

8.2.2. Hasar Hesaplaması

Can kayıpları senaryo depremler Model A ve Model C için hesaplanmıştır. Bu hesaplama, olayın gece olacağı kabul edilmiştir. Hasarın en önemli nedeni bina göçmesidir. Büyük depremlerde, insanlar tahliye kamplarında hastalıklardan ölebilir, fakat bu ölümler buradaki kabullere dahil edilmemiştir. Can kaybı, ani ölümler yada bina göçmesinden sonra birkaç gün içinde meydana gelenler olarak kabul edilmiştir.

Tablo 8.2.3 Can Kaybı Hasarı Tanımlaması

Olayın Zamanı	Gece	
Hesaplama Birimi	Kişi	
Hasarın Nedeni	Öncelikle Bina göçmesi	
Hasar derecesinin tanımı	Ölü	- Çöken bina yapısı altında ani ölüm - Çöken çatı yada duvarlar altında sıkışarak ölüm - Çöken bina altında kalıp derhal kurtarılamama sonucunda ölüm
	Ağır Yaralı	- Kemik kırılması, iç organların tahrib olması, ezilme sendromu, vb.; hastaneye kaldırılmadılar

Can kaybı ve yaralanmalar ilçe bazında hesaplanmış, ve sonuçların özeti Tablo 8.2.4’de gösterilmiştir. Bu tabloda, İzmit depremi temel alınarak yapılan simülasyon sonuçları da gösterilmiştir. Can kaybı analizi metodu, önceki bölümde gösterilmiş olan İzmit ve Erzincan depremlerinin yer aldığı mevcut deprem hasarları temel alınarak oluşturulmuştur. Simülasyon sonuçları gözlemlenen hasarla sonuçlar göstermektedir.

Tablo 8.2.4 Can Kayıpları ve Yaralanmaların Özeti

		Ölü	Ağır Yaralı
Model A		73,000 (0.8%)	120,000 (1.4%)
Model C		87,000 (1.0%)	135,000 (1.5%)
İzmit Dep.	Simülasyon	700	1,200
	Gözlenen	418	1,838

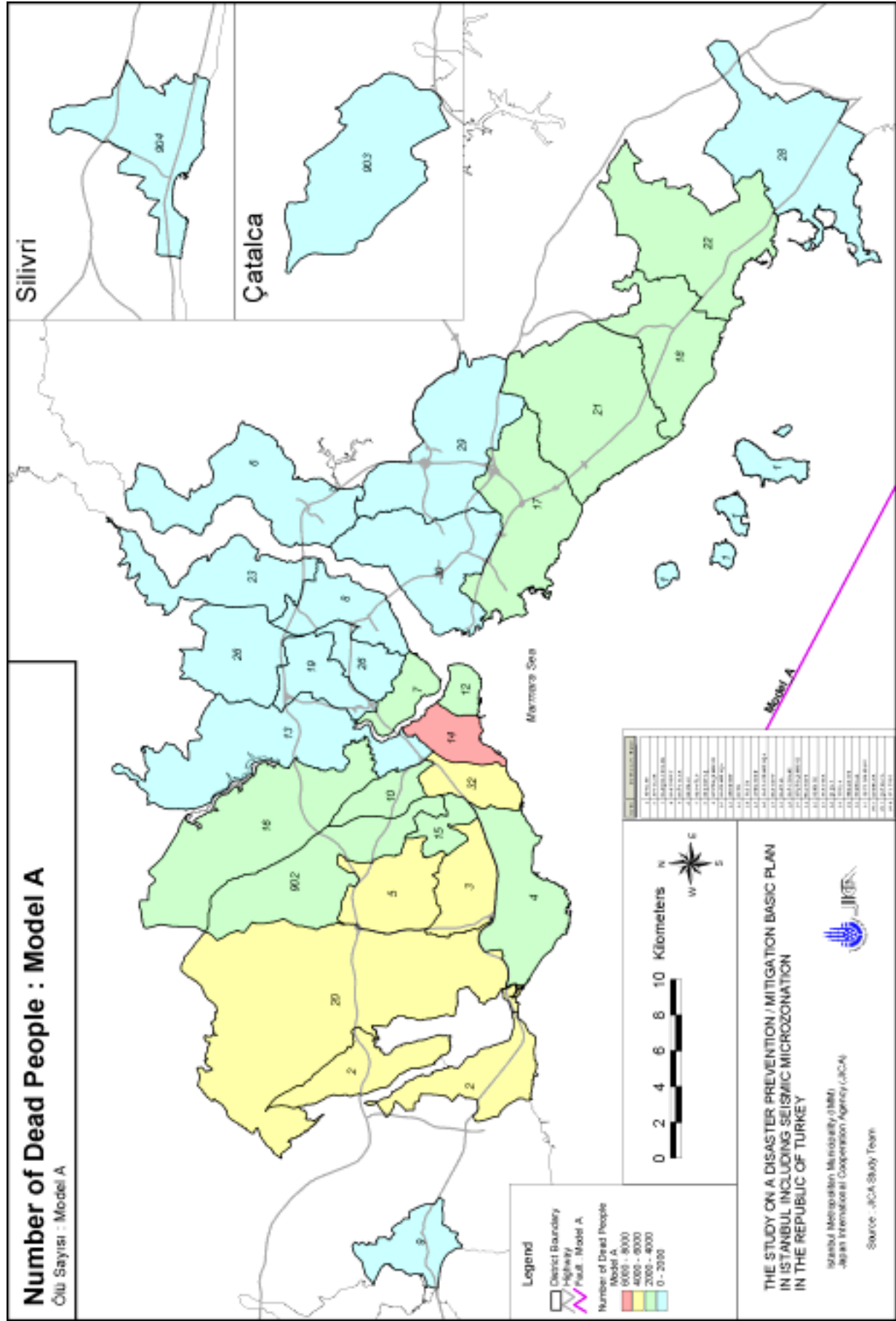
İnsanlara gelecek zarar ilçe bazında Şekil 8.2.6 - Şekil 8.2.9 arasında ve Tablo 8.2.5 ile Tablo 8.2.6 ‘da gösterilmiştir. İki senaryo depreme ilişkin hasar karakteristiği aşağıdaki gibidir:

