

ANTAKYA'DA ZEMİN ÖZELLİKLERİ VE DEPREM ETKİSİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

The Relationship Between Ground Conditions and Earthquake Effect In Antakya

Hüseyin KORKMAZ

*Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Antakya/Hatay
hkorkmaz@mku.edu.tr*

Özet: Antakya ve yakın çevresi aktif Ölü Deniz Fayı'nın etki alanında yer alır. Bu nedenle tarihsel dönemde birçok yıkıcı depreme maruz kalmıştır. Ancak, son 135 yıldır bölgede gerilimi boşaltacak bir deprem olmamıştır. Bu durum, her geçen gün olabilecek yıkıcı deprem riskini artırmaktadır. Bu çalışmada, Antakya şehrinin sismotektoniği ve depremselliği incelenerek sismik riskin boyutu ortaya konulmaya çalışılmıştır. Şehrin bulunduğu alandaki zeminler; tektonik, litolojik, jeomorfolojik ve hidrojeolojik özelliklerin yanında litolojik birimlerin süreksizlik yüzeyi tanımlamaları, Schmidt çekici geri tepme sayıları ve nokta yükü dayanımları dikkate alınarak olası bir depremde gösterecekleri tepkilere göre en zayıf, zayıf, az sağlam, orta derecede sağlam ve sağlam zeminler şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya uygun zemin mukavemet haritası yapılmıştır. Buna göre mevcut yerleşmeler daha çok en zayıf ve zayıf zeminler üzerinde yer almaktadır. Bu nedenle yeni yerleşmeler öncelikle sağlam ve orta derecede sağlam zeminlerin topografik olarak yerleşmeye elverişli alanlarına inşa edilmelidir. Ancak bu alanlar yeni yerleşimler için yeterli olmadığından az sağlam zeminler tercih edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Antakya, deprem, zemin özellikleri ve zemin mukavemeti.

Abstract: Antakya and its surroundings are in the effect area of the active Dead Sea Fault. Therefore, it has been subjected to many destructive earthquakes in the historical periods. However, there has not been any earthquake to discharge the stress in the last 135 years. This situation increases the risk of destructive earthquake day by day. In this research, the size of the seismic risk has been studied by examining the sismotectonic and sismicity of the Antakya city. The ground on which the city is located were classified as the poorest, poor, somewhat sound, medium sound, and sound grounds according to the possible reactions to be shown in a possible earthquake based on the tectonical, litological, geomorphological, and hydrogeological properties as well as the discontinuity surface definitions of the litological units, Schmidt hammer reaction counts, and point load strength. A ground strength map of the city has been developed based on this classification. Current settlements are mostly located on the poorest and poor grounds according to the map developed in the study. Therefore, future settlements have to be constructed firstly on the topographically convenient parts of the sound and medium sound grounds. However, since these grounds are not sufficient for future settlements, less sound grounds should be recommended.

Keywords: Antakya, earthquake, ground properties and ground strength.

1. Giriş

Yerkabuğunun jeomorfolojik evrimi içinde gerçekleşen depremler, yaşamın var oluşundan bu yana insanları ve insan faaliyetlerini etkileyen en önemli doğal olaylardan biri olmuştur. Zaman zaman büyük can ve mal kayıplarına neden olmaları, insanlar tarafından doğal afet olarak algılanmalarına yol

açmıştır. Oysa depremler; verimli ovaların, bol su kaynaklarının, şifalı suların, bazı maden yataklarının oluşum ve gelişiminde doğrudan veya dolaylı etkilerde bulunarak insanlara büyük imkanlar sunar. Ancak insanoğlunun yanlış arazi kullanımı, doğal bir olay olan depremlerin afetle sonuçlanmasına neden olmaktadır.

Bir depremin oluşturacağı etkinin boyutu, depremin karakteristiği, yerel zemin özellikleri ve mühendislik yapılarının durumuna göre değişir. Bunlar içerisinde zeminlerin zayıf ya da sağlamlığı önemli bir yere sahiptir. Herhangi bir depremde en büyük tahribat zayıf zeminlerde gerçekleşir. Yakın tarihimizdeki Ceyhan (27.06.1998, M=6,2), Gölcük (17.08.1999, M=7,8) ve Bingöl (01.05.2003, M=6,4) depremlerinde en çok hasar, ana fay hattından uzakta olmalarına rağmen zayıf zemin özelliğindeki ovalarda gerçekleşmiştir. Tarihsel dönemdeki depremlerde de aynı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bugün Anadolu'da deprem geçirmiş medeniyetlerin binlerce yıllık eserleri, ovalar dışında dimdik ayakta dururken ovalar içerisinde tek bir yapı kalmamıştır. Benzer bir durum Antakya'da da görülmüştür. Sağlam zeminlerden oluşan Habibineccar Dağı'ndaki tarihi surlar, şiddetli depremlere maruz kalmalarına rağmen günümüze kadar varlıklarını sürdürebildikleri halde aynı surların Asi nehri boyunca zayıf zeminlerde yer alan bölümleri tamamen yok olmuştur. Bütün bunlar bir bölgede yerel zemin özellikleri ile deprem etkisi arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada tarihi geçmişi çok eski olan Antakya şehrinin önce sismotektoniği ve depremselliği ele alınarak sismik riskin boyutu ortaya konulmuştur. Daha sonra şehrin bulunduğu alandaki zeminler olası bir depremde gösterecekleri tepkilere göre sınıflandırmış ve bu sınıflandırmaya uygun yerleşme planı önerilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Antakya ve yakın çevresinin sismotektonik özellikleri literatür ve arazi gözlemlerinden yararlanarak ortaya konulmuş ve elde edilen bilgilere göre morfolotektonik harita yapılmıştır. Tarihsel ve aletsel dönemlere ait depremselliğin değerlendirilmesinde ise Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü kayıtları ile literatürden elde edilen verilerden yararlanılmıştır.

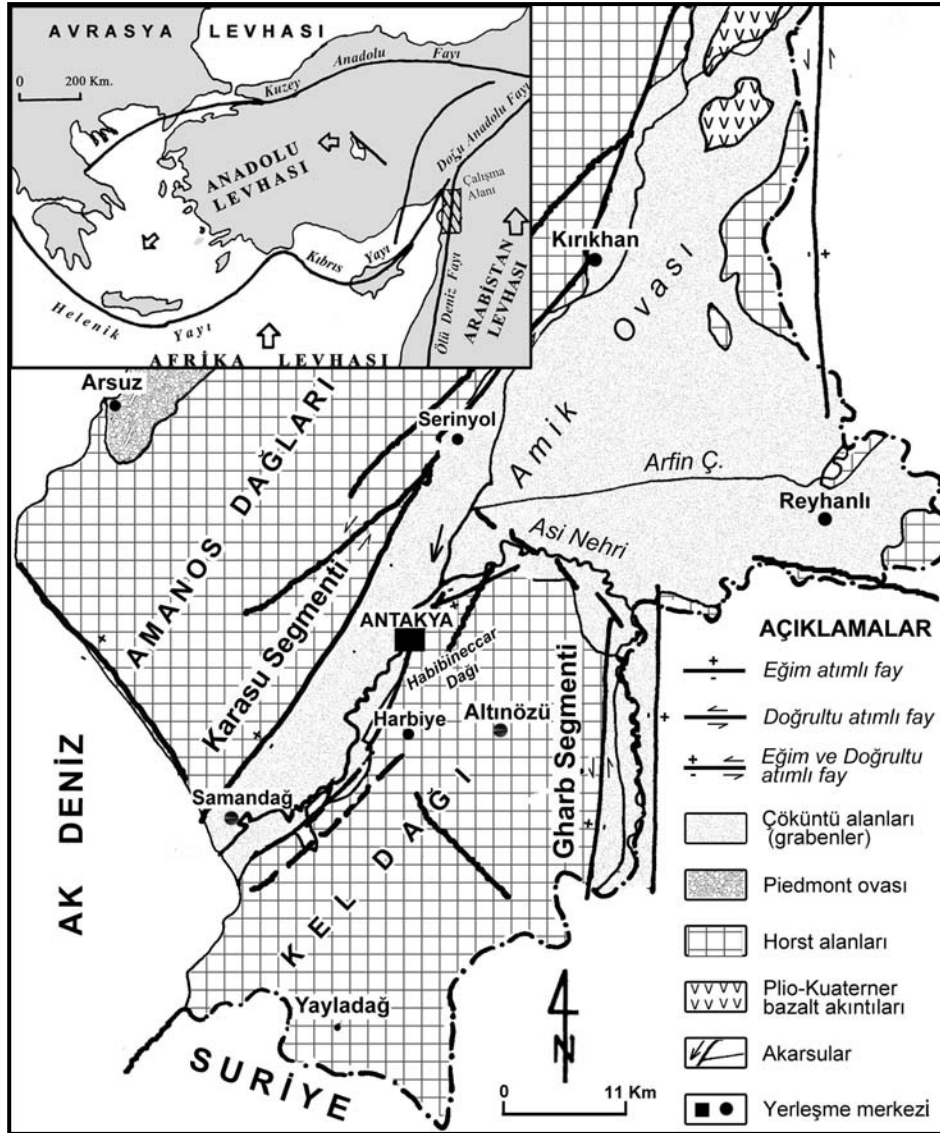
Antakya ve yakın çevresindeki zeminler, olası bir depremde gösterecekleri tepkilere göre sınıflandırılmış ve bu sınıflandırmaya göre zemin mukavemet haritası yapılmıştır. Zeminlerin sınıflandırılması; tektonik, litolojik, jeomorfolojik ve hidrojeolojik özelliklerin yanında litolojik birimlerin eklem, tabaka, fay, dokunak ve çatlak gibi özelliklerini ifade eden "süreksizlik yüzeyi tanımlamaları", çelik bir pistonun, üzerinde ortalama 0,4 kg'lık ağırlık olan bir yayla bastırılarak kayaç yüzeyine darbe vurulması ve kayacın da mukavemetine (sertliğine, direncine) göre bu darbeye verdiği tepkiyi ortaya koyan "Schmidt çekici geri tepme sayıları" ve iki konik uç arasına yerleştirilen kayaç örneğinin 10-60 saniye arasında yenilmeye (deformasyona) uğramadan karşı koyduğu maksimum gerilimini gösteren "nokta yükü dayanımları" dikkate alınarak yapılmıştır. Litolojik birimlerin süreksizlik yüzeylerinin tanımlanması ve dayanımlılık derecesi ISRM (1981), Kaya zeminlerde Schmidt çekici geri tepme sayıları De Beer (1967) ve nokta yükü dayanımı Bieniawski (1975) ölçütlerine göre değerlendirilmiştir. Ancak sınıflandırma yapılırken faya yakınlık ya da uzaklık kriteri dikkate alınmamıştır. Çünkü Antakya ve yakın çevresindeki zeminler, aktif faylarla iç içedir. Aynı zamanda geçmiş depremlerin hasar sonuçları, faya yakınlık ya da uzaklıktan ziyade zeminlerin zayıf ya da sağlamlığının önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla beraber aktif fay alanlarında, fay sarplığından itibaren en az 15 m'lik yerleşmeye kapalı tampon bölgelerin oluşturulması gereği de unutulmamalıdır (Demirtaş, 2003:53).

