

ANKARA’NIN DEPREMSELLİĞİ VE 2005-2007 AFŞAR (BALA-ANKARA) DEPREMLERİNİN KAYNAĞI

Ali KOÇYİĞİT*

GİRİŞ

Son yıllara değin Ankara bölgesi deprem bakımından güvenli bir yer olarak varsayılmıştır. Bu nedenle, çok yakın geçmişte oluşan orta büyüklükteki 2005 ve 2007 Afşar (Bala-Ankara) depremleri, Ankara ve onun yakın çevresinde yaşayan insanlar için sürpriz olmuştur. Tektonik anlamda Ankara bölgesi ve çevresi Anadolu plakası içinde yer alır. Son yıllarda Anadolu plakası içinde sürdürülen neotektonik çalışmalar, plaka içinde iki ayrı neotektonik rejimin (doğrultu atımlı neotektonik rejim ve genişlemeli neotektonik rejim) ve bu rejimleri karakterize eden ve yıkıcı deprem üretme kapasitesine sahip aktif fayların varlığını ortaya koymuştur. Bu nedenle Ankara bölgesi, yalnızca plaka sınırlarını oluşturan faylardan değil fakat aynı zamanda plaka içi faylardan kaynaklanacak depremlerin de tehdidi altındadır. Ankara ili ve bağlı yerleşkeler, göreceli olarak daha düşük deprem tehlikesine sahiptir. Ancak, bu özellik yanlış anlaşılmalıdır. Artan nüfus yoğunluğu, buna bağlı olarak zemin koşulları ve deprem kaynakları (faylar) dikkate alınmaksızın yapılan bitişik düzende çok katlı yapılaşma, son elli yıl içinde, büyük kesimi gevşek zemin üzerinde kurulu Ankara ili ve bağlı yerleşkelerde deprem riskini artırmıştır. Bunu anlamak için, en azından son yüzyıl içinde Ankara ili ve bağlı yerleşkeleri etkilemiş olan depremleri (Çizelge 1) ve deprem kaynaklarını (Şekil 1) anımsamak yeterlidir.

ANKARA’NIN DEPREMSELLİĞİ

Ankara ili ve yerleşkelerini son yüzyıl içinde etkilemiş olan önemli depremler sıra ile 6.6 büyüklüğündeki 19 Nisan 1938 Akpınar (Kırşehir) depremi, 7.4 büyüklüğündeki 1 Şubat 1944 Gerede depremi, 4.7 büyüklüğündeki 21 Nisan 1983

