

ANKARA'NIN DEPREMSELLİĞİ

Prof.Dr.Süleyman PAMPAL*
Bülent ÖZMEN**
Dr.Mustafa KOÇKAR***

GİRİŞ

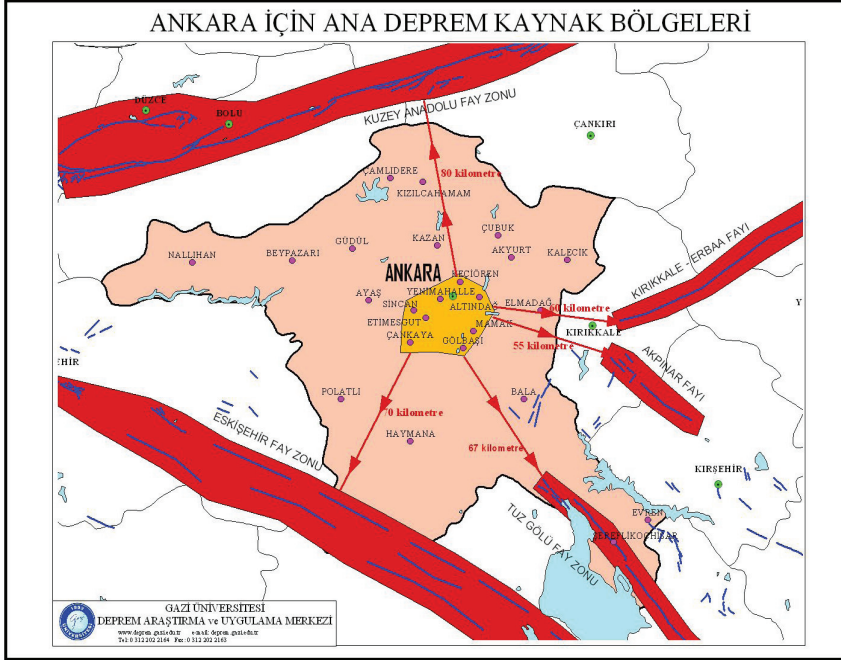
Ankara'nın dört tarafı kuzeyden Kuzey Anadolu Fay Sistemi, güneydoğudan Akpınar fayı, güneyden Tuz Gölü Fay Zonu, doğudan Kırıkkale-Erbaa fayı ve güneybatıdan Eskişehir Fay Zonu tarafından çevrelenmiş durumdadır. Ankara kent merkezi adı geçen bu faylara 60 - 80 km uzaklıktadır. Ankara'yı ilçeleriyle beraber bir bütün olarak düşünecek olursak Çamlıdere ve Kızılcahamam gibi ilçelerinin Kuzey Anadolu Fay Sistemine, Elmadağ ve Kalecik gibi ilçelerinin Kırıkkale-Erbaa fayına, Şereflikoçhisar, Evren, Bala ve Haymana gibi ilçelerinin de Tuz Gölü Fay Zonuna çok yakın 20 – 30 km uzaklıkta olduğunu söyleyebiliriz (Şekil 1). Adı geçen bu faylar yedi ($M \geq 7$) den büyük deprem üretme potansiyeline sahiptir ve Ankara için önemli bir tehlike kaynağıdır. Bu faylara ilave olarak, Ankara kent merkezi yakın civarı da dahil olmak üzere, Ankara il sınırları içinde bir çok aktif fay bulunmaktadır. Ancak uzunlukları kısa olan bu faylar yukarıda sayılan faylara göre daha küçük orta büyüklükte ($5 < M < 6$)

* Gazi Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, spampal@gazi.edu.tr

** Gazi Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, bulentozmen@gazi.edu.tr

*** Gazi Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, mkoçkar@gazi.edu.tr

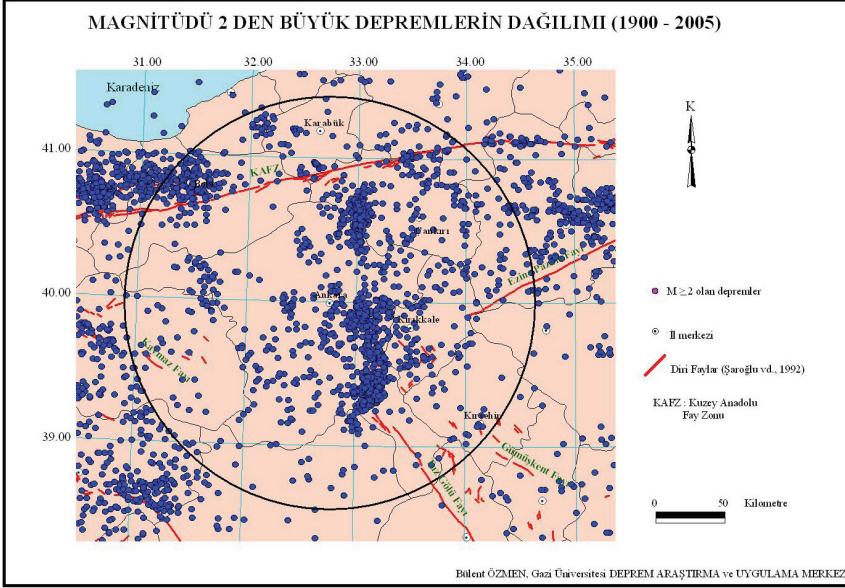
fakat hasara neden olabilecek büyüklükte deprem üretme potansiyeline sahiptir.



