

ÇANKIRI DEPREMİ

06 Haziran 2000 Orta (Çankırı) Depremi

06 Haziran 2000 tarihinde Orta ilçesi'nin (Çankırı) birkaç km güneybatısında orta büyüklükte ($M=5.9$) bir deprem olmuştur. Deprem in aletsel dış-merkezi, $4\dot{U}.63K$ ve $33.03B$ koordinatları arasında saptanmıştır. Deprem, yüzeyde herhangi bir deformasyon oluşturmamıştır. Orta Fayı olarak isimlendirilen depreme neden olan fay, K70D doğrultulu olup, K50D doğrultulu Devrez Fayı'ndan genişlemeli bir bükümlü ayrılmaktadır. Bu nedenle Güldürcek Barajı ile Kayıören köyü arasında Orta-Üst Miyosen yaşlı tüfler içinde açılmış yarmada K50D doğrultulu sağ yanal doğrultu atım bileşenli normal faylar (sintetik faylar), K32B doğrultulu sol yanal doğrultu atım bileşenli normal faylar (antitetik faylar) ve K80B doğrultulu tansiyon kırıkları gözlenmiştir. Deprem in Orta-Kanlıca-Yuva-Dodurga-Kayjören arasında, 10.5 km derinlikte, yaklaşık 10 km uzunlukta bir kırılmaya neden olduğu tahmin edilmiştir. Ayrıca Orta Fayı'nın eşlenik fayı konumunda olan Kısaç-Elden Fayının 5 km'lik bölümü boyunca da artçı deprem etkinlikleri gözlenmiştir. Bu nedenle depremin dış*merkezi, Orta Fayı ile Kısaç-Elden fayının kesişim bölgesi olan Orta'nın güneybatısında Yuva civarında yer almıştır. 6 Haziran ile 13 Haziran arasında olmuş 563 artçı depremin dağılımı Orta Fayı olarak adlandırılan fayın yakın civarında dağılım göstermiştir Deprem in ana şok ve üç büyük artçı depremlerinin odak mekanizması çözümleri, normal atım bileşenli sağ yanal doğrultu atımii faylarına vermiştir, (i) Yerel jeolojik koşullar, (2) deprem odak derinliğinin (10,5) derin olması, kuvvetli yer hareketi (% 5g) süresinin (10 saniye) kısa olması ve fay tipi-dalga yayılma yönü nedeniyle depremde hasar çok hafif olmuştur. Deprem merkezine en yakın Çerkeş istasyonunda en büyük yer ivmesi KG yönün-

Ramazan DEMİRTAŞ¹,
Yıldız İRAVULvCenk ERKMEN¹,
Belgin BARANI Müjdat; YAMAN¹,
Mehmet BAYKAL², Tuğbay KILIÇ²

*/ Afet İşleri Gen. Mûd. Deprem
Araştırma Dairesi, Sismoloji Şb.,,
Aktif Tektonik Grubu*

2 Afet İşleri Gen. Mûd Deprem
Araştırma Dairesi, Sismoloji Şb.
TURKNET Grubu*

de 62.5mG, DB yönünde 63,2mG ve düşey yönde 40.2mG olarak kaydedilmiştir. Deprem dış-merkezi ve yakın civarını kapsayan çok dar bir alan için depremin şiddeti VII olarak belirlenmiştir. Depremde hasar, Orta Fayı'nın kuzeyinde, kırsal kesimde, Orta ilçesine bağlı Yuva, Kısaç, Salur, Buğüören, Elden, Dodurga, Ortabayındır, Tutmaçbayındır ve Derebayındır Köylerinde gelişmiştir. Bu köylerde hasar gören yapıların çoğu çamur harçlı, moloz taş duvarlı ve kerpiç duvarlı yapılarıdır.

GİRİŞ

Türkiye'de geçen yüzyılda (1900-2000) 125 hasar yapıcı ($M_s > 5.5$) deprem olmuştur. Bu depremlerden yaklaşık 110'u 1970 yılından önce; sadece 15'i 1970 yılından sonra olmuştur. Bu depremlerden 38'i Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ); 12'si Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ); 34'ü Ege Çöküntü Sistemi (EÇS); 22'si Doğu Anadolu Sıkışma Bölgesi (DASB); 13'ü Helenik-Kıbrıs Yayı (HKY); 4'ü Orta Anadolu Ova Bölgesi (OAOB) ve 2'si Karadeniz Bölgesi'nde meydana gelmiştir (Demirtaş ve Yılmaz 1996). Depremlerin yer zaman dağılımına bakıldığında özellikle 1970li yıllardan sonra Türkiye'de

belirgin bir suskunluk dönemi gözlenmektedir.

Geçen yüzyılda olmuş hasar yapıcı depremlerin ana tektonik bölgelerdeki dağılımları, KAFZ ve EÇS'deki deprem etkinliğinin çok yüksek olduğunu; buna karşın DAFZ, HKY ve OAOB'nin sakin bir dönem geçirdiğine işaret etmektedir. Son on yılda DAFZ ve OAOB'de KAFZ'den ayrılan Ezinepazarı-Krınkkale Fayı, Ahmus Fayı, Merzifon-Salhançayı Fayı, Devrez-Orta Fayı ve Ovacık Fayı gibi KD-GB doğrultulu faylar ile Tuzgolü, Ecemiş ve Sivrihisar fayları gibi bağımsız fayların deprem etkinliklerinde belirgin artışlar gözlenmektedir.

Son yıllarda Türkiye'nin bazı tektonik bölgelerinde olmuş 1 Ekim 1995 Dinar depremi (Demirtaş vd. 1996), 14 Ağustos 1996 Salhançayı (Çorum-Amasya, Demirtaş 1996), 27 Haziran 1998 Ceyhan-Misis depremi (Demirtaş 1998) ve 06 Haziran 2000 Orta depremi gibi depremler, Türkiye'de birçok haritalanmamış diri fayların olduğunu göstermektedir. Bu faylardan bir kısmı, o tür bölgelerde ya Pliyosen ve/veya Kuvaterner yaşlı çökellerin bulunmamasından ya da alüvyonlar altında örtülü olmasından dolayı haritalanmamış ya da haritalanamamıştır. Ayrıca bazı eski fayların da neotektonik dönemde yeniden canlandığı gözlenmektedir Bu nedenle bir bölgenin deprem tehlikesi ve riskinin tam olarak ortaya konabilmesi için bu tür fayların mutlaka haritalanması gerekmektedir.

