

SİSMOLOJİK BULGULAR AÇISINDAN İSTANBUL'DA DEPREM TEHLİKESİ

Haluk EYİDOĞAN ¹

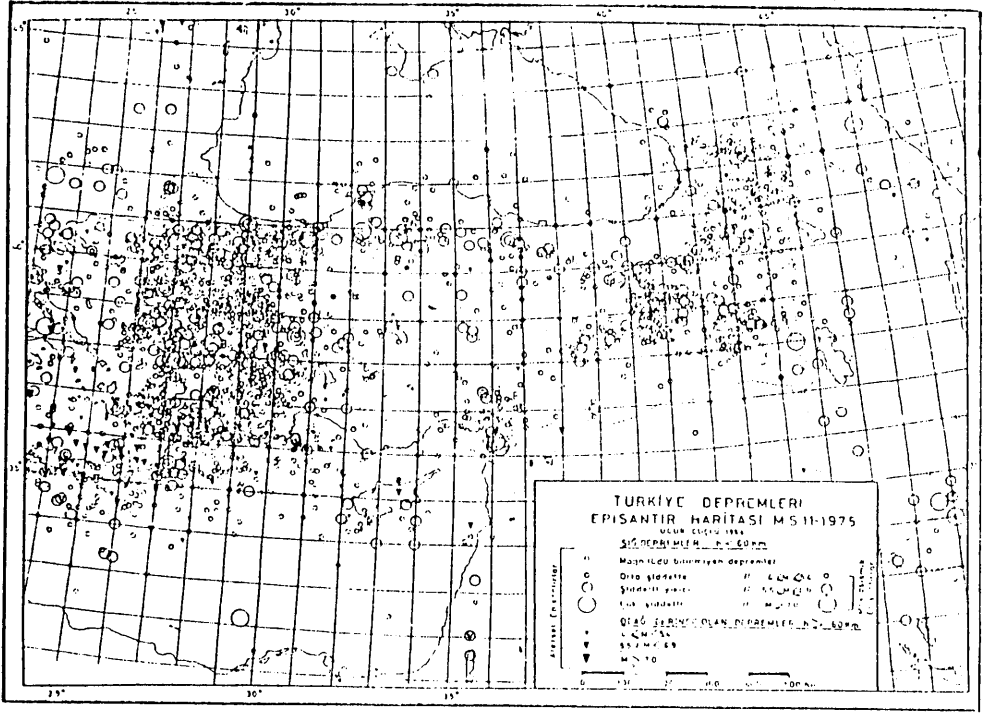
GİRİŞ

Jeolojik olarak incelendiğinde Türkiye'nin Alp-Himalaya kuşağı olarak adlandırdığımız bir dağ oluşum sistemi üzerinde yer aldığı görülmektedir. Genç ve aktif tektonik hareketlerin gözlemlendiği bu kuşak üzerinde yer kabuğu yer yer alçalmakta, yükselmekte, kıvrımlanmakta ve kırılmaktadır. Yer kabuğu kırılmaları ise depremleri oluşturmaktadır. İşte bu nedenle depremselliği yüksek olan Türkiye (Şekil 1), depremlerin neden olduğu can ve mal kayıpları açısından da dünyada sayılı ülkelerden biridir. İstatistik verilere göre Türkiye'de bir ya da iki senede bir büyük deprem beklenir. 1900 yılından bu yana Türkiye'de 70.000'e yakın insan ölürken 500.000'e yakın yapı yıkılmıştır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin ekonomilerine önemli darbeler indiren deprem afeti birçok sosyal sorunları da birlikte getirmektedir. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde depremlerin neden olduğu zararlar, gelişmiş ülkelere oranla 100 kat fazla olabilmektedir. Bu sonucun ana nedeni yanlış yerleşme alanlarının seçimi, yetersiz ve uygun olmayan malzeme kullanımındır.

Nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme nedeniyle depremselliği yüksek ülkelerde deprem kökenli kayıp riski de zaman içinde çok tehlikeli boyutlarda artmaktadır. Özellikle büyük kentlerde, depremin doğrudan etkileri kadar zarar verici dolaylı ekonomik ve sosyal etkileri olmaktadır. Büyük deprem etkisinde kalma olasılığı yüksek yerleşim bölgelerinde, deprem etki ve zararlarının derecesini belirleyen beş ana unsur söz konusudur:

- a- Bölgenin deprem özellikleri,
- b- Yerleşim alanlarının yer üstü ve yer altı fiziksel özellikleri,
- c- Yapının doğal ve zorlanmış titreşim özellikleri,
- d- Kişilerin deprem konusundaki bilinç düzeyi,
- e- Nüfus yoğunluğu.

¹ Doç.Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul

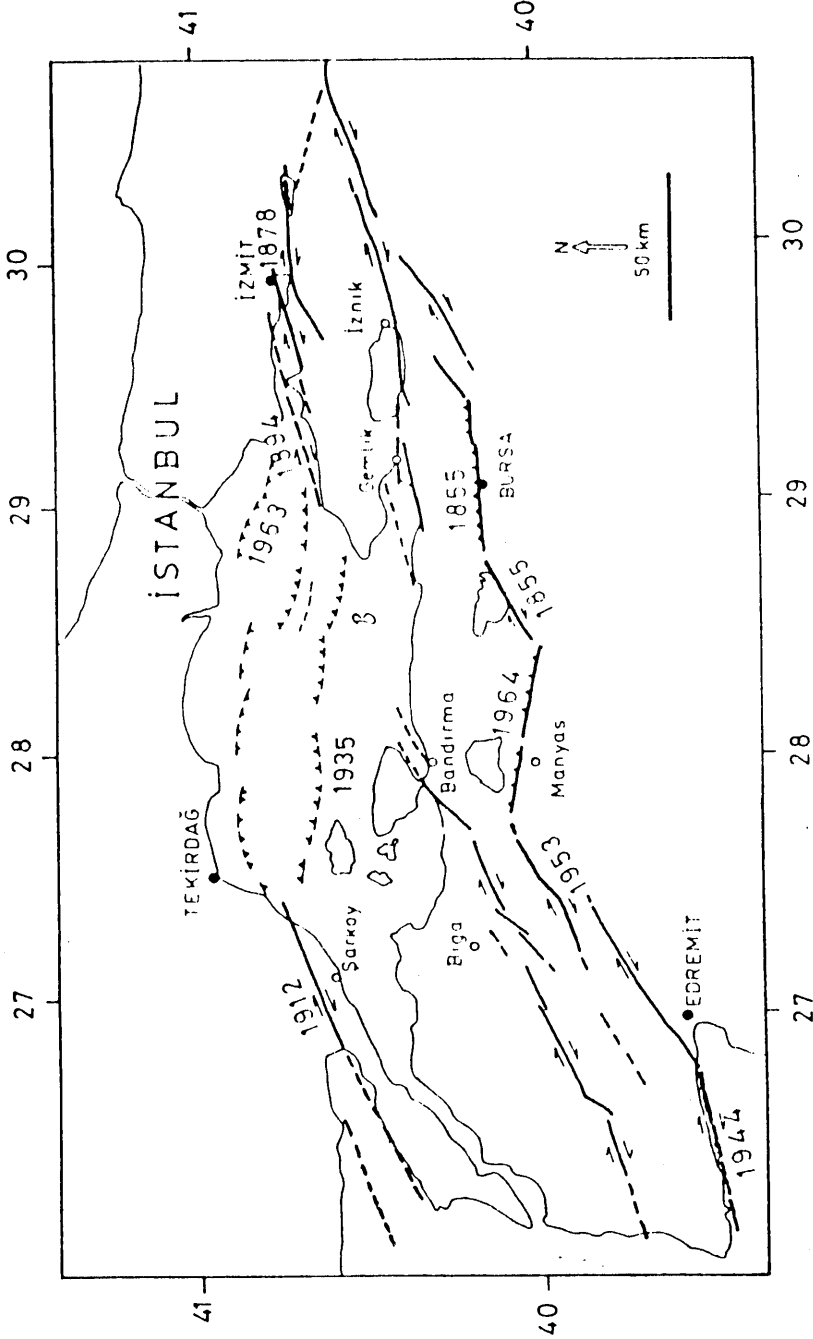


Şekil 1. MS. 11-1975 yılları arasında Türkiye ve yakın çevresinde olmuş depremlerin episantir (dış merkez) dağılımları (Güçlü ve diğ., 1986).