3. Antakya ve Yakın Çevresinin Sismotektoniği

Antakya, Akdeniz Bölgesi'nin Adana Bölümü'nün en doğusunda yer alır. Aynı zamanda ülkemizin en güneyindeki Hatay ilinin merkezini oluşturur. Bugün Asi nehrinin Amik ovasını geçtikten sonra güneye doğru devam eden vadisinin doğu ve batısında gelişme gösteren şehir (Şekil

1), M.Ö. 300 yılında Makedon Kralı Seleucus I. tarafından kurulmuştur. Kuruluşundan itibaren sürekli istilalara uğrayan şehir, en çok depremlerden etkilenmiştir.

Antakya ve yakın çevresi morfotektonik açıdan Avrasya, Arabistan ve Afrika levhalarının göreceli hareketlerinin etkilerini yansıtır. Arap ve Afrika levhaları zayıf dirençli (akışkan) üst astenosfer üzerinde, mantodaki konveksiyonel akıntıların etkisiyle kuzeye doğru hareket etmektedirler. Bölgedeki depremlerin kayma vektörleri, fay sistemleri, okyanussal yayılmaya dayanan global kinematik modeller, Arap levhasının kuzey-kuzeybatı yönünde Avrasya'ya doğru yılda ortalama 25 mm'lik bir hızla hareket ettiğini gösterir. Afrika levhası ise Avrasya ile ilişkili olarak kuzeye doğru yılda yaklaşık 10 mm hızla hareket etmektedir (Irmak ve Özer, 1999:113).



Şekil 1. Antakya ve yakın çevresinin tektonik konumu (Kasapoğlu,1987) ve morfotektonik haritası.

Afrika ve Arabistan levhalarının kuzeye doğru hareketleri, Anadolu levhasının kuzey-güney yönünde sıkışmasına neden olmaktadır. Önceleri doğu-batı uzanımlı kıvrım ve bindirmelerle karşılanan bu sıkışma, Üst Miosen'de artık bindirme ve kıvrımlarla karşılanamaz hale gelmiş ve yanal

atımlı faylanmalarla telafi edilmiştir. Böylece sağ yönlü Kuzey Anadolu Fayı ile sol yönlü Doğu Anadolu ve Ölü Deniz Fayları oluşmuştur. Aynı zamanda Afrika levhası, kuzeye doğru hareketi sonucunda Helen-Kıbrıs Yayı boyunca Anadolu levhasının altına dalmıştır (Şekil 1).

Antakya ve yakın çevresi, Ölü Deniz ve Doğu Anadolu Fayları ile Kıbrıs Yayı'nın etkisi altında gelişen Antakya-Kahraman Maraş grabeninin güneyinde yer alır. Grabeninin güneyi, Ölü Deniz Fayı tarafından şekillendirir (Şekil 1). Ölü Deniz Fayı, Kızıldeniz-Aden Körfezi'nden başlar, kuzeye doğru Doğu Anadolu Fayı ile kesiştiği Türkoğlu'na kadar devam eder (Yalçın, 1979:53). Genel doğrultusu kuzey-güney olan bu fay, ülkemizde Gharb ve Karasu segmentleri ile temsil edilir. Gharb Segmenti, Asi nehrinin ülkemiz sınırlarına giriş yaptığı alanda kuzey-güney yönünde uzanış gösterir (Lovelock, 1984; Mart ve Rabinowitz, 1986; Nur ve Ben-Avraham, 1978; Walley, 1988). Karasu Segmenti ise Samandağ'dan başlayıp kuzeyde Türkoğlu'na kadar devam eder. Karasu Segmenti ile Gharb segmenti arasında 20°'lik doğrultu farkı ve 12 km genişliğinde Amik ovasını oluşturan çek-ayır (pull-apart) havzası yer alır (Gülen ve diğerleri, 1987:323), (Şekil 1).

Antakya'nın da içinde yer aldığı graben alanı, Kretase ve Eosen sonu faylanmalar ile çökmüş ve bu çökme yavaş bir biçimde devam etmiştir. Çöken alanlara önce Miosen, sonra Pliosen denizleri sokulmuştur (Öztemir ve diğerleri, 2000:88). Plio-Kuaterner'den günümüze ise etkin gerilme rejimi, doğrultu atımdan açılma rejimine doğru gelişim göstermiştir. Kuzeydoğu-güneybatı yönelimli bu açılma rejimi Amik ovasını oluşturmuştur. Aynı zamanda bu tektonik rejim bölgede eski fay sistemlerini harekete geçirirken diğer yandan yeni fay sistemlerinin oluşmasına neden olmuştur (Över ve diğerleri, 2001:12). Söz konusu fayların birikinti konilerini parçalaması ve ötelemesi, Kuaterner dolgularını kesmesi, yüzeylerinde travertenlerin oluşması, tarihsel ve aletsel dönemdeki depremlerin odak merkezleriyle olan ilişkileri, aktif (diri) olduklarını göstermektedir.

4. Antakya ve Yakın Çevresinin Depremselliği

Arabistan levhasının kuzeye doğru hareketi Ölü Deniz Fayı'nda gerilmelerin kümülatif olarak artmasına neden olur. Bu gerilme jeolojik birimlerin direnime gücünü aştığı anda enerji aniden boşalır ve depremler ortaya çıkar. Bu durum Antakya ve yakın çevresinde oldukça yüksek deprem riski potansiyeli oluşturur. Tarihsel ve aletsel dönemlerdeki depremler de bunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle Antakya ve yakın çevresi "Türkiye Deprem Bölgeleri" haritasında, birinci derecede deprem riski olan alanlar içinde yer almaktadır.

Tarihsel dönemde, Antakya ve yakın çevresinde şiddetleri V ile X arasında değişen bir çok deprem meydana gelmiştir (Çizelge 1). Bu depremler büyük can ve mal kayıplarıyla sonuçlanmıştır.

En şiddetli deprem 245 yılında ($I_0=X$, $M=7,5$) gerçekleşmiştir. 526 yılında meydana gelen IX şiddetindeki depremde ise can kaybı diğerlerine göre çok fazla olmuştur. Deprem olduğu günün "Meryem Ana Yortusu" arifesi olması nedeniyle festival için şehirde büyük bir nüfus toplanmıştır. Deprem, bu nüfusun kapalı mekanlarda olduğu akşam saatlerinde gerçekleşmiştir. Bundan dolayı 250.000-300.000 dolayında can kaybı olmuştur (Downey, 1961:521). Antakya şehri bu depremden sonra bir daha eski parlak günlerine dönememiştir. 2 Nisan 1872 yılında meydana gelen IX şiddetindeki depremden sonra bölgede şiddetli bir deprem olmamıştır.

Tarihsel dönemde Antakya'yı etkileyen depremlerin, Ölü Deniz Fayı'nın Gharb ve Karasu segmentlerinde yoğunlaştığı dikkati çekmektedir.

Aletsel dönemde (1900-2005) Antakya ve yakın çevresinde $M_s < 4$ yüzlerce deprem oluşmuştur. Bölgede $M_s \geq 4$ olan depremlerin dağılışı Şekil 2'de görülmektedir.

