



Ege Coğrafya Dergisi, 13 (2004), 29-46, İzmir
Aegean Geographical Journal, 13 (2004), 29-46, İzmir—TURKEY

İZMİR SİSMOTEKTONİK YÖRESİNİN DEPREMSELLİĞİ

Seismicity in the Izmir seismotectonic region

Lütfi İhsan SEZER

Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü 35100 Bornova-İzmir
lutfi.ihsan.sezer@ege.edu.tr

Abstract

The İzmir seismotectonic region is located between 37.50°-39.50°N latitudes and 25.00°-29.50°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 Muğla seismotectonic areas in The Western Anatolia. Finally, relatively high risk values are found for this period. For example: The annual mean maximum magnitude is 4.9 M and annual mean seismic risk is 63 % in the mentioned area.

Key words: Ege Region, İzmir, Earthquake, Seismic risk, Seismicity.

Öz

Bu çalışmada sismotektonik bakımdan 37.50°-39.50°N enlemleri ile 25.00°-29.50°E boylamları ile sınırlanmış bulunan İzmir deprem yöresi, jeolojik yapısı ve morfo-tektonik özelliği itibarıyla Alpin Kuşak'ta yer tutmaktadır. İzmir yöresinin depremselliği ve deprem riskinin ortaya konulması amacıyla hazırlanmış bulunan bu çalışmanın birinci kısmında çeşitli deprem kataloglarından elde edilen kayıtlara dayanılarak İzmir yöresinin deprem etkinliği incelenmektedir. Çalışmanın ikinci kısmında ise 1900-2000 yılları arasında İzmir yöresinde meydana gelen magnitudü 4'e eşit ve daha büyük olan depremlerin yılların en büyük deprem değerlerine standart sapma analizi ve Gumbel-Gutenberg-Richter yöntemleri uygulanarak, İstanbul ve Muğla sismotektonik yöreleri ile karşılaştırmalı olarak İzmir yöresinin deprem riski ortaya konulmaktadır. Örneğin: İzmir deprem yöresinde maksimum magnitud 4.9 M, yıllık ortalama risk ise % 63 olarak saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Ege Bölgesi, İzmir, Deprem, Deprem riski, Depremsellik.

Giriş

İzmir sismotektonik yöresinde (deprem yöresinde) etkin olan depremler, tektonik depremlerdir. Bu çalışmada İzmir sismotektonik yöresinin depremselliğinin ve bu bakımdan taşıdığı riskin istatistiksel yöntemlerle ortaya konulması amaçlanmıştır.

İzmir sismotektonik yöresi 37.50°-39.50°N enlemleri ile 25.00°-29.50°E boylamları arasında kalan sahayı kapsar (zor ve karmaşık sayısal analizlerin kolaylaştırılması amacıyla analiz sahaları, coğrafi koordinatlar yardımıyla dörtgen olarak belirlenip sınırlanmaktadır). İzmir sismotektonik yöresi Bakırçay, Gediz, Küçük ve Büyük Menderes grabenlerini (Ege graben sistemini) içermesi nedeniyle Batı Anadolu'nun en önemli sismotektonik yöresi durumundadır.

Jeolojik yapısı ve morfo-tektonik özelliği itibariyle Asor adalarından Endonezya'ya kadar uzanan Alpin Kuşak'ta (Akdeniz-Himalaya Kusağı) yer tutmaktadır. Yöre, özellikle Ege-Hellen Hendeği ve bunun doğu uzantısı durumunda olan Kıbrıs yayı ile Ege graben sistemi, Batı-Kuzey Anadolu Fay sistemi ile bütünlük içinde 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* birbirini etkileyerek kıpırdanmasına neden olmaktadır. Nitekim, Afrika levhasının Anadolu altına daldığı Ege-Hellen hendeği ve bunun doğu uzantısı durumunda olan Kıbrıs yayı, Ege graben sisteminin fayları, Kuzey Anadolu Fay sisteminin batısındaki faylar, depremlerin tarih boyunca yoğunlaştığı alanlar olarak dikkati çekmektedir (**Şekil 1**).

Anadolu'nun batıya hareketi, doğu-batı yönlü sıkışmalara, kuzey-güney yönlü genişlemeye ve dolayısıyla da yöredeki fay sistemlerinin domino taşları gibi kıpırdanmasına neden olmaktadır. Sismolojik bakımdan Akdeniz Deprem Kuşağı'nda yer alan yöre, magnitudü 4-8 arasında deprem üretecek uzunluktaki diri faylarıyla Türkiye'de 1-2. derece deprem bölgelerine dahil olan araziler içermektedir. Tektonik hareketler günümüzde deprem denilen hafif yer hareketleri olarak devam

ederek hayati bir tehlike oluşturmaktadır. Nitekim yapılan analizlere göre, İzmir sismotektonik yöresinde M.S. 11-2000 yılları arasında magnitudü 4 ve daha büyük 887 deprem kaydedilmiştir. Bu depremlerin 84 kadarı şiddetli ($M \geq 5.5$) olmuş, binlerce insan hayatını kaybetmiştir. Depremlerin büyük bir kısmı İzmir Körfezi ve civarında toplanma göstermiştir. Elde edilebilen kayıtlara göre büyük hasarla ve çok sayıda ölümlü sonuçlanan depremler M.S. 17 (Ege bölgesindeki en büyük felâketlerden biri) ve 688 (20 bin ölüm) İzmir depremleri, 23 Şubat 1653 İzmir ve Ege Adaları depremi (2-3 bin ölüm), 1668 İzmir depremi (2 bin ölüm), 10-12 Temmuz 1688 İzmir depremi (15-20 bin ölüm), 29 Haziran 1880 İzmir – Bornova - Menemen – Manisa - Turgutlu depremi, 15 Ekim 1883 İzmir - Çeşme depremi (15 bin ölüm), 31 Mart 1928 Tepeköy-Torbalı-İzmir depremi, 21-22 Eylül 1939 Dikili-İzmir depremi (41 ölüm, 13 ağır 55 hafif yaralı), 23 Temmuz 1949 Karaburun-İzmir depremi (7 ölüm) ve 2 Mayıs 1953 Karaburun-İzmir depremi'dir

İzmir yöresinin tarih boyunca tsunamiye sahne olmuş olması (Soysal, 1979), bu tehlikenin boyutlarını daha da artırmaktadır (Tablo 1). Bu Tablo incelendiğinde, tsunami olayı ile deprem şiddetleri arasında pek uyum olmadığı görülmektedir. Buna karşılık, Rusya'daki *Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics*'den alınan tsunami kayıtları (Tablo 2) ile bu kayıtlara göre hazırlanan haritaların (**Şekil 2**) incelenmesi durumunda Ege Denizi'nde ve özellikle İzmir deprem yöresinde meydana gelen depremlerin büyüklükleri ile tsunami olayları arasında herhangi bir uyumsuzluğun olmadığı anlaşılmaktadır. Bu durumda, Ege Denizi'nde meydana gelmiş tsunami olaylarından İzmir deprem yöresinin de etkilenmiş olabileceği sonucuna varılabilir.

Bu çalışmanın birinci kısmında bölgenin M.S. 11 ile 2000 yılları arasındaki deprem etkinliği incelenmektedir. İkinci kısımda ise Batı Anadolu'da ayırt edilebilen üç büyük sismotektonik yörenin (İstanbul, İzmir ve Muğla sismotektonik yöreleri) depremsellik ve deprem riski bakımından belli başlı özellikleri ortaya konulmaktadır. Üçüncü ve son kısımda ise

depremden korunma ve deprem zararlarının en aza indirilebilmesi amacıyla önerilerde bulunmaktadır.

İzmir Sismotektonik Yöresinde Deprem Etkinliği

Bu çalışmada kullanılan depremler başta Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (KOERI) ve United States Geological Survey-US National Earthquake Information Center (USGS) ın resmî bültenleri olmak üzere, 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, 1998-2003; Sipahioğlu, 1984; Soysal, 1979; EERI; IRIS; NGDC-NOAA; USGS).