Şekil 1: Ankara'yı etkileyebilecek ana deprem kaynak bölgeleri

ANKARA ve YAKIN CİVARI DEPREMLERİ

Ankara ve yakın civarında oluşmuş depremler Ankara il merkezini 140 km çevreleyecek şekilde çizilen bölge içine düşen, 1900-2005 yılları arasında oluşmuş ve magnitüdü $M \geq 2$ olan depremlerden yararlanarak belirlenmiştir (Şekil 2). Deprem verileri Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi tarafından hazırlanmış olan katalogdan alınmıştır. Deprem episantırlarının dağılımı incelendiği zaman bunların bir kısmının Şaroğlu vd., (1992) tarafından hazırlanan ve MTA tarafından yayınlanan Diri Fay haritası ile uyumlu olduğu bazılarının ise uyumlu olmadığı görülmektedir. Depremlerin büyük bir çoğunluğunun Kuzey Anadolu Fay Zonu, Kırkkale-Erbaa Fay Zonu ve yakın çevresinde, Bala ve Dodurga civarında olduğu görülmektedir.



Şekil 2: Ankara'yı 140 km çevreleyecek şekilde çizilen bölge içine düşen depremler

Tarihsel Döneme (1900 öncesi) ait Hasar Yapan Depremler

Ankara ve civarında 1900 yılı öncesinde oluşmuş tarihsel depremlere ait veriler oldukça az sayıdadır. Bu depremlere ait bilgiler Soysal vd., (1981) tarafından yayınlanan katalogdan alınarak tarih sırasına göre aşağıda sunulmuştur (Özmen, 2000) (Şekil 3).

03.07.1668 günü meydana gelen depremin maksimum şiddeti VIII, episantrı 40.70K ve 31.60D dir. Bolu ve Kastamonu civarında hasara neden olmuştur.

28.09.1881 günü meydana gelen depremin maksimum şiddeti VIII, magnitüdü $M = 6.1$, episantrı 40.60K ve 33.60D dir. Çankırı yöresinde etkili olmuş ve 12 kişinin ölmesine neden olmuştur.

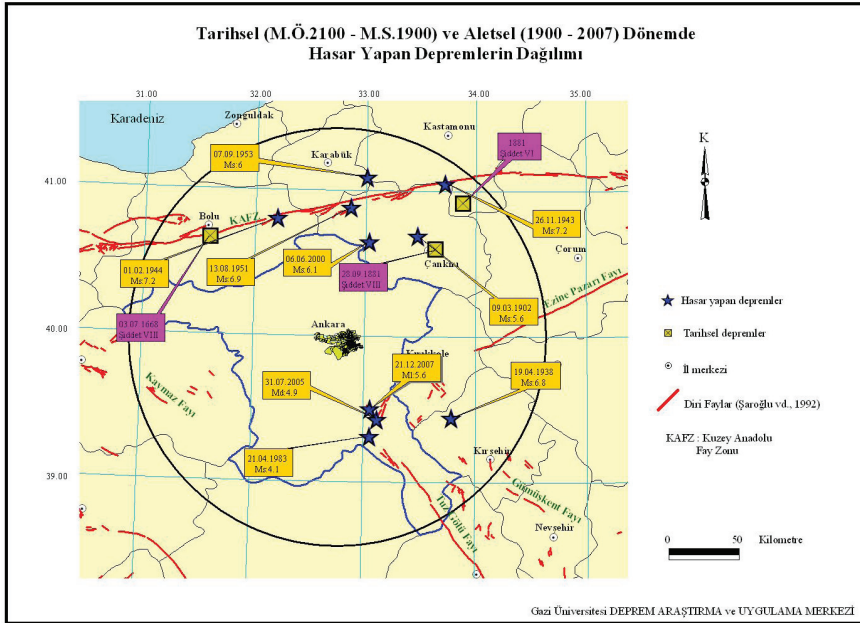
1883 yılında meydana gelen depremin maksimum şiddeti VI, episantrı 41.00K ve 33.70E dir. Kastamonu – Çankırı civarında hasara neden olmuştur.

Ambraseys ve Finkel (2006)'e göre tarihsel dönemde Ankara'yı etkileyen aşağıdaki depremler olmuştur.

12 Ağustos 1668 tarihinde, Beypazarı'nda ağır hasara neden olan bir deprem meydana gelmiştir.

15 Ağustos 1668 tarihinde saat 15 te Ankara'daki taş duvarları, evleri ve şehir surlarının bir kısmını, kentin yukarısındaki kaleyi yerle bir eden ve iki kişiyi öldüren ve halkta korku ve paniğe neden olan büyük bir deprem meydana gelmiştir.

16 ile 18 Ağustos arasında bir zamanda muhtemelen 17 Ağustos'u 18 Ağustos'a bağlayan gece, şiddetli bir deprem olmuş ve bunun daha önce meydana gelen ve Kuzey Anadolu'nun çok geniş bir kısmını etkileyen depremlerin tümünden daha güçlü olduğu belirtilmiştir. Ankara'da deprem 3-4 dakika aralıklarla meydana gelen bir dizi güçlü sarsıntıdan oluşmuş ve kentin yukarısındaki tepenin üzerinde bulunan kayalıklar kırılmış ve devasa taş parçaları düşmüştür. Ayrıca kentte muhtemelen sıvılaşma sonucunda yer yarılmış ve öncü şoklarda hasar görmüş olan birçok ev harabeye dönmüştür.



Şekil 3: Ankara ve civarında tarihsel ve aletsel dönemde meydana gelmiş ve hasar yapmış depremlerin dağılımı

Aletsel Döneme (1900-2008) ait Hasar Yapan Depremler

Bu bölge içinde 10 tane hasar yapan deprem meydana gelmiştir (Bkz. Şekil 3). Bu depremler ve bunlara ait bulgular tarih sırasına göre aşağıda verilmiştir.

