

GÖLLER BÖLGESİNİN DEPREMSELLİĞİ SULTANDAĞI DEPREMİ

Yaklaşık 1 yıl önce 15 Aralık 2000 Sultandağı (Afyon) Fayı üzerinde moment büyüklüğü $M_w=6.0$ olan bir deprem meydana gelmişti. Bu deprem 6 kişinin ölümüne yüzlerce kişinin yaralanmasına ve çok sayıda binanın hasar görmesine neden olmuştu. Aynı bölge, 3 Şubat 2002 tarihinde daha büyük bir depremle ($M_w=6.5$) sarsıldı. Ana şokun sonrasında büyüklüğü 6.0, 5.3 ve 5.2 olarak belirlenen 3 büyük artçı sarsıntı meydana geldi.

Ege bölgesinde, kıtasal kabuk içerisinde gözlenen deformasyonun karakteri oldukça kompleks bir yapıya sahip. İşte bu kompleks mekanizma içerisinde yer alan geniş fay blokları, ge-

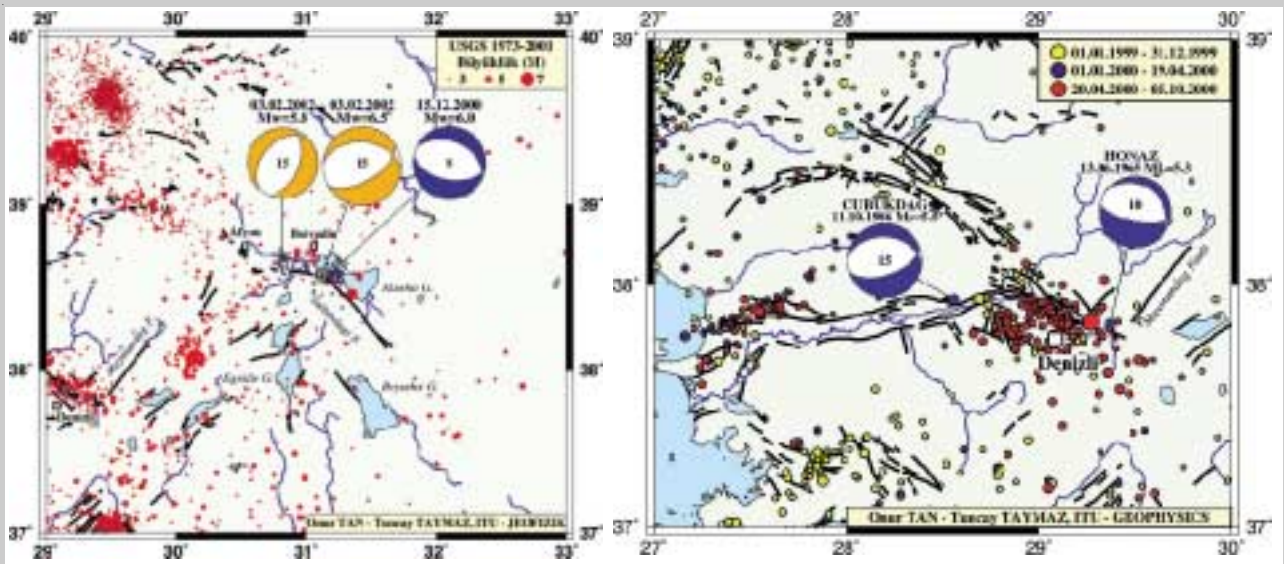
rek yatay, gerekse düşey eksenler etrafında rotasyon hareketleri göstererek bu aktif faylar boyunca oluşan deformasyonun biriktirdiği sismik enerjiyi bölgede gözlediğimiz depremler ile açığa çıkarıyor. Ege bölgesinde çok hızlı gözlenen bu açılma hareketlerinin ana kaynağı, bölgedeki varlıkları sismolojik ve jeolojik araştırmalarla kesinlik kazanan aktif fay (kırık) zonları ile ilişkili. Aktif normal faylar bölgenin jeomorfolojisinde kontrol ediyor.

