



Ege Coğrafya Dergisi, 10 (1999), 83-124, İzmir
Aegean Geographical Journal, 10 (1999), 83-124, İzmir-TÜRKİYE

ADANA SİSMOTEKTONİK YÖRESİNDE DEPREMSELLİK VE DEPREM RİSKİ

The Seismicity and Seismic Risks in The Adana Seismotectonic Region

Lütfi İhsan SEZER

<lisezer@edebiyat.ege.edu.tr>

Summary

Earthquake is a natural disaster associated with geological and geomorphological events and gives rise to damage on human lives and properties. The tectonical earthquakes are most active in the vicinity of Adana. In this paper it is proposed to explain the effect of the earthquakes and the importance of the seismic risks.

The Adana seismotectonic region is located between 36.00°-38.50°N latitudes and 34.00°-38.00°E longitudes. The seismotectonic region occupies an area on Alp Mountains belt extending from Azores island to Indonesia region with its of the geological structure and morphotectonic features. The Adana seismotectonic region is controlled by subduction zone of Cyprus and Antakya-Maraş fault systems (the part of East Anatolia Fault Zone) and Karsantı-Karaisalı Fault Zone and Karataş-Osmaniye, Ecemiş, Elbistan fault groups. The African plate causes to move the fault systems when submerged under Anatolia plate. In the Post Alpine phase, known as the Neotectonic period, the mentioned area was

effected by vertical tectonic movements and dissected on all sides of the area. Here the active faults are the most important evidences for the subject under discussion and the epicenter coordinates support the evidences.

In this paper, firstly, it is proposed to investigate the earthquake activities collected from various record books and established relations with the earthquake occurrence on the June 27 th, 1998. Secondly, the records analyzed by means of Gumbel-Gutenberg-Richter methods and the results compared with İstanbul and İzmir seismotectonic areas. The obtained results are as the following:

The Adana seismotectonic region is located in the Mediterranean seismic region and all the earthquakes, occurring in the area, are under the effects of the active faults. The mentioned area occupies a place, especially on the first and second seismic zones of Turkey, but it also covers in certain areas the third and the fourth seismic zones.

The magnitude of about 75 % of all the earthquakes occurred in the vicinity Adana in the period 1900-1998 is less than 5.5 M; in other words the earthquakes aren't strong. The epicenter of about 27 % of all the earthquakes occurred in the same period is in the surroundings of the 37°N latitude and 35°E longitude. The magnitude of the strongest earthquake in the area is 6.3M, and it occurred both in December 1907, and on June 27, 1998. The Adana seismotectonic region with it 4.62 M modal maximum earthquake scale has a larger risk than İstanbul area (4.11 M), yet a smaller are than İzmir area (4.66 M). According to our statistical analysis, the earthquake to be occurred in the area is 6.34 M in the following one hundred years.

Özet

Depremler, “aniden bastıran, can ve mal kaybına yol açabilen büyük yıkım”olarak tanımlanabilen doğal afetlerin jeolojik-jeomorfolojik karakterli doğal afetler grubuna dahil olmaktadır. Adana ve çevresinde en etkin olan depremler ise *tektonik depremlerdir*. Bu çalışma, Adana sismotektonik yöresinin *depremsellik ve deprem riski bakımından tanıtılması amacıyla hazırlanmıştır*.

“Adana sismotektonik yöresi”, özellikle Ege Hendeği'nin doğu uzantısını oluşturan Kıbrıs dalma-batma zonu ile Antakya-Maraş graben sistemi (Doğu Anadolu Fayı) ile Karsantı-Karaisalı, Karataş-Osmaniye, Ecemiş ve Elbistan Faylarının denetimi altındadır. Jeolojik yapı ve morfo-

tektonik özellik bakımından birlik gösteren bu yöre, deprem verilerinin temininde ve bu verilerin sayısal analizinde kolaylık sağlanması amacıyla 36.00°-38.50°N *paralelleri* ve 34.00°-38.00°E *meridyenleri* ile sınırlanmıştır. Söz konusu sismotektonik yöre, jeolojik yapısı ve morfo-tektonik özelliği itibarıyla Türkiye ile birlikte Asor adalarından Endonezya'ya kadar uzanan Alpin Kuşak'ta yer tutmaktadır. "Adana sismotektonik yöresi", özellikle Ege Hendeği'nin doğu uzantısını oluşturan Kıbrıs dalma-batma zonu ile Antakya-Maraş graben sistemi (Doğu Anadolu Fayı) ile Karsanti-Karaisalı, Karataş-Osmaniye, Ecemiş ve Elbistan Faylarının denetimi altındadır. Afrika levhasının özellikle Kıbrıs dalma-batma zonu boyunca Anadolu karasının altına dalmasıyla yöredeki fay sistemlerinin domino taşları gibi kırırđanmasına neden olmaktadır. Yöre, son olarak Post Alpin dönemde Akdeniz Tektoniği / Neotektonik olarak bilinen dikey tektonik hareketlere maruz kalarak parçalanmıştır. Adana ve civarındaki diri faylar, bu konudaki en önemli kanıtlardır ve kaydedilen depremlerin episantr koordinatları da bu kanıtları kuvvetlendirmektedir.

Bu çalışmanın birinci kısmında çeşitli deprem kataloglarından elde edilen kayıtlara dayanılarak "Adana yöresindeki deprem etkinliği" 27 Haziran 1998 Adana depremi ile birlikte incelenmektedir. Çalışmanın ikinci kısmında ise standart sapma analizi ve Gumbel-Gutenberg-Richter yöntemlerinden yararlanılmak suretiyle, İstanbul ve İzmir sismotektonik yöreleri ile karşılaştırmalı olarak "Adana yöresindeki deprem riski" ortaya konulmaktadır ki, elde edilen sonuçlar özetle aşağıdaki gibidir :

Sismolojik bakımdan Akdeniz Deprem Kuşağı'nda yer alan yöre, yakın çevresindeki diri faylarla Türkiye'de I-IV. Deprem Zonu'nun sınırları içinde kalmaktadır. Tektonik hareketler günümüzde depremlerle devam ederek hayatı bir tehlike oluşturmaktadır. Nitekim yapılan analizlere göre, "Adana sismotektonik yöresi" nde M.S. 1900-1998 yılları arasında meydana gelen depremlerin yaklaşık % 75'inin yıllık maksimum büyüklükleri (magnitüdüleri: M) 5.5 M'den küçüktür, yani şiddetli deprem değildir. Aynı dönemde meydana gelen depremlerin % 27'sinin episantrı ise Adana enlemi (37°N) civarındadır. Aynı şekilde depremlerin episantrlarının çoğunluğu Adana boylamı (35°E) ve doğusunda (Antakya-Maraş grabeninde) toplanmaktadır. Bu yörede 1900-1998 yılları arasında meydana gelen depremlerin en büyüğu 6.3 M büyüklüğündedir ve Aralık 1907 ile 27 Haziran 1998 tarihlerinde olmuştur. "Adana sismotektonik yöresi", 4.62 M'lik modal maksimum deprem büyüklüğu ile İstanbul sismotektonik yöresinden (4.11M) daha büyük, İzmir sismotektonik yöresinden (4.66 M) daha düşük risk taşımaktadır. Adana yöresinde 100 yıl içinde meydana gelebilecek depremin büyüklüğu ise 6.34M kadardır.

GİRİŞ

Depremler, “aniden bastıran, can ve mal kaybına yol açabilen büyük yıkım”olarak tanımlanabilen doğal afetlerin jeolojik-jeomorfolojik karakterli doğal afetler grubunda yer almaktadır. Adana yöresinde etkin olan depremler ise bu gruptaki afetlerden *tektonik depremlere dahil olmaktadır* (Çizelge 1).

Bilindiği üzere, 27 Haziran 1998 Cumartesi günü Adana'da yerel saatle 16:56'da 6.3 Md (süre magnitudü) büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. US Geological Survey National Earthquake Information Center (USGS-NEIC), US The Incorporated Research Institutions For Seismology (IRIS), Kandilli Deprem Araştırma Enstitüsü (KOERI) ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi (ERD) verilerine göre, bu ana şoku 15 Temmuz 1998 saat 03:32 UTC itibariyle 220 artçıl deprem izlemiştir. Bunun sonucunda 145 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, çok sayıda konut ve iş yeri tamamen tahrip olmuş, yine çok sayıda konut ve iş yeri oturulamaz/kullanılamaz duruma gelmiştir. Bu afet nedeniyle Adana yöresinin depremselliğinin ve bu bakımdan taşıdığı *riskin ortaya konulması zorunlu olmuştur*.

Bu amaçla tarafımızdan yapılan çalışmanın birinci kısmında *yörenin deprem etkinliği 27 Haziran Adana-Ceyhan Depremi ile birlikte incelenmektedir*. Çalışmanın ikinci kısmında ise yörenin depremselliği analiz edilerek, İzmir ve İstanbul sismotektonik yöreleri ile karşılaştırmalı olarak deprem riski ortaya konulmaktadır.

Adana ve yakın çevresindeki tektonik hatlar, jeolojik-morfotektonik yapı ve sismik etki-yansıma bakımından dikkate alındığında, 36.00°-38.50°N *paralelleri* ile 34.00°-38.00°E *meridyenleri* arasında kalan saha, “Adana sismotektonik yöresi” olarak ayırt edilebilmektedir (Şekil 1). Bu yörenin herhangi bir yerinde meydana gelebilecek küçük ivmeli-uzun süreli ya da büyük ivmeli-kısa süreli depremlerin yüzey dalgaları, yörenin her tarafında hissedilebilir ve/veya tahribat yapabilir. Adana Büyükkent bütünündeki yapıların büyük bir çoğunluğunun intihara hazırlanırcasına gevşek zeminler üzerine inşa edildiği düşünülürse 27.06.1998 Cumartesi günü olduğu gibi, kuvvetli bir depremde *çok sayıda binanın tahrip olacağıının kestirilmesi* bir kehanet olmaz.

Bu sismotektonik yöre, Türkiye ile birlikte jeolojik yapısı ve morfo-tektonik özelliği itibariyle Asor adalarından Endonezya'ya kadar uzanan Alp-Himalaya Kuşak'ında yer tutmaktadır (Foto 1; Şekil 2). “Adana sismotektonik yöresi”, özellikle Ege Hendeği'nin doğu uzantısını oluşturan Kıbrıs dalma-batma zonu ve Antakya-Maraş graben sistemi (Doğu Anadolu Fayı) ile Göksun, Karataş-Osmaniye, Ecemiş ve Elbistan Faylarının denetimi altındadır.

Afrika levhasının özellikle Kıbrıs dalma-batma zonu boyunca Anadolu karasının altına dalmasıyla yöredeki fay sistemlerinin domino taşları gibi kırıldanmasına neden olmaktadır (Şekil 3, 4). Yöre, son olarak Post Alpin dönemde Akdeniz Tektoniği/Neotektonik olarak bilinen dikey tektonik hareketlere maruz kalarak parçalanmıştır. Adana ve civarındaki diri faylar, bu konudaki en önemli kanıtlardır ve kaydedilen depremlerin episantr koordinatları da bu kanıtları kuvvetlendirmektedir. Akdeniz Deprem Kuşağı'nda yer alan yöre, sismotektonik özellikleri nedeniyle Türkiye'de kısmen I-IV. Deprem Zonu'nun sınırları içinde kalmaktadır (Şekil 4, 5, 6).

Faylarla parçalanmış durumdaki yöre ve civarında meydana gelmesi olası olan depremler hayati bir tehlike oluşturmaktadır. Söz konusu tehlikenin önlenmesi şimdilik mümkün değildir. Durum böyle olmakla birlikte, olası deprem ya da depremler sırasında can ve mal kaybının asgari düzeyde olması için yetkili ve ilgililerce yapılacak çalışmalarda deprem etkinliği ile deprem riski değerlerinin dikkate alınması zorunluluğu vardır. Bu nedenle aşağıda öncelikle 27 Haziran 1998 Adana-Ceyhan Depreminin başlıca özellikleri belirtilerek, Adana yöresindeki deprem etkinliği üzerinde durulacak ve daha sonra deprem riski değerleri belirtilerek, yetkili ve ilgililere önemli bazı önerilerde bulunulacaktır.

27 Haziran 1998 Adana-Ceyhan Depreminin Başlıca Özellikleri

Yukarıda da belirtildiği üzere, KOERI verilerine göre 27 Haziran 1998 Cumartesi günü Adana'da yerel saatle 16:56'da (13:55:48.8 UTC) ilk belirlemelere göre 6.3 Md (süre magnitudü) büyüklüğünde 20 saniye kadar süren bir deprem meydana gelmiştir (Şekil 1). IRIS verilerine göre bu ana şokun P dalgaları, 1 dk 6.3 sn sonra Kahire'ye, 3 dk 34.4 sn sonra Moskova'ya, 5 dk 13.4 sn sonra Londra'ya, 9dk 30.8 sn sonra Pekin'e, 11 dk 18.4 sn sonra New York'a ve 15 dk 6.8 sn sonra Sidney'e ulaşmıştır. USGS-NEIC verilerine göre 6.2 Ms (yüzey dalgası magnitudü) büyüklüğündeki bu ana şoku biri 5.1 Md (süre magnitudü) büyüklüğünde (04.07.1998 saat 05:15) olmak üzere 15 Temmuz 1998 tarihi saat 03:32 UTC itibariyle magnitudleri 2-5.1 arasında değişen 220 artçı deprem izlemiştir (Şekil 7). Bunların tamamının odağı 0-30 km arasındadır. Yani, ana şok ve artçı depremler bütünüyle kabuk içinde meydana gelmiş sığ odaklı depremlerdir. Artçı depremlerin odakları, 18-24 km arasında yoğunlaşmaktadır (ERD: <http://sismo.deprem.gov.tr/>).