Elde edilebilen deprem kayıtlarına göre, M.S. 11-2000 yılları arasında İzmir sismotektonik yöresinde magnitudü 4 (şiddeti IV) ve daha büyük 887 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 incelenmektedir. Bu çalışmada da bu yaygın görüşe bağlı kalınarak İzmir sismotektonik yöresinin deprem etkinliği, aşağıda tarihsel ve aletsel olmak üzere iki dönem halinde incelenmektedir.

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

İzmir deprem yöresi ile ilgili tarihsel döneme ait ancak 151 deprem kaydı elde edilebilmiştir. Bu depremlerin büyük bir kısmı İzmir Körfezi civarı ile Büyük Menderes grabeninde toplanma göstermiştir (**Şekil 3**). Bu az sayıdaki tarihsel deprem kayıtlarına göre, bu dönemde 46 şiddetli deprem meydana gelmiştir (**Şekil 4**). Tarihsel dönem depremlerinin haritalanması ve frekanslarının belirlenmesi sırasında deprem şiddetleri formül yardımıyla magnitüde dönüştürülmüştür (Formüller için bkz: Tabban-Gencoğlu 1975, Tezcan-Acar-Çivi 1979). USGS

verilerine göre, Türkiye’de tarih boyunca 10000 ve daha fazla ölümlü sonuçlanan depremler, Kocaeli-İstanbul, Erzincan-Erzurum, Adana-Antakya ve İzmir yörelerinde yoğunlaşmıştır. 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 dikkat çekicidir.

Depremlerin zaman içinde yoğunlaştığı dönemler hakkında bilgi edinmek amacıyla yapılan frekans analizlerine göre en fazla kayıt, istasyon sayılarındaki artışa bağlı olarak 1850-1900 yılları arasındadır (82 deprem). 151 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, yerkabuğu hava olaylarına özellikle basınç değişmelerine anında tepki verecek kadar mükemmel bir iletkenlik yeteneğine sahip değildir (Sezer, 1998-2003).

Deprem büyüklüklerinden hareketle belirlenen fay uzunluklarına, tarihsel dönemde, depremlerle harekete geçen ya da yeni oluşan fayların % 56 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 üretebilen fayların) oranı ise % 84 civarındadır. Aletsel dönemde bu oran % 98’dir).

Bu değerler, İzmir deprem yöresinde hareket eden veya oluşan fayların çoğunun kısa olduğunu göstermektedir. Bu özellik aletsel dönemde de görülmektedir. İzmir deprem yöresindeki fayların çalışma özelliklerine ilişkin bir araştırma bulunmamaktadır. Son bilgilerimize göre, yöredeki faylar kısadır. Çoğu düşey atımlıdır ve

tek başına 7'den büyük deprem üretebilme olasılığı zayıftır. Çok sayıda kısa fayın bulunduğu bu yörede enerji boşalımının yeni uzun bir fay oluşturma ihtimali de oldukça zayıftır. Bu durumda, İzmir deprem yöresinde, 17 Ağustos 1999 Kocaeli-Gölcük depremi (7.4 Mw: Moment magnitudü, son USGS bültenine göre 7.6 M) büyüklüğünde bir depremin olamayacağı ifade edilebilir. Buna karşılık, İzmir Körfezi ve Ege grabenlerindeki kısa fayların harekete geçmesi veya oluşması ve birbirini tetiklemesi sonucu en çok 6.5-7.M arasında 2-3 deprem 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. İzmir deprem yöresindeki grabenlerin her birinde bir kerede en çok bir adet 6.5-7 M civarında bir deprem olabilir. İzmir Körfezi ile Bakırçay, Gediz, Küçük ve Büyük Menderes grabenlerinde birkaç dakika ile birkaç gün aralıklarla 7 M civarında birer depremin olma olasılığı (aynı anda 5 adet 7 M civarında deprem olma olasılığı) var olsa bile, bu durum 2 adet Kocaeli-Gölcük depremi olma olasılığı anlamına gelir ki, son derece zayıf bir olasılıktır.

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

Son ikibin yılda İzmir yöresinde meydana gelen süre magnitudü 4 ve daha büyük 887 depremin 736'sı bu dönemde kaydedilmiştir. Eldeki kayıtlara göre, bu dönemde oluşan depremlerin büyük bir kısmı İzmir ve Kuşadası Körfezleri ile, Aydın, Denizli ve Gediz civarında toplanma göstermiştir. Bu dönemde depremlerin episantr koordinatlarından Büyük Menderes grabeninin nispeten daha aktif olduğu anlaşılmaktadır. Bu depremlerin 104'ü Batı Anadolu'daki deprem istasyonlarının henüz yaygınlaşmadığı 1900-1950 arasında, 632'si 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). Ancak, son 50 yılda önceki 50 yıla göre depremlerin arttığı söylenemez, sadece kayıt artışından söz edilebilir (**Şekil 5**).

Bu dönemde kaydedilen 736 depremden 38'inin magnitudü 5.5 ve daha büyüktür. M.S. 1900-2000 yılları arasında olmak üzere, 38 kez şiddetli deprem olmuştur (**Şekil 6**). 38 depremin 6'sında magnitud 7 ve daha büyüktür. Ölümle sonuçlanan depremler 31 Mart 1928 Torbalı (İzmir; 50 ölü), 22 Eylül 1939 Dikili (İzmir; 60 ölü), 25 Haziran 1944 Uşak (21 ölü), 6 Ekim 1944 Ayvalık (Balıkesir; 30 ölü), 23 Temmuz 1949 Karaburun (İzmir; 7 ölü), 16 Temmuz 1955 Söke (Aydın; 23 ölü), 13 Haziran 1965 Denizli (14 ölü), 23 Mart 1969 Alaşehir (Manisa; 53 ölü), 28 Mart 1970 Gediz (Kütahya; 1086 ölü) depremleridir (Ayhan 1988,

<http://www.koeri.boun.edu.tr/seismo/tLarge0.htm>). 736 depremin % 81'inin odak derinliği 0-30 km arasındadır (**Şekil 7**). USGS tarafından hazırlanmış bulunan dünya kabuk haritasına göre (<http://www.usgs.gov>) Batı Anadolu'daki kabuk kalınlığının 30 km civarında olduğu düşünülürse, deprem odaklarının büyük bir kısmının kabuk içinde olduğu belirtilebilir.

En fazla deprem 1970 yılında kaydedilmiştir (65 deprem). Bu yıla ait depremlerin çoğu, muhtemelen Gediz depreminin artçılarıdır. Bu yılı 49 deprem ile 1976, 48 depremlerle 1969 ve 34 deprem ile 1986 yılları izlemiştir. Bu yıllardaki deprem sayılarının fazlalığı, büyük depremlerin artçıları olabileceği gibi, istasyon sayılarının artışıyla da bağlantılı olabilir. 736 depremin % 62'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, % 38'i ise 1 Mayıs-30 Eylül arasında, yaz yarıyılında olmuştur. Depremlerin % 37 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 % 70 kadarının uzunluğu 10 km den kısadır. 50 km den

daha kısa fayların oranı ise % 99 kadardır. Bu değerler, kısa fayların çoğunlukta olduğunu işaret etmesi bakımından tarihsel dönemdeki oranlara benzerlik göstermektedir.

İzmir Sismotektonik Yöresinde Deprem Riski

37.50°-39.50°N paralelleri ile 25.00°-29.50°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. Aşağıda, her yılın en büyük depremlerinden oluşturulan 100 büyük deprem serisinin analiz sonuçlarından sadece bazıları özetlenmiştir.

Muhtemel frekanslar ve magnitudler

Shewhart standart sapma analizine göre, İzmir deprem yöresinde herhangi bir yıl içinde meydana gelen ve meydana gelebilecek olan en büyük depremin büyüklüğünün 4.1 M ile 6.3 M arasında olması, % 95 olasılıkla normal görünmektedir. Yıl içindeki en büyük depremler % 100 olasılıkla 3.5 M'den küçük, 6.9 M'den büyük olamaz. Bu değerler, İzmir yöresinin deprem yönünden oldukça aktif olduğunu göstermektedir. Bölge, M.S. 11-2000 yılları arasında 84 kez şiddetli depreme sahne olmuş, binlerce insan hayatını yitirmiştir (**Şekil 8**).