Diğer taraftan, bu çalışma sismolojik örünün yetersiz olduğu durumlarda hasar yapıcı depremlerin dış-merkezlerinin

belirlenmesinde 30-50 km'ye kadar varan hataların yapıldığı konusunda önemli bilgiler sunmaktadır. Örneğin 06 Haziran 2000 depreminin dış-merkezi Çerkeş verilmiş, halbuki bu depremin merkezinin Orta'nın 3 km güneybatısında yer alan Yuva-Dodurga köyleri civarında olduğu saptanmıştır. Bu depremin dış-merkezinin belirlenmesinde 30 km'lik bir hata yapılmıştır, Benzer şekilde 1 Ekim 1995 Dinar depremi dış-merkezi Âcı Göl (35 km hata), 27 Haziran Ceyhan-Mısıs depremi dış-merkezi Karataş (25 km hata) olarak verilmiştir. Bu durum, teknolojik ve bilgi çağının doruk noktaya ulaştığı günümüzde bu tür hasar yapıcı depremlerde 30-50 km'lik hatalar yapılıyorsa, 197011 yıllardan önce olan depremlerin dış-merkezlerinde ne kadar hatalar yapıldığını anlamak güç olmaz. Bu depremleri esas alarak bir bölgenin deprem tehlikesi ve riskinden bahsetmek ve depremlerin önceden kestirilmesinde ne ölçüde kullanılabacağı konusu akla gelmektedir, Bu nedenle bir bölgenin deprem tehlikesi ve riskinin belirlenmesi için o bölgeye ait jeolojik-jeofizik veri tabanlarının doğru ve tam olarak oluşturulması gerekir, Bu veri tabanları oluşturulmadan hiç bir bölgenin ne deprem tehlikesinden, ne deprem riskinden, ne depremlerin önceden kestirilmesinden, ne de deprem sigortasından söz edilemez,

Bu çalışmanın amacı, 06 Haziran 2000 Orta depremine neden olan fayın yüzeyde neden olduğu deformasyonları izlemek; depreme neden olan fayın kuzey Anadolu Fay Zonu ya da Orta Anadolu Ova Bölgesi tektonik rejimi ile olan ilişkisini açıklamak; saha bulguları ile sismolojik bulguları dengeştirerek bölgenin sismisitesi ile tektoniği arasındaki ilişkiyi kurmak; hasarın az ve/veya ağır olmasında etkili olan etkenleri ortaya koymak ve belirli bir doğrultu boyunca depremin çok uzak bölgelerde hissedilmesi ile dal-

ga yayılma yönü arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmaktır.

Bu çalışmada 06 Haziran 2000 depremine neden olan daha Önce diri fay olduğu bilinmeyen Orta Fayı ile ilgili elde edilmiş saha ve sismolojik bulgulardan bahsedilecektir. Ayrıca bu çalışmada, bu tür bazı diri fayların ortaya çıkarılmasında sismolojik verilerin önemi üzerinde durulmaktadır.

ORTA CİVARININ JEOLJİSİ ve TEKTONİĞİ

Çalışma kapsamı dışında olduğu için bölgenin jeolojisi ve tektoniği konusunda kısaca bilgiler verilecektir. Çünkü deprem hasarının hafif ve/veya ağır olmasında oldukça önemli rol oynaması nedeniyle bölgede yüzeyleyen birimler deprem açısından değerlendirilecektir.

Bölgede Triyas yaşlı metamorfik kayalar temeli oluşturmaktadır. Deprem bölgesinin uzak doğusunda Üst Kretase yaşlı ofiyolitik melanj birimleri yer almaktadır, Deprem dış-merkezinin olduğu Orta ve yakın civarını kapsayan bölgede, Alt Miyosen yaşlı andezit, bazalt ve piroklastik kayalar; Alt-Üst Miyosen yaşlı kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşlarından oluşan karasal çökel kayalar; Pliyosen yaşlı çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşından ibaret karasal çökeller ile Kuvaterner yaşlı alüvyonlardan oluşmaktadır, Alüvyonlar, Orta civarında, Devrez Çayı ve Kısaç çayı boyunca çok sınırlı bir alanda yayılım göstermektedir (Akay ve Ateş 1999),

Deprem bölgesi, İzmir-Ankara-Erzincan yitim kuşağı (Şengör ve Yılmaz 1981) ile Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) arasındaki bir bölgede yer almaktadır, Anadolu bloğu, KAFZ ve Doğu Anadolu Fay Zonu boyunca batıya doğru kaçmaktadır. Bu kaçma hareketi, batıda Yunan Makaslama Zonu tarafından engellen-

mektedir. Bu engelleme nedeniyle Anadolu bloğu, GB'ya doğru dönmeye zorlanmakta ve Helenik Yitim Kuşağı üzerine itilmektedir. Bu dönme ve itilme hareketi, KAFZ'den çıkan blokçuklarla sağlanmaktadır. Bu blokçukların sınırları da KD-GB doğrultulu faylarla denetlenmektedir. Devrez-Orta Fayı da bu tür faylardan birisini oluşturmaktadır,

ORTA ve CİVARININ SISMİSİTESİ

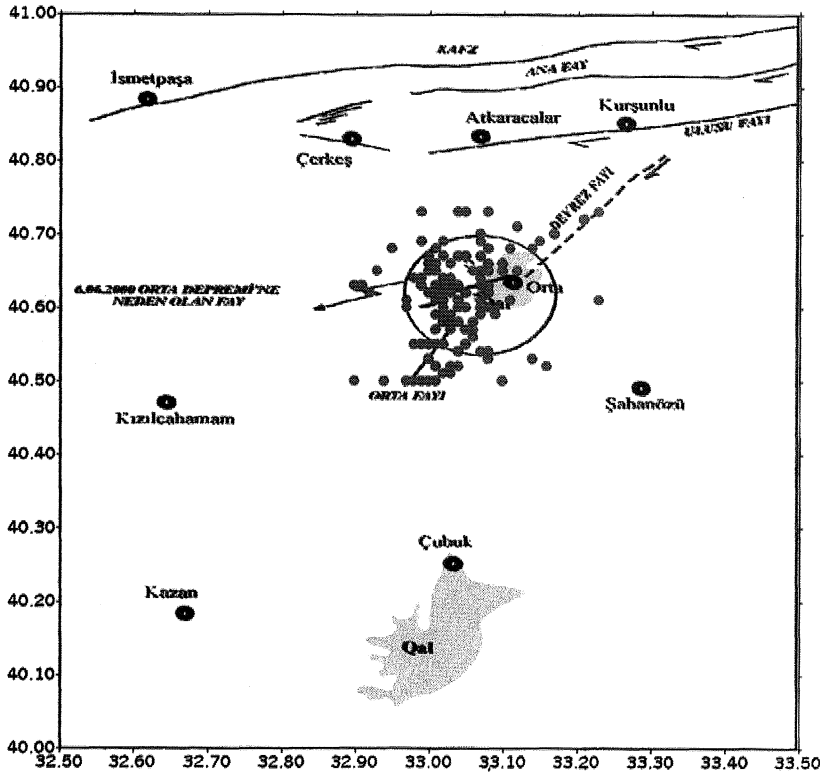
Tarihsel dönemde, 1845,1881,1882 ve 1883 yıllarında Orta ilçesini kapsayan Çankırı ve yakın civarını yakından etkilediği bilinen 4 hasar yapıcı deprem (Şekil 1- çizelge 1) meydana gelmiştir (Soysal vd, 1981),

