ENVISAT SAR GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK HEYELANLARIN İZLENİLMESİ

Kemal Özgür HASTAOĞLU[1], Fatih POYRAZ[1], Mehmet DEMİREL[2], Tarık TÜRK[1]

[1] Yrd.Doç.Dr, Cumhuriyet Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, *khastaoglu@cumhuriyet.edu.tr, fpoyraz@cumhuriyet.edu.tr, tturk@cumhuriyet.edu.tr*
[2] Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, *mdemireel@gmail.com*

ÖZET

Doğal afetlerin önceden belirlenmesi ve izlenmesi oldukça büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda uzay radar görüntüleri kullanılarak özellikle depremler, heyelanlar ve volkanlar gibi doğal afetlerin izlenmesi ve belirlenmesi araştırmaları bilim adamları tarafından oldukça yaygın olarak çalışılmaktadır. Günümüzde heyelan hareketlerinin izlenmesi için birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biride, Synthetic Aperture Radar (SAR) görüntülerinin değerlendirildiği Permanent Scatterers Interferometric Synthetic Aperture Radar (PSInSAR) tekniği yöntemidir. Bu çalışmada da Sivas/Koyulhisar Heyelan sahasına ait 2001-2009 yılları arasındaki alçalan ve yükselen ENVISAT uydusuna ait SAR görüntüleri değerlendirilmiştir. Değerlendirme işleminde Stanford Method for Persistent Scatterers (StaMPS) yazılımı kullanılmıştır. Değerlendirme sonucunda heyelan sahasındaki Permanent Scatterers (PS) noktalarına ait uydu bakış doğrultusunda (line of slight (LOS) yıllık hız değerleri elde edilmiştir. Elde edilen PS noktalarına ait hız değerleri kullanılarak yüzey enterpolasyonu gerçekleştirilmiş ve heyelan sahasına ait genel yıllık hareket miktarları belirlenmiştir. Bu değerler ışığında heyelan sahasındaki aktif kayma yüzeyleri belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Heyelan, PSInSAR, SAR

ABSTRACT

Determining and monitoring natural hazards is of great importance. With the usage space radar images, especially natural hazards like earthquakes, landslides and volcanos are determined and monitored by scientists in recent years. Nowadays, many methods are being used to monitör landslide movements. One of these methods is Permanent Scatterers Interferometric Synthetic Aperture Radar(PSInSAR) technique which assesses Synthetic Aperture Radar(SAR) images. In this study, SAR images from ENVISAT satellite which has descended and ascended between 2001-2009 years over Sivas/Koyulhisar are being assessed. The process is made within Stanford Method for Persisten Scatterers(StaMPS) software. As a result, the velocity of the Permenent Scatterers points, that are scattered over the landslide area, are obtained within the line of sight of the satellite. With these velocity attributes the surface of the landslide area is enterpolated to gather the annual movement amount. By these results active shift surfaces of the landslide area are determined.

Keywords: Landslide, PSInSAR, SAR

1.GİRİŞ

Heyelanlar doğal afetlerin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Özellikle yerleşim alanlarına yakın yerlerde oluşan heyelanlar can ve mal kaybına neden olmaktadır. Bu yüzden heyelan hareketlerinin izlenmesi çok önemlidir. son 20 yılda InSAR yöntemi de heyelanların izlenilmesinde sıkça kullanılmıştır (Fruneau et al., 1996;Singhroy et al., 1998; Rott et al., 1999; Crosetto et al., 2005; Motagh et al., 2013).

Heyelan sahalarında alansal anlamda hareket bilgilerini kullanıcılara sağlayacak yöntemlerin kullanılmasında fayda olacağı düşünülmektedir. Son yıllarda özellikle heyelan sahalarındaki deformasyonların alansal anlamda izlenebilmesi için InSAR yöntemleri oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. PSI methodu olarak isimlendirilen Permanent Scatterers Technique Feretti et al 2001 tarafından geliştirilmiştir Daha sonra bir çok araştırmacı tarafından bu yöntem kullanılarak geliştirilmiştir. (Berardino et al., 2002;Hooper et al., 2004; Kampes, 2005;).