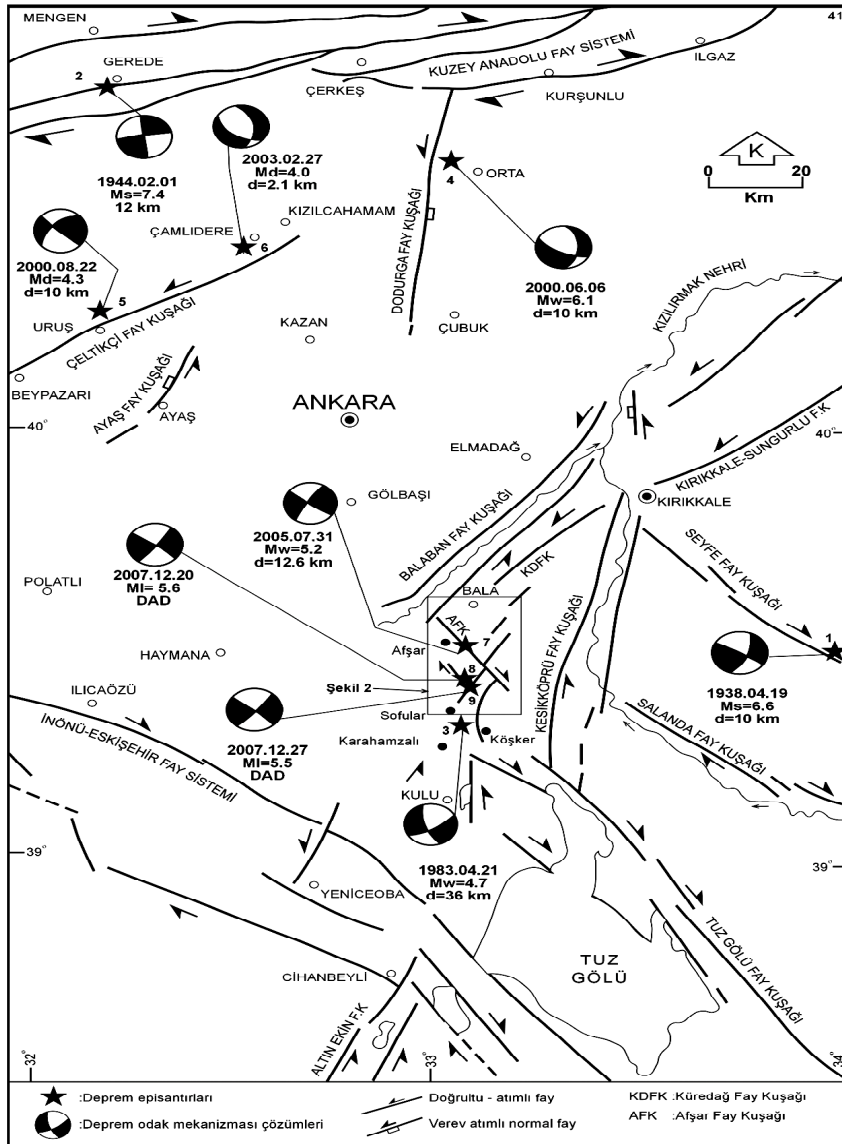
Köşker (Kulu) depremi, 6.1 büyüklüğündeki 6 Haziran 2000 Orta (Çankırı) depremi, 4.3 büyüklüğündeki 22 Ağustos 2000 Uruş (Ankara) depremi, 4.0 büyüklüğündeki 27 Şubat 2003 Çamlıdere (Ankara) depremi, 5.2 büyüklüğündeki 31 Temmuz 2005, 5.6. büyüklüğündeki 20 Aralık 2007 ve 5.5 büyüklüğündeki 27 Aralık 2007 Afşar (Bala-Ankara) depremleridir (Çizelge 1, Şekil 1). Hiç kuşkusuz bunlardan ilk ve en önemli iki deprem 1938 Akpınar ve 1944 Gerede depremleridir. 1938 Akpınar depremi, toplam 120 km uzunluğunda birkaç km genişliğinde, sağ yanal doğrultu atımlı Seyfe fay kuşağının Akpınar-Taşova segmentinden kaynaklanmıştır. Fay kuşağı sürekli olmayan, birkaç km ile 20 km arasında değişen uzunluğa sahip çok sayıda fay segmentinden oluşur (Koçyiğit, 2003; Temiz, 2004). Akpınar depremi sırasında 158 can kaybı olurken her türden toplam 3860 yapı ağır hasar görmüş ve yıkılmıştır. 1938 depreminin episantrı ve depreme kaynaklık eden fay kuşağının batı ucunun, harita üzerinde, Ankara il merkezine olan uzaklıkları sırayla 115 km ve 60 km'dir. Bu deprem sırasında, henüz o yıllarda yoğun yapılaşmanın olmadığı Ankara'da, özellikle Ulus, Kızılay ve Yenışehir'de yapıların duvarları çatlamış ve bacalar yıkılmıştır.

1944 depremi, Türkiye'deki yıkıcı depremlerin en önemli kaynağı olan Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nden (KAFS) kaynaklanmıştır. KAFS, Türkiye'nin kuzey kesimini, yaklaşık doğu-batı doğrultusunda baştan başa kat eden, yaklaşık 4-110 km genişliğinde, 1600 km uzunluğunda, sağ yanal doğrultu-atımlı, çok aktif ve plaka sınırı (transform fay) niteliğinde bir makaslama (kesme) kuşağıdır. Gerede depremi, KAFS'nin doğuda Ulumelan ile batıda Abant (Bolu) gölü arasında uzanan bölümünün aktif hale gelmesi ile oluşmuş ve deprem sırasında 200 km uzunluğunda yüzey kırığı ile, bu kırık üzerinde 11 metreye varan sağ yanal yönde yer değiştirmeler (ötelenmeler) gerçekleşmiştir. Bu deprem sırasında ölü-yaralı sayısı 7471, ağır hasar görmüş-tümüyle yıkılmış her türlerden yapı sayısı ise 20865 dir. 1944 Gerede depreminin episantrının ve deprem kaynağının (aktif hale gelen fayın)

