

23 AGUSTOS 2000 ARTÇI DEPREMİ {111=5.4 KARADERE, HENDEK-AKYAZE}

Ramazan DEMİRTAŞ, Cenk ERKMEN, Müjdat YAMAN
Afet İşleri Genel Müd., Deprem Araştırma Dairesi Bşk. Aktif Tektonik Grubu

Deprem dış-merkezinin 17 Ağustos 1999 deprem kırığının doğu ucu ile 12 Kasım 1999 deprem kırığının batı ucunda yer alması, 23 Ağustos 2000 depreminin 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi depreminin bir artçı depremi olduğuna işaret etmektedir. Depremi dış-merkezi, Hendek güneyi ile Gölyaka arasında uzanan Karadere segmentinde yer almaktadır. Karadere segmenti boyunca yerleşim alanlarının olmayışı, -dik ve sarp bir yükseltinin bulunması, bölgenin sağlamı kayaçlardan oluşması, hasarın hiç olmamasına neden olmuştur. Depremde, Çayırbaşı Köyü (Punaşahbenler) yolunda 10-20m uzunlukta K88D gidişil kılcal bir çatlak meydana gelmiştir.

Bu çalışmada, 23 Ağustos 2000 tarihinde Hendek güneyinde meydana gelmiş depremin, aynı bir deprem mi yoksa 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi'nin artçısı mı olduğu sorusuna açıklık getirilmektedir. Ayrıca, bu depremin dış-merkezinin neresi olduğu konusunda ayrıntılı bilgiler sunulacaktır.

23 Ağustos 2000 Artçı-depremi

23 Ağustos 2000 tarihinde Akyazı ile Hendek arasında orta büyüklükte (MI=5.2 SABONET-DAD, MI=5.4 TURKNET-DAD, MI=5.8 KOERI, mb=5.1 USGS) bir deprem olmuştur. (Şekil-1) Depremin batıda İstanbul'dan doğuda Ankara'ya ve kuzeyde Zonguldak'tan güneyde Kütahya'ya kadar çok geniş bir alanda hissedildiği bildirilmiştir. Depremin aletsel dış-merkezi, 40.79K ve 30.76D (TURKNET-DAD), 40.75K ve 30.75D (SABONET-DAD) koordinatları arasında saptanmıştır. Bu koordinatlar, Hendek'in 3-4km güneyinde Şehküyü ile Sıtmapınar köyleri arasına düşmektedir. Bu köyler boyunca çizgisel olarak uzanan Balıklı deresi doğuya doğru akmaktadır. Depremin gözlemsel merkezi (şiddete dayanan) ise Punabey, Punaşahbenler (Çayırbaşı), Punatürbe ve Punaorta köyleri civarında yer almıştır. Deprem odak derinliği 15.06km (SABONET-DAD) olarak saptanmıştır.

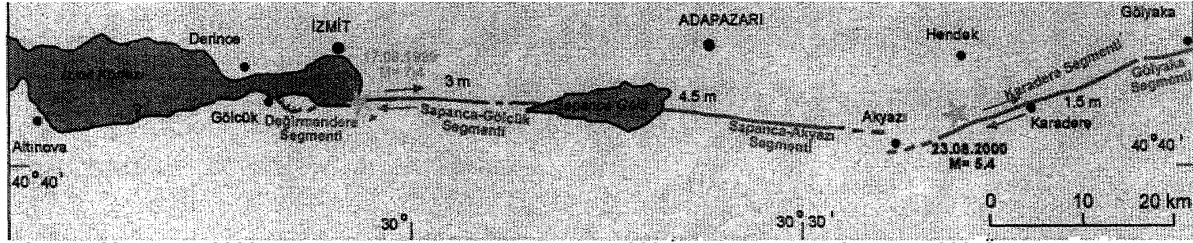
Deprem, Hendek ve Akyazı'da çok şiddetli olarak hissedilmemesine rağmen binalarda hiçbir yapısal hasar yapmamıştır. Hatta depremin dış-merkezi olarak düşünülen Puna köyleri civarında bile bacalarda ya da çatılarda kiremit veya tuğla düşmeleri olmamıştır. Deprem, yüzeyde herhangi bir deforasyona neden olmamıştır. Deprem sadece Çayırbaşı (Punaşahbenler) köyüne doğru giden stabilize yolda 10-20km uzunlukta K88D doğrultulu kılcal bir çatlak oluşturmuştur. Deprem,

dış-merkez yakınında akan Balıklı Deresi, Dinsiz Suyu ve Aksu Vadisi boyunca da herhangi bir yamaç yenilmesine ya, "da kaya düşmelerine de neden olmamıştır.

