



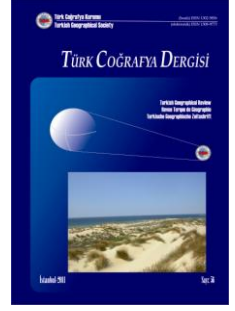
Türk Coğrafya Dergisi

http://www.tck.org.tr

Sayı 56: 11-22, İstanbul

Basılı ISSN 1302-5856

Elektronik ISSN 1308-9773



Hakemli Makale
Reviwed Article

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Deprem Hasar Riski Analizi: Zeytinburnu (İstanbul) Örneği

An Analysis of the Earthquake Damage Risk Based On Geographic Information System (GIS) As Example: Zeytinburnu (Istanbul)

Mehmet Emin SÖNMEZ

ÖZET

Türkiye bulunduğu konum itibarıyla arazilerinin % 42'si birinci dereceden, % 24'ü ikinci dereceden ve % 18'i ise üçüncü dereceden deprem bölgesi içinde yer almaktadır. Bu konunun bir sonucu olarak ülkemizde meydana gelen depremlerde büyük mal ve can kayıpları meydana gelmektedir. Zeytinburnu ilçesi de deprem açısından birinci dereceden risk taşıyan bir alanda yer almaktadır. Özellikle sahanın hiçbir planlama çalışması yapılmadan yerleşmeye açılmış olması olası bir depremde hasar riskinin büyüklüğünü arttırmaktadır. Bu çalışmada Zeytinburnu ilçesinin jeolojik yapısı, topografik özellikleri, fay hatlarına uzaklık ve yükselti değerleri ile ilgili analizler ArcGIS 9.3 ortamında yapılarak, bu değişkenlerin Zeytinburnu'nda meydana gelebilecek depremde yapacakları etkiler göz önünde tutulmuştur. Sonuçta ilçenin deprem hasar riski haritası oluşturulmuş ve yerleşmeye uygun alanlar ile uygun olmayan alanlar araştırılarak depreme karşı alınabilecek önlemler irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Yerleşme, deprem, hasar risk analizi, Zeytinburnu, CBS.

ABSTRACT

In respect of its location Turkey has a wide range of earthquake rates namely having 42% of first-degree seismic zone, 24% second-degree seismic zone and the 18% of third-degree seismic zone. As a result of these earthquakes, there can be much casuality. Also Zeytinburnu district is located in one of those areas. Especially the wrong settlement which does not include any planning study increases the risk higher. In this study, the analysis of the geological structure and lithology of that area, topographical features, distance to fault lines, the degree of subsurface ground water were made in the environment of ArcGIS 9.3. Hence, the effects of these variables in any earthquake example in Zeytinburnu were taken into consideration. In conclusion, the earthquake risk map was made and the precautions against any possible earthquake were examined by comparing the areas appropriate to settlement or not.

Key words: Settlement, earthquake, damage risk analysis, Zeytinburnu, GIS.

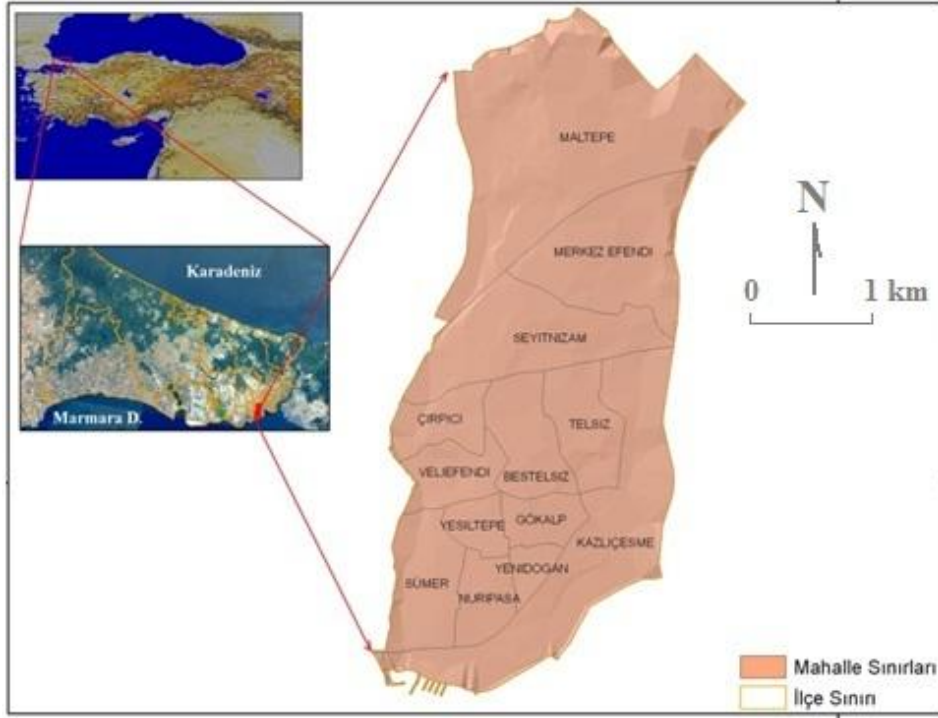
Geliş/Received : 21.12.2009
Kabul/Accepted: 29.04.2011

Kilis 7 Aralık Üniversitesi
Fen-Edebiyat Fakültesi
Coğrafya Bölümü,
KİLİS
(eminsonmez@kilis.edu.tr)

GİRİŞ

İnceleme sahası olan Zeytinburnu, İstanbul iline bağlı bir ilçe olup, çatalca yarımadasının Marmara Denizi'ne bakan yamaçlarında tarihi yarımadadan surlarla ayrılmış kesiminde yer almaktadır. Yüzölçümü 11,16 km²lik yer kaplamakta

ve 13 mahalleden oluşmaktadır (Şekil 1). İlçe, alan olarak küçük olmasına karşılık, yoğun nüfusa sahiptir (25.811 kişi/km²).



Şekil 1. Zeytinburnu ilçesinin lokasyon haritası.
Figure 1. Location map of Zeytinburnu district.

İlçenin tarihine ilişkin yeterli bilgi bulunmamasıyla beraber Bizans döneminde yapılan Balıklı Ayazma sayesinde V. yüzyılda Çırpıcı Çayırı önemli bir mesire alanı haline gelmiştir. Fatih Sultan Mehmet'in (II. Mehmed) İstanbul'u fethedip Yedikule Hisarı'nı inşa ettirdikten sonra Kazlıçeşme'de tabakhaneler kurdurmasıyla, Zeytinburnu İstanbul'un dericilik merkezi haline gelmiştir. Bu dönemde yapılan Kazlıçeşme Camii'nin çevresinde küçük bir yerleşmenin geliştiği tahmin edilmektedir. Cumhuriyet dönemi başlarında ilçe alanında kıyı kesimindeki tabakhaneler ve Kazlıçeşme'den başka önemli bir yerleşim alanı yoktur. İlçenin kaderi, İstanbul Belediyesi İmar Müdürlüğü'nün 1947'de yayımladığı "İstanbul Sanayi Bölgeleri'ne Ait Talimatname'yle" değişmiştir. Bu talimatnameyle Kazlıçeşme yanında Zeytinburnu da İstanbul'da sanayi bölgesi olarak ayrılan alana dâhil edilmiştir. 1950'lerde Zeytinburnu'na sanayi tesislerinin kurulması, Balkanlar'dan gelen göçmenlerin buraya yerleştirilmesi, İstanbul'a yönelen göç ve Aksaray çevresinde evleri istismlâk edilen vatandaşlara burada yer verilmesi ile ilçede kentleşme hızlı bir şekilde gecekondulaşma şeklinde gelişmiştir (AKSEL, 1994: 557-558). 1957 yılında ilçe olan Zeytinburnu'nda ilk nüfus sayımında (1960) 88.341 kişi yaşıyordu. Zaman içinde nüfus hızla artmış, 1980'de 125 bine yaklaşmış, 2000 yılında 247.669 kişi olmuştur. Adrese dayalı nüfus kayıt sistemine göre 2010 yılında nüfusu 292.430 kişi olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

Zeytinburnu ilçesinde yükselti değerleri güneyde Marmara Denizi kıyısından kuzeye doğru artarak Maltepe mahallesinin kuzey kesimlerinde 90 m'nin üzerine çıkmaktadır. İlçenin en alçak kesimini oluşturan ve Kazlıçeşme mahallesinin sınırları içinde kalan sahil kesiminin büyük bir kısmı yapay dolgu alanı iken, Kazlıçeşme ile tarihi surlar arasında kalan diğer büyük bir kısmı da eski su depolarının bulundu-

ğu bataklık alanlardan meydana gelmiştir. İlçede yüksek kesimler Maltepe, Seyitnizam, Merkezefendi, Telsiz ve Beştelesiz mahallelerinin bulunduğu eski aşınım yüzeylerine denk gelirken, alçak kesimleri oluşturan Çırpıcı, Veliefendi, Sümer ve Kazlıçeşme mahalleleri terkedilmiş akarsu yatağı ile alüvyal ve yapay dolgu alanlarına denk gelmektedir (Şekil 2).

Tablo 1. Zeytinburnu ilçesinde Nüfus Gelişimi (1960-2008).

