



Ege Coğrafya Dergisi, 12 (2003), 29-38, İzmir
 Aegean Geographical Journal, 12 (2003), 29-38, Izmir—TURKEY

MARMARA BÖLGESİ'NDE DEPREM AKTİVİTESİ VE RİSKİ

Seismic activity and risks in the Marmara Region

Dr. Lütfi İhsan SEZER

Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 35100 Bornova, İzmir
lisezer@edebiyat.ege.edu.tr

(Teslim: 28 Ocak 2002; Düzeltme: 20 Nisan 2002; Kabul: 17 Mayıs 2002)
(Received: January 28, 2002; Revised: April 20 2002; Accepted: May 17, 2002)

Abstract

The Marmara Region is located between 39.50°-43.50°N latitudes and 25.00°-32.00°E longitudes. This region occupies an area on Alp Mountains belt extending from Azores island to Indonesia region with its of the geological structure and morphotectonic features. All the earthquakes, occurring in the area, are under the effects of the active faults. Here the active faults are the most important evidences for the subject under discussion and the epicenter coordinates support the evidences. 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.

In this paper, firstly, it is proposed to investigate the earthquake activities collected from various record books (A.D. 11-2000). Secondly, the Gumbel and Gutenberg-Richter methods are applied to the annual maximum earthquake data which covers the period of 1900-2000 and the magnitudes are equal to or greater than 4, and the results compared with İstanbul and İzmir seismotectonic areas in The Western Anatolia. Finally, relatively high risk values are found for this period. For example: The annual mean maximum magnitude is 4.8 M and annual mean seismic risk is 63 % in the mentioned area.

Key words: Marmara Region, Earthquake, Seismic risk, Seismicity.

Öz

Bu çalışmada sismotektonik bakımdan 39.50°-43.50°N enlemleri ile 25.00°-32.00°E boylamları ile sınırlanmış bulunan Marmara Bölgesi ve civarı, jeolojik yapısı ve morfo-tektonik özelliği itibariyle Türkiye ile birlikte Asor adalarından Endonezya'ya kadar uzanan Alpin Kuşak'ta yer tutmaktadır. Batı Anadolu'nun deprenselliği ve deprem riskinin ortaya konulması amacıyla hazırlanmış bulunan bu çalışmanın birinci kısmında çeşitli deprem kataloglarından elde edilen kayıtlara dayanılarak Batı Anadolu ve civarının deprem etkinliği incelenmektedir. Çalışmanın ikinci kısmında ise 1900-2000 yılları arasında Marmara Bölgesi ve civarında meydana gelen magnitüdü 4'e eşit ve daha büyük olan depremlerin yılların en büyük deprem değerlerine standart sapma analizi ve Gumbel-Gutenberg-Richter yöntemleri uygulanarak, İstanbul, İzmir ve Muğla sismotektonik yöreleri ile karşılaştırmalı olarak Marmara Bölgesi ve civarındaki deprem riski ortaya konulmaktadır. Örneğin: Marmara

Bölgesi'nde yıllık ortalama maksimum magnitud 4.8 M, yıllık ortalama risk ise % 63 olarak saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Marmara Bölgesi, Deprem, Deprem riski, Depremsellik.

Giriş

Marmara Bölgesi'ndeki deprem aktivitesi ve riskinin ortaya konulmasının amaçlandığı bu bildirinin birinci kısmında bölgenin M.S. 11 ile 2000 yılları arasındaki deprem etkinliği incelenmektedir. Bildirinin ikinci kısmında ise Batı Anadolu'da ayırt edilebilen üç büyük sismotektonik yöre (İstanbul, İzmir ve Muğla sismotektonik yöreleri) ile karşılaştırmalı olarak Marmara Bölgesi'nin depremsellik ve deprem riski bakımından belli başlı özellikleri ortaya konulmaktadır. Bildirinin üçüncü ve son kısmında ise depremden korunma ve deprem zararlarının en aza indirilebilmesi amacıyla yetkili ve ilgililer ile bölgede yaşayanlara önerilerde bulunmaktadır.

Marmara Bölgesi, *sismotektonik bakımdan* yakın çevresiyle birlikte 39.50°-43.50°N enlemleri ile 25.00°-32,00°E boylamları arasında kalan sahayı kapsar. Bu bölge, jeolojik yapısı ve morfo-tektonik özelliği itibarıyla Asor adalarından Endonezya'ya kadar uzanan Alpin Kuşak'ta yer tutmaktadır. Marmara Bölgesi, özellikle Batı-Kuzey Anadolu Fay sistemi, Ege-Hellen Hendeği ve bunun doğu uzantısı durumunda olan Kıbrıs yayı ile Ege graben sistemini içeren Batı Anadolu çekme rejiminin denetimi altındadır. Anadolu'nun batıya hareketi, doğu-batı yönlü sıkışmalara, kuzey-güney yönlü genişlemeye ve dolayısıyla da yöredeki fay sistemlerinin *domino taşları gibi* kıpırdanmasına neden olmaktadır. Nitekim, Afrika levhasının Anadolu altına daldığı Ege-Hellen hendeği ve bunun doğu uzantısı durumunda olan Kıbrıs yayı, Kuzey Anadolu Fay sisteminin batısındaki faylar, depremlerin tarih boyunca yoğunlaştığı alanlar olarak dikkati çekmektedir (Şekil 1).