*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06 531 Ankara

harita üzerinde Ankara il merkezine uzaklığı sırayla 105 ve 115 km olmasına karşın, Ankara ve bağlı yerleşkelerde (Özellikle Çubuk, Kızılcahamam, Çamlıdere, Kazan, Ayaş, Beypazarı) toplam 125 can kaybına, 158 yaralanmaya ve 1450 yapının hasar görmesi ve yıkılmasına yol açmıştır. KAFS'nin en büyük depremlerin kaynağı olduğu gerçeği, fay sisteminin yaklaşık 450 km uzunluğundaki Abant (Bolu)-Erbaa (Tokat) arasındaki bölümünün, 1943

ve 1944 depremleriyle iki ayrı kezde etkin hale gelirken, aynı bölümün 12 Ağustos 1668 tarihsel depremiyle (yaklaşık 8.0 büyüklüğünde bir deprem) bir kez de etkin hale gelmesiyle açık biçimde kanıtlanmıştır. Türkiye'deki en büyük deprem olarak da bilinen bu deprem sırasında Ankara il merkezi ve Beypazarı ilçesinde toplam 9 kişi yaşamını yitiren yapılarda ağır hasar oluşmuştur (Ambraseys ve Finkel, 1995).



Şekil 1- Ankara bölgesini etkileyen önemli depremleri, deprem odak mekanizması çözüm diyagramlarını ve deprem kaynaklarını gösteren yalınlaştırılmış harita (deprem odak mekanizması çözüm diyagramları kaynağı için çizelge 1'e bakınız).

Çizelge 1- Son yüzyıl içinde Ankara' yı etkilemiş olan depremler.

No	Tarih	Oluş Zamanı	Enlem-Boylam	Odak Derinliği	Büyüklüğü	Yer	Kaynaklar
9	2007.12.27	01:47	39°.41N – 33°.07E	23.5	Ml=5.5	Afşar (Bala-Ankara)	DAD
8	2007.12.20	11:48	39°.41N – 33°.04E	2.8	Ml=5.6	Afşar (Bala-Ankara)	DAD
7	2005.07.30	21:45	39°, 45' N - 33°,10' E	12.8 km	Mw = 5.2	Afşar (Bala-Ankara)	HARVARD
6	2003.02.27	18:36	40°, 43' N - 32°,52' E	2.1 km	Md= 4.0	Çamlıdere-Ankara	KOERİ, Kaplan (2004)
5	2000.08.22	11:40	40°, 23' N - 32°,06' E	-	Md= 4.3	Uruş-Ankara	KOERİ, Kaplan (2004)
4	2000.06.06	02:41	40°, 63' N - 33°,03' E	10 km	Ms = 6.1		TERİ, Koçyiğit (2001)
3	1983.04.21	16:18	39°, 31' N - 33°,06' E	36 km	Mb = 4.7	Sofular-Köşker(Kulu)	Kalafat (1998)
2	1944.02.01	03:59	40°, 80' N - 32°,20' E	12 km	Ms = 7.4	Gerede-Bolu	Canitez ve Büyük-aşıkoğlu (1984)
1	1938.04.19	10:59	39°, 47' N - 33°,98' E	10 km	Ms = 6.6	Akpınar (Kırşehir)	Jackson ve McKenzie (1984)

Üçüncü ve diğer önemli bir deprem ise 6 Haziran 2000 Orta (Çankırı) depremidir. Bu deprem, yaklaşık kuzey-güney uzanımlı, 4-7 km genişliğinde, 65 km uzunluğundaki Dodurga fay zonunun, Dodurga-Buğurören kesiminin aktif hale gelmesi ile oluşmuştur (Koçyiğit ve diğerleri, 2001). Bu depremin kaynağı, önemli miktarda normal bileşeni olan sol yanal doğrultu-atımlı bir faydır (Şekil 1). Orta depremi sırasında 2 kişi yaşamını yitirken, toplam 4822 yapı değişik derecelerde hasar görmüş ve bir kısmı da tümüyle yıkılmıştır. Hasar gören yapılar arasında betonarme binalar da bulunmaktadır. Depremin episantrı ve kaynağı Ankara il merkezine sırayla 78 ve 38 km uzaklıktadır. Bununla birlikte, Ankara iline bağlı Çubuk ilçesinde de yapılar orta derecede hasar görmüştür.