PSI tekniği heyelanların izlenmesinde de birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır. (Farina et al. 2006;Colesanti et al. 2006; Meisina et al. 2006; Herreraet al. 2009a;Righini et al. 2010; Nutti et. al. 2010; Liu et al.,2013). Bu yönyemde hep aynı (permanent) yansıtma özelliği gösteren hedeflerden (scatters) gelen sinyaller kullanılarak bölgede meydana gelen milimetre büyüklüğündeki değişimler alansal ve zamansal olarak tespit edilebilmektedir.

Son yıllarda heyelanların izlenmesinde GPS ve PSInSAR sonuçlarının birlikte kullanıldığı çalışmalarda bulunmaktadır (Peyret et.al.,2008;Yin et. al. ,2010;Catalão J. et. Al. ,2011; Cigna et.al., 2012; Akbarimehr et.al., 2013;Zhu et. al., 2014). GPS ile üç boyutlu(3D) hareket miktarları belirlenirken Sar yöntemi ile sadece line of slight (LOS) yönünde bir boyutlu (1D) hareket miktarları belirlenebilmektedir. Bu yüzden bu iki yöntem birlikte kullanılarak yorum gerçekleştirebilmek için üç boyutlu GPS sonuçları LOS yönünde bir boyutlu sonuçlara dönüştürülür.

Bu çalışmada Koyulhisar ilçesi Heyelan sahasına ait 2001-2019 yolları arasındaki Envisat SAR görüntüleri PSI tekniği kullanılarak değerlendirilmiş ve heyelan sahasındaki yüzeysel kaymalar belirlenmeye çalışılmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI

Koyulhisar ilçesi, Sivas'a 180 km uzaklıkta olup, batıda Tokat'ın Reşadiye kuzeyde Ordu ilinin Mesudiye, doğuda Suşehri ve güneyde Zara ve Hafik ilçeleri ile çevrilidir. Koyulhisar ilçe merkezinde bulunduğu bölge önemli sismik kuşaklarından birisi olan Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde yer almaktadır. Bölgede yer alan kayaların gerek litolojik özelliklerinden ve gerekse yoğun aktif faylanmaya bağlı olarak şekillenen morfolojiden dolayı heyelanlar da büyük risk oluşturmaktadır. Bu amaçla bölgede değişik zamanlarda çeşitli bilimsel ve teknik amaçlı çalışma ve gözlemler yapılmıştır (Toprak 1988; Sendir and Yılmaz , 2002).