(1) Model A

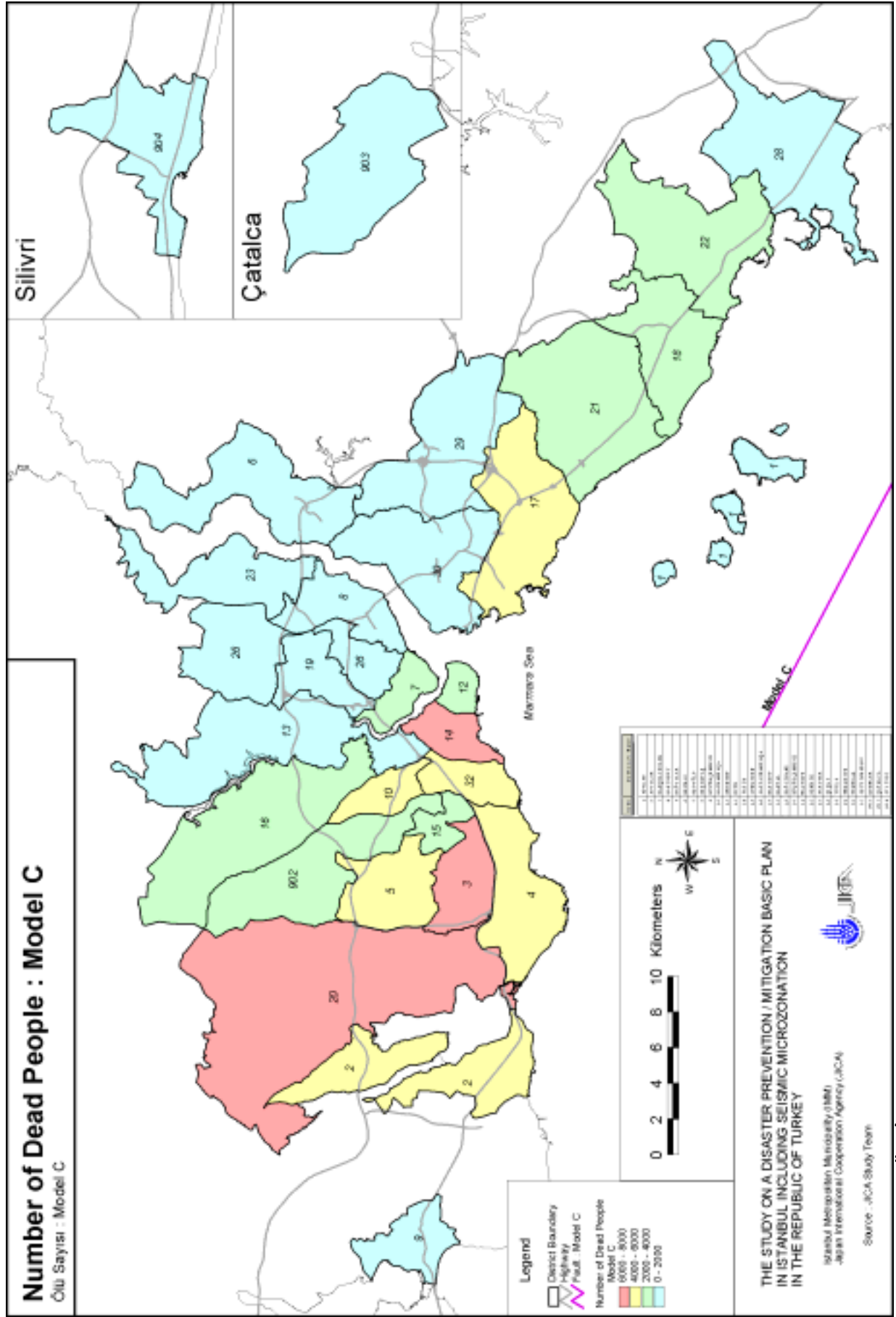
Can kaybı 73,000 olarak hesaplanmıştır, bu da Çalışma Alanı içindeki nüfusun % 0.8’idir. Ağır yaralı sayısı 120,000’dir. Fatih’te, 6,000’den fazla insanın öleceği tahmin edilmektedir. Adalar % 8.4 ile en yüksek ölü oranını göstermektedir.

