

AKTİF TEKTONİK DEĞERLENDİRMEDE SINIRLAR

THE ASSESSMENT BOUNDARIES IN ACTIVE TECTONICS

UTKU M.

Posta Adresi: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 35160 Buca-İzmir

E-posta: mehmet.utku@deu.edu.tr

Anahtar Kelimeler: Aktif tektonik, ampirik bağıntı, heterojenite, sınır

ÖZ Ampirik bağıntılar, uzun yıllardan beri aktif tektonik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunların çoğu, litosfere ait kinematik ve dinamik parametreler arasındaki ilişkilerle ilgilidir. Heterojen Yer ile bu parametrelerin oluşum mekanizması ve hem heterojeniteye hem ilgili mekanizmaya dayalı davranışları, bu bağıntıların kullanım alanlarını sınırlandırır. Bunlardan en çok kullanılanı "fay uzunluğu-büyüklik" denklemleridir. Bir depremin oluşumu karmaşık bir olaydır. Buna rağmen yeryüzündeki yüzey kırığının boyundan yola çıkarak ilgili depremin gücünü (büyüklik, şiddet, enerji) değerlendirmek ya da ölçeklendirmek oldukça güçtür. O, sadece meydana gelen devasa olayın yüzeyde görünen kısmıdır. Bu anlamda, ilgili bağıntıların kullanılabilirlik sınırları, bu çalışma ile ele alınmaktadır. Ayrıca, fay düzlemi çözümlerinin tektonik yorumlarında da bazı yanlışlara düşülmektedir. Baskın hareketi yanal olan bir fay zonu, ters fay bileşenli depremler de üretebilir. Bunlar, ikincil-üçüncül derecede ve az sayıdaki olaylardır. Konu çalışma içinde ele alınmaktadır.

Keywords: Active tectonics, empirical equation, heterogeneity, boundary

ABSTRACT Empirical equations have been widespread using in active tectonics since the long times. The more of these, essentially, are interest with the relationships between kinematical and dynamical parameters of lithosphere. Heterogeneous Earth, and occurring mechanism of the parameters and their behavior due to both the heterogeneity and the mentioned mechanism are determined the usage boundaries of the equations. One of the most used the equations is the "fault length-magnitude" equation. An earthquake occurring is a complex event. In spite of this, to scale and assessment the strength (magnitude, intensity, energy) of an earthquake from the lengths of surface cracks is difficult. The surface crack is only the appeared side on surface of the resultant huge event. In this sense, the usage boundaries of the equations of interest in active tectonic assessment have been considering in this study. Furthermore, in the tectonical interpretation of fault plane solutions have been making some mistakes. It may also occur the earthquakes which have the thrust fault component in a fault zone that dominant component is a strike slip.

GİRİŞ

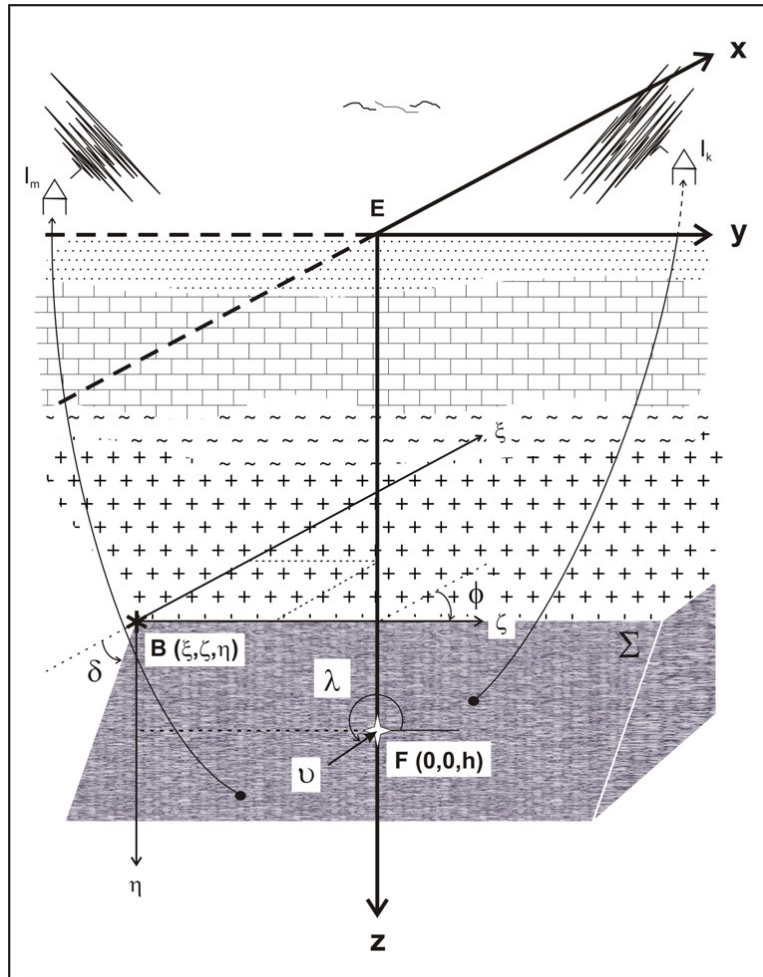
Heterojen Yer, matematik ve fizik olarak tanımlanabilen davranışlarını, özgün kimyası ve özgün fizik özelliklerinin bir gereği olarak gerçekleştirir. Bu davranışların çözümü için ilgili davranışın bir fizik ve matematik modeli oluşturulur. Meydana gelen bir depremden, onun