Antalya'dan Gaziantep'e Ankara'dan Kıbrıs'a kadar geniş bir alanda hissedilen ana şok ve artçı sarsıntılar 27-28.06.1998 tarihlerinde çeşitli medya organlarından (Milliyet, Radikal, Yeni Yüzyıl, Hürriyet ve Sabah Gazeteleri ile Kanal D ve NTV Online) edinilen bilgilere göre, özellikle PTT Evleri,

Dağlıoğlu, Gülbahçesi, Tepebağ, Kayalıbağ, Kiremithane, Bey, Hürriyet ve Baraj Yolu, Döşeme, 5 Ocak, Tepebağ, Kayalıbağ ve Ali Dede mahalleleri ile Obalar Caddesi'nde büyük hasar meydana gelmiştir. 145 vatandaşımızın hayatını kaybettiği Adana-Ceyhan depreminde Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi (ERD: <http://sismo.deprem.gov.tr/>)'ne göre 06.07.1998 tarihi itibarıyla 1113 konut ve 11 iş yeri tamamen tahrip olmuş, 9067 konut ve 210 iş yeri oturulamaz duruma gelmiş ve 21052 konut ve 581 iş yeri hafif hasar görmüştür (Foto 2-5). Earthquake Engineering Research Institute (EERI: <http://www.eeri.org>) den alınan bilgiye göre, deprem sırasında üç hastane, 6 okul ve bir köprü hasarlanmıştır.

Bunlarla birlikte Kızılkış köyü civarında toplam uzunluğu 1 km.ye varan yüzey kırıkları ve çatlakları oluşmuş, Göksun Fay Zonu boyunca Ceyhan nehrine paralel olarak civarda 150 cm.ye varan çökme, 50 cm.ye varan açılma olayları meydana gelmiştir. Özellikle Göksun Fay Zonu boyunca, tipik sıvılaşma olayları ve kum fışkırmaları da gözlenmiştir (ERD ve EERI).

US The Incorporated Research Institutions For Seismology (IRIS) verilerine göre 27.06.1998 Adana-Ceyhan depreminde Hiroşimaya atılan atom bombasının enerjisine yakın enerji açığa çıkmıştır. Açığa çıkan enerji tutarı, Gutenberg-Richter'in $\log E=1.8M+12$ şeklindeki denklemi (Tabban ve Gencoğlu 1975) ile 6.3 M için yapılan hesaplara göre, $6.35238520 \times 10^{23}$ erg'e/6077.12 gwh (gigawat saat)'e, bu miktar da yaklaşık saatte 8 milyar beygir gücüne eşdeğerdir.

USGS-NEIC, Harvard Üniversitesi Sismoloji Servisi ve ERD tarafından yapılan odak mekanizması/fay düzlemi çözümlerine göre (Şekil 8), 27.06.1998 Adana-Ceyhan depremi, sol yanal atımlı faylanmayı göstermekte ve merkez üssü Göksun Fay Zonu'na isabet etmektedir. Kozlu (1987)'ya atfen ERD (<http://sismo.deprem.gov.tr/>)'den alınan bilgilere göre Göksun Fay Zonu, Orta Eosen sonrası oluşmuştur. NE-GB doğrultusunda genellikle sol yönlü doğrultu atımlı fay karakteri taşımakta ve alüvyal örtü altında devam etmektedir.

Kayıtlara göre, bu deprem magnitüd bakımından eşi benzeri olmayan bir deprem değildir. Nitekim, Adana sismotektonik yöresinde son Adana-Ceyhan depremi ile birlikte 16 kez 5.5 M büyüklüğü erişilip aşılmıştır (Şekil 9). Bir başka sözle Adana ve civarında MS 11 yılından bu yana 16 büyük deprem felâketi yaşanmıştır. Söz konusu 16 depremin 8'inin büyüklüğü ise 6.0 M.e eşit ve daha büyüktür. Bunlardan biri 13 kişinin hayatını kaybettiği ve 2500 binanın hasarlandığı (KOERI) 20.03.1945 (6.0 M) Adana-Misis depremidir ve 27.06.1998 Adana-Ceyhan depreminden önce meydana gelen en büyük depremdir (Şekil 10).

ADANA SİSMOTEKTONİK YÖRESİNDE DEPREM ETKİNLİĞİ

M.S. 11-1920 Yılları Arasında (Tarihsel Dönemde) Deprem Etkinliği

Çizelge 2'de görüldüğü gibi, 1920 öncesinde yeteri kadar deprem kaydı bulunmamaktadır. Az sayıdaki tarihsel deprem kayıtlarına göre, M.S. 11-1920 yılları arasında yörede meydana gelen 40 depremin % 85'inin büyüklüğü 5.5 M'nin altındadır. Bu durumda şiddetli depremlerin oranı % 15 kadardır. En büyük deprem MS 29 Kasım 528 yılında Antakya'da olmuştur. Depremin şiddeti 10, büyüklüğü ise 7.5M'dir (Çizelge 3; Şekil 11). Bu depremde Antakya'daki tarihi şehrin surları, kapıları ve anıtları tamamen yıkılmış ve şehir kaybolmuştur (Ergin v.d. 1967). Pirazzoli v.d. (1993), 1986-1990'dan 1345±70 yıl öncesinde yani 6. yüzyılın ortalarında meydana gelen sismotektonik olayın (VI şiddetinde ve 5.17 M büyüklüğündeki 526 Samandağ depreminin) kıyıda 0.7-0.8 m kadar bir yükselmeye yol açtığını ifade etmektedirler ki bize göre, bu olayın X şiddetinde ve 7.5 M büyüklüğündeki 29 Kasım 528 Antakya depremi olduğu ihtimali daha kuvvetlidir (Çizelge 2).

Depremlerin zaman içinde yoğunlaştığı dönemler hakkında bilgi edinmek amacıyla yapılan frekans analizlerine göre, ayı belli olan 9 depremin 7'si Ekim, Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında yani, serin dönemde meydana gelmiştir (Çizelge 3; Şekil 12). Bu dönemdeki depremlerin % 6'sı 25 Kasım'la başlayan 7 günlük dönemde meydana gelmiştir. Bir başka sözle, depremlerin insanların genellikle zamanlarının çoğunluğunu kapalı ortamlarda geçirdiği ve ısınma araçlarının yandığı ve dolayısıyla da yangın tehlikesinin yüksek olduğu serin dönemde meydana geldiği belirtilebilir. Depremlerin istatistiksel olarak belli aylarda, haftalarda ya da saatlerde (gece-gündüz) toplanma göstermesi, depremler ile iklim arasında bir ilişkinin var olduğuna delil sayılamaz. Çünkü, yerkabuğu hava olaylarına özellikle basınç değişmelerine anında tepki verecek kadar mükemmel bir iletkenlik yeteneğine sahip değildir.

Depremlerin % 63 kadarının episantrı 36.00° - 36.25° kuzey enlemleri arasına yani, Kıbrıs dalma-batma zonu ile Antakya-Reyhanlı fayı ve Antakya-Ölü Deniz fay zonuna isabet etmektedir. Aynı şekilde bu depremlerin % 60'ının episantrı 36.00° - 36.25° doğu boylamlarına isabet etmektedir. Şu halde M.S. 11-1920 yılları arasındaki deprem verilerine göre, Antakya-Samandağ ve çevresi, Adana sismotektonik yöresinin en mobil/hareketli kesimi olmuştur (Şekil 13, 14). Tarihsel dönem depremlerin tamamının odak derinliği 0-20 km arasındadır (sığ depremlerdir, Çizelge 5; Şekil 15, 16).

M.S. 1920-1998 Yılları Arasında (Aletsel Dönemde) Deprem Etkinliği

Adana sismotektonik yöresinde M.S. 01.01.1920 ile 31.12.1997 tarihleri arasında meydana gelen *magnitüdü 4'e eşit ve daha büyük* 146 depremden sadece % 6'sının magnitüdü 5.5 M ve daha büyüktür, yani şiddetli deprem sınıfında yer alır (Çizelge 3). Bu şiddetli depremlerin en büyüğü ise 6.0 M büyüklüğündeki 20 Mart 1945 tarihli depremdir. Bunu 5.8 M ile 8 Nisan 1951, 5.7 M ile 5 Mayıs 1986, 5.6 M ile 22 Ekim 1952 depremleri izlemektedir (Çizelge 4 ; Şekil 12).

M.S. 1920-1998 yılları arasında depremler, Haziran ayında yoğunlaşmıştır (%14.38). Bu ayı yoğunluk sırasına göre Mayıs (%10.96), Nisan (%10.27) ile Temmuz ve Ocak ayları (%9.59) izlemiştir. Yedişer günlük dönemler/haftalar incelendiğinde, 3 Haziran ile başlayan hafta % 5.48'lik oranla en aktif geçen devre olarak dikkati çekmektedir. Bu devreyi % 4.79'ar oranla 13 Mayıs ve 1 Nisan haftaları ile % 4.11'er oranla 8 Temmuz ve 29 Temmuz haftaları izlemektedir (Çizelge 4 ve Şekil 12). Burada, depremlerin insanların genellikle boş zamanlarının çoğunluğunu açık hava altında geçirdiği ve ısınma araçlarına ihtiyaç duymadığı ve dolayısıyla da yangın tehlikesinin yok veya az olduğu sıcak dönemde yoğunlaşma gösterdiği dikkati çekmektedir. Bununla birlikte, depremlerinin % 45 kadarı 22.00-07.00 saatleri arasında kaydedilmiştir. Bir başka sözle, bu dönemdeki depremlerin % 45'i insanların genellikle uykuda bulunduğu 22:00-07.00 saatleri arasında meydana gelmiştir (Çizelge 6).

USGS tarafından hazırlanan Dünya Kabuk Kalınlığı Haritası'na (Şekil 16) göre yöredeki kabuk kalınlığı yaklaşık 40 km kadardır. Bu durumda depremlerin % 75 kadarının odak derinliği yer kabuğu içinde (0-40 km derinlikte) olduğu anlaşılmaktadır. Bir başka deyişle, M.S. 1920-1998 yılları arasındaki depremlerin % 25 kadarının özellikle Kıbrıs dalma-batma zonu boyunca Afrika levhasının Anadolu levhasının altına daldığı kesimde meydana gelen termal konveksiyonel akıntılarının yer kabuğunu ve dolayısıyla fay sistemlerini hareketlendirmesine, geri kalan % 75'inin ise muhtemelen bu hareketlerle bağlantılı olarak meydana gelen kabuk içi oturmalara bağlanabilir.

Depremlerin episantr koordinatlarının % 65 kadarı 37.00°-38.00°N enlemleri arasına % 44 kadarı da 35.75°-36.50°E boylamları arasına isabet etmektedir ki bu değerler, Karataş-Osmaniye fay zonu ile Antakya-Maraş graben sistemini işaret etmektedir. Bu durumda, M.S. 1920-1998 yılları arasında Karataş-Osmaniye fayı ile Antakya-Maraş graben sisteminin son derece aktif olduğu anlaşılmaktadır. 27 Haziran-15 Temmuz 1998 Adana depremleri söz konusu aktivitenin tanık olunan son göstergeleridir (Şekil 4, 5).

YILLIK MAKSİMUM DEPREMLER VE DEPREM RİSKİ

36.00°-38.50°N enlemleri ile 29.50°-31.50°E boylamları arasında kalan saha, Adana sismotektonik yöresi olarak kabul edilmek suretiyle, deprem riskinin belirlenebilmesi amacıyla Türkiye Deprem Katalogları, Deprem Araştırma Bültenleri, Kandilli Deprem Araştırma Merkezi (KOERI) ile US Geological Survey-National Earthquake Information Center (USEGS-NEIC)'in internet üzerindeki Türkiye depremlerine ilişkin sanal arşivlerinden alınan deprem kayıtlarından yararlanılarak bir dizi istatistiksel analiz gerçekleştirilmiştir. Analizler için 1899-1999 arasındaki 100 yıllık süre içinde meydana gelen magnitüdü 4'e eşit ve daha büyük olan yıllık maksimum depremler esas alınmıştır (yıl içinde meydana gelen magnitüdü en büyük deprem, yıllık maksimum deprem kabul edilmiştir). Şiddeti belli magnitüdü belirsiz depremlerin magnitüdüleri ise " $M = 0.59 I_0 + 1.63$ " bağıntısı ile hesaplanmıştır (bağıntı için bkz. Tezcan v.d. 1979). Sayfa sınırlaması nedeniyle, analizlerden sadece bazılarının sonuçları özetlenmiştir.

Gözlenen Frekaslar

Odak derinliği-frekans ilişkisi.— Yıllık maksimum depremlerin yaklaşık % 70 kadarının odak derinliği 0-40 km arasındadır. Yaklaşık % 30 kadarının odak derinliği ise 40-110 km arasındadır (Çizelge 5; Şekil 15, 16). Buna göre, Kıbrıs dalma batma zonunun oldukça aktif olduğu bu nedenle de yörenin şiddetli deprem potansiyelinin yüksek olduğu belirtilebilir.

Zaman-frekans ilişkisi.— Aylar itibariyle magnitüdü 4'e eşit ve daha büyük olan yıllık maksimum depremlerin oranı, yoğunluk sırasıyla Aralık (% 16.95), Haziran (% 15.25), Ocak (% 11.86) ve Nisan (% 10.17) aylarında % 10'u aşmaktadır Depremlerin % 58 kadarı, Ekim-Nisan ayları arasındaki serin kış yarı yılına karşılık gelmektedir. İnsanların genellikle kapalı mekanlarda bulunduğu kış yarı yılındaki bu yoğunluk, olası deprem sonuçlarının yangın olasılığıyla birlikte çok tehlikeli boyutlara ulaşabileceğinin işareti olarak kabul edilebilir. Yıl içinde en kritik 7 günlük devreler olarak % 6.78'lik oranlarla 24 Haziran (27 Haziran depremi ile tekrarlandı) ve 1 Ocak haftaları ile % 5.08'lik oranlar ile 18 Mart, 1 Nisan, 10 Haziran, 16 Aralık ve 23 Aralık haftaları dikkati çekmektedir. İnsanların genellikle uykuda bulunduğu 22.00-07.00 saatleri arasında meydana gelen depremlerin oranı ise oldukça büyüktür (% 56). Adana yöresinde yıl içinde meydana gelen en büyük depremlerin kış yarı yılında ve uyku zamanında yoğunlaşması, Adana sismotektonik yöresinin yüksek risk altında bulunduğunu göstermektedir (Çizelge 4, 6 ; Şekil 12).

Matematik konum-frekans ilişkisi.— Adana sismotektonik yöresinde enlem ve boylam sınıfları birlikte incelendiğinde (Çizelge 7), Karataş-Feke enlemleri (36.50°-37.75°N) ile Yumurtalık-Osmaniye boylamları (35.75°-36.25°E) arasında kalan saha (Karataş-Osmaniye fay zonu ile Antakya-Maraş grabeni arası) episantr yoğunluğu bakımından yüksek risk altında (% 26) bulunmaktadır. Bu özellik, yöredeki Göksun ve Amanos fay zonlarının diğerlerine göre daha çok aktif olduğunu göstermektedir (Şekil 4, 5).