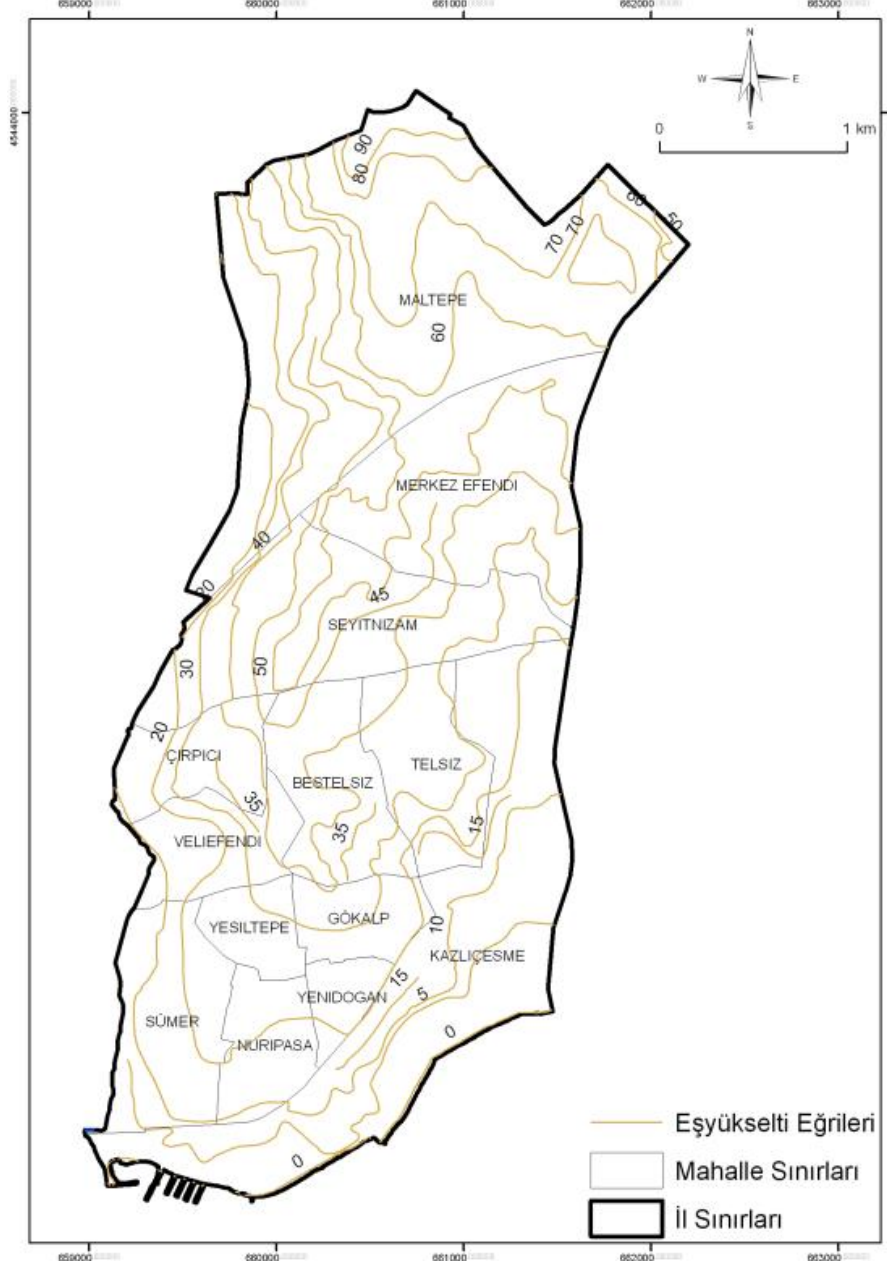
Table 1. The population growth of Zeytinburnu district (1960-2008).

Yıllar	Nüfus
1960	88.341
1965	102.874
1970	117.905
1975	123.548
1980	124.543
1985	147.849
1990	165.679
2000	247.669
2010	292.430

Çalışmaya konu olan Zeytinburnu ve yakın çevresi, 1500 km uzunluğa sahip Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun batı yarısında yer almaktadır. Söz konusu fayın tek fay düzleminde meydana gelmemesi fayın bir zon oluşturmaya neden olmuştur (KETİN, 1977: 384, 473). Fay İstanbul'un içinden geçmez ama hemen güneyinde yer alır ve özellikle yerleşmenin Marmara'ya olan kıyı kesiminde I. derece deprem kuşağında yer almasına neden olur (Şekil 1-2). Marmara denizinde birçok düşey ve yanıl atımlı fay bulunmakla beraber Zeytinburnu ilçesine en yakın olanı Doğu Marmara'da yer almaktadır. Yaltırak ve diğ. (2003)'ün Adalar Fayı diye nitelendirdiği bu fay, Zeytinburnu ilçesinin yaklaşık 20 km güneyinde yer almaktadır. 50 km uzunluğundaki Adalar

Fayı ve devamında batıya Gaziköy'e kadar uzanan 110 km'lik diğer parça, kırılma kinetiği açısından üzerinde büyük deprem olacağı tahmin edilen faylardır (YALTIRAK, ERTURAÇ, TÜYSÜZ ve SAKI-YALTIRAK, 2003: 175). Nitekim

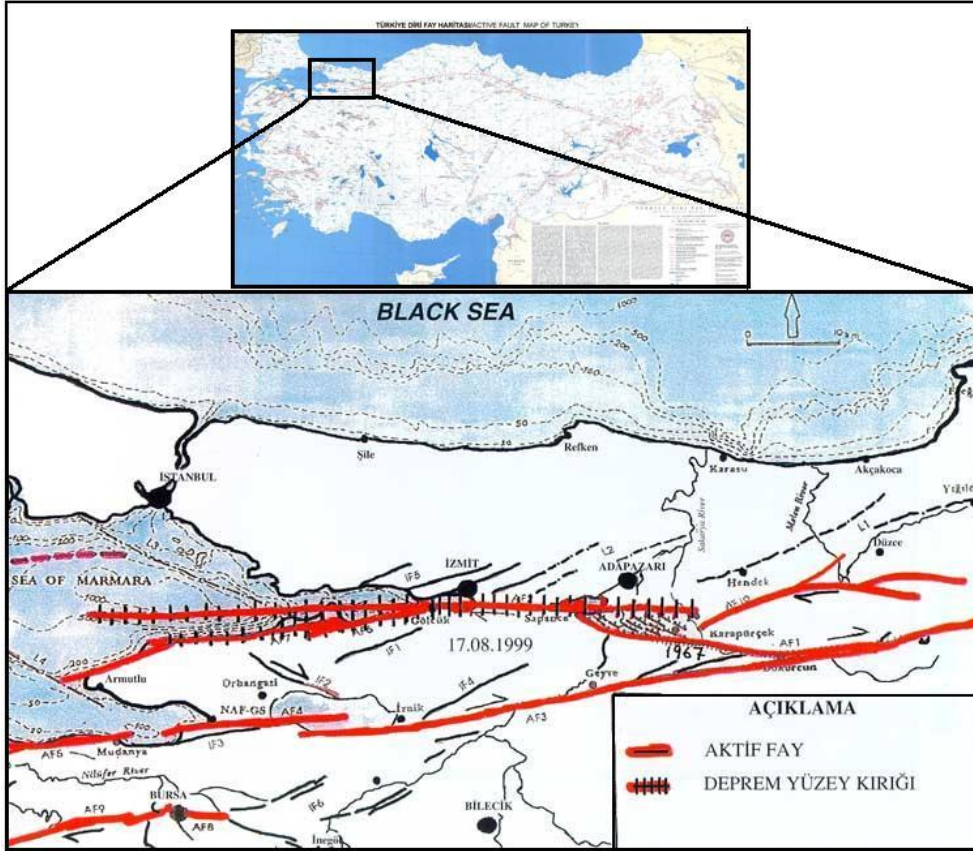
İstanbul'da büyük can ve mal kayıplarına neden olan 1894 İstanbul depremi Adalar Fayı'nın hareket etmesiyle meydana gelmiştir.



Şekil 2. Zeytinburnu İlçesinin Topografya Haritası.
Figure 2. Topographic map of Zeytinburnu district.

Kuzey Anadolu fay hattı üzerinde yer alan ve Zeytinburnu ilçesinin de içinde bulunduğu İstanbul'da birçok defa yıkıcı depremler meydana gelmiştir (Şekil 3 ve Tablo 1). Bu depremler arasında yer alan 1894 İstanbul depreminde, 474 kişi ölmüş 482 kişi yaralanmış 1773 ev, dükkân ve dayanıklı yapı (cami, mescit, kilise, okul vb.) orta ve ağır derecede hasar görmüştür (HOŞGÖREN, 2000: 10). XIX. yüzyılın sonunda meydana gelen bu depremde hasarın ve can kaybının fazla olmaması, İstanbul'un günümüzden çok daha küçük bir alana yerleşmiş olması ve nüfusun azlığı ile ilgili-

dir. Bu nedenle günümüzde İstanbul'da meydana gelecek böyle bir depremde can ve mal kaybının çok daha fazla olacağı kuşkusuzdur. Bunun yanında son yüzyılda bu fayın çok aktif olduğunu ve yıkıcı etkisini gösteren çeşitli depremler de meydana gelmiştir. 1967 Adapazarı, 1999 Düzce depremleri ve 1999 İzmit depremi bu depremlerden bazılarıdır. Sadece 1999 İzmit Gölçük depreminde Zeytinburnu'nun da içinde bulunduğu sahada 17435 kişi hayatını kaybetmiş ve 100378 bina yıkılmış-ağır hasara uğramıştır (HOŞGÖREN, 2000: 12-15).