Ege bölgesinin aktif deformasyon sistemi, bölgedeki derin ve yüzeyde gözlenen tektonik yapıların oluşumunda çok önemli bir etken. Ege bölgesindeki graben sistemleri bölgenin

genel deformasyon sisteminin ve derin yapılarının anlaşılmasında anahtar rol oynuyor. Özellikle, Büyük-Küçük Menderes, Gediz ve göller bölgesindeki grabenler tektonik yapı ve deprem aktivitesi ile çok yakından ilişkili.

Göller bölgesinin temel tektonik birliklerini oluşturan Kuzeydoğu-Güneybatı doğrultulu Burdur, Acıgöl ve Baklan havzaları ile Kuzeybatı-Güneydoğu doğrultulu Afyon-Akşehir havzası (Sultandağı Fayı) normal faylarla sınırlanmış durumda bulunuyor ve Kuvarterner döneminden günümüze etkinlik gösteriyor. Kuvarterner yaşlı bu havzalar yarım graben geometrisine sahip olup Kuzeybatı yönlü dalımları

Deprem Fay (Kırık) Düzlemi Çözümleri



Şekil 1: ABD Jeoloji Kurumu (USGS) verilerine göre 1973 - 2001 döneminde Göller Bölgesi ve çevresindeki sismik aktivite (depremlerin dağılımı). Koyu mavi noktalar 3 Şubat 2002 depreminin artçı sarsıntılarıdır. İçleri renklendirilmiş büyük daireler (dairelerin boyutları ilgili depremin büyüklüğü ile orantılı olarak çizilmiştir), Sultandağı Fayı üzerinde meydana gelen depremlerin Fay Düzlemi Çözümlerini göstermektedir. Mavi renkli çözüm (15 Aralık 2000, $M_w=6.0$) Taymaz ve Tan (2001), portakal renkli çözüm ön bilgilere göre Harvard-CMT çözümlerini göstermektedir. Dairelerin içindeki rakamlar kırılmanın gözlemlendiği yerküre içindeki odak derinliğini kilometre ölçeğinde gösterir. Depremlerin tarihleri ve büyüklükleri küreler üzerinde verilmiştir. Aktif faylar kalın siyah çizgilerle gösterilmiştir (Şaroğlu ve diğ. 1992). Her üç çözümde bölgenin normal fayların kontrolünde olduğunu göstermektedir. **Şekil 2:** BÜ-KRDAE verilerine göre 1 Ocak 1999 - 5 Ekim 2000 döneminde Büyük Menderes havzasının doğu ucunda Denizli ve çevresindeki sismik aktivite ve 13 Haziran 1965 (Honaz-Denizli) ve 11 Ekim 1986 Çubukdağ depremlerinin fay düzlemi çözümleri (Taymaz, 1993; Westaway 1993; Tablo 1). Farklı dönemlerdeki depremsel etkinlikler farklı renklerle gösterilmiştir. Honaz (Denizli) yakınındaki büyük kırmızı daire 21 Nisan 2000 ($M=5.2$ to: 15:23:08.81; 37.85 Kuzey - 29.97 Doğu) depremini göstermektedir. 13 Haziran 1965 depreminin oluş mekanizması ve 1999-2000 dönemi deprem aktivitesi ve yakın çevredeki Maymundağ Fayı arasındaki ilişkiye dikkat ediniz. Maymundağ Fayı üzerinde bu yüzyıl içinde önemli bir deprem oluşmadı ve bu fay sessizliğini sürdürmektedir. Deprem üretecek potansiyele sahiptir.

olan bloklardan oluşmakta. Göller bölgesindeki bu değişik geometriye sahip normal faylar, Ege bölgesinin tektonik modeli çerçevesinde artık klasik birer örnek haline gelen Doğu-Batı doğrultulu Büyük-Küçük Menderes ve Gediz graben sistemleri ile karşılaştırıldıklarında farklılıklar gösteriyor.