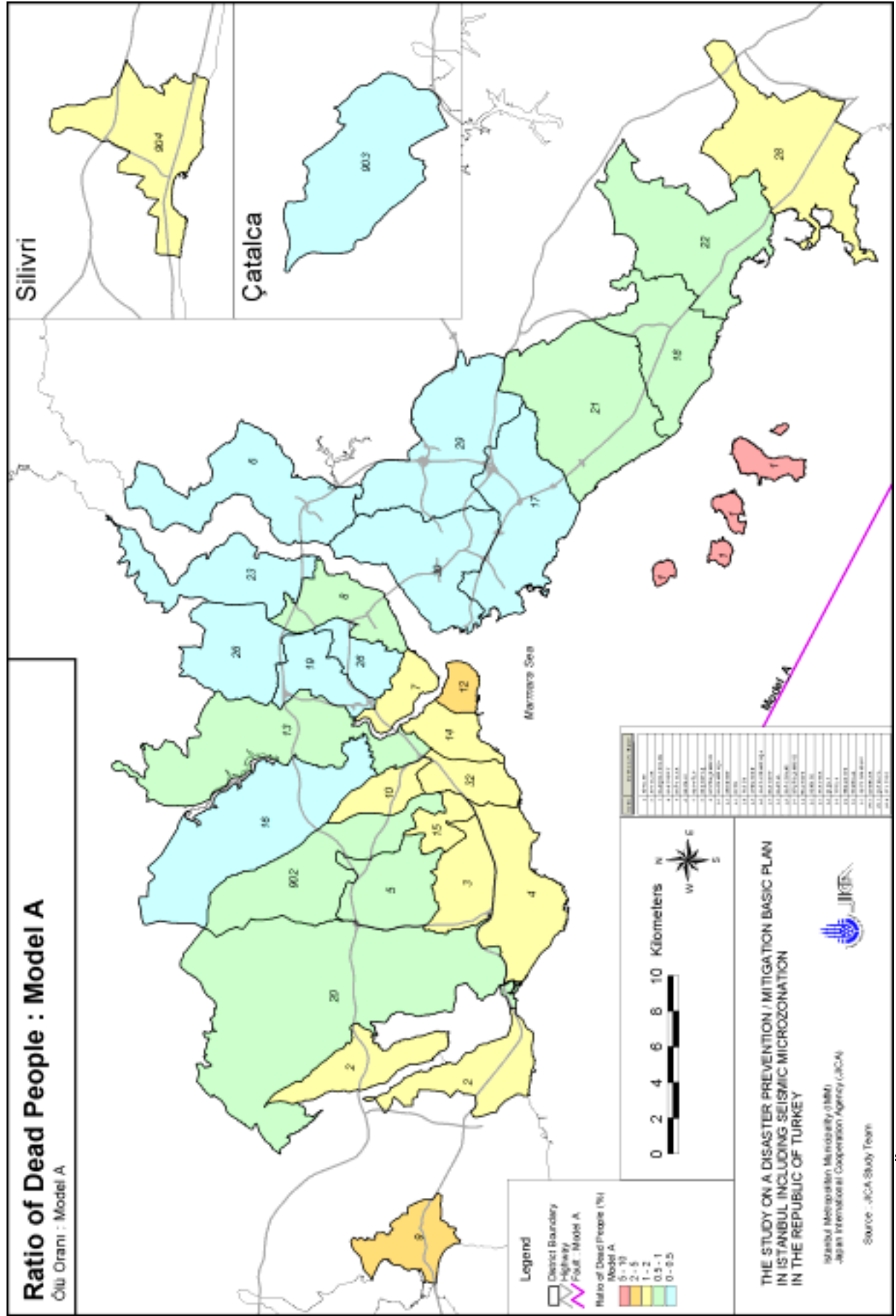
(2) Model C

Can kaybı 87,000 olarak hesaplanmıştır, bu da Çalışma Alanı içindeki nüfusun % 1.0’idir. Ağır yaralı sayısı 135,000’dir. Bahçelievler, Fatih ve Küçükçekmece’de, 6,000’den fazla insanın öleceği tahmin edilmektedir. Adalar % 9.3 ile en yüksek ölü oranını göstermektedir.