Şekil 3. İstanbul ve yakın çevresinin diri fay haritası (Şaroğlu v.d. 1992; MTA, 2009).
 Figure 3. The active fault map of İstanbul and surroundings (Şaroğlu v.d. 1992; MTA, 2009).

Bu depremlerin magnitüd değeri genelde 6'dan küçüktür. SEZER (2003)'ün yaptığı çalışmaya göre, inceleme alanının da içinde bulunduğu Marmara bölgesindeki depremlerin % 85'inin magnitüd değerlerinin 6'dan küçük olması bölgede hareket eden veya oluşan fayların 50 km'den daha kısa olmasıyla ilgilidir. İstanbul'u etkileyecek olası bir depremin Marmara Denizi'nde meydana gelmesi beklenmektedir. Doğu-batı doğrultusunda yaklaşık 340 km uzunluğunda olan Marmara Denizi'nde tek bir fayın olduğu kabul edilirse, Marmara Denizi kaynaklı bir depremin en çok 7,6 büyüklüğünde olabileceği hesaplanmıştır (SEZER, 2003: 32).

Ayrıca 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 yeni bir depremin olamayacağı ifade edilmektedir. Buna karşılık kısa fayların harekete geçmesi veya oluşması ve birbirini tetiklemesi sonucu en çok 6,5–7,0 M arasında 1–2 deprem ya da deprem dalgalarının uzun süreye yayıldığı orta şiddette bir depremin oluşabileceği belirtilebilir (SEZER, 2003: 31–32). Nitekim 17 Ağustos 1999 Gölcük depreminde iki farklı merkezdeki fayların hareket etmesi depremin süresini uzatmıştır. Merkezi Gölcük olan ve 15 sn süren ilk şokun ardından 5 sn sonra Sapanca Gölü-Akyazı arasında 30 saniyelik ikinci şok meydana gelmiş ve deprem, toplam 45 sn süreyle çevrede şiddetli sarsıntılara neden olmuştur (EFE ve DEMİRCİ, 2001: 9). Bu durum sarsıntı süresini ve şidde-

tini belirleyen dalga boyları ve hızlarıyla da yakından ilişkilidir¹. Sarsıntı süresinin artışına bağlı olarak Gölcük ve çevresinde hasarın miktarı artmıştır.

Yapılan çalışmaya göre bu yüzyıl içinde gerçekleşmesi muhtemel maksimum magnitüd Marmara Bölgesi'nde 7,9 M, İstanbul sismotektonik yöresinde 7,5 M dir. 7,4 M büyüklüğündeki bir depremin 2000-2025 yılları arasında gerçekleşme ihtimali ise Marmara Bölgesi'nde % 42, İstanbul sismotektonik yöresinde ise % 25'tir (SEZER, 2003: 33). Bu değerler dikkate alındığında Marmara denizinde meydana gelebilecek bir depremden etkilenebilecek alanlar arasında Zeytinburnu da yer almaktadır. Kaldı ki ilçenin planlamadan yoksun oluşu hasarın miktarını da arttıracaktır.

¹ Cisim dalgaları diye bilinen P (primer dalgalar) ile S (seconder dalgalar) dalgaları yer kabuğunun daha derin kesimlerinde hareket eden dalgalardır. Bunlardan P dalgaları 6-13 km/sn hızla yayılmaktadır. Yayılma doğrultusunda hareket eden bu dalgalar hem katı hem de sıvı ortamlarda yayılabilirler. S dalgaları ise P dalgalarına göre daha yavaştır ve 3,5-7,5 km/sn hızla hem enine hem yatay yayılabilirler. Kayıt istasyonuna P dalgalarından sonra ulaşan S dalgaları, sıvı ortamlarda yayılmazlar fakat şekilsel değişikliğe neden olarak büyük hasarlara neden olurlar. Cisim dalgalarından daha yavaş ve yer yüzeyinin sığ alanlarında hareket eden Rayleigh ve Love dalgaları yüzey dalgaları olarak tanımlanmaktadır. Love dalgalarında dalga hareketleri S dalgalarında olduğu gibi yatay ve eninedir. Rayleigh dalgalarında ise taneler dalga yayılma yönünde olan düşey düzlemde eliptik olarak hareket ederler. Yüzey dalgaları yüzeye yakın hareket ettikleri için özellikle büyük yıkımlara neden olurlar. Bu dalgaların birbirini takip etmesi ve tetiklemesi sarsıntı süresini arttırmıştır (YEATS, SIEH ve ALLEN, 2006: 62; ÇAYLAK ve SARI, 2008: 66).

Tablo 2. İstanbul ve yakın çevresinde çeşitli tarihlerde meydana gelmiş en az VII şiddetinde olan bazı depremler (Hoşgören, 2000'den alınarak düzenlenmiştir).**Table 2.** Certain earthquake examples (magnitude at VII, at least) occurred in different dates in Istanbul and round (from Hoşgören, 2000).

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet
24-01-00	40.50	28.90	İzmit,İzmit	IX	02.09.968	41.00	29.00	İstanbul	VIII
33	40.40	29.70	İzmit,Kocaeli,Bursa	VIII	23.09.985	40.40	28.00	İzmit,Bandırma,Erdek	VIII
120	40.40	29.70	İzmit,İzmit	VIII	26.10.986	41.00	29.00	İstanbul ve Yöresi,Trakya	IX
129	40.40	29.40	İzmit,Zeytinbağ	VIII	1010	41.00	29.00	İstanbul ve Yöresi	VIII
155	40.30	28.00	Bandırma ve Yöresi	VIII	13.08.1032	41.00	29.00	İstanbul	VIII
170	40.10	28.00	Bandırma,Erdek,Gemlik çukuru	IX	20.12.1037	41.00	29.00	İstanbul ve Yöresi	VIII
170	40.80	29.90	İzmit ve Yöresi	VIII	10.06.1041	41.00	29.00	İstanbul ve Yöresi	VIII
268	40.80	29.90	İzmit ve Yöresi	VIII	23.09.1064	40.40	28.90	İzmit,Bandırma,Mürefte,İstanbul	IX
350	40.80	30.00	İzmit,İzmit	VIII	06.12.1082	41.00	29.00	İstanbul ve Yöresi	VIII
358	40.75	29.90	Kocaeli,İzmit,İstanbul	IX	01.06.1296	41.00	29.00	İstanbul	VIII
359	40.75	29.60	İzmit	VIII	1323	41.00	29.00	İstanbul	VIII
362	40.75	29.60	İzmit,İzmit,İstanbul	VIII	23.09.1344	41.00	29.00	İstanbul	IX
363	41.00	29.00	İstanbul	VIII	1443	41.00	29.00	İstanbul	VIII
368	40.40	29.70	İzmit	VII	1462	41.00	29.00	İstanbul	IX
376	41.00	29.00	İstanbul	VIII	06.01.1489	41.00	29.00	İstanbul	VIII
382	41.00	29.00	İstanbul ve Yöresi	VIII	1505	41.04	28.98	İstanbul	VIII
394	41.00	29.00	İstanbul	VIII	1507	41.04	28.98	İstanbul	VIII
396	41.00	29.00	İstanbul	VIII	14.09.1509	40.75	29.00	İstanbul,Edirne	IX
402	41.00	29.00	İstanbul	VIII	16.11.1510	41.70	26.60	Edirne ve geniş yöresi,İstanbul	VIII
427	41.00	29.00	İstanbul yöresi	IX	10.05.1556	41.00	29.00	İstanbul	VIII
430	41.00	29.00	İstanbul yöresi	VIII	30.04.1557	41.00	29.00	İstanbul	VIII
434	41.00	29.00	İstanbul yöresi	VII	19.08.1642	41.00	29.00	İstanbul	VIII
438	41.00	28.90	İzmit ve Yöresi	VIII	28.06.1648	41.00	29.00	İstanbul	VIII
08.12.447	40.80	29.60	İzmit,Körfezi,İstanbul,İzmit	IX	06.02.1659	41.00	29.00	İstanbul ve yöresi	IX
26.01.450	41.00	29.00	İstanbul ve Yöresi	VIII	05.05.1718	41.00	29.00	İstanbul	VIII
25.09.478	40.80	29.00	İstanbul ve geniş yöresi	IX	25.05.1719	40.70	29.50	İstanbul,İzmit,Karamürsel	IX
488	40.80	29.60	İzmit,Karamürsel	VIII	1737	41.00	29.00	İstanbul	VIII
500	40.80	29.90	İzmit	VIII	18.07.1752	40.80	26.50	Keşan ve Yöresi	VIII
06.09.543	40.39	27.80	Erdek,Kapıdağ	IX	29.07.1752	41.70	26.50	Edirne,Havsa	IX
15.08.553	40.75	29.30	İstanbul,Kocaeli	IX	02.09.1754	40.80	29.40	İzmit Körfezi,İstanbul,İzmit	IX
15/16.08.555	41.04	28.98	İstanbul civarı	IX	03.09.1763	41.00	29.00	İstanbul	VIII
02.04.557	41.00	29.00	İstanbul	VIII	22.05.1766	41.00	29.00	İstanbul	IX
16.10.557	41.00	29.00	İstanbul	VIII	05.08.1766	41.50	26.30	Edirne,İstanbul	VIII
14.12.557	41.00	29.00	İstanbul	VIII	13.10.1877	40.60	27.60	Marmara adaları,Marmara Denizi	VIII
715	40.40	29.70	İzmit,İstanbul	IX	19.04.1878	40.70	29.40	İzmit,İstanbul,Bursa,Sapanca	VIII
732	41.00	29.00	İstanbul ve Yöresi	VIII	24.07.1893	41.40	26.40	Dimetoka,Edirne	VIII
26.10.740	40.80	29.00	İstanbul,İzmit,İzmit	VIII	10.07.1884	40.60	28.70	İstanbul,Prens Adaları,Karamürsel,Adapazarı	X
08.02.789	41.00	29.00	İstanbul	VIII	09.08.1912	40.65	27.20	Mürefte,Şarköy	X
04.05.796	41.00	29.00	İstanbul	VIII	04.01.1935	40.50	27.50	Marmara Adaları,Erdek	IX
16.05.865	41.00	29.00	İstanbul	IX	18.09.1963	40.34	29.00	Yalova,Çınarcık	VIII
09.01.867	41.00	29.00	İstanbul	VIII	17.08.1999	40.76	29.97	İzmit-Gölcük	X
10.01.870	41.00	29.00	İstanbul	VIII	12.11.1999	40.74	31.21	Düzce-Bolu	X