Sismik tehlike

Sismik tehlike bakımından İzmir deprem yöresi, yüksek ivme gösteren yerler olarak bir sıralamaya tabi tutulacak olursa; I. Derece Deprem Bölgesi içindeki Midilli Adası civarı 1 nci; Dikili, Urla, Seferihisar, İzmir, Torbalı, Bayındır, Ödemiş, Buldan ve Denizli-Honaz civarı 2 nci; Kınık-Simav arası ile Söke-Denizli arası 3 ncü; Savaştepe civarı, Selendi-Uşak arası, Eşme civarı ve Söke-Çine arası 4 ncü dereceden sismik tehlikeye sahip alanlar olarak belirtilebilir (**Şekil 9**).

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 İzmir deprem yöresinde 4.9 M, İstanbul deprem yöresinde 4.5 M, Muğla deprem yöresinde 5.0 M'dir. 100 yıl içinde gerçekleşmesi muhtemel maksimum magnitud İzmir deprem yöresinde 7.1 M, İstanbul deprem yöresinde 7.5 M, ve Muğla deprem yöresinde 7.3 M'dir. 7.4 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlamaya süresi İzmir deprem yöresinde 169 yıl, İstanbul deprem yöresinde 90 yıl ve Muğla deprem yöresinde 115 yıldır. 7.4 M büyüklüğündeki bir depremin 2000-2025 yılları arasında gerçekleşme ihtimali ise İzmir deprem yöresinde % 14, İstanbul deprem yöresinde % 25 ve Muğla deprem yöresinde % 20 dir (yöntem için bkz: Ergünay-Bayülke-Gençoğlu 1974, Tabban ve Gençoğlu 1975, Tezcan-Acar-Civi 1979, Sezer 1998-2003).

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, 37.50°-39.50°N enlemleri ile 25.00°-29.50°E boylamları arasında kalan İzmir deprem yöresi, tektonik bakımdan oldukça aktif bir özellik taşımaktadır. İnceleme alanı, sık sık şiddetli depremlere sahne olmuştur ve olmaya devam edecektir. Sayısız kısa fayın bulunduğu bu yörede enerji boşalımının yeni uzun bir fay oluşturma ihtimali de oldukça zayıftır. Bu durumda, İzmir deprem yöresinde, 17 Ağustos 1999 Kocaeli-Gölcük depremi (7.4 Mw: Moment magnitudü) büyüklüğünde bir depremin olamayacağı ifade edilebilir. Buna karşılık, İzmir Körfezi ve Ege grabenlerindeki kısa fayların harekete geçmesi veya oluşması ve birbirini tetiklemesi sonucu en çok 6.5-7.M arasında 2-3 deprem deprem ya da uzun süreli bir depremin olabileceği belirtilebilir. 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. İzmir deprem yöresindeki grabenlerin her birinde ve İzmir Körfezinde bir kerede en çok bir adet 6.5-7 M civarında bir deprem olabilir. İzmir Körfezi ile Bakırçay, Gediz, Küçük ve Büyük Menderes grabenlerinde birkaç dakika ile birkaç gün aralıklarla 7 M civarında birer depremin olma olasılığı (5 adet 7 M civarında deprem olma olasılığı) var olsa bile, bu durum 2 adet Kocaeli-Gölcük depremi olma olasılığı anlamına gelir ki, son derece zayıf bir olasılıktır.

Bunun yanında, birbirine yakın fayların birbirini tetiklemesi durumunda, uzun süreli (birkaç dakika ile birkaç gün aralıklarla) orta büyüklükte depremlerin olma olasılığının daha yüksek olduğu söylenebilir. Bu nedenle, İzmir deprem yöresindeki depreme hazırlık çalışmalarının daha çok uzun süreli deprem olasılıkları dikkate alınarak yapılmalıdır. Buna ek olarak, deprem zararlarını arttırıcı bir faktör olarak, potansiyel sivilaşma alanları durumundaki ovaların geniş yer tuttuğu İzmir deprem yöresinde, yeni yerleşme ve kentleşme planlarının yeniden gözden geçirilmesi, 3 kattan fazla yeni yapılaşmaya izin verilmemesi, mevcut yapılar arasında kat sayısı 3'ten fazla olanların güçlendirilmesi zorunluluğu da belirtilebilir. Yöre kentlerinde can ve mal kaybının en aza indirilmesi bakımından bir seri önlemlerin alınması zorunlu görünmektedir. Konu ile ilgili önceki çalışmalarımızda (Sezer 1998-2003) ısrarla üzerinde durulan önerilerin başlıcaları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

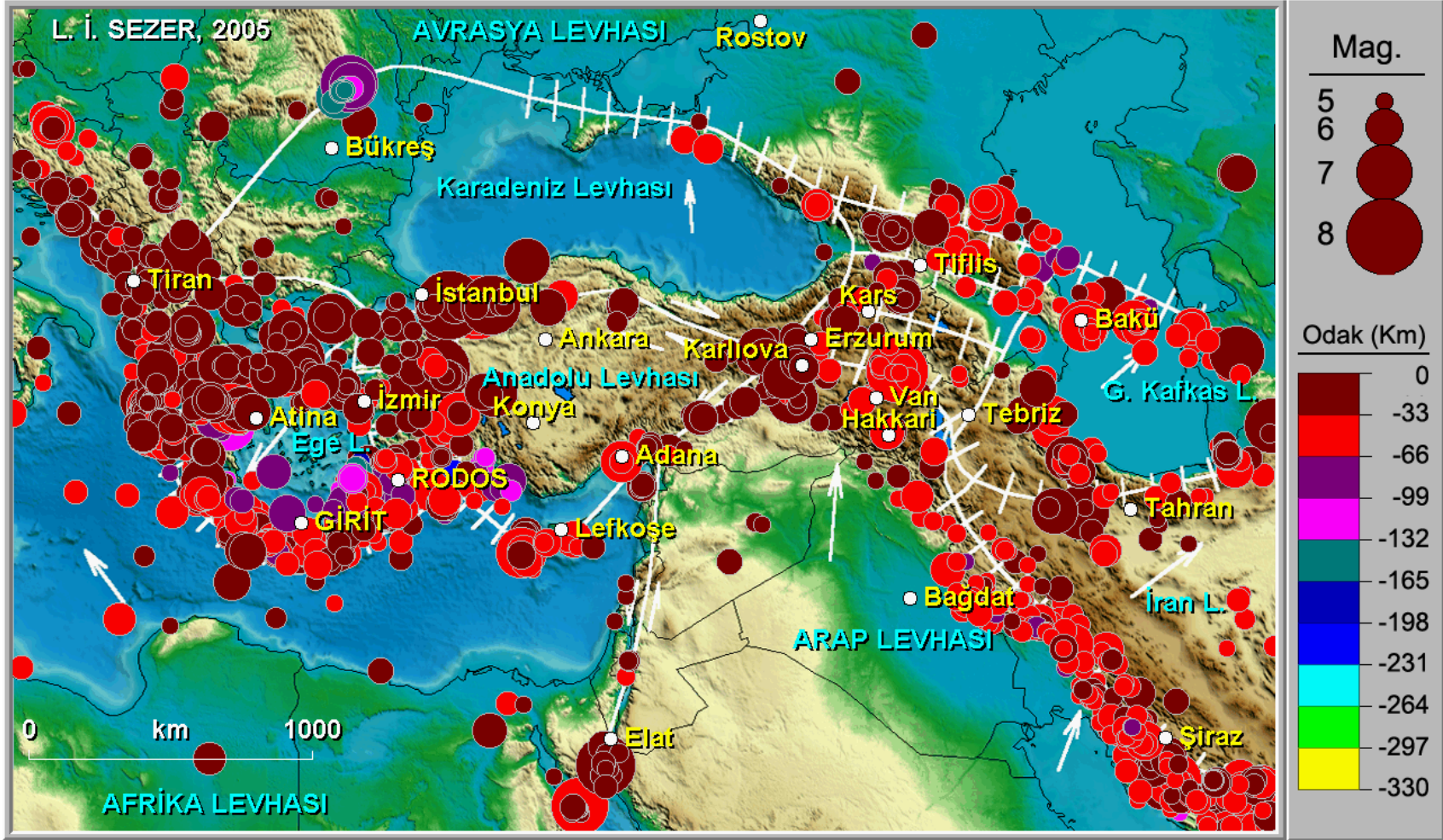
- Her şeyden önce Türkiye'nin bütünüyle sahip olduğu yüksek deprem riski gerçeği dikkate alınarak, depremden korunmanın yegâne çaresi olan depreme dayanıklı yapı yapmaya yönelinmelidir. Bu bağlamda, Batı Anadolu, depremsellik ve deprem riski bakımından bir bütün olarak dikkate alınmak suretiyle, normal 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.
- En azından 10 km lik kıyı kuşağı dahilinde yeni yapılaşmaya kesinlikle izin verilmemelidir.
- Kıyılarda olası tsunamiler için önlemler alınmalıdır.
- Arazi kullanımı ve yapılaşma için sağlam mekânlar belirlenerek, tehlikeli alanlar bütünüyle tarıma terk edilmelidir.
- 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, modern araç ve gereçler ile donatılmış afet sağlık ve kurtarma ekipleri oluşturulmalıdır.
- Yetkili kurullarca Türkiye'deki yapı-zemin özellikleri ile Türk insanının psikolojisi dikkate alınarak, sağlam zemin üzerindeki sağlam binalarda, dolgu zemin üzerindeki binalarda ve fay hatlarındaki binalarda yaşayan bireylere, güvenli davranış biçimi kazandırabilecek resimli deprem el kitapları ve afişleri ayrı ayrı 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.
- Sezer, L.İ., 2000d. 'Kuşadası (Aydın) yöresinde deprem aktivitesi ve riski'. *Geçmişten Geleceğe Kuşadası Sempozyumu (23-26 Şubat 2000) Bildiri Kitabı*, 39-46, İzmir.
- Sezer, L.İ., 2001a. 'Son ikibin yılda İzmir Körfezi ve civarının depremselliği'. *Türkiye Kuvatlerini Çalıştayı (21-22 Mayıs 2001). Makaleler ve Özetler*. İstanbul Teknik Üniversitesi. Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü. Tübitak. İstanbul, 91-102, İstanbul.
- Sezer, L.İ., 2001b. 'Türkiye'nin Ege Bölgesi kıyı kesiminde deprem aktivitesi ve riski'. *Türkiye Kıyıları '01. Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları III. Ulusal Konferansı. 26-29 Haziran 2001. Bildiriler Kitabı*.