İSTANBUL'UN DEPREM TEHLİKESİNİ BELİRLEYEN JEOLJİK VE SİSMOLOJİK VERİLER

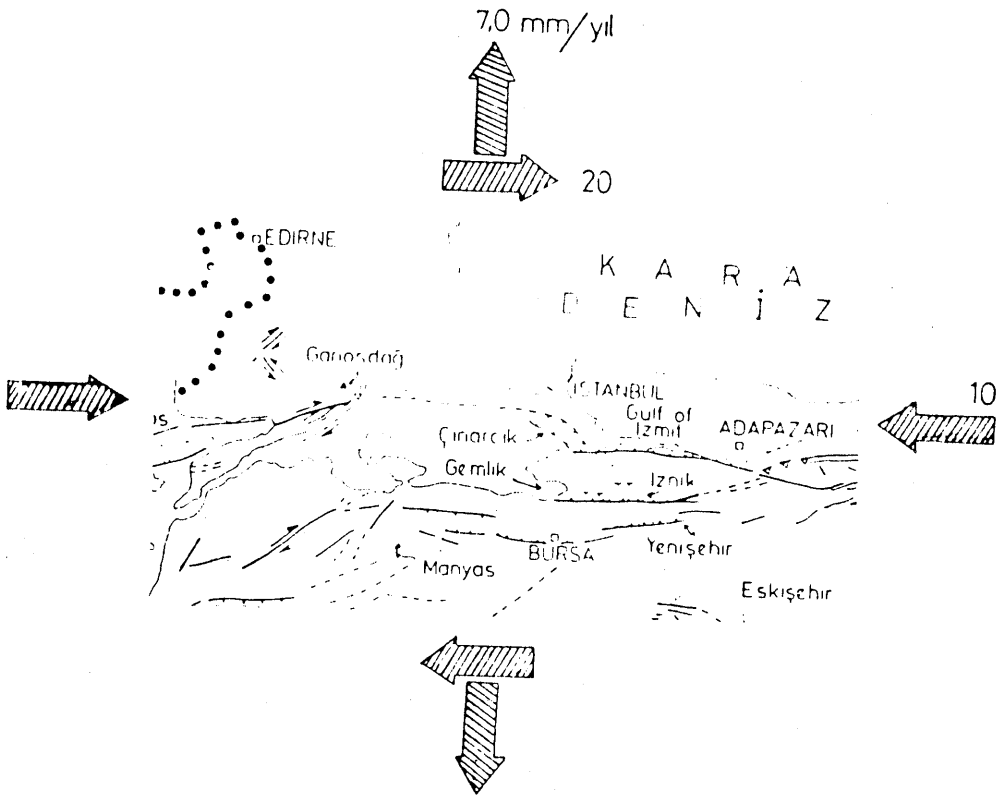
İstanbul'daki deprem tehlikesini belirleyen jeolojik unsurların başında Marmara bölgesine doğrudan yaklaşan Kuzey Anadolu Fayı (kırığı)'nın dallanan kırık zonları gelir (Şekil 2). Kuzey Anadolu Fayı İzmit körfezinin doğusunda üç ana dala ayrılarak Marmara bölgesine ilerler. Bu üç ana kırık zonunun ayırdığı yer kabuğu blokları sağ-sol yönlü ve yukarı-aşağı doğru hareketler yaparlar. Jeolojik ve sismolojik çalışmalar sağ-sol yönlü hareketlerin yılda 2-2.5 cm'ye kadar eriştiğini göstermektedir.

Şekil 2'de Marmara bölgesindeki faylar ve onlarla ilişkili, büyük aletsel dönem depremlerinin konumları gösterilmiştir. Şekil 3'de ise deprem mekanizması verileri kullanılarak Marmara bölgesinin yer kabuğu deformasyonlarının yıllık değerleri mm/yıl olarak verilmiştir. Buna göre Marmara bölgesi yılda 7.0 mm'lik bir hızla kuzey-güney yönünde açılmakta, 10 mm'lik hızla sıkışmakta ve 20 mm'lik bir hızla da sağ yönlü bir deformasyon yapmaktadır (Eyidoğan, 1988).