Sonuç ve Beklentiler

Bölge tektonik olarak aktif olup, istatistik değerlendirmelerin ışığında, her 5-15 yılda bir 5.5-6.5 büyüklüğünde deprem üretme potansiyeline sahip. Bir yıl arayla meydana gelen iki deprem bunu kanıtlamakta. Tarihsel kayıtlara bakıldığında, 1914, 1921 ve 1946 yıllarında da büyüklükleri hesaplanamamış ancak şiddetli ve yıkıcı depremlerin meydana geldiği görülüyor. Göller Bölgesinin deprem potansiyeli ve bölgedeki aktif horst-graben sistemlerinin davranışlarının detaylı olarak anlaşılması için öncelikli olarak sismoloji araştırmaları desteklenmelidir. Deprem olayına farklı bir açıdan bakacak olursak, depremin büyüklüğü ve yeri deprem hasarları açısından en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Bekle-

nen depremin büyüklüğünün, en az bugüne kadar oluşmuş en büyük deprem kadar olacağı kabul edilirse, deprem felaketinin boyutları çok daha büyük bir önem kazanacaktır.

Tuncay Taymaz¹ ve Onur Tan²

¹ Prof.Dr. ; ² Arş.Gör., Yük.Müh. İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), Jeofizik Müh. Bölümü
Sismoloji Anabilim Dalı

Kaynaklar

- Barka, A., Rellinger, R., Şaroğlu, F. ve Şengör, AMC., 1995. The Isparta Angle: Its Importance in the Neotectonics of the Eastern Mediterranean Region. *IESCA Proceedings*, 1, 3-18.
- Boray, A., Şaroğlu, F. ve Emre, Ö. 1985. Isparta bükümünün kuzey kesiminde Doğu-Batı daralma için bazı veriler. *Geological Engineering*, 23, 9-20.
- Koçyigit, A., Ünay, E. ve Saraç, G., 2000. Episodic graben formation and extensional neotectonic regime in west Central Anatolia and the Isparta Angle: a case study in the Akşehir-Afyon Graben, Turkey. *Spec. Publ. Geol. Soc. Lond.*, 173, 405-421.
- McKenzie, D. 1972. Active tectonics of the Mediterranean region. *geophys. Journal of Royal Astronomical Society*, 30, 109-185.
- Şaroğlu, F., Emre, ve Kuşçu, İ., 1992. Türkiye Diri Fay Haritası, MTA-Ankara 2-pafta.
- Taymaz, T., 1993. The source parameters of Çubukdağ (Western Turkey) earthquake of 11 October 1986. *Geophysical Journal International-Oxford*, 113, 260-267.
- Taymaz, T., Jackson, J.A. ve McKenzie, D., 1991. Active Tectonics of the North and Central Aegean Sea, *Geophys. J. Int.*, 106, 433-490.
- Taymaz, T., ve Price, S., 1992. The 1971 May 12 Burdur earthquake sequence, SW Turkey: a synthesis of seismological and geological observations. *Geophysical Journal International-Oxford*, 108, 589-603.
- Taymaz, T. ve Tan, O. (2000). Sultandağı Depremi ve Göller Bölgesi'nin Deprem Selliği. *Cumhuriyet Bilim Teknik*, Sayı: 719 (30 Aralık 2000), Sayfa: 18-19.
- Taymaz, T. ve Tan, O. (2001). Source Parametres of June 6, 2000 Orta-Çankırı and December 15, 2000 Sultandağı-Akşehir Earthquakes (Mw=6.0) Obtained From Inversion of Telesismic Body-Waveforms. *Scientific Activities 2001 İTÜ Faculty of Mines: Symposia on Seismotectonics of the Northern-Western Anatolia - Aegean and Recent Turkish Earthquakes. Symposia Book*, P.96-107, İstanbul Technical University, May 8, 2001.
- Westaway, R., 1993. Neogene evolution of the Denizli region of western Turkey. *Journal of Structural Geology*, 15, 37-53.

Daha önceleri aktif olup olmadığı bilinmeyen ve üzerinde belirgin bir deprem etkinliği görülmeyen Sultandağı Fayı, 15 Aralık 2000 (Mw=6.0) depremiyle günümüzde de aktif olduğunu ispatlandı. 15 Aralık 2000 depremi ile ilgili yapılan sismolojik çalışmalar sonucunda, Türkiye Aktif Fay Haritası'nda ters faylanma olarak gösterilen Sultandağı Fayı'nın, aksine, bir normal fay olduğu belirlenmiş bulunuyor.

