

**ANKARA'NIN DEPREMSELLİĞİ VE 2005-2007 AFŞAR (BALA-ANKARA)
DEPREMLERİNİN KAYNAĞI**
(SEISMICITY OF ANKARA AND SOURCE OF THE
2005-2007 AFŞAR (BALA-ANKARA) EARTHQUAKES)

Ali KOÇYİĞİT

ODTÜ, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara
akoc@metu.edu.tr

ÖZET

Genel olarak Ankara bölgesi, depremsellik bakımından güvenli bir yer olarak bilinir. Ancak gerçek durum, bu yanlış algılamamızın tam tersidir. Bu olgu, içinde çok sayıda ve değişik boyutta (köy, kasaba, ilçe ve il gibi) örneğin Ankara, Çankırı ve Kırıkkale gibi illerin de bulunduğu kuzeybatı Orta Anadolu bölgesinde, 1938-2008 yılları arasında gerçekleşen bir seri deprem ile de kanıtlanmıştır. Son zamanlarda Ankara bölgesinde gerçekleştirilmiş olan aktif tektonik çalışmalar, bu bölgenin, yaklaşık K-B ve K-G yönlerinde etkin olan sıkışma gerilimlerinin etkisi altında olduğunu ortaya koymuştur. Anılan bu sıkışma gerilimi, kuzeybatı Orta Anadolu'daki doğrultu atımlı tektonik rejimlerin ve ilgili faylanmanın ana nedenidir. Bu bölgede üç fay sistemi, birçok fay kuşağı ve çok sayıda aktif tekil fay vardır. Bunlar arasında Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS), İnönü-Eskişehir fay sistemi, Kırşehir fay sistemi ile Tuz Gölü, Dodurga, Çeltikçi, Sarıoba-Ayaş, Kazan, Elmadağ, Balaban-Küredağ, Kesikköprü, Kırıkkale-Sungurlu ve Afşar (Bala) fay kuşakları sayılabilir. KAFS Anadolu ile Avrasya plakalarının sınırını oluşturur. Etkinliği çok yüksek olan bu fay sistemi, yinelenme aralığı 250-300 yıl ve büyüklüğü $M_w = 8.0$ olan yıkıcı deprem üretme kapasitesine sahiptir. KAFS'nin Ankara il merkezine uzaklığı harita üzerinde yaklaşık 115 km'dir. Diğer fay sistemleri ve fay kuşakları Anadolu plakası içinde yer alır. Plaka içinde yer alan ve onun deformasyonuna yol açan bu faylardan kaynaklanacak en büyük depremin büyüklüğü $M_w = 7.0$, yinelenme aralığı ise çok daha uzundur (bin yıl ve daha uzun). Plaka içinde yer alan deprem kaynaklarının (fayların) Ankara şehir merkezine uzaklıkları harita üzerinde 30-100 km arasında değişir. Plaka içindeki fay kuşakları birbirleriyle kesişmekte, eşlenik ve aktif fay sistemleri oluşturmaktadır. Nitekim 31 Temmuz 2005 ($M_w = 5.3$), 20 Aralık 2007 ($M_I=5.6$) ve 27 Aralık 2007 ($M_I=5.5$) Afşar (Bala-Ankara) gibi çok yeni depremler, KB-gidişli Afşar ve KD-gidişli Küredağ eşlenik fay sisteminin etkinleşmesinden kaynaklanmıştır. KB-gidişli sağ yanal doğrultu atımlı Afşar fay kuşağı üzerindeki deprem etkinliği günümüzde hala sürmekte olup, etkinlik KB yönde (Ankara'ya doğru) göç etmektedir. Yukarıda sözü edilen ve Afşar fay kuşağı dışında kalan diğer plaka içi fay kuşaklarını oluşturan ana fay segmentleri, uzun süredir sismik boşluk özelliği taşımakta olup (enerji biriktirmekte olup), özellikle Ankara için dolaylı deprem tehlikesi oluşturmaktadır. Çünkü Ankara İli'nin büyük kesimi, depremin etkisini büyütme özelliğine sahip kalın ve gevşek bir zemin üzerinde kuruludur. Özetle, yalnız Ankara bölgesinde değil, fakat aynı zamanda tüm Türkiye genelinde, deprem riskini azaltmanın ilk ve olmazsa olmaz koşulu, toplumu ve bireylerini, ilkokul düzeyinden başlayarak, doğal afetler, özellikle de deprem konusunda eğitmektir.

