

Elazığ ve Çevresindeki Sismik Aktivitelerin Deprem Parametreleri İlişkisinin İncelenmesi

Adem DOĞANER, Sinan ÇALIK

Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü, Elazığ
adoganer@firat.edu.tr

(Geliş/Received: 31.07.2012; Kabul/Accepted: 25.08.2012)

Özet

Çalışmada deprem parametreleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu parametreler deprem odak derinlikleri, deprem dış merkezleri, deprem magnitüdüleri ve depremler arası süre olarak belirlenmiştir. Uygulama alanı olarak merkezi Elazığ olan 100 km yarıçaplı alandaki depremler seçilmiştir. Veri seti olarak bu bölgede 1900 ile 2010 yılları arasında gerçekleşen depremler çalışma kapsamına alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre depremlerin odak derinlikleri ile depremler arasındaki süre parametreleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Deprem odak derinliklerinin depremler arası süreleri etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deprem Parametreleri, Doğu Anadolu Fay Zonu

Relationship of Between Earthquake Parameters of Seismic Activities Assess in Elazig and Around

Abstract

In this study, relationship of earthquake parameters were statistically analyzed. This parameters were determined as a hypocenter, epicenter, magnitude and times of between earthquakes. Radius 100 km from center of Elazig were determined as a application area. The data set, earthquakes in this area took place between 1900 and 2010 were included in the study. As a result, relationship of between earthquake hypocenter and times of between earthquakes were statistically found significant ($p < 0.05$). Times of between earthquakes were affected by hypocenter.

Key Words: Earthquake parameters, East Anatolian Fault Zone.

1.Giriş

Sismik aktiviteler bakımından Anadolu Yarımadası'nın en hareketli bölgelerinden biri olan Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) çok sayıda diri fayı bünyesinde barındırmaktadır. Bu fayların çoğunluğu deprem üretebilen aktif faylardan oluşmaktadır. Ortaya çıkacak depremlerin büyüklüklerini ve zamanını tahmin etmek mümkün olmamaktadır. Fakat geçmişe dayalı deprem verileri ile bölgenin depremselliği ile ilgili çıkarımlar yapmak mümkün olabilmektedir. Depreme yönelik tahminler genellikle deprem parametreleri olan depremin gerçekleşme zamanı, odak derinliği, dış merkezi ve depremin büyüklüğü gibi verilere dayalı olarak yapılabilmektedir. Depremlerde ortaya çıkan enerji magnitüd büyüklüğü ile ölçülmektedir. Bu nedenle deprem tahminlerinde

önemli bir faktör olarak kullanılabilir. Bonilla ve diğ. [1] tarafından deprem magnitüdü, yüzeysel çatlak boyutları ve fay yüzeyi yer değişimleri arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak incelenmiştir. Kagan [2] tarafından deprem karakteristiğinin incelenmesinde deprem parametrelerine bağlı olarak deprem karakteristiği istatistiksel olarak incelenmiştir. Guo ve diğ. [3] tarafından deprem şokları sonrasındaki zaman ve deprem büyüklükleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelenmiştir. Depremin büyüklüğünün tahmin edilmesinde deprem stresi önem arz etmektedir. Kagan ve diğ. [4] tarafından stresin ortaya çıkarılmasında zamana bağlı olarak deprem istatistikleri incelenmiş ve zaman ile stres arasındaki bağıntı incelenmiştir.

Doğu Anadolu fay zonu üzerindeki sismik aktiviteleri tahmin etmek ve ileriye yönelik çıkarımlar yapabilmek için çok sayıda tektonik ve sismolojik araştırma mevcuttur.[5-7] Doğu Anadolu fay zonundaki depremlere ilişkin farklı parametreler üzerine incelemeler gerçekleştirilmiştir. Ambraseys [8] tarafından Anadolu fay zonlarının karakteristik yapıları üzerine çalışmalar yapılmıştır. Karakaisis [9] tarafından Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fay Zonları üzerinde deprem tahminleri zaman ve magnitüd parametreleri ilişkilendirilerek gerçekleştirilmiştir. Nalbant ve diğ. [10] tarafından bölgedeki depremselliği ve buna bağlı olarak deprem riskini tahmin etmek için stres birikimi üzerine araştırmalar yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Uygulama verileri

Çalışmada $38^{\circ} 07'$ ve $39^{\circ} 19'$ kuzey paralelleri ve $38^{\circ} 01'$ ile $40^{\circ} 37'$ doğu meridyenleri arasında kalan merkezi Elazığ kenti olan 100 km yarıçaplı alanda 1900 ile 2010 yılları arasında meydana gelen sismik aktivitelere ilişkin deprem zamanı, odak derinlik, dış merkez ve magnitüd büyüklük verileri elde edilmiştir. Deprem parametrelerine ait verilerin sürekli değişkenler olması nedeniyle bu veriler kategorize edilerek kesikli değişkene dönüştürülmüştür. Çalışmada belirtilen bölgede gerçekleşen $M_d \geq 4$ toplam 171 sismik aktivite dikkate alınmıştır. Deprem verileri Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal Deprem İzleme Merkezi'nden temin edilmiştir.