(Editörler: Erdal ÖZHAN-Yalçın YÜKSEL). Kıyı Alanları Yönetimi Türk Milli Komitesi - Yıldız Üniversitesi – Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, 803-813, İstanbul.

- Sezer, L.İ., 2002. ‘Uşak yöresinde depremsellik ve deprem riski’. *21. Yüzyılın Esiğinde Uşak (Dün-Bugün-Yarın) Sempozyumu (25-27 Ekim 2001) Bildiri Kitabı 2*, 755-764, İstanbul.
- Sezer, L.İ., 2003a. *İzmir ve Van Sismotektonik Yörelerinin Sismisite ve Deprem Riski Bakımından Karşılaştırmalı İncelemesi*. E.Ü. Araştırma Fonu 1998/EDB/04 No.lu Proje, İzmir.
- Sezer, L.İ., 2003b. ‘Muğla Yöresinde Deprem Aktivitesi ve Riski’. *Türkiye Kuvatneri Çalıştayı-IV. 29-30 Mayıs 2003*. İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü Yayını, 110-119, İstanbul.
- Sezer, L.İ., 2003c. ‘İstanbul Yöresinde Deprem Aktivitesi ve Riski’. *Sırrı Erinç Sempozyumu 2003 Coğrafya. 11-13 Eylül 2003 Genişletilmiş Bildiri Özetleri*. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü ve İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Yay. İstanbul, 135-142, İstanbul.
- Sezer, L.İ., 2003d. ‘Marmara Bölgesi’nde deprem aktivitesi ve riski’. *Ege Coğrafya Dergisi*. **12**, **1**, 29-38, İzmir.
- Sezer, L.İ., 2003e. ‘Çivril (Denizli) deprem yöresinde deprem aktivitesi ve riski’. *Ege Coğrafya Dergisi*. **12**, **2**, 93-102, İzmir.
- 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.-Ö. Emre-A. Kuşçu, 1992. Türkiye’nin Diri Fay Haritası. Ölçek: 1/1000000. Ankara.
- 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 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>
- Tsunami Laboratory. Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics. <http://tsun.sccc.ru/>.
- 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/>.



Şekil 1: Mc Kenzie (1972) modeline göre Türkiye'nin tektonik haritasında depremler (USGS, Ms \geq 5 ; 1960-2005).
 Fig. 1: The earthquakes in Turkey's Tectonic Map according to McKenzie model (1972), (records after USGS, Ms \geq 5; 1960-2005).

Tablo 1 : İzmir Körfezi ve civarında meydana gelmiş tsunamiler (Soysal, 1979).
 Table 1: The tsunamis in the İzmir Bay and surrounding (after Soysal 1979).

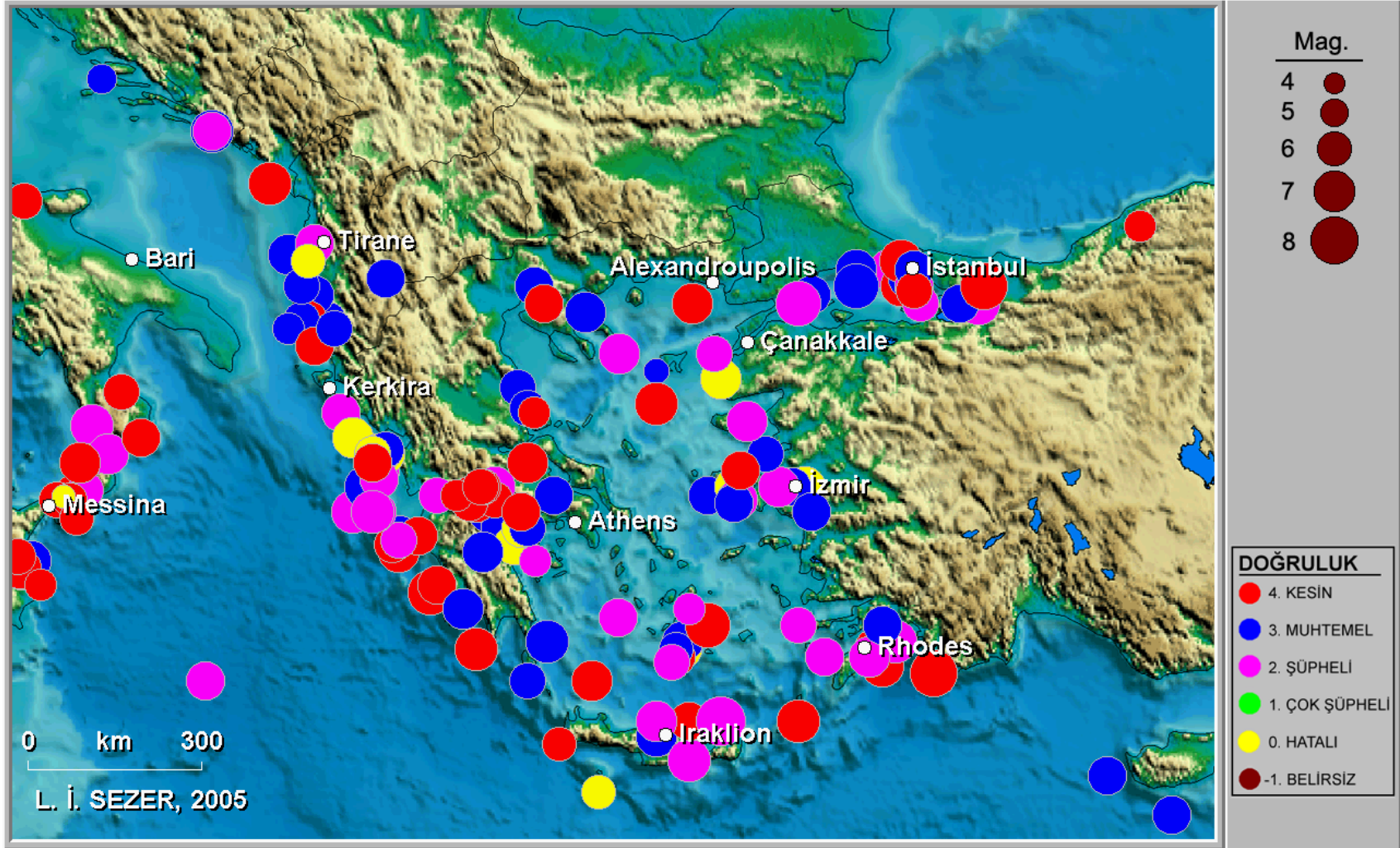
Tarih	Yer	Kaynak	Deprem ve Şiddeti
20.03.1389	Sakız Adası	SOYSAL, 1979	1388 ! : İzmir-Sakız (VI)
30.11.1667	İzmir Körfezi	SOYSAL, 1979	1667 ! : İzmir (VII)
10.07.1668	İzmir Körfezi	SOYSAL, 1979	1668 ! : İzmir (IX)
12.05.1852	İzmir Körfezi	SOYSAL, 1979	1854 ! : İzmir (VI)
08.09.1852	İzmir Körfezi	SOYSAL, 1979	1854 ! : İzmir (VI)
13.12.1856	Sakız Adası	SOYSAL, 1979	1854 ! : İzmir (VI)
02.02.1866	Sakız Adası	SOYSAL, 1979	1866 ! : İzmir (VI)

