

23 EKİM 2011 (M_w 7,1) VAN DEPREMİNİN KALİBRE EDİLMİŞ YENİ KONUMU, ARTÇI ŞOKLARI VE DAHA ÖNCEKİ DEPREMSELLİĞİ

Eric A. Bergman¹, Niyazi Türkelli²

¹ Global Seismological Services, 1900 19th St., Golden, Colorado 80401, USA

² Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeofizik

Anabilim Dalı, 34684 Çengelköy, İstanbul

(turkelli@boun.edu.tr)

ÖZ

Bu çalışmada, “Çoklu depremlerin yeniden konumlandırılması (specialize multiple event relocation)” yöntemi kullanılarak, 23 Ekim 2011 Van ($M_w=7.2$) depreminin ana şokunun ve büyük artçı şoklarının konumları yeniden hesaplanmıştır. Bu yöntem, tüm iç merkez parametrelerinin kalibre edilmiş (sapmadan arındırılmış, bias-free) tahminlerini vermektedir. “Çoklu depremlerin konumlarının yeniden hesaplanması” yöntemiyle yapılan analiz; göreceli lokasyonlardaki hata miktarları azaltılmakta ve sadece, yakın dış merkez uzaklığındaki ($\Delta < 120$ km) istasyonlarda okunan varış zamanları kullanılarak mutlak lokasyon, oluş zamanı ve derinlik değerlerinin kalibrasyonu yapılmaktadır. Gözlemsel okuma hataları varış zamanlarından saptanarak; veri topluluğuna aykırı okumaların tanımlanması, elimine edilmesi ve aynı zamanda lokasyon ters çözümünün ağırlık katsayısının tanımı için kullanılmıştır. Bundan dolayı lokasyon parametrelerinde hesaplanan belirsizlikler gerçekçidir. Van dizinimindeki herbir dışmerkezin lokasyonundaki belirsizlik %90 güvenilirlikle 2-5 km aralığındadır. Bu bütün olarak kümelenmenin lokasyonu için yapılan kalibrasyonun belirsizliğini de (~ 1.9 km) içermektedir. Van depremlerinin mevcut dizinimi, temel olarak bölgesel ve telesmik okumalara dayandırılarak yapıldığından, tekil lokasyonları 25 km kadar hatalıdır ve güneydoğu yönünde sapma olduğuna dair güçlü bir kanı vardır. Ana şokun NEIC (National Earthquake Information Center) tarafından hesaplanan konumunun, kalibre edilmiş konumundan 14 km daha güneydoğuda olduğunu belirtmekte yarar vardır. Okumaların yapıldığı sismik istasyonlar ağırlıklı olarak kaynak bölgesinin kuzeybatısında (Avrupa’da) toplanmıştır ve bu istasyon dağılımıyla evrişmiş, küresel deprem konum hesaplanmasında kullanılan 1-boyutlu ortalama sismik hız modelleri ise dünyanın gerçek sismik hız yapısından farklıdır. Bu farklılık bu tür hatalara neden olmaktadır. Bir günlük ilk artçı şoklar, merkezi Van’ın 20-25 km NNW daki Alayköy’de olan, yaklaşık 30 km uzunluğunda ve NE-SW doğrultusundaki bir kırığı tanımlar. Ana şokun kaynak mekanizması, düğüm düzlemleri doğu-kuzeydoğu doğrultusundaki olan ve değişen miktarlarda yanal hareket içeren bir ters faylanmadır. Dış merkez ve derinlik dağılımlarının şekli, kuzeybatı yönünde dalan düğüm düzlemi üzerinde yanal atımlı odak mekanizması olan bir kırılmayı desteklemektedir. Ana şok bu zonun NE ucundadır. 23 Ekim 2011 depremiyle ilişkilendirilen 13-30 km derinlik aralığındaki iç merkez dağılımlarının ortalama derinliği 24 km civarındadır. Depremlerin yerlerinin yeniden belirlenmesi işlemi, bize, bölgede daha önceden mevcut depremselliğin lokasyonlarını kalibre etme olanağını vermektedir. Depremlerin yerlerini yeniden belirleme işlemine, 1964 yılından bu yana bölgede meydana gelmiş önemli depremleri de kattığımızda depremselliğin büyük ölçüde Ekim 2011 dizilimiyle aktif gözükten aynı fay üzerinde meydana geldiğini ortaya çıkarmış bulunuyoruz.

Anahtar Kelimeler: 23 Ekim 2011 Van depremi, artçı şoklar, depremsellik, kalibrasyon, yeniden konumlandırma

CALIBRATED RELOCATION OF THE OCTOBER 23, 2011 (M_w 7.1) VAN EARTHQUAKE, AFTERSHOCKS AND PRIOR SEISMICITY

Eric A. Bergman¹, Niyazi Türkelli²

¹ Global Seismological Services, 1900 19th St., Golden, Colorado 80401, USA

² Bogazici University, Kandilli Observaatory and Earthquake Research Institute,
Department of Geophysics, 34684 Cengelkoy, Istanbul
(turkelli@boun.edu.tr)

ABSTRACT

We have determined improved locations for the October 23, 2011 Van, Turkey (M_w 7.1) earthquake and larger aftershocks, using a specialized multiple event relocation methodology that provides calibrated (bias-free) estimates of all hypocentral parameters. Errors in relative location are reduced by the multiple event relocation analysis and the calibration for absolute location, origin time, and depth is performed using only arrival time readings at short epicentral distance (less than about 120 km). Empirical reading errors are estimated from the arrival time data itself and they are used to identify and remove outlier readings and also to weight the location inversion, so that calculated uncertainties in location parameters are realistic. Uncertainties for individual epicenters of the Van sequence are mostly in the range from 2 to 5 km at the 90% confidence level, which includes the uncertainty (~1.9 km) of the calibration for the location of the cluster as a whole. Single event locations for events in this sequence, based mainly on regional and teleseismic readings, are mislocated by as much as 25 km, and with a strong tendency to be biased toward the southeast. In particular, the NEIC location for the mainshock was 14 km southeast of the calibrated location. This effect is caused by the departure of the true Earth velocity structure from the average 1-D models used in global earthquake location, convolved with a heavy concentration of reporting seismic stations to the northwest (i.e., Europe) of the source region. The early aftershocks (within one day) define a rupture zone ~30 km in length, oriented NE-SW, centered very close to the village of Alakoy, about 20-25 km NNW of Van. Focal mechanisms for the mainshock all feature reverse faulting on nodal planes oriented from east to northeast, with varying amounts of strike-slip motion. The pattern of epicenters and depths supports a rupture model with slip on the northwest-dipping nodal plane of such focal mechanisms. The mainshock epicenter is at the NE edge of this zone. The average depth of the seismicity associated with the October 23, 2011 event is about 24 km, with a range of 13-30 km. The relocation process also permits us to calibrate the locations of prior seismicity in the region. We have included all significant events since 1964 in the relocation and found that a surprising amount of the prior seismicity occurred in the same fault zones that were active in the October 2011 sequence.

Keywords: Aftershocks, calibration, relocation, seismicity, Van earthquake of October 2011