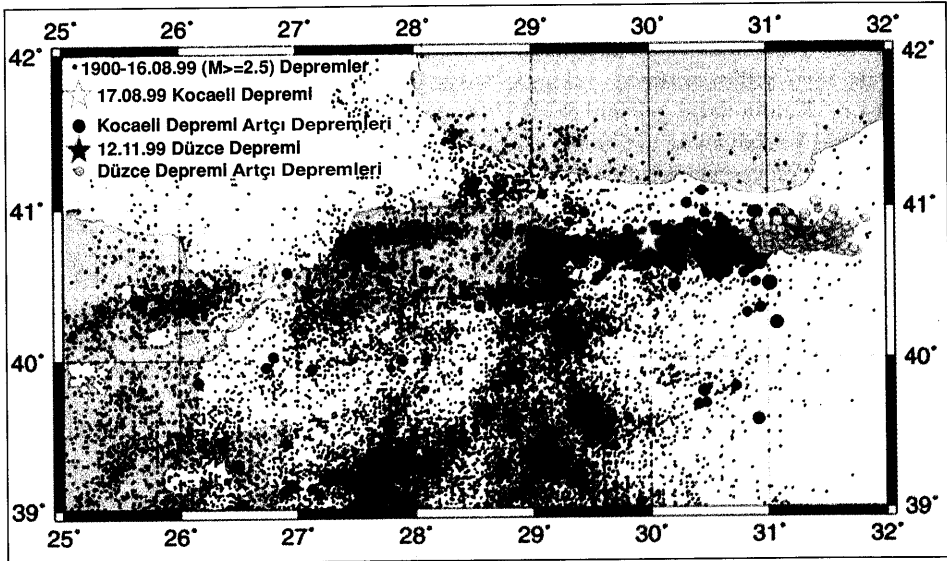


görebilirlik bilgilerinin mümkün olan en gerçekçi biçimde ortaya konmasına ve aralarındaki ilişkinin doğru bir şekilde kurulmasına bağlıdır. (Kapsamlı bir deprem senaryosu için "<http://www.koeri.boun.edu.tr/earthqklizmrrapor.htm>" internet sitesinde bulunan "İzmir Deprem Senaryosu ve Deprem Master Planı" başlıklı çalışma örnek alınabilir).

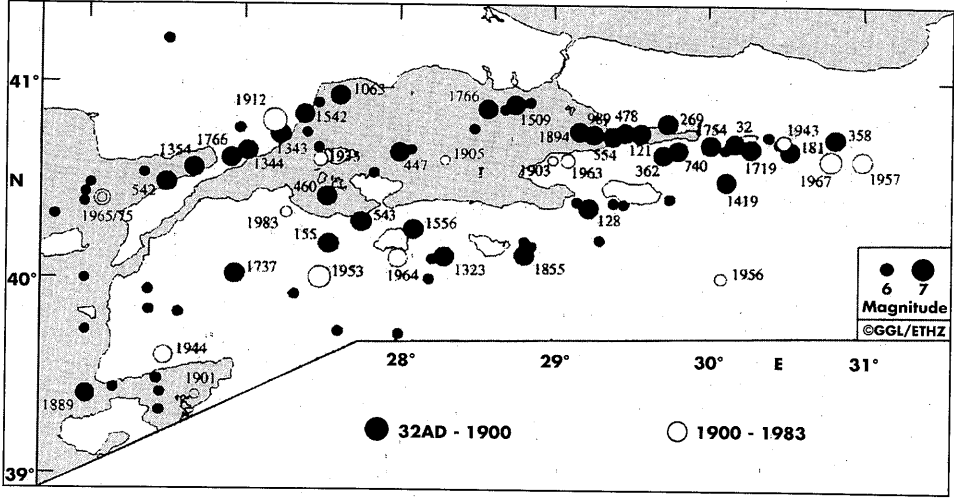
DEPREM TEHLİKESİ

Doğu Anadolu'da Karlıova yakınlarından başlayarak, batıda Yunanistan'a kadar uzanan Kuzey Anadolu Fayı 30.5E boylamının batısında kuzey, orta ve güney olmak üzere üç parçaya ayrılır. Kuzey parça bir çekayır ve sırt sistemi olarak Marmara Denizi'nin kuzey bölümü boyunca uzanır (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988).

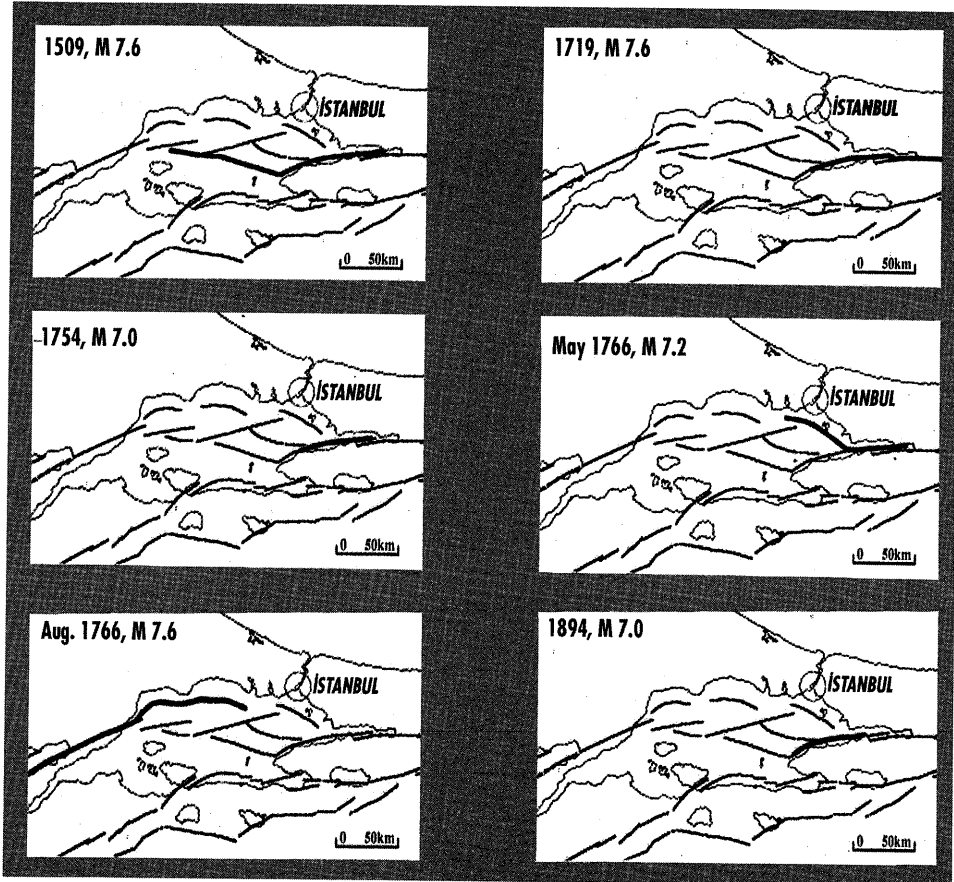
Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi altında kalan bölümünün yapısı hakkında farklı görüşler bulunmaktadır. 2200 km'lik çok-kanallı sismik refleksiyon profillerine ve çöküşlü batimetrik verilere dayanarak Le Pichon ve diğerleri (2000), Marmara Denizi içinde, günümüzde aktif olarak tanımlanabilecek çek-ayır sistemlerin bulunmadığını ve denizin güneyinde aktif fayların olmadığını savunmaktadır. Le Pichon ve diğerleri (2000)'ne göre Marmara Denizi, doğuda İzmit segmenti (en son 1999'da yırtılmıştır), batıda ise Ganos fayı (en so 1912'de yırtılmıştır) arasında uzanan, Marmara Fayı olarak adlandırdıkları tek bir yanal-atımlı aktif fay tarafından kesilmektedir. Marmara Fayı yanal karakterli iki parçadan oluşmaktadır. Yüksek bir sismik aktiviteye sahne olan batı parçası 80 km uzunluğundadır. 65 km uzunluğundaki doğu parçası birbirinden 10 km uzaklıkta paralel uzanan iki koldan meydana gelmektedir. Kollardan kuzeyde olanı Çınarcık çukurunun ortasından geçmekte, güneyde olanı ise çukurun güney yamacının eteğinde bulunmaktadır. Marmara Fayının doğu parçası 250 yıldan beri, batı parçası da 500 yıldan beri kırılmamıştır. Marmara Fayı'nın tek bir parça halinde kırılma olasılığı gerçekleşirse oluşacak depremin büyüklüğü $M_w=7.6$ 'yı bulabilecektir.



