

Batman İli ve Civarının Deprem Tehlikesi Üzerine Bir Tartışma A Discussion on the Earthquake Hazard of Batman Province and Surrounding

*^{1,2}Murat Utkucu

¹Afet Yönetim Uygulama ve Araştırma Merkezi, Sakarya Üniversitesi, Türkiye
²Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Sakarya Üniversitesi, Türkiye

Özet

Batman ili Türkiye'nin önemli tektonik unsurlarından biri olan Bitlis Bindirme Zonu yakınında yer almaktadır. Bu çalışmada Batman ili ve civarının deprem riski 1900 yılı sonrası depremsellik katalogundan temel deprem istatistik bağıntısı (Gutenberg-Richter (*G-R*) ilişkisi) kullanılarak belirlenmiştir. *G-R* ilişkisinin *a* ve *b* parametreleri *En büyük Olasılık Yöntemi* kullanılarak hesaplanmıştır. Batman civarında büyüklüğü $M=6.5$ olan bir depremin 207 yılda bir ve $M=7.0$ olan bir depremin ise 479 yılda bir oluştuğu ve önümüzdeki 30 yılda bu büyüklükteki depremlerin olma olasılıkları sırasıyla %14 ve %6 olarak bulunmuştur. 1866 Kulp depreminin Kulp-Sason hattını, 1884 depreminin Pervari civarını ve 1975 Lice depreminin Kulp-Lice hattını etkilediği düşünüldüğünde Kozluk-Baykan-Siirt hattının bir sismik (deprem) boşluk olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, Batman ili ve civarı için yıkıcı deprem meydana gelme olasılığı düşük olmadığı değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Gutenberg-Richter ilişkisi, Bitlis Bindirme Zonu, Batman, Deprem Tehlikesi

Abstract

Batman province is located near the Bitlis Thrust Zone, which is one of the important tectonic elements of Turkey. In the present study, earthquake risk of Batman province and surrounding has been determined from seismicity catalogue after 1900 using fundamental earthquake statistic relation, Gutenberg-Richter (*G-R*) relation. Parameters *a* and *b* of *G-R* relation have been determined from Maximum Likelihood Method. It has been obtained that recurrence times for earthquakes of $M=6.5$ and $M=7.0$ are 207 and 479 years, respectively, with 14% and 6% occurrence risks, respectively, in the upcoming 30 years. Considering that the 1866 Kulp earthquake effected Kulp-Sason line, the 1884 earthquake effected vicinity of Pervari and the 1975 Lice earthquake effected Kulp-Lice line, Kozluk-Baykan-Siirt line has been determined as a seismic gap. As a result, possibility of occurrence of a destructive earthquake for Batman province and surrounding is not low.

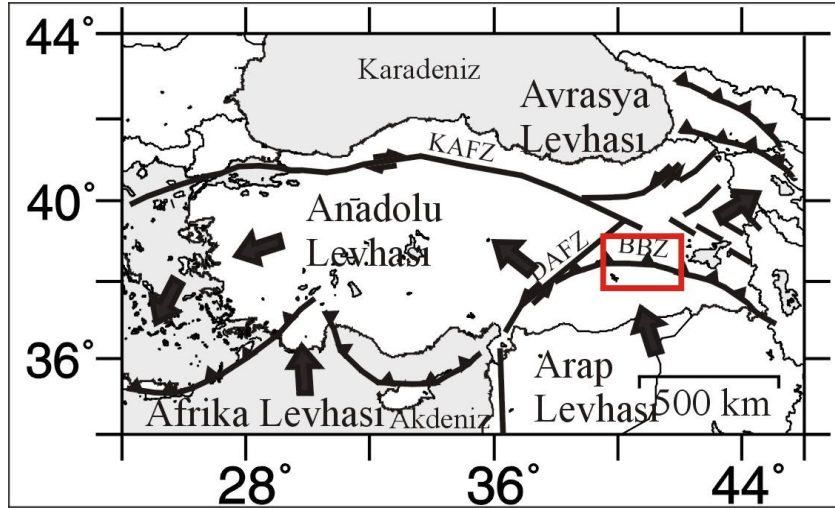
Key words: Gutenberg-Richter relation, Bitlis Thrust Zone, Batman, earthquake hazard.