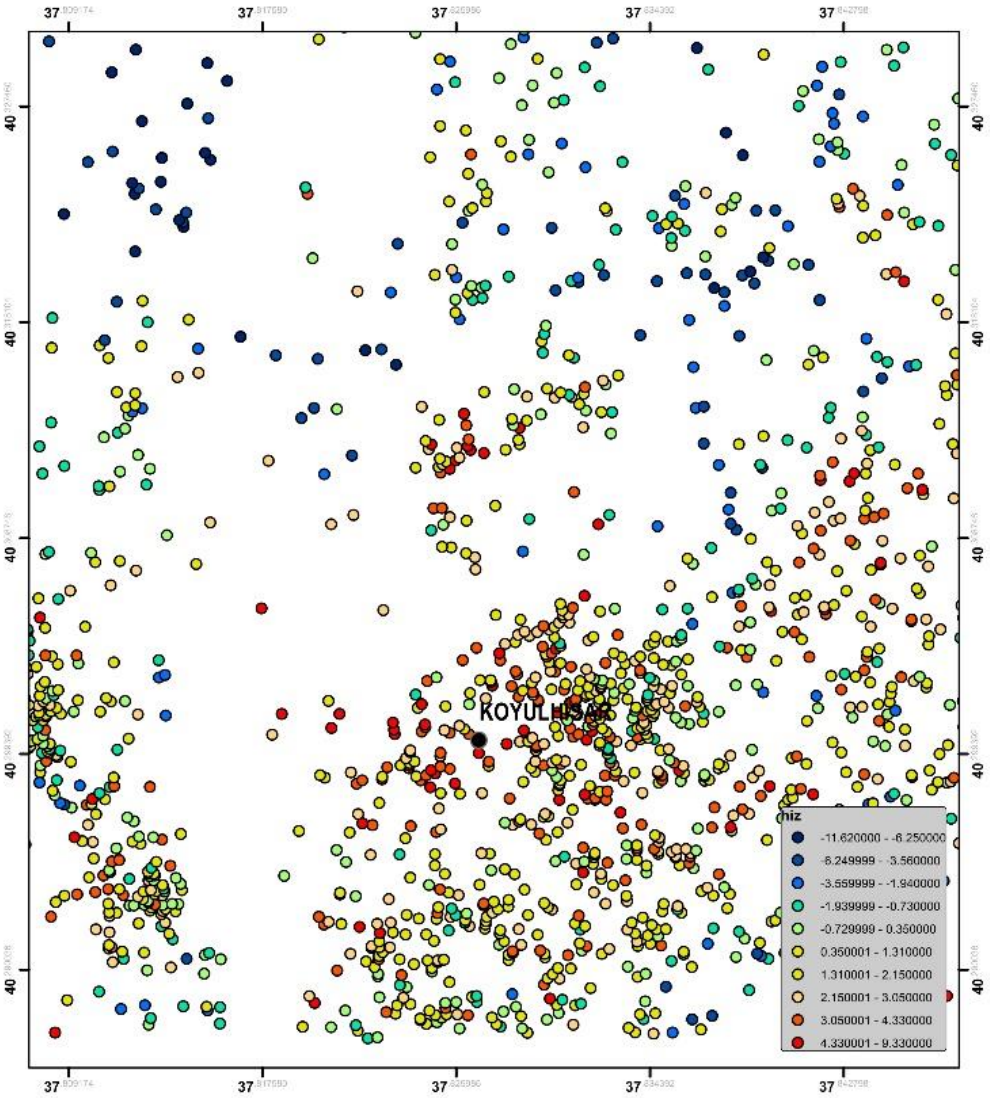
Şekil 1. Çalışma Alanı

Koyulhisar ilçe merkezi dairesel-dönme şeklinde meydana gelmiş eski bir heyelan üzerinde bulunmaktadır. Koyulhisar'ın üzerinde bulunduğu eski heyelan kütlesinin önü açık olup, geçen zaman içerisinde sürekli aktivitesini sürdürmüştür. Ancak bu aktivite kütlesel olmayıp, genellikle ana kütle üzerinde meydana gelen lokal heyelanlar şeklindedir (Tatar v.d 2000).

Çalışma alanında meydana gelen heyelanların incelenmesi sonucunda yağışlar ve bitki örtüsünün de büyük ölçüde rol oynadığı görülmüştür. Özellikle 1998 ve 2000 yılı heyelanlarından önce gerçekleşmiş olan bol yağışlı kış ve ilkbahar mevsimlerinin etkisi ile kırık ve çatlakların su ile dolması sonucunda, hem buralarda yaygın kil dolgunun dayanımını düşürmüş, hem de buralarda kayma düzlemelerinde hareketin oluşmasına katkıda bulunmuştur (Sendir H. ve Yılmaz I. , 2002).