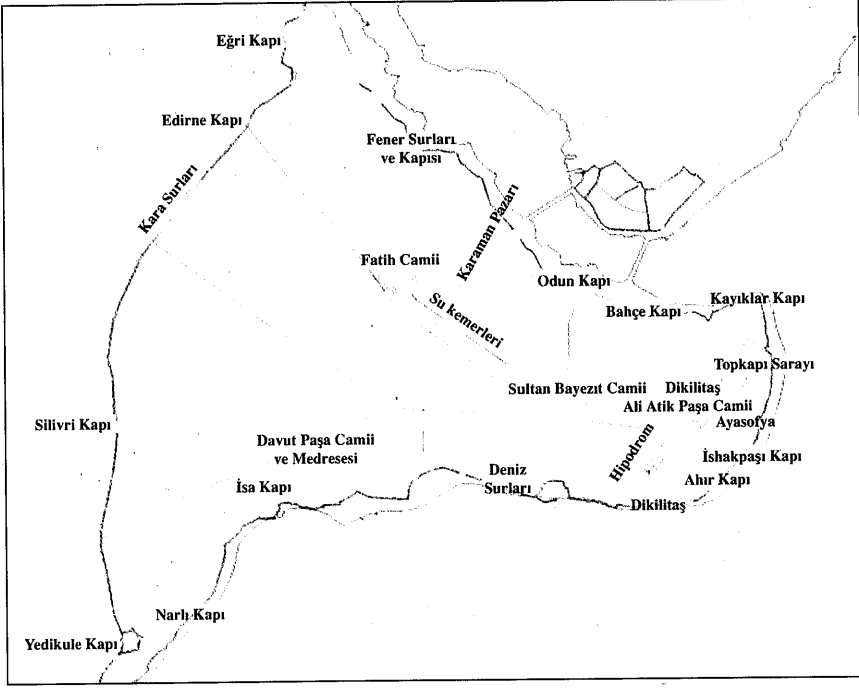
Şekil 2. Bölgesel Depremlerin Dağılımı



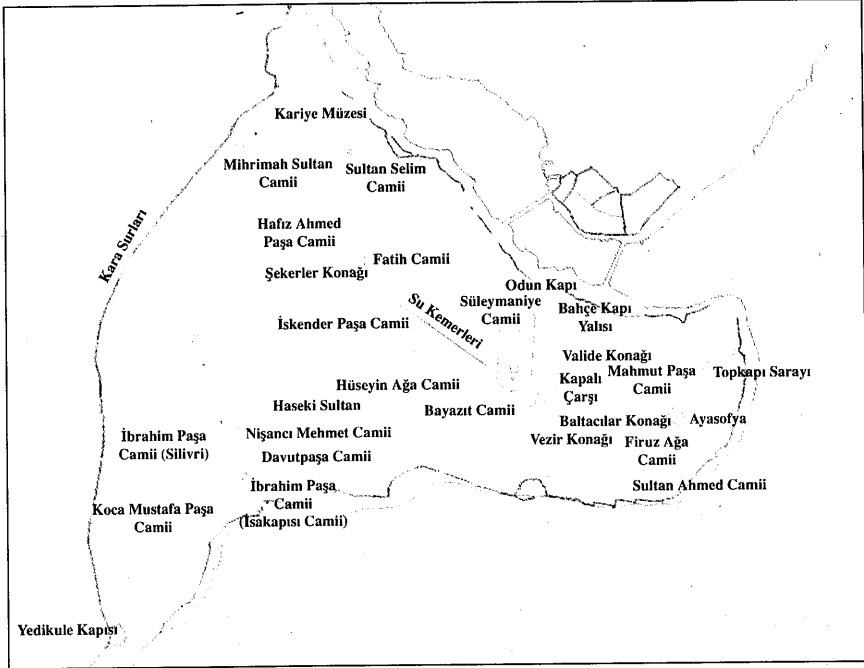
Şekil 3. Bölgesel Tarihsel Depremlerin Dağılımı (Ambraseys ve Finkel, 1991)



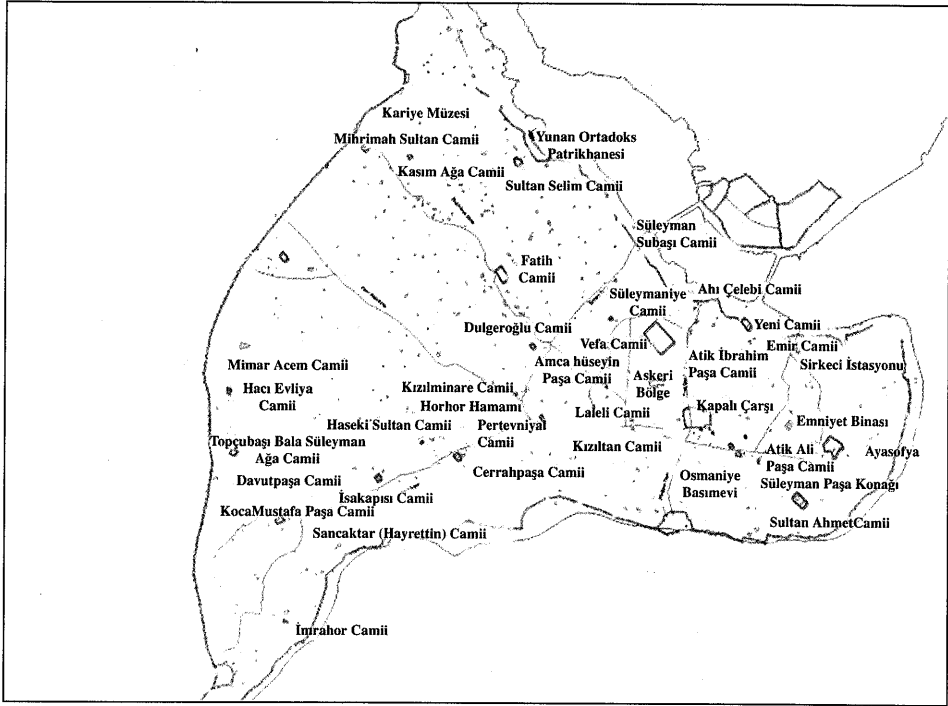
Şekil 4. Önemli Tarihi Marmara Depremleri