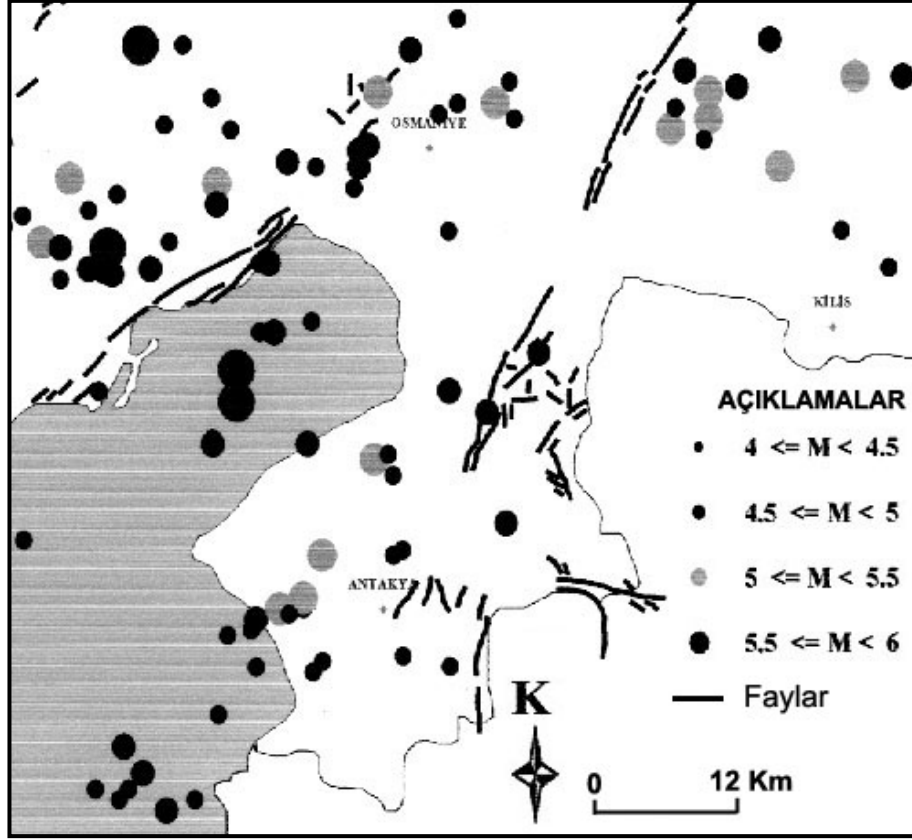
Bunlar içerisinde en çok dikkat çeken 22 Ocak 1997 tarihindeki ($M=5,5$) depremdir. Karasu Segmenti'nin güneyinde gerçekleşen deprem, herhangi bir yüzey kırığı oluşturmamıştır. Ancak alüvyonlar üzerinde önemli sayılabilecek hasarlara yol açmıştır. Ofiyolitlerden oluşan merkez üssünde ise hasar daha az olmuştur (Bayülke ve Demirtaş, 1997:2).

Aletsel dönemdeki depremlerin episantrları ile bölgedeki aktif faylar arasında bir paralelliğin olduğu görülür (Şekil 2).

Çizelge 1. Antakya ve çevresinde etkili olan Tarihsel Döneme (M.Ö. 2100-MS. 1900) ait depremler.

Tarih	Enlem (N)	Boylam (E)	Etki Alanı	Şiddeti
M.Ö.148	36° 25'	36° 10'	Antakya	VIII
M.Ö. 69	36° 25'	36° 10'	Antakya	IX
M.Ö.37	36° 25'	36° 10'	Antakya	VIII
37	36° 24'	36° 10'	Antakya	VIII
79	36° 25'	36° 10'	Antakya	VII
110	36° 25'	36° 10'	Antakya, Samandağ	VIII
13.12.115	36° 25'	36° 10'	Antakya ve yöresi	IX
117	36° 25'	36° 10'	Antakya	VII
220	36° 25'	36° 10'	Antakya	VIII
245	36° 25'	36° 10'	Antakya	X
272	36° 25'	36° 10'	Antakya	VIII
334	36° 25'	36° 10'	Antakya, Beyrut, Magosa	IX
341	36° 25'	36° 10'	Antakya	VIII
345	36° 25'	36° 10'	Antakya	VII
363	36° 25'	36° 10'	Antakya	V
387	36° 25'	36° 10'	Antakya	VI
396	36° 25'	36° 10'	Antakya	VIII
14.09.458	36° 25'	36° 10'	Antakya, Kuzey Suriye	IX
10.09.506	36° 25'	36° 10'	Antakya, Samandağ	IX
?05.518	36° 88'	36° 60'	Antakya	VIII
29.05.526	36° 25'	36° 10'	Antakya, Samandağ	IX
?03.527	36° 25'	36° 10'	Antakya	VI
29.11.529	36° 25'	36° 10'	Antakya ve yöresi	IX
553	36° 25'	36° 10'	Antakya	VII
557	36° 25'	36° 10'	Antakya	VII
561	37° 20'	35° 90'	Anazarba, Antakya	VIII
579	36° 25'	36° 10'	Antakya ve yöresi	VII
581	36° 25'	36° 10'	Antakya	VI
30.09.587	36° 25'	36° 10'	Antakya	IX
639	36° 25'	36° 10'	Antakya	VII
716	36° 25'	36° 10'	Antakya	VII
775	36° 25'	36° 10'	Antakya, Halep	VII
835	36° 25'	36° 10'	Antakya	VII
08.04.859	36° 25'	36° 10'	Antakya, Lazkiye, Şam, Hama	IX
867	36° 25'	36° 10'	Antakya	IX
972	36° 25'	36° 10'	Antakya	VII
1053	36° 25'	36° 10'	Antakya	VIII
1072	36° 25'	36° 10'	Antakya	VIII
?09.1091	36° 25'	36° 10'	Antakya, Urfa	VII
1109	36° 25'	36° 10'	Mambiç, Antakya	VIII
?09.1190	36° 25'	36° 10'	Antakya ve geniş yöresi	VIII
1212	36° 25'	36° 10'	Antakya	VI
1726	36° 25'	36° 10'	İskenderun ve yöresi	VI
1737	36° 25'	36° 10'	Antakya	VII
13.08.1822	36° 40'	36° 20'	Antakya, İskenderun, Kilis, Halep, Lazkiye	IX
1847	36° 60'	36° 10'	İskenderun	VII
1854	36° 20'	36° 60'	Antakya, Samandağ, Halep	VII
02.04.1872	36° 25'	36° 10'	Antakya, Samandağ	IX
15.05.1872	36° 20'	36° 10'	Antakya,	VII
1873	36° 10'	35° 90'	Samandağ - Antakya,	VI
1875	36° 20'	36° 10'	Antakya yöresi	VII
1894	36° 20'	36° 10'	Antakya yöresi	V

Kaynak: Afet İşleri Genel Müd., 2005; Kandilli Rasat. ve Dep. Araştırma Enst., 2005; Özmen, 1999.



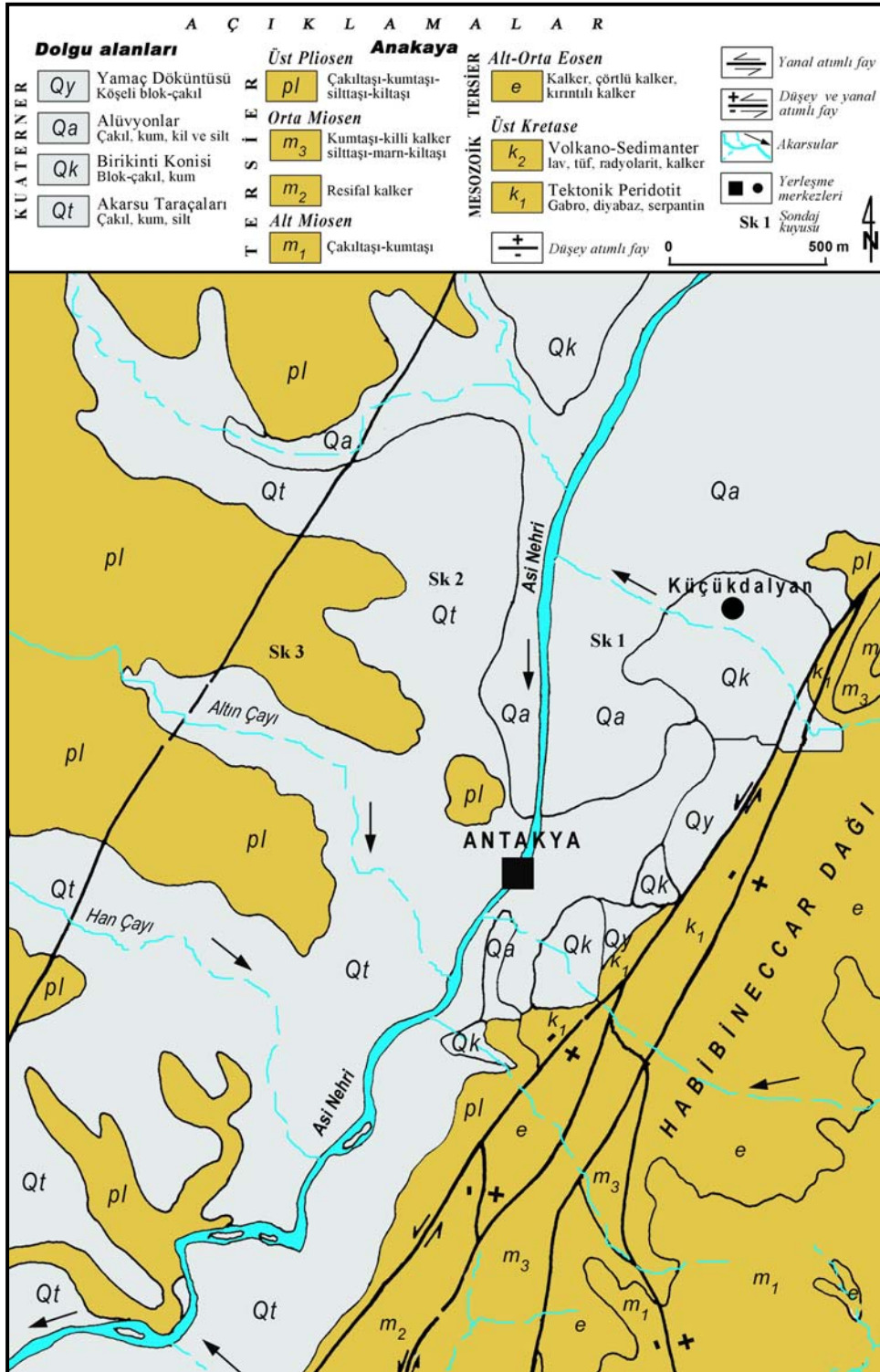
Şekil 2. Antakya ve çevresinde Aletsel Dönemde (1900-2005) meydana gelen depremlerin ($M_s \geq 4.0$) dağılışı.
Kaynak: Afet İşleri Genel Müd., 2005.