kaynağı olan fayın oluşum mekanizması, kaynak ve ortam özellikleri, yalnız yüzey jeolojisi ile anlaşılacak kadar karmaşık bir durumdur.

Jeofizik bilgi, özellikle yüzey jeolojisi ile ulaşılamayan yeraltı bilgileri için çok özeldir ve Yer için bir kaynak bilgisidir. Jeofizik bilginin uygun olanlarından istatistik analiz de yapılabilir. Bu yoldan yapılmış ampirik bağıntılar vardır. Deprem sismolojisinde geçen bu tür bağıntılardan; fay uzunluğu-büyükük, fay yüzeyi-büyükük, deprem süresi-büyükük, yer ivmesi-büyükük, enerji-büyükük, şiddet-büyükük, şiddet-yer ivmesi, şiddet-episantır uzaklığı, şiddet-odak derinliği, büyükük-şiddet, büyükük-odak derinliği sayılabilir. Hatta, birden çok parametreyle onların kombinasyonlarından oluşan bağıntılar da vardır. Pampal (2000), bu bağıntıların çoğunu bir araya toplamıştır.

Aktif tektonik çalışmalarda ampirik bağıntıları kullanırken çok dikkatli olmak gerekir. Benzer şekilde, makrosismik gözlemlerden fiziksel ve geometrik parametreleri hesaplamak oldukça risklidir. Bu çalışmada, bu konulardaki sınırlar ele alınmaktadır.

BAZI SİSMOTEKTONİK YANILGILAR



Şekil-1. Bir fay düzlemi ve sismotektonik anlamı. ϕ , δ ve λ ; sırasıyla, fay düzleminin doğrultu, eğim ve kayma açısını gösterir. I istasyon, E episantır, Σ fay yüzeyi, B yırtılmanın başlama noktası, F odak, v taban bloğunun kayma vektörüdür.

Aktif tektonik çalışmalara en çok katkı koyan yerbilimleri disiplinlerinin başında deprem sismolojisi gelir. Dolayısıyla deprem sismolojisinde oluşturulmuş pek çok ampirik bağıntı aktif tektonikte kullanılmaktadır. Bunlardan biri

$$L=f(M) \quad (1a)$$

$$\log L=1.32 M - 7.99 \quad (1b)$$

şeklinde ifade edilen fay uzunluğu (L) ile büyüklük (M) arasındaki matematik ilişkiyi veren bağıntıdır (Pampal, 2000). Yani, büyüklük bilinirse (1) kullanılarak kırık uzunluğu, kırık uzunluğu bilinirse büyüklük bilinmektedir. Büyüklük, bir depremde dinamik bir parametredir ve deprem odağındaki eşdeğer kuvvetlere eşdeğer bir mekanizma ile oluşan kırıktaki göreceli hareketin doğurduğu odak ile yeryüzü arasındaki yerkabuğu malzemesinin bu harekete tepkisinin sonucunda yüzeye ulaşan kuvvetin bir matematik ifadesidir. Şekil-1, bir deprem kaynağını matematik tanımı içinde göstermektedir. Şekil-1'deki kırık yüzeyinin oluşmasıyla,

$$SS(t)= I(t) * A(t) * M(t) * S(t) \quad (2)$$

denkleme işlemeye başlar (Helmberger, 1983). Burada t zaman değişkeni, SS(t) sismogram, I(t) alet etkisi, A(t) atenüasyon etkisi, M(t) dalga yayını etkisi, S(t) kaynak etkisidir. Bunlardan, sadece kaynak etkisi,

$$S(t)= f(M_0; \phi, \delta, \lambda)= \sum_{\Sigma} m_{ij}(r, t) \cdot d\Sigma \quad (3)$$