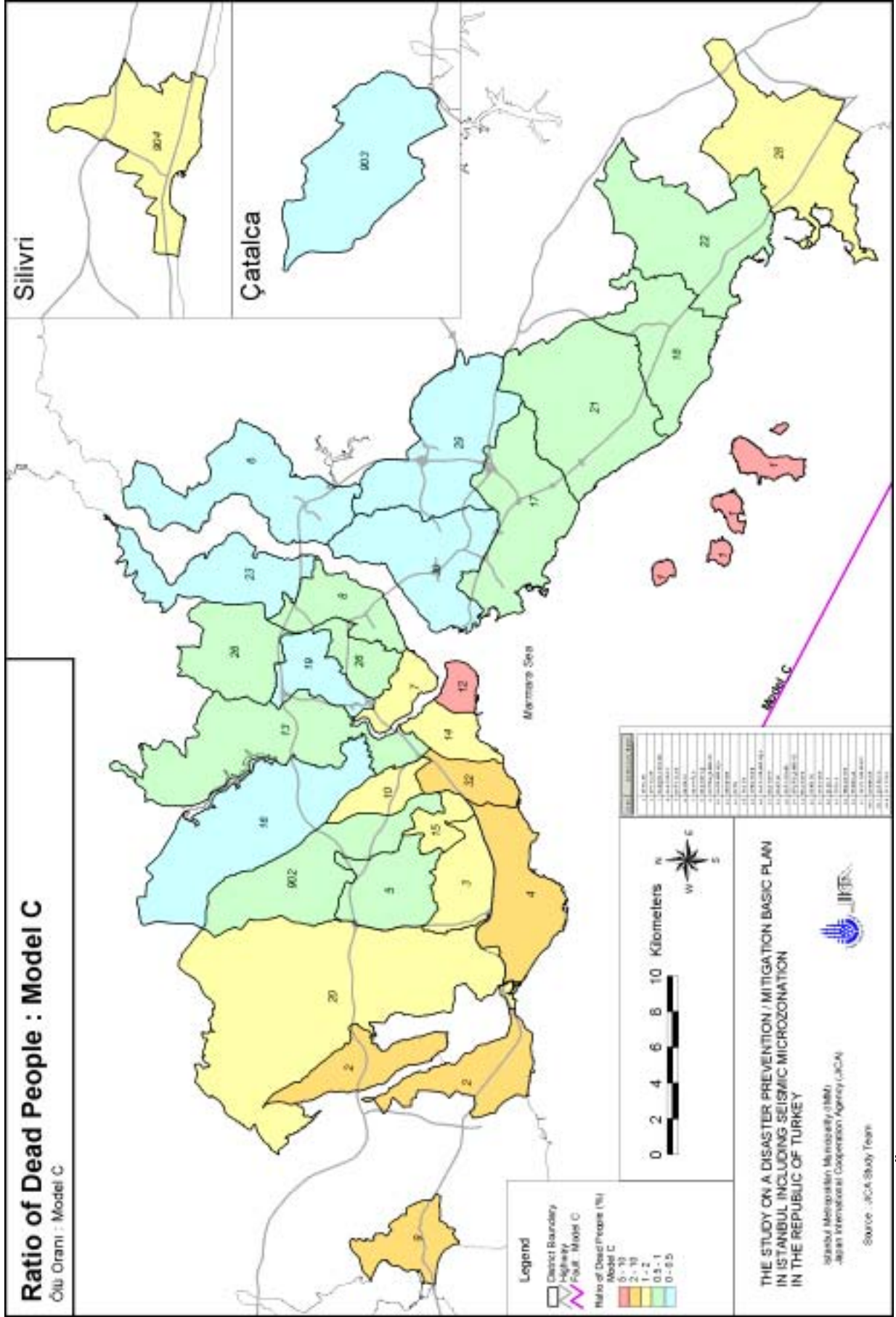


Şekil 8.2.6 Ölü İnsan Sayısı: Model A





Şekil 8.2.8 Ölü Oranı: Model A



Tablo 8.2.5 İlçelere göre Can Kaybı: Model A

İlçe Kodu	İlçe Adı	Nüfus	Ölü		Ağır Yaralı	
			Sayı	%	Sayı	%
1	Adalar	17,738	1,496	8.4	3,001	16.9
2	Avcılar	231,799	4,064	1.8	6,154	2.7
3	Bahçelievler	469,844	5,768	1.2	7,630	1.6
4	Bakırköy	206,459	3,689	1.8	5,735	2.8
5	Bağcılar	557,588	4,263	0.8	6,376	1.1
6	Beykoz	182,864	304	0.2	646	0.4
7	Beyoğlu	234,964	2,956	1.3	4,914	2.1
8	Beşiktaş	182,658	972	0.5	2,108	1.2
9	Büyükçekmece	34,737	763	2.2	1,661	4.8
10	Bayrampaşa	237,874	3,670	1.5	5,713	2.4
12	Eminönü	54,518	2,512	4.6	4,418	8.1
13	Eyüp	232,104	1,684	0.7	3,316	1.4
14	Fatih	394,042	6,202	1.6	7,873	2.0
15	Güngören	271,874	2,995	1.1	4,959	1.8
16	Gaziosmanpaşa	667,809	2,000	0.3	3,846	0.6
17	Kadıköy	660,619	3,207	0.5	5,196	0.8
18	Kartal	332,090	2,375	0.7	4,265	1.3
19	Kağıthane	342,477	1,290	0.4	2,654	0.8
20	Küçükçekmece	589,139	5,685	1.0	7,583	1.3
21	Maltepe	345,662	2,071	0.6	3,925	1.1
22	Pendik	372,553	2,610	0.7	4,528	1.2
23	Sarıyer	212,996	277	0.1	585	0.3
26	Şişli	271,003	1,120	0.4	2,369	0.9
28	Tuzla	100,609	1,354	1.3	2,762	2.7
29	Ümraniye	443,358	972	0.2	2,108	0.5
30	Üsküdar	496,402	1,355	0.3	2,764	0.6
32	Zeytinburnu	239,927	4,629	1.9	6,785	2.8
902	Esenler	388,003	2,683	0.7	4,610	1.2
903	Çatalca	15,624	30	0.2	47	0.3
904	Silivri	44,432	492	1.1	1,080	2.4
	Toplam	8,831,766	73,487	0.8	119,609	1.4