3. SAR VERİSETİ VE DEĞERLENDİRMESİ

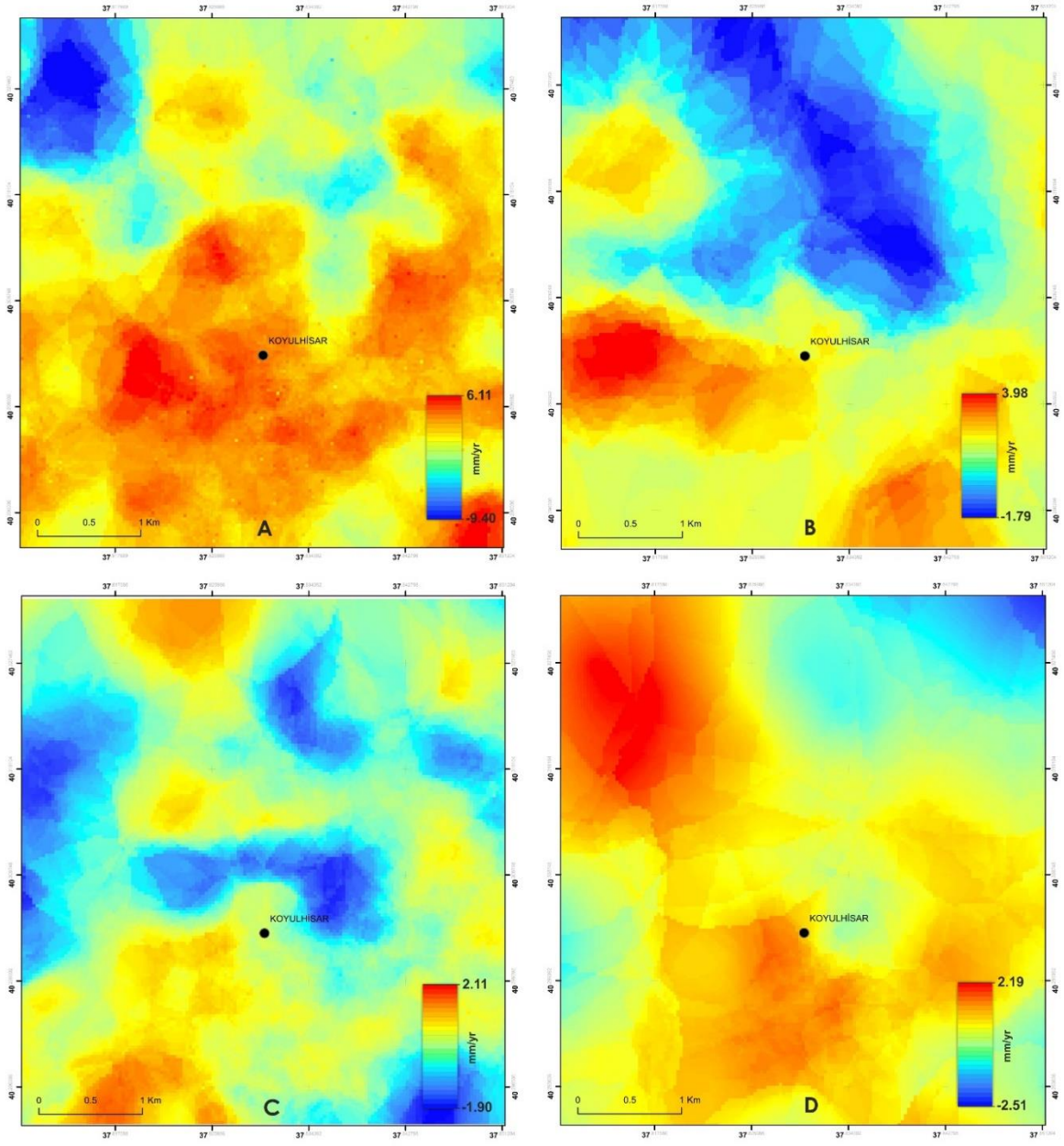
Kullanılan PS yöntemini içeren algoritma, tek bir ana (master) görüntü seçerek oluşturulan interferogram her bir zaman serisi üzerinde çalışır. İşlenen görüntülerde piksek piksel PS noktası taranır ve gürültüler ayıklanarak PS noktaları elde edilir (Ferretti et al., 2001;Hooper et al., 2012).