Marmara Bölgesi, Post Alpin dönemde Neotektonik hareketlere maruz kalmış, günümüzdeki morfolojik görünüm ortaya çıkmıştır. Bugünkü morfolojik görünümün

ortaya çıkmasında büyük rol oynayan bu tektonik hareketler günümüzde deprem olarak hissedilen hafif yer hareketleri olarak devam ederek hayati bir tehlike oluşturmaktadır. Faylar ile depremler (özellikle büyük depremler) arasında çok yakın bir ilişki vardır. Kuzey Anadolu fay sistemi içindeki, Düzce-İzmit-İznik fayları, Marmara Denizi'nin düşey atımlı kısa fayları, Saros-Gaziköy, Çan-Biga, Yenice-Gönen, Ulubat-Manyas fayları gibi doğrultu atımlı diri fayları ile kaydedilen depremlerin episantr koordinatları arasındaki uyumluluk, bu konudaki en önemli kanıtlardır.

Yukarıda sözü edilen tehlikenin önlenmesi 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 Marmara Bölgesi ve civarının öncelikle deprem etkinliği üzerinde durulacak, daha sonra deprem riski değerleri saptanarak bazı önerilerde bulunulacaktır.

Marmara Bölgesi'nde Deprem Etkinliği

Bu çalışmada kullanılan depremler, "Kaynaklar" bölümünde en önemlileri belirtilen deprem katalogları, bültenleri, depremsellik ve deprem etkinliği çalışmaları ve internet üzerindeki sanal arşivlerden alınan deprem kayıt ve listelerinden elde edilmiştir (Ambraseys vd. 1995; ERD; Ergin vd.1967; Ergin vd. 1971; Ergünay vd. 1974; FEMA; KOERI; Sezer, 1998-2000; Sipahioğlu, 1984; Soysal, 1979; EERI; IRIS; NGDC-NOAA; USGS). Elde edilebilen deprem kayıtlarına göre, Marmara Bölgesi'nde oluşan depremler ile ilgili en eski kayıt, USGS-NEIC (US Geological Survey-US National Earthquake Information Center) verilerine göre, Yunan kaynaklı ve M.Ö. 282 tarihli 7.0 Ms büyüklüğünde Saros Körfezi depremidir. Eldeki

bilgilere göre M.S. 11-2000 yılları Marmara Bölgesi'nde magnitudü 4 (şiddeti IV) ve daha büyük 959 deprem meydana gelmiştir.

Deprem etkinlikleri, bu konuda çalışanlarca, dünyada deprem istasyonlarının yaygınlaştığı 1900 yılı sınır kabul edilmek suretiyle, 1900 yılı öncesini tarihsel dönem ve 1900 yılı sonrasını da aletsel dönem olarak ayırt ederek iki dönem halinde suretiyle incelenmektedir. Bu çalışmada da bu yaygın görüşe bağlı kalınarak, Marmara Bölgesi'nin deprem etkinliği, aşağıda tarihsel ve aletsel olmak üzere iki dönem halinde incelenmektedir.

M.S. 11-1900 yılları arasında (tarihsel dönemde) deprem etkinliği

Marmara Bölgesi ile ilgili tarihsel döneme ait ancak 287 deprem kaydı elde edilebilmiştir. Bu az sayıdaki tarihsel deprem kayıtlarına göre, bu dönemde meydana gelen 287 depremin % 34'ü İstanbul civarında, diğerleri ise Saros Körfezi, Şarköy-Tekirdağ, Bandırma-Gemlik, Adalar, İzmit ve civarında toplanma göstermektedir (Şekil 2). Tarihsel dönem depremlerinin haritalanması ve frekanslarının belirlenmesi sırasında deprem şiddetleri, formül yardımıyla magnitüde dönüştürülmüştür (formüller için bkz: Tabban-Gencoğlu 1975, Tezcan-Acar-Çivi 1979). Bu 287 depremin % 72'sinin aletsel büyüklüğü 5.5 M'nin altındadır. Bu dönemde 82 şiddetli deprem ($M \geq 5.5$; şiddeti VII ve daha büyük) meydana gelmiştir. USGS verilerine göre, Türkiye'de tarih boyunca 10000 ve daha fazla ölümlü sonuçlanan depremler, Kocaeli-İstanbul, Erzincan-Erzurum, Adana-Antakya ve İzmir yörelerinde yoğunlaşmıştır ki, bunlardan biri Marmara Bölgesi'ndedir. Depremlerin yoğunlaştığı bu alanlar, verimli ve aynı zamanda sivilleşme riski yüksek alüvyal toprakların geniş yer tuttuğu, buna bağlı olarak da tarih boyunca nüfusun yoğunlaştığı sahalardır ve can kaybı ile nüfus yoğunluğu arasındaki ilişkiyi yansıtmaması bakımından son derece dikkat çekicidir. Şiddetli depremlerden sadece 31'inin şiddeti (Mercalli) IX ve daha büyüktür (bu dönem ile ilgili olarak United States Geological Survey kayıtlarına giren depremlerin başlıcaları Çizelge 1'de verilmiştir).

Depremlerin zaman içinde yoğunlaştığı dönemler hakkında bilgi edinmek amacıyla yapılan frekans analizlerine göre, en aktif yıllar 5 depremle 1894, 4'er depremle 1855 ile 1868, 1870, 1875, 1878, 1884 ve 1897 yılıdır. 287 depremin % 56'sı 1 Ekim-30 Nisan arasına karşılık gelen, insanların genellikle zamanlarının çoğunluğunu kapalı ortamlarda geçirdiği ve ısınma araçlarının kullanıldığı ve dolayısıyla da yangın tehlikesinin yüksek olduğu kış yarıyılında % 44'ü 1 Mayıs-30 Eylül arasına isabet eden yaz yarıyılında olmuştur. Depremlerin istatistiksel olarak belli aylarda, haftalarda ya da saatlerde (gece-gündüz) toplanma göstermesi, depremler ile iklim arasında bir ilişkinin var olduğuna delil sayılamaz. Çünkü, yer kabuğu hava olaylarına özellikle basınç değişimlerine anında tepki verecek kadar mükemmel bir iletkenlik yeteneğine sahip değildir (Sezer, 1998-2000).