Anahtar Kelimeler: Ankara, KB Orta Anadolu, deprem, fay.

ABSTRACT

In general, it is known that the Ankara region is a safe place for the respect of seismicity. In deed, the real situation is entirely opposite to this misbelief. This is proved by a series of earthquakes took place in northwestern Central Anatolia including numerous settlements in the size of village, town, county and big cities such as Ankara, Kırıkkale and Çankırı in the period of 1938-2008. Recent active tectonic studies carried out in Ankara region have also revealed that this region under the influence of compressive stresses operating in approximately NW- and N-S-directions. This is the main cause of the strike-slip tectonic regimes and related faulting in northwestern central Anatolia. In this region, three fault systems, a number of fault zones and numerous isolated faults are exposing. The well-identified of these earthquake sources are the North Anatolian Fault System (NAFS), İnönü-Eskişehir Fault system, the Kırşehir fault system, Lake Salt Fault Zone, Dodurga fault zone, Çeltikçi fault zone, Sarioba-Ayaş fault zone, Kazan fault zone, Elmadağ fault zone, Balaban-Küredağ fault zone, Kırıkkale-Sungurlu fault zone, Kesikköprü fault zone and the Afşar (Bala) fault zone. The North Anatolian Fault System is the plate boundary between the Eurasian-Anatolian plates. It is very active and has a capacity of creating devastative earthquake with $M_w = 8.0$ and a return period of 250-300 years. The NAFS is 115 km away from the city center of Ankara on the map. Other fault systems and fault zones are located within the Anatolian plate. They have capacity of creating destructive earthquakes up to $M_w = 7.0$ but longer (thousand years or longer) return periods. Their distances to the city center of Ankara range from 30 km to 100 km on the map. The earthquake sources (fault segments) within the Anatolian plate intersect with each others and form an active conjugate fault system. Very recent earthquakes such as the 2005.07.31 ($M_w = 5.3$), 2007.12.20 ($M_I = 5.6$) and 2007.12.27 ($M_I = 5.5$) Afşar (Bala-Ankara) earthquakes have been sourced from the reactivation of the NW-trending Afşar and the NE-trending Küredağ conjugate fault system. The seismic activity along the Afşar fault zone is still lasting and migrating towards northwest. The master fault segments comprising the rest of above-mentioned fault zones are in the nature of seismic gap, and they form an indirect earthquake hazard for particularly the city of Ankara located on a loose and thick ground with a high amplification capacity of earthquake. In order to mitigate the earthquake risk in not only Ankara region but also all over Turkey, the society and its persons have to be trained starting from primary school level on the natural disasters, particularly the earthquakes.

Key Words: Ankara, NW Central Anatolia, earthquake, fault.

1. 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 (Tablo 1) ve deprem kaynaklarını (Şekil 1) anımsamak yeterlidir.

2. ANKARA'NIN DEPREMSELLİĞİ

Ankara ili ve yerleşkelerini son yüzyıl içinde etkilemiş olan önemli depremler sırasıyla 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 (Tablo 1, Şekil 1). Hiç kuşkusuz bunlardan ilk ikisi ve en önemlileri 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 merkez üstü ve depreme kaynaklık eden fay kuşağının batı ucunun, harita üzerinde, Ankara il merkezine olan uzaklıkları sırasıyla 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 türden yapı sayısı ise 20865 dir. 1944 Gerede depreminin merkez üstünün ve deprem kaynağının (aktif hale gelen fayın) harita üzerinde Ankara il merkezine uzaklığı sırasıyla 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 sismik olay sırasında Ankara il merkezi ve Beypazarı ilçesinde toplam 9 kişi yaşamını yitirirken yapılarda ağır hasar oluşmuştur (Ambraseys ve Finkel, 1995).