şeklindeki bir tansörle tanımlanır (Backus ve Mulcahy, 1976; Utku, 1999). M_0 sismik moment olup ϕ , δ ve λ ; sırasıyla, fay düzleminin doğrultu, eğim ve kayma açısını gösterir. Şekil-1, bir normal fay üzerinde, sismolojide fay yönelim parametreleri olarak bilinen bu parametreleri göstermektedir. Σ fay yüzeyi, (r, t) kaynak noktasının koordinatı, m_{ij} fay yüzeyi boyunca moment tansör yoğunluklarıdır. (3) denklemi gibi kapalı şekilde de olsa (2) denklemdeki diğer bileşenler için de benzer bağıntılar yazılabilir.

(1) ve (2) denklemleri birlikte değerlendirildikleri zaman (1) denkleminin çok yüzeysel kaldığı görülmektedir. Çünkü (1) denkleminde bulunan fay uzunluğu, km mertebesindeki bir derinlikte meydana gelen devasa bir olayın, sadece yeryüzünde görünen kısmıdır ve asıl olay odak kürede meydana gelmektedir. Şekil-1'de abartılı bir ölçekte, yüzey kırıkları ile deprem kaynağı geometrisinin bir karşılaştırması görülmektedir. Kaldı ki yalnız büyük depremlerde bu olur, orta büyüklük ve altındaki çoğu depremde yüzey kırığı oluşmaz. Dolayısıyla buradan hareketle yapılacak bağlayıcı değerlendirmeler ya da yeni çalışmalar ve sonuçları, yeterli bilimsel duyarlılık ve sağlıkta olamayacaktır.

02.07.2006 (22:39:49TS, ML=4.9) Karlıova (Bingöl) depreminin (<http://www.koeri.boun.edu.tr/>), Karlıova'dan yaklaşık 75 km uzaklıkta bulunan Erzurum ve Muş'da hissedileceği büyüklük, ilgili ampirik bağıntılarla hesaplanırsa [$M=1.3+0.6I_0$, Gutenberg ve Richter (1942), Utku ve Özyalın (2001, 2002); $I=I_0-6\log(X/H)$, Gutenberg ve Richter (1944)], bu $M=-0.27(I \geq 2.4)$ bulunur. Elde edilen bu büyüklük değerinin sözkonusu depremle ilgili olmadığı görülmektedir. Bir başka deyişle, bulunan sonuca göre bu depremin Erzurum ve Muş'da hissedilmemesi gerekir. Halbuki, TRT-Radyo4

03.07.2006 11:00 Haber Bülteni'nde bu illerden hissedildiğini duyurdu. Benzer haber, Milliyet Gazetesi'nin 03.07.2006 tarihli İnternet sayfasında (<http://www.milliyet.com.tr/>) da vardı. Dolayısıyla, yaklaşık 75 km uzaklıklarda hissedildiğine göre ya bu deprem daha büyüktü -ki bu olasılık deprem bilgilerini veren kurumun deprem parametresi kestirimlerindeki düşük hata miktarlarından dolayı hemen-hemen yok gibidir- ya da kullanılan ampirik bağıntılar uygun değildir -ki olası durum budur-.