1. Giriş

Türkiye Alp-Himalaya Deprem Kuşağı üzerinde yer almaktadır [1, 2, 3]. Afrika Levhası ve Arap Levhası olarak isimlendirilen Yer levhalarının kuzeye doğru hareketi ile kuzeydeki Avrasya Levhası arasında sıkışan Türkiye'de önemli depremler üreten tektonik birimler oluşmuştur (Şekil 1). Kuzey ve Doğu Anadolu Fay Zonları boyunca Türkiye'nin Anadolu levhası olarak bilinen büyük kısmı batıya doğru hareket etmektedir. Doğuda ise Bitlis Bindirme Zonu (BBZ) olarak

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address: caglar@sakarya.edu.tr, Phone: +902642955752

bilinen bir kuşak Arap Levhası ile Doğu Anadolu'nun sınırını oluşturmaktadır. Bu kuşak boyunca geçmişte meydana gelen Arap levhası'nın kuzeye hareketi kaynaklı sıkışma günümüzde Güneydoğu Toroslari olarak bilinen sıradağ kuşağının oluşumuna yol açmıştır. Batman ili bahsedilen bu kuşak yani BBZ'nun üzerinde yer almaktadır (Şekil 2) [4]. BBZ ve bağlantılı faylar geçmişte önemli yıkıcı depremler üretmiştir [5]. Bunlardan en büyük ve geniş çaplı yıkıcı olanları 1670 Muş, 1866 Kulp, 1884 Pervari ve 1975 Lice ($M=6.7$) depremleridir.



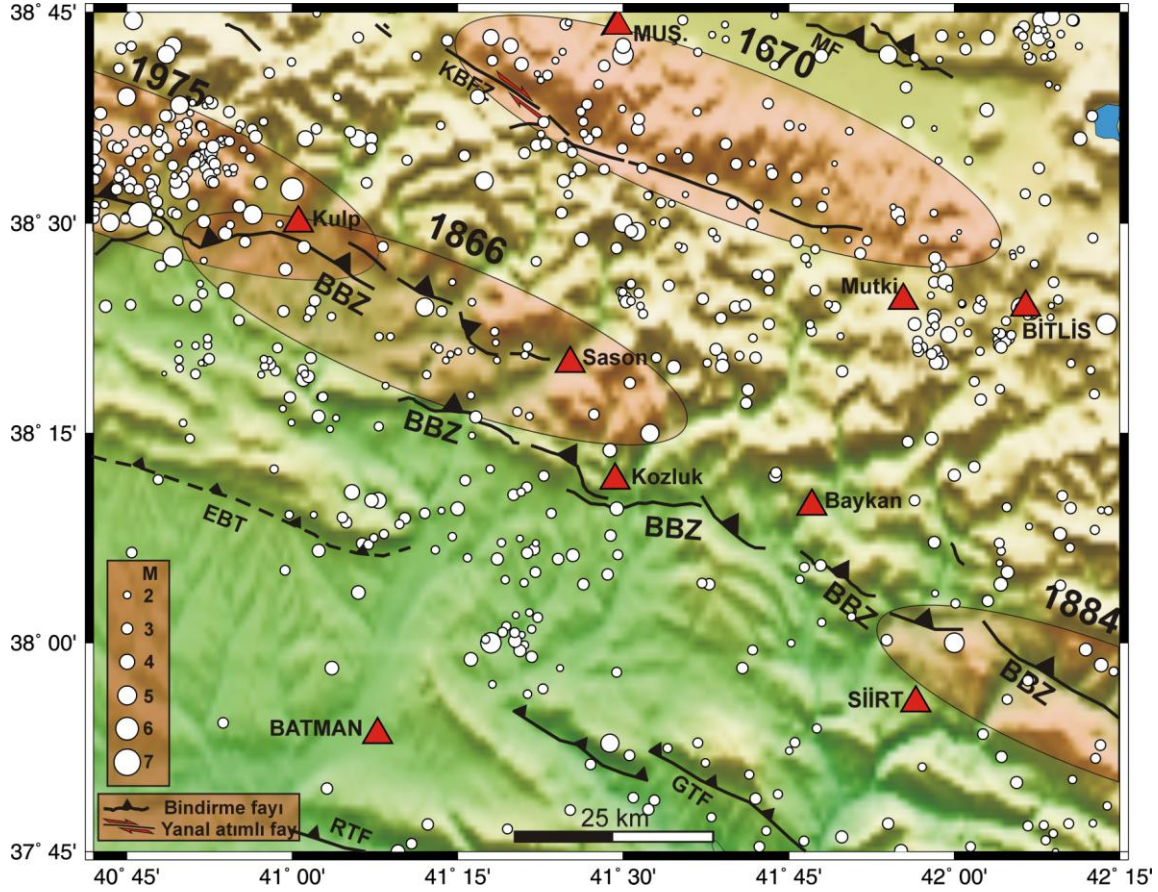
Şekil 1. Türkiye'nin belli başlı tektonik unsurlarını gösteren harita. Kırmızı dikdörtgen Şekil 2'de gösterilen çalışma alanını çevrelemektedir. KAFZ Kuzey Anadolu Fay Zonu, DAFZ Doğu Anadolu Fay Zonu, BBZ Bitlis Bindirme Zonu.