Çizelge 1, 1900 yılı öncesi Çankırı ve civarında olmuş tarihsel depremler,

No	Tarih	Enlem	Boylam	Şiddet
1	1845	40.60	33.60	V
2	1881	40.60	33.60	VIII
3	1332	41,00	33,70	VI
4	1883	41,30	33.80	VI

Maksimum şiddeti V (MSK) olan 1845 depremi, Çankırı bölgesinde hafif hasarlara neden olmuştur (Pinar ve Lahn 1952). 28 Eylül 1881 depremi, Çankırı ve civarında birçok evin yıkılmasına ve 12 kişinin ölümüne neden olmuştur, Depremin maksimum şiddeti VIII (MSK) olarak verilmiştir (Pinar ve Lahn 1952), 1882 (VI) ve 1883 (VI) depremleri, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun İsmetpaşa-Kargı arasında uzanan ana hattı üzerinde meydana gelmiştir, Her iki deprem, Kastamonu, İskilip ve Çankırı civarında şiddetlice hissedilmiştir (Pinar ve Lahn 1952-ŞekiM).

1900-2000 yılları arasında Çankırı ve yakın civarını etkileyen 4 hasar yapıcı deprem meydana gelmiştir (Demirtaş ve Erkmen 2000). Tosya dış-merkezli ilk deprem (Ms=6.2), 25 Haziran 1910 tarihinde meydana gelmiştir (Ambraseys ve Finkel 1988; Demirtaş ve Yılmaz 1996;



Şekil 3. Orta ve yakın civarında yer alan diri faylar ve 06 Haziran 2000 Orta depreminin ana şok ve artçı depremlerin dış-merkezleri.

na geçmektedir Devrez Fayı'nın Orta civarında doğrultu değiştirmesi ve sola doğru büküm yapması nedeniyle, Orta ile Dodurga köyü arasında genişlemeli bir alan (releasing bend) gelişmiştir. Bu genişleme nedeniyle, Güldürcek Barajı'nın gövdesi ile Kayıören köyü arasında tüfler içinde açılan yarmalarda, K5QD, 85KB yönelimli sağ yanal doğrultu atım bileşenli normal faylar (sintetik faylar); K32B, 88KD yönelimli sol yanal doğrultu atım bileşenli normal faylar (antietik faylar); ve K8QB, 80KD yönelimli tansiyon kırıkları gelişmiştir (Şekil 4 ve 5). Ayrıca bu bölgedeki çekmeye bağlı olarak da Dodurga köyünün hemen batı yamaçlarında heyelanlar meydana gelmiştir. Bu yönelimler gerilme elipsoidi içine yerleştirildiğinde, fay yönelimlerinin KÂFZ ile çok iyi bir uyumluluk sergiledikleri görülmektedir. Bir başka deyişle ana sıkışma

ekseninin yönünün G80D ve ana gerilme ekseninin yönünün ise K10D olduğu gözlenmektedir (Şekil 4 ve 5),

06 Haziran 2000 Orta depremi, 10.5 km derinliklerde, Orta Fayı olarak isimlendirilen fayın 10 km'lik bölümünde gelişmiştir. Artçı deprem dağılımlarının bu fay boyunca çizgisel bir dağılım göstermesi bu görüşümüzü desteklemektedir (Şekil 6). Ayrıca Orta Fayı'nın eşlenik fayı konumunda olan ve Kısaç-Elden Fayı olarak isimlendirilen fay üzerinde bazı artçı deprem etkinlikleri gözlenmektedir. Bu nedenle deprem dış-merkezi Orta Fayı ile Kısaç-Elden Fayı'nın kesişim bölgesi olan Yuva civarında yer almıştır (Şekil 6),

ANAŞGK VE ARTÇI DEPREMLİR

Anaşok

06 Haziran 2000 depremi ana şoku, K70D, 70GD yönelimli Orta Fayı'nın

10.5 km derinliklerinde yer almıştır, Anaşok dış-merkezinin aletsel koordinatları, 40.63K ve 33.03D (DAD) olarak saptanmıştır (Şekil 6), Bu koordinatlar, Orta'nın 3 km güneybatısında Yuva ile Dodurga köyleri arasında yer almaktadır,

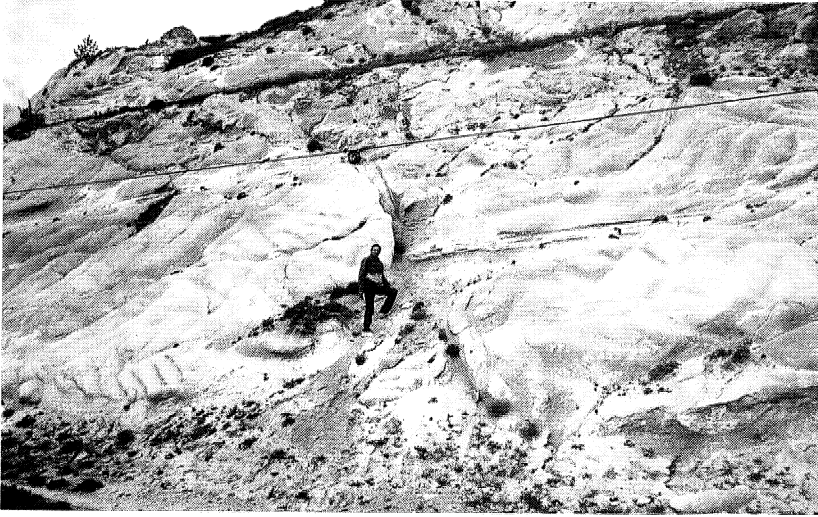
Saha verileri, deprem dış-merkezinin Orta Fayı ile Kısaç-Elden Fayı'nın kesişim alanı olan Yuva köyü yakınlarında olduğunu göstermektedir (Şekil 6). Kısaca, deprem dış-merkezi ile ilgili saha ve sismolojik veriler birbiriyle çok iyi uyumluluk göstermektedir,

Artçı Depremler

06,06,2000 ile 14,06,2000 tarihleri arasında, bir hafta içinde büyüklükleri 1.8 ile 5,0 arasında değişen toplam 563 artçı deprem meydana gelmiştir (Şekil 7), En büyük artçı deprem 09 Haziran 2000 tarihinde saat 06:14'de olmuştur. Anaşoktan itibaren büyüklükleri 4,0 ile 5,0 arasında olan 4 artçı deprem meydana gelmiştir. İlk artçı deprem (Ml=4,0), anaşoktan 18 dakika sonra saat 05:59'da; ikinci deprem (Ml=4,4), aynı gün saat 05:59'da; üçüncü ve dördüncü artçı depremler (M=4,8 ve Ml=5,0) anaşoktan üç gün sonra, 09 Haziran günü saat 00:28 ve 06:14'de olmuştur. 132 artçı depremin çözümü simplex programında yapılarak değerlendirilmiştir.

