

## DOĞU ANADOLU BÖLGESİ'NDE 2002-2004 YILLARINDA MEYDANA GELEN DEPREMLERE AİT ARTÇİDEPREMLERİN İSTATİSTİKSEL ÇÖZÜMLEMESİ

Mükerrem YILMAZ<sup>1</sup> Ekrem KALKAN<sup>2</sup> Necmi YARBAŞI<sup>1</sup> Gökşin AKSOY<sup>1</sup>  
[mukerrem@atauni.edu.tr](mailto:mukerrem@atauni.edu.tr) [ekalkan@atauni.edu.tr](mailto:ekalkan@atauni.edu.tr)

**ÖZ:** Doğu Anadolu Bölgesi son iki yıl içerisinde beş farklı bölgede meydana gelen orta büyüklükteki depremlerle sarsılmıştır. Bu depremler; 27 Ocak 2003 Pülümür (Tunceli), 1 Mayıs 2003 Bingöl, 25 Mart 2004 ile 28 Mart 2004 Aşkale (Erzurum), 11 Ağustos 2004 Sivrice (Elazığ) ve 2 Temmuz 2004 Doğubeyazıt (Ağrı) depremleridir. Depremlerin etkili olduğu episantral alanlarda çok sayıda insan hayatını kaybederken, ağır yapısal hasarlar meydana gelmiştir. Bu depremler sonrasında çok sayıda değişik magnitüde artçı depremler kaydedilmiştir. Bu çalışmada magnitüdü  $M \geq 2.0$  olan artçı deprem kayıtları kullanılmıştır. Bu deprem verileri depremlerin magnitüdüne ve oluş zamanlarına göre depremlerin toplam gün sayısı-gün ilişkisi; zaman ilişkisi; gece-gündüz ilişkisine göre sınıflandırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre depremler sonrasında meydana gelen artçı depremlerin oluş sıklıkları ve magnitüdüleri arasında bir ilişki mevcuttur.

**Anahtar Kelimeler:** Ana deprem, Artçı deprem, Doğu Anadolu Bölgesi, İstatistiksel çözümleme

### Giriş

Deprem aktivitesi bakımından ülkemizin önemli bir bölgesi olan Doğu Anadolu Bölgesinde can ve mal kayıplarına neden olan depremler sıkça yaşanmaktadır. Doğal olarak her deprem sonrasında büyüklüğü, sayısı ve meydana gelme süresi ana depremin aletsel büyüklüğüne bağlı olarak değişen artçı depremler meydana gelmektedir. Aletsel büyüklükleri ana depremden daha düşük olmasına rağmen artçı depremler zaman zaman ana deprem nedeniyle mukavemet kaybetmiş veya hasar almış yapılarda yıkılmalara ve can kayıplarına neden olmaktadır. Depremlerin önceden belirlenmesi çalışmalarında sismik veriler yani bölgede önceden meydana gelmiş depremlerle ilgili yapılan çalışmalar önemli ışık tutmaktadır. Depremler sonrasında çok sayıda araştırmacı depremi değişik açılardan ele almakta ve farklı çalışmalar yapmaktadır (Barka ve diğ., 1983; Eyidoğan ve diğ., 1991; Yılmaz ve diğ., 1999; Akbulut ve diğ., 2000; Akbulut ve diğ., 2004; Yılmaz ve diğ., 2004; Zünbül ve diğ., 2004). Son iki yıl içerisinde yani 2002 ile 2004 yılları arasında bölgede dört farklı bölgede farklı zamanlarda orta şiddette depremler meydana gelmiştir. Bu depremler ülkemizin aktif tektonik çatısını oluşturan önemli yapısal unsurları olan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu'nun (DAFZ) birleşme noktası olan Karlıova (Bingöl)'ya yakın bölgelerde olmuştur. Pülümür (Tunceli) depremi, Bingöl depremi, Doğubeyazıt (Ağrı) depremi ve Aşkale (Erzurum) depremlerinde çok sayıda insan ölmüş yüzlerce insan yaralanmıştır. Aynı zamanda bölgede ağır ve hafif ölçekte yapısal hasarlar meydana gelmiştir. Yapısal hasarlarda yapıların kırılan faylara olan yakınlığı yanında kötü zemin özellikleri ve inşaat tekniklerinin kullanılmadan inşa edilmiş yapıların yaygın olması da etkili olmuştur. Aletsel büyüklükleri  $M=5.0$  ile  $M=6.1$  arasında değişen bu depremler sonrasında çok sayıda artçı deprem kaydedilmiştir. 27 Ocak 2003 tarihli Pülümür (Tunceli) depreminden sonra aletsel büyüklüğü  $2,0 \leq M \leq 4,1$  arasında değişen 332 artçı deprem, 01 Mayıs 2003 Bingöl depreminden sonra aletsel büyüklüğü  $2,0 \leq M \leq 4,8$  arasında değişen 328 artçı deprem ve 25-28 Mart 2004 Aşkale (Erzurum) depremlerinden sonra aletsel büyüklüğü  $2,0 \leq M \leq 4,2$  arasında değişen 554 artçı deprem, 11 Ağustos 2004 tarihli Sivrice (Elazığ) depreminden sonra aletsel büyüklüğü  $2,0 \leq M \leq 4,5$  arasında değişen 149 artçı deprem ve 2 Temmuz 2004 tarihli Doğubeyazıt (Ağrı) depreminden sonra aletsel büyüklüğü  $2,0 \leq M \leq 4,0$  arasında değişen 80 adet artçı deprem kaydedilmiştir.