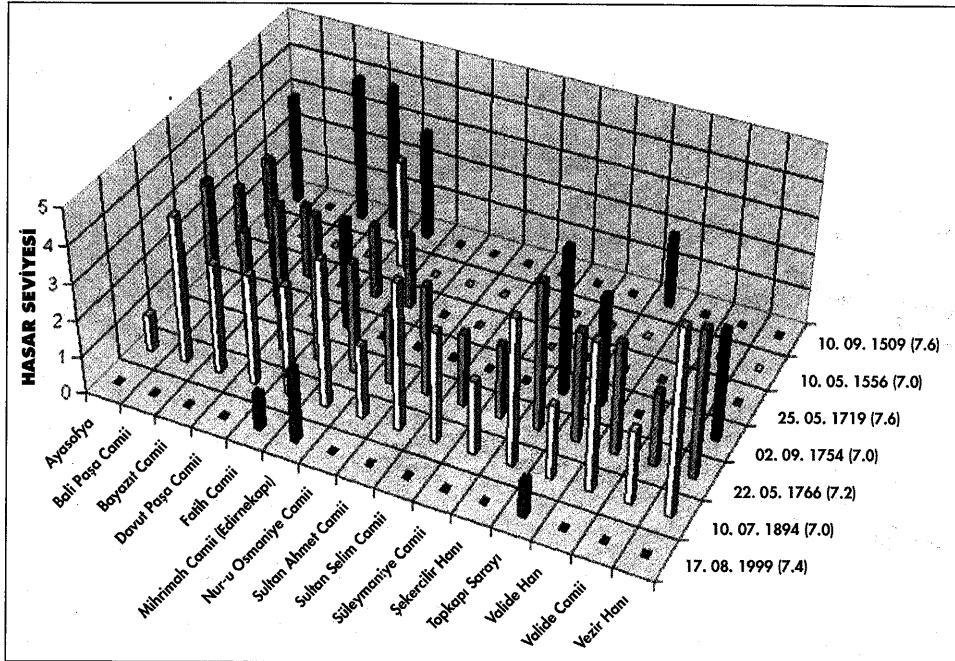
Şekil 5. 1509 Depremi Hasar Dağılımı



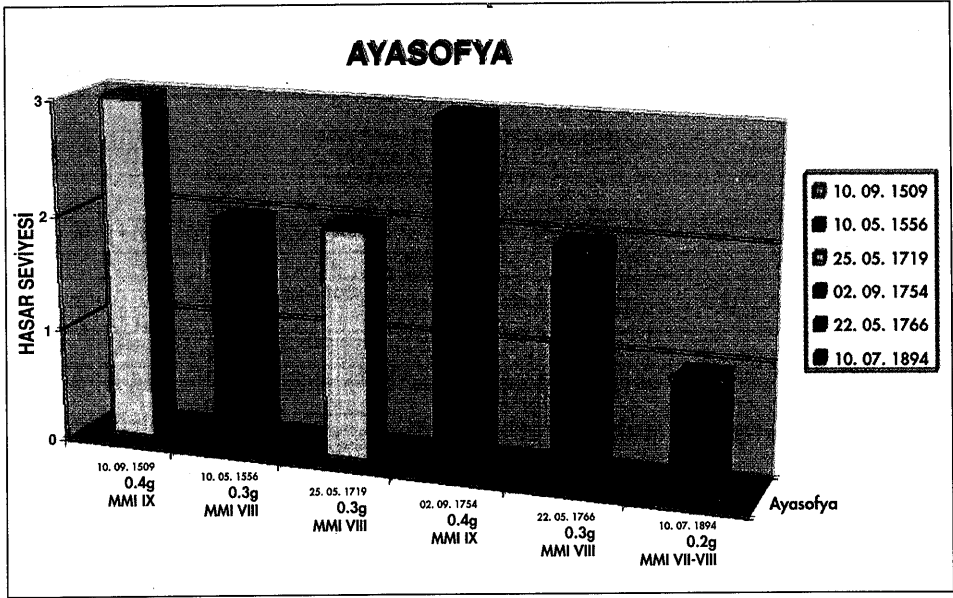
Şekil 6. 1766 Depremi Hasar Dağılımı



Şekil 7. 1894 Depremi Hasar Dağılımı

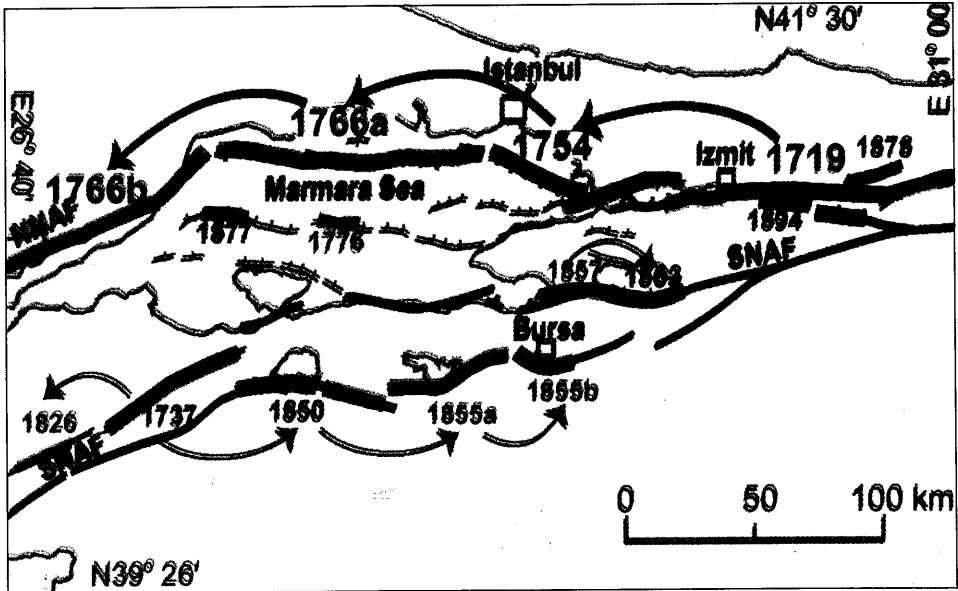


Şekil 8. İstanbul'un Tarihi Yapılarda Deprem Hasarı

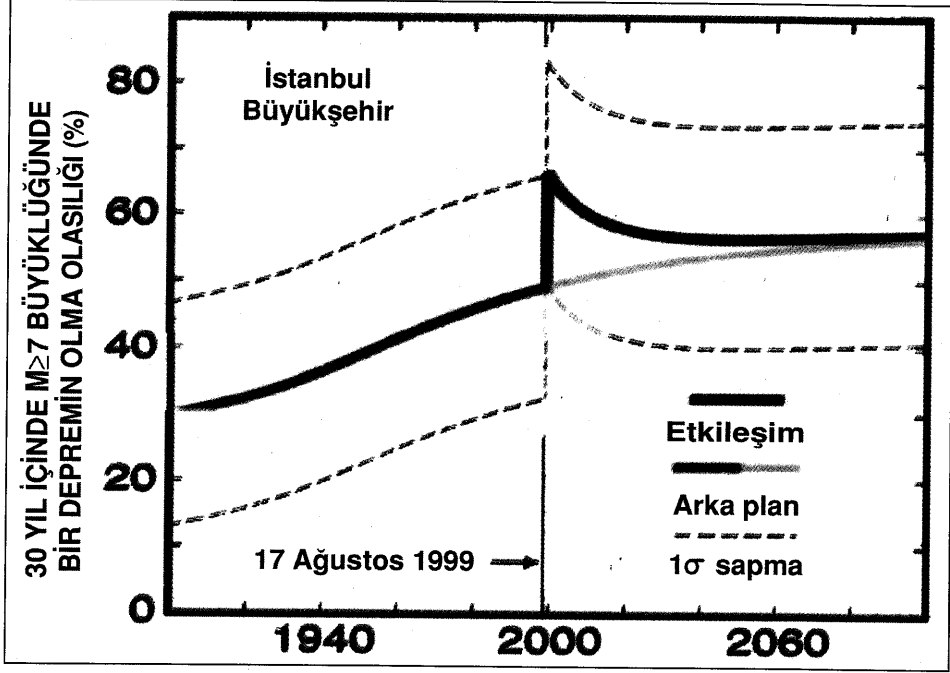


Şekil 9. Ayasofya'da Meydana Gelmiş Deprem Hasarı

Marmara bölgesinin sismik aktivitesi Kandilli Rasathanesi-Sismoloji Laboratuvarı verilerine dayanılarak Şekil 2'de gösterilmektedir. İstanbul'un 2000 yıla yayılan tarihi deprem verileri incelendiğinde, kentin ortalama her elli yılda bir orta şiddette ($I_0=VII/VIII$), her 300 yılda bir de yüksek şiddette ($I_0=VIII-IX$) bir depremden etkilendiği görülmektedir (Ambraseys ve Finkel, 1991). Tarihi depremlerin dağılımı Şekil 3'de