5. Antakya'da Zemin Özellikleri-Deprem Etkisi İlişkisi

Bir yerin tektonik, litolojik, jeomorfolojik ve hidrojeolojik özellikleri o yerin yerel zemin özelliklerini oluşturur. Farklı yerel zemin özelliklerine sahip bölgelerdeki aynı tip yapıların, aynı şiddetteki bir depremde farklı derecelerde hasar gördükleri, geçmiş depremlere ait ivme ve hasar kayıtları incelendiğinde açıkça görülür. Bu durum, deprem dalgalarının geçtikleri zeminlerin özelliklerine göre değişime uğradıklarını ortaya koymaktadır. Yerel zemin özelliklerinin yapılar üzerinde hasar oluşturacak etkileri, zemin büyütmesi, sıvılaşma, yamaçlarda stabilitenin bozulması, zeminde göçme ve oturmalar şeklinde kendini gösterir.

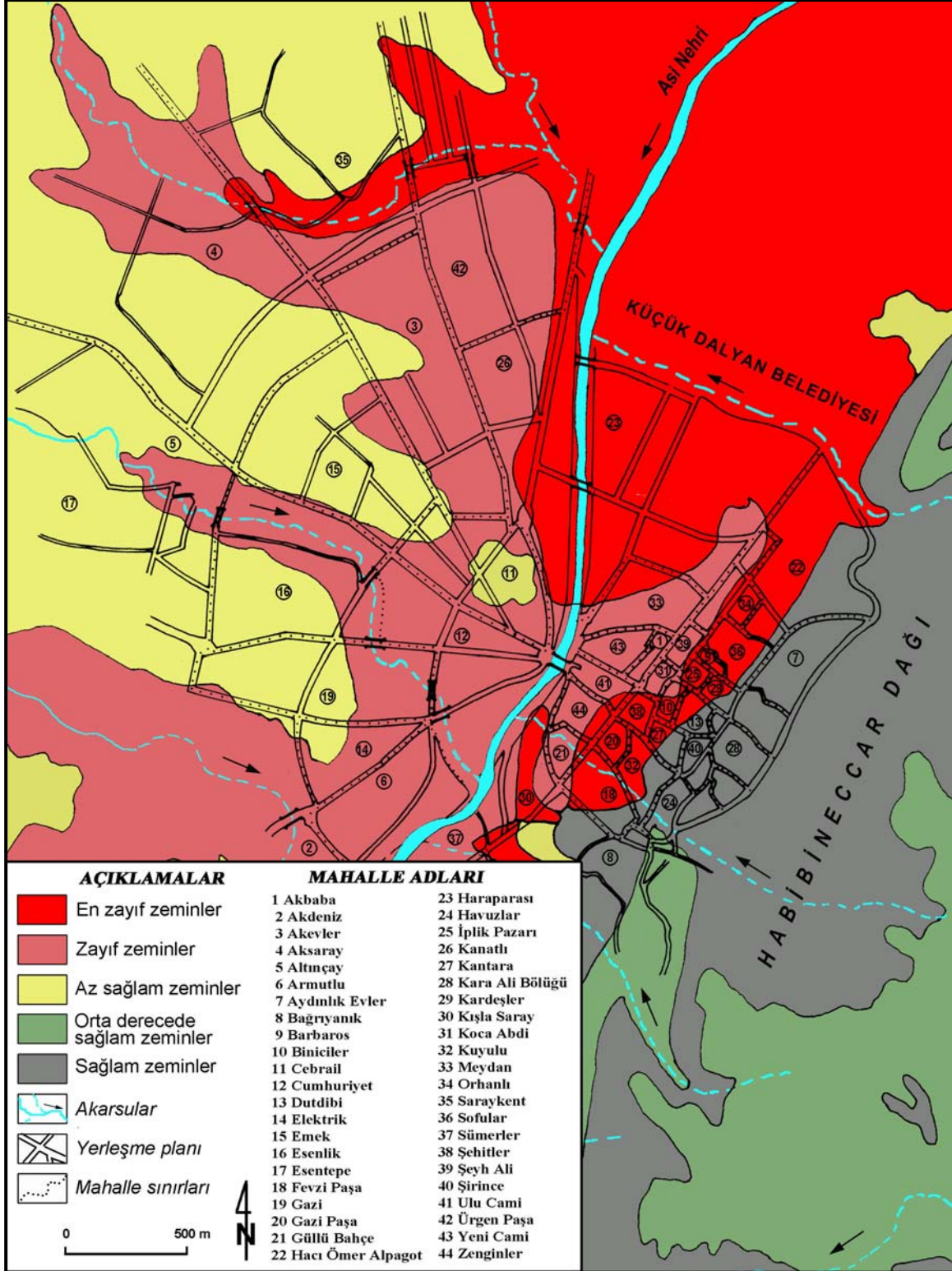
Antakya ve yakın çevresinde etkili olan tektonik rejim kısa mesafeler içinde farklı zemin özelliklerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Antakya şehri, Karasu Segmenti'nin oluşturduğu, kuzeydoğu-güneybatı uzanışlı Antakya-Samandağ grabeni içinde yer alır. 10-20 km genişliğindeki bu graben alanı aynı zamanda Asi nehrinin Amik ovası ile Akdeniz arasındaki vadisini oluşturur. Dolgu alanı özelliğindeki graben, batıda Amanos Dağları (2250 m), doğuda Kel Dağı (1729 m) ve onun kuzeye doğru devamı olan Habibineccar Dağı (509 m)'nin oluşturduğu horstlarla sınırlanır. Bu horstlar ise anakaya özelliğindedir. Her iki horstun grabene bakan yamaçlarında bir çok fay uzanır (Şekil 1 ve 3). Antakya şehri, bugün hem Asi nehrinin doğusunda, hem batısında hem de kuzeydeki Amik ovası tabanında, 80-200 m yükseltileri arasında gelişim gösterir. Şehrin büyük bir bölümü graben tabanındaki dolgu alanları üzerinde yer alır. Anakaya özelliğindeki zeminler üzerinde ise daha az yerleşme bulunur. Yerleşmelerin farklı zeminler üzerinde yer alması, olası bir depremin etkilerinin farklı şekilde ortaya çıkmasına neden olacaktır. Bu nedenle Antakya ve yakın çevresindeki

zeminler, olası bir depremde gösterecekleri tepkilere göre sınıflandırılmış ve bu sınıflandırmaya göre zemin mukavemet haritası yapılmıştır (Şekil 4).



Şekil 3. Antakya ve yakın çevresinin jeoloji-litoloji haritası.

Kaynak: Ateş ve diğerleri,2004; Selçuk, 1985; Yılmaz,1984 çalışmaları ile arazi gözlemlerine göre yapılmıştır.



Şekil 4. Antakya ve yakın çevresinin zemin mukavemet haritası.

5.1. En Zayıf Zeminler

Dolgu alanlarındaki Kuaterner dönemine ait alüvyonlar, birikinti konileri ve yamaç döküntüleri bu tür zeminleri oluşturur. Zayıf zeminleri oluşturan birimlerin süreksizlik yüzeyi tanımlamaları, son derece zayıf kayalardan oluştuklarını gösterir (Çizelge 2). Aynı zamanda kalınlık, yeraltı suyu ve morfolojik özellikler de en zayıf zeminleri oluşturmalarında önemli rol oynar.