23 Ağustos depremi ile ilgili dört genel değerlendirme yapılabilir:

(1) Deprem, 17 Ağustos 1999- İzmit Körfezi deprem kırığının bitiş bölgesi ile 12 Kasım 1999 Düzce-Kaynaşlı deprem kırığının başlangıç bölgesi arasında yer alan bir pürüz boyunca oluşmuş bir artçı depremdir. Bilindiği gibi, 17 Ağustos 1999 depremi batıda Hersek Deltası ile doğuda Gölyaka arasında 130km uzunluğunda bir yüzey faylanması oluşturmuştur (Demirtaş ve Erkmen 1999, Demirtaş vd. 1999» Demirtaş 2000). Bu yüzey faylanması,, Değirmendere, Gölcük-Sapanca, Sapanca-Akyazı ve Karadere segmentleri olarak 4 ayrı parçadan oluşmaktadır. Bu parçalar birbirlerinden birer genişleme sıçramaları (çek-ayır) ile ayrılmaktadır. Segmentler arasındaki bu sıçramalar,, fay için birer pürüz ve engellere (asperity ve barriers) karşılık gelmektedir. Diğer taraftan bu bölgeler, kayma açıklarının olduğu bölgelerdir. Diğer bir deyişle 17 Ağustos 1999 depreminde ana şok civarında Sapanca-Gölcük segmenti boyunca en büyük yatay atım 3-3.5m; Sapanca-Akmanı segmenti boyunca 4-4.5m ve Karadere segmenti boyunca ise 1.5m ölçülmüştür (Demirtaş ve Erkmen 1999, Demirtaş vd. 1999, Demirtaş 2000, Demirtaş ve Erkmen 2000). Diğer taraftan Karadere segmentinin hemen doğusundan başlayan 12 Kasım 1999 Düzce-Kaynaşlı deprem kırığı boyunca da en büyük atım 4,5m olarak gözlenmiştir. Bu nedenle 17 Ağustos ve 12 Kasım deprem taklan arasında yer alan Karadere segmenti boyunca 3m'ye yakın bir kayma meydana gelmiştir. Bu tür kayma- açığı olan pürüz ve engeller, ana şoktan sonra olan 23 Ağustos 2000 gibi bir artçı depremlerle telafi edilmektedir. Bu nedenle 23 Ağustos 2000 depremi, kesinlikle bağımsız bir deprem olarak nitelendirilemez. Bu depremi, Karadere segmenti boyunca olan bir artçı depremdir.

(2) Deprem,, yukarıda söz edildiği gibi çok geniş bir alanda hissedilmesine rağmen hiçbir hasar gelişmemesi çok ilginçtir. Bilindiği gibi depremde hasar, deprem parametreleri (büyüklük, odak derinliği, kuvvetli yer hareketi suresi,, ivme), yapı tipi ve tara (depreme dayanıksız, yapı türü,, işçilik, malzeme), yerel jeolojik koşullar (kalın, gevşek suya doygun alüvyal çökeller, fay hattı, kaya düşmesi,, yamaç yenilmesi), insani faktörler (nüfus yoğunluğu, sanayileşme alanı, depremin yerlerine uzaklığı) ve fay tipi-dalganın yayılma özellikleri gibi 4 ana



Şekil-1 23 Ağustos 2000 Artçı depremi dış-merkezli 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi ve 12 Kasım 1999 Üzce-Kayraşlı deprem kırıkları ile olan ilişkisi. Yıldızlar deprem dış-merkezlerini, çizgiler deprem kırıklarını göstermektedir.