9 Mart 1902 Çankırı Depremi: Bu deprem 9 Mart 1902 günü meydana gelmiş olup maksimum şiddeti $I_0 = IX$, magnitüdü $M_s = 5.6$, episantırı 40.65K, 33.60D dir. Ambraseys ve Finkel (1987) tarafından depremin bir çok ön ve art sarsıntıları olduğu ve deprem nedeniyle Çankırı ve çevresindeki yerleşim yerlerinde ağır hasarların olduğu, Çankırı merkezinde 3000 evin hemen hemen tümüyle yıkıldığı, 4 kişinin öldüğü ve 100 kişinin yaralandığı belirtilmiştir. Sarsıntı Orta Anadolu'da geniş çapta algılanmıştır.

19 Nisan 1938 Kırşehir-Keskin Depremi: 19.04.1938 günü 10:59:20'de (GMT) meydana gelen maksimum şiddeti $I_0 = IX$, magnitüdü $M_s = 6.8$, episantırı 39.44 K, 33.79 D olarak saptanan bu deprem 149 kişinin ölümüne, 211 kişinin yaralanmasına ve 3860 civarında yapının yıkılmasına veya ağır hasar görmesine neden olmuştur. Depremin maksimum şiddet alanı Kırşehir'in Akpınar, Köşker kasabaları civarındadır ve deprem Kastamonu, Amasya, Sivas, Konya, Eskişehir'i de kapsayan geniş bir alanda hissedilmiştir. Bu deprem Ankara kenti içerisinde çok şiddetli hissedilmiş ve yapılarda çatlaklara ve baca yıkılmalarına neden olmuştur. Özellikle harbiye okulu hastanesi, Ekonomi Bakanlığı binası, Postahane, Anafartalardaki Belediye Hesap İşleri Müdürlüğü, iki ilkokul ve bazı otellerde önemli çatlamlar görülmüştür. Hasarın genel olarak Yenisehir tarafında daha çok olduğu gözlenmiştir (Ergünay, 1978).

26 Kasım 1943 Ladik (Samsun) Depremi: Bu deprem 26 Kasım 1943 günü 22:20:41'de (GMT) meydana gelmiş olup maksimum şiddeti $I_0 = VIII-IX$, magnitüdü $M_s = 7.2$ ve episantırı 41.05K, 33.72D dir. Pınar ve Lahn (1952)'e göre Anadolu'nun çok büyük bir kısmında hissedilen, doğu'da Taşova'dan, batıda Ilgaz'a kadar uzanan ve takriben 45000 km² kapsayan bir bölge içinde kasaba ve köylerde evlerin %75'i (yaklaşık 40000 ev) tümüyle yıkılmış yada ağır hasar görmüştür. Sayısı tam olarak belirlenememiş olmakla birlikte 4000 kişinin öldüğü, 5000 kişinin de yaralandığı belirtilmiştir. Doğuda Destek boğazı ile batıda Kurşunlu bölgesi arasında ve 20 Aralık 1942'de oluşan fayın devamında 250 km uzunlukta yeni bir fay sistemi meydana gelmiştir.

1 Şubat 1944 Bolu-Gerede Depremi: Bu deprem 1 Şubat 1944 günü 03:22:40'da (GMT) meydana gelmiş olup maksimum şiddeti $I_0 = X$, magnitüdü $M_w = 7.6$ ve episantırı 40.80K, 32.20D dir. Bu deprem 3958 kişinin yaralanmasına 20865 yapının tamamen yıkılmasına ve 21000 civarında yapının çeşitli hasarlar görmesine neden olmuştur. Depremın hasar alanı batıda Kocaeli, güneyde Ankara, doğuda Kastamonu ve kuzeyde Zonguldak'a kadar yayılmıştır. Bu depremden Ankara'nın kuzeyinde kalan Beypazarı, Kızılcahamam, Çamlıdere, Ayaş kasabaları ve bağlı köyleri önemli ölçüde hasar görmüşlerdir. Ankara ili için hasar 125 ölü, 158 yaralı, 1450 yıkık ve 2716 hasarlı yapı ve 1829 hayvan kaybı şeklinde sonuçlanmıştır. Şehir içerisinde de bazı hasarlar görülmüş ve özellikle Yenışehir'de ve Kale civarındaki eski evlerde hasar daha fazla olmuştur. Özellikle Meydan Palas oteli, DDY İşletme Müdürlüğü binası, Vilayet binasında önemli çatlaklar oluşmuş ve yıkıntılar genellikle bacalar, şehir dışındaki tek katlı bağ evleri ile kerpiç binalarda görülmüştür. Şehirdeki tüm resmi ve özel yapıların duvarlarında küçük çatlaklar ve sıva dökülmeleri gözlenmiştir (Ergünay, 1978).

13 Ağustos 1951 Kurşunlu (Çankırı) Depremi: Bu deprem 13 Ağustos 1951 günü 18:33:34'de (GMT) meydana gelmiş olup maksimum şiddeti $I_0 = IX$, magnitüdü $M_s = 6.9$ ve episantırı 40.88K ve 32.87D dir. Pınar ve Lahn (1952), bu deprem nedeniyle Kurşunlu ve Ilgaz ilçe merkezleri ve köylerinin önemli derecede etkilendiğini, 50 yurttaşın yaşamını yitirdiğini, toplam olarak 8000 evin hasar gördüğünü belirtmişlerdir. Ambraseys (1988), bu deprem sırasında 60 km uzunlukta ve sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay oluştuğunu öne sürmüştür. Fayın doğu-batı doğrultulu iki ana parçadan oluştuğu, birinin Kurşunlu'nun hemen kuzeyin'den geçtiği, diğerinin ise Afşar-Dolaşlar arasında konumlandığı belirtilmiştir.