### Doğu Anadolu Bölgesi'nin depremselliği

Dünyanın en önemli deprem kuşaklarından birisi olan Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde bulunan Doğu Anadolu Bölgesi sismik olarak aktif durumdadır. Bölge Üst Kretase'den sonra yaklaşık kuzey-güney yönelimli sıkışma geriliminin etkisine girmiş (Mc Kenzie, 1972; Le Pichon ve diğ., 1973; Morelli, 1978) ve

<sup>1</sup> Uzman, Atatürk Üniversitesi, Deprem Araştırma Merkezi, Erzurum

<sup>2</sup> Yrd. Doç. Dr., Atatürk Üniversitesi, Oltu Meslek Yüksekokulu, Oltu/Erzurum

Doğu Anadolu Bölgesinde Avrasya Levhası-Arap Levhası çarpışması başlamıştır (Şengör ve Kidd, 1979; Şengör, 1980; Şengör ve Yılmaz, 1983; Koçyiğit ve Rojay, 1984; Koçyiğit, 1985). Bu dönemde bölgede etkili olan sıkışma sonucunda doğrultuları genellikle doğu-batı olan bindirmeler, kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu sol yönlü doğrultu atımlı faylar, kuzey-güney doğrultulu açılma çatlakları ve yaygın volkan çıkışları meydana gelmiştir (Şaroğlu ve Güner, 1981; Şaroğlu ve Güner, 1987; Bozkuş ve Yılmaz, 1993). Avrasya Levhası ile Arap Levhası arasındaki kıta-kıta çarpışması özellikle Avrasya Levhası içerisinde çok sayıda sağ ve sol yanallı faylar meydana getirmiş (Bozkuş ve Yılmaz 1993) olup, bunların en büyük ikisi Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı'dır (Koçyiğit, 1985).

### 2002-2004 yılları arasında meydana gelen depremler

Doğu Anadolu Bölgesi'nde 2002 ile 2004 yılları arasında dört ayrı bölgede orta şiddette depremler meydana gelmiştir. Bu depremler; 27 Ocak 2003 Pülümür (Tunceli), 1 Mayıs 2003 Bingöl, 2 Temmuz 2004 Doğubeyazıt (Ağrı) ve 25 Mart 2004 ile 28 Mart 2004 Aşkale (Erzurum) depremleridir.