Magnitüd-frekans ilişkisi.— Çizelge 3 ve Şekil 11'de verilen deprem sayılarının magnitüdlere dağılımı incelendiğinde, Adana sismotektonik yöresinde 1899-1999 yılları arasında meydana gelen yıllık maksimum magnitüdlерinin % 89'unun 5.5 M.den daha küçük olduğu görülür. Bir başka sözle, Adana sismotektonik yöresinde 1899-1999 yılları arasında meydana gelen depremlerin % 11'i şiddetli deprem ($M \geq 5.5$) niteliği taşımaktadır. M.S. 11-1999 yılları arasında 16 kez M 5.5 sınırı erişilip aşılmıştır (Çizelge 2; Şekil 9, 10).

Muhtemel Frekanslar ve Magnitüdlер

Shewhart standart sapma analizine göre (Şekil 17), Adana sismotektonik yöresinin hareketliliğine uygun olarak yörede meydana gelen ve meydana gelecek olan yıllık maksimum depremlerin magnitüdlерinin 4.04 M ile 5.74 M arasında olması, % 95 olasılıkla normal görünmektedir. Bu değer, yörenin deprem yönünden oldukça aktif olduğunu göstermektedir. Nitekim, yukarıda belirtildiği gibi yörede M.S. 11-1999 yılları arasında 16 kez M 5.5 sınırı erişilip aşılmıştır. Bunların 12'si son yüzyıl içinde (1899-1999 yılları arasında) meydana gelmiştir (Şekil 9). Bu durumdan da yörenin 1899-1999 döneminde tektonik bakımdan oldukça aktif olduğu anlaşılmaktadır.

Gumbel-Gutenberg-Richter yöntemine göre, yıllık maksimum magnitüdlерle bayağı logaritmalar arasında çok kuvvetli doğrusal bir ilişki bulunmaktadır (% 98.6):

Yapılan analizlerin sonuçlarına göre, Adana sismotektonik yöresinde ortalama maksimum yıllık magnitüd 4.37 M (İzmir'de 4.77 M, Muğla'da 4.90 M), bunun yıllık riski % 85.4 (İzmir'de % 56.3, Muğla'da % 43.9); modal maksimum yıllık magnitüd 4.62 M (İzmir'de 4.66), yıllık riski % 63.2; 100 yıl içindeki en yüksek yıllık maksimum magnitüd 6.34 M (İzmir yöresinde 7.3 M, Muğla yöresinde 7.33 M), yıllık riski % 1'dir (Çizelge 8).

5.5 M büyüklüğündeki yıllık maksimum deprem, % 9 riskle yaklaşık 11 yılda bir kez kaydedilebilir ve ekonomik ömrü 50 yıl olan yapılarda % 99 ihtimalle hasar yapabilir.

6.3 M büyüklüğündeki (27 Haziran 1998 Adana-Ceyhan depreminin magnitüdü) bir depremin 1998 yılını izleyen ilk 5 yıl içinde kaydedilme riski ise % 5.4 kadardır. 7.0 M büyüklüğündeki yıllık maksimum depremin 1998 yılını izleyen ilk 25 yıl içinde kaydedilme riski % 4'tür.

Her yıl tekrarlanabilecek yıllık maksimum magnitüd 4.62 M'dir. Bu değer İzmir'de 4.66 M, Muğla'da 4.57 M'dir (Çizelge 8). Bu durumda Adana sismotektonik yöresi, modal maksimum bakımından İzmir ve Muğla sismotektonik yöreleri ile yaklaşık aynı risk altında olduğu ortaya çıkmaktadır.

100 yıl içinde kaydedilebilecek depremin büyüklüğü ise Adana sismotektonik yöresinde 6.34 M, İzmir sismotektonik yöresinde 7.30M, ve Muğla sismotektonik yöresinde 7.33 M'dir. Bu değerlere göre, 100 yıllık bir periyod kapsamında Adana sismotektonik yöresi, İzmir ve Muğla sismotektonik yörelerine nispeten daha düşük şiddette depremlere maruz bulunmaktadır (Çizelge 8).

Adana sismotektonik yöresinde normal yapılar en az 5.46 M, kamu yapıları ise en az 5.73 M büyüklüğündeki bir depreme dayanıklı olacak biçimde inşa edilmelidir. Bu değerler, aynı sırada olmak üzere; İzmir yöresinde 5.95 M ve 6.36 M, İstanbul yöresinde 6.03 M ve 6.64 M, Muğla yöresinde 5.92 M ve 6.35 M'dir (Çizelge 8).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak 37.00°-38.50°N paralelleri ile 34.00°-38.00°E meridyenleri arasında kalan Adana sismotektonik yöresi, tektonik bakımdan oldukça aktif bir özellik taşımaktadır. Sık sık orta şiddette depremlere sahne olmuştur ve olmaya devam edecektir. Yörede 27 Haziran 1998 Adana-Ceyhan depremi dışında son yıllarda şiddetli bir deprem olmamıştır. Bu durum, yörede yakın bir zamanda açığa çıkması muhtemel büyük bir enerji birikiminin henüz olmadığı belirtilebilir. Bununla birlikte orta şiddette depremlerin olmaya devam etmesi kuvvetle muhtemel görünmektedir. Bu nedenle, depremlere hazırlık bakımından yöre halkının bilinçlendirilmesi, arazi kullanımı ve inşaatlar için sağlam mekânların belirlenmesi, depreme dayanıklı yapıların inşa edilmesi, can kaybının en aza indirilmesi, afetzedelere ilk yardım ve kurtarma gibi konularda, başta yetkili ve ilgililer olmak üzere yörede yaşayanlara, aşağıda sıralanan önerilerde bulunmayi yerinde gerekli görülmektedir:

- Her şeyden önce, içinde jeolog, jeomorfoloğ, coğrafyacı, jeofizikçi, inşaat mühendisi, mimar, ergonomist, iş adamları, sağlıkçılar ile siyasî ve idarî yetkililerin yer alacağı yapılacak çalışmaları yönlendirecek bir uzmanlar

heyeti, bununla birlikte alınan kararların uygulanıp uygulanmadığını denetleyecek bir denetleme kurulu oluşturulmalıdır.

- Uzmanlar heyeti tarafından yörenin *zemin sınıflandırması* yapılarak, en az 1/10000 ölçekli *depremsellik (sismisite) haritası* hazırlanmalıdır. Hazırlanan bu haritaya göre yeni yerleşme yerleri ve yapı inşaat alanları belirlenmeli, bir başka sözle arazi kullanım planlaması yapılmalıdır. Zemini sağlam olmayan mekânlar, mümkünse tarıma ayrılmalı, her ne sebeple olursa olsun bu alanlara kesinlikle inşaat izni verilmemelidir. Bu konuda siyasî ve idarî müeyyideler getirilmelidir.
- Yöre içindeki bütün yapılar incelenerek, depremlere dayanıklılık derecelerini ve yapıların doğal ömürlerini içeren ayrıntılı bir rapor hazırlanmalıdır. Bu raporlar, bir yandan özellikle deprem-bina ömürleri konusunda yapılacak bilimsel çalışmalara ışık tutacak diğer yandan da insanların sağlam konut ve işyeri alım ve kullanım seçimine kolaylık getirecektir. İnsanların bu seçimleri ise inşaat sektöründe kaliteyi teşvik edecektir. Bu bağlamda, emlak alım-satımları sırasında konut ve işyerlerinin depreme dayanıklılık derecelerinin belirtilmesi hususu yasaya bağlanmalıdır. Bu nedenle söz konusu rapor tamamlanıp yeni yasal uygulamalar geliştirilinceye kadar planlanmış bütün inşaatları, geçici olarak ertelenmeli, inşaatı başlamış olan yapıların inşaatları da geçici olarak durdurulmalıdır.
- Deprem sırasında ve sonrasında sağlık hizmetlerinin verilebileceği ve insanların barınabileceği, binalardan uzakta depremedelerin konaklayabileceği, sahra hastanelerinin kurulabileceği alanlar hazırlanmalı ve sığınaklar yapılmalıdır.
- Konunun uzmanlar heyeti tarafından yöre için standart az ve çok katlı yapı tipleri ve konumları belirlenmeli ve uygulanması için yetkili ve ilgililere iletilmelidir.
- Konunun uzmanları tarafından deprem koşullarına uygun standart mobilya tipleri, büyüklükleri ve konumları belirlenerek, uygulanması için yetkililere ve ilgili iş adamlarına iletilmelidir. Ağır ve büyük ev ve iş yeri eşya ve malzemelerinin depremler sırasında devrilip can kaybına yol açtığı ve açacağı düşünülerek, bu konuda üreticiler ve kullanıcılar eğitilip bilinçlendirilmelidir.
- Depremlerdeki can ve mal kayıplarının çoğu, büyük ölçüde yanlış arazi kullanımı ve yapılaşmadan, panikten, yangından, ilk yardım ve kurtarma hatalarından kısacası konu ile ilgili bilgisizlikten kaynaklanmaktadır. Türkiye, konunun bir sonucu olarak bütünüyle iklimik ve jeolojik-jeomorfolojik doğal afetlere sahne olmaktadır. Bu nedenle büyük risk

altında bulunan bu yörede yaşayanlara depremlerle birlikte ortak yaşama bilinci kazandırılmalıdır. Bunun için de öncelikle yetkililerce, her yaştan insanı kapsayan bir eğitim programı hazırlanarak, en kısa zamanda uygulamaya konulmalıdır. Bu kapsamda deprem sırasında insanların nasıl davranması gerektiği hususunda, yazılı-resimli afişler hazırlanarak, bütün resmi kurum ve kuruluşlara gönderilmeli, insanların kolaylıkla görebileceği yerlere asılmalıdır. Örneğin, bu afişlerde belirtilmesi gereken başlıca uyarılar şunlar olabilir:

- Deprem sırasında paniğe kapılmayınız.
- Ana şok sırasında, bina içinde iseniz, ana şok geçinceye kadar bina içinde kalınız:

Salon gibi geniş iç mekânlardan, pencere ve balkonlardan, ağır ve büyük eşyalardan ve asansörlerden uzaklaşınız, yanan ateşleri/ocakları söndürünüz, elektrik devrelerini kapatınız. Koridora veya hole geçiniz, çömelerek ağır masa veya sıra altına giriniz ve masa ya da sıranın bir ayağından sıkıca tutunuz, çömelerek kapı eşiklerine veya köşe yerlerde duvar kenarlarında sininiz. Ana şok geçince ilk fırsatta binalardan uzakta geniş ve açık alanlara çıkınız. Yetkililerden "konuta dön!" çağrısı almadan binaya girmeyiniz.
- Ana şok sırasında, bina dışında iseniz, ana şok geçinceye kadar bina dışında, büyük yapılardan uzak geniş alanlarda kalınız.
- Ana şok sırasında, otomobil içinde iseniz, yapılardan uzakta motoru durdurunuz ve ana şok geçinceye kadar bekleyiniz!
- Yetkililerce, mümkün olan en kısa sürede ilk yardım ve kurtarma ekipleri kurularak eğitimleri sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Ardos, M., 1979. *Türkiye Jeomorfolojisinde Neotektonik*. İstanbul Üniv. Yay. No. 2621, Coğrafya Enst. Yay. No. 113, İstanbul.
- Atalay, İ., 1987. *Türkiye Jeomorfoljisine Giriş*. (Genişletilmiş 2. baskı). Ege Üniv. Edebiyat Fak. Yay. No. 9, İzmir.
- Ayhan, E., 1988. "Türkiye'de 1881-1988 yılları arasında oluşmuş şiddetli depremler". *Deprem Arşt. Bülteni*. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşl. Gn. Müd. Deprem Arşt. Dairesi Yay. S. 61, Ankara.
- Baykal, F., 1966. *1/500000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Sivas Paftası*. MTA Yay. Ankara.

- Bayülke, N., 1981. "Depreme dayanıklı betonarme yapı tasarımı üzerine notlar". *Deprem Arşt. Bülteni*. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşl. Gn. Müd. Deprem Arşt. Dairesi Yay. S. 32, Ankara, s. 1-52.
- Bingöl, E., 1976. "Batı Anadolu'nun jeotektonik evrimi". *MTA Enst. Derg.* S. 86, Ankara, s. 14-33.
- Dubertret, L., 1973. *1/500000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası İzmir Paftası* MTA Yay. Ankara.
- Ergin, K.-Güçlü, U.-Uz, Z., 1967. *Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu*. (M.S. 11 yılından 1964 sonuna kadar). İstanbul Teknik Üniv. Maden Fak. Arz Fiziği Enst. Yay. No. 24. İstanbul.
- Ergin, K.-Güçlü, U.-Aksay, G., 1971. *Türkiye ve Dolaylarının Deprem Kataloğu*. (1965-1970). İstanbul Teknik Üniv. Maden Fak. Arz Fiziği Enst. Yay. No. 28. İstanbul.
- Erinç, S., 1982. *Jeomorfoloji I* (Genişletilmiş 3. baskı). İstanbul Üniv. Edebiyat Fak. Yay. No. 2931. İstanbul.
- Kalafat, D.-Gürbüz, C.-Üçer, S.B., 1987. "Batı Türkiye'de kabuk ve üst manto yapısının araştırılması". *Deprem Arşt. Bülteni*. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşl. Gn. Müd. Deprem Arşt. Dairesi Yay. No. 59, Ankara, s. 43-64.
- Ketin, İ., 1963. *1/500000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Kayseri Paftası* MTA Yay. Ankara.
- Ketin, İ., 1977. *Genel Jeoloji. C. I. Yerbilimlerine Giriş*. İstanbul Teknik Üniv. Kütüp., S. 1096, İstanbul.
- Ketin, İ., 1983. *Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış*. İstanbul Teknik Üniv. Kütüp., S. 1259, İstanbul.
- Omote, S.-İpek, M., 1964. *Türkiye'nin Sismisitesi*. İstanbul Teknik Üniv. Kütüp. S. 527, Sismoloji Enst. Yay. No. 19, Kutulmu? Matb., İstanbul.
- Ozansoy, F., 1960. "Ege bölgesi karasal Senozoik stratigrafisi (Balıkesir güneyi, Soma-Bergama, Akhisar-Manisa ve kısmen Tire)". *MTA Enst. Derg.* S. 55, Ankara, s. 1-25.
- Pirazzoli, P. A.-J. Laborel-J. F. Saliège-O. Erol-İ. Kayan-A. Person, 1993. "Hatay'da yükselmiş Holosen kıyı çizgileri paleoekolojik ve tektonik