7 Eylül 1953 Çerkeş (Çankırı) Depremi: Bu deprem 7 Eylül 1953 günü 03:59:40 da meydana gelmiş olup maksimum şiddeti $I_0 = VII$, magnitüdü $M_s = 6$ episantırı 41.09K, 33.01D dir. Bu deprem ile ilgili ayrıntılı bilgi olmamakla beraber, depremin Düzce'den İnebolu, Çorum ve Kırşehir'e kadar algılandığı belirtilmiştir. Fay oluşumu konusunda bir bilgi yoktur (Eyidoğan, vd., 1991).

21 Nisan 1983 Köşker Depremi: Bu deprem 21.04.1983 günü meydana gelmiş olup magnitüdü $M_b = 4.8$, $M_s = 4.1$ dir. Episantırı 39.31N ve 33.06E dir. Üç köyde hasar yapmıştır.

06 Haziran 2000 Dodurga Depremi: Bu deprem 06.06.2000

günü yerel saatle 05:42 de meydana gelmiş olup magnitüdü $M_d = 6.1$ ve derinliği 10 km dir. Episantrı 40.69N ve 32.99E dir.

31 Temmuz 2005 Bala-Ankara Depremi: Bu deprem 31.07.2005 günü yerel saatle 00:45 te meydana gelmiş olup magnitüdü $M_d = 4.9$ ve derinliği 8.9 km dir. Episantrı 39.42N ve 33.12E dir.

20 Aralık 2007 Bala-Ankara Depremi: Bu deprem 20.12.2007 günü yerel saatle 11:48 te meydana gelmiş olup magnitüdü $M_l = 5.7$ ve derinliği 5.0 km dir. Episantrı 39.404N ve 33.046E dir. Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılan hasar tespit sonuçlarına göre 834 konut, 63 ahır ve 3 işyerinin ağır, 5 konutun ise orta hasarlı olduğu tesbit edilmiştir.

ANKARA'NIN DEPREM HARİTALARINA GÖRE DURUMU

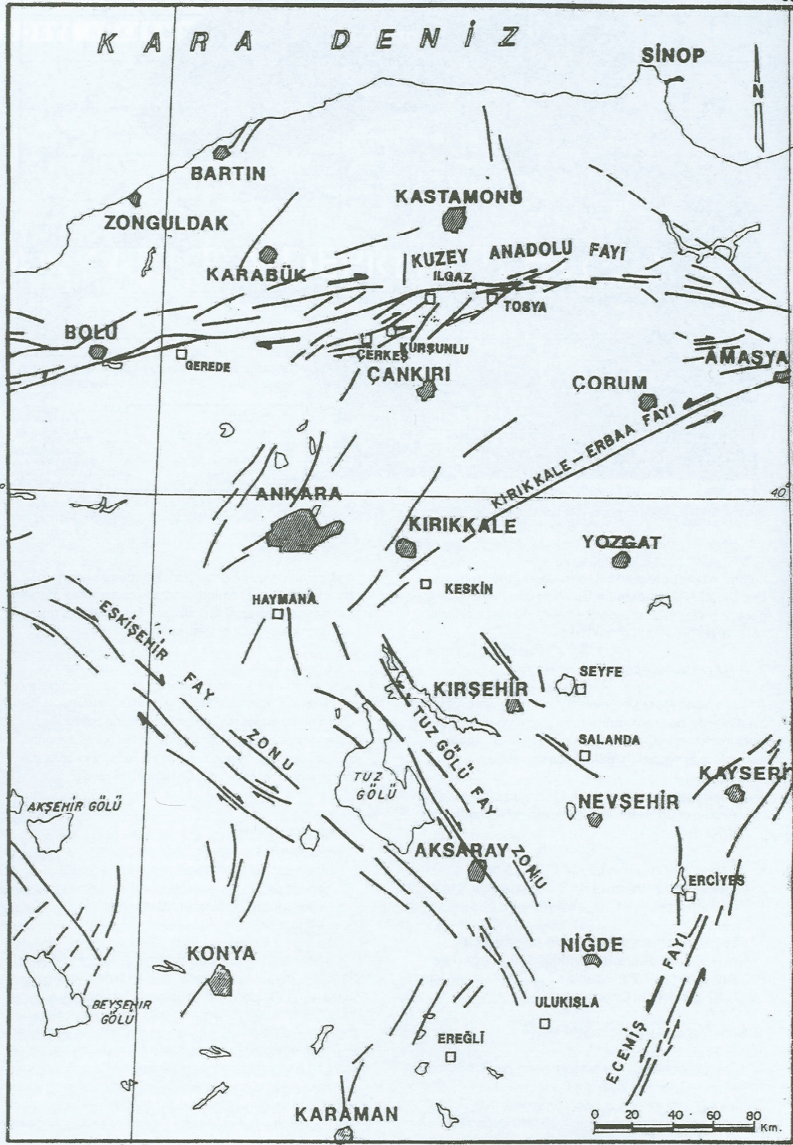
Ankara kent merkezi geçmişte yaşanan bu depremlere rağmen 1945, 1947, 1963 tarihli resmi deprem bölgeleri haritalarında tehlikesiz bölge olarak gösterilmiş ve 1972 tarihli harita yayınlanıncaya kadar yapılarda Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik hükümleri uygulanmamıştır. 1972 tarihli Deprem Bölgeleri haritasında ise Ankara kent merkezi IV. Derece deprem bölgesine alınmıştır. Ankara kent merkezi 1996 tarihinde Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından yayınlanmış olan ve halen yürürlükte bulunan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasına göre de IV.derece deprem bölgesinde yer almaktadır. İl sınırlarının ise %8'i I.Derece, %21'i II.Derece, %32'si III.Derece ve %38'i IV.derece deprem bölgesi içinde yer almaktadır. Bu verilere ve haritaya göre Ankara'nın büyük bir çoğunluğu %70'i III. ve IV.derece deprem bölgesinde, geri kalan %30'u ise I. ve II. Derece deprem bölgesinde yer almaktadır (Özmen, 1997).