Geçmişten günümüze devam eden süreç içerisinde meydana gelen depremlerde can ve mal kaybının gittikçe arttığı ve bunun temel nedeninin de nüfus yoğunluğu ve plansızlık sonucu ortaya çıkan yapılaşmadan kaynaklandığı bilinmektedir (HACISALİHOĞLU, 2001: 55). Bu nedenle yoğun nüfuslu olan bu bölgede sağlam olmayan yapıların yeniden gözden geçirilerek güçlendirilmesi ve yerleşmeye açılmamış alanlarda ise ciddi bir planlama yapılarak yerleşmeye açılması zorunludur. Planlama faaliyetleri, mekânın amaca en uygun şekilde kullanımına veya uygunluk sınıflarının belirlenmesine yönelik yapılabilmektedir (ERİNÇ, 1959: 36; EKİNCİ ve SÖNMEZ, 2007: 148). Bu çalışmada, mekânı meydana getiren coğrafi faktörlerin etki ve karşı etkilerini göz önünde bulundurularak, inceleme sahasında depreme karşı yerleşmeye elverişli alanların tespiti ve hasar riski yüksek sahaların belirlenmesi için coğrafi bilgi sistemi programları kullanılmıştır.

Deprem ile ilgili yapılacak olan bu hasar tespit ve yerleşmeye uygunluk analizi bir bakıma çevresel duyarlılık analizi

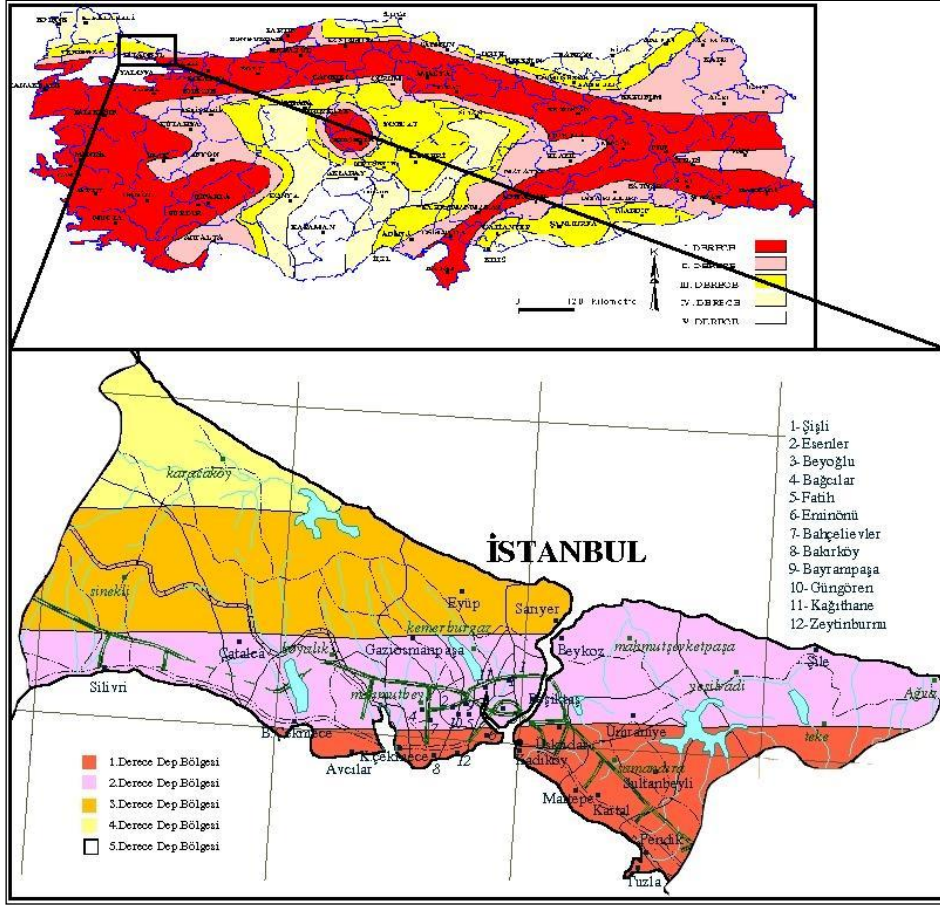
olarak da ifade edilebilir. Farklı dış etkenlerdeki değişime çevrenin verdiği tepki olarak tanımlanan çevresel duyarlılık üzerindeki neden ve sonuç ilişkisi genellikle son derece karmaşık olup çevreyi oluşturan her bir unsurun duyarlılığı farklılık göstermektedir (ERİNÇ, 1980: 279; ÖLGEN, 2003: 28). Bu karmaşık yapıda amaca uygun analizlerin yapılması CBS uygulamalarıyla hem daha kolay hem de daha güvenilir olmaktadır (EKİNCİ ve SÖNMEZ, 2007: 148).

DEPREM HASARINI VE YERLEŞMEYE UYGUNLUK ALANLARININ BELİRLEMEDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER

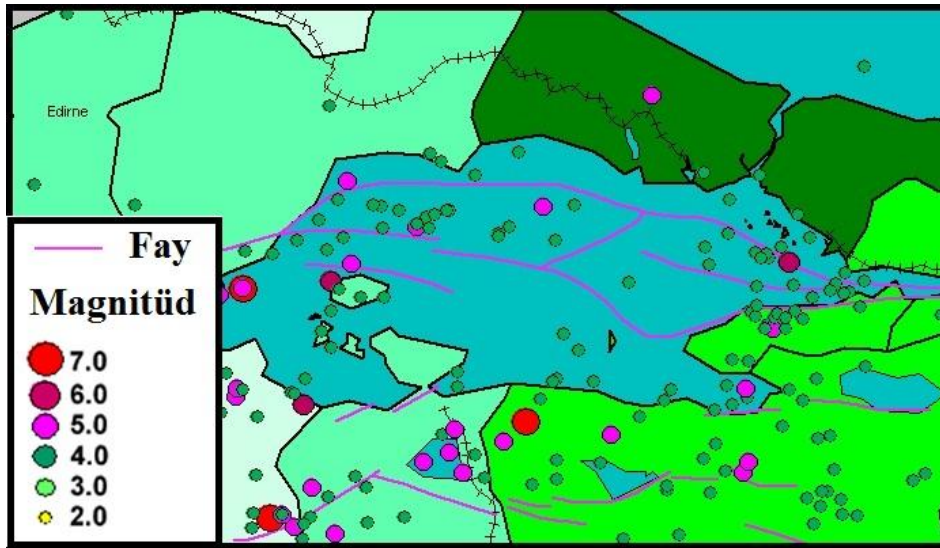
Ülkemizde meydana gelen depremlerin büyük hasar ve can kayıpları yaratmasında jeolojik faktörlerin yeterince değerlendirilmemesi ile kalitesiz ve plânsız yapılaşma etkili olmaktadır. Hatalı yer seçimi ve yapı inşası, deprem anında can büyük can kayıplarına ve bina hasarlarına yol açmaktadır. Deprem dayanıklılığı ile ilgili deneyler daha çok baraj, köprü, tünel, yüksek binalar vb. için uygulanmış, kentleşme sürecinde önemli ölçüde ihmal edilerek normal yapılara uygulanmamıştır. ATABEY tarafından yapılan bir araştırma-

da gelişmiş ülkelerde, projenin boyutlarına bağlı olarak, bu etütler için yapı maliyetlerinin % 0,5'i ile % 5'ine kadar bir bütçenin ayrıldığı, ancak beklenmeyen olumsuz zemin

koşullarıyla karşılaşması durumunda bu payın %10'a kadar çıkabildiği tespit edilmiştir (ATABEY, 2000: 43-44).