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-Buğürören kesiminin aktif hale gelmesi ile oluşmuştur (Koçyiğit vd., 2001). Bu depremin kaynağı, önemli miktarda normal bileşeni olan sol yanal doğrultu-atımlı bir faydır (Şekil 1). Orta depremi sırasında 2 kişi yaşamını yitirirken, toplam 4822 yapı değişik derecelerde hasar görmüş ve bir kısmı da tümüyle yıkılmıştır. Hasar gören yapılar arasında betonarme binalar da bulunmaktadır. Depremin merkez üstü ve kaynağı Ankara il merkezine sırasıyla 78 ve 38 km uzaklıktadır. Bununla birlikte, Ankara iline bağlı Çubuk ilçesinde de yapılar orta derecede hasar görmüştür.

Diğer üç deprem (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 vd., 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 kerpiç 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, süresiz 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 vd., 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 sırasıyla 30 km, 46 km 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).

a. 31 Temmuz 2005 (Mw = 5.3), 20 Aralık 2007 (Ml=5.6) ve 27 Aralık 2007 (Ml=5.5) Afşar (Bala_Ankara) Depremleri

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 kaydedilmiş ve duyurulmuştur. Değişik istasyonlar tarafından kaydedilmiş deprem parametreleri (yeri, derinliği, büyüklüğü) birbirinden oldukça farklı olup, deprem derinliği 5 ile 12.8 km arasında, deprem büyüklüğü ise Mb = 4.7 ile Mw = 5.3 arasında değişmektedir. Deprem merkez üstü ise, biri dışında (USGS-2005), birbirine oldukça yakın olup Afşar köyünün doğu-güneydoğusu yakınında yoğunlaşmış bulunmaktadır (Şekil 2'de 1 numaralı deprem). Deprem merkez üstü ve kaynağı baz alınarak bu sismik hareket Afşar (Bala-Ankara) depremi olarak adlanmıştır.

Deprem Ankara ili ve bağlı yerleşkelerin yanı sıra Kırşehir, Kırıkkale, Niğde, Konya ve Yozgat gibi komşu illerde de kuvvetli biçimde algılanmıştır. Afşar depremi sırasında can kaybı olmazken, deprem merkez üstüne yakın bazı köylerde (Sırapınar, Yeniyapanşihli, Çatalören, Bahçekaradalak, Çiğdemli ve Karahamzalı köylerinde) (Şekil 1 ve 2) taş ve kerpiç 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 m 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 hâlâ sürmektedir. Bu son iki ana deprem ve onları izleyen artçıl depremler sırasında, 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.