Alüvyonlar graben tabanı (Amik ovası)'nda geniş alan kaplar (Şekil 3). Gri, açık gri renkli, olgun ve az olgun polijenik taneli, çakıl, kum, kil ve silt düzeylerinden oluşur (Şekil 5, Sk 1). Çakıl ve kum düzeyleri yanal ve düşey yönde iç içe kamalanmaktadır. Materyaller ya çok az tutturulmuş ya da serbesttir. Alüvyonların kalınlığı Amik ovasının kenarlarından (15-30 m) ortaya ve kuzeyden (140 m) güneye (300 m) doğru belirgin bir artış gösterir (Toprak ve diğerleri, 2002:21). Asi nehrinde ise vadi tabanından uzaklaştıkça azaldığı görülür.

Alüvyonların yumuşak ve gevşek zemin özelliğinde kalın depolar oluşturmaları, yeraltı su seviyelerinin yüzeye yakın olması (bilhassa Asi nehri boyunca), olası bir depremde, deprem dalgalarının genliklerini artırarak zemin büyütmesine yol açacaktır. Bu durum depremin şiddetini 2-3 derece artırır. Aynı zamanda bu alanlarda sıvılaşmalar meydana gelebilir.

Zemin etüdü amacıyla alüvyonlarda açılan sondaj kuyularında yer altı su seviyesinin 3-7,5 m arasında değiştiği görülür (Antakya Belediyesi, 2005). Aynı zamanda bu seviyelerin siltli, killi kumlardan oluşması (Şekil 5, Sk 1) olası bir depremde sıvılaşma riskini oldukça yükseltir. Bu riskin en yüksek olduğu yerler Haraparası mahallesi ile Kanatlı ve Ürgenpaşa mahallerinin Asi nehrine yakın alanlarıdır (Şekil 4). Bunun yanında Asi nehri boyunca yer yer oturmalar ve akarsuyun yatak değiştirmesi şeklinde morfolojik değişimler olabilir. Bütün bunlar olası bir depremde oluşacak hasarı artıracaktır. Tarihsel dönemde meydana gelen depremlerde de bu zeminlerde benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. M.S. 115'deki depremde Asi nehrinin yatağında değişmelerin olduğu (Cuinet, 1891), 458 depreminde Asi nehri üzerinde bulunan adadaki (bugünkü Haraparası mahallesi,) yerleşmenin büyük zarar gördüğü ve deprem sonrası Asi nehrinin adayı oluşturan güney kolunun kurduğu, 1822 depreminde Asi nehrinin yatak değiştirerek bugünkü yatağına yerleştiği ve aynı depremde Amik ovasında suların fişkırdığı (sıvılaşma olayı), 1872 depreminde ise graben tabanındaki yerleşmelerin, yamaçlardaki yerleşmelere göre daha fazla hasar gördüğü tarihi kayıtlarda belirtilmektedir. Bugün Haraparası mahallesi ile Küçük Dalyan Beldesi'ndeki alüvyon ve birikinti konileri içinde 3-5 m derinliklerde tarihi yapı kalıntılarının bulunması, sıvılaşmanın olduğunun bir diğer kanıtıdır (Şekil 4).

Olası bir depremde Asi nehrinin kenarlarında sıvılaşmayla beraber kopma ve oturmalar, nehri yatağı boyunca yer alan yapıları olumsuz etkileyecektir (Foto 1). Asi nehri şehir içinde 40-50 m genişliğinde, 20-30 m derinliğinde yapay bir vadide akar. Eğimin % 50-65 olduğu vadi yamaçları, olası bir depremdeki sarsıntılarda yatay hareketler için serbest alan oluşturacaktır. Bu serbest alanlarda yapılaşma nedeniyle zemin yükünün artması, deprem sırasında Asi nehri boyunca yeraltı su seviyesinin ani alçalması ve yükselmesi, önceden var olan zemin dengesini kolayca bozacak ve nehir boyunca düşey ve düşeye yakın çatlakların oluşmasına neden olacaktır. Deprem sırasında sığ derinlikteki kumlu seviyede meydana gelen sıvılaşma, bu çatlakları takip ederek yüzeye çıkacaktır. Söz konusu olaylar sonucunda çatlaklar giderek büyüyecek ve derinleşecektir. Bu durum nehir kenarlarında oturma, yıkılma ve heyelânlara neden olacaktır. Benzer olaylar 27.07.1998 Ceyhan depreminde, Ceyhan Nehri boyunca sık sık gerçekleşmiştir (Barka ve diğerleri, 1999:27; Efe ve Sekin, 1998:50).

En zayıf zeminler içinde yer alan birikinti konileri ve yamaç döküntüleri ise Habibineccar Dağı ile Asi nehri vadisi arasındaki yamaç etekleri ve fay diklikleri önünde yer alır (Şekil 3).

Habibineccar Dağı'nı Asi nehri vadisi yamacında belirgin olarak izlenen faylar bulunur. Bu fayların farklı boyutlardaki fay aynaları, yamaç boyunca eğim kırıklarına ve dirençsiz yüzeylerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Eğim değerleri yüksek olan bu dirençsiz yüzeyler, kolayca aşınmakta ve aşınan malzeme eğim doğrultusunda Asi nehrinin de içinde yer aldığı grabene doğru akış gösteren dereler tarafından taşınmaktadır. Taşınan malzemelerin eğimin azaldığı alanlarda birikmesi sonucunda küçük boyutlu birikinti konileri oluşmuştur. Bunların büyüklükleri, kendilerini oluşturan akarsuların drenaj alanlarının büyüklüğü ile orantılı olarak değişmektedir.

Çizelge 2. Litolojik birimlerin; süreksizlik yüzeyi tanımlamalarına, Schmidt çekici geri tepme sayılarına ve nokta yükü dayanımlarına göre sınıflandırılması.

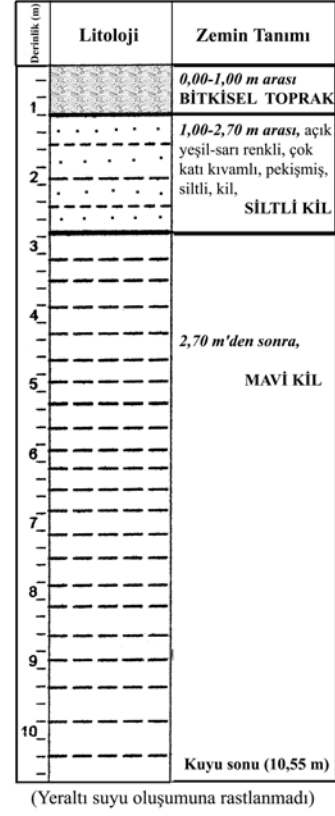
Birim Adı	Kaya Türü	Süreksizlik yüzeylerinin saha tanımlaması	Süreksizlik yüzeylerinin saha tanımlamasına göre kaya sınıfı	Schmidt çekici geri tepme sayısı	Schmidt çekici geri tepme sayısına göre kaya sınıfı	Nokta yükü dayanımı (kg/cm ²) ¹	Nokta yükü dayanımına göre kaya sınıfı
<i>Kuaterner Yamaç Döküntüleri</i>	Blok ve çakıl	Elle ufalanabilir.	Son derece zayıf				
<i>Kuaterner Alüvyonlar</i>	Blok çakıl, kum, kil ve silt	Elle ufalanabilir.	Son derece zayıf				
<i>Kuaterner Birikinti Konisi</i>	Tutturulmamış ya da az tutturulmuş siltli, kili çakıl ve kumtaşı	Elle ufalanabilir.	Son derece zayıf				
<i>Kuaterner Akarsu Sekileri</i>	Tutturulmamış ya da az tutturulmuş çakıl, kum, siltli ve kil	Elle ufalanabilir.	Son derece zayıf				
<i>Üst Pliosen</i>	Çakıltaş, kumtaşı, killi kalker, marn, kiltaş	Bıçakla kesilebilir, jeolog çekicinin sivri ucunun sert darbeleri etkisi altında parçalanır ya da bıçakla kesilmesi ve kazınması zordur. Çekicinin sivri ucu sıkı bir darbe sonucu sığ olarak saplanır.	Çok zayıf, zayıf	16-19 (16-20)	Çok sert (katı) toprak		
<i>Orta Miosen</i>	Kumtaşı, killi kalker ve marn	Bıçakla kesilmesi ve kazınması zordur. Çekicinin sivri ucu sıkı bir darbe sonucu sığ olarak saplanır ya da bıçakla yüzeyi kazınmaz, parça kopartılamaz. Sert bir çekiç darbesi ile kırılır.	Zayıf, orta sağlam	27-42 (24-30, 30-45)	Yumuşak kaya, sert kaya	11.9-39.3 (10-20, 20-40)	Düşük, orta dayanımlı
<i>Orta Miosen</i>	Resifal kalker	Bıçakla yüzeyi kazınmaz, parça kopartılamaz. Sert bir çekiç darbesi ile kırılır ya da kayacı kırmak için birden fazla çekiç darbesi gerekir.	Orta sağlam, sağlam	49-63 (45-60, 60<)	Çok sert kaya, çok aşırı sert kaya	16-96.3 (10-20, 80<)	Düşük, çok yüksek dayanımlı
<i>Alt Miosen</i>	Çakıltaş ve kumtaşı	Bıçakla kesilmesi ve kazınması zordur. Çekicinin sivri ucu sıkı bir darbe sonucu sığ olarak saplanır ya da bıçakla yüzeyi kazınmaz, parça kopartılamaz. Sert bir çekiç darbesi ile kırılır.	Zayıf, orta sağlam	29-45 (24-30, 30-45)	yumuşak kaya, sert kaya		
<i>Alt-Orta Eosen</i>	Kalker, çörtlü kalker ve kırıntılı kalker	Kayacı kırmak için birden fazla ya da çok sayıda çekiç darbesi gerekir.	Sağlam, çok sağlam	49-65 (45-60, 60<)	Çok sert kaya, çok aşırı sert kaya	25-72 (20-40, 40-80)	Orta, yüksek dayanımlı
<i>Üst Kretase Volkano-Sedimentler Üst Kretase Tektonik Peridotitler</i>	Bazaltik lav, kalker, radyolarit Peridotit, serpantin	Bıçakla yüzeyi kazınmaz, parça kopartılamaz. Sert bir çekiç darbesi ile kırılır ya da kayacı kırmak için birden fazla çekiç darbesi gerekir.	Orta sağlam, sağlam	46-51 (45-60)	Çok sert kaya	24.9-25.4 (20-40)	Orta dayanımlı