Daha önce yayınlanmış olan bu haritaların büyük bir çoğunluğunda tehlikesiz bölgede gösterilmiş olan Ankara'nın deprem açısından sorun-suz bir bölgede olduğu yanlış inancı genel kabul görmüş ve binalarımız deprem gerçeği göz ardı edilerek yapılmıştır. Ayrıca Ankara kent merkezinin zemin yapısı incelendiğinde % 50 sinden fazlasının zayıf zeminler ile kaplı olduğu görülmektedir. Deprem sonucu oluşan ivme değerlerini büyütme ve depreme daha uzun süre devam etme özelliği kazandıran bu tip zeminlerde; zemin özellikleri ve inşaat teknikleri dikkate alınmadan yapılmış olan yapıların büyük bir risk altında olduğu, olası bir depremde ciddi bir şekilde etkilenecekleri söylenebilir. Bu iki nedenden dolayı Ankara'daki deprem riski oldukça yükselmiş ve yeterince önlem alınma-

dığı içinde her geçen gün biraz daha yükselmektedir.

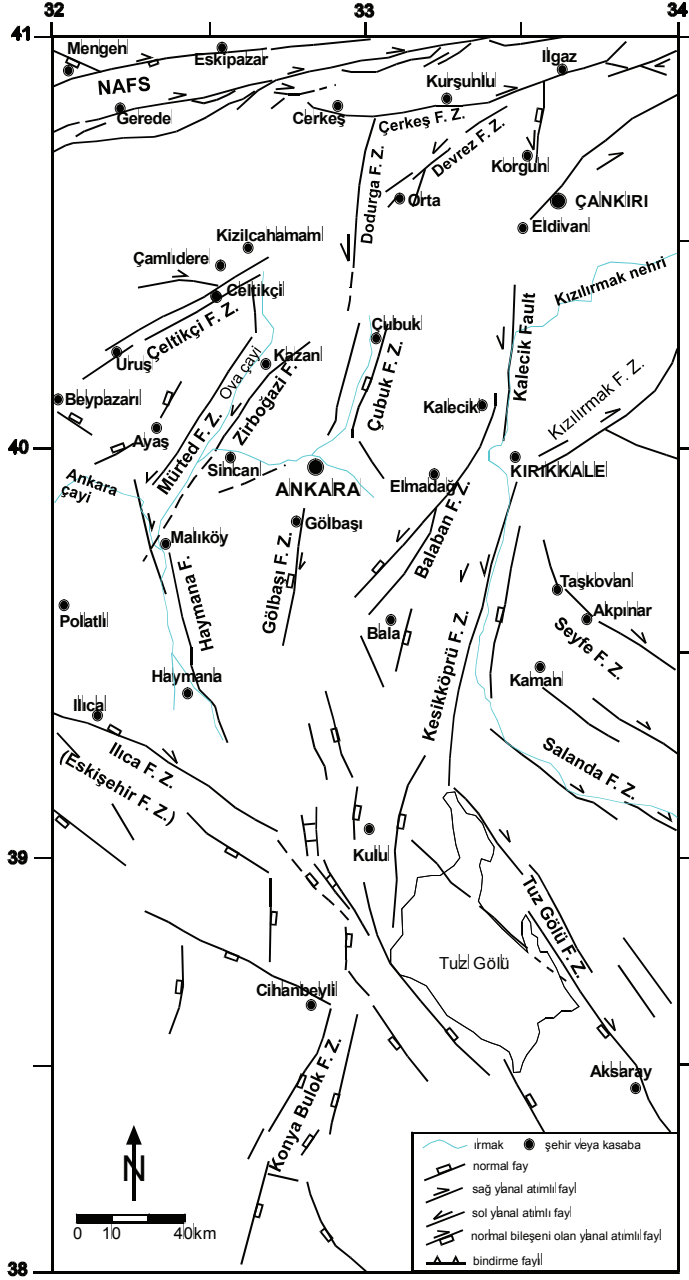
ANKARA VE ÇEVRESİNDEKİ NEOTEKTONİK DÖNEME AİT FAYLAR

Neotektonik, herhangi bir bölgede meydana gelmiş olan son tektonik rejim değişikliğinden günümüze kadar geçmiş olan zaman içerisindeki tektonizmanın tümüne denir (Şengör, 1980). Koçyiğit (1991)'e göre, neotektonik olaylar, bu bölgede Geç Miyosen'den beri devam etmektedir. Neotektonik dönem, fay denetimli karasal sedimantasyon, kalkalkalin-alkalin volkanizma ve karmaşık jeolojik yapılar olmak üzere üç ana unsurla belirginlik kazanmıştır. Jeolojik yapılar genç ve yeniden etkinlik kazanmış eski yapılardan oluşur ve bunların başlıcaları kıvrımlar, küçük ve büyük açılı bindirme fayları, doğrultu atımlı faylar, normal faylar ve faylara paralel uzanımlı çizgisel çöküntülerdir. Ankara civarındaki jeolojik yapılar, yaşlarına göre iki ana gruba ayrılır: 1) Geç Pliyosen öncesi yaşlı yapılar ve 2) Geç Pliyosen-Kuvaterner yaşlı yapılar. Birinci grup jeolojik yapılar, KD doğrultulu, yeniden etkinlik kazanmış bindirme fayları ve bindirme faylarıyla kesilmiş tek kanatlı kıvrımlardan (monoklinlerden) oluşur. Birinci grup yapılar daha önceki çarpışma rejiminin ürünüdür ve bunlar, Geç Pliyosen öncesinde (Geç Eosen-Ponsiyen), Ankara bölgesinde, yaklaşık KB-GD doğrultulu bir sıkışma-daralma deformasyonunun etkili olduğunu gösterir. Buna karşın, başlıca KD ve KB doğrultulu normal faylar, DKD doğrultulu bindirme fayları ve