

# Yer Değiştirme Tabanlı Deprem Erken Uyarı Sistemleri

Murat Donuk Şentürk<sup>1,\*</sup>, Bahadır Aktuğ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Afet ve Acil Durum Yönetimi, Deprem Dairesi Başkanlığı, Çankaya, Ankara.

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Yenimahalle, Ankara.

## Özet

Yerdeğiştirme tabanlı deprem gözlemleri giderek yaygınlaşmakta ve buna bağlı olarak kullanım alanları genişlemektedir. Deprem başladıktan kısa süre içerisinde meydana gelecek depremin nihai büyüklüğünün belirlenmesi, hem Deprem Erken İkaz Sistemleri (DEİ) hem de depremden bittikten sonraki dönemde kayıpları kestirilmesi ve yardım faaliyetlerinin koordinasyonu için büyük önem taşımaktadır. Nihai deprem büyüklüğünün, deprem dalgalarının ilk safhalarındaki veriler yardımıyla belirlenebileceği bir model "deterministik" (Olson and Allen, 2005) olarak tanımlanmakta ve bu modelde P-dalgasının farklı özelliklerinden yararlanılmaktadır: maksimum basınç periyot (Nakamura, 1988), basınç periyot (Wu ve Kanamori, 2005), yerdeğiştirme büyüklüğü (Wu ve Zhao, 2006), maksimum yerdeğiştirme büyüklüğü (Crowell ve diğ., 2013). Bununla birlikte, son dönemdeki 1999 Chi-Chi (Mw7.6), 1999 Hector Mine (Mw7.1) ve 2003 Tokachi-Okii (Mw8.3) gibi büyük depremler için yapılan testlerde kuvvetli yer hareketi ölçerlerden elde edilen yerdeğiştirmeye dayalı kestirimlerin daha duyarlı olmakla birlikte özellikle büyük depremleri olması gerekenden daha küçük olarak kestirdiği gözlenmektedir (Brown ve diğ., 2011; Crowell ve diğ., 2013). Bunun bir nedeni, kuvvetli yer hareketi verilerindeki rotasyon ve tiltlerine bağlı olarak meydana gelen düşük frekanslı hataların giderilmesi için yüksek geçirimli (0.075 Hz) (Wu ve Zhao, 2006) veya band (0.075 Hz- 3 Hz) (Hoshiba ve Iwakiri, 2014) geçirimli filtrelerin kullanılmasıdır. Yüksek geçirimli filtreleme, düşük frekanslı uzun periyotlu sürüklenme (drift) hataları yanında yerdeğiştirme büyüklüğünün belirlenmesinde etkili olabilecek düşük frekanslı sinyalleri de filtrelemektedir. Etkin bir Deprem Erken Uyarı (DEU) sisteminin kuşkusuz en önemli özelliği, kaynağa mümkün olduğunca yakın ama uyarı verilecek noktaya mümkün olduğunca uzak bir noktada büyük depremleri tespit edebilmesidir. Diğer önemli bir özelliği ise, tespit edilen depremin uyarı vermeyi gerektirecek büyüklükte olduğundan emin olunmasıdır.

Büyük depremler sırasında kaynağa yakın hızölçerlerin satüre olması, kaynağa uzak olmaları durumunda ise erken uyarı için yeterli zaman kalmaması nedeniyle hızölçerlerin erken uyarı amaçlı kullanımında sorunlar bulunmaktadır. Diğer yandan, hızölçerler ile erken uyarı sisteminin önemli bileşenlerinden olan deprem büyüklüğünün çok hızlı ve yüksek hassasiyetle hesaplanması da oldukça güçtür. Satürasyon problemi bulunmayan ivmeölçerlerde ise zamana bağlı hatalarının giderilmesi önemli bir sorun oluşturmaktadır. Bu amaçla kullanılan düzeltme teknikleri (baz düzeltmesi, yüksek geçirgenli filtreler vs.) her kaynak-hedef ilişkisi hatta her kanal için ayrı ayrı yapılmak durumundadır ve kullanılan düzeltme teknikleri kullanıcı seçimine bağlı olduğundan objektif olmamaktadır. Jeodezik ölçüler ve ivme kayıtlarının birlikte kullanımı ile elde edilen sismojeodezik dalga formları ise satürasyon sorunu içermemeleri nedeniyle kaynağa çok yakın mesafeden veri sağlamakta, GNSS alıcılarının inersiyal olmayan bir sistemde ölçüm yapmaları sayesinde doğrudan kalıcı yerdeğiştirmeler ve buna bağlı deprem büyüklüğü hesaplanabilmesine olanak sağlamaktadırlar. Günümüzde A.B.D. ve Japonya gibi depreme maruz gelişmiş ülkelerde sismojeodezik verilere dayalı erken uyarı sistemleri kurulmuş ve yaygınlaşmaya başlamıştır.

Bu çalışmada, sismojeodezik dalga formlarına dayalı deprem erken uyarı sistemleri tanıtılmakta ve 116Y199 no'lu "Jeodezik Ölçüler ile Yüksek Duyarlılık Genişbant Sismik Yerdeğiştirmelerin Elde Edilmesi" başlıklı TÜBİTAK projesi kapsamında gerçekleştirilen çalışmaların sonuçları paylaşılmaktadır.

## Anahtar Sözcükler

Deprem Büyüklüğü, GNSS, İvmeölçer, Sismojeodezi

\* Sorumlu Yazar: Tel: (0506) 6622112

E-posta: [mdoruk.senturk@afad.gov.tr](mailto:mdoruk.senturk@afad.gov.tr) (Şentürk D. M.), [bahadir.aktug@ankara.edu.tr](mailto:bahadir.aktug@ankara.edu.tr) (Aktuğ B.)