Çizelge 1 : United States Geological Survey (USGS) kayıtlarına göre, tarihsel dönemde Marmara Bölgesi'nde oluşmuş büyük depremler.

Major earthquakes of the Marmara Region in the historical period (after USGS).

Tarih (Date)	Yer (Place)	Magnitüd (M)	Açıklama (Explanations)
29	Bursa	7,0 Ms	
3 Mayıs 170	Bursa	7,0 Ms	
24 Ağustos 358	Iznik yakını	7,6 Ms	
8 Kasım 447	İstanbul yakını	7,5 Ms	
26 Ocak 450	Bandırma yakını	7,0 Ms	
25 Eylül 477	İstanbul yakını	7,0 Ms	
26 Eylül 488	Gebze yakını	7,0 Ms	
15 Ağustos 554	Gebze yakını	7,0 Ms	
16 Ağustos 555	İstanbul	7,5 Ms	
14 Aralık 557	İstanbul	7,0 Ms	
26 Ekim 740	İstanbul yakını	7,4 Ms	
26 Ekim 986	İstanbul Kadıköy yakını	7,5 Ms	
8 Ocak 1010	Tekirdağ	7,3 Ms	
23 Eylül 1063	İstanbul	7,2 Ms	
Ekim 1344	Tekirdağ	7,2 Ms	
1 Mart 1354	Çanakkale yakını	7,2 Ms	
14 Eylül 1509	Gebze yakını	7,0 Ms	13000 insan ölmüştür.
5 Ağustos 1766	Tekirdağ	7,7 Ms	
11 Nisan 1855	Bursa	7,0 Ms	
10 Temmuz 1894	İstanbul	7,0 Ms	

Deprem büyüklüklerinden hareketle belirlenen fay uzunluklarına, tarihsel dönemde, depremlerle harekete geçen ya da yeni oluşan fayların % 52 kadarının uzunluğu 10-20 km arasındadır (formüller için bkz: Ergünay-Bayülke-Gençoğlu 1974; <http://neic.usgs.gov/neis/eqlists/eqstats.html>). Bu uzunluktaki faylar, yapılan hesaplara göre 4.7-5.3 büyüklüğünde deprem üretebilir. 50 km den daha kısa fayların

(yani 6 M'den küçük deprem üreten fayların) oranı ise % 85 civarındadır (aletsel dönemde % 97). Bu değerler, Marmara Bölgesi'nde hareket eden ve/veya oluşan fayların çoğunun kısa olduğunu göstermektedir. Bu özellik aletsel dönemde de görülmektedir. Marmara Denizi'nin doğu-batı (İzmit-Teke Br. Arası) uzunluğunun yaklaşık 340 km olduğu düşünülür ve bu uzunlukta da bir fayın varlığı (!) kabul edilse bile, Marmara denizi kaynaklı bir depremin en çok 7.6 büyüklüğünde olabileceği hesaplanabilir. Kaldı ki, bugünkü bilgilerimize göre, Marmara Denizi'nde 340 km uzunluğunda tek parça bir fay yoktur (TPAO tarafından son verilerle hazırlanan Marmara Denizi'ndeki faylar için bkz: <http://www.koeri.boun.edu.tr/seismo/tpaokoeritr.jpg>, <http://www.koeri.boun.edu.tr/seismo/MarmaraDeniziFaylar.jpg>). Bu durumda, uzunluğu 100-150 km civarında ve büyük bir kısmı düşey atımlı olan çok sayıda fayın varlığı bilinen Marmara Denizi'nde 17 Ağustos 1999 Kocaeli-Gölcük depremi (7.4 Mw: Moment magnitüdü) büyüklüğünde bir depremin olamayacağı ifade edilebilir. Buna karşılık, kısa fayların harekete geçmesi veya oluşması ve birbirini tetiklemesi sonucu, en çok 6.5-7.M arasında 1-2 deprem ya da uzun süreli bir depremin olabileceği belirtilebilir. USGS tarafından internette yayınlanan (<http://neic.usgs.gov/neis/eqlists/eqstats.html>) enerji-deprem büyüklüğüne ilişkin formüllerden yararlanılarak yapılan hesaplara göre, 8 adet 6.5 büyüklüğündeki deprem sadece 1 Kocaeli-Gölcük depremi, 3 adet 7.0 büyüklüğündeki deprem ise yine sadece 1 Kocaeli-Gölcük depremi kadar enerji açığa çıkarabilir. Bu durumda, Marmara Denizi'nde aynı anda birden fazla 7.0 M ve daha büyük depremin meydana gelme olasılığının son derece zayıf olduğu söylenebilir.