Şekil 2. Değerlendirme sonucu elde edilen PS noktaları

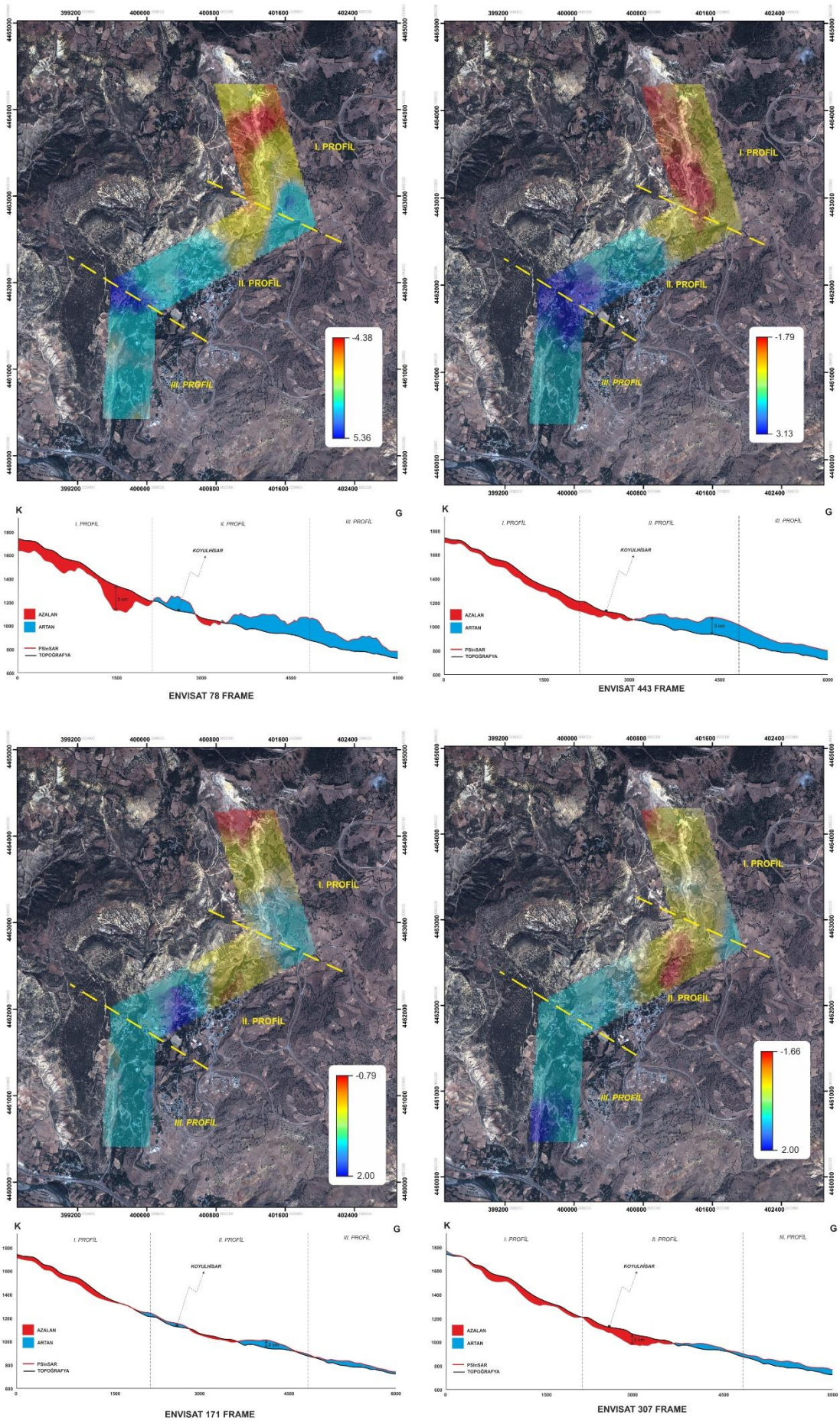
Bu çalışmada ENVISAT uydusuna ait (78, 171, 443, 307 iz numaralı, alçalan) SAR görüntüleri ESA arşivinden alınmıştır. PSI analizi için en az 10 adet ENVISAT ham arşiv görüntüleri kullanılmıştır. Bu görüntüler özellikle descending (alçalan) olanlar tercih edilmiştir. Bu çalışmada, ham olarak alınan SAR görüntüleri ROI_PAC ve DORIS gibi açık kaynak kodlu yazılımlar kullanılarak SLC formatına dönüştürülmüştür. İnterferogramlar için Delft orbitleri kullanılmıştır. Topoğrafik etkiyi azaltmak için 90x90m çözünürlükteki SRTM DEM verisi kullanılmıştır. Bu çalışmada, Koyulhisar heyelanını izlemek için Stanford Method for Persistent Scatterers (StaMPS) yaklaşımı uygulanmıştır.