Bu çalışmada Batman ili ve çevresinin deprem riski araştırılacak ve yorumlanacaktır. Bu amaca yönelik olarak deprem istatistiğinin temel bağıntısı Gutenberg-Richter ilişkisi Batman civarının depremselliğinden belirlenecek ve belirlenen bu ilişkiden deprem riski hesaplanacaktır.

2. Kullanılan Veri ve Yöntem

2.1. Kullanılan veri

Çalışmada kullanılan veri Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü kataloğundan elde edilmiştir [6] (bkz: <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/>). Dış merkez dağılımı Şekil 2'de gösterilen bu depremsellik verisi 1900-2016 yılları arası dönemi kapsamaktadır. Arındırılma işlemi sonrası kullanılan verideki deprem sayılarının kümülatif dağılımı sismograf ağının algılama yeteneğinde özellikle 2000 yılı sonrasında anomali bir artış önermektedir (Şekil 3a). Veri, Reasenberg [8] tekniği kullanılarak artçı depremlerden ve patlatmalardan arındırılmıştır. Kullanılan depremselliğin magnitüd histogramı ise Şekil 3b'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Batman ili civarının faylarını, yıkıcı tarihi depremlerin etki alanlarını (elipsler) ve 1900 yılı sonrası bilinen depremlerin dış merkezlerini (beyaz daireler) gösteren harita. [4, 5, 6 ve 7]'den derlenerek hazırlanmıştır. BBZ Bitlis Bindirme Zonu, KBFZ Kavakbaşı Fayı Zonu, GTF Garzan Bindirme Fayı, RTF Raman Bindirme Fayı, EBT Elbistan-Silvan Bindirme Fayı.

