

# GEDİZ GRABENİNİN DOĞU KESİMİNDEKİ TEKTONİK HAREKETLERİNİN GPS VE PS-INSAR YÖNTEMLERİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ; İLK SONUÇLAR

F.POYRAZ<sup>1</sup>, O. TATAR<sup>2</sup>, K. H. HASTAOĞLU<sup>1</sup>, O. GÜRSOY<sup>1</sup>, T. TÜRK<sup>1</sup>, F. KOÇBULUT<sup>2</sup>, İ. TİRYAKIOĞLU<sup>3</sup>, M. DEMİREL<sup>1</sup>, H. DUMAN<sup>1</sup>, R.A. KUÇAK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü,  
Ölçme Tekniği Anabilim Dalı, Sivas, [fpoyraz@cumhuriyet.edu.tr](mailto:fpoyraz@cumhuriyet.edu.tr)

<sup>2</sup> Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,

<sup>3</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü,

## Özet

*Çalışma kapsamında Ege Horst- Graben sisteminde, Gediz Grabeninin doğu kesiminde Alaşehir-Sarıgöl arasında kalan bölge çalışma alanı olarak seçilmiştir. Gediz Grabeni Manisa'dan Pamukkale'ye kadar uzanır. Yaklaşık 200 km uzunluğundadır. Grabenin ana fayı güney kenarı boyunca uzanır, kuzeyde ise yer yer bu fayın antitetik bileşeni yer alır. Graben içinde oluşan M=6.5 büyüklüğündeki 28 Mart 1969 Alaşehir depremi meydana gelmiştir. Gediz Grabeninin Neojen çökellerini metamorfik temelden (Menderes Masifi) ayıran ana fay, güney sınır fayı (Seyitoğlu ve Scott, 1996) ya da Karadut Fayı (Emre, 1996) olarak adlandırılmaktadır.*

*Birçok uygarlığın üzerinde geliştiği Batı Anadolu, tarihsel dönemlerde de birçok yıkıcı depremlerin etkisinde kalmıştır. Çalışma bölgesini kapsayan alanda tarihsel dönemde oluşmuş 13 dolayında deprem bilinmektedir. Bu tarihsel depremlerin büyük bir çoğunluğu Gediz grabeni çevresinde yoğunlaşmaktadır. Gediz Grabenindeki tarihsel deprem aktivitesi incelendiğinde, Grabenin batı ucundaki bölgede MO\* 17, 1592, 1850, 1862 yıllarında, Grabenin doğu ucunda, Büyük Menderes Grabeni ile kesişim noktasında Denizli bölgesinde ise 60, 494 yıllarında şiddeti VIII'den büyük depremlerin olduğu, belirtilen tarihlerden sonra ise Grabenin doğu ucunda 1969 Alaşehir Depremi'nin olduğu bilinmektedir.*

*Bu bildiri de ise çok disiplinli olan UDAP-Ç-13-07 ve TÜBİTAK 113Y526 numaralı projelerin çalışmaları kapsamında yürütülen uygulamalar anlatılacaktır. Çalışma kapsamında, iki farklı uzaysal jeodezik teknoloji olan SAR (Yapay Açıklı Radar) interferometrisi ve GPS (Küresel Konumlandırma Sistemi) kullanılmıştır. Her iki yöntemde yersel deformasyonların belirlenmesinde ve izlenmesinde gittikçe artan oranda yaygın olarak kullanılmaktadır. İki yöntem ile elde edilecek sonuçların birbirlerine göre üstünlükleri bulunmaktadır. GPS ile yapılan cm-altı duyarlılıkta noktasal bazda ölçmeler, yersel deformasyonun yatay bileşenine duyarlıyken (düşey hata yatay hataların yaklaşık iki katıdır), InSAR ile yapılan cm-düzeyindeki alansal ölçümler düşey doğrultudaki yerdeğişimlerin belirlenmesinde etkili olmaktadır. Bu çalışmada, her iki teknolojinin üstünlükleri birlikte kullanılarak, yersel uzun dönem deformasyonların belirlenmesine yönelik çalışmaların yapılması hedeflenmiştir.*

*Anahtar kelimeler: Deprem, GPS, PS-InSAR*

# THE EASTERN PART OF GEDİZ GRABEN DETERMINATION METHODS OF TECTONIC MOVEMENTS GPS AND PS-INSAR; THE FIRST RESULTS

## Abstract

*The study area is located in Aegean Horst-Graben system, bordered by Alaşehir and Sarıgöl in the eastern part of Gediz Graben. Gediz Graben extends from Manisa to Pamukkale and has a length of approximately 200 km. The main fault of the graben extends along the southern edge. The antithetic components of this fault are located from place to place in the north. The earthquake of Alaşehir whose magnitude is  $M=6.5$  occurred in the graben on March 28, 1969. The main fault separating The neogene sediments of the Gediz Graben from metamorphic basements (Menderes Masifi) is called The southern boundary fault (Seyitoğlu and Scott, 1996), or The Karadut fault (Emre, 1996).*