Tablo 2 : İzmir deprem yöresine ilişkin tsunami kayıtları (M.Ö. 479-M.S. 2000; Doğruluklar: 4. Kesin (%100), 3. Muhtemel (%75), 2. Şüpheli (%50), 1. Çok şüpheli (%25), 0. Hatalı (%0) ve -1. Belirsiz tsunamiler. Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics . Bkz: Şekil 2).

Table 2: Tsunami records occurred in İzmir region and around (after Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics in Russia, B.C. 479-A.D. 2000, See Fig. 2).

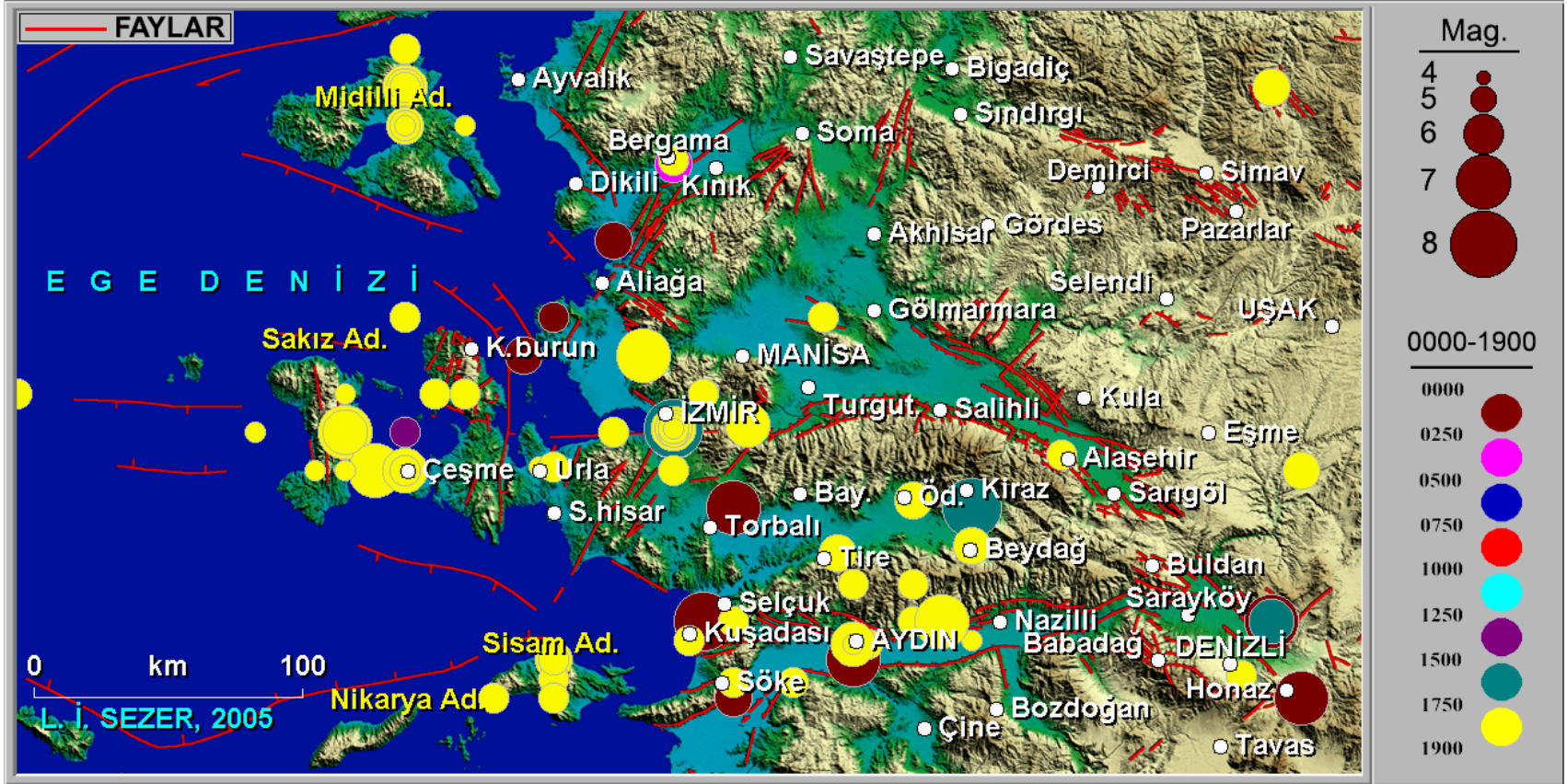
Validity of the event: 4. Definite tsunami (100%), 3. Probable tsunami (75%), 2. Questionable tsunami (50%), 1. Very doubtful tsunami (25%), 0. False entry (0%) and -1. Unknown tsunami.