Değerlendirme sonucumda elde edilen PS noktalarına ait hız değerleri kullanılarak ArcGIS yazılımında Kriking enterpolasyon yöntemi yardımı ile Koyulhisar heyelann sahası için hız alanı değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bu değerlerden heyelan sahası boyunca bir kesit geçirilmiş ve bu kesite ilişkin değerler Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 3. PS noktalarının enterpolasyonu (Kriking) sonucu hız dağılımları

A- Envisat 78 frame, B-Envisat 443 frame, C-Envisat 307 frame, D-Envisat 171 frame



Şekil 4. Heyelan sahası boyunca gözlemlenen hareketin topoğrafya üzerindeki değişimi

4. SONUÇ

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen gözlem ve ölçümler sonrasında genel olarak yaklaşık K-G yönünde küçük ve/veya büyük hareketler gözlenmiştir. Çalışma sahasının genel değerlendirmesi içerisinde alçalma ve/veya yükselme değerleri dikkate alınarak şekil 4 'de değerlendirme yapıldığında, başta Sendir ve Yılmaz (2001) olmak üzere araştırmacıların öngördüğü genel heyelan mekanizmasıyla uyumlu olduğu belirlenmiştir. Bu genel değerlendirme proje sahasının kuzeyinde genel bir çökmeyi, güneyinde ise yükselme gelişimini içermekle birlikte alçalmanın gerçekleştiği bölge Saytepe'nin gerisinde (kuzeyinde) kalan bölgelerde açık bir şekilde gözlenmektedir. Yükselme şeklindeki hareket ise özellikle Koyulhisar yerleşim alanının güneybatı ucunda (Şekil 4) emniyet binası ve civarında olmak üzere belirlenmiştir.

Özellikle SAR yöntemi, çökme ve yükselme hareketlerini %90 oranında yansıtırken yatay bileşimindeki hareketleri yansıtmakta başarılı olmamıştır. Bunun neticesinde lokal anlamda daha küçük alanlardaki yatay hareketlerin belirlenmesinde SAR yöntemi yerine GPS yönteminin benimsenmesinin daha faydalı olacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma TUBİTAK 111Y111 nolu proje, CUBAP M 468 nolu proje ve ESA TRHK001 nolu projeler ile desteklenmektedir.

5. KAYNAKLAR

Berardino, P., G. Fornaro, R. Lanari, and E. Sansosti , 2002. A new algorithm for surface deformation monitoring based on small baseline differential SAR interferograms, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., 40,2375– 2383.

Farina, P., Colombo, D., Fumagalli, A.., Marks, F., Moretti, S., 2006. Permanent scatterers for landslide investigations: outcomes from the ESA-SLAM Project, Engineering Geology 88, 200-217.

Ferretti A., Prati C., ve Rocca F., 2001. "Permanent Scatterers in SAR Interferometry," IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 39, no. 1, pp. 8-20.

Hooper, A., Zebker, H., Segall, P., ve Kampes, B., A new method for measuring deformation on volcanoes and other natural terrains using InSAR persistent scatterers, Geophsical Research Letters, Vol.31, (2004).

Kampes, B. M.: 2005. Displacement Parameter Estimation using Permanent Scatterer Interferometry. PhD thesis. Delft University of Technology. Delft, the Netherlands. PhD thesis.

Peyret M., Djamour Y., Rizza M., Ritz J.-F,,Hurtrez J.-E., Goudarzi M.A., Nankali H. , Chéry J., Le Dortz K., Uri F., 2008. Monitoring of the large slow Kahrod landslide in Alborz mountain range (Iran) by GPS and SAR interferometry, Engineering Geology 100, 131 141.

Sendir, H. ve Yılmaz, I., 2001. Koyulhisar (Sivas) heyelanlarına yapısal ve jeomorfolojik açıdan bakış. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A-Yerbilimleri, c.18, no.1, s. 47-54.

Sendir, H. and Yilmaz, I., 2002. "Structural, geomorphological and geomechanical aspects of the Koyulhisar landslides in the North Anatolian Fault Zone (Sivas- Turkey)". Environmental Geology, 42 (1), 52-60.

Tatar v.d 2000. Koyulhisar İlçe Merkezi ve İlçe Emniyet Amirliği Hizmet Binası Heyelan Etüd ve Değerlendirme Raporu. Sivas

Toprak, V., 1988. Neotectonic characteristics of the North Anatolian Fault Zone betwen Koyulhisar and Suşehri (NE Turkey), METU Jr. Pure and Applied Sciences, 21, 1-3, 155-168.