Sk 2. Kuaterner akarsu taraçası



Sk 3. Üst Pliosen kiltası



Şekil 5. Kuaterner alüvyon ve akarsu taraçası (Ürgerpaşa mahallesi) ile Üst Pliosen kiltasında (Emek mahallesi) açılan sondaj kuyularına ait jeolojik kesitler.

Kaynak: Antakya Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü Arşivi, 2005.

Çalışma alanındaki birikinti konileri tutturulmamış ya da az tutturulmuş siltli, killi ve az işlenmiş blok-çakıl ve kumlardan oluşur. Tane boyu çok değişken olup alttan üste ve tepeden eteklere doğru küçülür. Aynı zamanda kötü bir boylanma özelliği gösterir. Yamaç döküntüleri ise irili ufaklı değişik boyutta kaya parçalarından oluşur. Bu kaya parçalarının çoğu köşeli bir şekle sahiptir. Gereç boyu Habibineccar Dağı'ndan uzaklaştıkça küçülür. Unsurlar serbest haldedir. Yamaç döküntülerinin bulunduğu alanların eğimi % 10-40 arasında değişir.



Foto 1. Asi nehri ve çevresindeki Antakya, (güneydoğudan kuzeybatıya bakış).

Birikinti konileri ve yamaç döküntüleri de alüvyonlarda olduğu gibi suyu iletme ve depolama (akifer) özelliğine sahiptirler. Alüvyonlara göre avantajları, kalınlıklarının az olmasıdır. Ancak yamaç döküntüleri ile birikinti konileri, graben tabanındaki kalın dolgular ile grabeni çevreleyen ve anakayadan oluşan yükselti arasında geçiş zonu oluşturur. Bu nedenle olası bir depremin etkisi en çok bu geçiş zonunda yer alan Kışla Saray, Fevzi Paşa, Gazi Paşa, Kuyulu, Şehitler, Kantara, Biniciler, İplik Pazarı, Kardeşler, Barbaros, Sofular, Orhanlı ve Hacı Ömer Alpagot mahallelerinin yamaç döküntüleri ve birikinti konileri üzerindeki bölümlerinde hissedilecektir. Çünkü deprem dalgaları, kalın dolgu alanlarından kayalık zemine geçiş bölgesinde çok büyük genliklere ulaşır. Bu durum açık denizden kıyıya ulaşan dalgaların kıyıda yapmış olduğu etkiye benzer (Demirtaş ve Erkmən, 2000:304). Benzer durum 1 Ekim 1995 Dinar depreminde de gerçekleşmiştir (Yalçınkaya ve Alptekin, 2003:9). Bütün bunlar, yamaç döküntüleri ve birikinti konilerinin alüvyonlara göre avantajlarını ortadan kaldırmaktadır. Aynı zamanda birikinti konileri ve yamaç döküntülerini oluşturan unsurların serbest ve eğimli olması, olası bir depremde yer yer kayma ve heyelanların ortaya çıkmasına neden olabilir.

5.2. Zayıf Zeminler

Asi nehrinin doğu ve batısındaki Kuaterner akarsu taraçalarından oluşur. Süreksizlik yüzeyleri tanımlamasına göre son derece zayıf kayalar grubunda yer alır (Çizelge 2).

Birim çakıl, kum ve yer yer silt litolojisine sahiptir (Şekil 5, Sk 2). Unsurlar, genelde doğal bir çimento ile bağlanmış ve alüvyonlara göre daha sıkışmış zemin özelliğindedir. Aynı zamanda kalınlıkları alüvyonlardan az olup 5-10 m daha yüksekte yer alırlar. Geçirimli olmalarına rağmen akifer özelliği göstermezler. Ancak silt düzeylerinin bulunduğu alanlarda tünemiş akiferler bulunur. Bu özellikleri ile en zayıf zeminlerden ayrılır.

Antakya'da yerleşme, en fazla zayıf zeminler üzerinde yer alır (Şekil 4). Olası bir depremde zemin büyütmesinin yanında silt düzeylerine bağlı göçme, akma ve sıvılaşmalar görülebilir. Asi nehrinin kenarlarında sıvılaşmanın yanında kopma ve oturmalar gerçekleşebilir. Ancak en zayıf zeminlere göre unsurların tutturulmuş olması ve yeraltı suyunun sınırlı alanlarda bulunması, sıvılaşma ihtimalini

düşürmektedir. Bütün bunlar olası bir depremde, en zayıf zeminlere göre şiddetin daha az hissedilmesini sağlar.

5.3. Az Sağlam Zeminler

Asi nehrinin doğu ve batısında mostra veren Üst Pliosen birimlerinden oluşur. Nehrin batısında daha geniş alan kaplar (Şekil 3).

Birim, çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ve kiltası ardalanması şeklinde bir litolojiye sahiptir. Ancak egemen litoloji kumtaşıdır. Çoğu yerde kumtaşı-kiltası ardalanması kendini gösterir. Sınırlı alanlarda killi kalkerler ve jipslere de rastlanır. Kumtaşı ince-orta-kalın tabakalı, taneler yuvarlak ve iyi boyulanmalı, seyrek eklemli, gevşek-orta karbonat çimento ile tutturulmuştur. Kiltası laminalı, ince tabakalı, bazen belirsiz tabakalı, seyrek eklemli, gevşek-orta tutturulmuş özelliğe sahiptir (Foto 2), (Şekil 5, Sk 3). Çakıltaşları orta-kalın tabakalı, seyrek bloklu, karbonatlı çimento ile gevşek ve orta derecede tutturulmuştur. Silttaşı ince-orta-kalın tabakalı, karbonatlı çimento ile orta derecede tutturulmuş, çoğunlukla kumtaşı-silttaşı, kiltası-silttaşı ardalanması şeklinde gözlenir. Killi kalker ince-orta tabakalı, orta derecede tutturulmuş, jipsler ise orta-kalın tabakalı ve saydam kristalli bir yapıya sahiptir (Ateş ve diğerleri, 2004:91). Silttaşı ve kiltası ardalanması birime geçirimsizlik özelliği kazandırdığından yeraltı suyu içermez.

Birimi oluşturan unsurların bir kısmının süreksizlik yüzeyleri bıçakla kesilir, jeolog çekicinin sivri ucunun sert darbeleri etkisi altında parçalanır. Bir kısmının ise bıçakla kesilmesi ve kazınması zordur. Ancak çekicinin sivri ucu sıkı bir darbe sonucu sığ olarak saplanır. Süreksizlik yüzeylerinin bu özelliklerinden dolayı birim çok zayıf ve zayıf kaya grubunda yer alır. Schmidt çekici geri tepme sayıları (16-19)'na göre çok sert (katı) toprak özelliğindedir (Çizelge 2).



Foto 2. Üst Pliosen kiltası ve Schmidt çekici geri tepme sayısının ölçümü.

Kalınlığı 400 m'yi bulan birim (Yılmaz, 1984:210), yayvan ve düz sırtların bulunduğu dalgalı ve az eğimli bir topografyaya sahiptir. Bu nedenle yerleşmeye daha elverişlidir. Bugün Saraykent, Aksaray, Emek, Altınçay, Esentepe, Esenlik ve Gazi mahallerinin büyük bir bölümü ile Elektrik, Akevler, Cebrail ve Kışla Saray mahallerinin dar alanları bu zeminler üzerinde yer alır (Şekil 4). Yukarıda belirtilen zemin özellikleri, olası bir depremde şiddetin zayıf zeminlere göre daha az hissedilmesini sağlar. Bundan dolayı birim az sağlam zeminler olarak nitelendirilmiştir (Şekil 4). Ancak birimi oluşturan unsurların farklı boyut ve türde olması, yer yer kil yüzeylerinin bulunması, dalgalı topografyada oturma ve heyelanların oluşmasına neden olabilir.

5.4. Orta Derecede Sağlam Zeminler

Orta Miosen kumtaşı, killi kalker, silttaşı, kiltası ve marn ardalanması ile Alt Miosen çakıltaşı ve kumtaşlarından oluşur.