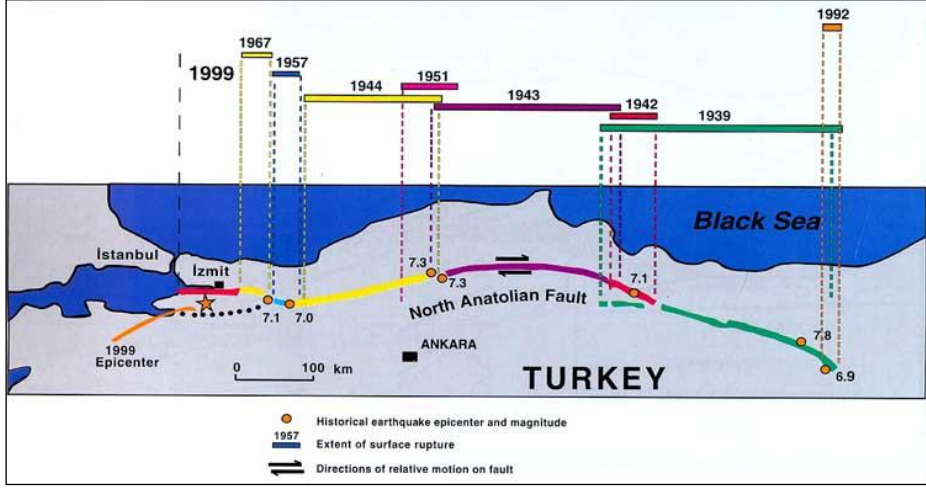


Şekil 4. İstanbul ili sismik tehlike haritası (MTA 2009).
Figure 4. Seismic hazard map of Istanbul (MTA 2009).



Şekil 5. Çalışma alanı ve yakın çevresinde 1900-2010 yılları arasında meydana gelen depremler (www.sayisalgrafik.com.tr, 2010'dan alınmıştır).

Figure 5. The Earthquakes in study area and its surroundings between 1900-2010 (were taken from www.sayisalgrafik.com.tr, 2010).



Şekil 6. Cumhuriyet Döneminde Kuzey Anadolu Fayı üzerinde meydana gelmiş önemli depremler (MTA).
Figure 6. Important earthquakes occurred in North Anatolia Fault Line in the period of Republic (MTA).

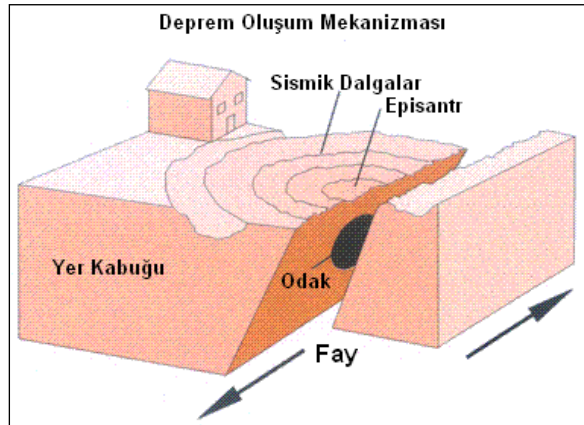
Yapılaşma sürecinde, özellikle depreme karşı hassas bölgelerde; aktif(diri) fayların konumları başta olmak üzere, jeolojik faktörlerin yanı sıra, zeminin sıvılaşma durumu, yeraltı suyu seviyesi ve binaların dayanıklılık durumlarının (ATABEY, 2000: 44-47; TUROĞLU, 2004: 64) dikkate alınması gerekmektedir.

Bu çalışmada Zeytinburnu ilçesinin deprem hasar riskini ortaya koymak için depremin yarattığı hasarın büyüklüğünü belirleyen jeolojik yapı, yer altı suyu seviyesi, eğim ve fay hatlarına uzaklık gibi faktörlerin CBS ortamında analizleri yapılmış ve analizlerin depremdeki etki değerlerine göre ağırlık değerleri alınarak Zeytinburnu'nun deprem hasar risk haritası oluşturulmuştur.

Hasar Riski ve Fay Hattı İlişkisi

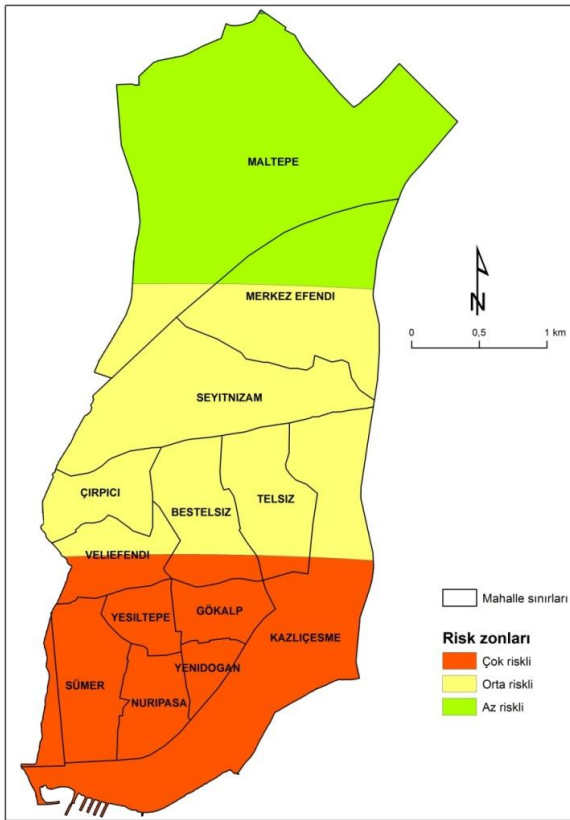
Diğer koşullar eşit kabul edildiğinde herhangi bir depremde meydana gelen hasarın büyüklüğü, depremin odak noktasından çevreye doğru yayılarak azalır. Dolayısıyla herhangi bir alanın olası bir depremde etkilenme (hasar) riski öncelikle fay hatlarına yakınlığıyla ilişkilidir. Zeytinbur-

nu Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Marmara Denizi içinde kalan kısmının yaklaşık olarak 20–25 km kuzeyinde yer almaktadır. İlçenin en güneyinde yer alan Zeytinburnu tren istasyonu ile en kuzeyindeki Maltepe mahallesinin en kuzeyi arasındaki kuş uçuşu uzaklık 6 km civarındadır. Dolayısıyla Marmara Denizinde meydana gelebilecek bir depremde Zeytinburnu ilçesinin tamamı ciddi anlamda etkilenecektir. İnceleme sahasında fay hatlarına en uzak nokta ile en yakın nokta arasındaki uzaklık 6 km civarındadır. 6 km'lik mesafe fazla olmamakla beraber fay hattına en yakın kesim ile en uzak kesimin meydana gelecek depremde etkilenme derecelerinin farklı olacağı malumdur. Bu nedenle fay hatları ile hasar ilişkisi kurulurken, Zeytinburnu ilçesi kuzey-güney yönünde 2'şer kilometrelik üç farklı bölgeye ayrılarak incelenmiştir (Şekil 8). Fay hatlarına yakın alanlarda deprem dalgalarının yayacağı enerjinin yüksekliği hasarın miktarını arttıracaktır. Dolayısıyla ilçenin hasar risk haritası oluşturulurken fay hatlarına yakınlık faktörü sahanın litolojik özelliklerinden sonra en önemli faktör olarak kullanılmış ve CBS ağırlık değeri 8 olarak atanmıştır.



Şekil 7. Zeytinburnu ilçesinin Kuzey Anadolu Fayı'na olan konumu (Kaynak: www.renkhaber.com, Atabey, 2000'den değiştirilerek).
Figure 7. The location of Zeytinburnu district to North Anatolian Fault Line (from www.renkhaber.com and Changed Atabey 2000).

Çalışmada fay hatlarına en yakın olan güney bölgesi diğer özellikler aynı kalmak koşuluyla meydana gelecek hasar bakımından çok riskli, en uzak olan kuzey bölgesi az riskli ve ortada kalan bölge orta derecede riskli olarak kabul edilmiştir. Buna göre Nuripaşa, Sümer, Yenidoğan, Gökalp ve Yeşiltepe mahallelerinin tamamı ve Kazlıçeşme, Veliefendi, Beştelsiz, Çırpıcı ve Telsiz mahallelerinin ise büyük bir kısmı fay hattına en yakın dolayısıyla en fazla hasar görebilecek zonda yer alırken, Seyitnizam mahallesinin tamamı ile Çırpıcı, Merkezefendi, Telsiz ve Beştelsiz mahallelerinin ise büyük bir kısmı orta derecede hasar görebilecek zonda yer almaktadır. En uzak ve dolayısıyla en az hasar riski taşıyan zonda ise Maltepe mahallesinin tamamı ile Merkezefendi mahallesinin kuzey kesimi yer almaktadır.



Şekil 8. Zeytinburnu ilçesinin Kuzey Anadolu Fayı'na göre konumu.