Tablo 8.2.6 İlçelere Göre Can Kaybı: Model C

İlçe Kodu	İlçe Adı	Nüfus	Ölü		Ağır Yaralı	
			Sayı	%	Sayı	%
1	Adalar	17,738	1,648	9.3	3,255	18.4
2	Avcılar	231,799	4,678	2.0	6,841	3.0
3	Bahçelievler	469,844	6,724	1.4	8,165	1.7
4	Bakırköy	206,459	4,204	2.0	6,310	3.1
5	Bağcılar	557,588	5,167	0.9	7,294	1.3
6	Beykoz	182,864	374	0.2	807	0.4
7	Beyoğlu	234,964	3,464	1.5	5,482	2.3
8	Beşiktaş	182,658	1,226	0.7	2,547	1.4
9	Büyüçekmece	34,737	926	2.7	2,010	5.8
10	Bayrampaşa	237,874	4,180	1.8	6,283	2.6
12	Eminönü	54,518	2,871	5.3	4,820	8.8
13	Eyüp	232,104	1,938	0.8	3,742	1.6
14	Fatih	394,042	6,866	1.7	8,245	2.1
15	Güngören	271,874	3,703	1.4	5,750	2.1
16	Gaziosmanpaşa	667,809	2,526	0.4	4,435	0.7
17	Kadıköy	660,619	4,040	0.6	6,127	0.9
18	Kartal	332,090	2,905	0.9	4,858	1.5
19	Kağıthane	342,477	1,662	0.5	3,278	1.0
20	Küçükçekmece	589,139	6,515	1.1	8,049	1.4
21	Maltepe	345,662	2,532	0.7	4,441	1.3
22	Pendik	372,553	3,114	0.8	5,091	1.4
23	Sarıyer	212,996	372	0.2	802	0.4
26	Şişli	271,003	1,520	0.6	3,040	1.1
28	Tuzla	100,609	1,597	1.6	3,169	3.2
29	Ümraniye	443,358	1,262	0.3	2,607	0.6
30	Üsküdar	496,402	1,803	0.4	3,516	0.7
32	Zeytinburnu	239,927	5,455	2.3	7,455	3.1
902	Esenler	388,003	3,358	0.9	5,365	1.4
903	Çatalca	15,624	41	0.3	65	0.4
904	Silivri	44,432	604	1.4	1,322	3.0
	Toplam	8,831,766	87,273	1.0	135,169	1.5