faktöre bağlı olarak farklı şekilde gelişebilmektedir, 23 Ağustos 2000 depreminde de hasarın gelişmemesi (M büyük deprem geçirmiş çok kötü yapı türünde bile baca tuğlalarının ya da çatıda kiremit düşmesi olmaması) aşağıdaki şekilde açıklanabilir

a- Depremin büyüklüğü doğru olarak ölçülmemektedir;; bilindiği gibi Türkiye Ulusal Sismik Örü'nün yetersiz olması ve kabuk yapısının ortaya çıkarılmaması hem deprem büyüklüğünün hem de deprem dış-merkez ya da iç-merkezin yanlış hesaplanmasına neden olmaktadır. Diğer yandan deprem büyüklükleri deprem süresinden hesaplanmaya çalışılmaktadır. Bu yöntemle $M5.0$ 'a kadar deprem büyüklüğü doğru hesaplanabilmektedir. Ancak deprem büyüklüğü 5.0 'ı aşınca büyük hatalar gözlenmektedir.

b- Bölge iki büyük deprem: geçirdiği için depreme* dayanıksız binaların çoğunluğu tamamen yıkılmış bu nedenle hasar gelişmemiş olabilir.

c- Hendek yerleşim alanı, yerel jeolojik koşullar nedeniyle her iki büyük depremde de hasar görmemiştir (Demirtaş 1999). Bu nedenle de 23 Ağustos, artçı depreminde de hiç etkilenmemiştir. Ancak Akyazı yerleşim bölgesi için by durum geçerli., olmayıp çelişki yaratmaktadır. Deprem merkezi Akyazı'ya 15-20km uzaklıkta bulunan ve Akyazı ovasının altında çok kalın gevşek ve sup doygun alüvyon çökeller yer almaktadır. Bu bölgede hasarın hiç olmaması depremi büyüklüğünün 5.8 'den daha küçük olabileceğini göstermektedir. Deprem Araştırma Dairesi (Ankara) TURKNET, deprem büyüklüğünü $M=5.4$; yine Deprem Araştırma Dairesi (Ankara) SABONET, $mb=5.1$; ÜSGS (ABD) $mb=5.1$ olarak vermektedir.

d- Deprem merkezi, dar ve derin vadi olan Aksu vadisinde yer almıştır., Aksu vadisi boyunca yaylalar gibi birkaç kırsal yerleşim alanları bulunmaktadır. Bu kesimde, sağlam kayaların olması; yerleşim alanları ve insan yoğunluğunun az olması,, yüksek topoğrafik alanlardan oluşması hasarın hiç olmamasına neden olmuştur.-

e- Bu büyüklükte bir depremin odak derinliği 15.06km (SABONET-DAD) gibi çok derin olması hasarın hiç olmamasına, buna karşılık çok geniş alanda hissedilmesine neden olmuştur.

(3) Yukarıda söz edildiği gibi sismik örünün yetersiz

olması ve bölgesel kabuk yapısının bilinmemesi nedeniyle deprem dış-merkezinin (episantr) belirlenmesinde $30^{\circ}50'$ 'ye varan hatalar yapılmaktadır., 23 Ağustos 2000 artçı depreminde de yaklaşık 1.0-15km'lik hatalar yapılmıştır. Deprem merkezi Hendek olarak verilmiştir., Halbuki deprem merkezi Karadere yakınlarında yer almaktadır. Deprem merkezinin hatalı olarak verilmesi de, depreme neden olan farklı bir faymış gibi yorumlanmasına neden olmaktadır. Ayrıca bu hata, depremin farklı bir fayda kaynaklanmasına yanında, depreminde bağımsız bir depremiş gibi yanlış değerlendirmelere neden olmaktadır, "

Kısacası, deprem, 17 Ağustos ile 12 Kasım 1999 deprem kırıklarının arasında yer alan Karadere segmanında yer almıştır. Diğer taraftan by deprem, Hendek yakın kuzeyinden geçen Gümüşova kuzeyi, Çilimli ve Yığılca arasında uzanan diğer bir faydan kaynaklanmış, olabilir sorusu akla gelebilir. Ancak hemen Hendek kuzeyinde yer alan Kazimiye bölgesinde bile hiçbir hasar ya da delörmasyon gözlenmemiştir. Yani bu depremin bu fay ile ilgisi kesinlikle yoktur.

(4) Bu depremin bağımsız bir deprem olarak yorumlanması, sadece bu depremden sonra hiçbir artçı depremin olmamasına bağlanmaktadır., Artçı depremlerin olmaması da fayın bir pürüze takıldığı şeklinde yorumlanmaktadır.. By depremlerden bir iki gün sonra iki tane 2.6 ve $2.11k$ iki depremler bu depremin artçısı olarak değerlendirilmekte ve fayın rahatladığı --şeklinde yorumlamalar yapılmaktadır.