Diğer üç deprem olan 1983 Köşker, 2000 Uruş ve 2003 Çamlıdere depremleri her ne kadar küçük depremler ise de özellikle 4.3 büyüklüğündeki Uruş depremi Uruş'da 12 betonarme yapının ağır hasar görmesine yol açmıştır (Demirtaş ve di-

ğerleri, 2000). Uruş depremi, 2-8 km genişlikte, 68 km uzunlukta ve K60°D doğrultusunda uzanan, önemli miktarda normal bileşene sahip sol yanal doğrultu-atımlı Çeltikçi fay kuşağının Tahtacıörencik-Kırkkavak segmentinden kaynaklanmıştır (Kaplan, 2004). Çeltikçi fay kuşağı Ankara il merkezine 70 km uzaklıkta olup, 6 büyüklüğünde deprem üretme kapasitesine sahiptir.

Özetle, Ankara ilini ve bağlı yerleşkeleri sadece büyük depremler değil, fakat aynı zamanda, 22 Ağustos 2000 Uruş depremi örneğinde olduğu gibi, küçük depremler de etkilemiştir. Etkilenmede ana neden, kırsal kesimdeki kelpiç ve taş yığma yapıların yanı sıra, en az yapı tekniği kadar önemli bir diğer etken de zemin koşulları ve deprem kaynaklarının (fayların) yerleşim ve yapılaşmada dikkate alınmamış olmasıdır.

Bunların dışında, Ankara ili ve bağlı yerleşkeler için deprem tehlikesi oluşturan birçok aktif fay vardır. Bunlar genelde Ankara' nın güney-güneydoğusunda yer alır. Bunlar arasında önemli

olanlar sırasıyla İnönü-Eskişehir fay sistemi, Ayaş, Tuzgölü, Altınekin, Salanda, Kesikköprü, Küredağ, Balaban ve Afşar fay kuşaklarıdır (Şekil 1). İnönü-Eskişehir fay sistemi (IEFS) 15-25 km genişlikte ve toplam 470 km uzunlukta olup, batıda Bursa ile doğuda Tuzgölü arasında uzanan, önemli miktarda normal bileşene sahip sağ yanal doğrultu-atımlı bir basit kesme kuşağıdır. IEFS uzunlukları 0.5-25 km arasında değişen, süreksiz ve çok sayıda fay segmentinden oluşur. En yakın kesimi Ankara il merkezine 90 km uzaklıkta olan fay sistemi, büyüklüğü 6 ve üzerinde deprem üretme kapasitesine sahiptir (Şaroğlu ve diğerleri, 1987; Koçyiğit 2003; Dirik ve Erol,2003).

Tuzgölü fay kuşağı kuzeybatıda Köşker ile güneydoğuda Bor ilçesi arasında uzanan, 15-25 km genişliğinde ve 220 km uzunluğunda, önemli miktarda normal atım bileşeni olan sağ yanal doğrultu-atımlı bir makaslama kuşağıdır ve büyüklüğü 6 ve üzerinde deprem üretme kapasitesine sahiptir. Tuzgölü fay kuşağının Ankara il merkezine uzaklığı harita üzerinde 90 km dolayındadır.

Salanda fay kuşağı (SFK) toplam uzunluğu 140 km olan sağ yanal doğrultu atımlı bir diğer aktif makaslama kuşağıdır. Önemli miktarda normal atım bileşeni olan KB-GD-gidişli Salanda fay kuşağı güneydoğuda Avanos ilçesi ile kuzeybatıda Kesikköprü arasında yer alır (Şekil 1). Fay kuşağının kuzeybatı ucunun Ankara il merkezine uzaklığı 60 km'dir.