2.2. Deprem Büyüklüklerinin Kesikli Değişkene Dönüştürülmesi

Magnitüdü 4 ve daha yüksek depremlere ilişkin veri seti, merkezi Elazığ kenti olan 100 km yarıçaplı alanda 1900 ile 2010 yılları arasında meydana gelen depremlerden oluşmaktadır. Deprem magnitüdülerinin sürekli değişkenden kesikli değişkene dönüştürme işlemi tablo 1'de belirtilmiştir. Değişkendeki durum sayısı veri setinde gözlenen minimum deprem magnitüdü ile maksimum deprem magnitüdü arasında eşit aralıklar oluşturularak elde edilmiştir.

Tablo 1. $M_d \geq 4$ deprem magnitüdülerinin kesikli değişken olarak belirtilmesi

Deprem magnitüdü (Md)	Durum Numarası
Magnitüdü 4.0 ile 4.4 arasında olan depremler	1
Magnitüdü 4.5 ile 4.9 arasında olan depremler	2
Magnitüdü 5.0 ile 5.4 arasında olan depremler	3
Magnitüdü 5.5 ile 5.9 arasında olan depremler	4
Magnitüdü 6.0 ve daha fazla olan depremler	5

2.3. Deprem Odak Derinliklerinin Kesikli Değişkene Dönüştürülmesi

Çalışmada kullanılan veri setine ilişkin bir diğer deprem parametresi deprem odak derinliğidir. 1900 ile 2010 yılları arasında bu bölgedeki depremler odak derinlikleri bakımından sığ depremler olduğu gözlenmektedir. Bu depremlerin genellikle 1 km ile 100 km derinlikleri arasında gerçekleşmiştir. Deprem odak derinliklerinin kesikli değişken olarak dönüştürülmesinde gözlenen depremlerin odak derinlikleri baz alınmıştır. Gözlenen en düşük derinlikteki deprem ile en yüksek derinlikteki deprem odak noktası arasında eşit aralıklar kullanılarak kesikli değişken durumları elde edilmiştir. Elde edilen durumlar ve aralıkları tablo 2'de belirtilmiştir.

Tablo 2. Deprem odak derinliklerinin kesikli değişken olarak belirtilmesi

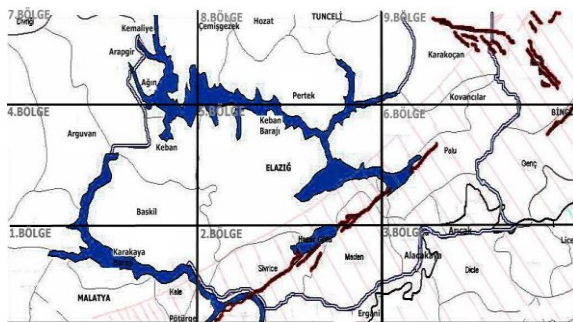
Deprem odak derinliği	Durum Numarası
Odak derinliği 14 km'ye kadar olan depremler	1
Odak derinliği 15 ile 29 km arasındaki depremler	2
Odak derinliği 30 ile 44 km arasındaki depremler	3
Odak derinliği 45 ile 59 km arasındaki depremler	4
Odak derinliği 60 ile 74 km arasındaki depremler	5
Odak derinliği 75 ile 89 km arasındaki depremler	6
Odak derinliği 90 km ve üstü depremler	7

2.4. Deprem Dış Merkezlerinin Kesikli Değişkene Dönüştürülmesi

Çalışma kapsamına alınan bölge $38^{\circ} 07'$ ve $39^{\circ} 19'$ kuzey paralelleri ve $38^{\circ} 01'$ ile $40^{\circ} 37'$ doğu meridyenleri arasında kalan bölge olarak ifade edilmiştir. Bu bölge Doğu Anadolu fayının geçtiği birçok fayı içerisinde barındırdığı sismik aktivitelerin yoğun olarak gözlemlendiği bölgelerden biridir. Bölge, kesikli değişkene dönüştürme işleminde 9 bölgeye ayrılmıştır. Belirlenen bölgelerin koordinatları tablo 3'te belirtilmiştir. Bölgenin haritası şekil.1'de belirtilmiştir.