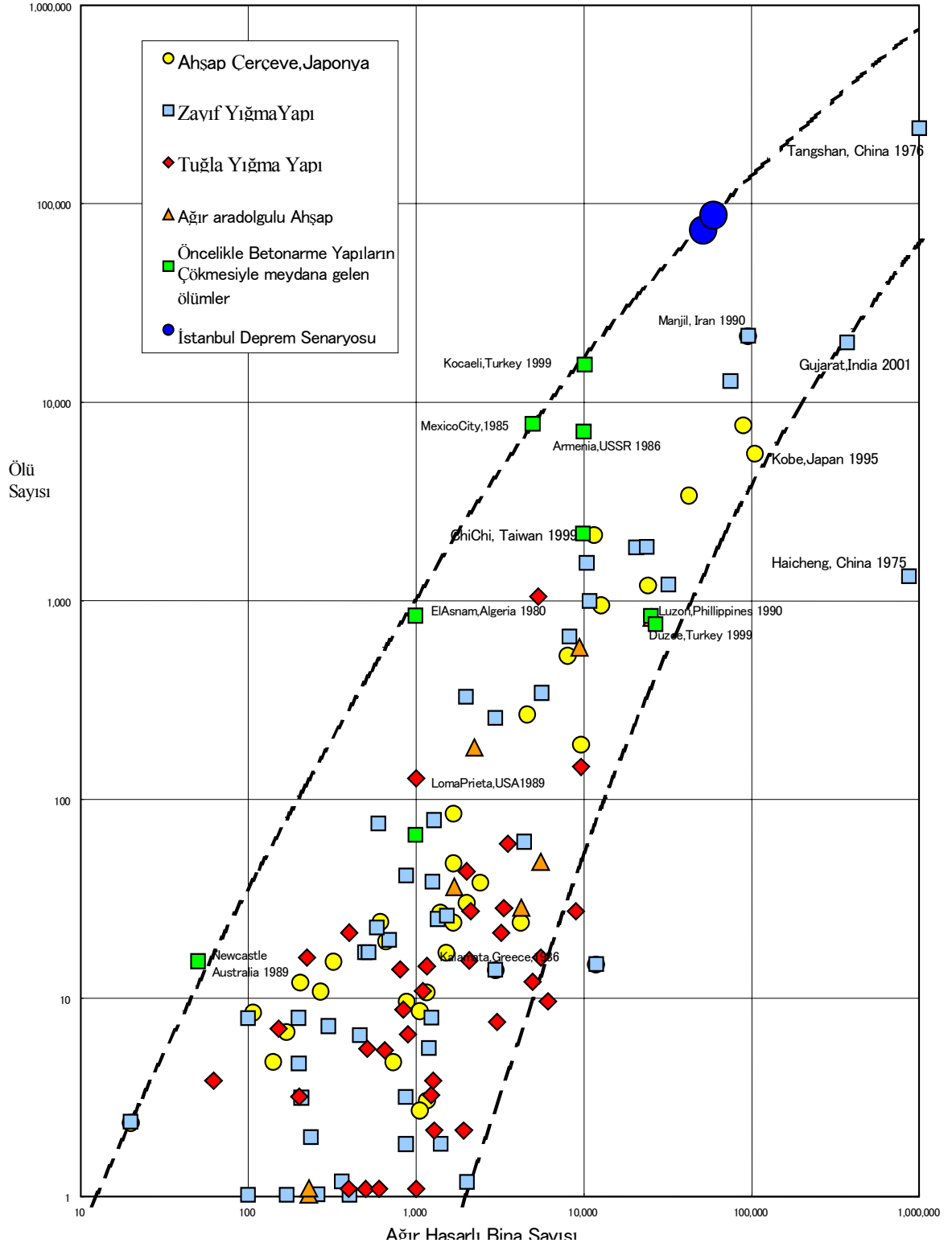
8.2.3. Geçerlilik

Coburn ve Spence (1992) bina hasarları ile can kayıpları arasındaki bağıntıyı belirlemek üzere dünya çapında deprem hasarlarını incelemişlerdir. Bağntı Şekil 8.2.10 'de gösterilmiştir. Bağntıların genel trendi ve Çalışmanın sonuçları bu şekile eklenmiştir. “Bina hasarları” sadece ağır hasarlı ve tamamen yıkılmış binalardan müteşekkildir, yangın yada tusunamiden hasar görmüş olanlar dahil değildir.

Hasarlı bina sayısı 1,000 olduğu durumda, can kayıplarının dağılımı 0 ile 1,000 arasında değişecektir. Bu aralık ağır hasarlı bina sayısı arttığında azalır.

20.yy'ın en çok can kaybına yol açan en büyük depremi 1976 yılında Çin'de meydana gelen Tangshan Depremidir. Bu depremde 240 bin kişi hayatını kaybetmiş ve 1 milyon bina ağır hasar görmüştür. Eğer ölümler çoğunlukla, 1999 İzmit, 1986 Ermenistan ve 1985 Mexico City depremlerinde görüldüğü gibi, yüksek katlı betonarme binaların yıkılması sonucu meydana gelmiş ise, can kaybı sayısı bina hasarı ile karşılaştırıldığında yüksektir. Can kaybının bina hasarına oranı Japon ahşap binaları durumunda düşüktür, çünkü bina göçse bile bazı boşluklar kalır. Can kayıpları ile zayıf yığma binalar arasındaki ilişki ise üst ve alt trend çizgileri arasında yer almaktadır. 1975 Haicheng depremi istisnadır zira bu deprem önceden tahmin edilmiştir.

İki senaryo depremde, ağır hasarlı bina sayısı ile ölü sayısı arasındaki bağıntı yüksek katlı betonarme binalarınki ile örtüşmektedir.



Şekil 8.2.10 Toplam Ölü Sayısı Figürleri ve Toplam Bina Hasarı İstatistikleri Arasındaki İlişki (Geliştirilmiş Coburn & Spence 1992)

Referanslar: (Kısım 8.2)

Başbakanlık Kriz Yönetim Merkezi, 2000, DEPREMLER 1999.

Coburn, A.W. and R.J.S. Spence, 1992, Earthquake Protection, John Wiley.

İnşaat Mühendisleri Odası ve İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2000, Marmara ve Düzce Depremleri Mühendislik Raporu.

Joint Reconnaissance Team of Architectural Institute of Japan, Japan Society of Civil Engineers, and Bogazici University, Istanbul, Turkey, 1993, Damage Report on 1992 Erzincan Earthquake, Turkey.

Wallance, R. E., 1968, Earthquake of August 19, 1966, Varto Area, Eastern Turkey, Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 58, No. 1.