kıvrımlardan oluşan ikinci grup yapılar ise, yaklaşık K-G doğrultulu bir sıkışma-daralma deformasyonunun aynı bölgede Geç Pliyosen'den beri etkin olduğunu göstermektedir. Koçyiğit (1991) birinci ve ikinci grup yapıları esas alarak, sıkışma-daralma türündeki kıta içi sürekli deformasyon doğrultusunun, neotektonik dönem sırasında, KB'dan K-G doğrultusuna değişmiş olduğu sonucuna varmıştır. Ankara civarındaki faylar Şekil 4 ve Şekil 5 te gösterildiği gibidir.



Şekil 2. Ankara çevresinin aktif fayları

Şekil 4: Ankara çevresinin aktif fayları (Pampal ve Kozlu, 2000)



Şekil 5: Ankara çevresinin detay fay haritası (Koçkar, 2006) (Koçyiğit, 1991 ve 2003; Koçyiğit vd., 2001'den derlenmiştir.)

YEREL ZEMİN ETKİLERİNİN YAPISAL HASAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

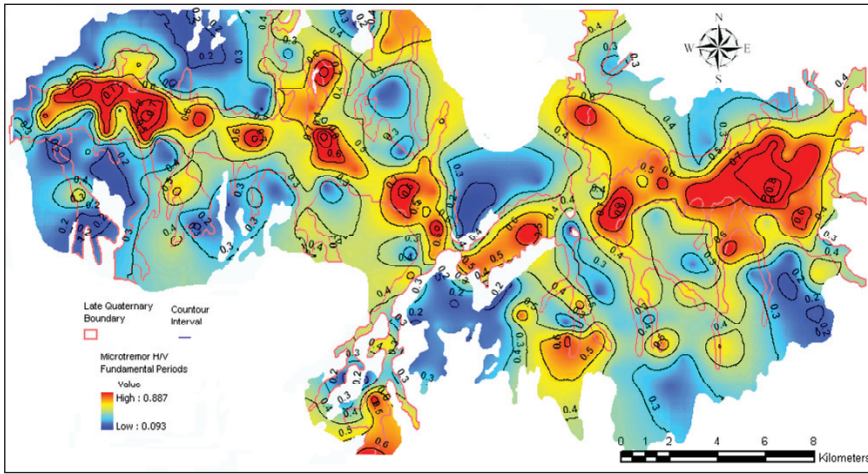
Yakın geçmişte meydana gelen bazı önemli depremlerde yerel zemin koşullarının etkisiyle ciddi yapısal hasarlar meydana geldiği bilinmektedir. Bunların arasında; 1985 Michoacan, Mexico (Celebi vd., 1987), 1989 Loma Prieta, CA (Hough vd., 1990), 1999 Kocaeli ve Düzce (Rathje vd., 2000) ve 1999'daki Chi-Chi, Taiwan (Rathje vd., 2004 ve 2005) depremleri sayılabilir. Yapısal hasara neden olan diğer potansiyel etkenler de olmasına karşın (örneğin topoğrafya etkisi, basen etkisi, sıvılaşma, yapısal eksiklikler, vb.), yerel zemin koşullarından kaynaklanan (örneğin rezonans ve zemin büyütmesi vb.) yer hareketleri deprem hasarının artmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu gözlemler yerel zemin koşullarından kaynaklanan etkilerin belirlenmesinin deprem tehlikesinin kapsamlı olarak değerlendirilebilmesi için gerekli bir bileşen olduğunu gösterir (Rodriquez-Marek vd., 2001).

Yukarıda sayılan nedenlerden dolayı, yüzeye yakın sedimanter çökel-lerden kaynaklanan zemin büyütmesi etkilerinin iyi araştırılması ve anlaşılması gerekir. Eğer yerin rezonans frekansları veya periyotları hakkında daha fazla bilgi mevcut olsaydı bu zararların önemli bir kısmı engellenebilirdi. Zemin koşulları ile ilgili bu rezonans frekanslarının (periyotlarının) binalar ve altyapı ile ilişkisinin daha iyi anlaşılması Ankara'daki deprem mühendisliğine ilişkin yapısal tasarım çalışmalarına önemli derecede katkı sağlayacaktır.

