



Kuzeydoğu Akdeniz Bölgesindeki Güncel Tektonik Deformasyonların GPS Tekniği ile Belirlenmesi

Determination of Recent Tectonic Deformations in the Northeastern Mediterranean Region By GPS Technique

Ali Özkan^{1,✉}, Hasan Hakan Yavaşoğlu², İbrahim Tiryakioğlu³, Frédéric Masson⁴,
Mehmet Nurullah Alkan⁵

¹Harita ve Kadastro Programı, Osmaniye Meslek Yüksekokulu, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye, Türkiye

²Geomatik Mühendisliği Bölümü, İnşaat Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

³Harita Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar, Türkiye

⁴Institut de Physique du Globe; UMR 7516, Université de Strasbourg/EOST CNRS, Strasbourg, France

⁵Harita ve Kadastro Programı, Osmaniye Meslek Yüksekokulu, Hitit Üniversitesi, Çorum, Türkiye

✉ aliozkan@osmaniye.edu.tr

Özet

Son on yıllar süre zarfında Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ)'nin kuzey bölümünde meydana gelen Elazığ-Sivrice (Mw=6.5, 2020, KOERI), Bingöl (Mw=6.4, 2003, KOERI) ve Elazığ-Karakoçan (Mw=6.1, 2010, KOERI) depremleri yıkıcı etkileri ile ortaya çıkan orta büyüklükteki depremlerdir. DAFZ'nin güney ucundaki Adana, Osmaniye, Hatay ve Gaziantep illerini içine alan Kuzeydoğu Akdeniz bölgesi de sismik aktivitelerin yoğun olarak yaşandığı tektonik açıdan kritik bir bölgedir. Anadolu, Arabistan ve Afrika levhalarının kesiştiği Kuzeydoğu Akdeniz bölgesindeki potansiyel deprem tehlikesinin ortaya konulabilmesi güncel tektonik deformasyonların belirlenmesi ile mümkün olabilmektedir.

Çok yaygın olarak, tektonik mekanizmaların yer yüzeyinde oluşturduğu deformasyonların kestirilmesinde tesis edilen jeodezik noktalardaki sürekli olarak veya periyodik zaman dilimlerinde GPS tekniği ile yapılan gözlemlerden yararlanılmaktadır. Bu çalışmada, Kuzeydoğu Akdeniz bölgesi ve çevresindeki güncel tektonik deformasyonların belirlenebilmesi için önemli sismik aktivitelere neden olan başlıca diri fayların kinematik özellikleri GPS gözlemleri kullanılarak sorgulanmıştır. Bu doğrultuda, bölge civarındaki TUSAGA-Aktif ile kamu kurumlarının himayesindeki sürekli GPS istasyonları ve kampanya GPS gözlem noktalarından meydana gelen bir GPS gözlem ağı oluşturulmuştur. Kuzeydoğu Akdeniz bölgesinde gerinim biriktiren önemli diri fayları dik olarak kesen profillerin de yer aldığı bu gözlem ağı, söz konusu diri fayların kinematik özelliklerinin sorgulanmasına olanak sağlayan yüksek uzaysal ve zamansal çözünürlüklü güncel bir GPS veri seti sunmaktadır.

Bölgenin güncel tektonik deformasyonları sorgulanırken 2009, 2010, 2011 ve 2019 yıllarında gerçekleştirilen kampanya GPS gözlemleri ile bölgedeki sürekli GPS istasyonlarından elde edilen veriler birlikte analiz edilmiştir. GPS verilerinin değerlendirilmesi aşamasında GAMIT/GLOBK yazılımından faydalanılmıştır. GPS verilerinin işlenmesi neticesinde çalışma bölgesi ve civarı için kampanya gözlem noktaları ve sürekli GPS istasyonlarının ITRF2008 datumunda tanımlandığı güncel yatay GPS hız alanı elde edilmiştir. Literatürdeki diğer GPS hız alanı çözümleri ile ortak bir referans sisteminde entegrasyonu sağlamak amacıyla 6 parametrelilik (3 öteleme ve 3 dönüklük) bir dönüşüm modeli tercih edilmiştir. Bu dönüşüm sonucunda ITRF2000 referans sisteminde bütünleşik bir yatay GPS hız alanı oluşturulmuştur.

