ölçümlere göre farkları bölgede oluşan deformasyon bilgisini vermektedir. Bu çalışmada heyelan alanlarının belirlenmesi ve belirlenen alanların kayma hızı ve ivmesinin hesaplandığı çalışmalar incelenmiş olacaktır.

İHA sistemi ile yapılan heyelan tespiti çalışmaları ve bu yöntemle elde edilen düşük irtifalarda çekilen görüntüler bizlere alanın yüksek çözünürlükte nokta bulutu verisini, SYM haritasını verebilmektedir. Hareket eden kütlelerin yönünü arazideki eğim belirlemektedir. Bu sebeple, arazinin sayısal yükseklik modeli (SYM) hassas bir şekilde belirlenmelidir. İHA günümüzde birçok çalışmada altlık oluşturabilecek görüntü ve haritaları sunmaktadır. Aynı şekilde uydu görüntülerinden alınan veriler ile de birtakım çalışmalar yapılsa da İHA ile elde edilen çözünürlükten daha az bir çözünürlük sunduğu için İHA'nın kullanımı daha olanaklı olmaktadır.

Uzaktan algılama teknikleri ile afetlerin modellenmesi mühendisler için büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Uydu görüntüleri, lazer tarayıcıdan elde edilen nokta bulutları ve İHA'lardan elde edilen görüntüler çalışma bölgesinin kolay bir şekilde modellenmesini sağlamaktadır. Uydu görüntüleri yüksek çözünürlükte olmadığı için net görüntü vermemektedir (Alptekin & Yakar, 2020).

Bu yöntemlerin dışında çalışmada da konu olan bir diğer sistem LiDAR sistemidir. Bu sistem diğer yöntemlere göre daha maliyetli olsa da heyelan gibi deformasyon çalışmalarında daha iyi ve daha hassas sonuçlar verdiği görülmüştür. Yüksek hassasiyette sonuçlar veren bu yöntemin kullanılabilirliği yapılan çalışmalarda görülmektedir. LiDAR sistemi ile elde edilen nokta bulutu verileri çok düşük hassasiyette sonuçlar vermektedir.

Yapılan literatür araştırmaları sonucunda İHA ve LiDAR sistemleri daha detaylı olarak diğer bölümlerde anlatılmaya çalışılmıştır.

Makale, bilimsel bir dille, farklı disiplinlerdeki ispata

2. YÖNTEM

Heyelan çalışmalarında kullanılan birçok yöntem ve bulunmaktadır. Bu yöntemler konu ile ilgili araştırma yapan birçok disiplin tarafından kullanılmaktadır. Heyelanların sebep olduğu yıkıcı ve bozucu etkilerinden en az şekilde zarar görmek için bu doğal afetlerin izlenmesi ve gözetilmesi önemli bir konudur.

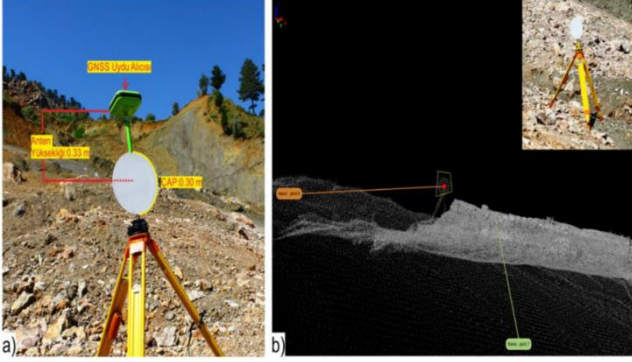
Bu heyelan izleme çalışmalarında en akla gelen çözüm ölçme ve erken uyarı sistemlerinin kullanılmasıdır. Uygun bir izleme sisteminin seçilmesinde en kritik öneme sahip hususlar heyelanın

türü ve boyutları, gözlemlenen hız, periyot aralıkları, beklenen doğruluk ve maddi kaynaklara bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Heyelanların izlenmesinde uygulanan izleme sistemleri genellikle

jeodezik ve uzaktan algılama teknikleri olarak iki ana gruba ayrılabilir. Geleneksel jeodezik ölçme yöntemleri: açı, mesafe ve yükseklik farkları gibi heyelanların topoğrafyasındaki geometrik değişimlerin belirlenmesini içermektedir. Bu teknikler heyelanın dışında ve içindeki noktalara farklı zamanlarda yapılacak ölçmeleri gerektirmektedir. Yapılan bu ölçmeler oldukça yüksek doğruluğa sahip olmaktadır. (Zeybek & Şanlıoğlu, 2013; Malet et al., 2002).