23 Ağustos, depremi, kendisi artçı deprem olduğu için arkasından artçı deprem olmaması önemli değildir.. Eğer bu deprem- artçı bir deprem: değil de bağımsız ya da öncü deprem olarak kabul edilmesi iki olasılığı beraberinde getirir:

a- Eğer bu depremi bağımsız bir depremse, ana şoktan (23 Ağustos 2000 saat 16.41'den) itibaren birkaç gün içinde yüzlerce artçı depremin olması beklenir. Örneğin hemen aynı büyüklükte olan 1 Ekim 1995 Dinar depremi ($M=5.9$) (Demirtaş vd. 1996) ana şokundan itibaren bir hafta içinde 1500 artçı deprem olmuştur. Aynı şekilde 27 Haziran 1998 Ceyhan-Misis depremi ($M=6.1$) ana şokundan itibaren birkaç gün içinde 50(?den fazla artçı deprem meydana gelmiştir (Demirtaş 1998)

Bu durum, 23 Ağustos 2000 depreminin bir bağımsız

deprem değil de bir artçı deprem olduğunu kanıtlamaktadır. 17 Ağustos 1999 depremi ana şokundan itibaren yukarıda söz edilen fayın pürüz ve engel bölgelerinde 23 Ağustos depremi benzeri 5.0 ve daha büyük artçı depremler, 17 Ağustos ana şokundan sonra çok yakın bir zaman sonra meydana geldikleri için arkasından artçı depremler sürekli oldukları için bu depremler bağımsız depremler değil de doğrudan artçı depremler olarak kabul edilmiştir. Buna karşılık 23 Ağustos 2.000 depremi 17 Ağustos 1999 depreminden 1 yıl sonra meydana geldiği için bu deprem bağımsız deprem şeklinde yanlış değerlendirmelere neden olmuştur." 23 Ağustos benzeri artçı depremlerin ana şoktan itibaren 2 yıl gibi bir süre içinde birkaç ay aralıklarla oluşması fayın yırtılma sürecine aykırı değildir. Bu yukarıda söz edilen pürüz ve engeller bu tür artçı depremlerle temizlenerek fay denge durumuna gelecektir, Bu süreç bölgede 7,4 e 7.2 gibi iki büyük depremin olması nedeniyle en az 2 yıl gibi bir zaman alacaktır.

b- Bu deprem başka bir depremin öncüsü olarak kabule edilecek olursa o zaman 17 Ağustos ile 12 Kasım 1999 depremleri kırıkları arasında yırtılmayan bir sismik boşluğun olmasını gerektirir., Ya da bölgede 17 Ağustos 1999 depremine neden olan fayın dışında başka bir fay segmentinin (sismik segment) olması gerekmektedir,

Diğer taraftan gerek 17 Ağustos (4 ayrı fay segmenti) ve gerekse 12 Kasım depremleri arasında fayın sıçrama ya da büküm yaptığı pürüz ve engeller (asperity and barriers)» sismik boşluklar ile kesinlikle karıştırılmamalıdır. Aksi takdirde 23 Ağustos 2000 gibi artçı depremlerle * telafi edilecek bu pürüz ve engel bölgeleri yanlış şekilde sismik boşluk olarak yorumlanırsa, 23 Ağustos 2000 depremi de bağımsız bir deprem ya da öncü deprem gibi yanlış bir sonuca gidilir.

Diğer yandan deprem episantrının yüzeydeki fay çizgisi üzerinde yer alacak diye bir kural yoktur, Fay çizgisi üzerine düşmeyen deprem episantrını da başka bir faydan kaynaklandığını ileri sürmek doğru değildir. Bilindiği gibi,, hemen hemen tüm fayların eğimleri yeryüzüne doğru yaklaşırken artarken», yerin derinliklerine doğru ise eğimleri azalmaktadır. Çünkü yeryüzüne yakın kabuk daha kırılabilir davranış gösterirken, yerin derinliklerinde ise aşırı basınç ve sıcaklık nedeniyle daha sünümlü bir davranış göstermektedir.