Şekil 2. Marmara Bölgesindeki belli başlı kırık(fay) kuşakları ve bu kuşaklarla ilişkili son yüzyıl içinde olan büyük ve hasar yapıcı depremlerin yerleri. Şekil Barka ve Kadinsky-Cade (1988)'den değiştirilerek alınmıştır.

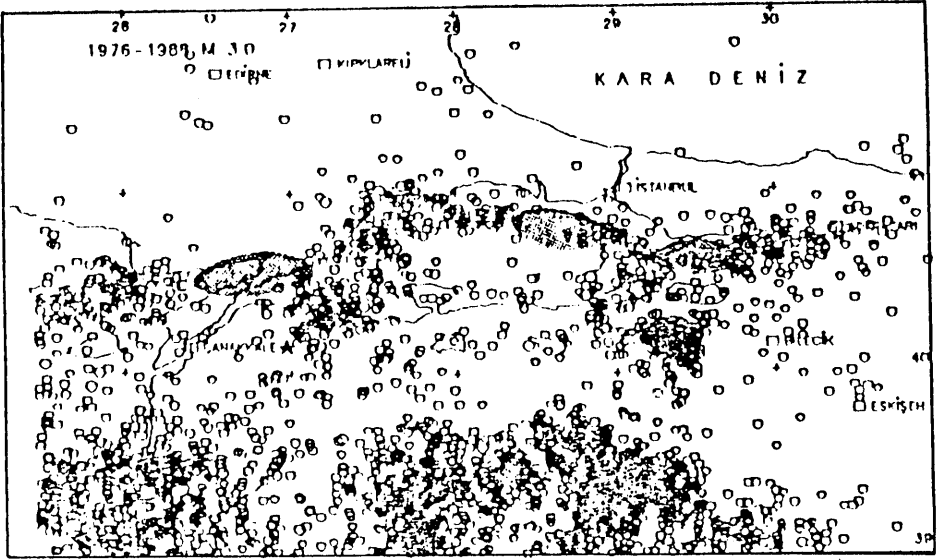
İşte bu tektonik deformasyonlar sonucu Marmara bölgesi deprem bakımından çok aktif bir duruma gelmektedir. Şekil 4'de Marmara bölgesinde 1976-1988 yılları arasında oluşmuş ve büyüklükleri (M) 3.0'den büyük depremlerin dağılımları görülmektedir. Bu şekilden de anlaşılacağı gibi, İstanbul metropolü için deprem potansiyeli en yüksek ana kuşak İzmit-Mürefte-Saros Körfezi arasında uzanan bölgedir.



Şekil 3. Tektonik olaylar sonucu Marmara bölgesinde son 50 yıllık deprem verilerinden elde edilmiş deformasyon hareketleri (Yerdeğiştirmeler mm/yıl olarak verilmiştir).

Marmara bölgesi ve onun içinde büyüyen İstanbul Metropolünde arşivlerimizdeki tarihsel ve aletsel döneme ait kayıtlara göre (Engin ve diğ., 1967) oldukça yüksek bir deprem etkinliği görülmektedir. İstanbul ve yöresinin tarihsel depremleri olarak MS. 212-1894 yılları

arasında çeşitli şiddette (hasar gözlemlerine göre) hasar yapıcı 145 deprem sayılmaktadır. Bu depremlerden 41 tanesi VI, 35 tanesi VII, 39 tanesi VIII, 10 tanesi IX, 2 tanesi de X şiddetindedir. 1976-1988 arasında tüm Marmara bölgesinde 12.131 deprem kaydı yapılmıştır (hissedilemeyenler dahil). İzmit-Saros kuşağı boyunca 11.000 deprem sayılmıştır. Üçer(1990)'in çalışmasına göre (MS.0-1899 kayıtlarına dayanarak), çok yıkıcı depremlerin 158 yıl, yıkıcı depremlerin 43 yıl, ağır hasar yapıcı depremlerin 11 yıl ortalama tekrarlama periyodları vardır.