Figure 8. The location of Zeytinburnu district from North Anatolian Fault Line

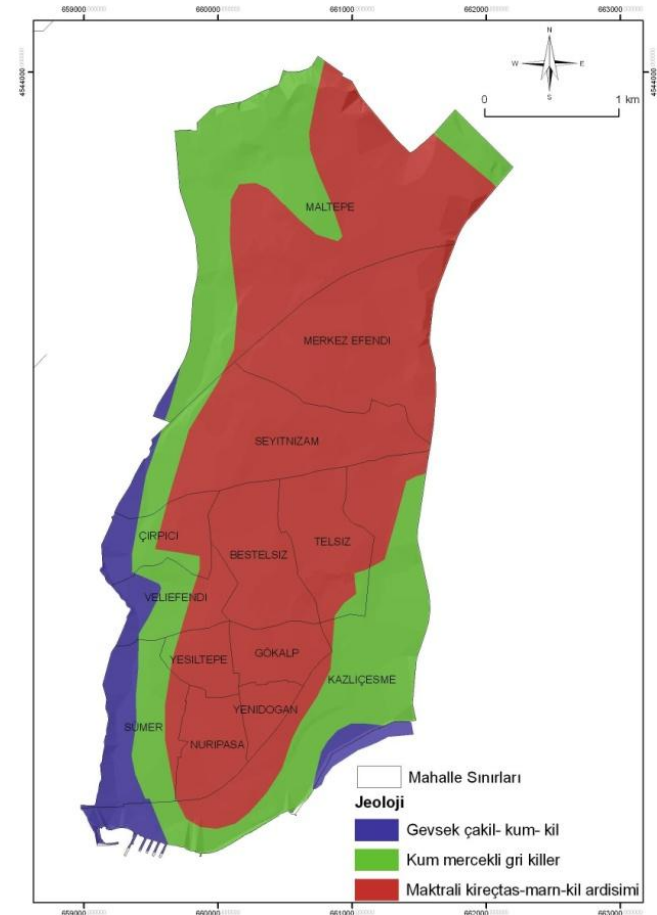
Hasar Riski ve Jeoloji İlişkisi

Özellikle 1999 Gölcük depreminde depremin odak noktasından yaklaşık olarak 110 km uzakta kalan Avclar'da (İstanbul) hasarın büyük olması zeminde meydana gelen sıvılaşmadan kaynaklanmıştır. Bu nedenle inceleme sahasında da gerek taban suyu seviyesinin yüksek oluşu ve gerek sıvılaşma için gerekli olan litolojinin geniş alanlara yayılması deprem hasar riskinin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

Sıvılaşma suya doymuş kum, kil, silt boyutundaki gevşek yapıdaki sedimentlerin geçici olarak güçlerini kaybetmeleri ve bir sıvı gibi hareket etmeleriyle oluşan fiziki bir süreçtir (TUROĞLU, 2004: 64-65). Gözenek boşluklarındaki çökme-

lere bağlı olarak su basıncı artışı ile toprağın direnci düşmekte ve toprak sanki bir sıvıymış gibi akışa geçmektedir. Sıvılaşma genel olarak yeraltı su seviyesinin yüzeye yakın olduğu alanlarda ve kumlu zeminlerde meydana gelir. Bu nedenle, sıvılaşmaya karşı en dayanıksız zeminleri dolgu sahaları, akarsu ve göl kıyıları ile eski akarsu ve göl depoları oluşturmaktadır (ATABEY, 2000: 38, TUROĞLU, 2004: 65).

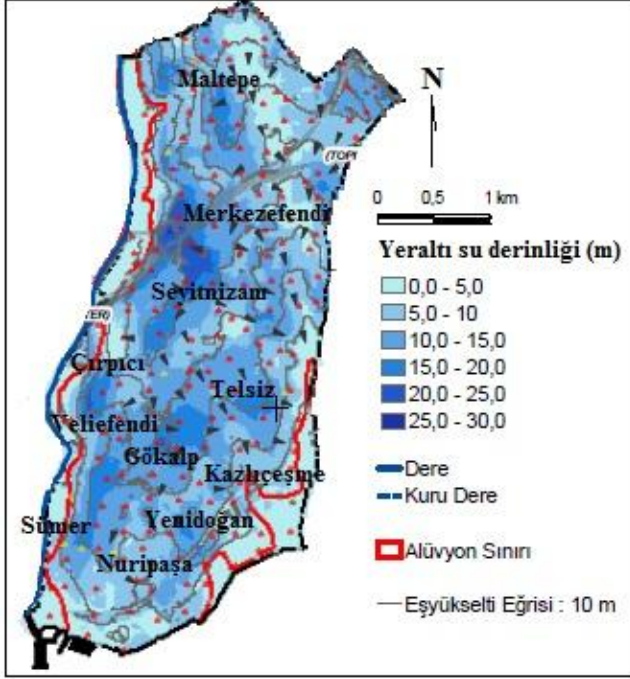
İnceleme alanının litoloji haritası incelendiğinde, ilçenin yaklaşık %50'lik kısmının sıvılaşma için uygun olan kil, çakıl ve kum gibi gevşek unsurlardan oluştuğu görülmektedir. Özellikle Çırpıcı deresinin eski yatağında kurulduğu sayısal yükselti modeli haritasında da belli olan, Çırpıcı, Veliefendi, Sümer ve Kazlıçeşme mahallelerinin hemen hemen tamamı ve Maltepe mahallesinin kuzey batı kesimleri sıvılaşma için uygun şartlar sağlayan kil, kum ve çakıl boyutundaki kayalardan meydana gelmektedir. Bu alanlarda sıvılaşma riski fazladır. Buna karşılık Yenidoğan, Gökalp, Nuripaşa, Seyitnizam, Merkezefendi, Telsiz, Beştelsiz mahallelerinin hemen hemen tamamı ile Maltepe mahallesinin güney kesimleri kireçtaşı-marn ve kil araldanmasından meydana gelmiş olup, diğer çok riskli alanlara göre sıvılaşmaya karşı nispeten daha dayanıklı bir zemin oluşturmaktadır (Şekil 9). Zemin sıvılaşmasının deprem hasarını arttıran en önemli unsurlardan biri olması sıvılaşmada en önemli faktör olan litolojinin önemini arttırmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada deprem hasar risk haritası oluşturulurken litolojinin CBS ağırlık değeri en yüksek olan 10 sayısı ile değerlendirilmiştir.



Şekil 9. Zeytinburnu ilçesinin litoloji haritası
Figure 9. Lithology map of Zeytinburnu district.

Hasar Riski ve Yeraltı Suyu İlişkisi

Depremlerin yarattığı etkiyle meydana gelen zemin sıvılaşması ve heyelan olaylarının oluşmasını kolaylaştıran en önemli faktörlerden biri de yer altı suyunun derinliği ve miktarıdır. Zeytinburnu'nun yeraltı su seviyesini gösteren harita incelendiğinde yükseltiye ve akarsu yataklarının dağılımına bağlı olarak yer altı suyunun derinliğinin de değiştiği gözlenmektedir. Çalışma sahasında Çırpıcı deresinin eski yatağı ile Kazlıçeşme'deki su kanallarının bulunduğu alanlarda yer altı suyunun yüzeye çok yakın olduğu (0-5 m derinlikte) gözlenmektedir. Buna karşılık yükselti değerlerinin arttığı alanlarda ise yer altı suyunun derinliği artmakta ve 25 m'nin altına inmektedir. İnceleme sahasında özellikle Çırpıcı, Sümer, Veliefendi, Kazlıçeşme gibi mahallelerde yer altı suyu seviyesi yüzeye yakın iken ilçe merkezinde bulunan ve yukarıda adı geçen mahallelere göre nispeten daha yüksekte yer alan Merkezefendi, Seyitnizam, Gökalp, Yenidoğan gibi mahallelerde ise yer altı suyu daha derinlerde yer almaktadır (Şekil 10).



Şekil 10. Zeytinburnu ilçesinde taban suyu seviyesi derinliğinin değişimi (www.ibb.gov.tr).

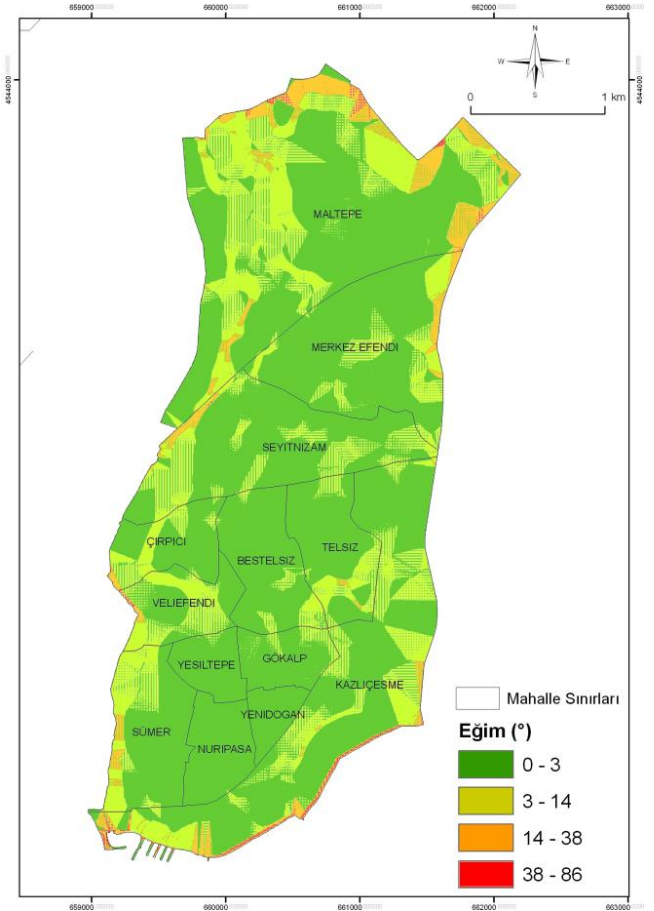
Figure 10. The dept of underground water level of Zeytinburnu district (www.ibb.gov.tr).

Depremlerde yer altı suyunun yüzeye yakınlığı oranında sıvılaşma ve heyelan riski artmakta ve meydana gelen hasar büyümektedir. Nitekim Turoğlu (2004) yapıların suya doygun alüvyal zeminler üzerinde yer alıp almamalarının hasar riski üzerinde belirleyici olduğunu vurgulamaktadır (Turoğlu, 2004: 72). Çalışma sahasında suya doygun alüvyal zeminin geniş alan kaplaması taban suyu seviyesinin önemini arttırmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada sahanın taban suyu yüksekliğinin CBS ağırlı değeri önemli derecede etkili olan 7 sayısı ile değerlendirilmiştir.