**Pülümür depremi:** 27 Ocak 2003 tarihinde Pülümür (Tunceli) yakınlarında aletsel büyüklüğü M: 6.2 olan bir deprem meydana gelmiştir. Depremde bir vatandaşımız ölmüş, 7 vatandaşımız ise yaralanmıştır. Pülümür çevresinde etkili olan deprem nedeniyle çok sayıda bina yıkılırken bazı binalarda ise ağır hasar meydana gelmiştir. Deprem nüfusun yoğun olmadığı dağlık alanda meydana geldiği için can ve mal kaybı nispeten az olmuştur. Deprem meydana geldiği fay sistemleri boyunca heyelan ve benzeri kütle hareketleri dışında yüzey kırıklarına yorumlanabilecek yapısal kökenli yüzey deformasyonları meydana gelmemiştir.

**Bingöl depremi:** 1 Mayıs 2003 tarihinde Bingöl'de aletsel büyüklüğü M:6.1 olan yıkıcı bir deprem meydana gelmiştir. Deprem etkili olduğu episantral alan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ile Doğu Anadolu Fay Zonu'nun (DAFZ) kesişime noktası olan Karlıova'ya (Bingöl) çok yakın bir bölgede bulunmaktadır. Depremde 177 can kaybı meydana gelirken 520 insan yaralanmıştır. Depremde bölgede ağır yapısal hasarlar meydana gelmiştir. Deprem nedeniyle 82 bina tamamen yıkılmış, 1602 bina, 4919 konut ve 599 işyeri ise ağır hasar görmüştür. Depremde Bingöl-Karakoçan Fayı üzerinde herhangi bir yüzey kırığına rastlanmamıştır, ancak depremin episantral alanında genellikle sarsıntı sonucu gelişmiş yanallı yayılmalar, küçük ölçekli heyelanlar ile yamaç ve zemin yenilmeleri gözlenmiştir.

**Doğubeyazıt (Ağrı) depremi:** Ağrı'nın İran sınırındaki ilçesi Doğubeyazıt'ta 2 Temmuz 2004 tarihinde aletsel büyüklüğü M: 5.0 olan bir deprem meydana gelmiştir. Ağrı, Iğdır, Kars ve İran'ın sınıra yakın kesimlerinde hissedilen deprem nedeniyle Iğdır sınırına yakın 75 haneli Yığınçal Köyü tamamen yıkılmıştır. Yığınçal Köyü'nde 18 kişi hayatını kaybetti 32 kişi ise yaralanmıştır.

**Aşkale (Erzurum) depremleri:** Erzurum ili Aşkale ilçesi yakınlarında 25 Mart 2004 tarihinde aletsel büyüklüğü M:5.1 ve 28 Mart 2004 tarihinde aletsel büyüklüğü M: 5.3 olan kısa süre aralıklı iki deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerde 10 kişi hayatını kaybederken toplam 56 kişi ise yaralanmıştır. Orta büyüklükte olmalarına karşın üç gün arayla meydana gelen depremler Erzurum merkez, Aşkale, Ilıca, Kandilli ve çevre köylerde etkili olmuştur ve ağır hasar meydana gelmiştir. Bu bölgelerde toplam 1635 konut yıkılmış veya ağır hasar nedeniyle kullanılamaz hale gelmiştir.

**Doğubeyazıt (Ağrı) depremi:** Ağrı'nın İran sınırındaki ilçesi Doğubeyazıt'ta 2 Temmuz 2004 tarihinde aletsel büyüklüğü M: 5.0 olan bir deprem meydana gelmiştir. Ağrı, Iğdır, Kars ve İran'ın sınıra yakın kesimlerinde hissedilen deprem nedeniyle Iğdır sınırına yakın 75 haneli Yığınçal Köyü tamamen yıkılmıştır. Yığınçal Köyü'nde 18 kişi hayatını kaybetti 32 kişi ise yaralanmıştır.