2.1. Yöntem

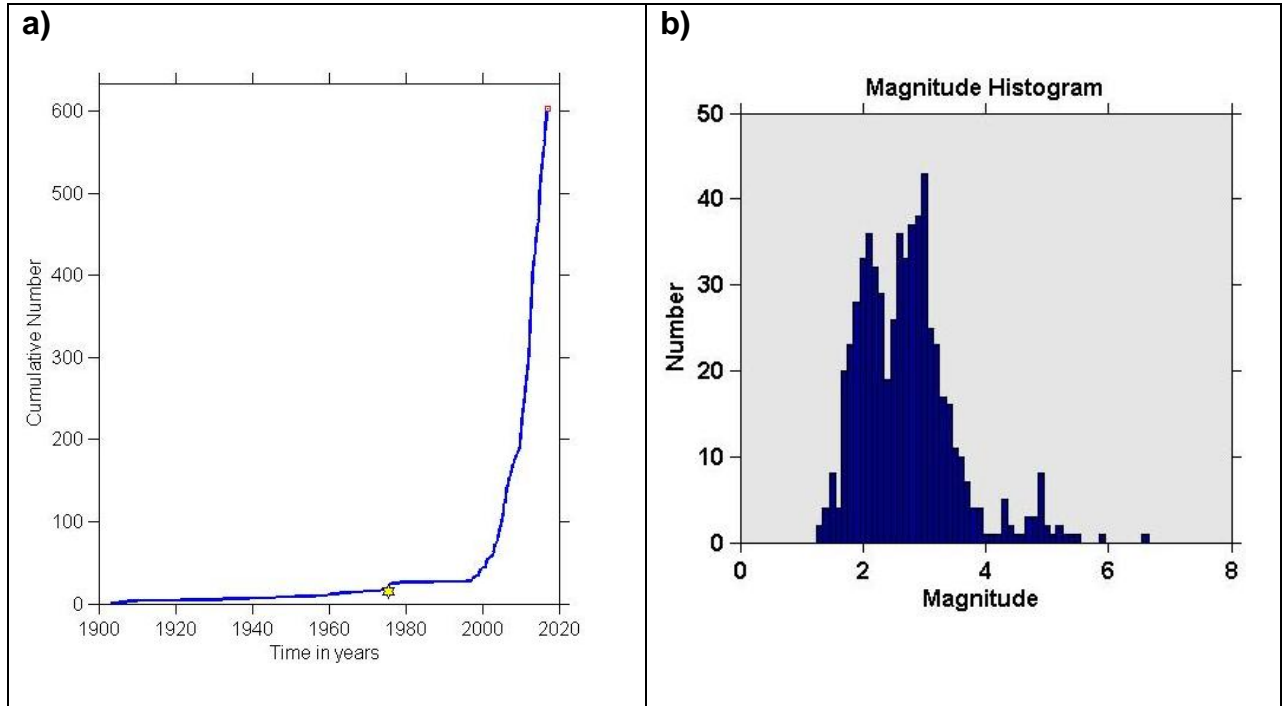
Depremlerin sayısı ile büyüklükleri arasındaki ilişkiyi belirleyen Gutenberg-Richter (*GR*) ilişkisi [9, 10]

$$\text{Log } N(M)=a-bM \quad (1)$$

şeklindedir. Burada N belli bir büyüklükten büyük deprem sayısı, M büyüklük ve a ve b ise sabitlerdir. Bir bölge için *GR* bağıntısı geri plan depremsellikten belirlendikten sonra hedeflenen bir büyüklük (M_h) için o bölgedeki tekrarlanma zamanı (T_R)

$$T_R=\Delta T / 10^{(a-bM_h)} \quad (2)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir. Burada ΔT depremselik kataloğunun kapsadığı zaman aralığını temsil etmektedir. Bu büyüklükteki bir depremin ortalama yıllık sayısı



Şekil 3. (a) Çalışmada kullanılan depremsellik verisine ait depremlerin kümülatif sayılarının zamanla değişim ve (b) magnitüd histogramı. Özellikle 2000'den sonra deprem sayılarında görülen artış yeni kurulan deprem istasyonlarıyla algılamanın artması ile ilişkilidir. Yıldız verideki en büyük depremi (6 Eylül 1975 Lice depremi) göstermektedir.