Tarih	Zaman	Enlem	Boylam	Odak	Ms	Mw	Şiddet	Doğruluk	Yer
04 . -0479		39,0	25,0				2	3	North Aegean Sea
12 . -0026		37,9	28,0		6,8		2	3	Aegean Sea
02 . 02 . 1039		38,4	27,3		6,8			1	Aegean Sea
20 . 03 . 1389	14 : 00	38,6	26,3		6,7		2	4	ISLAND OF CHIOS
14 . 01 . 1546		38,3	25,8		6,5		2	3	Aegean Sea
30 . 11 . 1667		38,4	27,1		6,6		1	2	ASIA MINOR
10 . 07 . 1668		38,4	27,1		6,6		1	3	Aegean Sea
14 . 02 . 1672		38,0	25,0					3	Aegean Sea
10 . 07 . 1688	11 : 45	38,4	26,9		7,0		1	2	Izmir, Aegean Sea
24 . 11 . 1772	07 : 45	38,8	26,7		6,4		2	3	Aegean Sea
16 . 06 . 1778	18 : 30	39,0	25,0				2	3	Aegean Sea
25 . 07 . 1846	17 : 30	38,5	26,6				2	2	Izmir, Aegean Sea
12 . 05 . 1852	02 : 00	38,5	26,6				2	2	Smyrna, East Aegean Sea
08 . 09 . 1852	22 : 30	38,5	26,6				2	3	Smyrna, East Aegean Sea
13 . 11 . 1856		38,4	26,2		6,6		2	1	Chios, East Aegean Sea
02 . 02 . 1866		38,3	26,3		6,8		2	2	Chios, East Aegean Sea
07 . 03 . 1867	18 : 15	39,2	26,4		7,0		1	2	Aegean Sea
03 . 04 . 1881	11 : 40	38,2	26,2		6,5		2	3	Chios, East Aegean Sea
11 . 04 . 1881		38,2	26,2					1	Chios, East Aegean Sea
31 . 03 . 1928	00 : 29 : 47	38,1	27,4		6,5		0	3	East Aegean
23 . 07 . 1949	15 : 03 : 30	38,6	26,3	25	6,7		2	4	East Aegean Sea
19 . 02 . 1968	22 : 45 : 42	39,4	25,0	7	7,1	7,2	1	4	North Aegean Sea
04 . 01 . 1991		37,7	26,3				1	3	East Aegean Sea



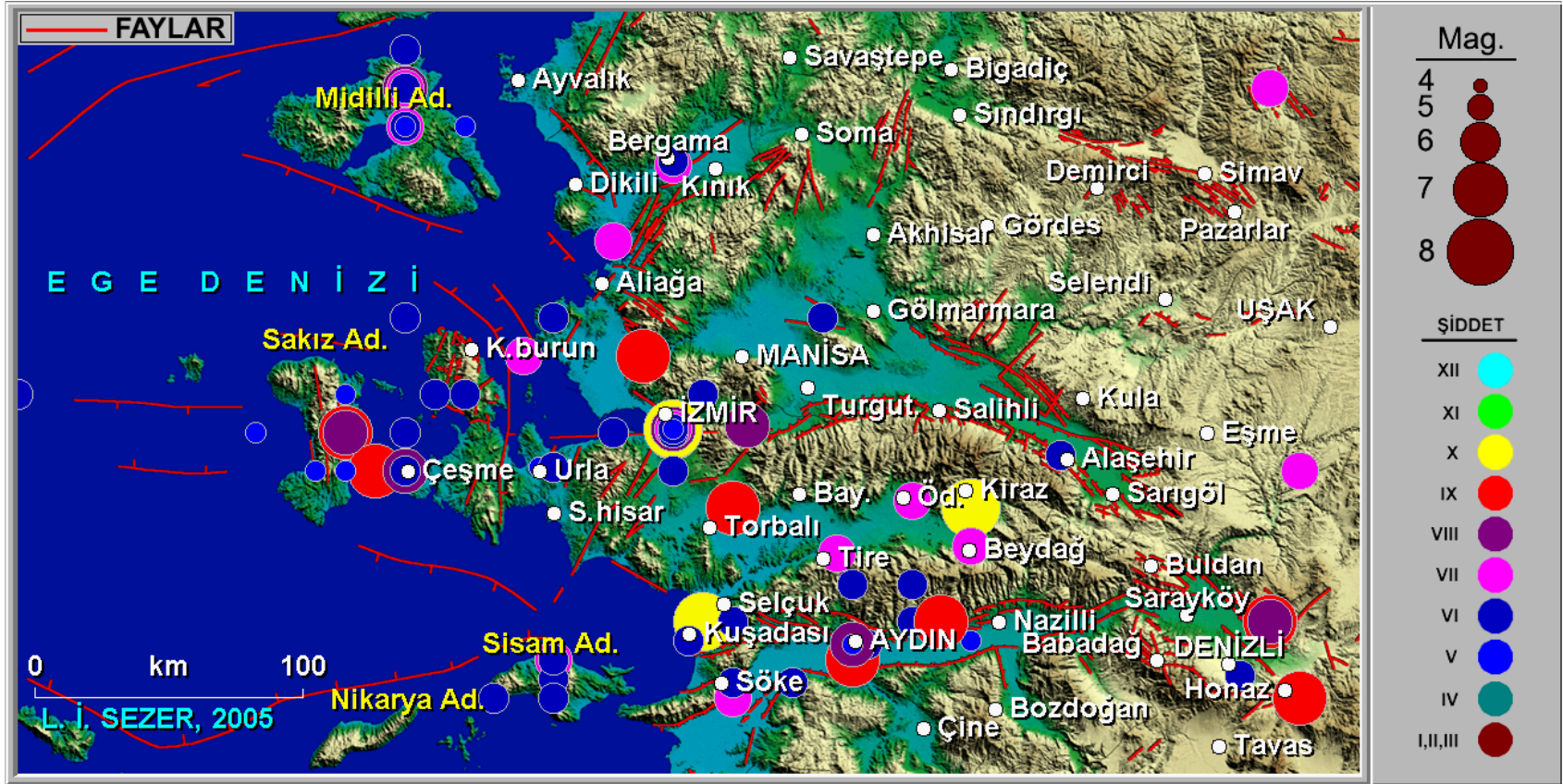
Şekil 2 : Ege Denizi ve çevresinde oluşmuş tsunamiler (M.S. 20-M.S. 2000; Doğruluklar: 4. Kesin (%100), 3. Muhtemel (%75), 2. Şüpheli (%50), 1. Çok şüpheli (%25), Hatalı (%0) ve -1. Belirsiz tsunamiler (Tsunami kayıtları Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics'den, Bkz: Tablo 2).

Fig. 2: Tsunami records occurred in Aegean Sea and around (Tsunami records after Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics in Russia, A.D. 20-2000, See Table 2). Validity of the event: 4. Definite tsunami (100%), 3. Probable tsunami (75%), 2. Questionable tsunami (50%), 1. Very doubtful tsunami (25%), 0. Wrong tsunami (0%), -1. Uncertain tsunami (0%).



Şekil 3: İzmir sismotektonik yöresinde tarihsel depremlerinin yıllara dağılımı (M≥4, M.S. 11-1900).