Depremlerin günlere göre dağılımları Şekil 8'de gösterilmektedir. Depremler, anaşoktan itibaren üç gün içerisinde bir azalma eğilimi göstermekle birlikte, 09 Haziran 2000 tarihinde büyüklükleri 4.8 ve 5,0 depremlerinden dolayı hafif bir artış göstermiştir.

Artçı depremler, Devrez Çayı'nı izleyen Devrez Fayı'nın güneybatı ucunu oluşturan Orta Fayı boyunca yoğunlaşmaktadır (Şekil 6), Artçı deprem dağılımında gözlenen bazı saçılmalar, dış-merkez belirlenmesinde kullanılan kabuk model-



Şekil 4, Tüfler içinde gelişmiş sağ yanal doğrultu atım bileşenli normal fay (sintetik fay) ve sol yanal doğrultu atım hileşenli normal faylar (antitetik fay-Güldürcek barajı),

Ünden kaynaklanan +/-5 km'lik hatalardan ileri gelmektedir. Buna karşit, artçı depremler, K70D doğrultulu Orta Fayı'nın yakın civarında dağılım göstermektedir.

Artçı depremler, Orta Fayı olarak adlandırılan fayın 10.5 km derinliklerinde 10 km'lik bölümünde dağılım göstermektedir. Bir başka deyişle bu depremde fayın 10 km'lik bölümü harekete geçmiştir, Artçı depremlerin odak derinlikleri en az 3 km ile en çok 18 km arasında değişmektedir (Şekil 9),

6. DEPREM MEKANİZMASI

Anaşokun odak mekanizması çözümü, TÜRKNET(Türkiye Telemetrik Deprem Kayıt Örü) İstasyonlarında kaydedilmiş P dalgasının ilk vuruşlarından elde edilen veriler ile gerçekleştirilmiş ve aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur (Şekil 10-Çizelge 2),

Ayrıca, anaşokun odak mekanizmasını desteklemek amacıyla, 06 ve 08 Haziran 2000 tarihlerinde saat 12:18 ve 21:27'de olmuş iki artçı depremin (Ml=3.8, MM.8)

odak mekanizması çözümleri yapılmıştır (Şekil 10- Çizelge 2),

Anaşokun odak mekanizması çözümü normal bileşenli sağ yönlü doğrultu atımlı faylanma, üç artçı depremin odak mekanizması çözümleri ise sağ yanal doğrultu atım bileşenli normal faylanma vermektedir (Şekil 10).

Anaşok çözümünde ana sıkışma ekseninin yönü K46B ve ana çekme ekseninin yönü ise K26D olarak elde edilmiştir. Bu çözümler, arazide tüfler içerisinde Ölçülmüş fay düzlemi yönelimleri ve Kuzey Anadolu Fay Zonu ile iyi bir uyumluluk sergilemektedir.

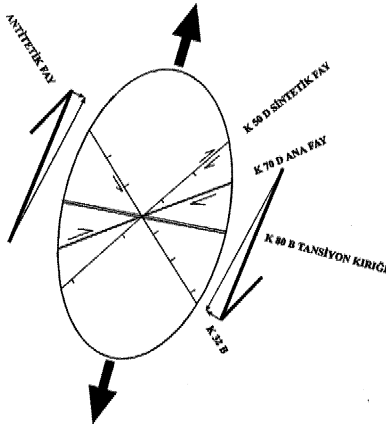
SİSMİK ŞİDDET VE EN BÜYÜK YER HAREKETİ

Sismik Şiddet

06 Haziran 2000 Orta depremi, yaklaşık 1000-1500 kerpiç ve moloz taşı yapının yıkılmasına ve 2 kişinin ölmesine neden olmuştur, Deprem, kuzeyde Zonguldak'tan güneyde Aksaray'a; Doğuda Tokatlıan batıda Bolu'ya kadar çok geniş bir alanda şiddetlice hissedilmiştir, (Şekil 11).

Depremde hasar, özellikle Orta Fay'ının yakın civarında yer alan kırsal kesimde yoğunlaşmıştır. Deprem, Orta ilçesine bağlı Buğüören, Elden, Kısac, Salur, Kanlıca, Yuva, Dodurga, Derebayındır, Ortabayındır, Tutmaçbayındır köylerinde ağır hasara neden olmuştur, Ayrıca deprem, Çubuk, Çerkeş, Şabanözü ve Ankara'da çok şiddetli bir şekilde hissedilmiştir.

Depremin maksimum şiddeti, MSK şiddet cetveline göre VII olarak belirlenmiştir (şekil 11), VII şiddet bölgesi, Orta Fayı'nın yakın civarında yer alan kırsal kesimi içine alan çok dar bir alanı kapsamaktadır, VI şiddet bölgesi ise Kuzeyde Çerkeş, Atkaracalar ve Kurşunlu; güneyde Çubuk, Ankara'nın kuzey kesimleri;



Şekil 5. Jütler içinde yer alan fayların yönelimlerinin basit kesme mekanizması sistemi içinde gösterimi.

doğuda Şabanözü ve batıda Kızılcahamam'ı içine alan bölgeyi tanımlamaktadır (Şekil 11).

06 Haziran 2000 Orta depremi, büyüklük olarak 1 Ekim 1995 Dinar depremi (Demirtaş vd. 1996) ve 27 Haziran 1998 Ceyhan-Misis depremi (Demirtaş 1998) ile hemen hemen aynı olmasına rağmen, depremde hasar çok hafif olmuştur. Dinar depreminde (MU5.9) 4340 ev; Ceyhan-Misis depreminde (Ms=6.3, MW5.9) 1113 ev tamamen çökmüş ya da yıkılmıştır, 06 Haziran depreminde hasarın hafif ve ölü sayısının çok az olmasında dört önemli etken rol oynamıştır;

I- Yere! Jeolojik koşullar: Deprem dış-merkezinin olduğu Orta ve yakın civarını kapsayan bölgede, Miyosen yaşlı andezit, bazalt ve piroklastik kayalar ile kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşlarından oluşan karasal çökel kayalardan oluşan sağlam kayaçlar yüzeylemektedir, Kuvaterner yaşlı alüvyonlar, Orta civarında, Devrez Çayı ve Kısaç Çayı boyunca çok sınırlı bir alanda yayılım göstermektedir. Deprem bölgesinde hasarın çok az olmasında yerel jeolojik koşullar çok büyük rol oynamıştır. Örneğin 1 Ekim 1995 Dinar depreminde ağır derecede hasar gören bölgeler, Dinar-Çivril fayının tavan blo-