Depremin hemen ardından belirlenen lokasyonu 15 Aralık 2000 depremi ile yaklaşık aynıdır (bkz. Şekil 1). Buradan, 1 sene önce meydana gelen depremler bölgede biriken enerjinin tamamen boşalamadığı sonucuna varılabilir. Buradan çıkarılacak en önemli sonuç, aynı bölgede birbirini izleyen iki deprem arasındaki zaman aralığı hakkında kesin olarak bir yorum yapmanın ne kadar yanlış olduğu. Bir bölgede meydana gelen enerji birikimi sismolojik ve jeodetik araştırmalarla belirli ölçüde belirlenebilse bile, enerjinin ne zaman ve ne oranda boşalacağını günümüz bilgi düzeyinde belirlemek mümkün değil.

3 Şubat 2002 depreminin sismolojik çalışmaları devam ediyor. Ancak ABD Jeoloji Kurumu (USGS) ve Harvard Üniversitesi Sismoloji Bölümünce yapılan hızlı deprem mekanizması çözümleri, depremler birlikte meydana gelen faylanmanın bilinen faylanma ile uyum içinde olmadığını gösteriyor. 15 Aralık 2000 depreminde meydana gelen faylanma, bilinen Sultandağı Fayı'nın uzanımına uygun olarak yaklaşık kuzeybatı-güneydoğu şeklinde yeni depremin oluşturduğu faylanma, yaklaşık kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı. İstanbul Tek-

nik Üniversitesi Maden Fakültesi'nden bir grup jeolog ve jeofizikçinin yaptığı arazi gözlemleri sonucunda bölgede yeni bir faylanmanın oluştuğu belirlendi. 3 Şubat 2002 depreminin en büyük artçısının neden olduğu faylanma şekliyle oldukça farklı özellik taşımaktadır. USGS tarafından belirlenen yeri, ana şokun yaklaşık 30 km kuzeybatısında bulunuyor ve yaklaşık kuzeydoğu-güneybatı yönelimli bir faylanmaya sahip. Bu faylanma şekliyle Dinar'a doğru uzanan bir zon üzerinde yer alan depremler arasında bir ilişki olacağını düşünmekteyiz.

15 Aralık 2000 ve 3 Şubat 2002 depremlerinin faylanma parametreleri, sığ odak derinliğine sahip açılma mekanizmasının bölgenin tektonik rejimini kontrol ettiğini göstermekte. Her iki depremde sismik enerji açısından orta-ölçekli deprem olarak nitelendirilmeli.

Sultandağı Fayı, bu yüzyılda aletsel sismoloji gözlemlerinin yapıldığı dönemde önemli büyüklükte deprem üretmemiş değil. Oldukça sessiz kalan bu kırık zon son bir yıldaysa orta büyüklükte iki deprem üretmiş bulunuyor.

Bölgedeki bir diğer önemli sayılabilecek ve potansiyel deprem üretebilecek kırık zon da Denizli'nin hemen doğusundaki Maymundağ Fayı. Ancak, arazi gözlemleriyle belirlenmiş olan bu fay üzerinde fazla bir deprem aktivitesi gözlenmemekte. Maymundağ Fayı'nın da Sultandağı Fayı gibi uzun bir sessizlikten sonra deprem yaratması olası.

Honaz - Denizli Havzası'ndaki deprem etkinliklerine (özellikle 1999 ve 2000 yılları) baktığımızdaysa, 2000 yılında Honaz-Denizli havzasında yoğunlaşan sismik aktivite dikkat çekmekte.



Prof. Erinc ve Prof. Barka'yı Kaybettik.

Türkiye iki yerbilimcisini kaybetti. Jeoloji, jeomorfoloji, fiziki coğrafya ve aktif fay tektoniği konularında çığır açan bilim adamımız Prof. Dr. Sırrı Erinc'i, 7 Şubat'ta ve İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Aykut Barka'yı, 1 Şubat'ta kaybettik.

Prof. Dr. Sırrı Erinc 24 Ocak 1918, İzmit doğumlu. İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Enstitüsü'nden 1940 yılında mezun oldu ve aynı bölümde 1944'te doktorasını verdi. 1957 yılında profesör olan Erinc, akademik çalışmalarının yanı sıra coğrafya alanında coğrafya alanında çeşitli uluslararası platformlarda Türkiye'nin temsilciliğini de yaptı. Erinc, Türkiye Bilimler Akademisi Şeref Üyesi ve International Quaternary Association (INQUA), Doğu Akdeniz Geç Pleistosen Sempozyumu, Türkiye Kuaternerine Katkı Ödülü'nün de sahibi.