Şekil 10. Marmara'da 18. Yüzyıl Deprem Silsilesi



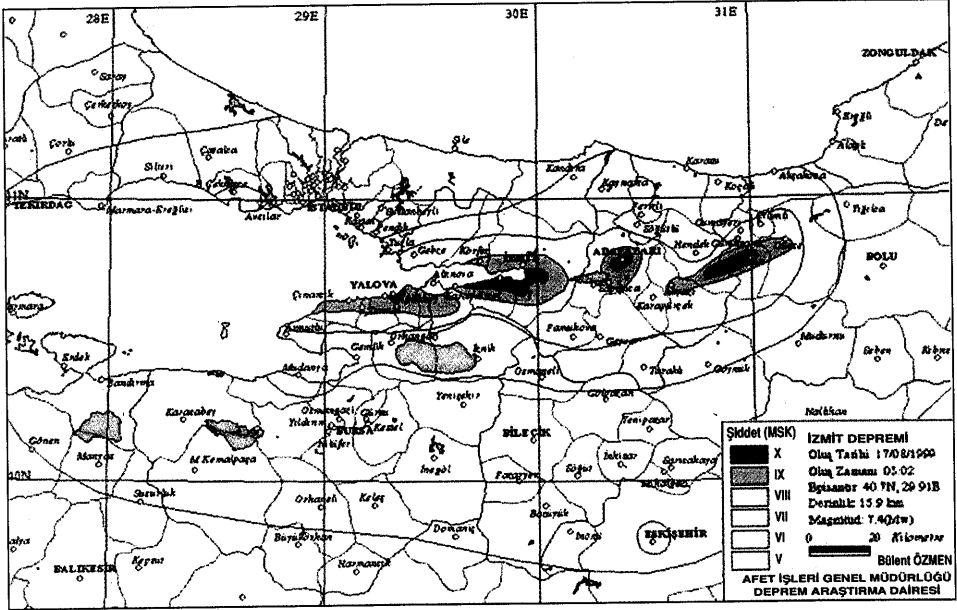
Şekil 11. Marmara'da Hasar Yapıcı Deprem Olasılığı (Parsons. ve Diğ. 2000)

sunulmaktadır. Bu depremlere ilişkin tarihi hasar verilerine dayanılarak hazırlanmış tahmini yüzey kırıkları Şekil 4'de verilmektedir.

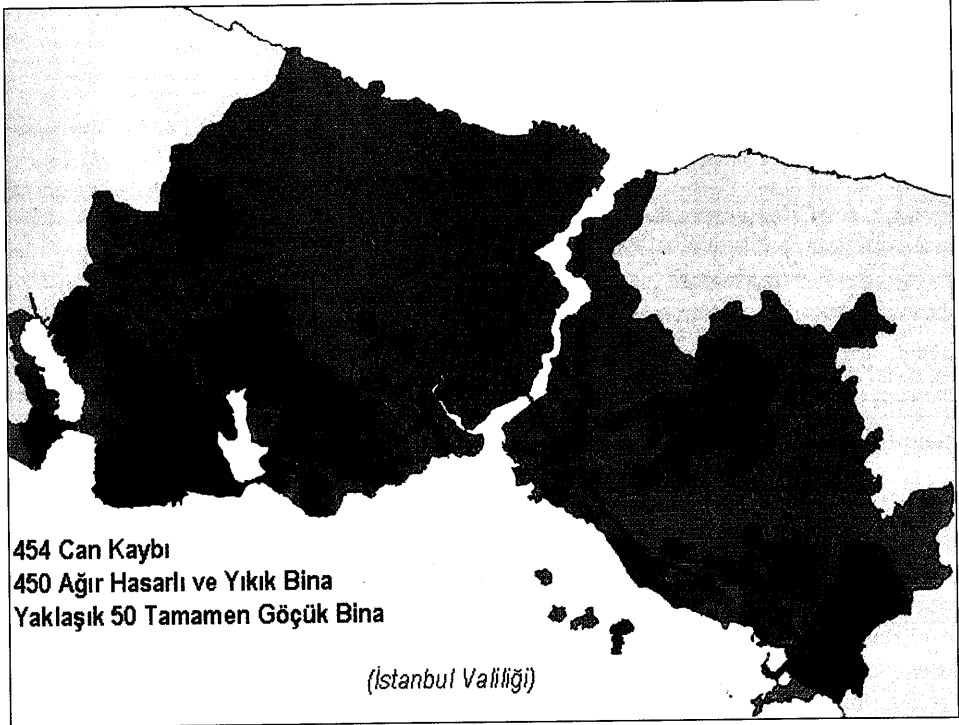
İstanbul'da 1509, 1766 ve 1894 depremlerinde meydana gelmiş hasar dağılımı Şekil 5, 6 ve 7'de görülebilir. İstanbul'daki tarihi yapılarda oluşan deprem hasarları konusunda detaylı bilgiye ulaşmak mümkündür.

Şekil 8'de kentteki önemli tarihi yapılarda çeşitli depremlerde oluşan hasarlar üç boyutlu bir matris yardımıyla gösterilmektedir. Şekildeki D1, D2, D3, D4 ve D5 kodlaması, Avrupa Makrosismik Ölçeğine (EMS, 1998) uygun olarak, sırasıyla hafif hasar, orta hasar, ağır hasar ve çok ağır hasar ve çökme için kullanılmaktadır. Yapılardan özellikle Fatih Camii ve Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii depremlerden sürekli olarak etkilenmiştir.

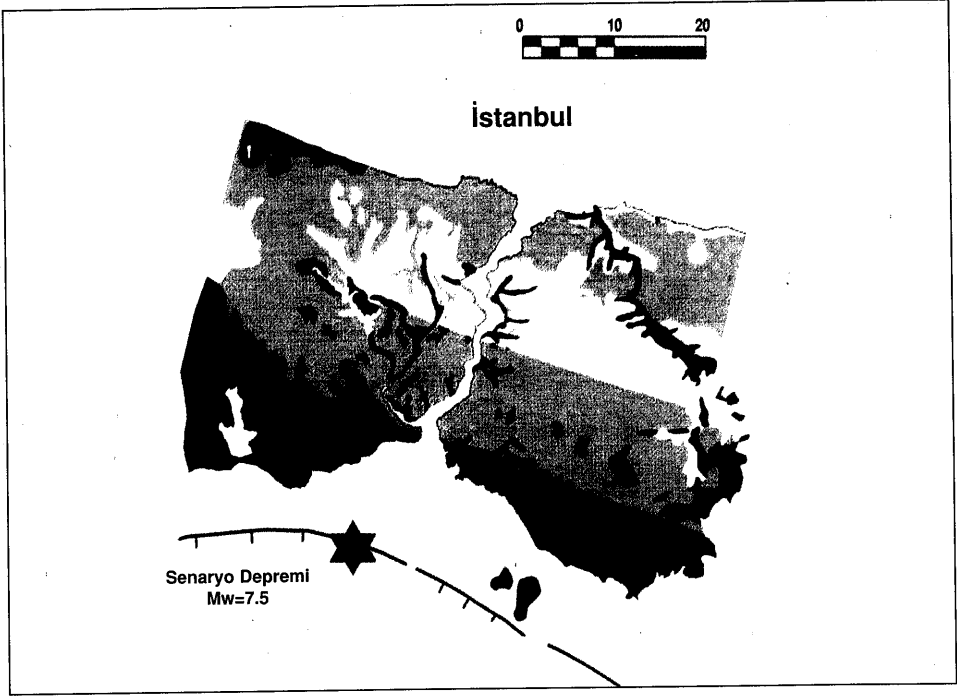
Gelecekteki İstanbul depreminde bu yapıların, eğer gerekli önlemler zamanında alınmazsa, ağır şekilde hasar görmesi çok büyük bir olasılıktır. Ayasofya'da meydana deprem hasarları Şekil 9'da özetlenmiştir. Şekildeki hasar seviyeleri, D1 hafif hasar, D2 duvarlarda çatlaklar ve D3 duvarlarda geniş çatlaklar ve kısmi çökme olarak tanımlanmıştır. Ayasofya'nın deprem davranışı 1990 yılından beri Boğaziçi ve Princeton Üniversitelerince incelenmektedir. Yapılan çalışmalara dayanarak Ayasofya'da geçmişte meydana gelen deprem hasarlarını en büyük yer ivmesi ve deprem şiddetiyle ilişkilendirmek mümkün olmuştur. Ayasofya'nın son 500 yıl içinde en az iki kez 0.4g'lik yer ivmesine ve IX'luk bir şiddete maruz kaldığı söylenebilir. Bu değerlerin Şekil 15 ve 16'da gösterildiği gibi, yaklaşık $M_w=7.5$ büyüklüğünde bir depreme denk geldiği vurgulanmalıdır.