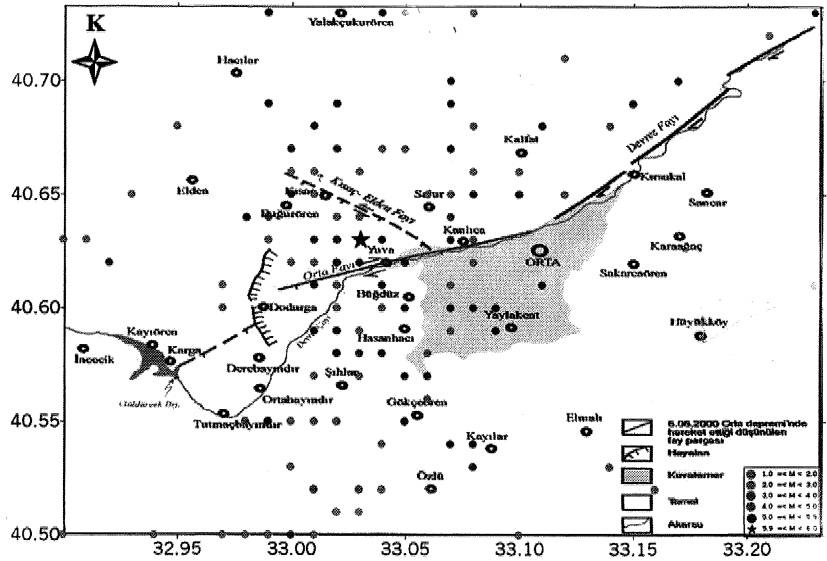
Çizelge 2. Orta depreminin ana şoku ve üç büyük artçı depreminin odak mekanizması çözümü sonuçları ile ilgili parametreler.

Depremler Parametreler	Anaşok 06.06.2000 05:41 MI=5.9	Artçı deprem-1 06.06.2000 15:16 MI=3.8	Artçı deprem-2 08.06.2000 00:27 MI=4.8	Artçı deprem-3 09.06.2000 06:14 MI=5.0
Koordinatları	40.63K-33.03D	40.54K-33.07D	40.64K-32.99D	40.64K-32.98D
Derinlik	10.5 km	15.1 km	11.2 km	9.5 km
Doğrultu 1	262	54	227	246
Eğim 1	88	66	61	79
Kayma açısı 1	-139	168	-142	-143
Doğrultu 2	170	149	116	148
Eğim 2	49	79	57	54
Kayma açısı 2	-3	24	-36	-13
P eksenli dalım	29	8	47	33
P Azimut	134	279	83	114
T eksenli dalım	26	25	2	16
T Azimut	29	13	-9	13

gunda yer alan çöküntü alanı içinde çökelen Işıklı Gölü'nün bataklık kesimlerindeki Kuvaterner yaşlı suya doymun alüvyonlar üzerindeki yerleşim alanlarında olmuştur (Demirtaş vd. 1996), Benzer şekilde 27 Haziran Ceyhan-Misis depreminde, Ceyhan Nehri'nin sellenme sonucu çökelmiş taşkın ovası düzlüklerinde kurulan yerleşim alanlarında hasar ağır derecede olmuştur (Demirtaş 1998).

2-Deprem odak derinliğinin 10.5 km derinde olması: Deprem odak derinliğinin 10,5 km yerin derinliklerinde olması hasarın hafif olmasında etkili olmuştur, Bu nedenle deprem, güneyde, deprem dış-merkezinden 350 km uzaklıkta yer alan Aksaray'da çok şiddetli bir şekilde hissedilmiştir.

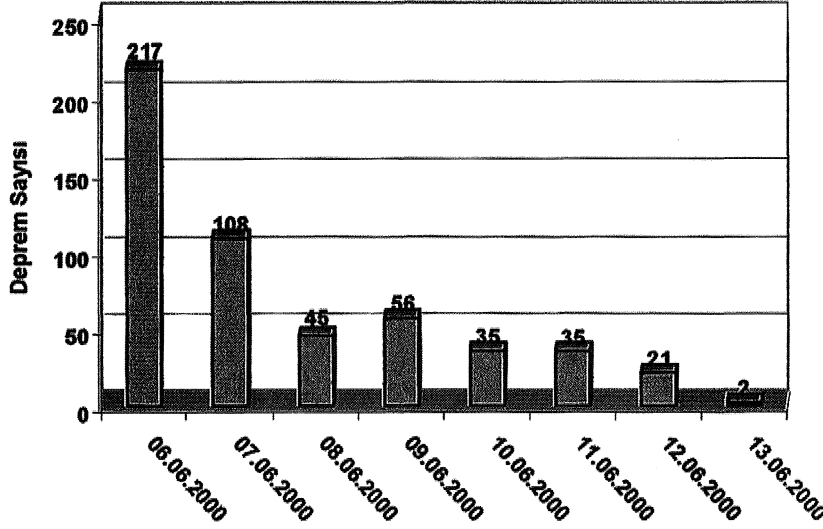
3-Kuvetli yer hareketi süresinin 10 sn gibi oldukça kısa sürmesi: Depremin



Şekil 6. 06.06.2000-13.06.2000 tarihleri arasında olmuş artçı depremlerin dış-merkez dağılımı haritası.

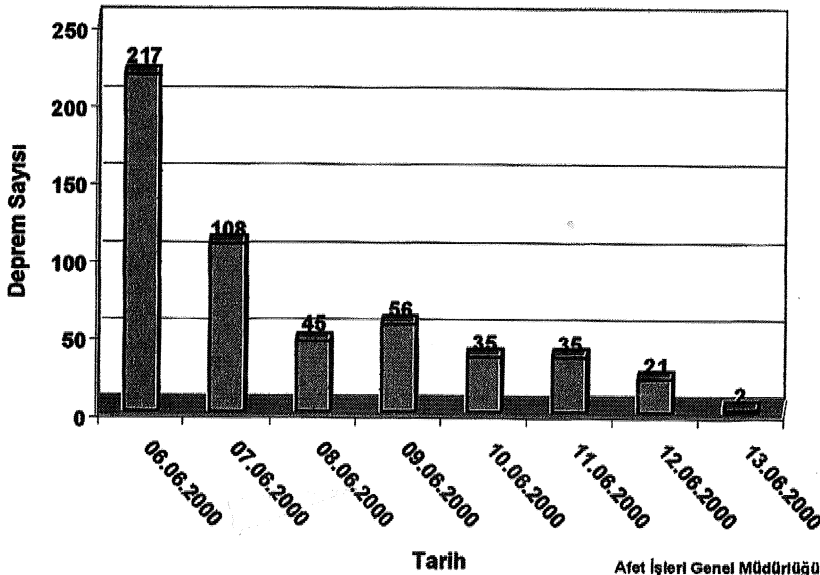


06 HAZİRAN 2000 - ORTA.ÇANKIRI Depremi Artçıları



Şekil 7. 06.06.2000' 13.06.2000 tarihleri aasmao omuş artçı depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

06 HAZİRAN 2000 - ORTA,ÇANKIRI Depremi Artçıları



Afet İşleri Genel Müdürlüğü
Deprem Araştırma Dairesi
Sismoloji Şubesi
13.06.2000 Saat: 07:00

Şekil 8. 06.06.2000-13.06.2000 tarihleri arasında olmuş artçı depremlerin günlük dağılımları.

kuvvettli yer-hareketi (%5 g) süresinin 10 saniye gibi çok kısa olması, hasarın çok az olmasında etkili olan diğer önemli bir etken olmuştur.