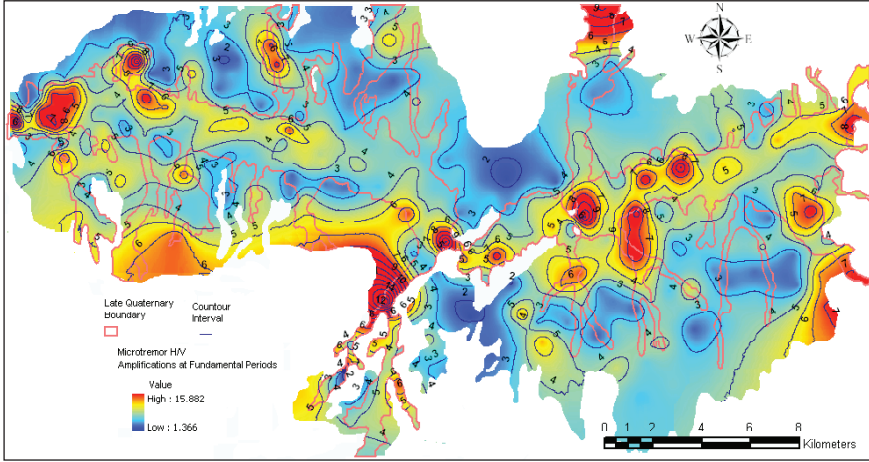
Yerel ölçekte deprem tehlikesinin değerlendirilmesi çalışmalarında mikrotremor ölçümleri çok kullanışlıdır. Çünkü bu yöntemle zayıf zemin alanlardaki hareketin zemin hakim periyotlarının ve yerel zemin büyütmelerinin güvenilir bir şekilde belirlenmesi sağlanır. Mikrotremor ölçümleriyle zemin hareketlerinin tepkisini elde etmek için kullanılan yöntemler göz önünde bulundurulduğunda, Nakamura tekniğinin (yatay bileşen spektrum değerlerinin düşey bileşen spektrum değerlerine oranı (H/V)) daha güvenilir sonuçlar verdiği kanıtlanmıştır (Nakamura, 1989; Lermo ve Chavez-Garcia, 1994; Field ve Jacob, 1995). Bu yüzden, sismik bölgelendirme ve mikrobölgelendirme çalışmalarında H/V tekniği kullanışlı olmaktadır. Ancak çalışma alanında yeraltı heterojenliklerinin ve doğrusal olmayan etkilerin tam olarak anlaşılabilmesi için, çalışılan alanda çok sayıda ve güvenilir veriler elde edilmesi gerekir (Finn, 1991 ve Bour vd., 1998).

Ankara zeminlerinin büyük bir kısmı faylarla sınırlı çöküntü havza-

larının içinde veya yakınındaki Geç Pliyosen'den –Erken Kuvaterner'e kadar olan yaş aralığındaki fluviyal göl ve nehir çökelleri ile oluşmaktadır. Mikrotremör ölçümleri öncelikle bu alanlar için yapılmıştır. Ankara ve çevresinin sismik olarak aktif olması ve gelecekte Ankara ve çevresinde gerçekleşebilecek depremlerde, özellikle bu genç sedimanlardaki zemin koşullarının daha fazla etkileneceği ve ciddi hasarlar meydana gelebileceği düşünülmektedir. Bu sebeple Ankara civarında büyük bir alanı kaplayan bu genç sedimanların detaylı bir şekilde incelenmesi ve deprem sırasında nasıl bir davranış gösterebileceği belirlenmelidir. Yapılan bu çalışma ile Ankara'nın batısındaki bu tip zeminlerin deprem tepkisini tahmin etmek amacıyla yukarıda bahsedilen genç sedimanlarda mikrotremör aleti ile kısa periyotlu gürültü kaydı ölçümleri alınmıştır. Elde edilen sonuçlar Ankara baseni için spektral büyütmelerin değişim haritasını oluşturmak için kullanılmıştır. Bu nedenle, her mikrotremör ölçüm noktası bir spektral oran vermekte ve çalışılan alanın hakim zemin periyodu ile maksimum büyütmeye değerleri belirlenebilmektedir. Ankara baseninden alınmış olan mikrotremör kayıtlarından zemin hakim periyot ve bu periyotlarda gözlemlenen maksimum büyütme hesaplanmış ve Şekil 6 ve 7'de verilmiştir (Koçkar ve Akgün, 2007).



Şekil 6: Ankara baseninin Kuvaterner'den Geç Pliyosene kadar olan yaş aralığındaki sedimanlarında H/V yöntemi ile elde edilen temel zemin hakim periyodu haritası (Koçkar ve Akgün, 2007)



Şekil 7: Ankara baseninin Kuvaterner'den Geç Pliyosene kadar olan yaş aralığındaki sedimanlarda H/V yöntemi ile elde edilen büyütme haritası (Koçkar ve Akgün, 2007)

Bu çalışma ile Geç Kuvaterner sedimanların, yer hareketini, çevredeki daha yaşlı jeolojik birimlere göre 2 veya daha fazla oranda büyütebileceği görülmüştür (Şekil 7).

SONUÇLAR

Ankara'nın dört tarafı yıkıcı deprem yaratacak aktif fay zonları ile çevrelenmiş durumdadır. Bu zonlarda meydana gelecek 6.5 ve daha büyük magnitüdü depremlerden Ankara ili ve kent merkezi önemli derecede etkilenecektir.

Ankara kent alanının önemli bir kısmı deprem etkisini artıracak, Geç Pliyosen–Erken Kuvaterner yaşlı göl çökelleri ile Kuvaterner yaşlı alüvyon ve yaşlı nehir terasları gibi zayıf zeminlerden oluşmaktadır.

Ankara'nın deprem riskini artıran önemli nedenlerden birisi de Ankara'nın deprem gerçeğinin kabul edilmemesi ve geçmiş tarihli deprem bölgeleri haritalarında tehlikesiz bölge olarak gösterilmiş olmasıdır.

Ankara kenti zeminlerinin deprem sırasında nasıl bir davranış göstereceğini belirleyebilmek için ayrıntılı ve detaylı mikrobölgeleme çalışmalarının yapılması gerekir. Özellikle bu çalışmalarda belirlenen kritik alanlar-

da ve yüksek yapılaşma potansiyeline sahip alanlarda daha büyük ölçekli (1/1000 – 1/5000) mikrobölgeleme çalışmaları mutlaka yapılmalıdır.