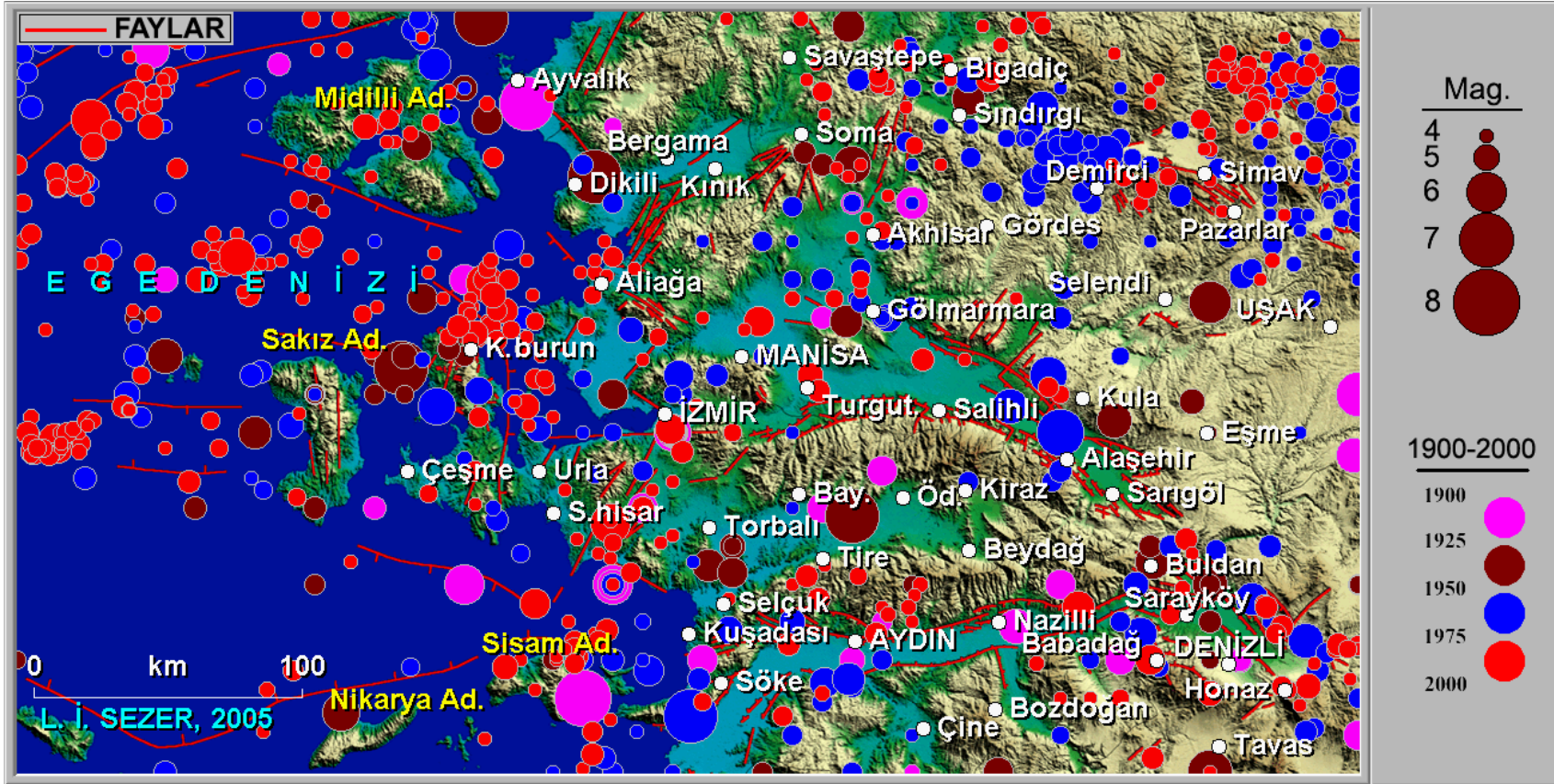
Fig. 3: Historical earthquakes occurred in İzmir seismotectonic region (M≥4, A.D. 11-1900; colours shows the years).



İzmir Sismotektonik Yöresinin Deprem Seliği
Seismicity in the Izmir Seismotectonic Region

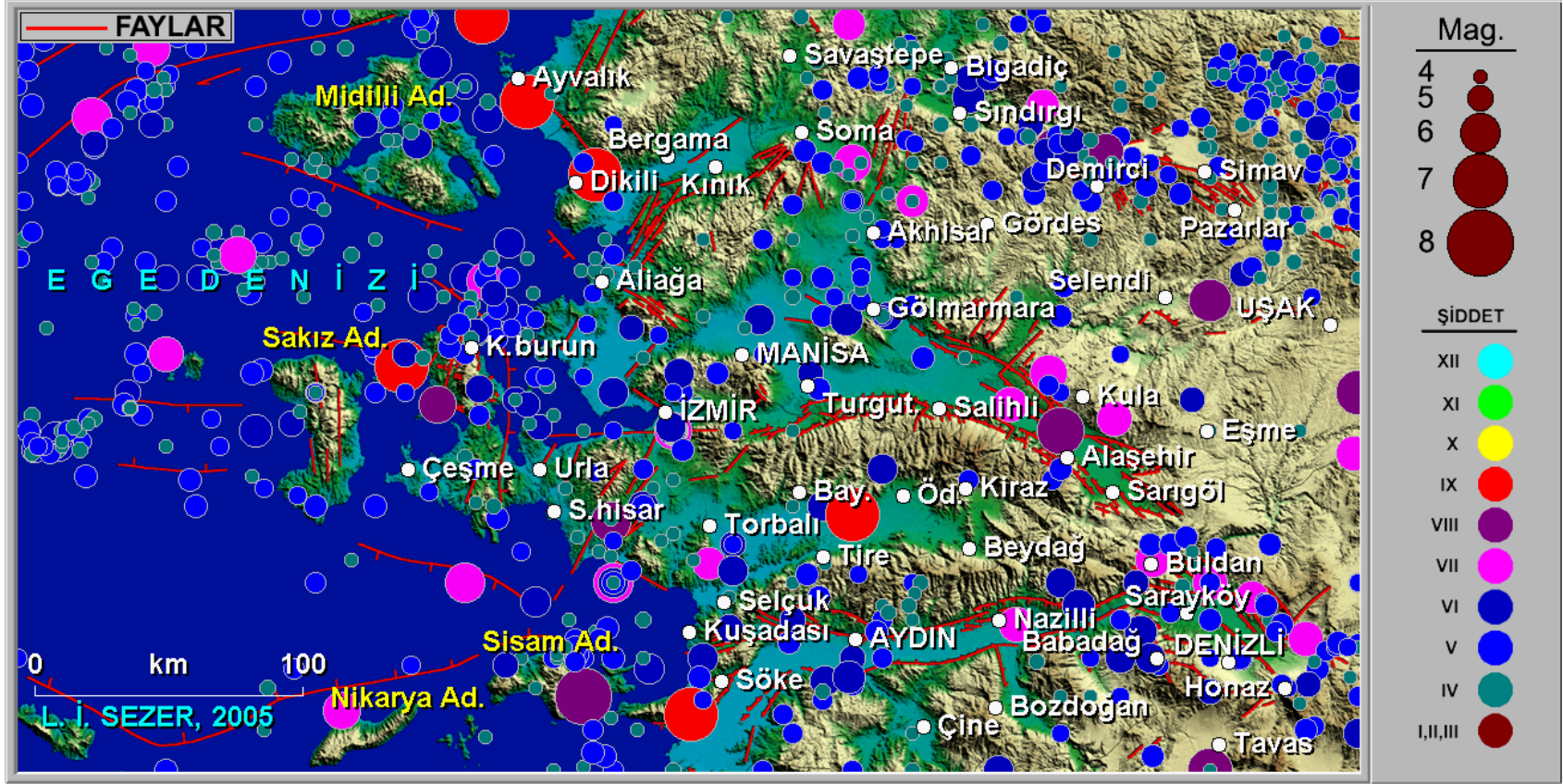
Şekil 4: İzmir sismotektonik yöresinde tarihsel dönem depremlerinin şiddet dağılımı ($M \geq 4$, M.S. 11-1900).

Fig. 4: Magnitude distribution of the earthquake in the historical period in Izmir seismotectonic region ($M \geq 4$, A.D. 11-1900; colours shows the MKS intensity).



Şekil 5: İzmir sismotektonik yöresinde aletsel dönem depremlerinin yıllara dağılımı ($M \geq 4$, M.S. 1900-2000).

Fig. 5: Instrumental earthquake records period in Izmir seismotectonic region in years ($M \geq 4$, A.D. 11-1900; colours shows the years).