Tablo 3. Deprem dış merkezlerinin kesikli değişken olarak belirtilmesi

Bölgelerin bulunduğu koordinatlar	Bölgenin adı	Bölge numarası
$38^{\circ} 07' 38^{\circ} 31' KP$ $38^{\circ} 01' 38^{\circ} 53' DM$	Malatya-Kale Pötürge Bölgesi	1.Bölge
$38^{\circ} 07' 38^{\circ} 31' KP$ $38^{\circ} 53' 39^{\circ} 45' DM$	Sivrice-Maden Ergani Bölgesi	2.Bölge
$38^{\circ} 07' 38^{\circ} 31' KP$ $39^{\circ} 45' 40^{\circ} 37' DM$	Arıcak-Alacakaya Dicle Bölgesi	3.Bölge
$38^{\circ} 31' 38^{\circ} 55' KP$ $38^{\circ} 01' 38^{\circ} 53' DM$	Arguvan-Keban Baskil Bölgesi	4.Bölge
$38^{\circ} 31' 38^{\circ} 55' KP$ $38^{\circ} 53' 39^{\circ} 45' DM$	Elazığ Bölgesi	5.Bölge
$38^{\circ} 31' 38^{\circ} 55' KP$ $39^{\circ} 45' 40^{\circ} 37' DM$	Palu-Bingöl Genç Bölgesi	6.Bölge
$38^{\circ} 55' 39^{\circ} 19' KP$ $38^{\circ} 01' 38^{\circ} 53' DM$	Ağın-Arapgir Kemaliye Bölgesi	7.Bölge
$38^{\circ} 55' 39^{\circ} 19' KP$ $38^{\circ} 53' 39^{\circ} 45' DM$	Tunceli-Hozat-Çemişgezek Bölgesi	8.Bölge
$38^{\circ} 55' 39^{\circ} 19' KP$ $39^{\circ} 45' 40^{\circ} 37' DM$	Kovancılar-Karakoçan Bölgesi	9.Bölge



Şekil 1. Deprem dış merkezlerine ilişkin bölgeler

2.5. Depremler Arası Sürelerin Kesikli Değişkene Dönüştürülmesi

Deprem süresi ve gerçekleşme zamanı önemli deprem parametreleridir. Çalışmada esas alınan önemli bir deprem parametresi de ardışık

iki deprem arası geçen süre olarak dikkate alınmıştır. İki deprem arasındaki süre sismik aktivitesiz geçen süre olarak nitelendirilmektedir. Ana şoka bağlı olarak gelişen artçı depremler ortaya çıkış süreleri bakımından bağımsız olmamaları nedeniyle çalışma kapsamı dışında tutulmuştur. Depremler arası süreleri kesikli değişkene dönüştürülmesine ilişkin bilgiler tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Depremler arasındaki sürelerin kesikli değişken olarak belirtilmesi

Ardışık iki deprem arasında geçen süre	Durum Numarası
1 ay içerisinde gerçekleşen ardışık depremler	1
1-3 ay arasında gerçekleşen ardışık depremler	2
3-6 ay arasında gerçekleşen ardışık depremler	3
6-12 ay arasında gerçekleşen ardışık depremler	4
12-24 ay arasında gerçekleşen ardışık depremler	5
24-48 ay arasında gerçekleşen ardışık depremler	6
48-96 ay arasında gerçekleşen ardışık depremler	7
96 ay ve daha uzun sürede gerçekleşen ardışık depremler	8

2.6. Metot

Merkezi Elazığ kenti olan 100 km yarıçaplı alanda 1900 ile 2010 yılları arasında gerçekleşen magnitüdü 4 ve daha büyük depremlere ilişkin deprem parametreleri arasındaki istatistiksel ilişkinin incelenmesinde ki kare bağımsızlık testi ve olağanlık katsayısı C kullanılmıştır. Karşılaştırmalar $\alpha=0.05$ önem düzeyinde incelenmiştir. $p<0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. İstatistiksel analiz gerçekleştirilmesinde R programı kullanılmıştır.

3. Sonuçlar

Magnitüdü 4 ve daha yüksek Elazığ kent merkezli 100 km yarıçaplı alanda 1900 ile 2010 yılları arasında meydana gelen depremlere ilişkin parametreler arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar tablo 5'te belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına göre bölgedeki deprem parametreleri arasında odak derinlikleri ile depremler arasındaki süreler istatistiksel

olarak anlamlı bulunmuştur. Odak derinliği fazla olan depremlerden sonra daha uzun süreli sismik aktivitesizlik ortaya çıkmaktadır. Düşük odak derinlikli depremlerden kısa süre sonra yine depremler meydana gelebilmektedir. Öte yandan diğer deprem parametreleri arasında yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

