

BYTNET AĞINDA KAYDEDİLEN DEPREMLERİN KAYNAK PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

THE DETERMINATION OF THE SOURCE PARAMETERS FROM THE EARTHQUAKES RECORDED BY BYTNET NETWORK

ŞAHİN Ş.¹., KALYONCUOĞLU Ü. Y.¹, ARI B.¹, GÜRBÜZ M.², BENİTO B.³

*Posta Adresi:*¹SDÜ, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Isparta, TÜRKİYE, ²Bayındırlık Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, TÜRKİYE, ³E.U.I.T. Topográfica, Universidad Politécnica de Madrid, 28031 Madrid, İSPANYA

E-posta: sakir@mmf.sdu.edu.tr

Anahtar Kelimeler: Gerilme düşümü, ivme spektrumu, Kuzey Anadolu Fayı, yer değiştirme.

ÖZ: Kuzey Anadolu fayının Doğu Marmara yer alan kısmında Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi bünyesinde faaliyet gösteren, BYTNet ağına çalıştırılan 14 adet strong-motion (güçlü yer hareketi) kayıt istasyonlarınca kaydedilen büyüklükleri 3.7 ile 5.2 aralığında değişen 16 adet deprem verisi kullanılarak kaynak parametreleri hesaplanmıştır. Bu amaçla 10-240 km episantr uzaklıkları arasındaki deprem verileri kullanılarak, kaynak boyutu, sismik moment ve gerilme düşümü gibi kaynak parametrelerinin belirlenmesi için ivme ve yer değiştirme spektrumları incelenmiştir. İncelenen sismogramların spektrum hesabı için FFT uygulanmıştır. İvme ve yer değiştirme spektrumlarından elde edilen sismik moment değerleri $1.125 \cdot 10^{21}$ ile $4.192 \cdot 10^{22}$ dyne.cm arasında değişmektedir. İvme ve yer değiştirme spektrumlarından elde edilen kaynak boyutu değerleri birbirleri ile uyumludur. Gerilme düşümü değerlerinin 9 ile 120 bar aralığında değiştiği, ancak 20-47 bar aralığında kümelenildiği tespit edilmiştir.

Key Words: Stress drop, acceleration spectra, North Anatolian Fault Zone, displacement.

ABSTRACT: The source parameters were calculated by using 16 earthquake data, magnituded between 3.7 and 5.2, recorded by 14 strong-motion stations of BYTNet belongs to The Directorate of Disaster Affairs Earthquake Research Department. In order to determine the source parameters; source size, seismic moment and stress drop, the acceleration and displacement spectra were analysed by using the data of earthquakes, epicenter distances between 10 and 240 km. FFT was applied to calculate the spectra of analysed sismograms. The sismic moment values calculated from acceleration and displacement spectra change between $1.125 \cdot 10^{21}$ and $4.192 \cdot 10^{22}$ dyne.cm. The source size values determined from acceleration and displacement spectra show harmonies each other. The stress drop values were determined between 9 and 45 bar, but these values come together in heaps between 20 and 47 bars.

GİRİŞ

Depremler birçok kaynak parametresi ile tanımlanabilir. Depremlerin kaynak özelliklerini ortaya koymak için kayıtların spektrumları incelenmektedir [1]. Bu bağlamda ilk çalışma Haskell (1964) [2] tarafından yapılmış ve spektral parametrelerin değiştiğini gözlemlemiştir. Aki (1967) [3], Haskell (1964) [2] ortaya koyduğu kaynak modelinden hareketle deprem kaynak spektrumunu, fay düzlemindeki yer değiştirmenin öz ilişkisi

açısından açıklamıştır [1]. Brune (1970, 1971) [4-5] deprem kaynağını Dairesel Kaynak Modeli ile açıklamaya çalışmıştır. Savage (1972) [6] ve Polat (1997) [1] bu modeli kullanarak köşe frekansı ile fay boyutu değişimini ve genliğin frekans ile ters orantılı azalmasının gerilme düşümü üzerine etkilerini incelemiştir. Yine Bıçmen ve diğ. (1993) [7] bu modelden hareketle Marmara bölgesi için büyüklüğü 2.5 ila 4.1 arasında 84 depremin kaynak parametresi belirlemiştir.