b. 2005-2007 Afşar (Bala-Ankara) Depremlerinin Kaynağı

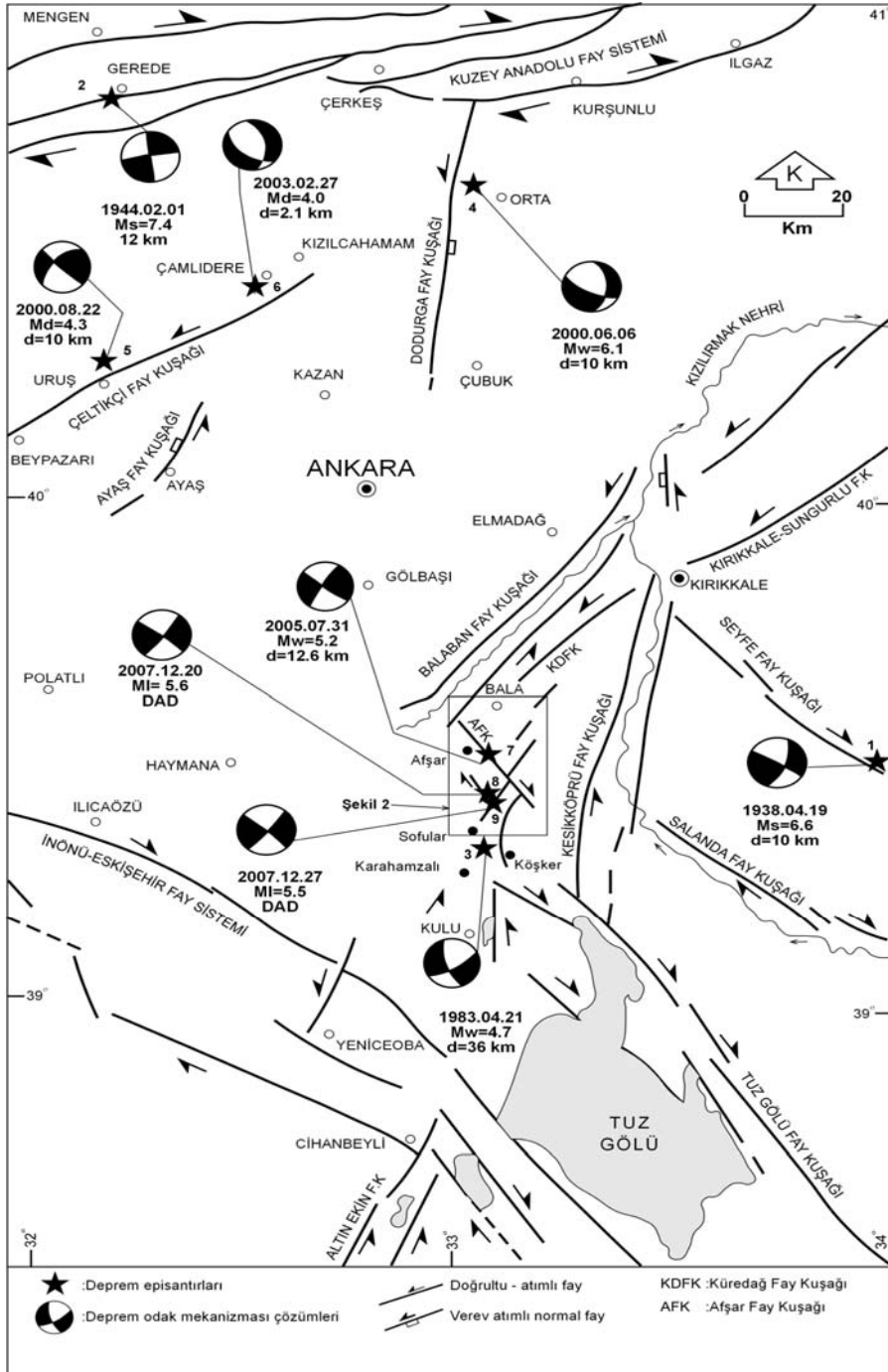
Bala ve yakın çevresinde sürdürülen aktif tektonik çalışma sırasında, uzunluğu 1 km ile 25 km arasında değişen, sık aralıklı ve değişik yönlerde uzanan çok sayıda fay saptanmış ve bunlar haritalanarak ayrı ayrı adlandırılmıştır (Şekil 2). Faylar başlıca kuzey-güney, kuzey-kuzeydoğu, kuzeybatı, kuzeydoğu ve doğu-kuzeydoğu 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, Yanıcak, Tozarözü, Kızılözü ve Yaylaözü 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 Nehri'ni ve onun yan kollarını sağ ve sol yanal yönde ötelemektedir. Fayların çoğu iyi korunmuş fay aynası sunar. Fay aynası üzerindeki kayma çizikleri, 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; DAD 2007; KOERİ 2005; KOERİ 2007) bir kez daha kanıtlanmıştır (Şekil 2).