M.S. 1900-2000 yılları arasında (aletsel dönemde) deprem etkinliği

Son ikibin yılda Marmara Bölgesinde meydana gelen süre magnitüdü 4 ve daha büyük 959 depremin 672'si bu dönemde kaydedilmiştir. Bu dönemde oluşan depremlerin büyük bir kısmı Marmara Denizi'nde ve Edremit Körfezi, Saros Körfezi, Şarköy-Tekirdağ, Biga-Bandırma, İzmit

ve İstanbul civarında toplanma göstermiştir. Bu depremlerin 168'i Batı Anadolu'daki deprem istasyonlarının henüz yaygınlaşmadığı 1900-1950 arasında, 509'u ise deprem istasyonlarının önceki 50 yıla göre sayısının arttığı 1950-2000 arasında kaydedilmiştir (Bilindiği kadarıyla bugün Türkiye'de 43 deprem istasyonu faaliyettedir. Bu 43 istasyonun 23'ü Zonguldak-Alanya hattının batısında, yani Batı Anadolu'da bulunmaktadır. Bunlardan, 12'si de Marmara Bölgesinde yer almaktadır). Bu nedenle son 50 yılda önceki 50 yıla göre depremlerin arttığı söylenemez, sadece kayıt artışından söz edilebilir. Bu 959 depremden % 93'ünün magnitüdü 5.5 ve daha küçüktür. M.S. 1900-2000 yılları arasında olmak üzere, 50 kez 5.5 Md (süre magnitüdü). sınırı erişilip aşılmıştır, yani 50 kez şiddetli deprem olmuştur. 50 depremin 11'inde magnitüd 7 ve daha büyüktür. Bu dönemde 100 ve daha çok ölümlerle sonuçlanan depremler, 9 Ağustos 1912 Mürefte-Tekirdağ (216 can kaybı), 20 Haziran 1943 Hendek-Adapazarı (336 can kaybı), 18 Mart 1953 Yenice-Çanakkale (265 can kaybı) ve 17 Ağustos 1999 Kocaeli-Gölcük (17000 +? can kaybı) ve 12 Kasım 1999 Düzce (839 can kaybı) depremleridir (<http://www.koeri.boun.edu.tr/seismo/tLarge0.htm>). % 88'inin odak derinliği 0-33 km arasındadır. USGS tarafından hazırlanmış bulunan dünya kabuk haritasına göre (<http://www.usgs.gov>) Batı Anadolu'daki kabuk kalınlığınının 30 km civarında olduğu düşünülürse, deprem odaklarının büyük bir kısmının kabuk içinde olduğu belirtilebilir. 1950-2000 yılları arasında oluşan depremlerden odağı 50 km'den daha derin (astenosferde) olanların sayısı, önceki 50 yıla göre daha çoktur (Şekil 3a,b).

En aktif yıl 131 depremlerle 1999 yılı olmuştur ve çoğu, Kocaeli-Gölcük depreminin artçıları niteliğindedir. Bunu 45 depremlerle 1928, 42 depremlerle de 1967 yılı izlemiştir (bu yıllardaki deprem sayılarının fazlalığı, büyük depremlerin artçıları olabileceği gibi, istasyon sayılarının artışıyla bağlantılı olabilir). 672 depremin % 57'si 1 Ekim-30 Nisan arasında, insanların genellikle zamanlarının çoğunu kapalı ortamlarda geçirdiği ve ısınma araçlarının kullanıldığı ve dolayısıyla da yangın tehlikesinin

yüksek olduğu kış yarıyılında, % 43'ü ise 1 Mayıs-30 Eylül arasında, yaz yarıyılında olmuştur. Depremlerin % 39 kadarı 22.00-07.00 saatleri arasında, yani genellikle uyku saatlerinde kaydedilmiştir.

Deprem büyüklüklerinden hareketle belirlenen fay uzunluklarına göre, aletsel dönemde, depremlerle harekete geçen ya da yeni oluşan fayların % 65 kadarının uzunluğu 10 km den kısadır. 50 km den daha kısa fayların oranı ise % 97 kadardır. Bu değerler, kısa fayların çoğunluğunu işaret etmesi bakımından tarihsel dönemdeki oranlara benzerlik göstermektedir.

Marmara Bölgesi'nde Deprem Riski

39.50°-43.50°N paralelleri ile 25.00°-32.00°E meridyenleri arasında kalan inceleme sahasının deprem riskinin belirlenebilmesi amacıyla bir dizi istatistiksel analiz gerçekleştirilmiştir. Analizler için 1900-2000 arasındaki 100 yıllık süre içinde meydana gelen, süre magnitudü 4'e eşit ve daha büyük olan, yıllık maksimum depremler (yılların en büyük depremleri) esas alınmıştır. Sayfa sınırlaması nedeniyle, her yılın en büyük depremlerinden oluşturulan 100 büyük deprem serisinin analiz sonuçlarından sadece bazıları aşağıda özetlenmiştir (analizlerde yararlanılan başlıca yöntem ve matematiksel eşitlikler için bkz: Tabban vd. 1975, Tezcan vd. 1979 ve Ergünay vd. 1974).

Muhtemel frekanslar ve magnitudler

Shewhart standart sapma analizine göre, Marmara Bölgesi'nde meydana gelen ve meydana gelebilecek olan yılların en büyük depremlerinin büyüklüğünün 3.6 M ile 6.8 M arasında olması, % 95 olasılıkla normal görünmektedir. Yılların en büyük depremleri % 100 olasılıkla 2.7 M'den küçük, 7.7 M'den büyük olamaz. Bu değerler, Marmara Bölgesi'nin deprem yönünden oldukça aktif olduğunu göstermektedir. Bölge, M.S. 11-2000 yılları arasında 132 kez şiddetli depreme sahne olmuş, binlerce insan hayatını yitirmiştir.