- değerlendirmeler". Çeviren: İ. KAYAN. *Ege Coğrafya Derg.* S: 7. İzmir. s. 43-76.
- Sezer, L.İ., 1996a. *Muğla Sismotektonik Yöresinde Depremsellik ve Deprem Riski*. Yayınlanmamış araştırma raporu. İzmir.
- Sezer, L.İ., 1996b. *İzmir Sismotektonik Yöresinde Depremsellik ve Deprem Riski*. Yayınlanmamış araştırma raporu. İzmir.
- Sezer, L.İ., 1998a. "Selçuk (İzmir) Sismotektonik Alt Yöresinde Depremsellik ve Deprem Riski / The Seismic Activity and Seismic Risk in The Selçuk (İzmir) Suburb". *Birinci Uluslararası Selçuk Sempozyumu (The First International Symposium of Selçuk): Geçmişten Günümüze Selçuk (From Past To Present)*. 4-6 Eylül 1997. *Bildiri Kitabı*. İzmir, s. 87-102.
- Sezer, L.İ., 1998b. "Doğal Afetler ve Kent". *İzmir Yerel Gündem 21. İzmirin Kentleşme-Çevre-Göç Sorunları ve Çözüm Önerileri Kentleşme Raporu. 1. Cilt. Haziran 1998*. İzmir, s. 47-76.
- Sezer, L.İ., 1998c. "Isparta-Burdur Sismotektonik Yöresinde Depremsellik ve Deprem Riski". *Ispartanın Dünü, Bugünü ve Yarını Sempozyumu II. 16-17 Mayıs 1998. Bildiri Kitabı*. Isparta (Baskıda).
- Sipahioğlu, S., 1979. "Büyük Menderes alçalımı ile Menderes Masifi yükseliminin sınırını oluşturan kuşağa uygulanan bir deprem öncesi çalışması". *Deprem Arşt. Bülteni*. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşl. Gn. Müd. Deprem Arşt. Dairesi Yay. S. 25, Ankara.
- Sipahioğlu, S., 1984. "Kuzey Anadolu fay zonu ve çevresinin deprem etkinliğinin incelenmesi". *Deprem Arşt. Bülteni*. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşl. Gn. Müd. Deprem Arşt. Dairesi Yay. S. 45, Ankara.
- Şengör, A.M.C., 1982. "Ege'nin neotektonik evrimini yöneten etmenler". *T.J. Kurultayı Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Volkanizması Panel Kitabı*. Ankara, s.59-71.
- Tabban, A.-S. Gencoğlu, 1975. *Deprem ve Parametreleri*. İmar ve İskân Bakanlığı Afet İşl. Gn. Müd. Deprem Arşt. Enst.Yay. Ankara.
- Tezcan, S.-Acar, Y.-Çivi, A., 1979. "İstanbul için deprem riski analizi". *Deprem Arşt. Bülteni*. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşl. Gn. Müd. Deprem Arşt. Dairesi Yay. S. 26, Ankara, s. 5-34.

Tolun, N., 1973. 1/500000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Hatay Paftası. MTA Yay. Ankara.

Bu çalışmada yararlanılan başlıca internet

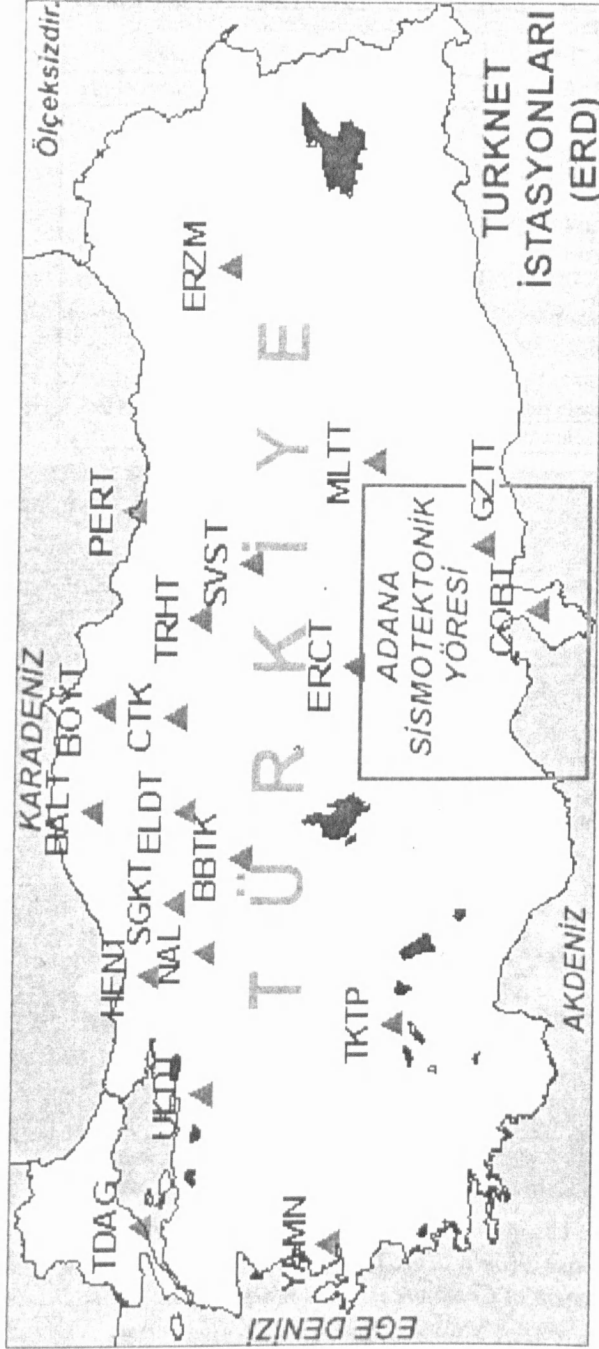
(www : world wide web) adresleri

KOERI	: http://www.koeri.boun.edu.tr/seismo/rearq.html
USGS	: http://www.neic.cr.usgs.gov/neis/bulletin/bulletin.html
IRIS	: http://www.iris.washington.edu/seismic/60_2040_1_8.html
SYNAPSE	: http://synapse.ru/cgi-bin/eq
HARVARD UNIV.	: http://www.seismology.harvard.edu/
ERD	: http://www.deprem.gov.tr/
ERD	: http://sismo.deprem.gov.tr/
EERI	: http://www.eeri.org/
TÜBİTAK	: http://www.nemrut.mam.gov.tr/
NTV	: http://www.ntv.com.tr/
KANAL D	: http://www.kanald.com.tr/
MİLLİYET GZT.	: http://www.milliyet.com.tr/
RADİKAL GZT.	: http://www.radikal.com.tr/
HÜRRİYET GZT.	: http://www.hurriyet.com.tr/
SABAH GZT.	: http://www.sabah.com.tr/
YENİ YÜZYIL G.	: http://www.yeniyuzyil.com.tr/

METEOROLOJİK KARAKTERLİ AFETLER	JEOLOJİK-JEOMORFOLOJİK KARAKTERLİ AFETLER	
	Depremler	Kütle Hareketleri
<i>Sel felâketleri</i>	<i>Tektonik depremler</i>	Sürünmeler
Fırtına felâketleri		Soliflüksiyon
Kuraklık		Kaya/blok kaymaları
Don olayları		Yamaç döküntüleri ve kaya çığları
Dolu zararları	Volkanik depremler	Heyelanlar
Kar çığları		
Ozon seyrelmesi		
Hava kirliliği		
İklim değişimleri		
Göl ve denizlerde seviye yükselmeleri	Çökme depremleri	

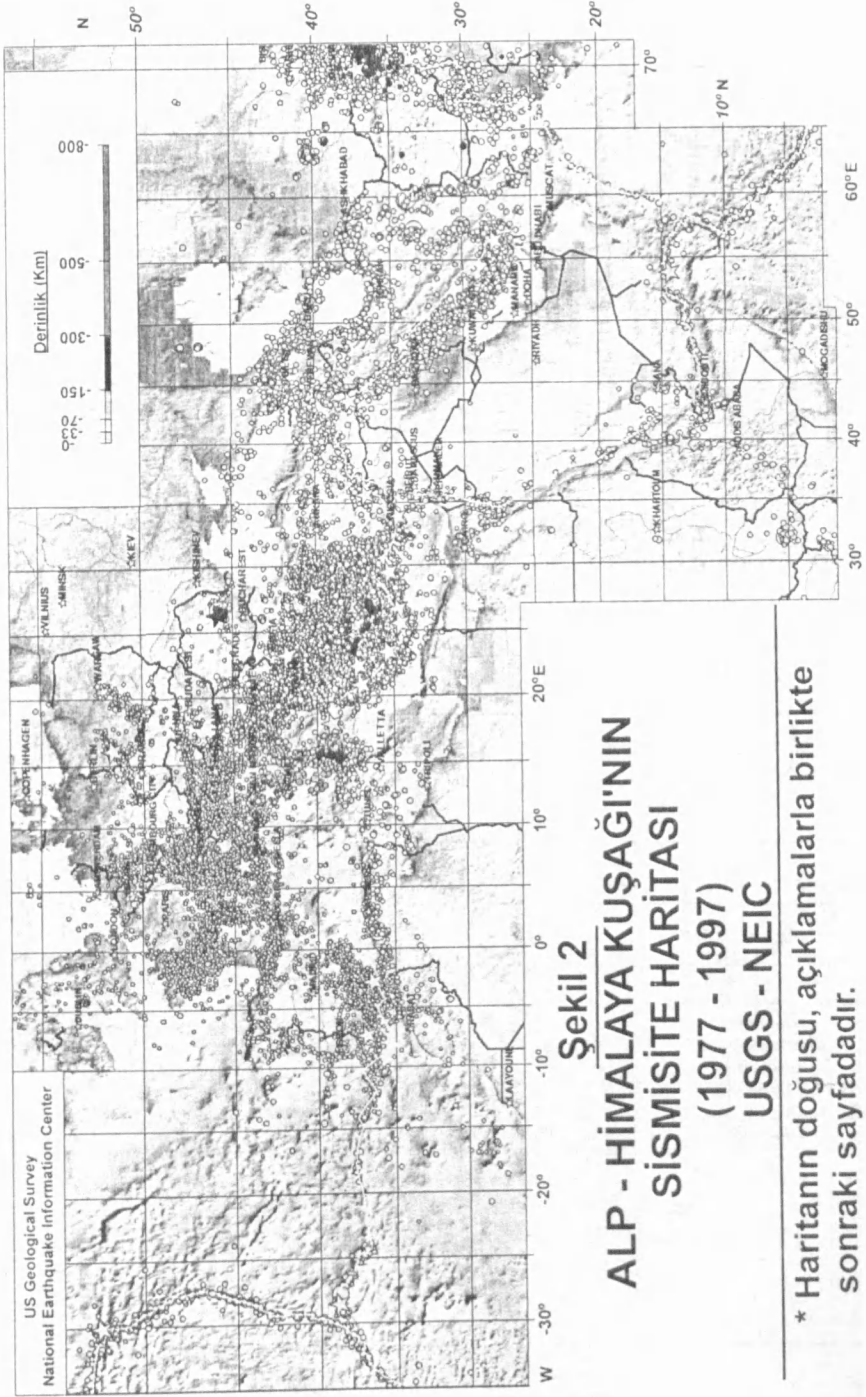


Foto 1 : Alpin kıvrım kuşağının görünümü (The Marine Geology and Geophysics Division of the National Geophysical Data Center operated by the United States Department of Commerce). Şekil 2 ile karşılaştırmız.



Şekil 1 : Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi (ERD) TURKNET istasyonları haritasında "Adana Sismotektonik Yöresi" (36.0° - 38.5° N x 34.0° - 38.05° E: dikdörtgen)in Türkiye'deki konumu. Haritadaki üçgenler, adları kısaltılmış istasyonların yerlerini işaret etmektedir.

Örneğin; YAMN: Yamanlar'ın, GZTT: Gaziantep Türknet'in, ERCT: Erçiyas Türknet'in kısaltılmış şeklidir.



* Haritanın doğusu, açıklamalarla birlikte sonraki sayfadır.