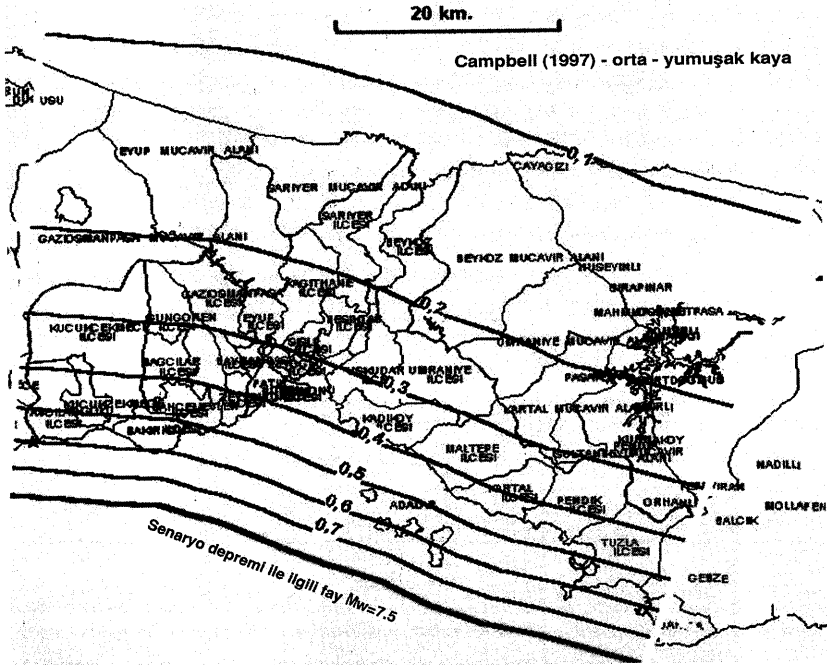
Şekil 12. İzmit Depreminin Eşşiddet Haritası



Şekil 13. Kocaeli depreminde İstanbul'da meydana gelen hasar (Kırmızı renk tonları bina hasarı ile orantılıdır.)



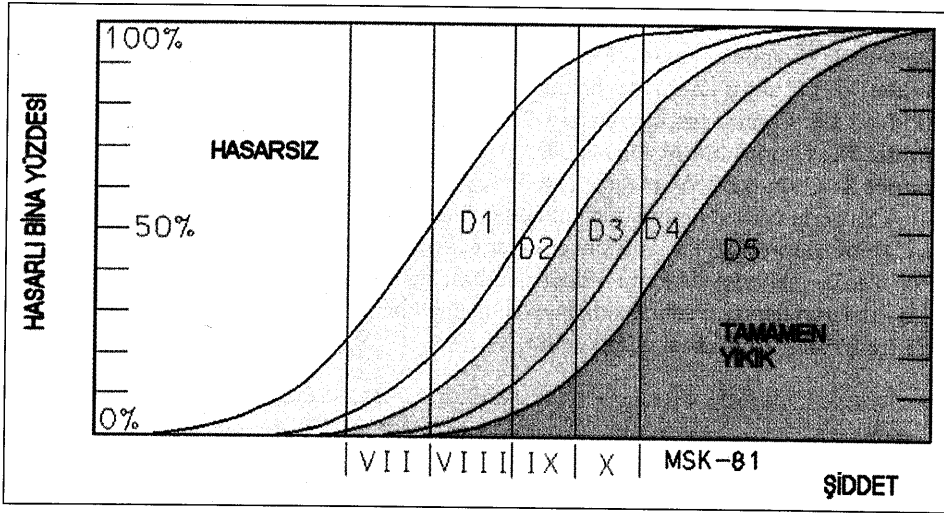
Şekil 15. İstanbul'da Senaryo Depreminde Oluşacak Şiddet Dağılımı (VI-X)



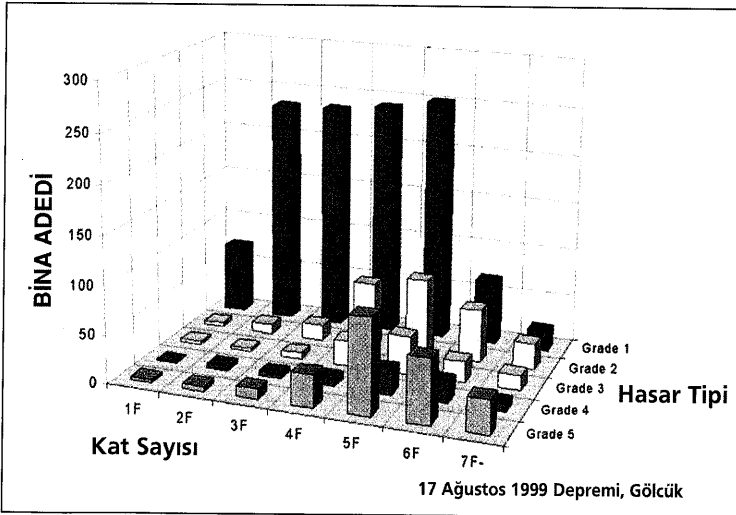
Şekil 16. İstanbul'da Senaryo Depreminde Oluşacak Enbüyük yer İvmeleri

yı üzerinde meydana gelen tarihi ve karakteristik depremlerin ve ilgili fayların üretebileceği en büyük depremlerin özelliklerinin saptanarak değerlendirilmesiyle, İstanbul'da için kullanılacak senaryo depreminin büyüklüğü $M_w=7.5$ olarak belirlenmiştir (Bu deprem Erdik (1996) çalışmasında öngörülen senaryo depremiyle örtüşmektedir.).

Deprem tehlikesinin belirlenmesinde Erdik ve diğerleri (1983, 1985)'nin şiddete bağlı azalım ilişkilerinden yararlanılmıştır. Şekil 15'de İstanbul'da deterministik bir senaryo depreminde oluşan şiddet dağılımı sunulmaktadır. Şiddette yerel jeolojiye bağlı olarak meydana gelen değişikliklerin yansıtılmasında Evernden ve Thomson (1985) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Senaryo depreminin etkisiyle oluşacak eş-ivme eğrileri Şekil 16'da verilmiştir. İvme değerlerinin belirlenmesinde Campbell ve diğerlerinin (1997) azalım ilişkisinden yararlanılmış, zemin koşulu olarak 'yumuşak-kaya' seçilmiştir.



Şekil 17. Betonarme Bina Hasaragörebilirlik ilişkileri



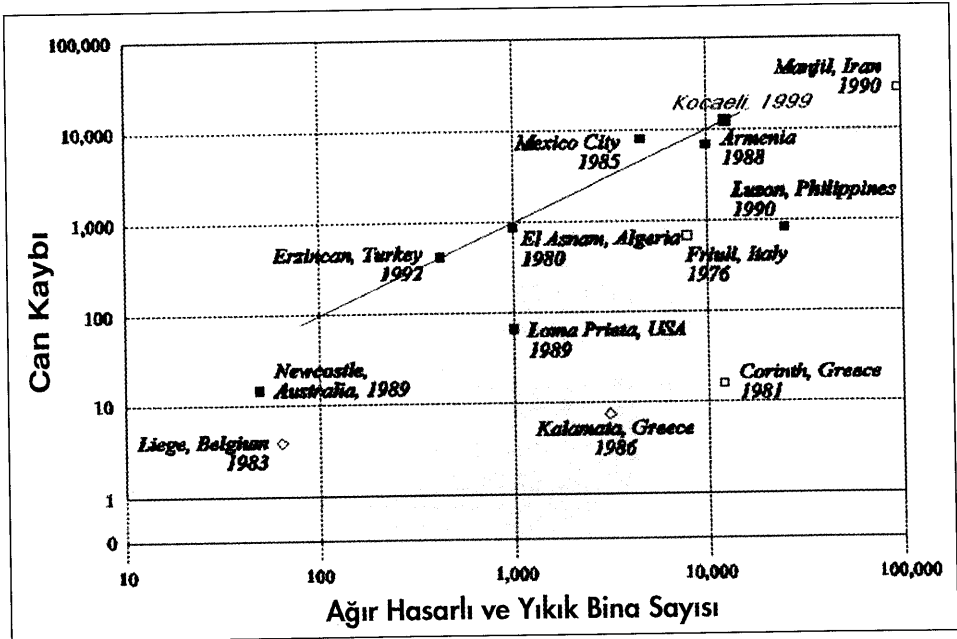
Şekil 18. Gölcük'te Bina Hasar Dağılımları