### Kullanılan Yöntem

27 Ocak 2003 tarihli Pülümür (Tunceli) depreminden sonra aletsel büyüklüğü  $2,0 \leq M \leq 4,1$  arasında değişen 332 artçı deprem, 01 Mayıs 2003 Bingöl depreminden sonra aletsel büyüklüğü  $2,0 \leq M \leq 4,8$  arasında değişen 328 artçı deprem ve 25-28 Mart 2004 Aşkale (Erzurum) depremlerinden sonra aletsel büyüklüğü  $2,0 \leq M \leq 4,2$  arasında değişen 554 artçı deprem, 11 Ağustos 2004 tarihli Sivrice (Elazığ) depreminden sonra aletsel büyüklüğü  $2,0 \leq M \leq 4,5$  arasında değişen 149 artçı deprem ve 2 Temmuz 2004 tarihli Doğubeyazıt (Ağrı) depreminden sonra aletsel büyüklüğü  $2,0 \leq M \leq 4,0$  arasında değişen 80 adet artçı deprem kaydedilmiştir. Bu çalışmada artçı deprem kayıtları istatistiksel olarak değerlendirilerek aletsel büyüklüğü  $M \geq 2.0$  olan toplam artçı deprem kayıtları magnitüdüne ve oluş zamanlarına (depremlerin toplam gün sayısı-gün ilişkisi; zaman ilişkisi; gece-gündüz ilişkisi) göre sınıflandırılmıştır.

### Sonuçlar

27 Ocak 2003 Pülümür (Tunceli), 1 Mayıs 2003 Bingöl, 25 Mart 2004 ile 28 Mart 2004 Aşkale (Erzurum),

11 Ağustos 2004 Sivrice (Elazığ) ve 2 Temmuz 2004 Doğubeyazıt (Ağrı) depremlerine ait artçı deprem kayıtları istatistiksel olarak değerlendirilerek  $M \geq 2.0$  olan artçı deprem kayıtları magnitüdüne ve oluş zamanlarına (depremlerin toplam gün sayısı-gün ilişkisi; zaman ilişkisi; gece-gündüz ilişkisi) göre sınıflandırılmıştır. Ağırlıklı ortalama magnitüd  $M = 3,4$  olarak bulunmaktadır. Depremlerden %15'ü  $1 \leq M < 3$  mikrodepremler, %84'u  $3 \leq M < 5$  küçük depremler ve %1'i  $5 \leq M < 7$  orta büyüklükteki depremlerdir. İstatistiksel analizler  $X^2$  testi yöntemi kullanılarak yapıldı. %95 Güven Aralığı Hesaplamaları ve anlamlılık düzeyi için  $\alpha = 0.05$  alındı. Elde edilen sonuçlara göre deprem sıklıkları ve magnitüdüleri arasında bir ilişkinin mevcut olduğu görülmüştür.