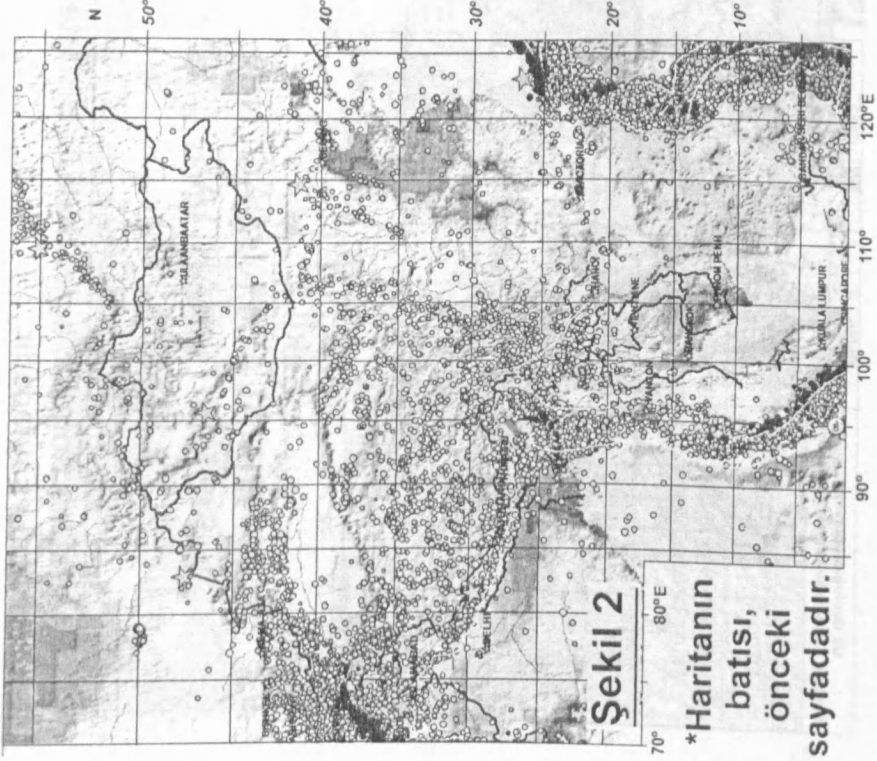
SEKİL 2'NİN AÇIKLAMASI

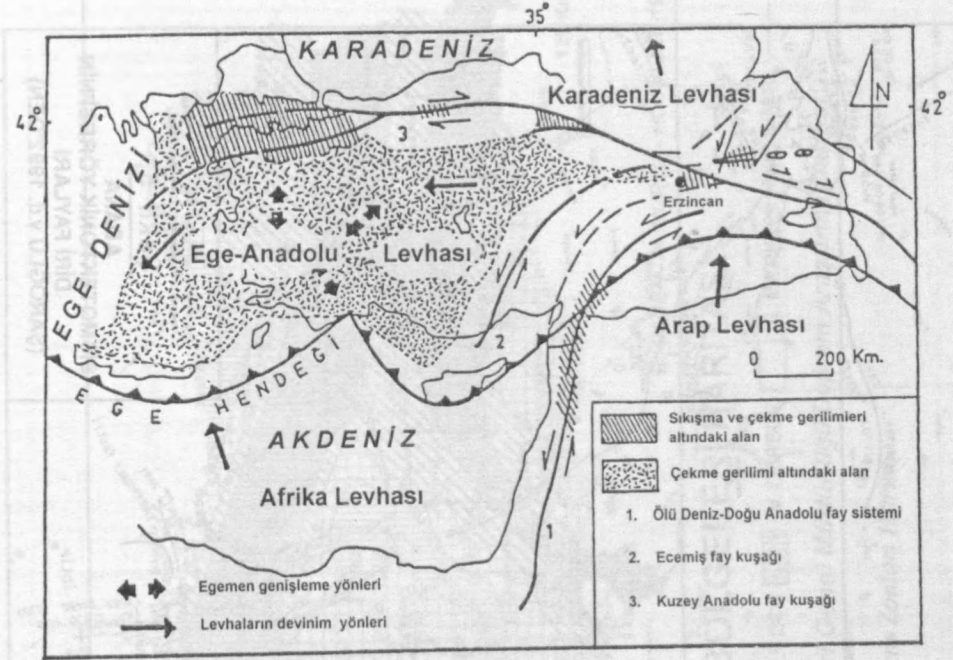
Alp-Himalaya Kuşağının Sismisite (episantr dağılımı) Haritası, 27 Haziran 1998 ile 02 Ekim 1998 tarihleri arasında US Geological Survey National Earthquake Information Center (USGS-NEIC) tarafından internete anlık olarak yayımlanan 100'ü aşkın renkli sanal deprem haritasının bilgisayar ortamında (sanal ortamda) kes-yapıştır yöntemiyle bütünleştirilmesi suretiyle oluşturulmuş ve ikiye bölünerek bu çalışmaya eklenmiştir.

Harita, 1977-1997 yılları arasında meydana gelen bütün depremleri içermektedir.

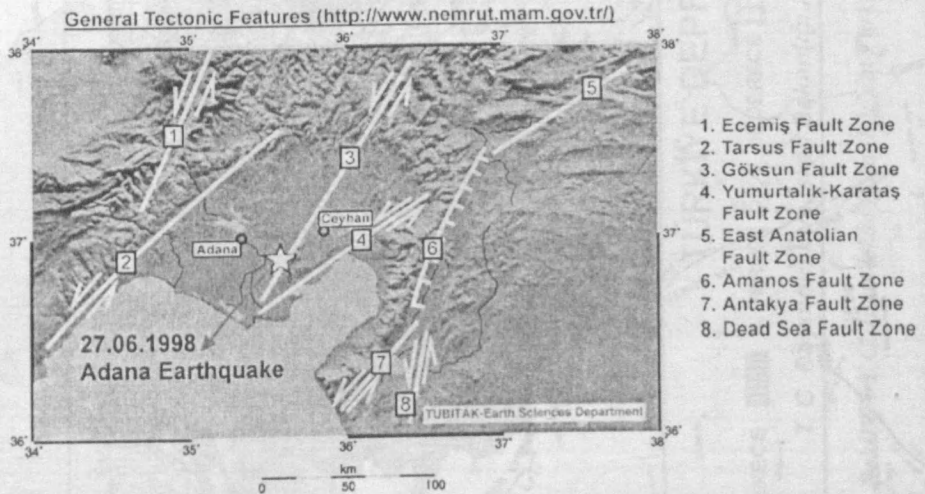
Haritadaki :

- Büyük yıldızlar, meydana gelen en son depremleri derinlik sınıflarına göre göstermektedir.
- Küçük beyaz yıldızlar, ülkelerin başkentleridir.
- Küçük daireler, depremlerin dış merkezleri/episantrlarıdır. Bunların renkleri, depremlerin odak (iç merkez / hiposantr) derinliklerini işaret etmektedir.
- Ülke sınırları kalın siyah çizgilerle, levha sınırları ise gri çizgilerle gösterilmiştir.

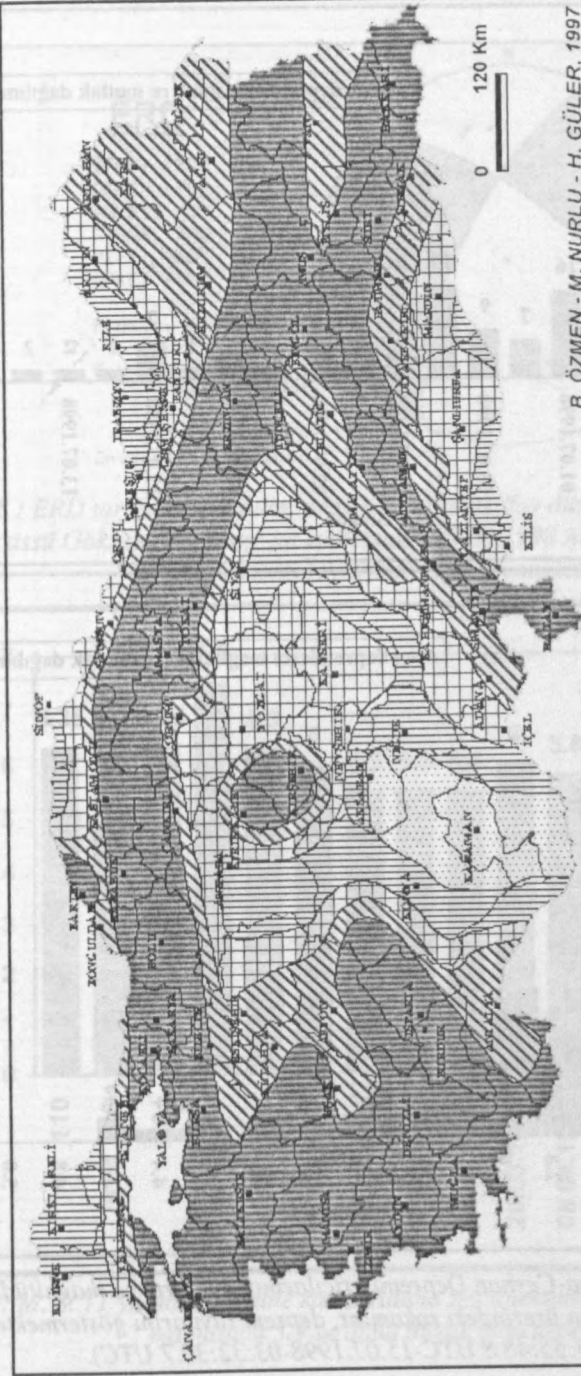




Şekil 3 : Türkiye ve yakın çevresinin tektonik yapısı (Koçyiğit'e atfen Kalafat v.d. 1987'den).



Şekil 4 : Adana sismotektonik yöresindeki başlıca faylar (TÜBİTAK: <<http://www.nemrut.mam.gov.tr/>>).



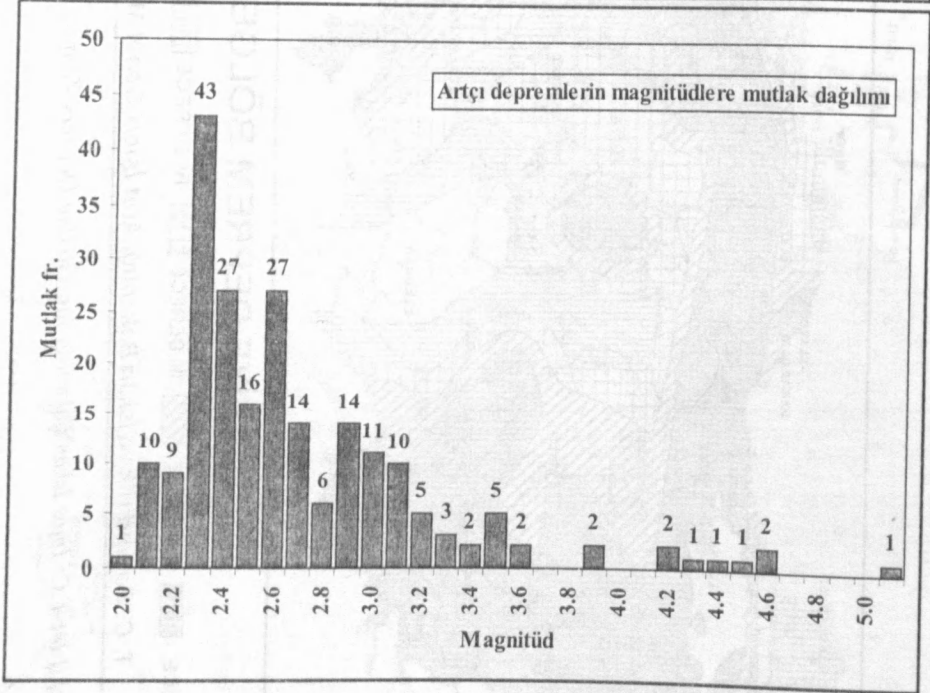
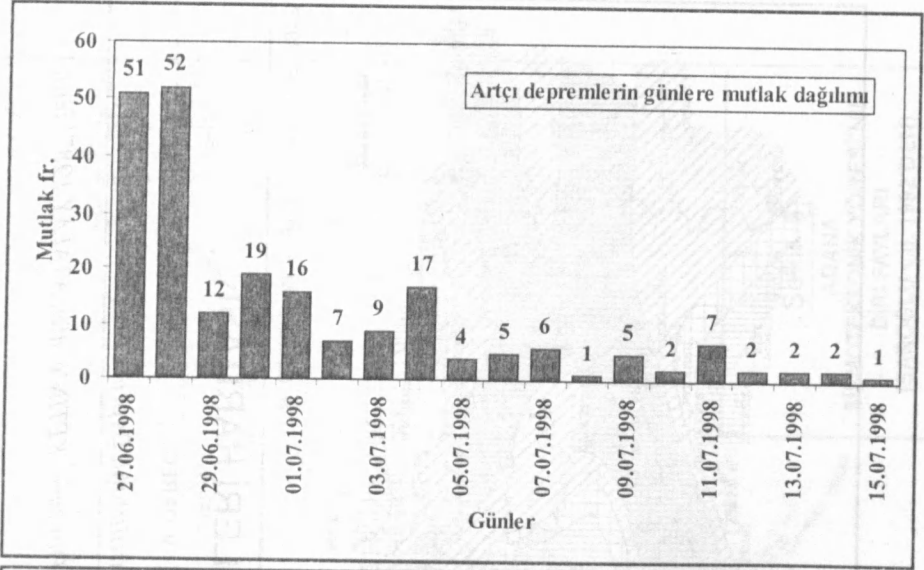
B. ÖZMEN - M. NURLU - H. GÜLER, 1997

TÜRKİYE DEPREM BÖLGELERİ HARİTASI

I. DERECE ■■■■■ II. DERECE ▨▨▨▨ III. DERECE ▧▧▧▧ IV. DERECE ▩▩▩▩ V. DERECE ●●●● İL MERKEZİ ■ İL SINIRI —

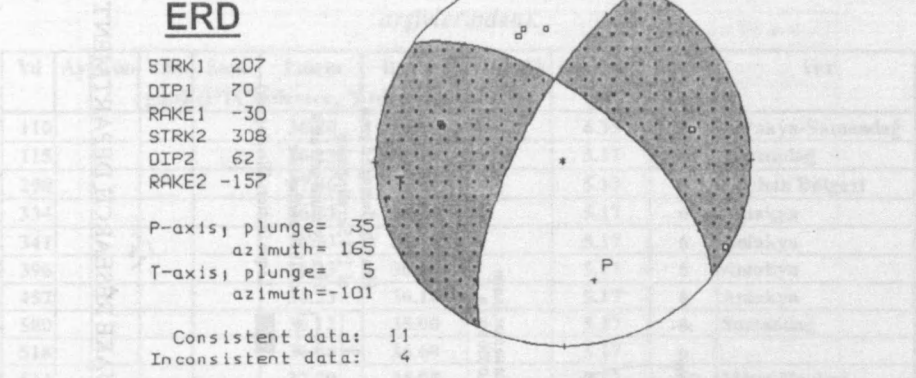
T. C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi

Şekil 6 : T.C. İmar İskân Bakanlığı'nun Türkiye Deprem Zonları Haritası.