Hasar Riski ve Eğim İlişkisi

Zeytinburnu ilçesinin yükselti değerleri güneyde deniz seviyesinden başlar ve Maltepe mahallesinin kuzeyinde 90 m nin üstüne çıkar. İlçede alçak kesimler eski vadi tabanları ile yapay dolgu alanlarından meydana gelirken yüksek kesimler eski aşınım yüzeyine denk gelmektedir. Bu nedenle ilçe genelinde eğim değerleri oldukça düşüktür. Nitekim inceleme sahasının yaklaşık % 75'i 0-3 derece, yaklaşık % 20'si 3-15 derece aralığındaki eğim değerine sahip ve ancak % 5'e yakın bir alanda 15 dereceden daha yüksek eğim değerleri bulunmaktadır (Şekil 11).

Eğimden dolayı olası bir depremde özellikle killi arazilerde toprak kaymalarına bağlı olarak çeşitli derecede hasarlar meydana gelmektedir. İnceleme sahasında eğim değerlerinin düşük olması nedeniyle meydana gelebilecek olası bir depremde eğim değerlerinin hasar riski üzerindeki etkisi yok denecek kadar azdır. Bu nedenle çalışmamızda deprem hasar riski analizi yapılırken eğim faktörünün CBS ağırlık değeri çok az etkili faktör olan 2 ile değerlendirilmiştir.



Şekil 11. Zeytinburnu ilçesinin eğim haritası.

Figure 11. The slope map of Zeytinburnu district.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu aşamada elde edilen verilerin birlikte değerlendirilmesiyle Zeytinburnu'nun olası bir depremdeki hasar risk analizi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan etkili faktörlerin derecelendirilmesinde sahanın depreme karşı duyarlılıkları göz önünde bulundurularak, nesnel özellikler taşımalarına dikkat edilmiştir. Litolojik birimlerin sınıflandırılması ve yer

altı suyu seviyesi, fay hatlarına uzaklık ve eğim için kullanılan değerlerler tamamıyla nesnel olarak ele alınmıştır.

CBS değerlerinin atamaları iki aşamada yapılmıştır. Birincisi etkili faktörler kendi içinde sınıflandırılmış ve değerleri atanmıştır. İkinci aşamada ise tüm etkili faktörler birbirine göre değerlendirilmiş ve derecelendirilmiştir. Dolayısıyla, belirtilen bu etkili faktörlerin mekândaki dağılışı haritalar üzerinde ortaya konmuş ve bütün etkili faktörler etütte birer birer ele alınarak karşılıklı ilişkileri bakımından analizleri yapılmıştır. Daha önceki bölümde özellikleri ve yayılışları belirtilen faktörlerin analizdeki derecelendirme ve sınıflandırma özellikleri Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Etkili Faktörlerin sınıfları ve CBS değerleri.

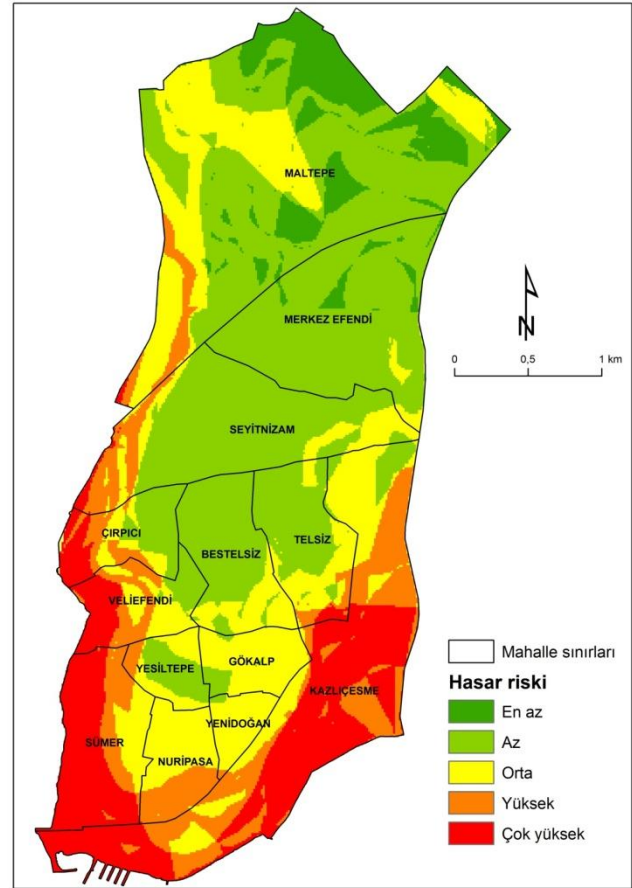
Table 3. Classification of the Effective Factors and CBS levels.

Etkili Faktör Adı	Faktör Sınıfları	CBS Sınıf Değeri	CBS Ağırlık Değeri
Litoloji	Gevşek Çakıl-Kum-Kil	5	10
	Kum Mercekli Gri Killer	3	
	Kireçtaşı-Marn-Kil Ardışımı	1	
Fay Hatlarına Uzaklık (km)	20-22	5	8
	22-24	3	
	24-26	1	
Taban Suyu Derinliği (m)	0-5	5	7
	5-10	4	
	10-15	3	
	15-20	2	
	20-25	1	
Eğim	0-3	1	2
	3-14	2	
	14-38	3	
	>38	5	

İstanbul’da trafik ve konut yetersizliği, şehirleşme açısından önde gelen sorunlar arasındadır. Zeytinburnu ilçesi bulunduğu konum nedeniyle en azından ulaşım açısından daha şanslı kabul edilebilir. İlçe önemli karayolu ulaşım aksları üzerinde yer aldığı gibi, şehirlerarası ve uluslararası taşımacılığın da yapıldığı Sirkeci-Halkalı banliyö tren hattı ilçenin güneyinden geçmektedir ve ulaşımında Zeytinburnu ve Kazlıçeşme tren istasyonları kullanılmaktadır. Ayrıca “Zeyport Zeytinburnu Liman İşletmeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.” tarafından işletilen liman, uluslararası deniz ticaretine hizmet etmektedir.

Bu uygun şartlar ilçenin yerleşme açısından önemini tartışmasız artırmaktadır. Fakat Zeytinburnu’nun aktif fay hattına çok yakın olması ve depremin bölgede her zaman büyük tehdit oluşturması nedeniyle gerekli zemin etütleri yapılmadan ve planlamadan yoksun şekilde yerleşmeye açılması büyük bir sorundur. Aşağıda Zeytinburnu ilçesinin CBS tabanlı hasar risk analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına baktığımızda, Zeytinburnu ilçesinin sınırları içinde çok fazla riskli, fazla riskli ve orta derece riskli alanların, eski Çırpıcı deresinin terk edilmiş bataklık alanına kurulmuş olan; Çırpıcı, Veli Efendi, Sümer mahallelerinin hemen hemen tamamı ile büyük bir kısmı eski su depolarının bataklık alanında kalan ve bir kısmı yapay dolgu sahası olan Kazlıçeşme mahalleleri olduğu görülmektedir. Bu mahalleler, litoloji ve taban suyu seviyesinin sivilaşmaya uygun şartlar sağlama-sından dolayı hasar bakımından en riskli alanları oluşturmaktadır (Şekil 12). Bu çok riskli sahalardaki yapıların hemen tamamı 1990 yılından önce yapılmış olup, toplam yapıların yaklaşık % 30’unu oluşturmaktadır. En fazla risk taşıyan bu alanlarda DiE’nin 2008 yılı nüfus verilerine göre

yaklaşık 90000 insan yaşamaktadır. Ayrıca bu mahallelerde depremde hasar görebilecek bina sayısı ise yaklaşık 4800’dür. Özellikle 1999 depreminden önceki dönemde yapılan yapıların hiçbir planlamaya tabi tutulmadan sadece kat sınırlamasına göre planlandığı bilinmektedir. Bu nedenle buraların yerleşmeye uygun olmadığı kesindir. Bu çok riskli sahalarda, tarım alanları, park-bahçe gibi yeşil alanlar veya açık hava spor tesisleri için kullanıma uygundur. Ya da başka bir alternatif olarak, belli bir plan çerçevesinde, en fazla iki katlı ve temelde bodrum katı sağlam yapılacak şekilde yerleşmeye açılabilir.



Şekil 12. Zeytinburnu ilçesinin deprem hasar riski haritası.

Figure 12. Earthquake damage risk map of Zeytinburnu district.

Nuripaşa ve Telsiz mahallelerinin güney kesimleri ile Kazlıçeşme mahallesinin kuzeydoğu kesimleri yüksek riskli alanlar olarak karşımıza çıkarken, Beşelsiz, Gökalp, Yenidoğan mahallelerinin tamamı Yeşiltepe mahallesinin orta kesimi hariç tamamı, Nuripaşa mahallesinin orta ve kuzey kesimleri ve Seyitnizam mahallesinin doğu kesimleri ile Maltepe mahallesinin batı ve orta kesimleri Zeytinburnu ilçesi içinde orta derecede riskli alanları oluşturmaktadır. Hasar riski bakımından orta derecede risk taşıyan bu sahalarda ise 9000 binada yaklaşık 150000 insan yaşamaktadır. Bu kesimlerde zemin etütleri iyi yapıdır; bodrum katlar derin inilirse, binaların yapımında kaliteli malzeme kullanılırsa ve düşük kat sınırlaması uygulanırsa yerleşme elverişli hale getirilebilir. Aksi takdirde yerleşmeye kesinlikle elverişli değildir.