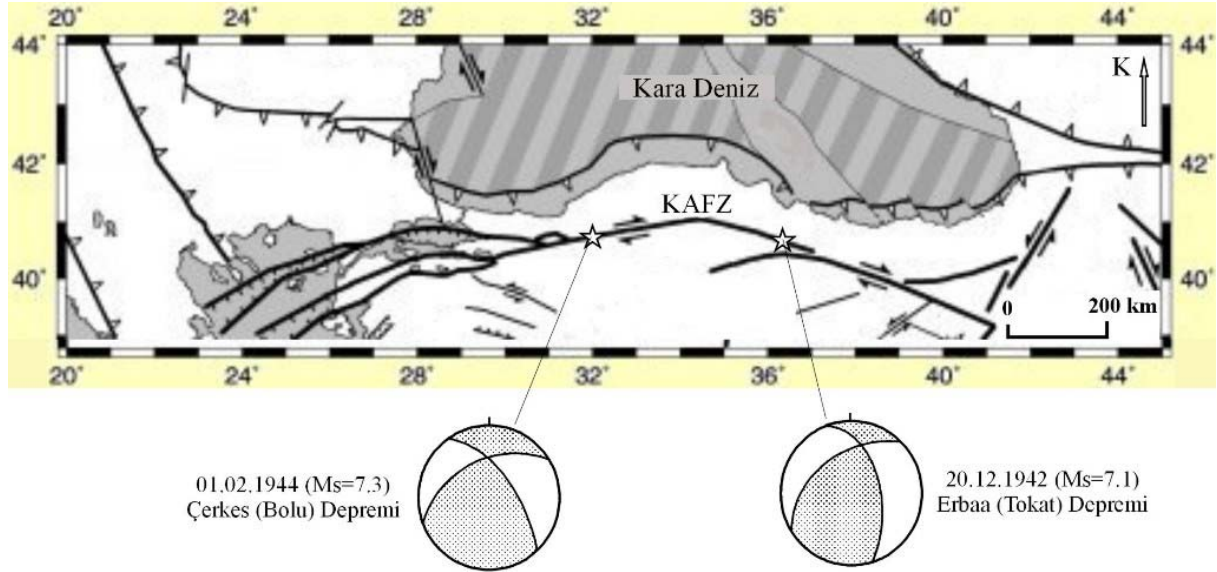
Tablo-1'de, 7.0 büyüklüğündeki bir depremin enerjisine eşdeğer 4.8 büyüklüklü depremlerin sayısı, değişik Enerji-Büyüklik ampirik bağıntılarına göre verilmektedir. Tablo-1'e göre 7.0 büyüklüğündeki bir deprem, 1479-288403 arasındaki bir sayıda 4.8 büyüklüklü depreme eşdeğerdir. Tablo-1'den, bilinçsizce kullanılan ampirik bağıntılardan hesaplanan sonuçların çok geniş bir değer aralığında dağıldığı görülmektedir. Tüm ampirik bağıntılar için benzer çekinceler hep sözkonusudur. Ampirik bağıntılardan yararlanılmasının zorunlu olduğu hallerde, onları bilinçli kullanmak gerekir. Eğer bağıntı belli bir zona ya da bölgeye özgü ise kullanımı biraz daha rahat ve anlamlı olabilir.

Tablo-1. Farklı Enerji-Büyüklik ampirik bağıntılarına göre 7.0 büyüklüğündeki bir depremin enerjisine eşdeğer 4.8 büyüklüklü depremlerin sayısı. M_s , yüzey dalgası; M_b , cisim dalgası büyüklüğüdür.

Sıra No.	Enerji-Büyüklik Denklemi	$E^{(7.0)}$ (erg)	$E^{(4.8)}$ (erg)	$E^{(7.0)}/E^{(4.8)}$ (adet)
1	$\log E = 11.8 + 1.5 M_s$ ($h < 50$ km; Gutenberg ve Richter, 1942)	$10^{22.30}$	$10^{19.00}$	$10^{3.30}$ (=1995)
2	$\log E = 11 + 1.6 M$ (Gutenberg ve Richter, 1942)	$10^{22.20}$	$10^{18.68}$	$10^{3.52}$ (=3311)
3	$\log E = 12 + 1.8 M$ (Gutenberg ve Richter, 1942)	$10^{24.60}$	$10^{20.64}$	$10^{3.96}$ (=9120)
4	$\log E = 12.24 + 1.44 M_s$ (Bath, 1973)	$10^{22.32}$	$10^{19.15}$	$10^{3.17}$ (=1479)
5	$\log E = 5.78 + 2.48 M_b$ (Bath, 1973)	$10^{23.14}$	$10^{17.68}$	$10^{5.46}$ (=288403)
6	$\log E = 7.2 + 2 M$ (Bath, 1973)	$10^{21.20}$	$10^{16.80}$	$10^{4.40}$ (=25119)

Fay düzlemi çözümleri, sismograma dayanan fizik ve matematik model tabanlı sismolojik bilgilerdir. Bunlara tektonik anlam verirken bir fay zonunun genel doğrultusu ile o fay zonunun ürettiği bir deprem fayının doğrultusunu konuşurken çok dikkatli olmak gerekir. Biri bir zondur, yani belli bir genişliği olan bir kuşağı temsil eder, diğeri ise bu zon içinde yer alan ve heterojen Yer dinamiğinin sonucu olan tek bir olaydır. Nitekim Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), genellikle, yaklaşık D-B doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı bir kırık sistemini karakterize eder. Fakat KAFZ'nda meydana gelen her deprem yaklaşık D-B doğrultulu olmayabilir. Şekil-2, bunlardan sadece ikisini örneklemektedir. Şekil-2'de görülen 01.02.1944 ($M_s=7.3$) Çerkeş (Bolu) depreminin fay düzlemi çözümündeki 232° yani K52D doğrultulu düzlem, muhtemelen deprem fayı ile ilişkilidir. Ancak doğrultu ve ters atım bileşeni KAFZ'na göre uyumsuzdur (Eyidoğan ve diğ., 1991). Yine aynı şekilz üzerinde yer alan 20.12.1942 ($M_s=7.1$) Erbaa (Tokat) depreminin fay düzlemi çözümündeki 345° yani K15B doğrultulu düzlem, deprem fayı ile ilişkilidir (Şekil-2). İlişki, makrosismik gözlemlerle kurulmaktadır. Yani K15B doğrultulu 20.12.1942 Erbaa depremi fayı, KAFZ'nun doğrultusu ile uyumlu değildir. Hatta fay düzlemi çözümünden, kırılma sırasında bir ters faylanma hareketinin baskın olduğu görülmektedir. Dolayısıyla,