Bu çalışmada, diri fayların kinematik özelliklerinin sorgulanabilmesi için blok modelleme yaklaşımı kullanılmıştır. Blok modellemede, tanımlanan fay ve blok geometrilerine göre GPS hız değerlerine ters çözüm uygulanarak bir Euler kutbuna bağlı blok dönüklükleri ile fay düzlemleri boyunca kayma vektörleri kestirilmiştir. Blok modelleme çalışmalarında TDEFNODE yazılımı tercih edilmiştir. Oluşturulan farklı kinematik modeller için GPS veri setinin model ile uyumu istatistiksel olarak indirgenmiş ki-kare (χ^2) parametresine bağlı olarak test edilmiştir. Buna göre, istatistiksel açıdan en anlamlı kinematik model sonuçlarına bağlı olarak güncel fay kayma hızları ve kayma eksikliği ile kilitlenme oranı dağılımları elde edilmiştir. Ayrıca, fay kayma hızı kestirimleri ile literatürde var olan ampirik bağıntılar kullanılarak başlıca fay segmentleri üzerinde oluşabilecek potansiyel deprem büyüklükleri hesaplanmıştır.



Bu çalışma, finansal olarak Hitit Üniversitesi (Proje No. ODMYO19001.9.002) ve İstanbul Teknik Üniversitesi (Proje No. MGA-2019-42243) Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlükleri tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Aktif Tektonik, GPS, Doğu Anadolu Fayı, Kayma Hızı, Fay Kilitlenme Derinliği*

Abstract

The earthquakes of Elazığ-Sivrice ($M_w=6.5$, 2020, KOERI), Bingöl ($M_w=6.4$, 2003, KOERI) and Elazığ-Karakoçan ($M_w=6.1$, 2010, KOERI), which occurred in the northern part of the East Anatolian Fault Zone (EAFZ) during the last decades, were moderate earthquakes having devastating effects. The Northeastern Mediterranean region containing Adana, Osmaniye, Hatay and Gaziantep provinces at the southern end of the EAFZ, is likewise a tectonically crucial region where there are intense seismic activities. By determining the recent tectonic deformations, it is possible to reveal the probable earthquake hazard in the Northeastern Mediterranean region at the junction of Anatolian, Arabian and African plates.

Observations carried out using GPS technique continuously or periodically are very commonly used in estimating the deformations caused by tectonic mechanisms on the earth's surface. In this study, in order to determine the recent tectonic deformations in the Northeastern Mediterranean region and its surroundings, the kinematic features of the main active faults that cause major seismic activities were investigated by employing GPS observations. Thus, a GPS network has been formed, which consist of permanent stations within both Turkish National Permanent GPS Network-Active and other local networks belonging to public institutions around the region together with the campaign observation sites as well. This network, which also contains the perpendicular profiles passing across to the main active faults accumulating strain in the Northeastern Mediterranean region, provides a latest GPS dataset with high spatial and temporal resolutions that allows the kinematic features of these active faults to be investigated.

While studying the recent tectonic deformations of the region, the campaign GPS observations performed in 2009, 2010, 2011 and 2019 and the data obtained from the permanent GPS stations in the region were analyzed together. The GAMIT/GLOBK software was allocated for GPS data processing. Upon GPS data processing achieved, the recent horizontal GPS velocity field, in which the campaign observation sites and permanent GPS stations are defined in the ITRF2008 datum, has been obtained for the study area and its vicinity. A transformation model with 6 parameters (3 translations and 3 rotations) was preferred to be integrated into a common reference system with other GPS velocity field solutions in the literature. As a result of this transformation, an integrated horizontal GPS velocity field was realized in the ITRF2000 reference system.

In this study, block modeling approach was used to investigate the kinematic features of the active faults. In the block modeling, the block rotations associated with an Euler pole and the slip vectors along the fault planes were estimated by applying inversion to the GPS velocities as per the defined fault and block geometries. The TDEFNODE software was preferred in block modeling studies. The model fitting to the GPS dataset for the different kinematic models formed was statistically tested based on the reduced chi-square (χ^2) parameter. Accordingly, the recent fault slip rates, slip deficit and coupling fraction distributions were derived depending on the most significant kinematic model results statistically. In addition, the probable magnitudes of the earthquakes that may occur on the main fault segments were calculated using the fault slip rate estimations and the empirical equations available in the literature.

This study was supported financially by the Coordinatorships of Scientific Research Projects (BAP) of Hitit University (Project No. ODMYO19001.19.002) and Istanbul Technical University (Project No. MGA-2019-42243).

Keywords: *Active Tectonics, GPS, East Anatolian Fault, Slip Rate, Fault Locking Depth*