YAPILARIN HASAR GÖREBİLİRLİĞİ

Hasargörebilirlik, öngörülen bir tehlikenin oluşması durumunda, bir risk unsurunda ya da risk unsuru grubunda meydana gelecek kayıp derecesi olarak tanımlanır. MSK Şiddet Ölçeğinin geliştirilmiş bir versiyonu olan 1998 Avrupa Makrosismik Ölçeği (EMS, 1998)'de yapılara ilişkin hasargörebilirlik tanımlaması için A-F arasında değişen altı sınıf belirlenmiştir. EMS 1998'de depreme karşı tasarım ilkelerinin yetersiz seviyede uygulandığı betonarme yapılar için hasargörebilirlik sınıfı C olarak verilmiştir. İstanbul'daki betonarme yapı stoğunun büyük bölümünün, tasarım, beton kalitesi ve inşaat tekniklerinden kaynaklanan yetersizlikler sebebiyle C sınıfı içinde yer aldığı kabul edilebilir. Betonarme binalar için EMS 1998'de tanımlanan hasar seviyeleri ise şöyledir: D1-hafif hasar, D2-orta hasar, D3-ağır hasar, D4-çok ağır hasar, D5-çökme. Hasargörebilirlik sınıfı C için EMS (1998)'de verilen şiddet tanımları şunlardır:

- **Şiddet VI:** C sınıfı az sayıda binada D1 seviyesinde hasar oluşur.
- **Şiddet VII:** C sınıfı az sayıda binada D2 seviyesinde hasar oluşur.
- **Şiddet VIII:** C sınıfı birçok binada D2, az sayıda binada D3 seviyesinde hasar oluşur.
- **Şiddet IX:** C sınıfı birçok binada, D3, az sayıda binada D4 seviyesinde hasar oluşur.
- **Şiddet X:** C sınıfı birçok binada, D4, az sayıda binada D5 seviyesinde hasar oluşur.

Yukarıda verilen tanımlarda kullanılan 'az sayıda bina' binaların %20'sini, 'birçok bina' ise binaların %20 ila %60'sını ifade etmektedir. Bu hasargörebilirlik bilgileri Şekil 15'de verilen senaryo depremi şiddet dağılımı haritası ile beraber kullanılarak İstanbul'da senaryo depremi sonrasında meydana gelebilecek betonarme bina hasarları ile ilgili nicesel bilgi edinilmesi mümkündür.



Şekil 19. Kentsel Depremlerde Can Kaybı Bina Hasarı İlişkisi

Şekil 17’de Türkiye’deki orta yükseklikteki (4-8 katlı) betonarme binalar için geçmiş depremlerde elde edilen hasar verilerinin değerlendirilmesiyle elde edilmiş hasargörebilirlik eğrileri sunulmaktadır. Şekilde yatay eksen MSK şiddeti, düşey eksen ise beş farklı hasar seviyesi (D1-D5) için öngörülen kayıplardır. Türkiye’deki betonarme yapı stoğunun hasargörebilirlik oranları dünyadaki gelişmiş ülkelerden yaklaşık 10 kat daha fazladır.

Ülkemizde meydana gelen kentsel depremlerde 3 ve daha az katlı betonarme binalarda gözlenen ortalama hasar 4-8 katlı betonarme yapıların en az bir şiddet derecesi altındadır. Diğer bir deyişle, 3 ve daha az katlı betonarme binaların hasar oranları Şekil 17’deki yatay eksen de yer alan şiddet değerlerinin bir birim arttırılması ile elde edilebilir. Değişik katlı betonarme yapıların Kocaeli depremindeki hasar dağılımları için bir örnek Şekil 18’de sunulmuştur.

Modern binalarda, bir deprem sırasında sınırlı yapısal hasar oluşsa da, içinde bulunan makine ve ekipmanların zarar görmesi sebebiyle, fonksiyon kaybına bağlı ekonomik kayıplar meydana gelebilir. Özellikle araştırma laboratuvarlarında, hastanelerde, ofislerde doğru bir şekilde sabitlenmemiş cihazlar depremde büyük hasara uğrayabilirler. Benzer şekilde müzelerde ve sanat galerilerinde sergilenen ya da depolarda bulunan eserler de depremden geri dönüşü olmayacak şekilde etkilenebilirler. Bu durumda, gerekli tedbirler alınmazsa, İstanbul’da küçük bir deprem sırasında bile büyük fiziksel ve ekonomik kayıpların meydana gelmesi kaçınılmaz olmaktadır.

Bir depremde ölen insan sayısının çöken bina sayısına oranı Can Kaybı Oranı olarak adlandırılır. Bu oran binalardaki ortalama kişi sayısına, depremin meydana geldiği saate, bina içinde mahsur kalan kişi sayısına ve arama kurtarma operasyonunun etkinliğine bağlıdır. Ambraseys ve Jackson (1981), Türkiye ve Yunanistan’dan derledikleri verileri kullanarak, depremde ($M \geq 5$) hasarlı her yüz binada olan insan kaybı sayısını şu şekilde vermektedir:

Moloz yığma yapılar	17 kişi
Kerpiç yapılar	11 kişi
Yığma ve hatıllı kerpiç yapılar	2 kişi
Ahşap ve tuğla kargir yapılar	1 kişi
Betonarme çerçeve yapılar	1 kişi

Türkiye’deki özellikle kentsel alanlarda büyük yıkım yaratan son depremlerde elde edilen veriler ise, ağır hasarlı ya da yıkık betonarme (EMS, 1998 Hasar seviyesi D3 ve üzeri) bina başına 1 ölüm ve 4 yaralanma olayını işaret etmektedir. Dünyada değişik depremlerde ağır hasar gören yapılar ve can kayıpları Şekil 19’da gösterilmektedir (Dr.A. Coburn’dan alınmıştır). Ne yazık ki en büyük can kaybı Türkiye’de meydana gelen depremlerde yaşanmaktadır.

DEPREM RİSKİ

Afet yönetimi açısından risk bir tehlikenin gerçekleşmesi halinde meydana gelecek kayıplar olarak tanımlanır. Kentsel alanlardaki nüfus yapısı, yapı stoğu, altyapı, önemli ve kritik tesisler ve sosyo-ekonomik aktiviteler risk elemanlarını oluşturur.

İstanbul'daki arazi kullanımını ve nüfus yoğunluğu haritası Şekil 20 ve 21'de sunulmaktadır. İstanbul'daki yapı stoğunun dağılımı, Devlet İstatistik Enstitüsü 2000 Yılı Bina Sayımı ham verilerine dayalı olarak tüm betonarme binalar ve 4 kat ve daha çok katlı betonarme binalar için Şekil 22 ve 23'de verilmiştir. (Bu verilerin sağlanması çalışmamızda kullanılmasına izin verilmesi hususunda Devlet İstatistik Enstitüsü Başkanlığı'na teşekkürlerimizi sunarız).