2.1. GNSS yöntemi

GNSS ölçmeleri yüksek doğruluk, ekonomiklik gibi avantajlarından ötürü, kıtalar arası hareketleri dahi izlenebilir hale getirmesi, klasik yersel ölçme yöntemlerine olan rağbeti bir hayli azaltmıştır. GPS/GNSS teknikleri heyelanların izlenmesinde ve deformasyon çalışmalarında jeodezik amaçla verilerin elde edilmesinde en çok kullanılan yöntemlerden biridir (Zeybek et al., 2014).



Şekil 3. GNSS sistemi (Zeybek et al., 2015)

Ayrıca yamaçların stabilize durumlarını ivme ölçerlerle birlikte GNSS verileriyle entegre edilerek heyelanların öncesinde ve sonrasındaki verilerin değerlendirilmesiyle alakalı çalışmalar yapılabilmektedir (Wu & Lin, 2008).

2.2. İnsansız Hava Aracı (İHA)

Heyelan, insanların kontrolü dışında gerçekleşen mal ve can kaybına neden olan bir doğal afettir (Zeybek & Şanlıoğlu, 2015). Heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesi ve heyelan duyarlı alanların belirlenmesi mühendisler ve karar vericiler için büyük önem arz etmektedir. Üretilecek haritaların doğrulukları can ve mal kayıplarının azaltılmasında büyük öneme sahiptir (Kavzoğlu et al., 2014).



Şekil 4. İnsansız hava aracı (Uysal et al., 2018).

İnsansız hava araçları heyelan yönetiminin farklı aşamalarında kullanılmaktadır. Genellikle heyelan yönetiminde İHA aşağıda belirtilen durumlarda kullanılmaktadır.

- Heyelanları izleme, tahmin ve erken uyarı amaçlı kullanımı. İHA çevresel izleme ve tahmin için bilgilerin analiz edilmesinde ve erken uyarı için kullanılır.
- Afet bilgilerinin birleştirilmesi ve paylaşımı, farklı bilgi teknolojileri arasında köprü sağlamak ya da farklı kaynakların mevcut bilgilerinin birleştirilmesinde İHA'lar diğer uygulamaları destekler.
- Durum belirleme, lojistik ve tahliye desteği amaçlı kullanım. İHA afet anında özellikle afetten etkilenen insanları ve kurtarma ekiplerinin hareketleri hakkında bilgi toplanmasına yardımcı olabilir.
- İletişim sistemini desteklemek, İHA ile afet esnasında yok olmuş ya da zarar görmüş iletişim alt yapısını yeniden kurabilir.
- Arama kurtarma faaliyetleri, İHA'lar kayıp, yaralı ve enkaz altında kalan kişilerin aranması ve kurtarılmasında kullanılabilirler.
- Hasar değerlendirme, İHA'ları video ve görüntüler yardımı ile hasar değerlendirmesi yapılabilir (Uysal et al., 2018).

2.3. LiDAR

Heyelanların etkilerinin azaltılması amacıyla izlenmesi Dünyada oldukça fazla sayıda ve değişik yöntemlerle çalışmalar yapılmaktadır. Teknolojinin sağladığı katkılarla bu yöntemler günden güne ilerlemekte, daha hassas, hızlı ve düşük maliyette araştırmaların sürdürülmesine imkân vermektedir. Bu teknolojik gelişmeler mühendislik çalışmalarına yeni bir soluk getirip bu avantajı kazandıran lazer tarayıcıların üretilmesi ve geniş kullanım alanına sahip olması, araştırmaların seyrini ve amacını genişleterek büyütüştür. 3B'lu yersel lazer tarama teknolojisi, bir yapı veya yeryüzü üzerinden elde edilen nokta bulutları yardımıyla, taranmış alanların gerçeğe dayalı görüntülerinin oluşturulduğu, modellerinin elde edildiği veri toplama teknolojisi olarak nitelendirilebilir. Bu teknoloji ile yeryüzünde, büyük ölçekli araştırmalarda, karmaşık alanlarda ve düzensiz yüzeylerle birlikte, normal veya normal olmayan yapıların 3B'lu konumsal bilgilerinin doğrudan toplayabilmektedir. Bu yöntem araziye ait yoğun nokta bulutu verisini vermekte ve 3B'lu konumsal bilgisini sunmaktadır.