Prof. Barka 7 Ocak 1952'de, İstanbul'da doğdu. Lisans ve yüksek lisansını İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde yaptı. Doktorasını 1981'de, İngiltere Bristol Üniversitesi'nde "Seismotectonic Aspects of the North Anatolian Fault Zone" konusunda tamamladı. Daha sonra, MTA'da teknik uzman olarak çalışan Barka, 1985 yılında İngiltere Bristol Üniversitesi'nde, 1986-1990 yıllarında MIT ve California Teknoloji Üniversitesi'nde ziyaretçi bilim adamı olarak bulundu. Barka, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü'nde ve İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Genel Jeoloji Anabilim Dalı'nda öğretim üyesi olarak 1990-1992 yılları arasında çalıştı. 1996 yılında profesör olan Barka, 1997 yılından beri İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü'nde Katı Yerbilimleri Anabilim Dalı Başkanı olarak çalışmalarını sürdürüyordu. TÜBİTAK- MAM Yer Bilimleri Araştırma Enstitüsü ve Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü'nde danışmanlık yapan Prof. Barka, oluşum çalışmaları TÜBİTAK tarafından yürütülen Ulusal Deprem Konseyi'nin de başkan yardımcısı ve Avrupa Wegener Projesi Komitesi üyesiydi. TÜBİTAK Bilim ve Teknik dergisine hem makaleleriyle hem de danışmanlığıyla katkıda bulunan Barka'nın, Kuzey Anadolu fay zonu konusunda çok sayıda araştırması bulunuyor. Barka, beyindeki damar tıkanıklığı nedeniyle Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde 10 Ocak'ta ameliyata alınmıştı. 1 Şubat'ta aramızdan ayrıldı.

DEPREMİN ARDINDAN



Çay, Organize Sanayi Bölgesi: Yıkımın en büyük olduğu yer burası. Ayakta kalan bir kaç binayı sorduğumuzda, örnek bina olarak inşa edildiklerini öğreniyoruz. Hemen aklımıza deprem sigortası geliyor. Tüm bölgede sorduğumuz hemen herkes, ya haberi olmadığını ya da bütçelerinin sigorta yaptırmaya elvermediğini söylüyor.

Çay: Oldukça geniş bir düzlükte, bir tanesi tümüyle yıkılmış, diğerleri bir sonraki depreme kadar görece ayakta kalmış görünen kooperatif binalarına doğru yürüyoruz. Bizi karşılayan şantiye şefi, deprem anını, neredeyse aynı heyecanla anlatıyor. Kaldıkları şantiye binası zarar görmemiş, ancak yıkılan kooperatif binasının sütunlarından biri, yatmakta oldukları odanın içinde önemli hasar yaratmış. Karısı ve çocuğunu kurtaran şantiye şefine göre deprem 15 saniyeden daha uzun sürmüştü. Neyse ki henüz inşaat olan bu binada,

"yaşam olsaydı oluşacak felaketi kimler göğüsleyecekti" diye soruyoruz. Şantiye şefi kendilerinin inşaatı sonradan devraldıklarını söylüyor. Kendimize sorduğumuz soru yanıtız kalıyor; "Neden yüksek binalara gerek duyuluyor?"

10 Şubat 2002 Pazar günü, Sultandağı deprem bölgesindeydik. Tıpkı 17 Ağustos ve 12 Kasım'ın ardından da olduğu gibi depremin bıraktığı yaşamı belgelemeyi niyetimiz. Bolvadin, Çay, Sultandağı, Yakasenek, Deresine, Eber ve Pınarkaya yerleşimlerini sırayla dolaştık. Neyse ki, depremlerin ardında bıraktığı izlerin giderek azalmasında; alınan önlemlerin, sürdürülen eğitim programlarının, üç yıl öncesine göre önemli farklılıklar oluşturduğu göze çarpıyor.