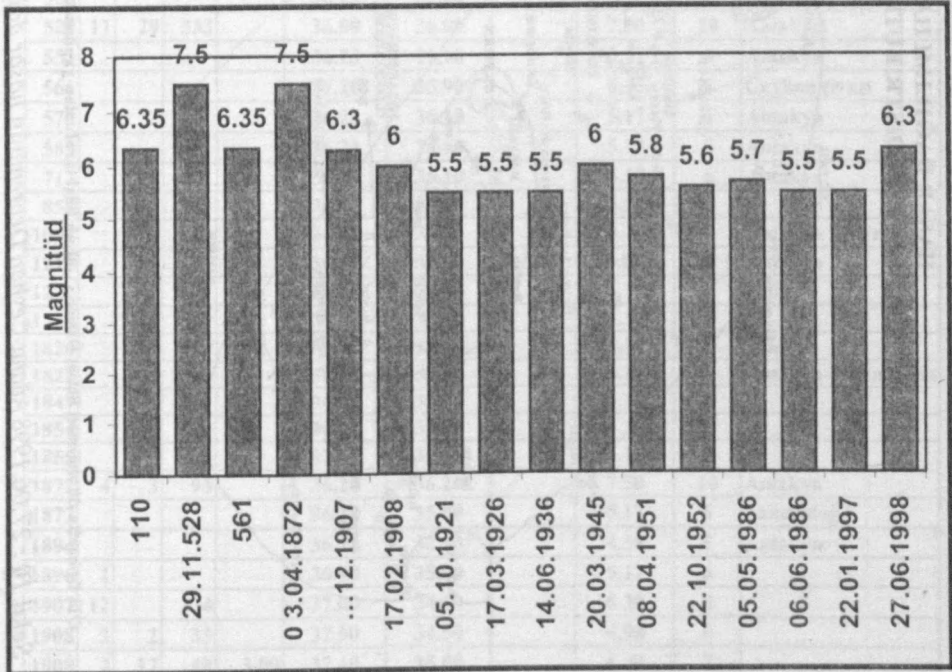


Şekil 7 : 27.06.1998 Adana-Ceyhan Depremi artçılarının günlere ve magnitüdlere mutlak dağılımı. Sütunların üzerindeki rakamlar, deprem sayılarını göstermektedir (27.06.1998 13:55:48.8 UTC-15.07.1998-03:32:30.7 UTC).

Çizelge 2 : M. S. 11 yılından bugüne kadar Adana sismotektonik yöresinde meydana gelen büyüklüğü 4.0 ve daha büyük olan depremlerin Adana Deprem Katalogları Deprem Araştırma Bünyesindeki Kayıtlı Deprem Kayıtlarının Ortalama Yatay ve Dikey Yer Değiştirme Değerleri



Şekil 8 : ERD tarafından yapılan odak mekanizması/fay düzlemi çözümü. Buna göre, merkez üssü Göksun Fay Zonu'na isabet eden 27.06.1998 Adana-Ceyhan depremi, sol yanıl atımlı faylanmayı işaret etmektedir.



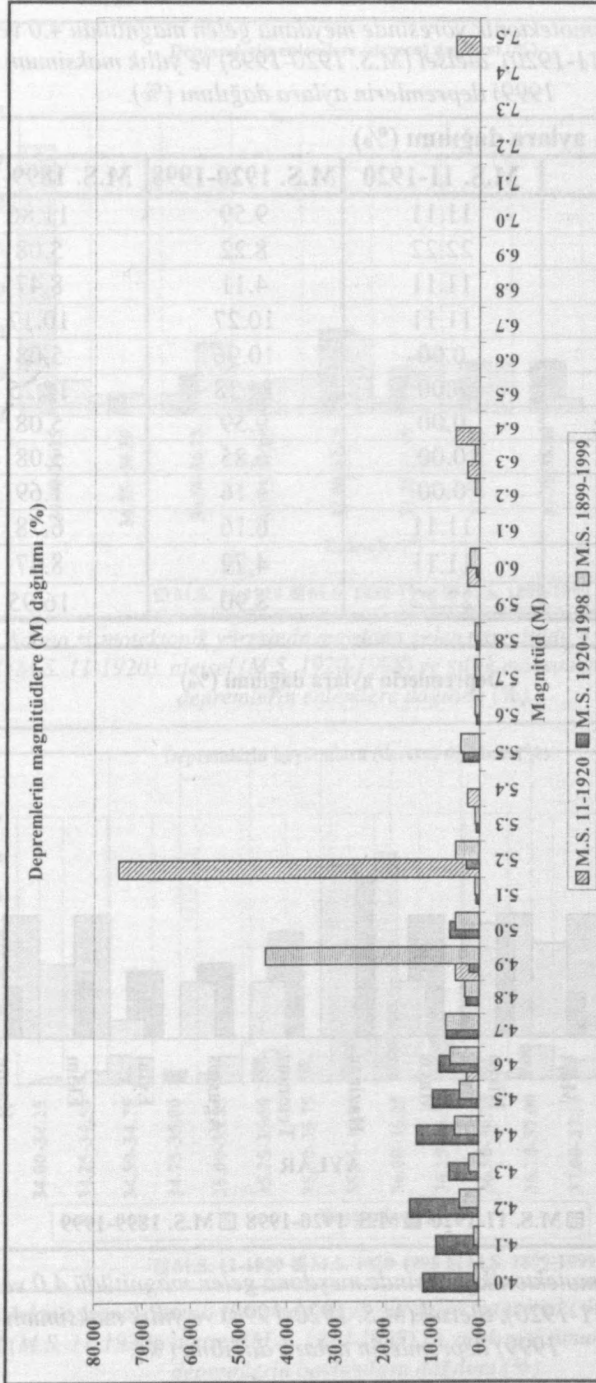
Şekil 9 : M. S. 11 yılından bugüne kadar Adana sismotektonik yöresinde meydana gelen magnitüdü 5.5 ve daha büyük olan depremler.

Çizelge 2 : M. S. 11-1920 yılları arasında Adana sismotektonik yöresinde meydana gelen magnitüdü 4.0 ve daha büyük olan depremler (Türkiye Deprem Kataloqları, Deprem Araştırma Bültenleri ve Kandilli Rasathanesi'nin internet üzerindeki sanal arşivlerinden).

Yıl	Ay	Gün	Yılın günü	Saat (UTC)	Enlem (derece, °)	Boylam (derece, °)	Derinlik (km)	Magnitüd (M)	Şiddet (Io)	Yer
110					36.20	36.00		6.35	8	Antakya-Samandağ
115					36.23	36.10		5.17	6	Samandağ
290					37.06	35.80		5.17	6	Ceyhan Bölgesi
334					36.23	36.10		5.17	6	Antakya
341					36.23	36.10		5.17	6	Antakya
396					36.23	36.10		5.17	6	Antakya
457					36.23	36.10		5.17	6	Antakya
500					36.12	35.90		5.17	6	Samandağ
518					36.88	36.60		5.17	6	
524					37.20	35.90		5.17	6	Misis-Ceyhan
525					36.23	36.10		5.17	6	Antakya
526					36.12	35.90		5.17	6	Samandağ
527					36.23	36.10		5.17	6	Antakya
528					36.23	36.10		5.17	6	Antakya
528	11	29	333		36.00	36.00		7.50	10	Antakya
553					36.23	36.10		5.17	6	Antakya
561					37.20	35.90		6.35	8	Ceyhan civarı
579					36.23	36.10		5.17	6	Antakya
589					36.23	36.10		5.17	6	Antakya
713					36.23	36.10		5.17	6	Antakya
859					36.23	36.10		5.17	6	
1091					36.23	36.10		5.17	6	Antakya ve Urfa
1212					36.23	36.10		5.17	6	Antakya
1222					36.23	36.10		5.17	6	Kilis
1726					36.23	36.10		5.17	6	
1820					36.74	37.10		5.17	6	Kilis
1822					36.40	36.20		5.17	6	Antakya-İskenderun
1847					36.62	36.10		5.17	6	
1854					36.12	35.90		5.17	6	
1855					37.06	35.75		5.17	6	
1872	4	3	93		36.20	36.20		7.50	10	Antakya
1873					36.12	35.90		5.17	6	Samandağ
1894					36.23	36.10		4.58	5	Antakya
1896	1				36.90	35.00		5.17	6	
1907	12		334		37.60	34.50		6.30	8	
1908	2	2	33		37.50	34.50		4.90	6	
1908	2	17	48	3.00	37.40	35.80		6.00	7	
1908	10	30	303	11.50	37.60	36.80		5.40	6	
1910	3	20	79		36.80	34.60		4.90	6	
1915	12	25	359	6.10	36.47	36.14	10	5.20	6	

Çizelge 3: Adana sismotektonik yöresinde meydana gelen magnitüdü 4.0 ve daha büyük olan tarihsel (M.S. 11-1920), aletsel (M.S. 1920-1998) ve yıllık maksimum (M.S. 1899-1999) depremlerin magnitüdlere dağılımı (%).

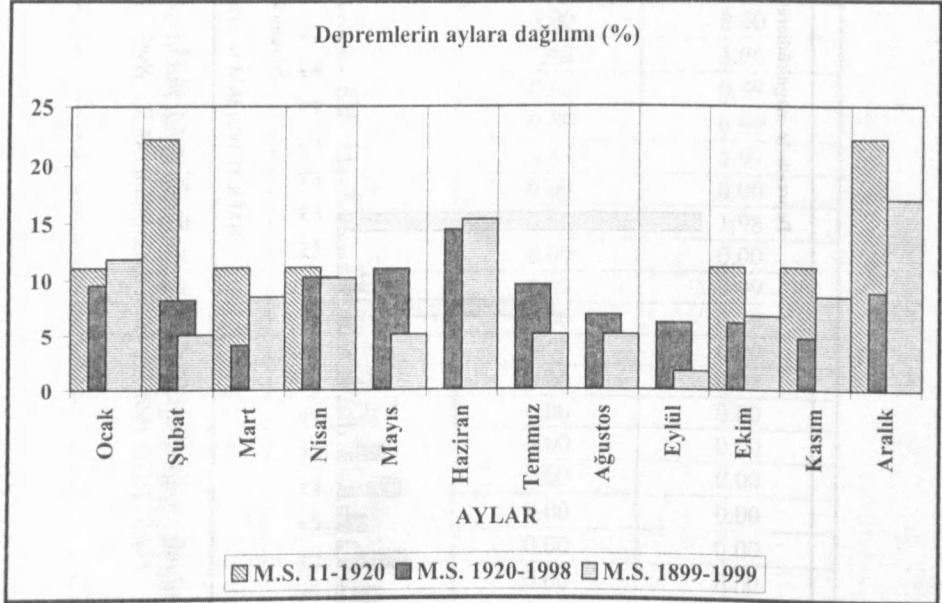
Depremlerin magnitüdlere (M) dağılımı (%)			
Magnitüd	M.S. 11-1920	M.S. 1920-1998	M.S. 1899-1999
4.0	0.00	11.64	0.99
4.1	0.00	8.90	0.99
4.2	0.00	14.38	3.96
4.3	0.00	6.16	1.98
4.4	0.00	13.01	4.95
4.5	0.00	9.59	3.96
4.6	2.50	8.22	5.94
4.7	0.00	6.85	6.93
4.8	0.00	2.74	2.97
4.9	5.00	2.05	44.55
5.0	0.00	6.16	4.95
5.1	0.00	0.68	0.99
5.2	75.00	2.74	4.95
5.3	0.00	0.68	0.99
5.4	2.50	0.00	0.00
5.5	0.00	3.42	3.96
5.6	0.00	0.68	0.99
5.7	0.00	0.68	0.99
5.8	0.00	0.68	0.99
5.9	0.00	0.00	0.00
6.0	2.50	0.68	1.98
6.1	0.00	0.00	0.00
6.2	0.00	0.00	0.99
6.3	2.50	0.00	0.99
6.4	5.00	0.00	0.00
6.5	0.00	0.00	0.00
6.6	0.00	0.00	0.00
6.7	0.00	0.00	0.00
6.8	0.00	0.00	0.00
6.9	0.00	0.00	0.00
7.0	0.00	0.00	0.00
7.1	0.00	0.00	0.00
7.2	0.00	0.00	0.00
7.3	0.00	0.00	0.00
7.4	0.00	0.00	0.00
7.5	5.00	0.00	0.00



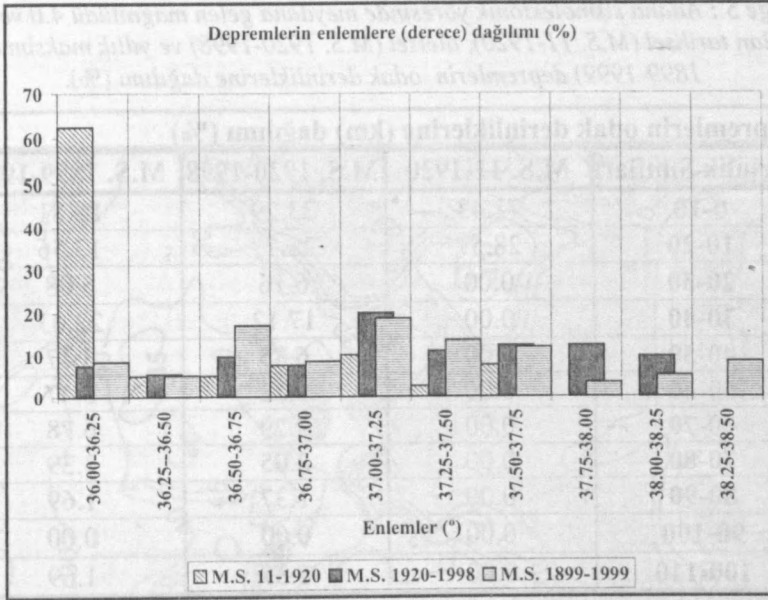
Şekil 11 : Adana sismotektonik yöresinde meydana gelen magnitüdü 4.0 ve daha büyük olan tarihsel (M.S. 11-1920), aleltsel (M.S. 1920-1998) ve yıllık maksimum (M.S. 1899-1999) depremlerin magnitüdüne dağılımı (%).

Çizelge 4: Adana sismotektonik yöresinde meydana gelen magnitüdü 4.0 ve daha büyük olan tarihsel (M.S. 11-1920), aleltsel (M.S. 1920-1998) ve yıllık maksimum (M.S. 1899-1999) depremlerin aylara dağılımı (%).