Kısım 9.
Kentsel Hasargörebilirlik Hesaplaması

Kısım 9. Kentsel Hasargörebilirlilik Hesaplaması

9.1. Binalar

9.1.1. Mevcut Bina Dizayn ve Yapım Özellikleri

(1) Yapım Prosedürleri ve Kalite Kontrol

Türkiye’de binaların hasargörebilirliliği yaygın olarak bilinmektedir, bununla birlikte özellikle konut olarak böyle zayıf binalar inşa edilme nedeni açık değildir. Yapım süresince ne tür düzenlemeler ve kalite kontrollerinin yapıldığının bilinmesi önemlidir. Bu bölümde, binaların güçlendirme ve büyük bir depremde can kayıplarını minimize etmenin yollarının bulunması amacıyla, İstanbul’daki yapım prosedüründeki problem açık olarak tanımlanacaktır.

a. Bina Ruhsatları

Yeni binaların yapım süreci için, bina ruhsatları inşaat alanının yönetim sınırları içerisinde bulunduğu İlçe Belediyeleri tarafından onaylanmalıdır. İBB, İmar Daire Başkanlığı, İmar ve Planlama Müdürlüğü de kayıt formlarını ve ek dökümanları rasgele seçip kontrol ederek İlçe Belediyelerinden gelen dökümanların güvenilirliğini denetlemektedir. İmar ve Planlama Müdürlüğü ile yapılan toplantıda, 1999 Kocaeli Depremi’nden sonra bina ruhsatları konusunda sınırlamalardan söz edilmiştir. Sonuç olarak daha fazla sayıda ruhsatsız bina inşa edilmiş ve bina ruhsatı için başvuruların sayısı önemli ölçüde düşmüştür. Gerçekte bina ruhsatlarındaki sınırlamalar beklenenin tersine zayıf binaların sayısını arttırmıştır.

b. Yapım

Kocaeli Depremi’nden önce, şantiyede hiç yapı denetim uygulaması yoktu ve sorumluluklar net bir şekilde tanımlanmamıştı. Bundan dolayı, sadece büyük ve ekonomik olarak güçlü şirketler tarafından inşa edilen ofis binaları, alışveriş merkezleri, gibi büyük binalar yüksek kaliteye sahiptirler. Bununla birlikte, deprem olgusu ciddi olarak dikkate alınmamış yada depreme karşı dayanıklı binalar inşa etmek için gerekli bütçe eksikliğinden dolayı konutlar çoğunlukla bir şüphe duyulmadan kabul edilmektedir. Böyle bir eğilimi en aza indirmek için, “YAPI DENETİM KANUNU #4708” 2000 yılında Bayındırlık ve İskan Bakanlığı kontrolünde yürürlüğe girmiştir ve Ağustos 2001 tarihinde modifiye edilmiştir. Kanunun amaçları aşağıdaki gibidir,

- 1) İnsan hayatını ve yapıların güvenliğini sağlamak,
- 2) Kaynakların israfına yol açan plansız/kontrolsüz ve düşük kalitedeki yapılardan

kaçınmak,

- 3) Mevcut standartları karşılayacak yapılar inşa etmek,
- 4) Bir önceki maddeyi gerçekleştirmek için yapı denetiminin güvenliğini sağlamak,
- 5) Yapıların hasar görmesiyle kaybedilecek olan bireysel hakların güvenceye alınması, ve
- 6) Gelecekte meydana gelebilecek olan kayıpları sigorta etmektir

Bu kanunla, her şantiyede Yapı Denetim Şirketinden denetleyici(ler) bulunmalıdır. Bu şirketler, denetim işinin düzgün yürümesinin sağlanması açısından denetinden farklı bir fonksiyon icra edemezler.

Bu kanun, bodrum katı olmayan tek katlı ve taban alanı 180 m² 'den az binalar hariç uygulanmaktadır. Denetim süresi bina ruhsatının verildiği başlangıç tarihinden itibaren iskan izninin onaylandığı tarihe kadardır.

Bu kanunun yürürlüğe girmesi ile birlikte, güçlü binaların daha güçlü bir şekilde inşa edileceği doğrudur, ancak, bu kanunun etkinliğini azaltabilecek ve gelecekte düşük kalitede binaların sayısının azalmasını engelleyebilecek birçok yön vardır. Bu kanunun tam olarak uygulanabilmesinin bir yolunun bulunması kaçınılmazdır.

(2) Deprem Dayanım Kodu

En son deprem dayanım dizayn kodu, Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti, İmar ve İskan Bakanlığı tarafından 1997 yılında yayımlanmış olan “Afet Bölgeleri İçin Yapı Yönetmeliği” (Bölüm III- Deprem Afetini Önleme)’dir.

Bu kod, bina yapı sistemi, sismik yük ve yapı detaylarının temel prensiplerini ilgilendiren en son bilgilere dayanarak tanımlamaktadır. Bununla birlikte, koda zemin basınç deprem bilgisi dahil edilmemiştir.