31 Temmuz 2005 Afşar (Bala) ana depremini, büyüklükleri 2 ile 4.8 arasında değişen 170 artçıl deprem izlemiştir. Artçıl depremlerin merkez üstü dağılımı kuzeyde Bahçekaradalak ile güneyde Yaylaözü köyleri arasında özellikle KD-gidişli Çatalören fayı ile ona eşlenik konumdaki KB-gidişli Afşar fay kuşağı ve K-G gidişli Yenyapanşihli fay segmentleri boyunca yoğunlaşmış bulunmaktadır. Bu durum, 31 Temmuz 2005 Afşar depreminin sağ ve sol yanal doğrultu-atımlı eşlenik bir faylanmadan kaynaklandığının çok açık belgesidir. Buna karşın, 20-27 Aralık 2007 Afşar (Bala-Ankara) depremleri ve artçıl 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 çözüm diyagramları, artçıl deprem merkez üstü 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-

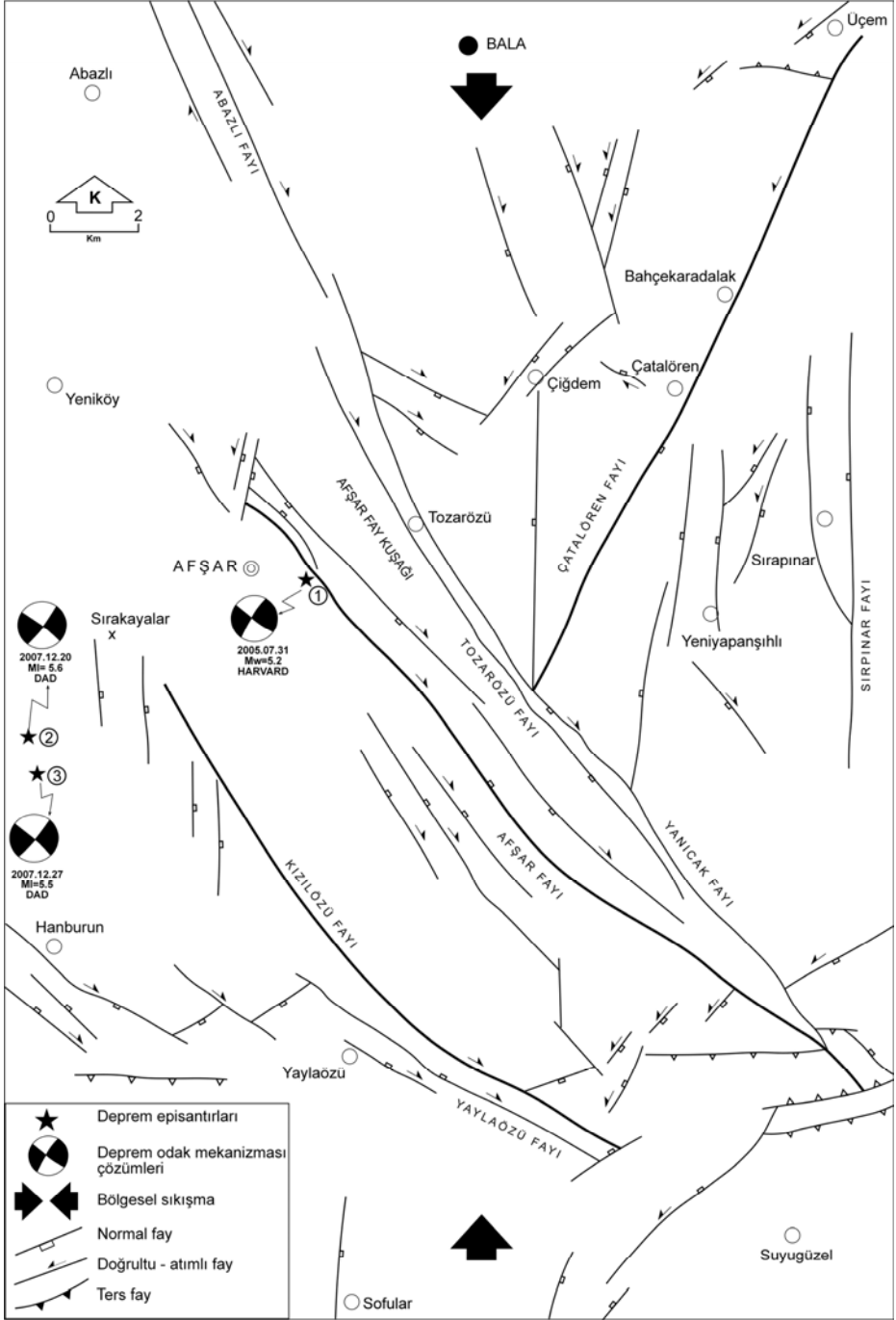
atımlı fayından ya da ona paralel bir diğer fay segmentinden (Kızılözü fayı gibi) kaynaklanmış olduğunu gösterir.