Gumbel-Gutenberg-Richter ve üstel olasılık dağılım yöntemleri ile yapılan yılların en büyük depremlerinin analiz sonuçlarına

göre, % 63 ihtimal ile her yıl kaydedilebilecek maksimum yıllık magnitud Marmara Bölgesi'nde 4.8 M, İstanbul sismotektonik yöresinde 4.5 M, İzmir sismotektonik yöresinde 4.9 M, Muğla sismotektonik yöresinde 5.0 M'dir. 100 yıl içinde gerçekleşmesi muhtemel maksimum magnitud Marmara Bölgesi'nde 7.9 M, İstanbul sismotektonik yöresinde 7.5 M, İzmir sismotektonik yöresinde 7.1 M ve Muğla sismotektonik yöresinde 7.3 M'dir. 7.4 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlama süresi Marmara Bölgesi'nde 46 yıl, İstanbul sismotektonik yöresinde 90 yıl, İzmir sismotektonik yöresinde 169 yıl ve Muğla sismotektonik yöresinde 115 yıldır. 7.4 M büyüklüğündeki bir depremin 2000-2025 yılları arasında gerçekleşme ihtimali ise Marmara Bölgesi'nde % 42, İstanbul sismotektonik yöresinde % 25, İzmir sismotektonik yöresinde % 14 ve Muğla sismotektonik yöresinde % 20 dir (yöntem için bkz: Ergünay-Bayülke-Gençoğlu 1974, Tabban ve Gencoğlu 1975, Tezcan-Acar-Çivi 1979, Sezer 1998-2000).

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, Marmara Bölgesi, tektonik bakımdan oldukça aktif bir özellik taşımaktadır. İnceleme alanı, sık sık şiddetli depremlere sahne olmuştur ve olmaya devam edecektir. Deprem üreten fayların çoğu kısa olmakla birlikte nispeten daha uzun fayların bölgeye sokuluşu, Marmara Bölgesi için büyük bir risk oluşturmaktadır. Marmara Denizi'nde 7.0 M'den büyük depremlerin oluşma olasılığının zayıf görünmesine karşılık, Güney Marmara bölümü'nün kara sathında 7.0 M ve daha büyük bir depremin olma olasılığı yüksektir. Bunun yanında, birbirine yakın fayların birbirini tetiklemesi durumunda uzun süreli bir deprem de gözden uzak tutulmamalıdır. Çok yakın geçmişte 7.4 Mw büyüklüğünde bir depremin kaydedildiği düşünülürse, Marmara Denizi kaynaklı 7.0 M'den daha küçük 1-2 depremin ya da kısa fayların birbirini tetiklemesiyle oluşabilecek uzun süreli (birkaç dakika ile

birkaç gün aralıklarla) orta şiddette bir depremin olma olasılığının daha yüksek olduğu söylenebilir. Bu nedenle, uzun süreli olası bir depreme hazırlıklı olunmalıdır. Bölge kentlerinde can ve mal kaybının en aza indirilmesi bakımından bir seri önlemlerin alınması zorunlu görünmektedir. Konu ile ilgili önceki çalışmalarımızda (Sezer 1998-2000) ısrarla üzerinde durulan önerilerin başlıcaları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Her şeyden önce Türkiye'nin bütünüyle sahip olduğu yüksek deprem riski gerçeği dikkate alınarak, depremden korunmanın yegâne çaresi olan depreme dayanıklı yapı yapmaya yönelinmelidir. Bu bağlamda, Batı Anadolu, depremsellik ve deprem riski bakımından bir bütün olarak dikkate alınmak suretiyle, normal konutların en az 6.8 M, kamu yapılarının en az 7.2 M büyüklüğündeki bir depreme dayanıklı olarak yapılması zorunluluğu belirtilebilir.
- Doğal afetle ilgili yetkili yerel kurullar oluşturulmalıdır.
- Kıyılardaki çarpık ve depreme dayanıksız yapılaşmaya son verilmeli, mevcut yapılar güçlendirilmelidir.
- Kıyılarda olası tsunamiler için önlemler alınmalıdır.
- Arazi kullanımı ve yapılaşma için sağlam mekânlar belirlenerek, tehlikeli alanlar bütünüyle tarıma terkedilmelidir.
- Depreme uygun mobilya üretimine başlanmalı ve kullanımına yönelinmelidir.
- Konutlardaki tesisat, deprem ve yangın gibi tehlikeler için sık aralıklarla kontrol edilmeli, ağır ve devrilebilir eşyalar duvarlara, tavana ve tabana sabitlenmelidir.
- Yatak odaları düşebilir ve kırılabilir eşyalardan arındırılmalı, yataklar pencerelerden uzaklaştırılmalı ya da pencerelere kalın perdeler takılmalıdır.

- Halkın bilinçlendirilmesi için eğitim programları hazırlanıp uygulanmalıdır.
- Afetzedelere sağlıklı ilk yardım ve kurtarma için, tam teçizatlı afet sağlık ve kurtarma ekipleri oluşturulmalıdır.
- Yetkili kurullarca Türkiye'deki yapı-zemin özellikleri ile Türk insanının psikolojisi dikkate alınarak, bireylere güvenli davranış biçimi kazandırabilecek resimli deprem el kitapları ve afişleri hazırlanmalıdır.