Zeytinburnu ilçesinde yerleşmeye en uygun alanlar ise en az riskli alanlar olarak karşımıza çıkan, Seyitnizam mahallesinin orta kesimleri, Merkezefendi mahallesinin tamamına yakını ile Maltepe mahallesinin güney, doğu ve kuzeydoğu kesimleridir. Bu bölgeler eski aşınım yüzeyi üzerinde bulunan, zemini kireçtaşı-marn ardalanmalı olan ve nispeten zemin sıvılaşmasına karşı daha dayanıklı olan alanlardır. Bu alanlarda binaların yapımında planlama kurallarına uyulursa Zeytinburnu ilçesi sınırları içinde en uygun yerleşme alanlarıdır. Bu en az riskli alanlarda 1500 bina bulunmakta ve yaklaşık 50.000 insan yaşamaktadır.

Yapılan analize göre ilçe genelinde magnitüd değeri büyük olası bir depremden ciddi olarak etkilenecek kişi sayısı 230000'i, bina sayısı ise 12500'ü geçecektir. Hâlbuki yukarıda da değinildiği gibi 1894 İstanbul depreminde toplam etkilenen nüfus ve kişi sayısı çok azdır. İstanbul'da o dönemde yaşayan nüfusun ve yerleşmelerin az oluşu bu rakamların düşük olmasında etkili olmuştur. Memalik-i Osmaniye'nin içinde yer alan rakamlara göre 1914 yılında İstanbul'un toplam nüfusu 909978 kişi, yerleşmeler ise tarihi yarımada ile yakın çevresi ve adalarla sınırlıdır (BEHAR, 1996: 71). Bugün sadece Zeytinburnu ilçesi 280 binin üzerinde bir nüfusa sahiptir (TÜİK, 2008). Ayrıca İstanbul'a ait hava fotoğrafları dikkatlice incelendiğinde hem yerleşme sınırının hem de kıyılarda yapay dolgu alanlarının geniş-

KAYNAKLAR

- AKSEL, A. (1994). "Zeytinburnu İlçesi", *Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi*, İstanbul: Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı.
- ATABEY, E. (2000). *Deprem*, Ankara: Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü.
- AVCI, S. (2005). *Papers About Urbanization In Turkey*, İstanbul: Çantay.
- BEHAR, C. (1996). *Osmanlı İmparatorluğu ve Türkiye'nin Nüfusu*, Ankara: Devlet İstatistik Enstitüsü.
- ÇAYLAK, Ç. ve SARI, C. (2008). Çok kanallı yüzey dalgası analizi kullanılarak yüzeye yakın yapıların araştırılması, *Yerbilimleri Dergisi* 29 (2): 65-75.
- DİE (2003). *2000 Genel Nüfus Sayımı Nüfusun Sosyal ve Ekonomik Nitelikleri (34-İstanbul)*, Ankara: Devlet İstatistik Enstitüsü yayını.
- EFE, R. ve DEMİRCİ, A. (2001). "Gölcük 1999 Depreminde Zemin ve Yerşekilleri Özelliklerinin Şiddet ile Hasar Dağılımına Etkisi", *Türk Coğrafya Dergisi* 36: 1-15.
- EKİNCİ, D. ve SÖNMEZ, E. (2007). "İstanbul Konürbasyonunun Yeni Habitat Adacığında CBS Tabanlı Jeoekoloji Planlama Analizi", *Türk Coğrafya Dergisi* 46: 147-167.
- ERİNÇ, S. (1959). "Bölge Planı Nasıl Yapılır", *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi* 10: 36-51.

lediğini görmek de mümkündür. 1946 yılına ait hava fotoğraflarında Zeytinburnu henüz yerleşmeye yeni açılmışken 2010 yılında yerleşmenin son sınırına yaklaştığı görülmektedir.

Sonuç olarak, Zeytinburnu ilçesi Kuzey Anadolu Fayı'na yakın olması nedeniyle birinci dereceden deprem bölgesidir. İlçe sınırları içinde litoloji, yükselti, eğim ve fay hatlarına uzaklığın farklı değerler göstermesi risk dağılımında farklılıkların meydana gelmesine neden olmuştur. Özellikle ilçede litolojik farklılık ve taban suyu seviyesinin yüksekliğinden dolayı olası bir depremden zemin sıvılaşma riski yüksek olacak ve ilçenin büyük kısmı bundan etkilenecektir. Zeytinburnu gibi büyük kısmı gevşek alüvyal zeminlerden oluşan alanlarda deprem dalgalarının büyütülerek iletileceği unutulmamalıdır. Buna bağlı olarak bu tip alanlar zorunlu olmadıkça yerleşmeye açılmamalı mutlaka yerleşmeye açılması gereken yerlerde ise zeminin taşıma gücü ve diğer özelliklerine göre mikro bölgelendirme çalışmaları yapılmalı ve kat sayıları buna göre belirlenmelidir. Ayrıca alüvyal zeminlerdeki yeraltı su seviyesi ve sıvılaşma potansiyeli incelenerek zeminin taşıma kapasitesi belirlenmeli ve olası bir deprem sırasında sıvılaşma potansiyeli yüksek bölgeler yapılaşmaya açılmamalı, açılmış olan alanlar da boşaltılmalıdır.

- ERİNÇ, S. (1980). "Jeoekoloji Açısından İstanbul Yöresi", *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi* 23: 279-290.
- HACISALİHOĞLU, İ.Y. (2001). *Türkiye'nin Kentsel Gelişme Süreci 1999 Marmara Depremi Mekânsal Planlamadan Kopmanın Acı Bilânçosu*, İstanbul: Çantay.
- HOŞGÖREN, M.Y. (2000). "İstanbul ve Deprem", *Türk Coğrafya Dergisi* 35: 1-24.
- KETİN, İ. (1978). *Genel Jeoloji*, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- ÖLGEN, K.M. (2003). "Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Turizm Amaçlı Çevresel Duyarlılığın Belirlenmesi", *Ege Üniversitesi Coğrafya Bölümü Sempozyumu* 2, 16-18 Nisan 2003, Coğrafi Çevre Koruma ve Turizm Sempozyumu: 25-32.
- SELÇUK BİRİCİK, A. (2001). "Yeryuvarı'nda Doğal Olaylar ve Afetler", *Marmara Coğrafya Dergisi* 3: 7-26.
- SEZER, L.İ. (2003). "Marmara Bölgesi'nde Deprem Aktivitesi ve Riski", *Ege Coğrafya Dergisi* 12: 29-38.
- ŞAROĞLU, F., EMRE, M. & KUŞÇU, M. (1992). Türkiye Diri Fay Haritası, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA),
- ŞENGÖR, A.M.C. ve YILMAZ, Y. (1981). "Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach", *Tectonophysics* 75: 181-241.

- TÜİK (2008). *Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) Nüfus Sayımı Sonuçları*. <<http://tuikapp.tuik.gov.tr/adnksdagitapp/adnks.zul>>, son erişim 21.12.2009.
- TUROĞLU, H. (2004). "Zemin Sıvılaşmasının 17 Ağustos 1999 Depreminde Adapazarı'ndaki Hasara Etkisi", *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi* 12: 63–74.
- YALTIRAK, C., ERTURAÇ, M.K., TÜYSÜZ, O. ve SAKI YALTIRAK, K. (2003). Marmara Denizinde Tarihsel Depremler: Yerleri, Büyüklükleri, Etki Alanları ve Güncel Kırılma Olasılıkları, *İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü IV. Kuaterner Çalıştayı*, 174-180.
- YEATS, R.S., SIEH, K. ve ALLEN, C.R. (2006). Deprem Jeolojisi (Çev. Ramazan Demirtaş ve Kâmil Kayabalı), Gazi kitabevi, Ankara.
- http://www.sayisalgrafik.com.tr/deprem/tr_frames.htm, Son erişim, 18 Haziran 2010.
- <http://sehirrehberi.ibb.gov.tr/map.aspx>, Son erişim 18 Aralık 2009.
- <http://www.mta.gov.tr/v1.0/index.php?id=deprem>, Son erişim 18 Aralık 2009.
- http://www.renkhaber.com/haberler/rhhaberresim/cp139587_8981890162.jpg, Son erişim 18 Aralık 2009.
- http://www.ibb.gov.tr/trTR/SubSites/IstanbulVeDeprem/Calismalarimiz/Documents/EK6_Yeralti_Suyu_Derinlik_Haritasi_75000.pdf
- http://www.ibb.gov.tr/trTR/SubSites/IstanbulVeDeprem/Calismalarimiz/Documents/EK6_Yeralti_Suyu_Derinlik_Haritasi_75000.pdf

Yazar hakkında

Yrd. Doç. Dr.
Mehmet Emin Sönmez
 Kilis 7 Aralık Üniversitesi
 Fen-Edebiyat Fakültesi
 Coğrafya Bölümü
 KİLİS

Yerleşme, arazi kullanımı, planlama, nüfus ve kalkınma gibi beşeri coğrafya konularında çalışmakta, ayrıca bu çalışmalarda CBS ile uzaktan algılama gibi yöntemlerden faydalanmaktadır.