Tablo 5. Deprem parametreleri arasındaki istatistiksel ilişki

Parametre	X ²	p	C
Deprem magnitüdü-Deprem odak derinliği	25.317	0.389	0.359
Deprem magnitüdü-Deprem dış merkezi	25.573	0.782	0.361
Deprem magnitüdü-Depremler arası süre	30.325	0.348	0.388
Deprem dış merkezi-Depremler arası süre	50.993	0.664	0.479
Deprem odak derinliği-Depremler arası süre	158.873	0.001*	0.679
Deprem odak derinliği-Deprem dış merkezi	39.430	0.806	0.433

*Parametreler arası ilişki istatistiksel olarak anlamlı

4. Tartışma

Çalışmada Elazığ merkez kabul edilerek 100 km yarıçaplı alanın teşkil ettiği 38⁰ 07 - 39⁰ 19 kuzey paralelleri ile 38⁰ 01- 40⁰ 37 doğu meridyenleri arasında kalan bölgede 1900 ile 2010 yılları arasında meydana gelen magnitüdü dört ve dörtten daha yüksek olan 171 deprem üzerine çalışılmıştır. Ana şoka bağlı olarak gelişen artçı depremler çalışma kapsamı dışında tutulmuştur. Her bir depreme ilişkin dört deprem parametresinin verileri incelenmiş ve her deprem parametresinin verileri kategorize edilerek kesikli değişkene dönüştürülmüştür. Elde edilen kesikli değişkenler arasındaki istatistiksel ilişki ki kare bağımsızlık testi ve olağanlık katsayısı C ile incelenmiştir.

Sonuç olarak depremler arası süre ile depremlerin odak derinlikleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu sonuca göre odak derinliği fazla olan depremlerin deprem esnasında stresini boşalttığı ve sonrasında uzun bir süre sismik aktivitesizlik oluşturduğu gözlemlenmiştir. Odak derinliği düşük olan yüzeysel depremlerin stresini boşaltmadığı bu nedenle kısa süre sonra

yeniden depremlerin gözlemlendiği tespit edilmiştir. Diğer deprem parametreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Deprem çalışmalarında deprem parametreleri incelenerek ileriye yönelik tahminler veya depreme ilişkin çıkarımlar daha sağlıklı olarak gerçekleştirileceği görülmüştür. Deprem parametrelerin incelenmesi ile ilgili bölgede gerçekleşen depremlerin karakteristiğini belirlemede fayda sağlayacaktır.

Deprem odak derinlikleri, zaman ve stres birikimlerinin yapısal olarak ilişkisinin incelenmesi meydana gelebilecek depremlerin büyüklükleri hakkında çıkarımlar yapmada yararlı olacaktır.

Kaynaklar

1. Bonilla, M.G., Mark, R.K., Lienkaemper, J.J., (1984). Statistical relations among earthquake magnitude, surface rupture length and surface fault displacement. Bulletin of the Seismological Society of America, vol.74, no.6. 2379-2411.
2. Kağan, Y.Y., (1993). Statistics of characteristic earthquakes. Bulletin of the Seismological Society of America, vol.83, no.1. 7-24.
3. Guo, Z., Ogata, Y., (1997). Statistical relations between the parameters of aftershocks in time, space and magnitude, J. Geophys. Res., 102(B2), 2857-2873.
4. Kağan, Y.Y., Knopoff L., (2007). Random stress and earthquake statistics time dependence, Geophysical Journal International, vol.88, issue.3, 723-731.
5. Çetin, H., Güneylü, H., Mayer, L., (2003). Paleoseismology of Palu-Lake Hazar Segment of the East Anatolian Fault Zone, Turkey. Tectonophysics, 374(3-4), 163-197.
6. Muehlberger, W.R., Gordon, M.B., (1987). Observations on the complexity of the East Anatolian Fault, Turkey. Journal of Structural Geology. 9(7), 899-903.
7. Mckenzie, D., (1976). The East Anatolian Fault: A major structure in Eastern Turkey. Earth and Planetary Science Letters. 29(1), 189-193.

8. Ambraseys N.N., (1970). Some characteristics features of the Anatolian fault zone. *Tectonophysics*, vol.9. issue 2-3, 143-165.
9. Karakaisis, G.F., (1994). Long-term earthquake prediction along the North and East Anatolian Fault zones based on the time and magnitude predictable mode. *Geophysical Journal International*, 116(1), 198-204.
10. Nalbant, S.S., McCloskey, J., Steacy, S., Barka, A.A., (2002). Stress accumulation and increased seismic risk in eastern Turkey, 185(3-4), 291-298.
11. Doğaner, A. (2011). Kesikli parametrelili Markov zincirleri ile sismik tahminleme. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 121s.