Heyelanların karmaşık, girilmesi veya ölçülmesi zor bölgelerde olduğu durumlarda bu teknolojiden etkin bir şekilde faydalanılması, araştırmalarda büyük kolaylıklar sağlayabilmektedir. (Zeybek & Şanlıoğlu, 2013).

2.3.1. Yersel Lazer Tarayıcılarda Ölçme Prensipleri

Lazer tarayıcılar, lazer ışınının cihazdan saçılması ve geriye dönmesinin ölçülmesinden ibarettir. Lazer tarayıcılar genellikle iki farklı gruba ayrılmaktadır. Bu gruplandırmada en önemli unsur sinyal atımında sinyalin gidip geri dönme süresidir.



Şekil 5. Yersel lazer tarayıcı (URL-1, 2021)

Lazer ölçme cihazları faz ve sinyal ölçme ile iki farklı ölçme prensibine sahiptir (Yakar et al., 2020; Çelik et al., 2020). Faz ölçmeleri mesafe ölçmelerinde daha doğru sonuç vermesinin yanında ölçme mesafesinin kısa olması bir dezavantajdır (Petrie & Toth, 2008; Zeybek & Şanlıoğlu, 2013). Bu nedenle ALS ve TLS uygulamalarında sinyal ölçme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu nedenle heyelan ve diğer uzun menzilli çalışmaları gerektirdiği için sinyal ölçme tekniğini kullanan lazer tarayıcılar kullanılmaktadır (Wehr & Lohr, 1999; Baltsavias, 1999; Zeybek & Şanlıoğlu, 2013).

Her iki ölçme sistemi; hava ve yersel tarayıcılar için lazer sinyalinin gönderilip, farklı yansıtıcı özelliklere sahip maddelere çarparak geri dönen sinyallerin kayıt edilmesiyle ölçümler tamamlanır (Caner et al., 2008; Zeybek & Şanlıoğlu, 2013).

3. SONUÇLAR

LİDAR ve Fotogrametri gibi uzaktan algılama teknikleri kullanılmadan önce noktasal anlamda GPS ve total-station gibi teknikler heyelanların izlenmesinde kullanılabilmektedir. Gelişen ve sürekli yenilenen teknoloji sayesinde geliştirilip üretilen yeni teknikler ve cihazlar bu cihazların verilerini işlemeye yarayan yazılım ve programlar, heyelan alanlarının noktaya bağımlı ölçmeler olmasından daha geniş alanların 3B konumsal verisinin elde edilmesinde büyük imkânlar sağlamıştır. Bu sayede heyelan bölgelerinin hareketleri ve oluşum süreçlerinin ortaya çıkartılmasında büyük kolaylıklar sağlamıştır. TLS sayesinde en az iki farklı zamansal aralıkta ölçülerle heyelan alanına ait yüksek çözünürlüğe sahip sayısal arazi modellerinin elde edilmesi ile hareket miktarlarının, hız değerlerinin doğruluk ölçütleri artmış, daha güvenilir ve daha detaylı kullanılabilir hale gelmiştir. Günümüzde ise yalnızca TLS teknikleri kullanılarak araştırma ve çalışmaların yapıldığı ve bu çalışmaların doğru sonuç vererek sonuca ulaştığı birçok çalışmada görülmektedir.