Orta Miosen birimleri, Habibineccar Dağı'nın doğu, güneydoğu ve kuzeydoğusunda mostra verir. Diğer birimlerle olan sınırları genelde faylıdır (Şekil 3). Birimi oluşturan unsurların kalınlıkları çökel alanlarına göre farklılık gösterir. Bazen ardalanma olmadan tek bir seviye metrelerce kalınlığa ulaşır. Birim tabanda merceksel geometri resifal kalker ve çakıltaşı ara düzeyli kumtaşı-silttaşı ile başlar. Üstte doğru killi kalker-kiltası ve marn ardalanması kendini gösterir (Ateş ve diğerleri, 2004:14), (Foto 3). Birim içerisindeki kiltası, silttaşı ve marn ardalanması, suyun iletilmesi ve depolanmasını önemli ölçüde sınırlandırmıştır. Bu nedenle birim geçirimsizdir.



Foto 3. Habibineccar Dağı yamacındaki Üst Kretase Tektonik Peridotit, Alt-Orta Eosen kalker ve Orta Miosen killi kalkerler ile düşey atımlı fay.

Orta Miosen birimleri, fay basamağı ve yamaç arazisi morfolojisine sahiptir. Diğer birimlerden düşey atımın egemen olduğu faylarla ayrılır. Bu nedenle dağ yamacında fay dikliklerine bağlı eğim kırıklıkları oluşmuştur. Eğim değerlerinin yüksek olması yerleşmeyi zorlaştırmaktadır.

Alt Miosen birimleri Antakya'nın güneydoğusundaki Habibineccar Dağı zirvesinde geniş bir alan kaplar (Şekil 3). Birim, orta-kalın tabakalı, karbonatlı çimento ile orta derecede tutturulmuş çakıltaşı-kumtaşı litolojisindedir. Çakıltaşları; polijenik elemanlı, yuvarlak, köşeli, orta boyplanmalı, kalın-çok kalın katmanlıdır. Kumtaşı, yanal ve düşey yönde çakıltaşı ile geçişli, orta-kalın tabakalı bir yapıya sahiptir. Birimin kalınlığı çalışma alanı dışında 332 m'yi bulurken çalışma alanı içinde 80 m kadardır (Yılmaz, 1984:198). Litolojik yapı gereği akifer özelliği gösterir.

Orta derecede sağlam zeminleri oluşturan birimlerin süreksizlik yüzeylerinin bıçakla kesilmesi ve kazınması zordur. Çekicinin sivri ucu sıkı bir darbe sonucu sığ olarak saplanır. Süreksizlik yüzeylerinin bıçakla kazınmadığı, parça kopartılmadığı, ancak sert bir çekiç darbesi ile kırılabilirdiği alanlar da vardır. Süreksizlik yüzeyi tanımlamalarına göre bu birimler, zayıf ve orta sağlam kayalardan oluşur. Orta Miosen birimleri, Schmidt çekici geri tepme sayıları (27-42)'na göre yumuşak ve sert kaya grubunda yer alırlar. Nokta yükü dayanımları (11.9-39.3 kg/cm²)'na göre düşük ve orta dayanımlı kayalardan oluşurlar. Alt Miosen birimlerinin Schmidt çekici geri tepme sayıları ise 29-45 arasında değişir. Buna göre yumuşak ve sert kaya özelliği gösterirler (Çizelge 2).

Yukarıda belirtilen özelliklerden dolayı olası bir depremin etkileri, orta derecede sağlam zeminlerde, zayıf zeminlerden daha az hissedilecektir. Bu zeminlerde deprem etkisi daha çok yamaç stabilitesinin bozulması, kaymalar, bilhassa fay dikliklerinde kaya düşmeleri şeklinde kendini gösterecektir. Ancak orta derecede sağlam zeminler yükselti ve eğim değerleri nedeniyle yerleşmeye pek elverişli değildir. Bu nedenle üzerlerinde çok az yerleşme bulunur.

5.5. Sağlam Zeminler

Orta Miosen resifal kalker, Alt-Orta Eosen kalkerleri ile Üst Kretase karmaşığından oluşur. Orta Miosen resifal kalker, Habibineccar Dağı'nın kuzeydoğu ve güney doğusunda dar bir alanda görülür (Şekil 3). Orta-kalın tabakalı, seyrek eklem ve çatlaklı, erimeli ve erime kovukları kalsit dolgulu, sıkı tutturulmuş bir litolojiye sahiptir. Birim geçirimli olmasına rağmen akifer özelliği göstermez. Çalışma alanındaki kalınlığı 20-50 m arasında değişmektedir. Süreksizlik yüzeyleri bıçakla kazınmaz ve parça kopartılamaz. Sert bir çekiç darbesi ile kırılır ya da kayacı kırmak için birden fazla çekiç darbesi gerekir. Buna göre birim orta sağlam ve sağlam kayalardan oluşur. Schmidt çekici geri tepme sayısı (49-63)'na göre çok sert kaya ve çok aşırı sert kaya grubunda yer alır. Nokta yükü dayanımı (16-96.3 kg/cm²)'na göre ise düşük ve çok yüksek dayanımlı kayalardan oluşur (Çizelge 2).

Alt-Orta Eosen birimleri, Habibineccar Dağı'nda geniş alan kaplar. Genelde diğer birimlerden faylarla ayrılır (Şekil 3), (Foto 3). Kalker, çörtlü kalker ve kırıntılı kalkerlerden oluşur. Kalkerler, orta-kalın tabakalı, seyrek eklemli, çatlaklı, çatlak ve eklem ya kalsit dolgulu ya da erime boşluklu bir litolojiye sahiptir. Hatta erime boşluklarının gelişmesi sonucunda bir çok mağara oluşmuştur. Çörtlü kalker, kalker ve kırıntılı kalkerlere göre daha sert ve dayanımlıdır. Kırıntılı kalker, kalkerler içinde mercek ya da ara düzey şeklinde gözlenir. Alt-Orta Eosen birimleri geçirimli olup akifer özelliği göstermezler.

Birimin süreksizlik yüzeylerinde, kayacı kırmak için birden fazla ya da çok sayıda çekiç darbesi gerekir. Buna göre birim sağlam ve çok sağlam kayalardan oluşur. Schmidt çekici geri tepme sayısı (49-65)'na göre çok sert kaya ve çok aşırı sert kaya grubunda yer alır. Nokta yükü dayanımı (25-72 kg/cm²)'na göre ise orta ve yüksek dayanımlı kayalardan oluşur (Çizelge 2). Eğim ve yükselti değerlerinin fazla olması yerleşmeyi engellemektedir. Olası bir depremde meydana gelecek kopma ve kütle hareketleri yamacın altındaki yerleşmeleri tehdit etmektedir.

Üst Kretase karmaşığı, Antakya'nın doğusu ile güneydoğusundaki Habibineccar Dağı'nda, dar alanlı yüzeylenir (Şekil 3). Çalışma alanında tektonik peridotit ve volkano-sedimanterler ile temsil edilir

Tektonik peridotitler ince-orta-eş taneli, sık çatlak ve eklemli, çatlak ve eklemli kalsit ve kil dolgulu, makaslanma yüzeylerinde serpantinleşmenin yoğun olduğu bir litolojiye sahiptir (Foto 3). Eklem ve çatlakların kalsit ve kil dolgulu olması, birimin suyu iletmesini engeller. Aynı zamanda litolojik yapının da suyun depolanmasına elverişli olmayışı, birime geçirimsizlik özelliği kazandırmıştır.

Volkano-sedimanterler; bazaltik lav, tüf, radyolarit, çört ve kalkerlerden oluşur. Egemen litoloji bazaltik lavlardır. Lavlar; sık eklemli, çatlaklı, çatlaklar kil ve kalsit dolgulu olup sıkı tutturulmuştur. Radyolaritler; ince tabakalı, sık kıvrım ve çatlaklıdır. Kalkerler; sık çatlaklı ve eklemli olup sıkı tutturulmuştur. Volkano-sedimanterler, litolojik yapıları nedeniyle geçirimsizdirler.

Üst Kretase karmaşığını oluşturan birimlerin süreksizlik yüzeyleri bıçakla kazınmaz, parça kopartılamaz. Sert bir çekiç darbesi ile kırılır ya da kayacı kırmak için birden fazla çekiç darbesi gerekir. Buna göre birim orta sağlam ve sağlam kayalardan oluşur. Schmidt çekici geri tepme sayısı (46-51)'na göre çok sert kaya grubunda yer alır. Nokta yükü dayanımı (24.9-25.4 kg/cm²)'na göre ise orta dayanımlı kayalardan oluşur (Çizelge 2). Üst Kretase birimleri, çalışma alanında fay basamağı, yamaç arazisi ve Pliosen aşınım yüzeyi morfolojisindedir. Olası bir depremde bilhassa fay dikliklerinde kaya düşmeleri, makaslanma zonlarında killeşme ve ezilmeye bağlı kütle hareketleri görülebilir.

Sağlam zeminlerin eğim ve yükselti değerleri her ne kadar yerleşmeyi zorlaştırsa da Antakya şehrinin Habibineccar Dağı yamacında en çok geliştiği alanı oluşturur (Şekil 4). Olası bir depremin şiddeti, diğer zeminlere göre en az bu zeminlerde hissedilecektir.