*Many civilizations were developed in the place where The Western Anatolia affected by a lot of destructive earthquakes throughout history. The existence of about 13 earthquakes occurred at the historical period in the zone encompassing the study area are known. The vast majority of these historical earthquakes are concentrated around the Gediz graben. When the historical earthquake activity of Gediz Grabe is analyzed, the existence of earthquakes whose magnitude is bigger than VII is known in the western area of the graben in B.C. 17, 1592, 1850, 1862 years, and in Denizli region at the intersection of the Great Menderes Graben, at the eastern area of the Graben in A.D. 60, 494 years. Later than the specified dates, 1969 Alaşehir earthquake is known to occur in the eastern area of the graben.*

*Within the study, two different spatial geodetic technology, SAR (Synthetic Aperture Radar) interferometry and GPS (Global Positioning System) will be used. Both methods are increasingly widely used for determining and monitoring locally deformations. Results which will get with both methods have advantages with respect to each other. While basis point measurements get with GPS under cm sensitivity is susceptible the horizontal component of terrestrial deformation (vertical error is about twice bigger than the horizontal errors), spatial measurements get with InSAR on the level of cm is effective to determine displacements in the vertical direction. In this study, it has been targeted to study for determining the locally long-term deformations by using together with the superiorities of both technologies.*

*Keywords: Earthquake, GPS, PS-InSAR*

## 1. Yöntem

Jeodezideki klasik ölçme teknikleri yerine 1980'li yıllardan itibaren teknolojik gelişime paralel olarak yıllık milimetrik düzeyde duyarlılıkla ölçüm yapılabilir duruma ulaşan GPS tekniği, küresel ölçekte yerbilimlerinde çok geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Farklı disiplinlerin geliştirdiği birçok teknolojik gelişim, depremlerin önceden belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalarda bir arada kullanılmıştır. Çok duyarlı jeodezik ölçme teknikleri bu çalışmalarda her zaman önemli bir yer tutmaktadır. Jeodezi biliminin kullandığı GPS tekniği yöntemi, bu yöntemlerden en önemlisidir. GPS teknolojisinin kullanılmasıyla tektonik hareketlerin belirlenmesinde; yüksek doğruluk, hızlı çözüm ve birçok geleneksel uygulamaya göre daha ucuz olarak yapılmaktadır. Tüm bu özelliklerinden dolayı GPS ölçme tekniği, sadece haritacılık ve mühendislik uygulamalarına değil, aynı zamanda kabuksal hareketlerin jeodinamiğini ve kinematiğini anlamaya yönelik çalışmalara da önemli katkılar sağlamıştır (Poyraz, 2009). GPS teknolojinin gelişmesi ile tektonik hareketlerin belirlenmesine yönelik

bir çok çalışma yapılmıştır (McClusky vd, 1999; McClusky vd, 2000; Burgmann vd., 2002; Ergintav vd., 2002, Feigl vd., 1990; Reilinger vd., 2000; Reilinger vd., 2006).

GPS deprem periyotlarındaki (ko-sismik, post-sismik, intersismik dönemleri) deformasyonların belirlenmesinde sıklıkla kullanılan bir tekniktir. Deprem öncesinde gerilme birikiminin belirlenmesinde, deprem anında depremin meydana getirdiği atımın büyüklüğünün belirlenmesinde ve deprem sonrası elastik hareketin bölgeyi etkileyişinin incelenmesinde çok sık olarak kullanılmaktadır (McClusky vd., 2000; Reilinger vd., 2006). GPS için yatay bileşenlerin belirlenmesinde doğruluk yüksek iken InSAR için düşey bileşenin belirlenmesindeki doğruluk yüksektir (Hanssen, 2001). Bu durumda GPS ve InSAR tekniklerinin birlikte kullanılması durumunda düşeyde ve yatayda oluşan deformasyonlar daha duyarlı ve doğru bir şekilde belirlenebilmektedir. Radar interferometrisi (InSAR), birbirine çok yakın görüntüleme geometrileriyle elde edilmiş iki farklı radar görüntüsü arasında oluşan faz farkını hesaplayan bir tekniktir (Massonnet ve Feigl, 1998; Hanssen, 2001; Burgmann vd., 2000; Rosen vd., 2000; Gens ve van Genderen, 1996).

PS-InSAR yönteminde n adet görüntü kullanarak (Colesanti vd., 2001) n-1 adet interferogram oluşturulmakta ve mm/yıl doğrulukta sonuçlar elde etmek mümkündür. Yüksek uyumluluğa (coherent) sahip hedefleri belirlemek için çoklu interferogram kümesi oluşturulur. Bunun için tek bir master görüntü kullanılarak oluşturulmuş diferansiyel interferogram kümesi hazırlanır. İnterferogramların oluşturulmasında topografya etkisinin giderilmesi için SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) kullanılmalıdır. (Perrisin, 2006).