Bu çalışmada Yalova-Bursa arasında (Şekil 1), Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi [8] tarafından kurulan BYTNet ağında çalıştırılan 14 adet güçlü yer hareketi kayıt istasyonlarınca kaydedilen büyüklükleri 3.7 ila 5.2 aralığında değişen 16 adet deprem verisi kullanılarak Brune (1970, 1971) [4-5] modeli esas alınarak ivme ve yer değiştirme verilerinin spektrumlarından kaynak parametreleri bulunmuş, her iki spektrumdan elde edilen kaynak parametrelerinin uyumu irdelenmiştir.

TEKTONİK YAPI

Çok sayıda araştırmacı [9-11] tarafından incelenen Doğu Marmara'nın da içinde bulunduğu Kuzey Anadolu Fayı Zonu (KAFZ), Türkiye'nin en önemli tektonik yapıları arasında yer almaktadır. Türkiye'de meydana gelen ve önemli oranda can ve mal kaybına neden olan depremlerin büyük bir kısmının bu faya bağlı olarak geliştiği gözlenmektedir. KAF ilksel olarak Paleotektonik dönemde Anadolu ve Arap plakalarının sıkışması sonucunda ortaya çıkmıştır. Neotektonik dönem ve sonrasındaki hareketlerle ortaya çıkan ve KAF'nın ilksel konumuna paralel olarak gelişen bir çok fay segmentinden oluşan kırıklar topluluğu da bu fay zonunu oluşturmuşlardır. Genel fay karakteristiği açısından sağ yönlü doğrultu atımlı fayı gösteren KAF zonu doğuda Muş İli Varto ilçesi yakınlarından başlayarak batıda Saroz Körfezine kadar uzanmaktadır. Neotektonik dönem ve sonrası hareketlerle açıkladığımız KAF zonu, çok geniş bir deformasyon zonuna sahip olup bu deformasyon zonunun genişliği doğuda 25 km civarındayken, batıda 80 km'ye kadar ulaşmaktadır. KAFZ'nun genel morfolojik özelliklerine bakıldığında; zonun kuzeyinde kalan bölgelerin güneye oranla topografik açıdan daha yüksekte kaldığı, doğrultu atımlı fay zonlarının karakteristik özelliklerinden olan 'S' biçimli dere yataklarının oluştuğu kısımların ötelendiği, çok sayıda kütleli hareketlerin ve su kaynaklarının ortaya çıktığı gözlenmektedir. 1997 yılında Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi tarafından yeniden düzenlenen Türkiye Sismik Risk Haritası'na göre, Marmara Bölgesi önemli ölçüde I. ve II. derecede riskli alanları içermektedir. KAFZ boyunca ve Batı Anadolu'daki graben havzalarında deprem odaklarının 10 ile 20 km arasında değişen derinliklerde yer alması, bunların sığ odaklı olduklarını göstermektedir [9-11].

VERİ ANALİZİ VE KAYNAK PARAMETRELERİ

Bu çalışmada BYTNet'e bağlı 14 adet strong-motion (güçlü yer hareketi) kayıt istasyonlarınca 2003 ila 2007 yılları arasında kaydedilen 16 adet deprem verisi kullanılmıştır (Şekil 2). İvme ölçerler, GSR-18, 18 bitlik dijital çeviricisi ve 3 eksenli güç dengeli (force-balance) algılayıcısı (sensör) olan, 120 dB duyarlıklı özelliğe sahiptirler. Örnekleme frekansı 100 Hz (0.01 sn) dir. İvme ve yer değiştirme spektrumlarının hesaplanmasında Matlab 7.0 paket programı kullanılmıştır. Üç bileşen olarak kaydedilen ivme kayıtlarının ofset düzeltmeleri sonrasında hız ve yer değiştirme sismogramları bulunmuştur. Bu sinyaller üzerinde S dalgasına ait 10 sn'lik veri kullanılmış ve ivme ve yer değiştirme bileşenleri elde edilmiştir. Bu bileşenlerin spektrumları Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3-4). Spektrumlar üzerinden f_o , F_{max} değerleri ivme ve yer değiştirme, spektral düzey (Ω_o) ise yer değiştirme spektrumundan belirlenmiştir.

Sismik moment;

$$M_o = \frac{\Omega_o 4 \pi \rho R \beta^3}{k_s R^\beta (\theta, \phi)} \quad (1)$$

bağıntısı ile verilir [12]. Burada Ω_0 ; yer değiştirme spektrumundan belirlene spektral düzey (cm.sn). ρ ; yoğunluk (gr/cm^3), R: kaynak-alıcı uzaklığı (km), β : S dalga hızı (km/sn), k_s ; S dalgası için serbest yüzey düzeltmesi ve $R\beta(\theta, \phi)$ yayılım katsayısıdır. Bu çalışmada Polat (1997)'den hareketle, $\rho = 2.7 \text{ gr/cm}^3$, $\beta = 3.3 \text{ km/sn}$, $k_s = 2$ ve $R\beta(\theta, \phi) = 0.6$ olarak alınmıştır.