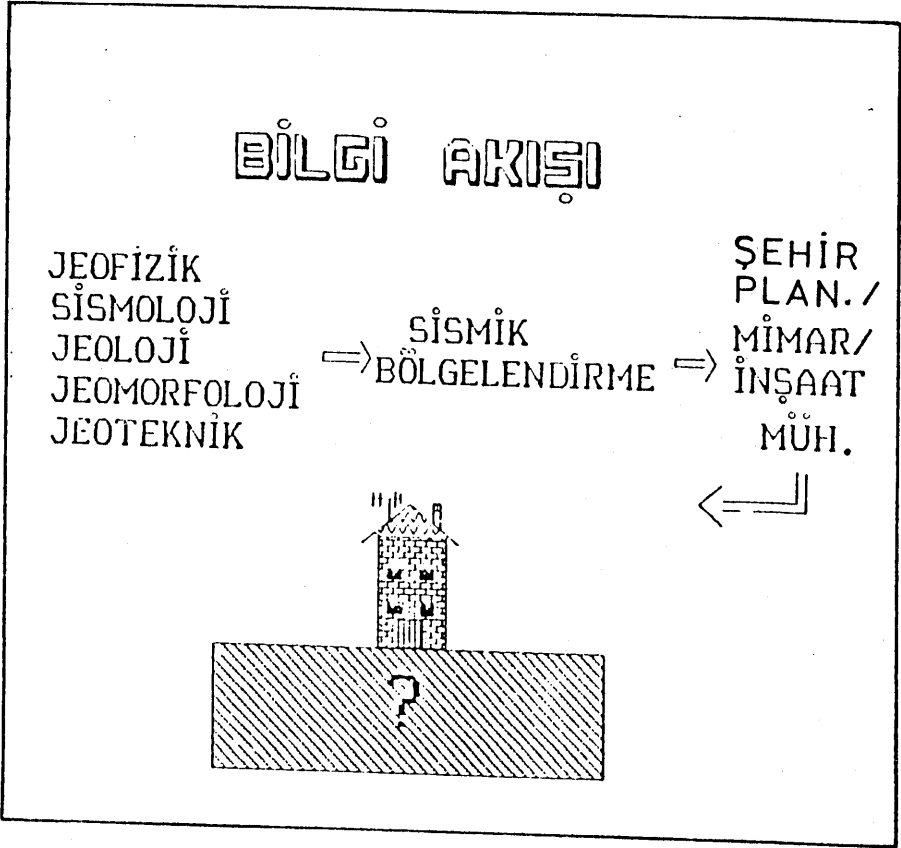


Şekil 4. Marmara bölgesinin 1976-1988 dönemi arasındaki deprem etkinliği episantr haritası. Büyüklüğü 3.0 ve daha büyük olan depremlerin hepsi gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi kümelenme karakterinde deprem etkinliği vardır. Bu durum o bölgedeki fayların diri olduğunun ve gelecekte deprem oluşturma potansiyeli taşıdığına en belirgin özelliğidir. Kuzey Marmara'da elips biçiminde görülen koyu renkli alanlar "sismik boşluk" olarak adlandırılan bugün az deprem olan ancak gelecekte deprem olma potansiyeli en yüksek alanları belirlemektedir. Şekil, Üçer (1990)'dan alınmıştır.

Özellikle son yıllarda yapılan jeolojik ve jeofizik araştırmalara göre İstanbul ve çevresinde, Büyükçekmece-İstanbul Boğazı arasında kalan yarımada da çok genç fayların (Oktay, 1991) ve üzerinde önemle durulması gereken mikrodeprem etkinliğinin (Üçer, 1990) varlığı söz konusudur. Ancak, İstanbul ve çevresi bugün varolan deprem istasyon ağının dışında kaldığından, metropolün yerleştiği iki yarımada'nın ayrıntılı sismik etkinliği duyarlı olarak anlaşılamamaktadır. Kuzey Marmara denizinde, Haliç ve İstanbul boğazında yapılan mekanik sondaj ve sismik yansıma çalışmaları önemli derecede hareket etmiş ve

genç jeolojik yapıları kesme durumunda olan olası genç fayların (Kuvaterner ve Holosen yaşlı) varlığını tartışma gündemine getirmektedir (Uluğ ve diğ., 1987; Oktay, 1991).