Yapılan araştırmalarda görüldüğü üzere TLS tekniği heyelan ve diğer deformasyon izleme çalışmalarında cm hassasiyetinde fark ve değişimleri ortaya çıkarabilecek doğruluktadır. Pek çok ülkede Lazer tekniklerinin

kullanılmasına rağmen ülkemizde yeteri kadar kullanıma sahip olmaması, ülkemiz açısından dezavantaj oluşturmaktadır. TLS, meydana gelen birçok heyelan vakasında can ve mal kayıplarının önüne geçilmesinde ve bu durumlardan önce yaşanmadan alınacak önlemler hususunda hızlı, doğru ve maliyeti düşük sayılabilecek yeni bir tekniktir

4. KAYNAKÇA

Alptekin A & Yakar M (2020). Heyelan bölgesinin İHA kullanarak modellenmesi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 17-21.

Alptekin, A, Çelik M Ö, Kuşak L, Ünel F B & Yakar M (2019). Anafi Parrot'un Heyelan Bölgesi Haritalandırılmasında Kullanımı. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 1(1), 33-37.

Baltsavias E P (1999). Airbone laser scanning: basic relations and formulas. *ISPRS J Photogramm Remote Sens* 54:doi:10.1016/S0924-2716(99)00015-5, pp. 199-214.

Blasio F V D (2011). Introduction to the physics of landslides: Lecture notes on the dynamics of mass wasting. Springer.

Caner H H, Erwin J L L, Garcia P & Maria S Q (2008). 3D Risk Mapping. Flemish Agency of the European Leonardo Da Vinci Programme.

Cruden D M (1991). A simple definition of a landslide. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology* (43).

Çelik M Ö, Hamal S N G & Yakar İ (2020). Yersel lazer tarama (YLT) yönteminin kültürel mirasın dokümantasyonunda kullanımı: Alman Çeşmesi örneği. *Türkiye LİDAR Dergisi*, 2 (1), 15-22.

Kavzoğlu T, Şahin E K & Çölkese İ (2014). Heyelan Duyarlılık Analizinde Ki-Kare Testine Dayalı Faktör Seçimi. *V. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL CBS 2014)*.

Malet J P, Maquaire O & Calais E (2002). The use of global positioning system techniques for the continuous monitoring of Landslide. *Geomorphology*, 33-54.

Petrie G & Toth C K (2008). I. Introduction to laser ranging, profiling and scanning, II. Airbone and spaceborne laser profiles and scanners, III. Terrestrial laser scanners (chapters 1 to 3). CRC Press.

URL-1: <https://paksoyteknik.com.tr/index.php/paksoy-topcon/lazer-tarama/faro> [access date: 15.05.2021]

Yusal M, Yılmaz M, Tiryakioğlu İ & Polat N (2018). İnsansız hava araçlarının afet yönetiminde

kullanımı. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi-B Teorik Bilimler*, 6, 219-224.

Varnes D J (1978). Slope movements: type and processes. *Landslide Analysis and Control. Transp. Res. Board*, 11-33.

Wehr A & Lohr U (1999). Airborne laser scanning—an introduction and overview. *ISPRS J Photogramm Remote Sens*, 54, 68–82.

Wu J H & Lin H M (2008). Analyzing the shear strength parameters of the Chiu-fen-erh-shan landslide: integrating strong-motion and GPS data to determine the best-fit accelerogram. *GPS Solutions*, 13, 153-163.

Yakar M, Kuşak L & Ünel F B (2020). Ölçme Bilgisi II. *Atlas Akademi*. ISBN 978-605-7839-25-1, Konya.

Zeybek M, Şanlıoğlu İ & Genç A.(2015). Yüksek çözünürlüklü yersel lazer tarama verilerinin

filtrelenmesi ve filtrelemelerin heyelan izlemeye etkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 1(1-2), 11-20.

Zeybek M, Şanlıoğlu İ, Özdemir A & Bayrak T (2014) Hızlı Oluşan Heyelanların İzlenmesinde GNSS Yöntemlerinin Kullanılması ve Taşkent Heyelanı Uygulaması. *HKMO-Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 7. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu 15-17 Ekim 2014*, Hitit Üniversitesi, Çorum.

Zeybek M & Şanlıoğlu İ (2015). Accurate determination of the Taşkent (Konya, Turkey) landslide using a long-range terrestrial laser scanner. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 74(1), 61-76.



© Author(s) 2021. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>