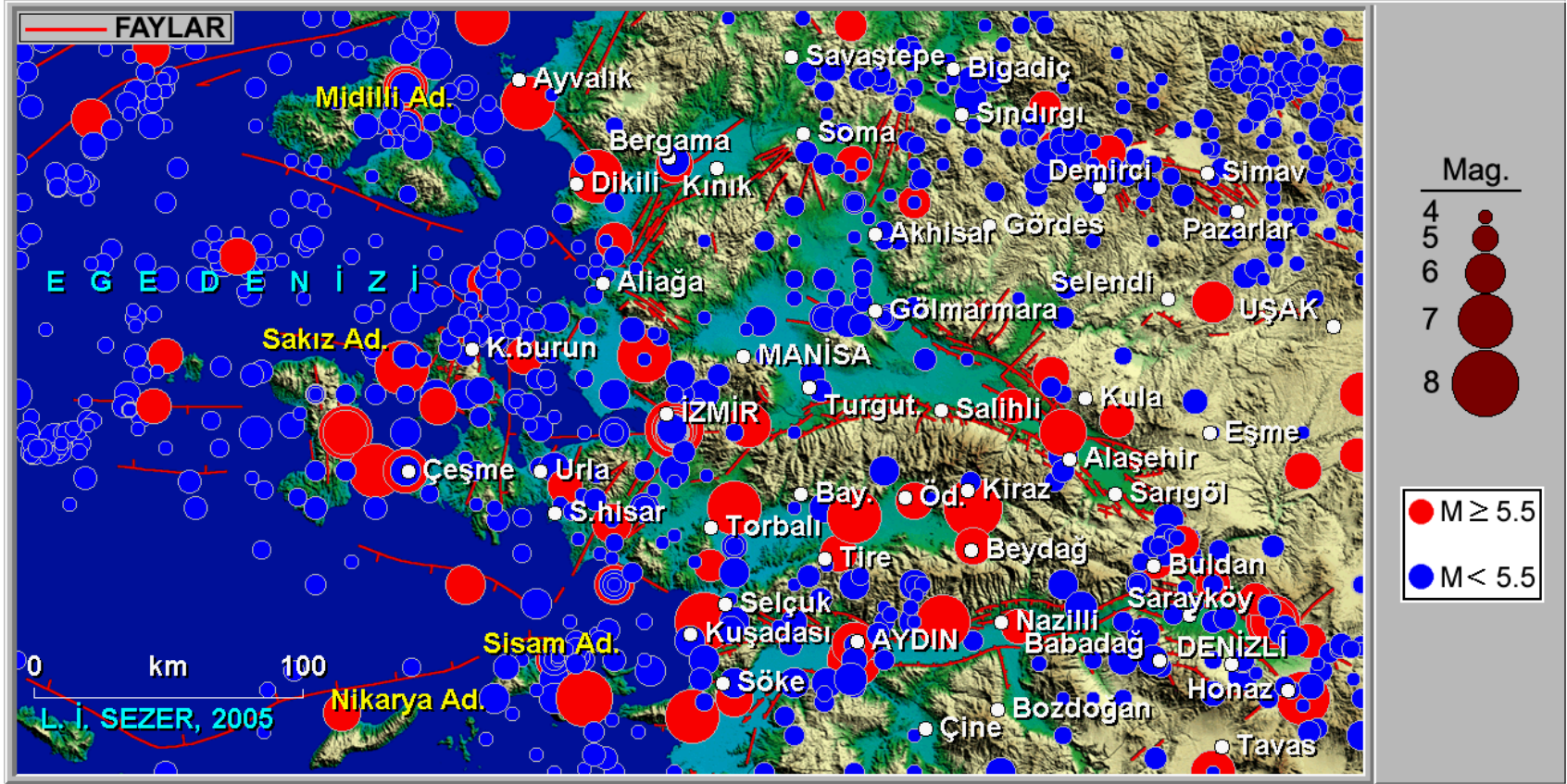


Şekil 6: İzmir sismotektonik yöresinde aletsel dönem depremlerinin şiddet dağılımı ($M \geq 4$, M.S. 1900-2000).
 Fig. 6: Magnitude distribution of the instrumental earthquake records period in Izmir seismotectonic region ($M \geq 4$, A.D. 1900-2000; colours shows the MKS intensity).

İzmir Sismotektonik Yöresinin Depremselliği
 Seismicity in the Izmir Seismotectonic Region



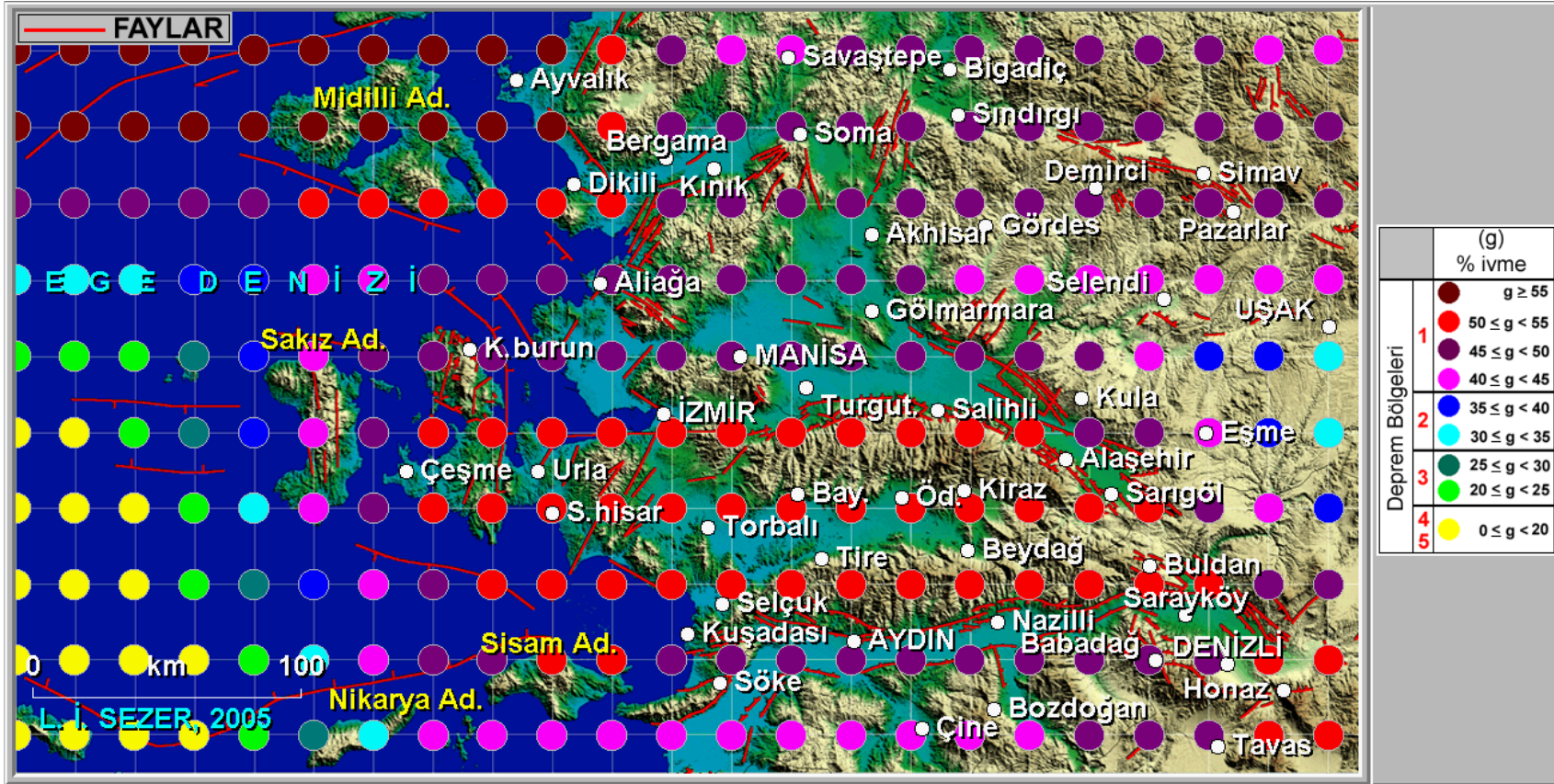
Şekil 7: İzmir sismotektonik yöresinde aletsel dönem depremlerinin USGS odak sınıflarına dağılımı ($M \geq 4$, M.S. 1900-2000).
Fig. 7: Distribution of instrumental earthquake records period in İzmir seismotectonic region according to USGS focus categories ($M \geq 4$; A.D. 1900-2000).



Şekil 8: İzmir sismotektonik yöresinde 5.5M'den büyük (şiddetli) ve 5.5M'den küçük depremlerin dağılımı ($M \geq 4$, M.S. 11-2005).

Fig. 8: Earthquakes' distribution (above 5.5M and under 5.5M) in Izmir seismotectonic region ($M \geq 4$, A.D. 11-2005).

İzmir Sismotektonik Yöresinin Deprem Seliği
Seismicity in the Izmir Seismotectonic Region



Şekil 9: 475 yıllık tekrarlama süreli sismik tehlike haritası.
 Fig 9: Seismic hazard map (in the repetitive period of 475 years).