Dairesel kaynak alanının yarıçapı;

$$r(S) = \frac{2.34 \beta}{2 \pi f_o(S)} \quad (2)$$

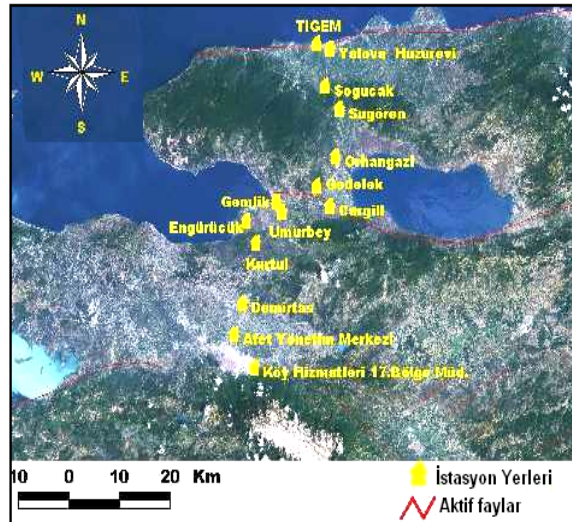
ile verilir. Burada $f_o(S)$ köşe frekansı (Şekil 3-4). Sismik Moment ve kaynak yarıçapı ile gerilme düşümü σ (bar) arasındaki ilişki;

$$\Delta \sigma = \frac{7}{16} \frac{M_o}{r^3} \quad (3)$$

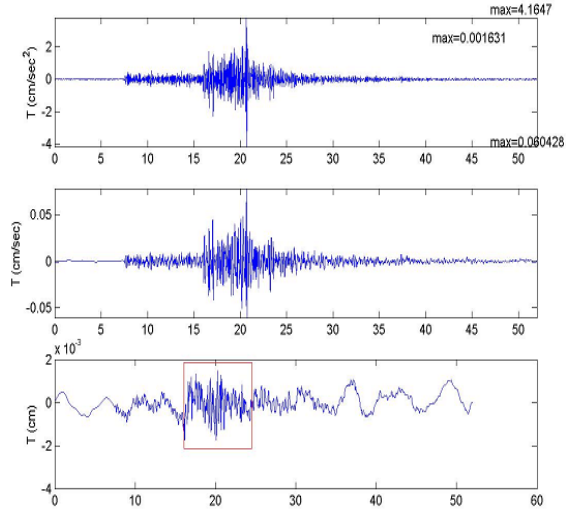
dir [5]. Tüm bu parametrelerden hareketle S dalgası enerjisi E_s (dyne.cm);

$$E_s = \frac{0.454 (\Delta \sigma)^2 r^3}{\mu} \quad (4)$$

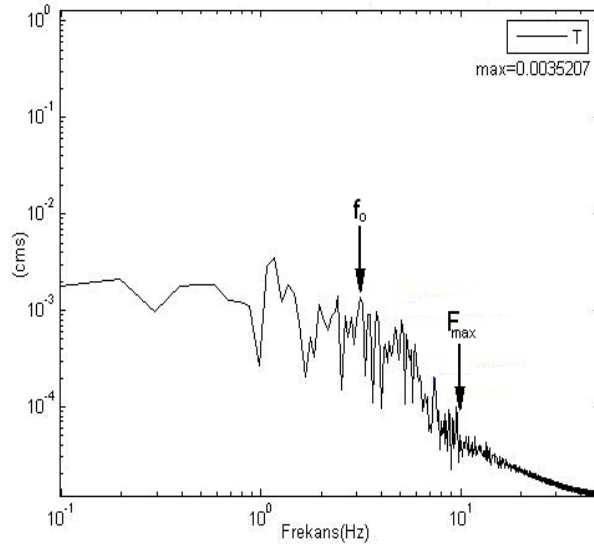
bağıntısı ile verilir. Burada μ ; rijitide katsayısı (dyne.cm^2) olup 3.10^{11} olarak alınmıştır.