$$N_{Mh} = 10^{(a-bMh)} \quad (3)$$

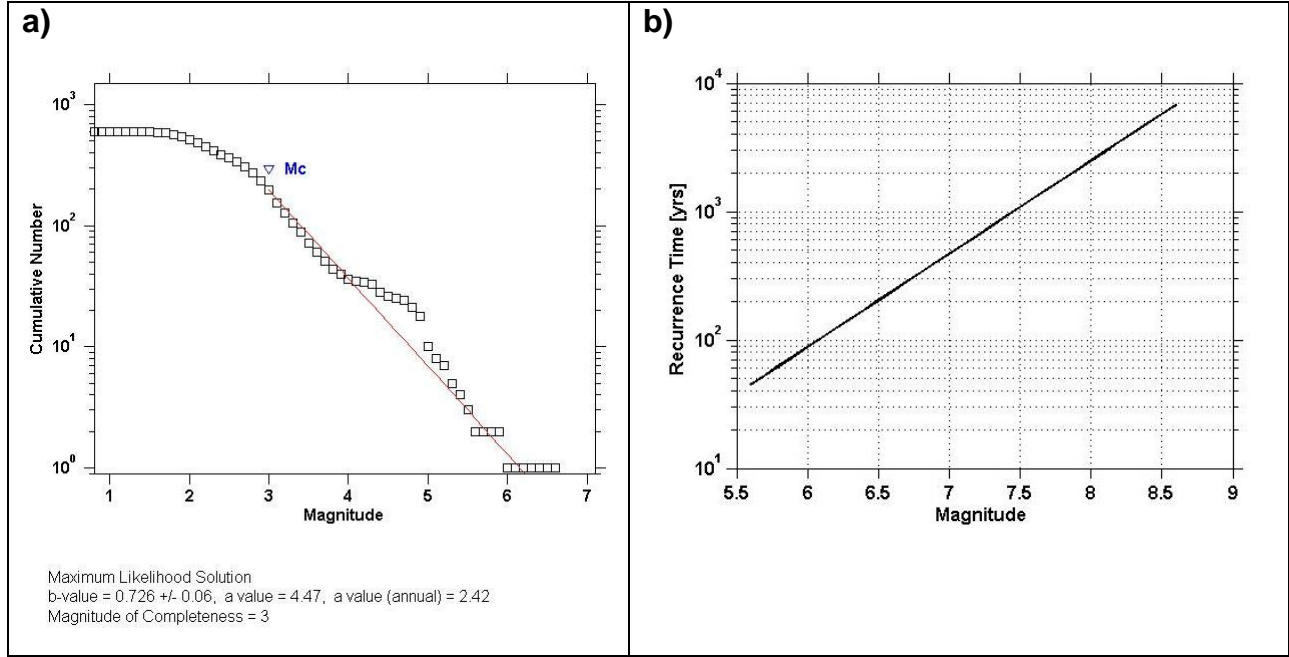
ile verilir. Hedeflenen depremin gelecekteki belli bir T döneminde olma olasılığı da yüzde (%) olarak aşağıdaki bağıntı ile verilir

$$R = 1 - e^{-N(Mh)T} \quad (4)$$

Gerek bu hesaplama gerekse bundan sonra yapılacak tüm hesaplamalar *ZMAP* adlı paket bilgisayar yazılımı kullanılarak yapılmıştır [11]. G-R bağıntısındaki b değerini hesaplamak için En Büyük Olasılık Yöntemi [12] kullanılmış ve b değerleri,

$$b = \frac{\log_{10} e}{(M_{mean} - M_{min})} \quad (5)$$

bağıntısı ile hesaplanmıştır. Burada M_{mean} magnitüdlere ortalaması ve M_{min} analiz edilen depremsellik kataloğundaki minimum tamamlılık magnitüdür. GR ilişkisi depremsellik verisinin yaklaşık $M=3$ büyüklüğüne kadar tamamen kayıt altına alınmış olduklarına işaret etmektedir.



Şekil 4. (a) Çalışmada kullanılan depremsellik verisine ait Gutenberg-Richter ilişkisi ve (b) bu ilişkidenden hesaplanan deprem tekrarlanma zamanları. Gutenberg-Richter grafiği, çalışma alanında depremlerin yaklaşık $M=3$ büyüklüğüne kadar tamamen kayıt altına alınmış olduklarına işaret etmektedir.

3.Sonuçlar

a ve b parametreleri sırasıyla 4.47 ve 0.726 olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi b değeri küresel ortalama olan 1'den küçük çıkmıştır. GR ilişkisinden hesaplanan deprem tekrarlanma zamanları ve yıllık olma sayıları Şekil 4a'da verilmiştir. Sonuçlar, Batman ve çevresinde büyüklüğü $M=6.5$ olan bir depremin 207 yılda bir ve $M=7.0$ olan bir depremin ise 479 yılda bir olduğunu önermektedir.