Yukarıda belirttiğimiz veriler ışığında İstanbul'daki yer seçimi ve imar planı uygulamalarında, bu metropolü, bir genelleme yaparak 2. derece deprem bölgesi olarak almak yanlış bir saptamaya neden olacaktır. Bugün kullanılan bu yöntem sağlam zeminler ve az katlı yapılar için geçerli olabilir. Ancak yapı dizaynından ve gevşek zemin özelliklerinden kaynaklanan yer hareketinin büyümesi olgusu nedeniyle 2. derece olarak alınan bir alan 1. dereceye yükselecektir. Özellikle, Kuzey Marmara kıyılarındaki zemin ve heyelan potansiyeli, buraya daha yakın olan İzmit-Mürefte sismik kuşağı da gözönüne alındığında bugünkü sınıflamaya göre 1. derece deprem bölgelerine dönüşmektedir.



Şekil 5. Yerleşime açılan ve mevcut yerleşim bölgelerinde deprem zararlarının azaltılmasına yönelik çalışmalarda gerekli olan çok disiplinli mikro bölgelendirme çalışmaları için önerilen bilgi akış şeması.

ÖNERİLER

İstanbul ve yöresinin nüfus artış oranının %6'ya vardığı ve ülkenin ticari, sanayi ve kültür hayatındaki yerinin önemi düşünülürse, gelecekteki bir büyük deprem sonrası karşımıza çıkabilecek insan kaybı ve ekonomik zararların boyutu çok korkutucudur. Sismolojik çalışmalar açısından İstanbul'u içine alan mikrodprem kayıt istasyonları ağı kurulmalı ve belirli noktalara kuvvetli yer hareketi kayıtçıları (strong-motion accelograph) yerleştirilmelidir. Yerleşime açılan alanlar için öngörülen jeolojik ve jeoteknik incelemeler içinde yerinde ve aletsel jeofizik ölçülerin ürünü olarak deprem tehlike düzeyi, beklenen zemin ivmesinin dağılımı, uzaklıkla sönüm oranı, yerinde titreşim ölçüleri, sismik katsayı ve bunlara bağlı olarak zemin sınıflaması mutlaka yerelmalıdır.

Bu çalışmalar dünyada "sismik mikrobölgeleme" adı altında yapılmaktadır ve çağdaş bir mikrobölgeleme çalışması çok disiplinli araştırmaların katkısıyla gerçekleşebilir (Şekil 5). Yer seçimi ve zemin çalışmalarında çağdaş jeofizik uygulamaların, imar ve planlama ile ilgili yönetmelik ve şartnamelerde yer alması gerekmektedir.

Şu günlerde iyileştirilmeye çalışılan Türkiye deprem bölgeleri haritası, daha gerçekçi duruma getirilse bile, yerel kullanımlar için yeterli olmayacaktır. Bu nedenle, depreme dayanıklı yapı dizaynında öngörülen zemin çalışmalarında depremle ilgili verilerin daha ayrıntılı biçimde elde edilmesi ve bunun yönetmeliklerle sağlanması gerekmektedir. Ayrıca, son yıllarda artan yapı yükseklikleri nedeniyle, yalnız yakın değil uzak depremler de kentlerdeki deprem riskini arttırmıştır.

KAYNAKLAR

- Barka,A.A. ve Kadinsky-Cade,K., 1988, Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, *Tectonics*, 7, 663-684.
- Ergin,K., Güçlü, U. ve Uz,Z., 1967, Türkiye ve civarının deprem kataloğu (MS. 11-1964), İTÜ Maden Fakültesi, Arz Fiziği Enstitüsü yayınları No: 24, İstanbul.
- Eyidoğan,H., 1988, Rates of crustal deformation in western Turkey as deduced from major earthquakes, *Tectonophysics*, 148, 83-92.
- Güçlü, U., Altınbaş,G. ve Eyidoğan,H., 1986, Türkiye ve çevresi deprem kataloğu (1971-1975), İTÜ, YBYK-UYG-AR Merkezi, Sismoloji ve Sismotektonik Alt Birimi, No:30.
- Oktay,F., 1991, Kişisel konuşma, İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü.
- Uluğ,A., Özel,E. ve Çiftçi,G., 1987, İstanbul boğazında sismik çalışmalar, *Jeofizik*, 1, No:2, 130-144.
- Üçer,B., 1990, Marmara bölgesinin deprem etkinliği ve aktif tektonikle ilişkisi, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, (Yayınlanmamış).