Balaban (BFK), Küredağ (KDFK) ve Kesikköprü (KFK) fay kuşakları yaklaşık kuzey-kuzeydoğu gidişli, önemli miktarda normal atım bileşeni olan sol yanal doğrultu-atımlı aktif makaslama kuşaklarıdır . Ankara il merkezine sırayla 30 km, 46 ve 60 km uzaklıkta olan bu fay kuşakları da, büyüklüğü 6 ve üzerinde olan deprem üretme kapasitesine sahiptir. Ancak bu faylar üzerindeki yıllık hareket miktarı çok az olduğu için, bu faylardan kaynaklanabilecek yıkıcı depremlerin yinelenme aralığı (tekrarlanma aralığı) oldukça uzundur (olasılıkla birkaç bin yıl). Kızılırmak Nehri ve yan kollarını da denetleyen bu faylar, KAFS ile diğerleri arasında deformasyonun transfer edildiği alanlardır (Şekil 1).

31 TEMMUZ 2005 ($M_w = 5.3$), 20 ARALIK 2007 ($M_I=5.6$) ve 27 ARALIK 2007 ($M_I=5.5$) AFŞAR (BALA-ANKARA) DEPREMLERİ

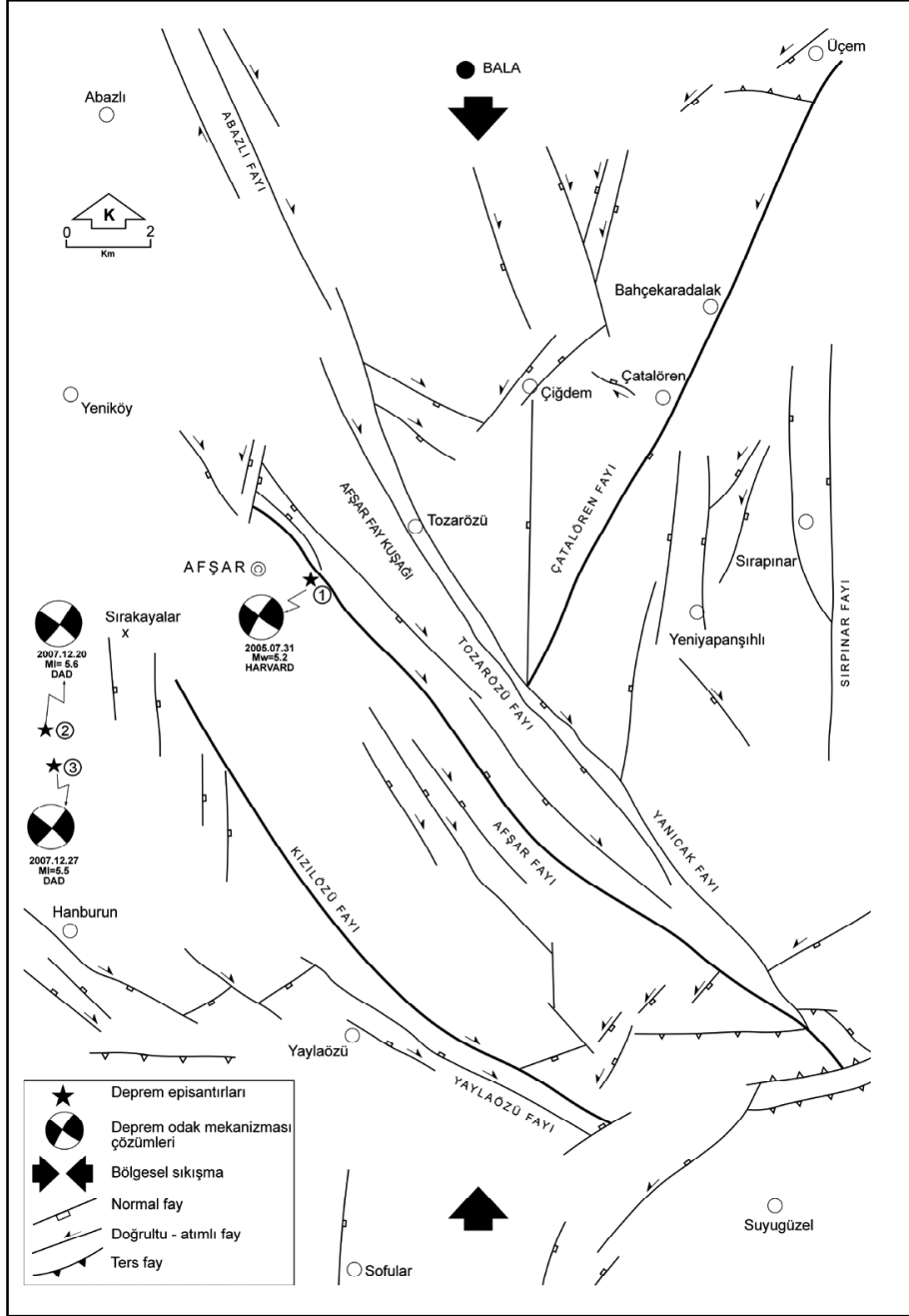
31 Temmuz 2005 Pazar günü yerel saatle 00.45 de Bala'da (Ankara) bir depremin olduğu, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Gözlem Laboratuvarı ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KOERİ) tarafından kayıt edilmiş ve duyurulmuştur. Değişik istasyonlar tarafından kayıt edilen deprem parametreleri (yeri, derinliği, büyüklüğü) birbirinden oldukça farklı olup, deprem derinliği 5 ile 12.8 km arasında, deprem büyüklüğü ise $M_b = 4.7$ ile $M_w = 5.3$ arasında değişmektedir. Deprem episantırı ise, biri dışında (USGS-2005), birbirine oldukça yakın olup Afşar köyü yakın doğu-güneydoğusunda yoğunlaşmış bulunmaktadır (Şekil 2 de 1 nolu deprem). Depremin episantırı ve kaynağı baz alınarak bu sismik hareket Afşar (Bala-Ankara) depremi olarak adlanmıştır.