4-Fay tipi ve doğrultusu bir başka deyişle dalg yayılma yönü: Deprem, deprem dış-merkezinin yakın batısında yer alan bazı yerleşim yerlerinde (Gerede, Kızıl-

cahamam, Bayramören, Karabük gibi) çok az hissedilirken fay düzlemi doğrultusu boyunca bulunan çok uzak bölgelerde (Şabanözü, Çubuk, Kırıkkale, Ankara, Aksaray gibi) çok şiddetli bir şekilde hissedilmiştir. Bu şekilde deprem şiddetinin çok ya da az hissedilmesinde, dalga yayılma yönünü denetleyen fay tipi etkili olmuştur, Çünkü, deprem dış-merkezinin yakınında bulunan ve hafif derecede etkilenen birinci tip bölge fayın taban bloğunda, buna karşıt deprem dış-merkezinden uzakta bulunan ve daha çok etkilenen ikinci bölge ise fayın tavan bloğunda yer almaktadır, Bir başka deyişle depreme neden olan fay» sağ yanal doğrultu atım bileşenli normal fay karakterindedir Fay doğrultusu, K70D olup, 80 GD'ya eğimlidir. Bu nedenle, hasar ve şiddetli derecede etkilenen yerleşim yerleri, fayın düşen GD bloğunda yer almaktadır,

En Büyük Yer İvmesi

06 Haziran 2000 depremi, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığınca işletilen ülke çapındaki Kuvvetli Yer Hareketi Kayıt Şebekesi içinde yer alan Çerkeşosya, Karabük ve Bolu istasyonlarından kaydedilmiştir.

Çizelge 3. 06 Haziran 2000 Orta depremine ait en büyük ivme değerleri.

	K-G	DB	V
Karabük	4,7	6,5	2,8
Tosya	11,7	12,1	5,3
Bolu	5,6	6,9	3,9

Deprem merkezine en yakın Çerkeş istasyonu 35 km uzaklıkta bulunmaktadır. Çerkeş istasyonu kaydında, en büyük ivme değerler, K-G yönde 62.5mG; D-B yönde 63.2mG ve düşey yönde 40.2mG olarak kaydedilmiştir (Şekil 12). Deprem dış-merkezine 70 km, 100 km ve 115 km uzaklıkta bulunan Karabük,Tosya ve Bolu istasyonlarında elde edilmiş en büyük ivme değerleri yukarıdaki çizelge 3'de verilmiştir,



Yukarıda kaydedilen en büyük ivme değerleri, deprem hasarında etkili olan uzaklık ve yerel jeolojik koşullar (Çerkeş) ile fay tipi-dalga yayılma yönü arasındaki ilişkinin önemini kanıtlamaktadır. Örneğin 70 km uzaklıkta bulunan Karabük istasyonundaki, 110 km uzaklıkta yer alan Tosya istasyonundaki ivme değerlerinden daha küçük olarak elde edilmiştir, Çünkü Tosya istasyonu Karabük istasyonuna göre daha uzakta bulunmasına rağmen, Tosya istasyonu fayın düşen tavan bloğu tarafında bulunmaktadır,

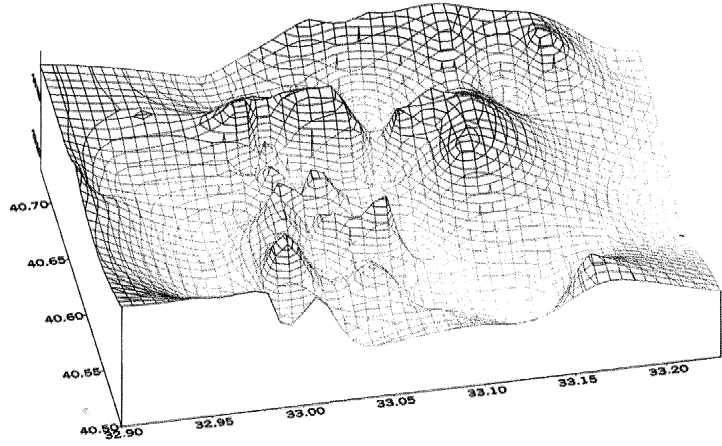
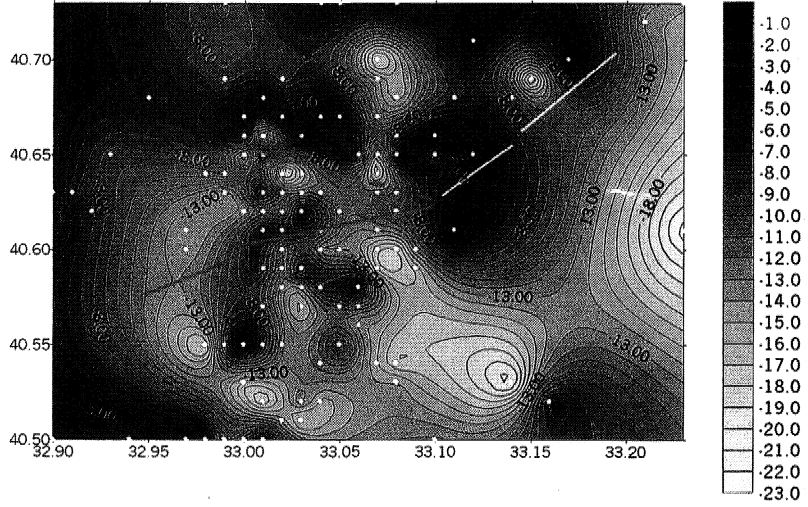
Deprem hasarında kuvvetli yer-hareketi süresinin oldukça etkili olduğu belirtilmiştir. Depremün kuvvetli yer hareketi (%5g) süresi yaklaşık 10 sn olarak ölçülmüştür,

YAPISAL HASAR

Deprem, özellikle Orta Fay'ının yakın civarında, Orta ilçesine bağlı Buğüören, Elden, Kısac, Salur, Kanlıca, Yuva, Durdurga, Derebayındır, Örtabayındır, Tutmaçbayındır köyleri gibi kırsal kesimde ağır hasara neden olmuştur. Bu köylerde hasar gören yapıların çoğu çamur harçlı moloz taş duvarlı ve kerpiç duvarlı yapılarıdır (Şekil 13). Hasar gören yapıların hemen hemen tamamı ahır ve samanlıktır. Ahır ve samanlıkların bazılarının çökmesi sonucu birçok büyük baş hayvan ölmüştür,

Çubuk'da depreme dayanıksız üç katlı bir betonarme bina çökmüştür, Şabanözü ilçesinde ve köylerinde tuğla bacalarda devrilmeler ve yıkılmalar olmuştur. Bazı yapıların duvarlarında kılcal çatlaklar gelişmiştir. Çerkeş ilçesi, depremden Ankara'ya göre daha hafif şiddette etkilenmiştir. Bu nedenle yapıların büyük bir çoğunluğunu iki katlı ahşap yapıların oluşturduğu Çerkeş'de depremin herhangi bir yapısal etkisi gözlenmemiştir.