Deprem episantrlarını değerlendirirken mutlaka fay tipi ve eğim derecesi göz önüne alınmalıdır. Normal faylarda ya da ters faylarda eğim derecesine bağlı olarak deprem episantrı ile yüzeydeki fay izi birbirinden oldukça farklı yerlerde görülebilmektedir. Doğru atımlı faylarda ise normal ya da ters bileşenler önemli rol oynamaktadır., Örneğin 23 Ağustos 2000 depremine neden olan fay, normal bileşenlere sahiptir.. Fay düzleminin eğimi 70 derece, odak derinliği 15km alınırsa, yüzeydeki fay çizgisi ile episantr arasında 5km gibi bir uzaklık bulunur. Bu da Karadeniz segmentinde meydana gelen deprem, sanki

Hendek gneyinde olmuş gibi izlenim verebilir.

Tartışma ve sonuçlar

Bu çalışmada elde edilmiş önemli bulgular aşağıda maddeler halinde özetlenecektir.

1- 23 Ağustos. 2:000 depremi aletsel dış-merkezi, her ne kadar Hendek güneyi olmakla beraber, deprem Kanadere segmentinde meydana gelmiştir.

2- Deprem, farklı bir fayla ilgili olmadığından dolayı, ayrı ya da bağımsız, bir deprem olmayıp», muhtemelen 17 Ağustos 1999 depreminin artçı-depremidir,

3- Deprem, 17 Ağustos ile 12 Kasım depremleri arasında kalan pürüz ve engel bölgesinde olmuştur. Çünkü, Akyazı doğusunda,, D-B doğrultulu fay yön değiştirerek K70D doğrultulu olmaktadır. Bu pürüz ve engel bölgesi», her iki depremin 5.0 daha büyük artçı depremleri ile yok edilmeye çalışılmaktadır.

4- Deprem, Çayırbaşı Köyü yolunda 10-20m uzunluğunda K88D doğrultulu kılcal bir çatlak meydana getirmiştir.

5- Deprem dış-merkezinin yerleşimden uzak, dik ve sarp dağlık bölgede (Aksu vadisinin doğu tarafı) olması, bölgenin sağlam kayalardan oluşması, bölgede 7.2 ve 7,4 gibi ilki büyük depremin olması/depremde hiçbir hasarın olmamasına neden olmuştur."

Değinilen Betgeier

Demirtaş, R., Karakışa, S. And Ytrnaz, R, 1996 The October 1, 1995 Dinar Earthquake (M=5.,9) In SW Turkey. Bulletin of USEE (Bulk Of international Inst Of Seismology and Earthquake Engineering, Japan, vof.30, 45-58

Demirtaş, ft... 1998. 2.7 Haziran 1998 Ceyhan-Misis depremi Sıvılaşma ve hendek çalışması. TMMOB, Jeoloji Müh. Odası, Jeoloji Mühendisliği Dergisi 53, 40-47

Demirtaş,, ft And Erkmen, C, 1999. Preliminary results of the trench studies on the 1999 rupture of the İzmit Bay:, İzmit, NW Turkey. Earthquake Hazard and Risk in the Eastern Mediterranean, Nicosia, Northern Cyprus, 1999 (in press)

Demirtaş, ft. And Erkmen, C. Aid' Yılmaz R., 1999. İzmit Bay Earthquake of 17 August 1999, NW Turkey, Earthquake Hazard -and Risk in the Eastern Mediterranean, Nicosia, Northern Cyprus, 1.999 (in press)

Demirtaş, ft And Eltonen, C, .And Yılmaz ft., 1999. Kuzey Anadolu Fayı, Sapanca-Göicük segmentinde Paleosismolojik çalışmalar; 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi; Kullar Hendek >çalışma ön sonuçları. ATAG 3 topianimi Bildiri özlery kitapçığı. 14, 4-5 Kasım 1999 Sivas,

Demirtaş, R. 1999. 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi Mavi Gezeğin, Jeoloji Mühendisleri Odası yayını.

Demirtaş, ft. 2000. 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi Raporu, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Gen. Mud. Deprem Araştırma Yayını, 300s., Ankara.

Demirtaş, R. Ve Erlemen, C. 2000. 12 Kasım 1999 Düzce depremi (Mw=7.2); Yüzey kırık geometrisi, atım miktarı dağılımı ve gelecek potansiyeli Türkiye Jeoloji Kumlayı, Bildiri Özlery, 162-163