Çay ve Eber dışında, ürkütücü yıkım manzaralarıyla karşılaşmadık. Evlerin çok katlı olmayışı, görece daha sağlam malzemeler kullanılarak yapılmış olmaları hem can kaybını, hem de ev ya da kamu binalarının tümüyle yıkılmasını engellemiş. Ancak, ayakta ya da sağlam görünen evlerin hemen hepsinde ciddi hasar var. Bu nedenle bölge halkı yaşamını çadırlara taşımış. Çadırların büyük çoğunluğu Kızılay imzasını taşıyor; ama o bildik çadırlardan oldukça farklı.

Altları kapalı ve görece daha iyi ısı yalıtımlı. Bazı yerlerde ABD bağışı olan çadırlarla da karşılaşılıyor. Geçmiş depremlerde yapılmış bağışlardan kalma bu çadırların, rüzgar geçirdiğine dair bazı yakınmalar alıyoruz. Halk hem yardımlardan, hem de aldığı hizmetten oldukça memnun görünüyor. Bazı yerlerde, görevliler hasar belirleme çalışmalarını sürdürürken, bazı ev ve işyerlerinde de kurtarılabilecek eşya ya da malzemelerin boşaltıldığına tanıklık ediyoruz. Gün batmaya yüz tuttuğunda aydınlanan çadırların hüznünlü ışığında bölgeden ayrılıyor. Gördüklerimizi aktarmaya yarayacak çok sayıda fotoğraf filmi çantamızda.



Eber: En çok hasar gören yerlerden biri Eber. Kasabanın az ötesindeki göl de aynı adla anılıyor. Depremzedeler, bir yanda yıkıntılardaki eşyaları almaya çalışıyorlar, diğer yanda okulun bahçesine kurulu çadırlarda yemek hazırlığı yapılıyor. Yardımların bireysel olarak yapılmasına yardımcı resmi görevliler de işlerinin başında.



Çay Organize Sanayi Bölgesi: "Neyse ki Pazar günüydü, yoksa 600 kişi giderdi burada" diye teselli oluyorlar. Yıkıntıların altından kurtarılabilecek malzemeleri toplamaya çalışanlar çoğunlukta. "Bugün çok kalabalık" diyorlar. Başka yerleşimlerden yardım amaçlı gelen çok sayıda insan var.



Bolvadin: Güneşin ilk ışıklarıyla Bolvadin'e erişiyoruz. Yıkım olmadığını göreyek, seviniyoruz. Minaresinin yarısı içine çökmüş caminin biraz ilerisindeki çadırlar, henüz doğan güneşin ışıklarıyla ısınıyor. Uyuyanları uyandırmamaya özen göstererek, çadırların arasında sessizce dolanıyoruz. Bacası tüten çadırlardan birinden çıkan teyzeye geçmiş olsun diyoruz. "...Deprem'e alışır mı a yavrum! İzmit'i, Gölcük'ü Yalova'yı televizyonlardan seyrediyorduk, onlara çok üzüldük çok. Bizim de başımıza geldi bu kış gününde..."



Pınarkaya: Akşamüzeri soğuk kendini hissettirmeye başladı. Pınarkayalılar, yaşadıkları tüm olumsuzluklara karşın hâlâ çok misafirperver. Zaten gün boyu çok ilgi görüyoruz. Bir dilim ekmeği paylaşmak isteğine evet demeye mantığımız izin vermiyor.



Çay: Evleri oturulamaz haldeki Çaylı depremzedeler, Sultandağı'nın eteklerinde, yeni koşullardaki yaşamlarına uyum sağlamaya çalışıyorlar.



Sultandağı: Aşevi biraz sonra dağıtılacak yemeğin pişirimiyle meşgul. İlk bakışta tümüyle yıkılan bina ya da ev gözümüze çarpmasa da, ara sokaklardaki bazı eski evler tümüyle yıkılmış. Dışarıdan iyi gibi görünen evlerde bile büyük çatlaklar var. Çoğu, hasar belirleme için bekliyor. Zaman zaman hasar tespiti çalışmalarına tanıklık ediyoruz. Yöre halkı aldığı yardım ve hizmetlerden memnun. Ancak, depremin yarattığı korku ve gerginliğin izleri hala canlı.