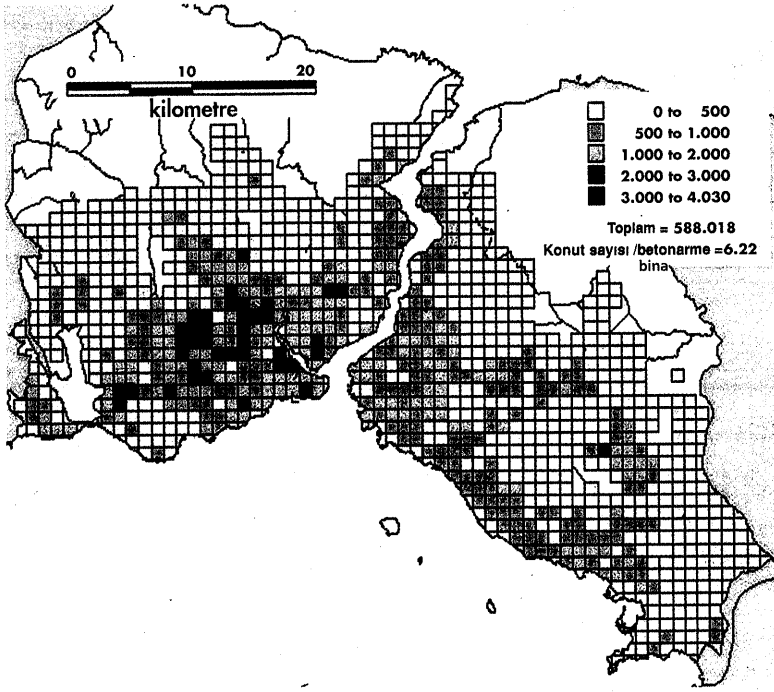
İstanbul kentsel alanındaki deprem kayıplarının tahmininde bina dağılımına ilişkin verilmiş olan bilgilerle, hasargörebilirlik verileri kullanılabilir. Nüfusun ve yapı stoğunun yaklaşık olarak %50'si, 7.5 büyüklüğündeki senaryo depreminde VIII büyüklüğünde şiddete maruz kalacaktır. Sunulan tüm verilerin bir ön değerlendirilmesi kapsamında İstanbul kentinde meydana gelebilecek deprem kayıpları şu şekilde tahmin edilebilir. 40,000-50,000 bina ağır hasara uğrayacak ya da yıkılacaktır. (Hasar seviyesi $\geq D3$). Bu binalardan yaklaşık 5,000-6,000'i tümüyle çökecektir ("Pancake=Yassı Kadayıf" tipi göçme). Yaklaşık 1,200,000 kişi (240,000 aile) acil konut ihtiyacı içinde olacaktır. Can kaybı 40,000-50,000 civarında olacaktır. Yaralı sayısı ise 300,000 kişi olarak tahmin edilmektedir. Yalnızca bina hasarına bağlı fiziksel kayıpların 12 Milyar ABD Doları olması beklenmektedir. Yukarıda verilen bu kayıplar $M_w=7.5$ büyüklüğünde bir depremin, İstanbul'a olabilecek en yakın mesafede meydana gelmesi halinde beklenmektedir. Eldeki bina ve geoteknik verilerin nitelik ve nicelik açısından yeterli olmadığı özellikle altı çizilmelidir. Böyle bir depremde oluşacak can kaybı da depremin zaman ve tarihine göre değişme eğilimi gösterecektir.

BİNALARDA DEPREM RİSKİNİN AZALTIILMASINA YÖNELİK BİR ÖNERİ

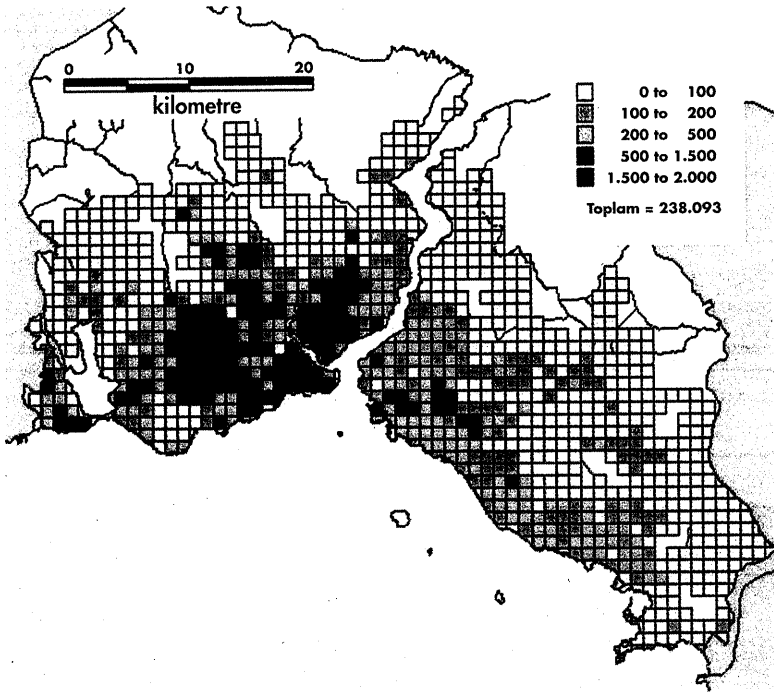
Kentsel alanlardaki deprem riskinin azaltılması için değişik seçenekler bulunmaktadır: Yapısal hasargörebilirliğin azaltılması, Arazi kullanımının değiştirilmesi, tasarım ve inşaat yönetmelik ve düzenlemelerindeki değişiklikler, tehlikeli yerleşim alanlarının yerlerinin değiştirilmesi ve eğitim programları gibi.

İstanbul'da mevcut fiziksel hasargörebilirliğin azaltılması için var olan tek yol binaların güçlendirilmesidir. Özellikle, konut olarak kullanılan apartman binalarının güçlendirilmesi depremlerde karşılaşılan yüksek can kaybının azaltılabilmesinin en önemli unsurudur. Nitekim 17.8.1999 Kocaeli depreminde meydana gelen can kayıplarının büyük bir çoğunluğu (yaklaşık %70) tamamen çöken (yassı kadayıf tipi) yaklaşık 3500 bina altında meydana gelmiştir. İstanbul'da bugün mühendislik yapılarının, kamu ve ticari binaların güçlendirilmesine yönelik çeşitli girişimler olmakla beraber, konut olarak kullanılan binaların güçlendirilmesi için bir kapsamlı program bulunmamaktadır. Bu yokluğun ana sebebi konutlarda genel bir güçlendirme programının olabirliğinin (Fizibilitesi) olmamasıdır. Bu durum aşağıda sıralıyabileceğimiz nedenlerden oluşmaktadır:

- Tam güçlendirmenin bedeli yeniden inşa maliyetinin yaklaşık 40%'ı seviyesindedir. Ayrıca binaların 2-3 ay gibi bir süre için boşaltılması gerekmektedir.
- Apartman binaları çok sahiplidir. Daire sahiplerinin değişik görüş, beklenti ve mali imkanları güçlendirme kararı alınmasını engellemektedir.
- Güçlendirilmiş binanın (dairenin) satış değeri veya kirası artmamaktadır.



Şekil 22. Betonarme Bina Yoğunluğu (DİE, 2000)



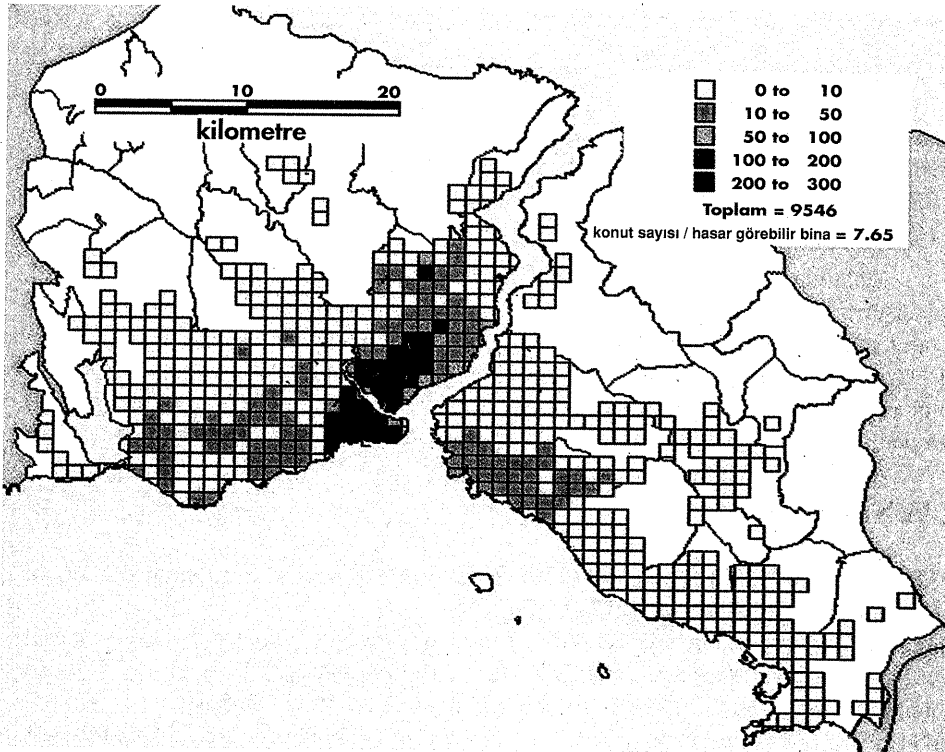
Şekil 23. 4 ve Daha Çok Katlı Betonarme Bina Yoğunluğu (DİE, 2000)

• Ekonomik açıdan (can kaybı göz önüne alınmadığı takdirde) gelecekteki deprem kayıpları, hemen yapılacak güçlendirme yatırımı karşısında çok düşük kalmaktadır. Kaldı ki, deprem sigortası vasıtasıyla mali riskin transferi de mümkündür.