Konuyla ilgili tüm kişi ve kurumlar, başkalarını suçlamaktan vazgeçip, görevlerinin gereğini kabullenmeli ve sorumluluk duygusu içinde üzerine düşenleri yerine getirmelidir.

Yasa, yönetmelik, yönerge çıkarmak yetmez. Önemli olan bunların uygulanması konusunda titizlik göstermektir. Belediyeler, uzman elemanları eliyle üzerlerine düşen yükümlülükleri eksiksiz yerine getirmelidir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

Ambraseys, N.N., Finkel, C.F., 2006, Türkiye’de ve Komşu Bölgelerde Sismik Etkinlikler Bir Tarihsel İnceleme (1500-1800), TUBİTAK Akademik Dizi, 252s.

Ambraseys, N.N., Finkel, C., 1987, Seismicity of Turkey and Neighbouring Regions, 1899-1915, Annales Geophysicales, B, 701-726.

Ambraseys, N.N., 1988, Engineering Seismology, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Special Issue, 105s.

Bour, M., Fouissac, D., Dominique, P., Martin, C., 1998, On the Use of Microtremor Recordings in Seismic Microzonation, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 17, 465-474.

Celebi, M., Prince, J., Dietal, C., Onate, M., Chavez, G., 1987, The Culprit in Mexico City-Amplification of Motions, EERI, Earthquake Spectra, 3, 315-328.

Ergünay, O., 1978, Sismik Tehlike Açısından Ankara’ya Genel Bir Bakış, Yer-bilimleri Açısından Ankara’nın Sorunları Simpozyumu, 12-14 Aralık, Türkiye Jeoloji Kurumu, 88-94.

Eyidoğan, H., Güçlü, U., Utku, Z., Değirmenci, E., 1991, Türkiye Büyük Depremleri Makro-Sismik Rehberi (1900-1988), İstanbul Üniversitesi Maden Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü.

Field, E.H., Jacob, K.H., 1995, A comparison and test of various site response estimation techniques, including three that are not reference site dependent, Bull. Seism. Soc. Am., 85, 1127-1143.

Hough, S.E., R.D. Borchardt, P.A. Friberg, R. Busby, E.F. Field, K.H. Jacob, 1990, Sediment-induced amplification and the collapse of the Nimitz freeway, Nature, 344, 853-855.

Koçyiğit, A., 1991, Changing Stress Orientation in Progressive Intracontinental Deformation as Indicated by the Neotectonics of the Ankara Region (NW Central Anatolia), TPJD Bülteni, C.3 / I, 43-55.

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, 69-82.

Koçyiğit, A., 2003, General neotectonic characteristics and seismicity of Central Anatolia. TPJD, Special Publication 5:1-26.

Koçkar, M.K., 2006, Engineering geological and geotechnical site characterization and determination of the seismic hazards of Upper Pliocene and Quaternary deposits situated towards the west of Ankara. Ph.D. Dissertation, Middle East Technical University, Ankara, 401p.

Koçkar, M.K., Akgün, H., 2007, Evaluation of Site Characterizations and Site Effects of the Ankara Basin, Turkey, 4th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Conference Presentations CD, Kyriazis D. Ptilakis (Eds.), June 25-28, Thessaloniki, Greece, pp. 1-10, Paper ID: 1241, Springer ISBN 978-1 4020-5892-9.

Lermo, J., Chávez-García, F. J., 1994, Are microtremors useful in site response evaluation? Bull. Seismol. Soc. Am., 84, 1350-1364.

Nakamura, Y., 1989, A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface, Quarterly Report of Railway Technical Research Institute (RTRI), 30, 1.

Özmen, B., Nurlu, M., Güler, H., 1997, Coğrafi Bilgi Sistemi ile Deprem Bölgelerinin İncelenmesi, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 89 sayfa, Ankara.

Özmen, B., 2000, Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğunun Bölgesel Düzenlemesi, TDV/KT 014-59, Türkiye Deprem Vakfı, Aralık, İstanbul.

Pampal, S., Kozlu, B., 2000, Ankara'nın Depremselliği, Türkiye Mühendislik Haberleri, Yıl:46/2000-5, Sayı:409, 25-33.

Pınar, N., Lahn, E., 1952, Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu, Bayındırlık Bakanlığı, Yapı ve İmar İşleri Reisliği, Ankara, No:6, 153s

Rathje, E., Idriss, I.M., Somerville, P., 2000, Strong Ground Motions and Site Effects, in: Earthquake Spectra, The 1999 Kocaeli, Turkey, Earthquake Reconnaissance Report, EERI, Earthquake Spectra, 16(A), 65-96.

Rathje, E.M., Koçkar, M.K., Ozbey, M.C., 2004, Evaluation of site effects during the 1999 Chi-Chi Earthquake and its Aftershocks, Final Report to United States Geological Survey, USGS Earthquake Hazard Reduction Program, CA, October.

Rathje, E.M., Koçkar, M.K., Ozbey, M.C. 2005. "Observed Site Effects Du-

ring the 1999 Chi-Chi Earthquake and its Aftershocks," Seismological Society of America Annual Meeting, Lake Tahoe, CA, 27-29 April, Abstract only.

Rodriquez-Marek, A., Bray, J.D., Abrahamson, N.A., 2001, An empirical geotechnical Seismic Site Response Procedure, Earthquake Spectra, 17, 1, 65-87.

Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D., Altınok, Y., 1981, Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu, TÜBİTAK Poje No: TBAG 341, 124s.

Şaroğlu, F., Emre, Ö., Boray, A., 1992, Türkiye Diri Fay Haritası, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA).

Şengör, A.M.C., 1980, Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları, Türkiye Jeoloji Kurumu, 40s.