4. Tartışma

Batman ve çevresi için GR ilişkisinden bulunan büyük deprem tekrarlanma zamanları önemli bir deprem tehlikesine işaret etmektedir. Bulunan tekrarlanma zamanlarının incelenen bölgenin bir ortalamasını yansıttığı düşünüldüğünde daha kısa yıkıcı deprem tekrarlanma zamanlarını beklemek temelsiz bir düşünce olmayacaktır. Gelecekteki deprem olasılığını (R) değerlendirmek için önümüzdeki 30 yılda $M=6.5$ ve $M=7.0$ büyüklüğündeki depremlerin olma olasılıkları hesaplanmış ve sırasıyla %14 ve %6 bulunmuştur. Yani inceleme alanında yıkıcı deprem meydana gelme olasılığı düşük değildir.

BBZ üzerinde, 1866 Kulp depremi Kulp-Sason hattını, 1884 depremi Pervari civarını ve 1975 Lice depremi Kulp-Lice hattını etkilemiştir (Şekil 2). Ancak, Kozluk-Baykan-Siirt hattını son birkaç yüzyıl içerisinde etkileyen bir deprem mevcut tarihi deprem kaynaklarında bulunamamıştır. Bu durumda BBZ'nin Kozluk-Baykan-Siirt kesiminin bir sismik (deprem) boşluğu oluşturduğu söylenebilir. Bu yorumlar ışığında Batman ve çevresi için deprem zararlarını azaltacak tedbirlerin alınmasının önemli bir gereklilik olduğu açıktır.

Acknowledgements

Bu çalışma Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Tarafından Desteklenmiştir. Proje Numarası (Project Number: 2017-01-14-005)

Referanslar

[1] Alptekin Ö. Batı Anadolu depremlerinin odak mekanizmaları ve bunların aktif tektonik ilişkileri, 2. Odak mekanizmaları ve plaka tektoniği modeli. *Jeofizik* 1978; 3:30-57.

[2] Vernant P, Nilforoushan F, Hatzfeld D, Abbassi MR, Vigny C, Masson F, and Tavakoli, F. Present-day crustal deformation and plate kinematics in the Middle East constrained by GPS measurements in Iran and northern Oman. *Geophys J Int* 2004; 157(1):381-398.

[3] Reilinger R, McClusky S, Vernant P, Lawrence S, Ergintav S, Cakmak R, Ozener H, Kadirov F., Guliev, I, Stepanyan R, Nadariya M, Hahubia G, Mahmoud S, Sakr K, ArRajehi A, Paradissis D, Al-Aydrus A, Prilepin M, Guseva T, Enren E, Dmitrotsa A, Filikov SV, Gomez F, Al-Ghazzi R, Karam G. GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. *J Geophys Res.* 2006; 111, B05411, doi:10.1029/2005JB004051.

[4] Seyitoğlu G, Esat K, Kaypak B. The neotectonics of southeast Turkey, northern Syria, and Iraq: the internal structure of the Southeast Anatolian Wedge and its relationship with recent earthquakes. *Turkish J Earth Sci* 2017; 26: 105-126 doi:10.3906/yer-1605-21

[5] Ambraseys NN. Earthquakes in the eastern Mediterranean and the Middle East: a multidisciplinary study of 2,000 years of seismicity, Cambridge University Press; 2009.

[6] <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/>

[7] MTA, Türkiye Yenilenmiş Diri Fay Haritası (2012)
(<http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/yenilenmis-diri-fay-haritalari>)

- [8] Reasenberg PA. Second-order moment of Central California seismicity. J. Geophys. Res. 1985; 90:5479-5495.
- [9] Gutenberg R, Richter CF. Frequency of earthquakes in California. Bull. Seismol. Soc. Am. 1944; 34:185-188.
- [10] Alptekin, Ö. Türkiye ve çevresindeki depremlerde manyitüd frekans bağıntıları ve deformasyon boşalımı. Doçentlik Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, 107 sayfa, Trabzon, 1978.
- [11] Wiemer S. A software package to analyse seismicity: ZMAP. Seism Res Lett 2001; 72(3): 373–382.
- [12] Aki K. Maximum likelihood estimate of b in the formula $\log N = a - bm$ and its confidence limits. Bulletin of the Earthquake Research Institute, Tokyo Univ 1965; 43:237-239.