KAFZ'nun ürettiği K52D ve K15B doğrultulu depremlerle (01.02.1944 Çerkeş-Bolu, 20.12.1942 Erbaa-Tokat) KAFZ'nun genel doğrultusu bir çelişki değildir.



Şekil-2. Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve 01.02.1944 ($M_s=7.3$) Çerkeş(Bolu) ve 20.12.1942 ($M_s=7.1$) Erbaa(Tokat) depremlerinin fay düzlemi çözümleri. Harita, Barka ve Gülen (1987)'den değiştirilerek düzenlenmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sismotektonik çalışmalarda sismolojik bilgileri kullanırken, dayandığı matematik ve fizik ilkelerle, verilen tektonik anlamın uyumuna özen göstermek gerekir. Özellikle ampirik bağıntıları kullanırken çok dikkatli olunmalıdır.

KAYNAKLAR

Backus, G. ve Mulcahy, M., 1976, Moment tensors and other phenomenological descriptions of seismic sources-I. Continuous displacements, **Geophys. J. R. Astr. Soc.**, vol.46, pp.341-361.

Barka, A.A., Gülen, L., 1987, Age and total displacement of the North Anatolian Fault Zone and its significance for the better understanding of the tectonic history and present day dynamics of the Eastern Mediterranean region, Abstracts in **Melih Tokay Geology Symposium**, pp. 57-58, Middle East Tech.Univ., Geol.Depart., Ankara.

Bath, M., 1973, Introduction to Seismology. **John Wiley**.

Gutenberg, B. ve Richter, C.F., 1944, Frequency of earthquakes in California. **Bull. Seismol. Soc. America**, vol. 34, 185-188.

Gutenberg, B. ve Richter, C.F., 1942, Earthquake Magnitude, Intensity, Energy and Acceleration. **Bull. Seismol. Soc. America**, vol. 32, no. 3, 163-191.

Eyidoğan, H., Güçlü, U., Utku, Z., Deđirmenci, E., 1991, Türkiye Büyük Depremleri Makro-Sismik Rehberi (1900-1988). **İTÜ, Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü**, İstanbul.

Helmberger, D.V., 1983, Theory and application of synthetic seismograms, pp.174-222, in "**Earthquakes: Observation, Theory and Interpretation**" edited by H.Kanamori and by E.Boschi, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, New York, Oxford, 608 pp.

Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Veri Bankası, <http://www.koeri.boun.edu.tr>, **Bođaziçi Üniversitesi**, İstanbul, 02/07/2006.

Milliyet, (<http://www.milliyet.com.tr/>), 03/07/2006.

Pampal, S., 2000, Depremler. **Alfa Basım Yayım Dağıtım**, ISBN 975-316-293-6, 283 sayfa, İstanbul.

Utku, M. ve Özyalın, Ş., 2002, Teknolojik Anlamıyla Q100: Deprem Risk Analizi Bilgisayar Yazılımı. **Bilgi Teknolojileri Kongresi**, CD-ROM (8 sayfa), Bildiri Özetleri, sayfa 151-155, 06-08 Mayıs 2002, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.

Utku, M. ve Özyalın, Ş., 2001, Yeni Q100: Deprem Risk Analizi Bilgisayar Yazılımı. **III. İzmir ve Çevresi'nin Deprem-Jeoteknik Sempozyumu (JEOTEKNİK-III)**, CD-ROM, 5 sayfa, 12-14 Kasım 2001, İzmir.

Utku, M., 1999, Tektonik yapı elemanları karakteristik eğrileriyle tektonizma yorumu. **11. Mühendislik Haftası Yerbilimleri Sempozyumu**, Bildiriler Kitabı, sayfa 413-423, 20-23 Ekim 1999, Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Isparta.