Deprem Ankara ili ve bağlı yerleşkelerin yanısıra Kırşehir, Kırıkkale, Niğde, Konya ve Yozgat gibi komşu illerde de kuvvetli biçimde algılanmıştır. Afşar depremi sırasında can kaybı olmazken, deprem episantırına yakın bazı köylerde (Sırapınar, Yeniyapanşihli, Çatalören, Bahçekaradalak, Çiğdemli ve Karahamzalı köylerinde) (Şekil 1 ve 2) taş ve kelpiç yığma yapıların duvarları çatlamış, üç köyde (Sırapınar, Yeniyapanşihli, Karahamzalı) minareler hasar görmüştür. Göreceli ağır hasar Sırapınar köyünde gerçekleşmiştir. Sırapınar köyü, yaklaşık kuzey-güney gidişli, önemli miktarda normal atım bileşeni de olan sol yanal doğrultu-atımlı bir fayın (Sırapınar Fayı) doğu bloğunda ve birkaç metre kalınlıktaki gevşek tutturulmuş yamaç döküntüsü üzerinde yer alır. Köyde 18 kadar taş-kerpiç yığma ev orta ve ağır hasar görünürken, betonarme yapılarda hasar oluşmamıştır.

Afşar (Bala-Ankara) yöresindeki bu orta büyüklükteki depremden yaklaşık iki sene beş ay sonra, aynı bölgede ilki 20 Aralık 2007 tarihinde ve yerel saatle 11.48 de, ikincisi ise 27 Aralık 2007 tarihinde ve yerel saatle 01.47 de orta büyüklükte iki

deprem daha gerçekleşmiştir. Bu iki ana depremi de büyüklüğü 4.8'e varan çok sayıda artçıl deprem izlemiştir. Artçıl deprem yoğunluğu azalmakla birlikte günümüzde hala sürmektedir. Bu son iki ana deprem ve onları izleyen artçıl depremler sırasın-

da, bir taraftan 2005 depremi sırasında ağır hasar görmüş olan yapılar tümüyle yıkılırken onlara yenileri eklenmiş ve bu kez ağır hasarın merkezi Afşar beldesi ve yakın çevresine kaymıştır.



Şekil 2- Bala ve yakın çevresindeki fayları Afşar (Bala-Ankara) depremlerinin çözüm diyagramları ve deprem kaynaklarını gösteren fay haritası.