• Sigorta primi veya emlak vergisi indirimleri gibi olası tedbirler güçlendirme için bir teşvik oluşturmamaktadır.

Depremde beklenen can kayıpların olasılığı karşısında tüm bu olumsuzluklar unsurlar insanlarımızı ümitsizliğe, kaderciliğe veya riski inkara yöneltmektedir.

Genel kapsamlı bir güçlendirme kampanyası olanaksız olduğu için bu husustaki çabaların en az bir yatırımla en fazla insan hayatının kurtarılmasının mümkün olduğu "yassı kadayıf tipi" çökme ihtimali olan yapılara yönelmesi gerekmektedir. Yatırımın minimize edilmesi için güçlendirme uygulamasındaki performans kriteri "toplam (yassı kadayıf) çökmenin önlenmesi" olarak belirlenebilir. Bu nitelikte bir güçlendirmeyi "sınırlı güçlendirme" olarak tanımlayacağız. Diğer bir deyişle "Sınırlı Güçlendirme" en büyük hasargörebilirliğe haiz çok katlı konutlarda tamamen göçmeyi (Yassı Kadayıf) önleyecek kapsam ve nitelikte güçlendirme değildir. "Sınırlı Güçlendirme" nin tek amacı minimum harcama ile en fazla insan hayatının kurtarılmasıdır. Bu tip bir güçlendirme kampanyası ile tamamen göçmelerde meydana gelen ölümler (toplam ölümlerin %70'i) çok azaltılacak veya önlenecek, aramakurtarma faaliyetleri rahatlaştırılacak ve tamamen göçme nedeni ile oluşacak yol kapanmaları ve komşu yapıların hasara uğramaları engellenecektir.



Şekil 24. 1970 Öncesi 5 ve Daha Çok Katlı Betonarme Bina Yoğunluğu (DİE, 2000)

Sınırlı güçlendirmenin uygulanacağı "yassı kadayıf tipi" çökme ihtimali olan binaların belirlenmesi hususunda aşağıdaki öneriler yapılabilir.

- 1970 öncesi inşa edilmiş 5 ve daha fazla katlı betonarme meskenler. (1963 şartname-si, zayıf beton niteliği, donatıda paslanma olasılığı)
- Senaryo Depremi Tehlike Düzeyi: (PGA \geq 0.25g veya EMSI \geq VIII)
- Üzerine en az iki kat ilave edilmiş 4 ve daha fazla katlı betonarme meskenler.
- 1999 Kocaeli depreminde yapısal hasar görmüş 4 ve daha fazla katlı betonarme meskenler.

Devlet İstatistik Enstitüsü bina sayımı verileri kullanılarak elde edilen 1970 öncesi inşa edilmiş 5 ve daha fazla katlı betonarme binaların dağılımı haritası Şekil 24'de gösterilmiştir. Bu haritada VIII veya daha fazla deprem şiddeti bölgesinde kalan (Bakınız Şekil 15) yaklaşık 5000 adet bina bulunmaktadır. Bu binalar İstanbul'da senaryo depreminde tamamen göçme riski taşıyan binalar arasında ilk sırayı işgal etmektedir.

Bu binalara uygulanacak "Sınırlı Güçlendirme" İşlemi Tekniğinin uzman öğretim üyeleri ve mühendislerimiz tarafından geliştirilmesi gerekmektedir. Bu tekniklerin sınırlı perde duvar ilavesi, harici payanda, kolonların sargılanması gibi kolayca uygulanabilir yöntemler olması arzu edilir.

Her bir bina için "Sınırlı Güçlendirme" bedeli yaklaşık 40,000, tüm 5000 bina için ise yaklaşık 200 Milyon ABD Doları'dır. (Ülkemiz GSMH'sının binde biri). Bu harcamaya ile İstanbul'da depremde meydana gelecek ölümlerin en az 20,000 kadar azaltılması olanak dahilindedir.

"Sınırlı Güçlendirme" işleminin uygulanması için aşağıdaki aşamalar önerilebilir:

- Binaların Belirlenmesi.
- "Sınırlı Güçlendirme" Tekniği (leri)'nin Belirlenmesi.
- Bina sahiplerine belirli bir süre zarfında (en azından) "Sınırlı Güçlendirme" yapılmadığı takdirde binanın boşaltılacağına bildirilmesi.
- Daire başına 3,000 – 4,000 ABD Doları tutarında kredinin sağlanması.

Yukarıda anahatlarını belirttiğimiz bu kampanyanın doğal olarak İstanbul Valiliği, Büyükşehir Belediye Başkanlığı ve Hükümetimiz tarafından İnşaat Mühendisliği Odası'nın katkıları ile incelenmesi, detaylandırılması ve uygulanması gerekir. Halen Kocaeli-Düzce depreminde konutları orta hasar görmüş hak sahiplerine yaklaşık 5,000 ABD Doları tutarında tamir-takviye kredisi verilmekte olduğu göz önünde bulundurulursa bu kampanya ile ilgili kredi temininde bir önemli güçlük çekilmeyeceği anlaşılabilir.

KAYNAKLAR

- Ambraseys, N.N. and C.F.Finkel (1991), Longterm Seismicity of İstanbul and of the Marmara Sea Region, Terra Nova, 3, 527-539.
- Barka, A.A. and K. KadinskyCade (1988). Strikeslip Fault Geometry in Turkey and its Influence on Earthquake Activity, Tectonics, 7-3, 663-684.
- Coburn, A. and R. Spence (1992), Earthquake Protection, Wiley, 355pp.
- ESG (1998), European Macroseismic Scale 1998, European Seismological Commission, Luxembourg, 1998.

- Erdik, M., V. Doyuran, N. Akkas, P. Gulkan (1985), A Probabilistic Assessment of the Seismic Hazard in Turkey, *Tectonophysics*, 117, pp.295-344.
- Erdik, M. (1995), Istanbul Earthquake Scenario and Master Plan, in "Informal Settlements, Environmental Degradation, and Disaster Vulnerability: The Turkey Case Study", WORLD BANK, Washington D.C.
- Everenden, J. F., R. R. Hibbard and J. F. Schneider (1973), Interpretation of Seismic Intensity Data, *Bull. Seism. Soc. Am.*, v.63, pp.399-422.
- Parsons, T., S.Toda, R.S.Stein, A.Barka, J.H.Dietrich (2000), Heightened odds of a Large Earthquake near Istanbul: An InteractionBased Probability Calculation, *Science*.
- Campbell, K.W. (1997), "Empirical NearSource Attenuation Relationships for Horizontal and Vertical Components of Peak Ground Acceleration, Peak Ground Velocity, and Pseudo-Absolute Acceleration Response Spectra"; *Seismological Research Letters*, Volume 68, Number 1, January/February 1997.
- Le Pichon,X., T.Taymaz, C.Sengor (2000), The Marmara Fault and the Future Marmara Sea Earthquake AGU Fall Meeting, San Francisco, USA.