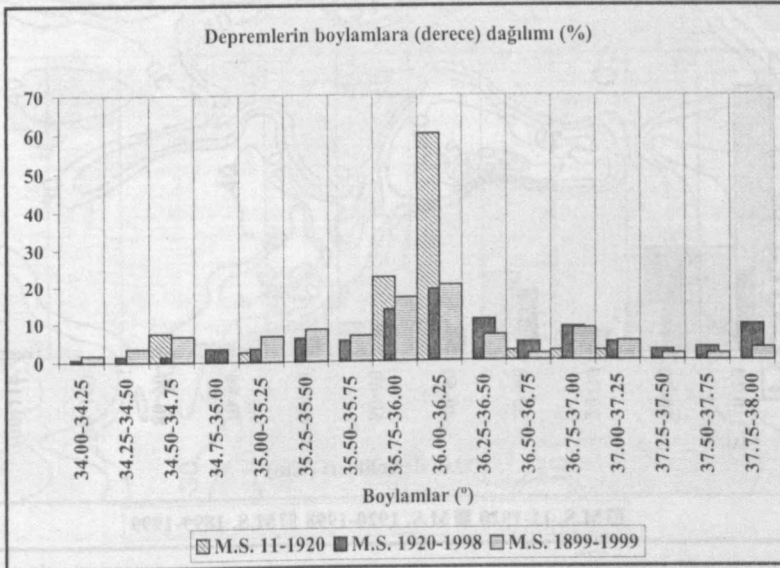
Depremlerin aylara dağılımı (%)			
Aylar	M.S. 11-1920	M.S. 1920-1998	M.S. 1899-1999
Ocak	11.11	9.59	11.86
Şubat	22.22	8.22	5.08
Mart	11.11	4.11	8.47
Nisan	11.11	10.27	10.17
Mayıs	0.00	10.96	5.08
Haziran	0.00	14.38	15.25
Temmuz	0.00	9.59	5.08
Ağustos	0.00	6.85	5.08
Eylül	0.00	6.16	1.69
Ekim	11.11	6.16	6.78
Kasım	11.11	4.79	8.47
Aralık	22.22	8.90	16.95



Şekil 12 : Adana sismotektonik yöresinde meydana gelen magnitüdü 4.0 ve daha büyük olan tarihsel (M.S. 11-1920), aleltsel (M.S. 1920-1998) ve yıllık maksimum (M.S. 1899-1999) depremlerin aylara dağılımı (%).



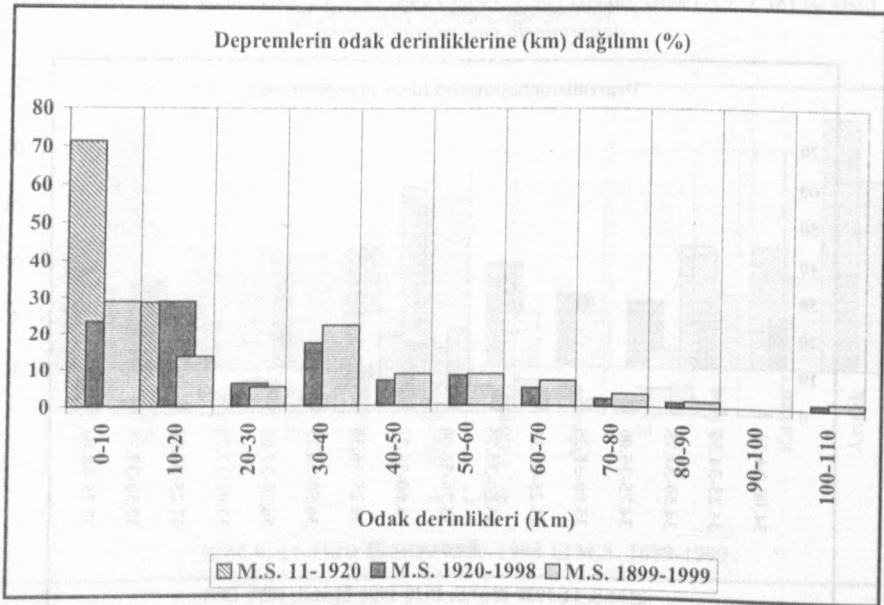
Şekil 13 : Adana sismotektonik yöresinde meydana gelen magnitüdü 4.0 ve daha büyük olan tarihsel (M.S. 11-1920), aletsel (M.S. 1920-1998) ve yıllık maksimum (M.S. 1899-1999) depremlerin enlemlere dağılımı (%).



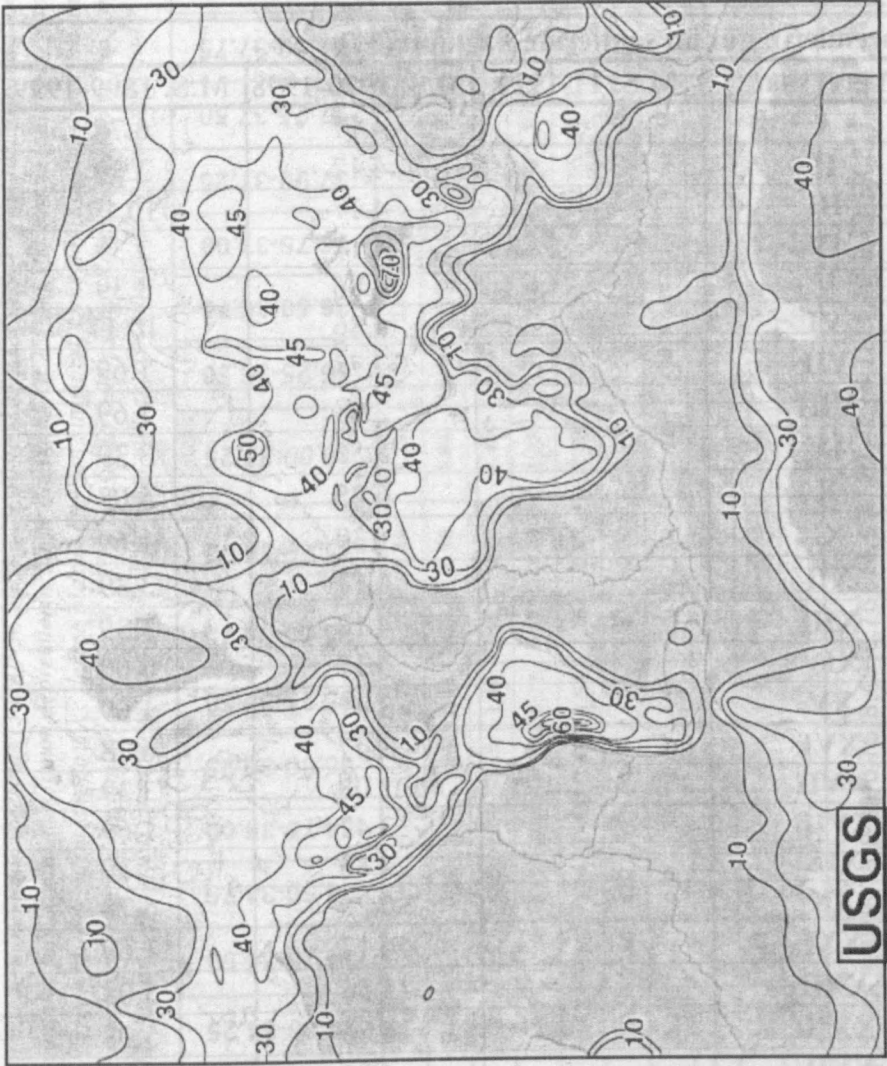
Şekil 14 : Adana sismotektonik yöresinde meydana gelen magnitüdü 4.0 ve daha büyük olan tarihsel (M.S. 11-1920), aletsel (M.S. 1920-1998) ve yıllık maksimum (M.S. 1899-1999) depremlerin boylamlara dağılımı (%).

Çizelge 5 : Adana sismotektonik yöresinde meydana gelen magnitüdü 4.0 ve daha büyük olan tarihsel (M.S. 11-1920), aletsel (M.S. 1920-1998) ve yıllık maksimum (M.S. 1899-1999) depremlerin odak derinliklerine dağılımı (%).

Depremlerin odak derinliklerine (km) dağılımı (%)			
Derinlik Sınıfları	M.S. 11-1920	M.S. 1920-1998	M.S. 1899-1999
0-10	71.43	23.29	28.81
10-20	28.57	28.77	13.56
20-30	0.00	6.16	5.08
30-40	0.00	17.12	22.03
40-50	0.00	6.85	8.47
50-60	0.00	8.22	8.47
60-70	0.00	4.79	6.78
70-80	0.00	2.05	3.39
80-90	0.00	1.37	1.69
90-100	0.00	0.00	0.00
100-110	0.00	1.37	1.69



Şekil 15 : Adana sismotektonik yöresinde meydana gelen magnitüdü 4.0 ve daha büyük olan tarihsel (M.S. 11-1920), aletsel (M.S. 1920-1998) ve yıllık maksimum (M.S. 1899-1999) depremlerin odak derinliklerine dağılımı (%).



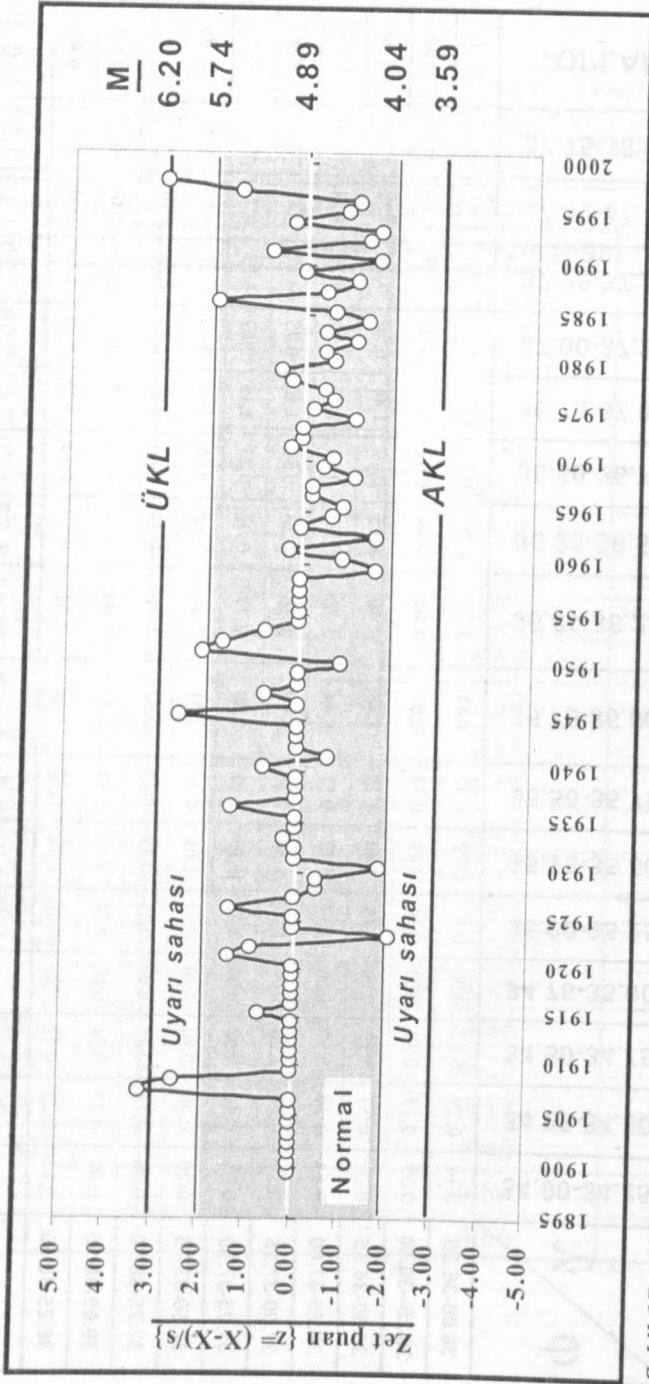
Şekil 16 : United States Geological Survey (USGS)'e göre dünyada kabuk kalınlıkları (km).

Çizelge 6 : Adana sismotektonik yöresinde meydana gelen magnitüdü 4.0 ve daha büyük olan tarihsel (M.S. 11-1920), aletsel (M.S. 1920-1998) ve yıllık maksimum (M.S. 1899-1999) depremlerin günün saatlerine dağılımı (%).

Depremlerin günün saatlerine dağılımı (%)			
Yerel saat	M.S. 11-1920	M.S. 1920-1998	M.S. 1899-1999
I	-	4.17	6.78
II	-	4.17	3.39
III	-	4.17	10.17
IV	-	4.17	3.39
V	-	4.86	3.39
VI	-	4.86	10.17
VII	-	2.78	1.69
VIII	-	2.08	1.69
IX	-	5.56	3.39
X	-	6.25	5.08
XI	-	1.39	1.69
XII	-	4.17	3.39
XIII	-	4.17	3.39
XIV	-	4.17	0.00
XV	-	3.47	1.69
XVI	-	3.47	6.78
XVII	-	2.08	3.39
XVIII	-	3.47	1.69
XIX	-	4.86	3.39
XX	-	6.25	6.78
XXI	-	4.17	1.69
XXII	-	5.56	5.08
XXIII	-	4.86	5.08
XXIV	-	4.86	6.78

Çizelge 7 : Adana sismotektonik yöresinde (36.00°-38.50°N - 29.50°-31.50°E) 1899—1999 yılları arasında meydana gelen magnitüdü 4 ve daha büyük yıllık maksimum depremlerin 15'er dakikalık (0.25°'lik) 160 kareye (enlem-boylam sınıflarına) dağılımı (ϕ : derece olarak enlem sınıfları, λ : derece olarak boylam sınıfları). Örneğin: Karataş-Feke enlemleri (36.50°-37.75°N) ile Yumurtalık-Osmaniye boylamları (35.75°-36.25°E) arasında kalan saha (Karataş-Osmaniye fay zone ile Antakya-Maraş grabeni arası) episantr yoğunluğu bakımından yüksek risk altında (% 26) bulunmaktadır.