2005-2007 AFŞAR (BALA-ANKARA) DEPREMLERİNİN KAYNAĞI

Bala ve yakın çevresinde sürdürülen aktif tektonik çalışma sırasında, uzunluğu 1 km ile 25 km arasında değişen, sık aralıklı ve değişik yönlerde uzanan çok sayıda fay saptanmış ve bunlar haritalanarak ayrı ayrı adlanmıştır (Şekil 2). Faylar başlıca K-G, KKD, KB, KD ve DKD uzanımlı olup birbirleriyle kesişmekte ve çoğunlukla aynı yaş ve kökene sahip eşlenik (conjugate) fay sistemi oluşturmaktadır. Önemli faylar sırasıyla Afşar fay kuşağı ile Çatalören, Bahçekaradalak, Sırapınar, Kızılöz, Yanıcak, Tozarözü, Kızılöz ve Yaylaöz gibi tekil faylardır (Şekil 2). Genel olarak, KD-gidişli faylar sol yanal doğrultu-atımlı fay, KB-uzanımlı faylar sağ yanal doğrultu-atımlı fay; yaklaşık K-G uzanımlı faylar önemli miktarda sağ ya da sol yanal doğrultu-atım bileşeni olan verrev atımlı normal fay, DKD-uzanımlı faylar ise doğrultu-atım bileşene sahip ters fay niteliğindedir. Faylar Kızılırmak nehrini ve onun yan kollarını sağ ve sol yanal yönde ötelemektedir. Fayların çoğu iyi korunmuş fay aynası sunar. Fay aynası üzerindeki kayma çizgileri, fayların önemli normal atım bileşeni olan sağ ve sol yanal doğrultu-atımlı faylar olduğunu kanıtlar. Özetle Bala yöresi, eşlenik doğrultu-atımlı aktif bir faylanmanın etkisi altındadır. Fay aynası verileri ve ötelenmiş dereler, Bala yöresinin yaklaşık K-G yönünde işleyen aktif bir sıkışmanın etkisi altında olduğunu göstermektedir (Şekil 2). Bu durum 31 Temmuz 2005, 20 Aralık 2007 ve 27 Aralık 2007 Afşar (Bala-Ankara) depremlerinin odak mekanizması çözümleriyle (HARVARD 2005, DAD 2005, 2007; KOERİ 2005, 2007) bir kez daha kanıtlanmıştır (Şekil 2).

31 Temmuz 2005 Afşar (Bala) ana depremini, büyüklükleri 2 ile 4.8 arasında değişen (170) artçı deprem izlemiştir. Artçı depremlerin episantr dağılımı kuzeyde Bahçekaradalak ile güneyde Yaylaöz köyleri arasında özellikle KD-gidişli Çatalören fayı ile ona eşlenik konumdaki KB-gidişli Afşar fay kuşağı ve K-G gidişli Yeniyanpaşılı fay segmentleri boyunca yoğunlaşmış bulunmaktadır. Bu durum, 31 Temmuz Afşar depreminin sağ ve sol yanal doğrultu-atımlı eşlenik bir faylanmadan kaynaklandığının çok açık belgesidir. Buna karşın, 20-27 Ara-