3. 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 yığma 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 kuşaklarında yer alan yerleşim alanlarından başlanarak, bu alanların deprem tehlike ve riskleri belirlenmeli ve deprem tehlikesi yüksek yerlerde mevcut yapıların yerinde yeni yapıların yapılması yasaklanmalı ve (4) yerleşim alanlarının gelişim yönleri ile imara açılacak yeni yerleşim alanlarının seçiminde, o yöre için saptanmış olan deprem tehlikesi ve riski baz alınmalıdır.



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 Tablo 1'e bakınız).



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

Tablo 1. 1938-2008 yılları arasında Ankara ve çevresini etkilemiş olan depremler.

Nu.	Tarih	Oluş Zamanı	Koordinatlar (Enlem-Boylam)	Odak Derinliği (km)	Büyüklüğü	Oluş Yeri	Kaynaklar
14	2008.03.15	12:15	39° 50 N - 32° 95 E	14.9	Mw = 4.9	Yüreli (Bala-Ankara)	KOERİ (2008)
13	2008.01.31	02:01	40° 27 N - 33° 14 E	5.0	Mw = 4.9	Çubuk (Ankara)	KOERİ (2008)
12	2007.12.27	01:47	39° 41 N - 33° 07 E	23	Mw = 5.5	Afşar (Bala-Ankara)	DAD (2007)
11	2007.12.20	09:48	39° 43 N - 33° 07 E	12	Mw = 5.7	Afşar (Bala-Ankara)	KOERİ (2007)
10	2007.12.13	?	38° 82 N - 30° 05 E	5	Mw = 4.8	Acıkuyu (Cihanbeyli)	KOERİ (2007)
9	2006.11.12	04:36	40° 13 N - 32° 70 E	4.8	Mw = 4.8	Kazan (Ankara)	KOERİ (2006)
8	2005.07.31	23:41	39° 45 N - 33° 10 E	36	Mw = 5.2	Afşar (Bala-Ankara)	HARVARD (2005)
7	2004.12.30	?	40° 33 N - 33° 01 E	7	Mw = 4.4	Ankara (Çubuk)	KOERİ (2005)
6	2003.02.27	18:36	40° 43 N - 32° 52 E	2.1	Md = 4.0	Çamlidere	KOERİ (2000); Kaplan (2004)
5	2000.08.22	11:40	40° 23 N - 32° 06 E	10	Md = 4.3	Uruş	KOERİ (2000); Kaplan (2004)
4	2000.06.06	02:41	40° 63 N - 33° 03 E	10	Ms = 6.1	Orta (Çankırı)	ERİ (2000); Koçyiğit (2001)
3	1983.04.21	16:18	39° 31 N - 33° 06 E	36	Mb = 4.7	Sofular-Köşker (Kulu)	Kalafat (1998)
2	1944.02.01	03:59	40° 80 N - 32° 20 E	12	Ms = 7.4	Gerede	Canitez & Büyükaşkoğlu (1984)
1	1938.04.19	10:59	39° 47 N - 33° 98 E	10	Ms = 6.6	Kırşehir	Jackson & McKenzie (1984)