#### KAYNAKLAR

1. Akbulut S., Kalkan E. ve Bayraktutan S., 2000. *17 Ağustos Adapazarı Depreminde gözlenen yapı ve zemin problemleri*. Batı Anadolu Depremselliği Sempozyumu, İzmir.
2. Akbulut, S., Budak, A., Arasan, S., Kalkan, E. ve Bayraktutan, M. S., 2004. *Aşkale-Erzurum depreminde gözlenen zemin ve yapı problemleri*. Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 10. Ulusal Kongresi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
3. Barka A., Saroğlu F., Güner Y., 1983; *Horasan-Narman depremi ve bu depremin Doğu Anadolu neotektoniğindeki yeri*. Yeryuvarı ve İnsan, 8, 16-20.
4. Bozkuş, C. ve Yılmaz, Ö., 1993; *Tercan (Erzincan)-Aşkale (Erzurum) arasının tektoniği*. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 36, 189-201.
5. Eyidoğan, H., Utku, Z., Güçlü, U., Değirmenci, E., 1991; *Türkiye büyük depremleri makro-sismik rehberi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi Yayın.
6. Gürsakal, N., 2002. Bilgisayar Uygulamalı İstatistik I. Alfa Basın Yayın Dağıtım Ltd. Şti., İstanbul
7. Gürsakal, N., 2002. Bilgisayar Uygulamalı İstatistik II. Alfa Basın Yayın Dağıtım Ltd. Şti., İstanbul
8. İnan, S., 1987; *Erzurum-Tortum arasında Dumlu fay kuşağının sistematik ve yapısal özellikleri*. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi dergisi, Seri-A, Yerbilimleri, 4-1, 3-12.
9. Koçyiğit, A., 1985; *Karayazı fayı*. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 28, 67-72.
10. Koçyiğit, A. ve Rojay, B., 1984; *Doğu Anadolu Bölgesinin yeni tektonik çatısı ve Horasan-Narman depremi, 1983*. Kuzeydoğu Anadolu I. Ulusal Deprem Sempozyumu, Atatürk Üniversitesi, Fen-edebiyat Fakültesi, 265-284, Erzurum.
11. Koçyiğit A., Öztürk A., İnan S., Gürsoy H., 1985; *Karasu havzasının (Erzurum) tektonomorfolojisi ve mekanik yorumu*. Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yerbilimleri Dergisi, Seri A, 2, 3-15.
12. Le Pichon, X., Francheteau, J., Bonnin, J., 1973; *Plate tectonics: Development in geotectonics*. Elsevier, Amsterdam, 300 p.
13. Mc Kenzie, D. P., 1972; *Active tectonics of the Mediterranean region*. Geophys. J. R. Astr. Soc., 30, 109-185.
14. Şaroğlu, F. Ve Güner, Y., 1981; *Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler: jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri*. Türkiye jeoloji Kurumu Bülteni, 24-2, 39-50.
15. Şaroğlu, F. Ve Güner, Y., 1984; *Doğu Anadolu'da Neotektonik dönemdeki jeolojik evrim ve havza modelleri*. M. T. A. Dergisi, 107, 73-94.
16. Şengör, A.M.C., Kidd, W.S.F., 1979; *Post-collisional tectonics of the Turkish-Iranian plateau and a comparison with Tibet*. Tectonophysics, 55, 361-376.
17. Şengör, A.M.C., 1980; *Türkiye'nin neotektoniğinin esaslar*. Türkiye Jeoloji Kurumu, Konf. Ser., No: 2, 40.
18. Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1983; *Türkiye'de Tetis'in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım*. Türkiye Jeoloji Kurumu, Yerbilimleri Özel Dizisi, No: 1, 75.
19. Yılmaz, M., Şirin, F., Kadirov, A., Bayraktutan, M. S., Kalkan, E., Kılıç, A. M. and Kılıç, A., 1999. *Maximum magnitude map of the east Anatolia region*. International Workshop on Recent Earthquakes and Disaster Prevention Management. Middle East Technical University, Turkey.
20. Yılmaz, M., Kalkan, E., Yarbaşı, N., Aksoy, G. ve Kadirov, A., 2004. *1990-2003 yıllarına ilişkin Doğu Anadolu deprem verilerinin istatistiksel çözümlemesi*. 57. Türkiye Jeoloji Kurultayı. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
21. Zünbül, S., Karakısa, S., Milkereit, C., Woith, H., Teoman, M., Türkoğlu, M., Özmen, Ö. T., Uzun, E., Aklan, M. A. ve Demirtaş, R., 2004. *Bingöl depremi (1 Mayıs 2003) artçıdeprem çalışmaları*. 1 Mayıs 2003 Bingöl Deprem Raporu, Rapor No: 5149-1, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi, Ankara.