lık 2007 Afşar (Bala-Ankara) depremleri ve artçı şokları ise, egemen olarak, merkezinde Afşar beldesinin yer aldığı KB-gidişli çizgisel bir kuşak içinde yoğunlaşmış olup, bu kuşak KB-gidişli Afşar fay kuşağı içinde yer almakta ve onun gidişine paralel uzanmaktadır. Depremlerin odak mekanizması çözümler diyagramları, artçı deprem episantr dağılımı, Coulomb gerilim analizi (DEPAR: TÜBİTAK-MAM ve DAD işbirliğinde sürdürülen Deprem Acil Gözlem Çalışmaları projesi) ve arazi verileri, 20-27 Aralık 2007 Afşar (Bala-Ankara) depremlerinin de, Afşar sağ yanal doğrultu-atımlı fayından ya da ona paralel bir diğer fay segmentinden (Kızılöz fayı gibi) kaynaklanmış olduğunu gösterir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ankara ve bağlı yerleşkeler, Kuzey Anadolu Fay Sistemi gibi çok aktif (yıkıcı deprem yinelenme aralığı ~250-300 yıl) ve plaka sınırı niteliğinde bir deprem kaynağı ile Çeltikçi, Ayaş, İnönü-Eskişehir, Tuzgölü, Seyfe, Salanda, Kesikköprü, Küredağ, Balaban ve Afşar fay kuşakları gibi aktif fakat yinelenme aralığı oldukça uzun (birkaç binyıl) fakat yıkıcı deprem üreten fay ve fay sistemlerinin dolaylı deprem tehlikesine açıktır. Bu nedenle: (1) Özelde Ankara bölgesinde, genelde ise bir deprem ülkesi olan tüm Türkiye'de ilk ve orta öğretim programlarına, doğal afetler ve deprem konusunda zorunlu ders ya da dersler konularak toplum bireyleri eğitilmeli ve insanlar doğal afetler konusunda bilinçlendirilmelidir. (2) Özellikle kırsal kesimde taş ve kerpiç yapılaşmaya son verilirken, modern yapılaşma ve yerleşimde zemin koşulları ve deprem kaynakları (faylar) dikkate alınmalı ve konu ile ilgili deprem yönetmeliğine kesinlikle uyulmalıdır. (3) Birinci ve ikinci derece deprem kuşakların da yer alan yerleşim alanlarından başlanarak bu alanların deprem tehlike ve riskleri belirlenmeli ve deprem tehlikesi yüksek yerlerde mevcut yapıların yerinde yeni yapıların yapılması yasaklanmalı. (4) Yerleşim alanlarının gelişim yönleri ile imara açılacak yeni yerleşim alanlarının seçiminde, o yöre için saptanmış olan deprem tehlikesi ve riski baz alınmalıdır.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Ambraseys, N. N. ve Finkel, C. F., 1995. The seismicity of Turkey and adjacent areas, ahistorical review, 1500-1800: Eren yayıncılık ve Kitapçılık şirketi, İstanbul - Turkey, 240 pp.
- DAD, 2005. 31 Temmuz 2005 Afşar (Bala-Ankara) deprem kayıdı ve odak mekanizması çözümü.
- _____, 2007. 20-27 Aralık 2007 Afşar (Bala-Ankara) deprem kayıtları ve odak mekanizması çözümleri
- Demirtaş, R., Erkmen, C. ve Yazman, M., 2000. 22 Ağustos 2000 Uruş-Güdül (Ankara) depremi (M_s=4.8): Aktif Tektonik Araştırma Grubu Dördüncü Toplantısı, 16-17 Kasım 2000, Eskişehir, Bildiri özetleri, 11-13.
- Dirik, K. ve Erol, O., 2003. Tuzgölü ve civarının tektonomorfolojik evrimi, Orta Anadolu-Türkiye. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, özel sayı 5, 27-46.
- Kaplan, T., 2004. Neotectonics and Seismicity of the Ankara Region: A case study in the Uruş Area. ODTÜ, Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Master tezi, 84 pp. (yayımlanmamış).
- Koçyiğit, A., 2003. Orta Anadolu' nun genel neotektonik özellikleri ve depremselliği. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, özel sayı 5, 1-25.
- Koçyiğit, A., Rojay, B., Cihan, M. ve Özacar, A., 2001. The June 6, 2000 Orta (Çankırı, Turkey) earthquake: sourced from a new Antithetic Sinistral strike-slip structure of the North Anatolian Fault System, the Dodurga Fault Zone. Turkish Journal of Earth Sciences, 10, 69-82.
- Koeri, 2005. 31 Temmuz 2005 Afşar (Bala - Ankara) deprem kayıdı ve odak mekanizması çözümü.
- _____, 2007. 20-27 Aralık 2007 Afşar (Bala-Ankara) deprem kayıtları ve odak mekanizması çözümleri.
- HARVARD 2005. 31 Temmuz 2005 Afşar (Bala-Ankara) deprem kayıdı ve odak mekanizması çözümü.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A., 1987. Türkiye'nin diri fayları ve depremsellikleri. MTA, Rapor No. 8174, 3945 (yayımlanmamış).
- Temiz, H., 2004. Kırşehir dolayının neotektoniği ve depremselliği. Ankara Üniversitesi, Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Doktora Tezi, 1045 (yayımlanmamış).