REFERANSLAR

- Ambraseys, N. N., Finkel, C. F., 1995. *The seismicity of Turkey and Adjacent Areas, a Historical Review, 1500-1800*, Eren yayıncılık, İstanbul.
- Ayhan, E., 1988. 'Türkiye'de 1881-1988 yılları arasında oluşmuş şiddetli depremler'. *Deprem Araştırma Bülteni* **61**.
- Earthquake Research Department (ERD). <http://www.deprem.gov.tr/>
- Ergin, K., Güçlü, U., Uz, Z., 1967. *Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu (M.S. 11 yılından 1964 sonuna kadar)*. İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Arz Fiziği Enstitüsü Yayını No: 24, İstanbul.
- Ergin, K., Güçlü, U., Aksay, G., 1971. *Türkiye ve Dolaylarının Deprem Kataloğu (1965-1970)*. İstanbul Teknik Üniversitesi. Maden Fakültesi Arz Fiziği Enstitüsü Yayını No:28, İstanbul.
- Ergünay, O., Bayülke, N., Gençoğlu, S., 1974. *1 Şubat 1974 İzmir Depremi Raporu*. T.C. İmar İskân Bakanlığı Deprem Araştırma, Ankara.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). <http://www.fema.gov/library/tsunamif.htm>
- Harvard University. <http://www.seismology.harvard.edu/>
- Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (KOERI).
<http://www.koeri.boun.edu.tr/scripts/sondepremler.asp>.
- 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*, 87-102, İzmir.
- Sezer, L.İ., 1998b. 'Doğal afetler ve kent'. *İzmir Yerel Gündem 21, İzmir'in Kentleşme-Çevre-Göç Sorunları ve Çözüm Önerileri Kentleşme Raporu* **1**, 47-76, İzmir.
- Sezer, L.İ., 1998c. 'Isparta-Burdur sismotektonik yöresinde depremsellik ve deprem Riski'. *Ispartanın Dünü, Bugünü ve Yarını Sempozyumu II 16-17 Mayıs 1998 Bildiri Özetleri*, Isparta.
- Sezer, L.İ., 1999a. 'Adana sismotektonik yöresinde depremsellik ve deprem riski'. *Ege Coğrafya Dergisi* **10**, 83-124.
- Sezer, L.İ., 1999b. 'Kemalpaşa (İzmir) yöresinin depremsellik bakımından Batı Anadolu'daki yeri ve önemi'. *Kemalpaşa Kültür ve Çevre Sempozyumu 3-5 Haziran 1999 Bildiri Kitabı*, 419-450, İzmir.
- Sezer, L.İ., 2000a. 'Kuşadası'nda (Aydın) Deprem Aktivitesi ve Riski. *Geçmişten Geleceğe Kuşadası Sempozyumu 23-26 Şubat 2000 Bildiri Özetleri*, Kuşadası.
- Sezer, L.İ., 2000b. 'Batı Anadolu'da Deprem Aktivitesi ve Riski'. *Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu 24-27 Mayıs 2000 Bildiri Kitabı*, 249-255, İzmir.
- Sezer, L.İ., 2000c. 'Isparta-Burdur Sismotektonik Yöresinde Depremsellik ve Deprem Riski'. *Ege Coğrafya Dergisi* **11**, 75-96.
- Sipahioğlu, S., 1984. 'Kuzey Anadolu fay zonu ve çevresinin deprem etkinliğinin incelenmesi'. *Deprem Araştırma Bülteni* **45**.

Soysal, H., 1979. 'Tsunami (deniz taşması) ve Türkiye kıyılarını etkilemiş tsunamiler'. *Deprem Araştırma Bülteni* **25**, 48-56.

Şaroğlu, F., Emre., Ö., Kuşçu, A., 1992. Türkiye'nin Diri Fay Haritası. Ölçek: 1/1000000. Ankara.

Tabban, A., Gencoğlu, S., 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 Araştırma Bülteni* **26**, 5-34.

The Earthquake Engineering Research Institute (EERI). <http://www.eeri.org/>.

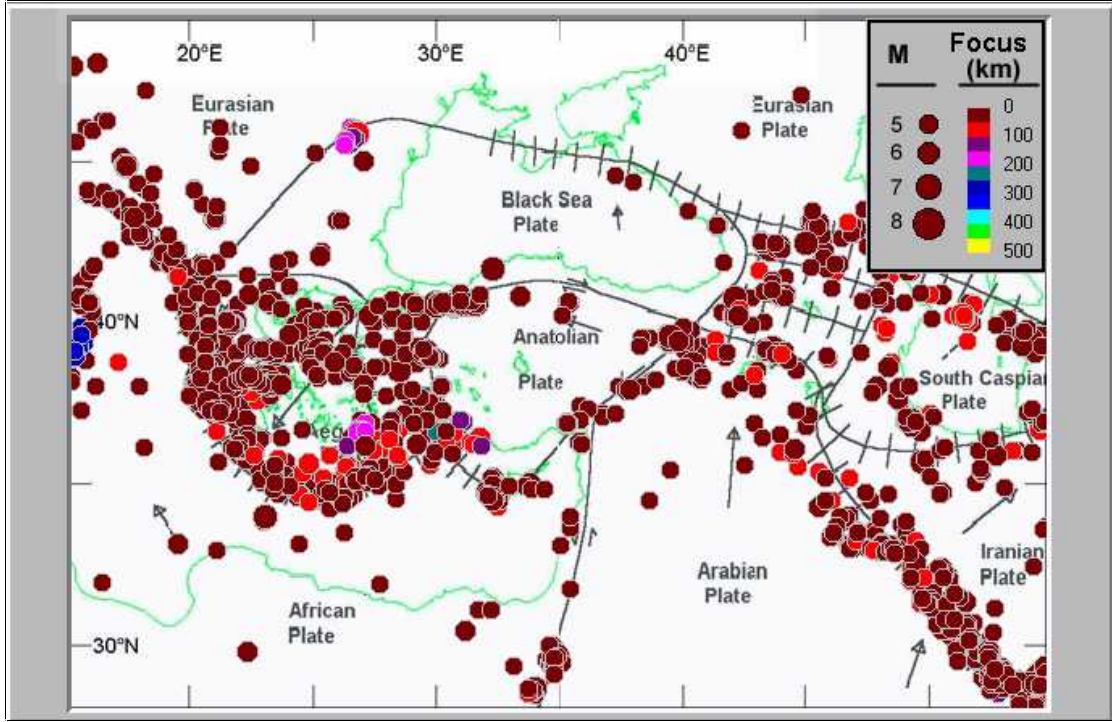
The Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS). <http://www.iris.washington.edu/>.