ϕ \ λ	34.00-34.25	34.25-34.50	34.50-34.75	34.75-35.00	35.00-35.25	35.25-35.50	35.50-35.75	35.75-36.00	36.00-36.25	36.25-36.50	36.50-36.75	36.75-37.00	37.00-37.25	37.25-37.50	37.50-37.75	37.75-38.00	TOPLAM
36.00-36.25	0.14	0.29	0.57	0.00	0.57	0.72	0.57	1.44	1.73	0.57	0.14	0.72	0.43	0.14	0.14	0.29	8.46
36.25-36.50	0.09	0.17	0.34	0.00	0.34	0.43	0.34	0.86	1.04	0.34	0.09	0.43	0.26	0.09	0.09	0.17	5.08
36.50-36.75	0.29	0.57	1.15	0.00	1.15	1.44	1.15	2.88	3.46	1.15	0.29	1.44	0.86	0.29	0.29	0.57	16.98
36.75-37.00	0.14	0.29	0.57	0.00	0.57	0.72	0.57	1.44	1.73	0.57	0.14	0.72	0.43	0.14	0.14	0.29	8.46
37.00-37.25	0.32	0.63	1.26	0.00	1.26	1.58	1.26	3.17	3.80	1.26	0.32	1.58	0.95	0.32	0.32	0.63	18.66
37.25-37.50	0.23	0.46	0.92	0.00	0.92	1.15	0.92	2.30	2.77	0.92	0.23	1.15	0.69	0.23	0.23	0.46	13.58
37.50-37.75	0.20	0.40	0.80	0.00	0.80	1.01	0.80	2.01	2.42	0.80	0.20	1.01	0.60	0.20	0.40	0.40	11.85
37.75-38.00	0.06	0.11	0.23	0.00	0.23	0.29	0.23	0.57	0.70	0.23	0.06	0.29	0.17	0.06	0.11	0.11	3.40
38.00-38.25	0.09	0.17	0.34	0.00	0.34	0.43	0.34	0.86	1.04	0.34	0.09	0.43	0.26	0.09	0.09	0.17	5.08
38.25-38.50	0.14	0.29	0.57	0.00	0.57	0.72	0.57	1.44	1.72	0.57	0.14	0.72	0.43	0.14	0.14	0.29	8.45
TOPLAM	1.70	3.38	6.75	0.00	6.75	8.49	6.75	16.97	20.41	6.75	1.70	8.49	5.08	1.70	1.70	3.38	100.00



Şekil 17 : 1899-1999 yılları arasında (100 yıl içinde) olmak üzere, Adana sismotektonik yöresinde (36.0°-38.5°N ve 34.0°-38.0°E) meydana gelen yıllık en büyük magnitüde (M) sahip depremlerin Shewhart standart sapma grafiği (M≥4). ÜKL : Üst kontrol limiti (değeri aritmetik ortalamadan 3s daha büyük), AKL : Alt kontrol limiti (değeri aritmetik ortalamadan 3s daha küçük), z : Zet puan, X : Aritmetik ortalama = 4.89 M, s: Standart sapma =0.435 M.

Çizelge 8 : Adana, İzmir ve İstanbul sismotektonik yörelerinin risk ve magnitüd değerlerine göre bir karşılaştırması
(İstanbul'un değerleri, Tezcan v.d. 1979'dan, İzmir'in değerleri Sezer 1998b'den alınmıştır).

UN S U R	ADANA			İZMİR			İSTANBUL		
	EPİSANTR			EPİSANTR			EPİSANTR		
	Süre :	100 yıl	Magnitüd	Süre :	182 yıl	Magnitüd	Süre :	100 yıl	Magnitüd
	36.00°-38.50°N x 34.00°-38.00°E		37.50°-39.50°N x 25.00°-29.50°E	40.50°-41.00°N x 25.00°-32.00°E					
	Risk (%)		Risk	Risk			Risk		
ORTALAMA	85.40	4.37	56.30	28.20	4.77	5.05	63.20	4.11	8.03
MODAL MAKSİMUM (Tr = 1 yıl)	63.20	4.62	63.20	63.20	4.66	4.11	63.20	4.11	8.03
Tr = 100 YIL İÇİN MAKSİMUM	1.00	6.34	1.00	1.00	7.30	8.03	1.00	8.03	8.03
NORMAL YAPILARDA	10.00	5.46	10.00	10.00	5.95	6.03	10.00	6.03	6.03
KAMU YAPILARINDA	5.00	5.73	5.00	5.00	6.36	6.64	5.00	6.64	6.64
NÜKLEER SANTRALLERDE	0.50	6.60	0.50	0.50	7.69	8.62	0.50	8.62	8.62

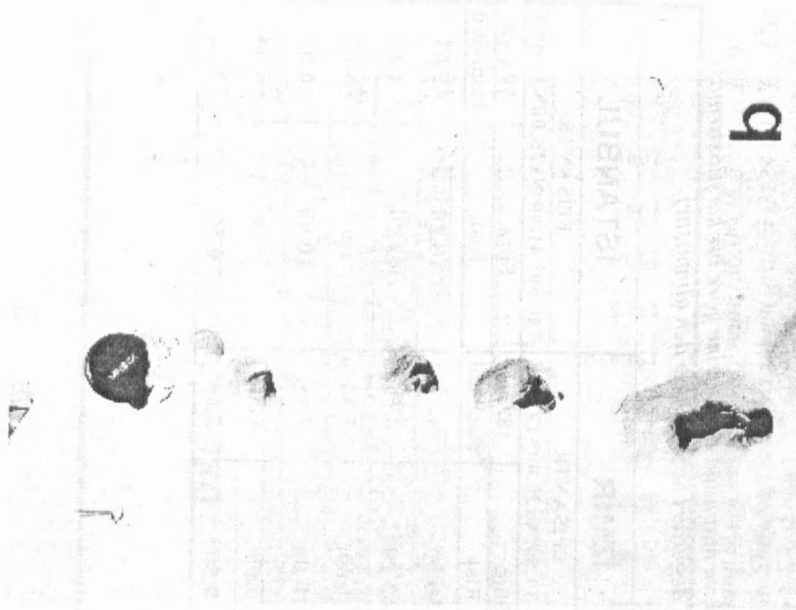
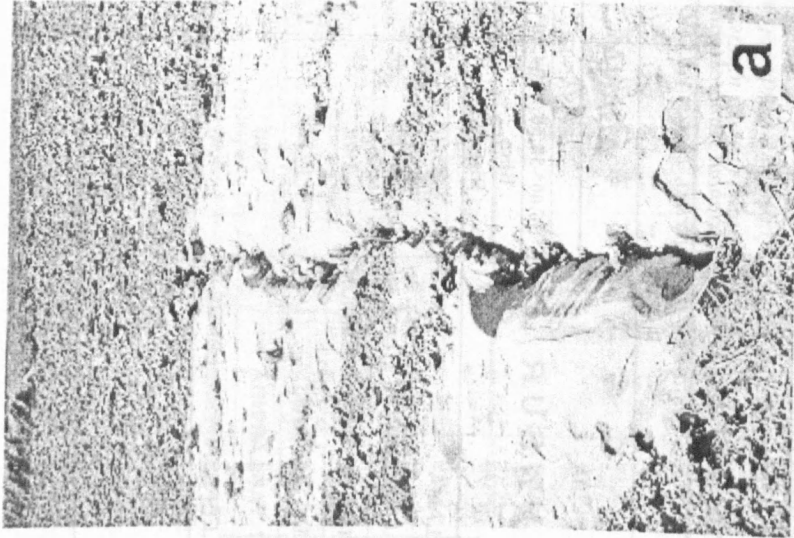
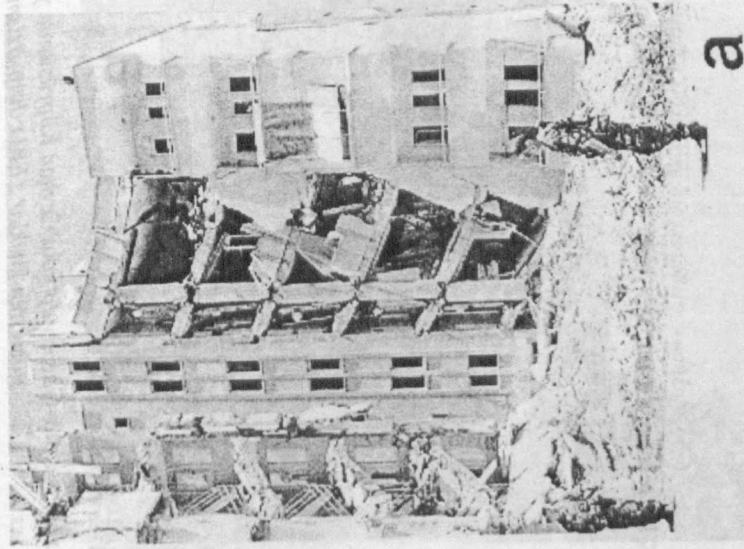


Foto 2 : (a) Ceyhan ilçesinin girişinde sivilaşma. Ceyhan nehrinin her iki tarafında gözlenmiştir. Yaklaşık 100 metre devamlılığında, 3 farklı dizilim halindedir. Konumları yaklaşık K-G olarak belirlenmiştir. (b) Vayvaylı-Abdioğlu-Küttüklü arasında Ceyhan Nehri boyunca sivilaşma (ERD: <http://sismo.deprem.gov.tr/> 19.08.1998; foto N. Bayülke).



19 Ocak 1998 tarihinde saat 15:08:10'da, foto N. Bayülke tarafından çekilen fotoğrafta (a) Hasevler kooperatifi (b) Bir başka kooperatif (ERD) deprem sonrası durumu.

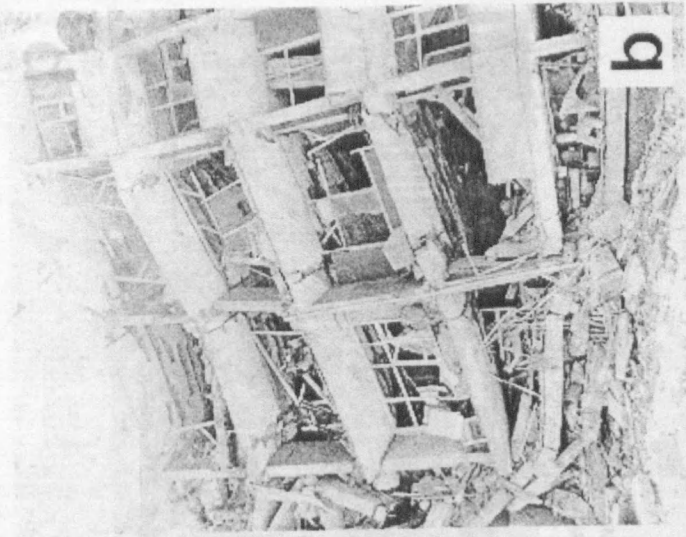


Foto 3 : Ceyhan'da tahrip olmuş binalardan bir görünüm (a) Hasevler kooperatifi. (b) Bir başka kooperatif (ERD); <http://sismo.deprem.gov.tr/> 19.08.1998; foto N. Bayülke).

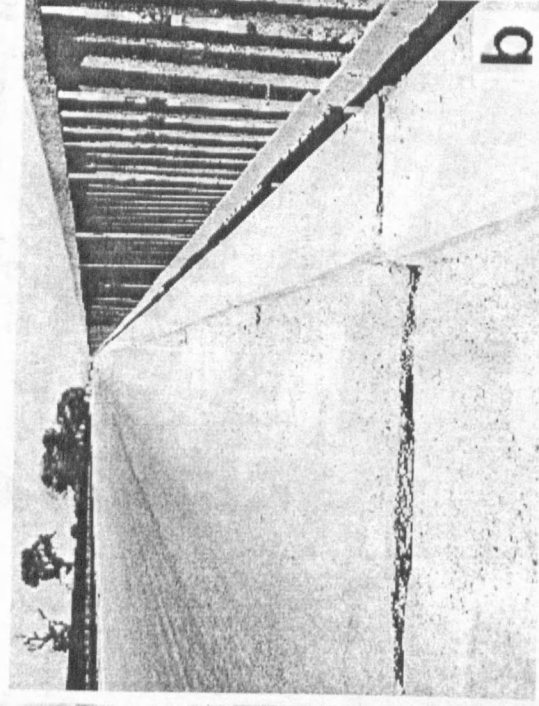
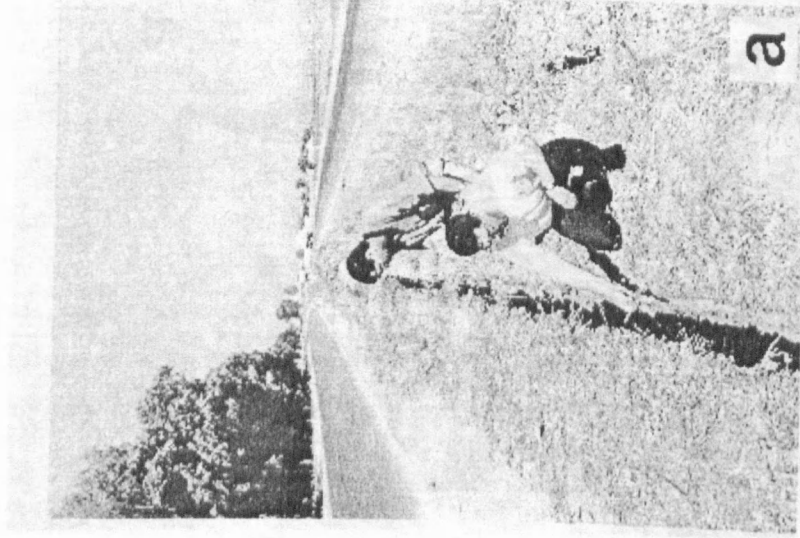


Foto 4 : (a) Adana-Gaziantep yolu Ceyhan Köprüsünün yakını: Yolda çatlak ve oturma. (b) Misis köprüsünde deprem sonrası gözlenen kırıklar (ERD: <http://sismo.deprem.gov.tr/> 19.08.1998; foto N. Bayülke).

Adana-Gaziantep Yolu Ceyhan Köprüsünün Yakınında Çatlak ve Oturma (ERD: <http://sismo.deprem.gov.tr/> 19.08.1998; Foto N. Bayülke)

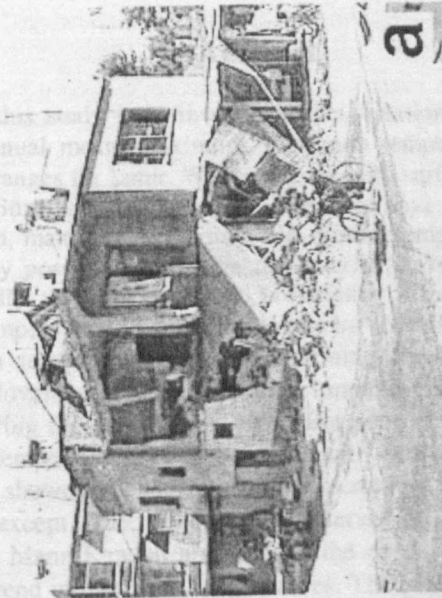


Foto 5 : (a) Eski Adana'da hasarlanmış bir bina. (b) Ceyhan'da yeni inşaatt. Narin ilk kat kolonunda çatlak ve kırıklar
(EERI/Earthquake Engineering Research Institute: <http://www.eeri.org/> 19.08.1998, foto M. Çelebi).