KAYNAKLAR

- Ambraseys, N. N., Finkel, C. F.**, 1995, The seismicity of Turkey and adjacent areas, a historical review, 1500-1800: Eren Yayıncılık ve Kitapçılık Şirketi, İstanbul-Turkey, s.240.
- Canitez, N., Büyükaşikoğlu S.**, 1984, Seismicity of the Sinop Nuclear Power Plant Site, *Final Report*, İstanbul Technical University.
- DAD**, 2005, 31 Temmuz 2005 Afşar (Bala-Ankara) deprem kaydı ve odak mekanizması çözümü. <http://sismo.deprem.gov.tr/>
- DAD**, 2007, 20-27 Aralık 2007 Afşar (Bala-Ankara) deprem kayıtları ve odak mekanizması çözümleri. <http://sismo.deprem.gov.tr/>
- Demirtaş, R., Erkmen, C., Yazman, M.**, 2000, 22 Ağustos 2000 Uruş-Güdü (Ankara) depremi ($M=4.8$): Aktif Tektonik Araştırma Grubu Dördüncü Toplantısı, 16-17 Kasım 2000, Eskişehir, *Bildiri Özetleri*, s.11-13.
- Dirik, K., Erol, O.**, 2003, Tuzgölü ve civarının tektonomorfolojik evrimi, Orta Anadolu-Türkiye, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, **Özel Sayı 5**, s.27-46.
- ERI**, 2000, 6 Haziran 2000 Orta (Çankırı) depremi kaydı ve odak mekanizması çözümü. Tokyo University Earthquake Research Institute, <http://www.eri.u.tokyo.ac.jp/>
- HARVARD**, 2005, 31 Temmuz 2005 Afşar (Bala-Ankara) deprem kaydı ve odak mekanizması çözümü. <http://www.seismology.harvard.edu/projects/CMT/QuickCMTs/>
- Jackson, J., Mckenzie, D.**, 1984, Active tectonics of the Alpine-Himalaya Belt between western Turkey and Pakistan, *Geoph. J. R. Ast. Soc.*, **77**, s.185-264.
- Kalafat, D.**, 1998, Anadolu'nun Tektonik yapılarının deprem mekanizmaları açısından irdelenmesi, *Deprem Araştırma Bülteni*, **77**, s.1- 217.
- Kaplan, T.**, 2004, Neotectonics and Seismicity of the Ankara Region: A case study in the Uruş Area, ODTÜ Müh.Fak.Jeoloji Müh.Bölümü, *Master Thesis*, s.84 (Unpublished).
- Koçyiğit, A.**, 2003, Orta Anadolu'nun genel neotektonik özellikleri ve depremselliği, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, **Özel Sayı 5**, s.1-25.
- Koçyiğit, A., Rojay, B., Cihan, M., 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**, s.69-82.
- KOERİ**, 2005, 31 Temmuz 2005 Afşar (Bala-Ankara) deprem kaydı ve odak mekanizması çözümü, [http://www.koeri.boun.edu.tr.](http://www.koeri.boun.edu.tr/)
- KOERİ**, 2007, 20-27 Aralık 2007 Afşar (Bala-Ankara) deprem kayıtları ve odak mekanizması çözümleri, [http://www.koeri.boun.edu.tr.](http://www.koeri.boun.edu.tr/)

KOERİ, 2008, 31.01.2008 Çubuk (Ankara) ve 15.03.2008 Yürelî (Bala-Ankara) depremlerinin kaydı ve fay düzlemi çözümleri, <http://www.koeri.boun.edu.tr>.

Şaroğlu, F., Emre Ö., Boray, A., 1987, Türkiye'nin diri fayları ve depremsellikleri, MTA, *Rapor Nu. 8174*, (yayımlanmadı).

Temiz, H., 2004, Kırşehir dolayının neotektoniği ve depremselliği, Ankara Üniversitesi, Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, *Doktora Tezi*, (yayımlanmadı).