Depremün dış-merkezine yakın ve civarında, betonarme ve tuğla yığma yapılar da herhangi bir hasar gözlenmemiştir.



Şekil 9, 06,06,2000-13,06,2000 tarihleri arasında olmuş artçı depremlerin odak derinlikleri dağılımı ile deprem kırığı arasındaki ilişkiyi gösteren harita,

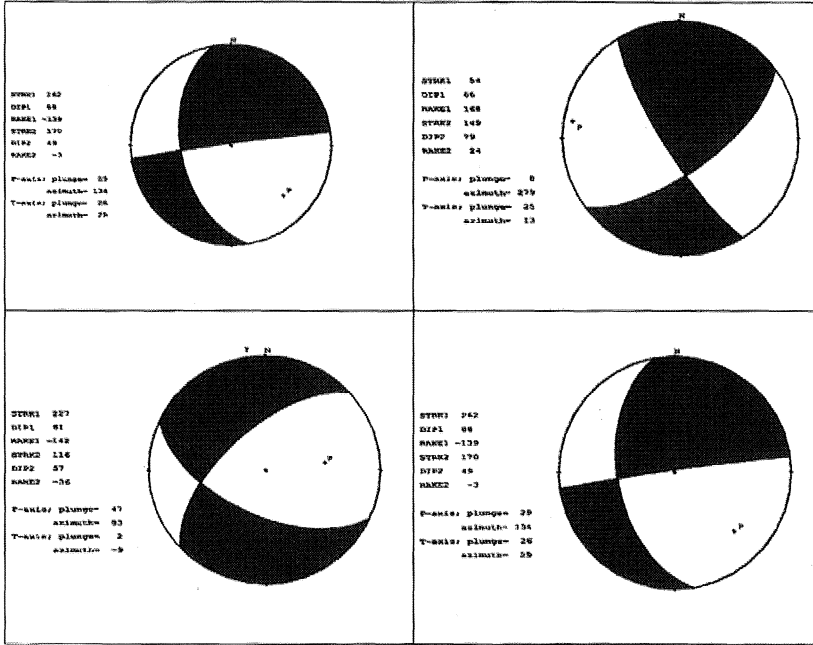
9, TARTIŞMA ve SONUÇLAR

06 Haziran 2000 Orta depremi, 10.5 km derinliklerde Orta Fayı boyunca yaklaşık 10 km'lik bir faylanmaya neden olmuştur (Şekil 3 ve 6), Deprem, yüzeyde herhangi bir faylanma meydana getirmemiştir, Deprem, Güldürcek barajı ve Tutmaçbayındır köyü civarında kaya düşmeleri ve akmalarına neden olmuştur.

Depremün dış-merkezi, Orta'nın 3 km güneybatısında, Orta Fayı ile eşlenik fayı Kısac-Elden Fayı'nın kesişim bölgesi olan Yuva köyü civarında yer almıştır (Şekil 6), depreme neden olan faya ait

bilgiler Güldürcek barajı-Kayören köyü arasında tüfler içinde açılmış yarmadan elde edilmiştir. Yarmada K50D, 85KB yönelimli sağ yanal doğrultu atım bileşenli normal faylar (sentetik faylar); K32B, 88KD yönelimli tansiyon kırıkları gözlenmiştir (Şekil 4). Bu fay yönelimleri KAFZ ile çok iyi bir uyumluluk sergilemektedir. Bu fay yönelimlerinden ana sıkışma ekseninin yönü G80D ve ana gerilme ekseninin yönü ise K10D olarak saptanmıştır (Şekil 5),

K50D doğrultulu Devrez Fayı, Orta'da doğrultu değiştirerek K70D doğrultulu



Şekil 70. 05 Haziran Orta depremi ana şoku ve üç büyük artçı depremin odak mekanizması çözümleri.

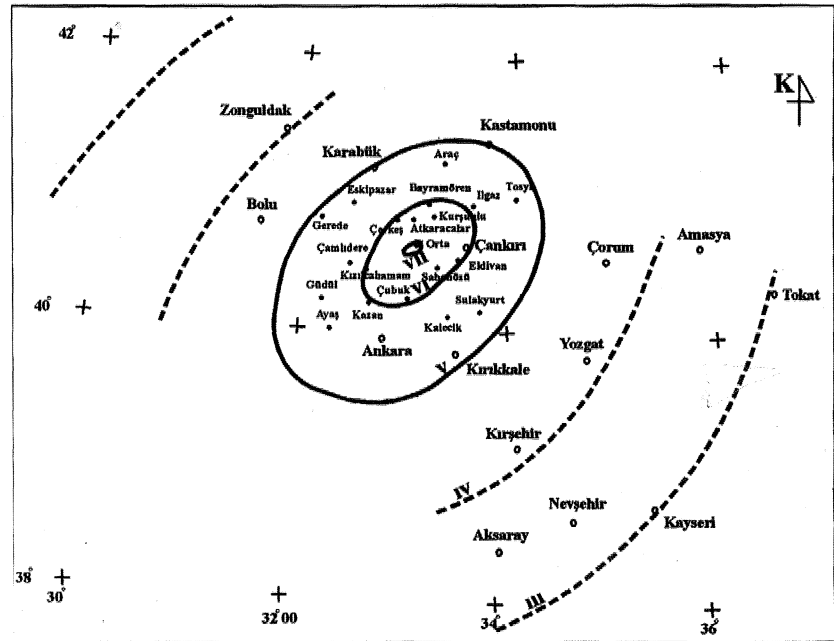
Orta Fayı'na geçmektedir. Bu iki fay, bu civarda sola büküm yaparak genişlemeli bir büküm yapmaktadır (Şekil 3 ve 6). Tüfler içinde ölçülmüş fay yönelimleri ve tipleri ile Dodurga'nın batısındaki K-G yönlü heyelanlar bu çekme bükümünün varlığını desteklemektedir (Şekil 6).

Ana şoktan itibaren bir hafta içinde kaydedilmiş 563 artçı deprem, özellikle Orta ve Kışaç-Elden fayları civarında yoğunlaşmıştır. Fayın güneydoğu tarafına doğru gidildikçe artçı depremlerin derinlikleri dereceli olarak artış göstermiştir (Şekil 9). Bu durum, fayın normal bileşeninin daha ağırlık kazandığını ve fayın GD'ya doğru eğimlendiğini göstermektedir (Şekil 6),

Deprem hasarının hafif olmasında yerel jeolojik koşullar, odak derinliği, kuvvetli yer hareketi süresinin kısa olması ve fay tipi-dalga yayılma yönü önemli rol oynamıştır. Özellikle, fayın düşen GD bloğunda ve fay doğrultusu boyunca yer alan yerleşim yerlerinde deprem daha etkili olmuştur (Şekil 11).