The National Geophysical Data Center- National Oceanic & Atmospheric Administration (NGDC-NOAA). <http://www.ngdc.noaa.gov/seg/hazard/tsevsrch>

United States Geological Survey-US National Earthquake Information Center (USGS). <http://wwwneic.cr.usgs.gov/neis/bulletin/bulletin.html>.

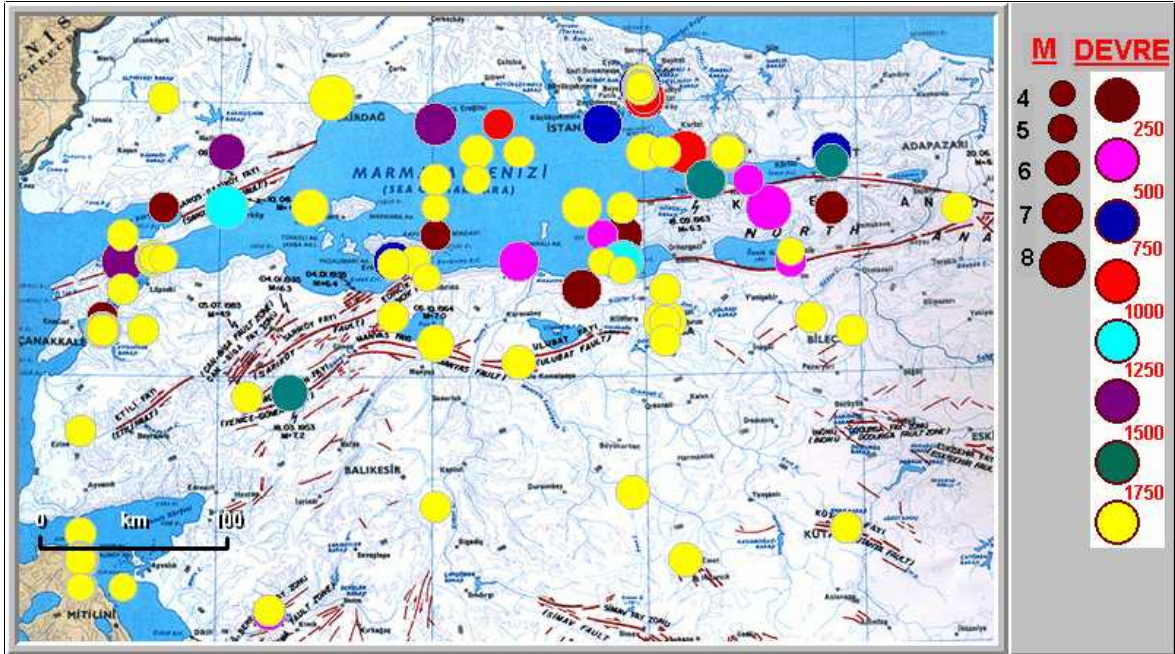
United States Geological Survey-US National Earthquake Information Center (USGS). <http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/>.

* Bu çalışma, Türk Coğrafya Kurumu ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi tarafından Coğrafya 29. Coğrafya Meslek Haftası münasebetiyle 17-19 Mayıs 2001 tarihleri arasında Çanakkale'de düzenlenen Güney Marmara Bölümü "Mekansal Sorunlar ve Çözümler" Sempozyumu'nda bildiri olarak sunulmuştur.