## 2. Sonuç ve Öneriler

Ülkemiz sismik aktivite olarak dünyadaki en aktif bölgelerden birisidir. Bu nedenle Türkiye ve civarının aktif tektoniğinin iyi anlaşılması ve öğrenilmesi gerekmektedir. Deprem tehlikesini daha iyi değerlendirebilmek için oluşan her depremi detaylı bir şekilde inceleyerek bunların kaynak parametrelerini ortaya çıkarmak ve fayların davranışlarını hakkındaki bilgimizi arttırmamız gerekmektedir. Bu da faylar boyunca deformasyonun nasıl biriktiği ve bu deformasyonun depremlerle nasıl boşaldığının daha detaylı bir şekilde ortaya çıkartılmasıyla mümkündür. Oluşan bir depremin meydana getirdiği deformasyonların hesaplanması, kırılma olasılığı artan fayların tespit edilebilmesi için o depremin kaynak parametrelerinin detaylı olarak belirlenmesi gerekmektedir. Günümüzde bu kaynak parametrelerin belirlenmesi için GPS, PS-InSAR ve yüksek doğruluk elde edilebilecek yöntemlerin sıklıkla kullanılması gerekmektedir.

## Teşekkür

Çalışmada AFAD tarafından desteklenen UDAP-Ç-13-07 no'lu proje ve TÜBİTAK tarafından desteklenen 113Y526 no'lu projeler kapsamında elde edilen verilerden yararlanılmıştır.

## Kaynaklar

Burgmann, R., Rosen, P.A., ve Fielding, E.J., (2000) Synthetic Aperture Radar Interferometry to Measure Earths Surface Topography and Its Deformation, Annual Review of Earth & Planetary Sciences, 28, 169–209.

Burgmann, R., Ayhan, M.E., Fielding, E.J., Wright, T. J., McClusky, S., Aktuğ, B., Demir, C., Lenk, O., Türkezer, A., (2002) “Deformation during the 12 November 1999 Duzce, Turkey Earthquake, from GPS and InSAR Data”. Bulletin of the Seismological Society of America, 92 (1), 161-171.

Colesanti, C., Ferretti, A., Prati, C., Rocca, F., (2001). Comparing GPS, optical leveling and persistent scatterers. Proceedings of IGARSS 2622–2624.

Emre, T.. (1996). Gediz Grabeni' nin tektonik evrimi. Türkiye Jeoloji Bülteni 39 (2),1–18.

Ergintav, S., Bürgmann, R., McClusky, S., Çakmak, R. , Reilinger, R.E., Barka, A., Lenk, O., Gürkan, O., (2002). “Postseismic Deformation Near The Izmit Earthquake ( 08/17/1999, M = 7.5) Rupture Zone”, Bulletin of the Seismological Society of America, 92 (1), 194-207

Feigl, K. L., King, R. W., Jordan, T. H., (1990). “Geodetic Measurement of Tectonic Deformation in the Santa Maria Fold and Thrust Belt, California”, Journal of Geophysical Research, Vol. 95, No. B3, 2679-2699. Feigl, K. L., Agnew, D .C., Bock, Y., Dong,

Gens, R. Ve van Genderen, J.L., (1996). SAR interferometry: Issues, Techniques, Applications, International Journal of Remote Sensing, 17, 1803–1835.

Hanssen, R.F., (2001). Radar Interferometry Data Interpretation and Error Analysis. The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.

Poyraz, F., (2009). Kuzey Anadolu fay zonu doğu kesiminde yatay yer kabuğu hareketleri ve gerilme birikiminin araştırılması, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul .

Reilinger, R.E., S. Ergintav, R. Bu`rgmann, et al. (2000) “Coseismic and postseismic fault slip for the 17 August 1999, M\_7.5, Izmit, Turkey earthquake”, Science 289, 1519–1524 .

Reilinger, R.E., et al., (2006). “GPS constraints on continental deformation in the Africa Arabia- Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions”, Journal Of Geophysical Research, Vol. 111, B05411, doi:10.1029/2005JB004051.

Massonnet, D. ve Feigl, K.L.,(1998). Radar interferometry and its application to changes in the earth's surface, Reviews of Geophysics, 36, 4, 441-500 .

Mcclusky, S., Aktuğ, B., Aygöl, H., Baassanian, S., Barka, A., Burchfiel, C., Çakmak, R., Ergintav, S., Hamburger, M., Kahle, H., Kastens, K., King, R., Kotzev, V., Mahmoud, S., Nadariya, M., Özener, H., Prilepin, M., Reilinger, R., Seeger, H., Tari, E., Türkezer, A., Veis.,

G. (1999)“GPS Constraints on Active Tectonics in the Eastern Mediterranean Region”, UNAVCO Meeting, Boulder CO., April 7-9 .

Mcclusky, S., S. Balassanian, A. Barka, et al. (2000) “Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucusus”, J. Geophys. Res. 105, 5695–5720 .

Perissin D., and F. Rocca, (2006). “High accuracy urban DEM using permanent scatterers,” IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., vol. 44, no. 11, pp. 3338–3347, Nov.