6 Haziran 2000 Orta depremi, Anadolu bloğunun güneybatıya dönmesini sağlayan Kuzey Anadolu Fay Zonu'ndan (KAFZ) ayrılan KD-GB yönlü faylar bo-

yunca önemli gerilme birikimlerinin olduğuna işaret etmektedir, Bilindiği gibi, son yıllarda Ezinepazan-Kıkkale Fayı, Almus Fayı, Merzifon-Salhaçayı Fayı, Ovacık Fayı gibi bu tür faylar üzerinde sismik etkinliklerde önemli artışlar gözlenmektedir, Örneğin Ezinepazan-Kıkkale Fayı'nın KD ucunda 12 Şubat 1992'de $M_s=5,0$, GB ucunda 07 Şubat 2000'de $M=3,9$ ve $3,8$, 05 Mayıs 2000'de $M=4,0$; Merzifon-Salhaçayı Fayı'nda 14 Ağustos 1996'da $M=5,4$ ve $5,2$ 'lik (Demirtaş 1996) depremler bu fayların yakın gelecekte önemli deprem potansiyellerine sahip olduklarını göstermektedir. Diğer yandan, Anadolu bloğunun batıya doğru kaçması, Anadolu bloğunun içsel yamulmasına neden olmaktadır. Bu nedenle Tuzgözü Fayı, Sivrihisar Fayı, Ecemiş Fayı ve Ovacık Fayı gibi faylarda da önemli gerilme artışları olmuştur. Gerek KAFZ'ndan ayrılan KD-GB yönlü faylar, gerekse Anadolu bloğunda bulunan bağımsız fayların çok yakından gözlenmesi gerekmektedir.



Şekil 1h 06 Haziran Orta depreminin basitleştirilmiş eş-şiddet haritası.



DEĞİNİLEN BELGELER

Akay, E. ve Ateş Ş. 1999, Çankırı G30 1/100.000 Jeoloji Haritası.

Ambraseys» N,N. 1970. Some characteristic features of the Anatolian fault zone; Tectonophysics, 9:143-165.

Ambraseys, N,N. 1988. Engineering Seismology, Earthquake Engineering and Structural Dynamics 17:1-105.

Demirtaş, R., Karakışa, S., Yatman, A» Baran, EL Zübül. S., İravul, Y., Altın, N., Bağcı, G. ve Yılmaz, Y. 1996.1 Ekim 1995 Dinar Depremi. 11, 44-58,

Demirtaş, R. 1996. 14 Ağustos 1996 Salhançayı (ÇorunvAmasyâ) depremi, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Haber Bülteni, 96/3, 13-16.

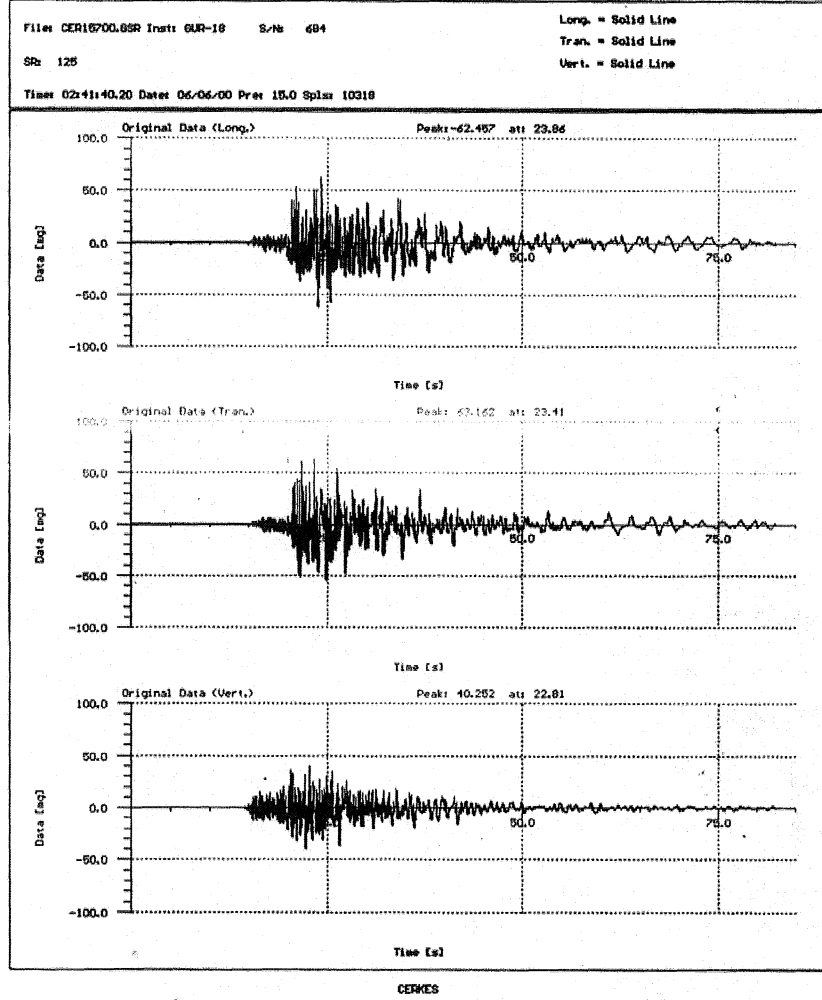
Demirtaş, R. ve Yılmaz, R. 1996. Türkiye'nin Sismotektoniği: sismisitedeki uzun-süreli değişim ve güncel sismisiteyi esas alarak deprem tahminine bir yaklaşım, BIB. Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi yayınları, 91 s., Ankara.

Demirtaş, R. 1998. 27 Haziran 1998 Ceyhan-Misis depremi; sıvılaşma ve hendek çalışması, TMMOB, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 53, 40-47.

Demirtaş, R. ve Erkmn, C. 2000, Deprem ve Jeoloji. TMMOB, Jeoloji Mühendisleri Odası yayını, 52. Ankara.

Ketin, İ. 1969. Kuzey Anadolu Fayı hakkında. Bull. Mın. Res. Exp., Ins., 72,1-27, Ankara,

Pınar. N. and Lahn. E. 1952, Türkiye depremleri



Şekil 12. 06,06,2000 (05:41 TS) Orta Depremi, Çerkeş ivme kaydı,

izahlı kataloğu. Bayındırlık ve İskan Bak., İmar Reisiği yayınları, serf 6, sayı 36.

Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D. ve Altınok, Y. 1981. Türkiye ve civarının deprem kataloğu. TÜBİTAK, proje no; TBAG 341.

Şengör, A.M.C and Yılmaz, Y, 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. Tectonophysics, 75,181-241,

Taşman, C. 1944. Gerede-Bolu zelzelesi hakkında rapor, DAD, AT/46,

Tokay, M. 1973, Kuzey Anadolu Fay Zonunun Gerede-Ilgaz arasındaki kısmında jeolojik gözlemler. Symposium on the North Anatolian Fault and earthquake belt, March 20-31, 12-29, 1972,



Şekil 13. Orta depreminde çamur harçlı moloz taş duvarlı ve kerpiç duvarlı yapılarda gözlenen tipik yapısal hasarlardan genel bir görünüm.