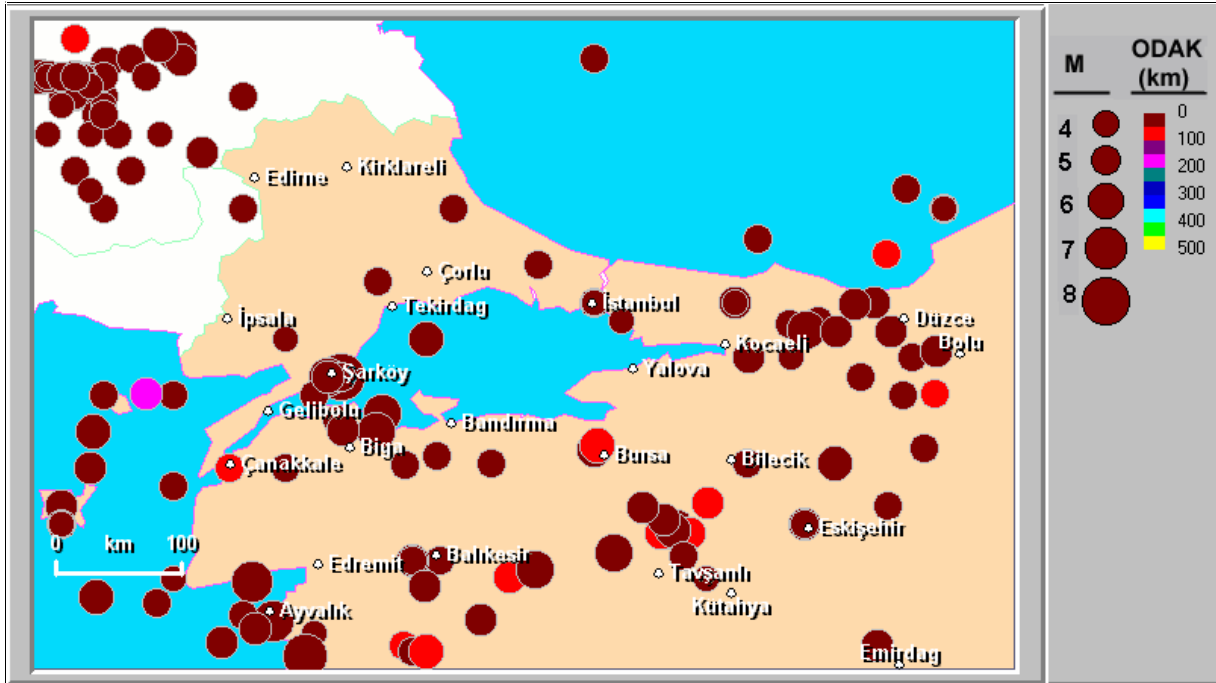
Şekil 1: Mc Kenzie modeline göre, Türkiye'nin tektonik haritasında depremler (United States Geological Survey, $M_s \geq 5$; 1960-2000).

McKenzie Tectonic Map of Turkey. Showing major tectonic lines and earthquakes (earthquakes after USGS; $M_s \geq 5$; 1960-2000).



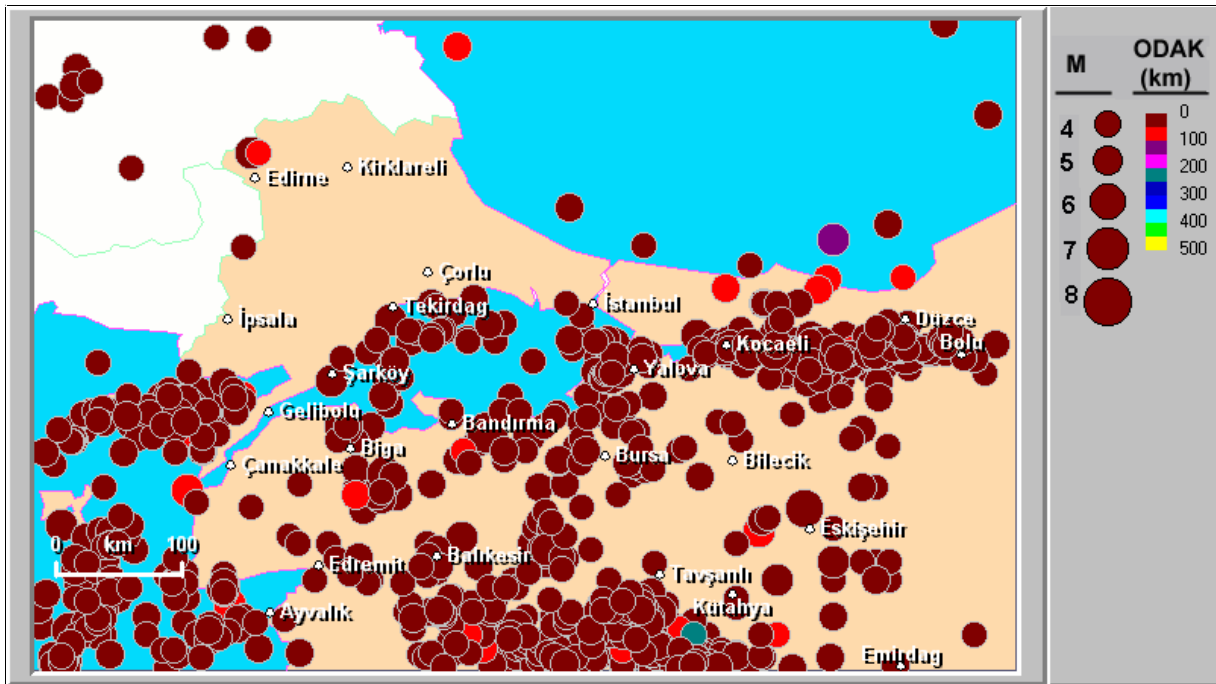
Şekil 2: Türkiye Diri Fay Haritasında (Şaroğlu v.d. 1992) Marmara Bölgesi'nin tarihsel dönem depremleri ($M \geq 4$, M.S. 11-1900).

Seismicity Map of Marmara Region in the Historical Period (A.D. 11 to 1900; Magnitude ≥ 4.0 ; base map after Şaroğlu et al. 1992).



Şekil 3a: Marmara Bölgesi'nde aletsel dönem depremleri (M \geq 4, M.S. 1900-1950).

*Seismicity Map of Marmara Region in the Instrumental Period
(A.D. 1900 to 1950; Magnitude \geq 4.0).*



Şekil 3b: Marmara Bölgesi'nde aletsel dönem depremleri (M \geq 4, M.S. 1950-2000).

*Seismicity Map of Marmara Region in the Instrumental Period
(A.D. 1950 to 2000; Magnitude \geq 4.0).*