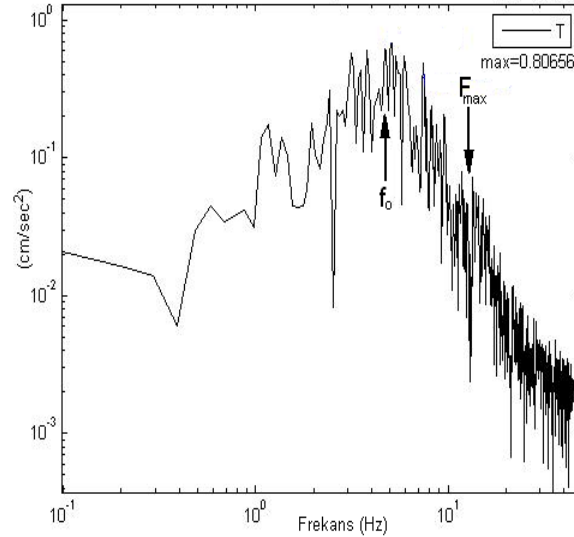
Şekil 1. Çalışmada kullanılan BYTNet ağı strong-motion kayıt istasyonları dağılımı [8].



Şekil 2. Bursa Afet Yönetim Merkezi İstasyonundan elde edilmiş ivme, hız ve yerdeğiştirme kaydı [8].



Şekil 3. Bursa Afet Yönetim Merkezi İstasyonunda kaydedilmiş bir depremin yer değiştirme spektrumu.



Şekil 4. Bursa Afet Yönetim Merkezi İstasyonunda kaydedilmiş bir depremin ivme spektrumu.

SONUÇLAR

Bu çalışmada yer değiştirme ve ivme spektrumlarından elde edilen spektral parametreler (spektral düzey (Ω_0), f_0 , F_{max}) kullanılarak ayrı ayrı kaynak parametreleri olan dairesel kaynak alanın yarıçapı ($r(S)$), gerilme düşümü ($\Delta\sigma$) ve Enerji (E_s) değerleri belirlenmiştir. sismik moment değerleri $1.125 \cdot 10^{21}$ ile $4.192 \cdot 10^{22}$ dyne.cm arasında değişmektedir. İvme ve yer değiştirme spektrumlarından elde edilen $r(S)$ değerleri bir biriyle uyumlu olup, 0.38 ila 0.46 aralığında olduğu tespit edilmiştir. İncelenen alanda gerilme düşümü değerleri 20 ila 47 bar aralığında kümelenmektedir. Bununla birlikte enerji değerleri $6.66e+15$ ila $3.92e+17$ erg aralığında bulunmuştur. Sonuçların birbiri ile uyumlu olmasından hareketle spektral parametreler kullanılarak ivme spektrumlarından kaynak parametreleri bulunabilir.

KAYNAKLAR

- Polat, O. D. 1997, Bursa ivme ölçer ağında (Busnet) kaydedilen depremlerin kaynak parametrelerinin kestirilmesi, **Jeofizik**, 11, 65-79.
- Haskell, N. A. 1964, Total energy and energy spectral density of elastic wave radiation from propagating faults, **BSSA**, 54, 1811-1841.
- Aki, K. 1967, Scaling law of seismic spectrum, **J. Geophys. Res.**, Vol: 72, 4, 1217-1231.
- Brune, J. N. 1970, Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes, **J. Geophys. Res.**, 75, 4997-5009.
- Brune, J. N. 1971, Corrections, **J. Geophys. Res.**, 76, 5002.
- Savage, J. C. 1972, Relation of corner frequency to fault dimensions, **J. Geophys. Res.**, 77, 4393-4405.
- Biçmen, F., Alptekin, Ö. Ve Aktar, M. 1993, Marmara Bölgesi depremlerinin kaynak parametrelerinin belirlenmesi, **Türkiye 13. Jeofizik Kurultayı Bildiri Özetleri**, TMMOB Jeofizik Müh. Odası, 95, Ankara.
- <http://www.deprem.gov.tr>
- Ketin, İ., 1973. Umumi Jeoloji. İTÜ Yayınları, 4. Baskı.
- Şengör, A.M.C., 1979. The North Anatolian transform fault: its age, offset and tectonics significance. **J. Geol. Soc.** London, 136, 269-282.
- Barka, A., 1992. The North Anatolian Fault, **Annales Tectonicae**, 6, 164-199.
- Keilis-Borok, V.I. 1960, Investigation of the mechanism of earthquakes, **Sov. Res. Geophys.**, 4-Am. Geophys. Union, Consultants Bureau, NY, 201.