6. Sonuç

Antakya ve yakın çevresinin de içinde yer aldığı Antakya-Kahraman Maraş grabeni, farklı tektonik yapıların bir arada bulunduğu ve tektonik etkinliğin çok yoğun yaşandığı alanlardan biridir. Graben alanı, aktivitesini devam ettiren Ölü Deniz ve Doğu Anadolu Fayları ile Kıbrıs Yayı'nın etkisindedir. Antakya şehri ise grabenin güneyini şekillendiren Ölü Deniz Fayı'nın etkisi altındadır. Bu nedenle şehir oldukça yüksek bir sismik riske sahiptir. Tarihsel ve aletsel dönemde meydana gelen depremler bu sismik riski ispat etmektedir.

Tarihsel dönemde, Antakya ve çevresinde yıkıcı etki yapan bir çok deprem meydana gelmiştir. Ancak son yüzotuzbeş yıldan beri bölgede gerilimi boşaltacak bir depremin olmayışı, gelecekte deprem olma riskini her geçen gün artırmaktadır. Çok uzun süren durgunluk döneminden dolayı, halk olası bir deprem tehlikesinden habersizdir. Bu durum tehlikenin boyutunu daha da artırmaktadır.

Antakya ve yakın çevresinde görülen yoğun tektonik rejim, kısa mesafede farklı zemin özelliklerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu zeminler olası bir depremde gösterecekleri tepkilere göre en zayıf zeminler, zayıf zeminler, az sağlam zeminler, orta derecede sağlam zeminler ve sağlam zeminler şeklinde sınıflandırılmıştır.

Graben alanı ve akarsu boylarındaki dolgu alanları, en zayıf ve zayıf zeminleri oluşturmaktadır. Olası bir depremde, zemin büyütmesi, sıvılaşma, kopma, oturma ve heyelanlara bağlı şiddetin en çok hissedileceği zeminlerdir. Ne yazık ki bugün şehrin büyük bir bölümü bu zeminler üzerinde yer alır.

Grabenin doğu ve batısında anakaya özelliğindeki horst alanları, az sağlam, orta derecede sağlam ve sağlam zeminlerden oluşur. Az sağlam zeminler, grabenin batısında geniş alan kaplamaktadır. Yerleşme için uygun topografyaya sahiptir. Zemin özelliklerinden dolayı olası bir depremin şiddeti, en zayıf ve zayıf zeminlere göre daha az hissedilecektir. Orta derecede sağlam ve sağlam zeminler ise Habibineccar Dağı'nın batı yamacında yer alır. Ancak burada eğim değerlerinin oldukça yüksek olması yerleşmeyi engellemektedir.

Antakya'da mevcut yerleşme ile zemin özellikleri arasındaki ilişki, olası bir depremde ortaya çıkacak can ve mal kayıpları konusundaki endişeyi artırmaktadır. Olası bir depremde can ve mal kayıplarının en az düzeyde gerçekleşebilmesi için yerleşmeler öncelikle sağlam ve orta derecede sağlam

zeminlerin topografik olarak yerleşmeye elverişli bölümlerine inşa edilmelidir. Ancak sağlam zeminlerin yerleşmeye elverişli alanlarının az olması, ileride şehrin gelişimini karşılayamaz. Bu nedenle şehrin gelişimi Asi nehrinin batısında topografik olarak yerleşmeye daha elverişli ve geniş alana sahip az sağlam zeminlere yönlendirilmelidir.

Notlar

¹Nokta yükü dayanımına ait ölçüm sonuçları, Ateş ve diğerleri, 2004'den alınmıştır.

Referanslar

- Antakya Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü Arşivi, 2005.
- Ateş, Ş.; Keçer, M.; Osmañcelebiođlu, R.; Kahraman, S. (2004) *Antakya (Hatay) İl Merkezi ve Çevresinin Yerbilim Verileri*, MTA. Enst., Jeoloji Etütleri Dairesi, Derleme Raporu, No: 10717, Ankara.
- Barka, A.; Akyüz, S.; Altınel, E. (1999) "Adana çevresinin güncel tektoniği ve 1998 Adana depremi", *Türkiye Deprem Vakfı, Aktif Teknik*, 2, 20-31.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü. (2005) *Deprem Verileri*, Ankara.
- Bayülke, N.; Demirtaş, R. (1997) *22 Ocak 1997 Antakya Depremi Raporu*, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı Yayınları, Ankara.
- Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü. (2005) *Deprem Verileri*, İstanbul.
- Bieniawski, Z. T. (1975) "The point load test in geotechnical practice", *Engineering Geology*, Vol. 9, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, Netherlands.
- Cuinet (1891) *La Turquie d'Asie*, Paris.
- De Beer, J.H. (1967) "Subjective classification of the hardness of rocks and the associated shear strength", Proc. 4th Reg. Cong. Afr. Soil Mech, *Found Engineering*. 396-398, Capetown.
- Demirtaş, R.; Erkmen, C. (2000) *Deprem ve Jeoloji*, TMMOB. Jeoloji Odası Yayınları, No: 52, Ankara.
- Demirtaş, R. (2003) "Yerleşim ve yapı güvenliği açısından diri faylardan ne kadar uzaklaşılmalı?", (Antakya ve Osmaniye depremselliği ve kentleşmeye etkileri), *TMMOB*. 26-27 Haziran, Konferanslar Serisi: 1, *Jeoloji Odası Yayınları*, No: 76, 46-67, Ankara.
- Downey, G. (1961) *A History of Antioch in Syria From Seleucus to the Arap Conquest*, Princeton University, Pres.
- Efe, R.; Sekin, S. (1998) *27 Haziran 1998 Adana-Ceyhan Depremi*, Fatih Üni. Yayınları, No: 2, Sosyal Bil. Enst. Yayınları, No: 2, İstanbul.
- Gülen, L.; Barka, A.A.; Toksöz, M.N. (1987) "Kıtaların çarpışması ve ilgili kompleks deformasyon: Maraş üçlü eklemi ve çevre yapıları", Hacettepe Üni., Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, *Yerbilimleri Dergisi*, 14, 319-336.
- Irmak, T.S.; Özer, M.F. (1999) "23 Şubat 1995 Kıbrıs depremi kaynak mekanizması", Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi, *Deprem Araştırma Bülteni*, 80, 109-134.
- ISRM. (1981) *Rock Characterization testing and Monitoring- ISRM Suggested Methods*, Edited by E.T. Brown, Pergamon Press, Oxford-England.
- Kasapoğlu, K.E. (1987) "Doğu Akdeniz'in sismotektonik özellikleri: sonlu elemanlar çözümlemesi", Hacettepe Üni., Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, *Yerbilimleri Dergisi*, :14, 309-317.
- Lovelock, P.E.R. (1984) "A review of the northern middle east", *Region-Geol. Map.*, 121 (6), 577-578.
- Mart, Y.; Rabinowitz, P.D. (1986) "The northern red sea and the dead sea rift", *Tectonophysics*, 124, 85-113.
- Nur, A.; Ben-Avraham Z. (1978) "The caster mediterranean and levant: tectonics of continental collision", *Tectonophysics*, 46, 297-311.
- Över, S.; Ünlügenç, U.C.; Özden, S. (2001) "Hatay bölgesi etkin gerilme durumu", Hacettepe Üni., Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, *Yerbilimleri Dergisi*, 23, 1-14.
- Özmen, B. (1999) "Türkiye ve çevresinin tarihsel deprem kataloğunun bölgesel düzenlenmesi", Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi, *Deprem Araştırma Bülteni*, 82, 5-83
- Öztemir, F.; Neciođlu, A.; Bağcı, G. (2000) "Antakya ve çevresinin depremselliği ve odak mekanizması çözümleri", TMMOB. Jeofizik Mühendisleri Odası, *Jeofizik*, 14, 1-2, 87-102.
- Selçuk, H. (1985) *Kızıldağ-Keldađ-Hatay Dolayının Jeolojisi ve Jeodinamik Evrimi*, MTA. Enst., Jeoloji Etütleri Dairesi, Derleme Raporu, No: 7787, Ankara.
- Toprak, V.; Rojay, B.; Heimann, A. (2002) *Hatay Grabeninin Neotektonik Evrimi ve Ölü Deniz Fayı İle İlişkisi*, TÜBİTAK Araştırma Projesi, Proje No: 196Y083, Ankara.
- Walley, C.D. (1988) "Abraded strike-slip model for the dead sea fault and its implications for levantine tectonics", *Tectonophysics*, 145, 63-72.

- Yalçın, N., (1979) “Doğu Anadolu yarılımının Türkoğlu-Karaağaç (K.Maraş) arasındaki kesimin özellikleri ve bölgedeki yerleşim alanları”, *Türkiye Jeoloji Kurultayı, Altınlı Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 49-57, Ankara.
- Yalçınkaya, E.; Alptekin, Ö. (2003) “Dinar’da zemin büyütmesi ve 1 Ekim 1995 depreminde gözlenen hasarla ilişkisi”, Hacettepe Üni., Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, *Yerbilimleri Dergisi*, :27, 1-13.
- Yılmaz, Y. (1984) *Amanos Dağları'nın Jeolojisi (Cilt: 1-4)*, TPAO. Raporu, No: 1920 (Yayımlanmamış), Ankara.