İnşaat Mühendisleri Odası “*DEPREM MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ ve DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIM*” adı altında, hesaplama ile bir güvenliği sağlayabilecek bir referans kitabı yayımlamıştır.

Bununla birlikte, bina ruhsat süreci yeterli olmadığından dolayı, yeni inşa edilecek olan binaların hesaplama ile bir güvenlik sağlayabileceğini söylemek zordur.

(3) Mevcut Binaların Deprem Dayanırılığı

Bina etüdünün ilk adımı ile, Çalışma Alanı içindeki binaların deprem dayanırılığının sayısal olarak anlaşılması amaçlanmıştır.

İncelenen binalar aşağıda gösterilen 2 okul binasıdır.

- ÜSKÜDAR TİCARET MESLEK LİSESİ (S-1)
- HAZERFEN AHMET ÇELEBİ İLKÖĞRETİM OKULU (S-2)



Foto. 9.1.1 ÜSKÜDAR TİCARET MESLEK LİSESİ



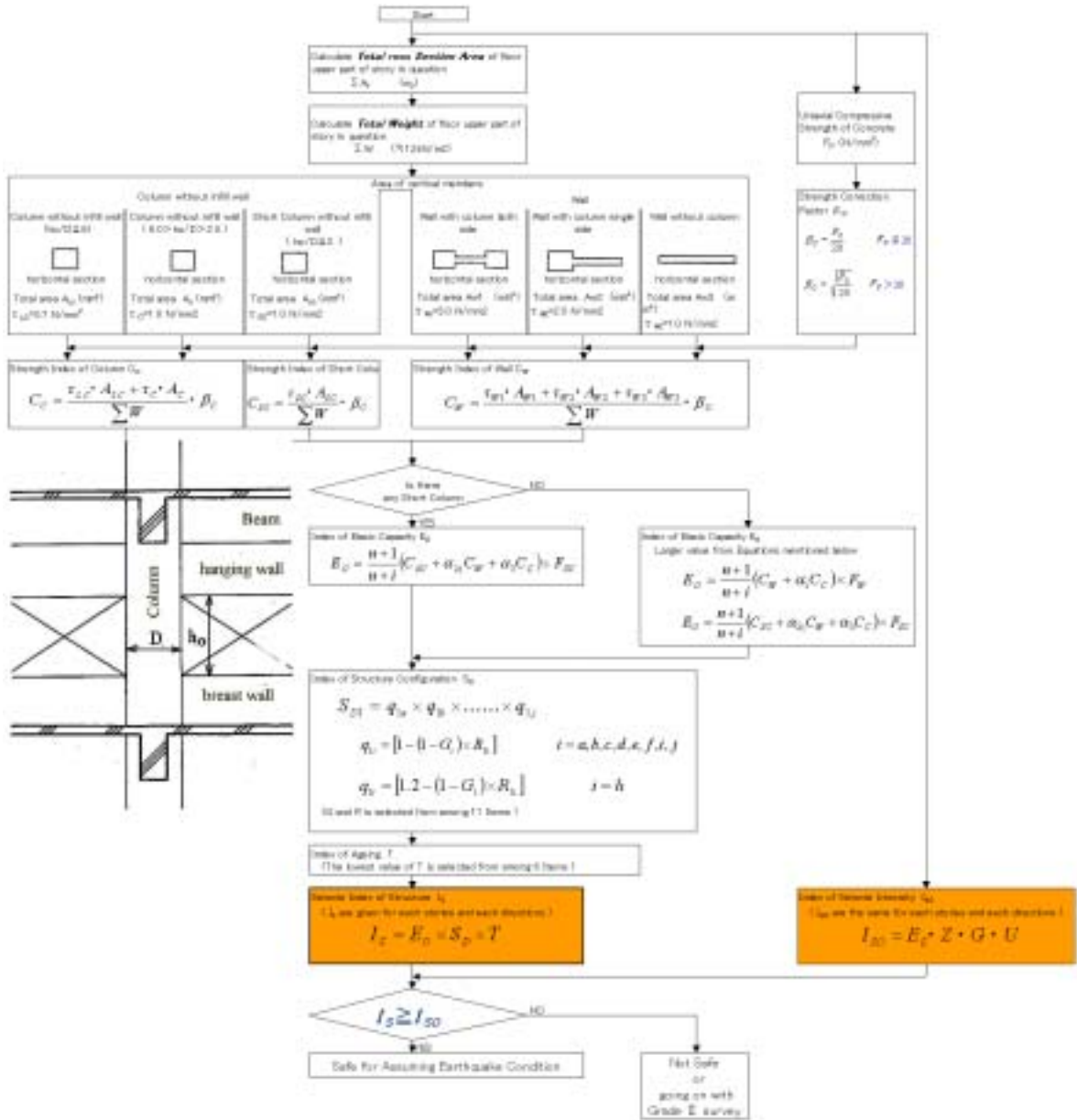
Foto. 9.1.2 HAZERFEN AHMET ÇELEBİ İLKÖĞRETİM OKULU

Dizaynı 1977 yılında ve inşası 1985 yılında tamamlanmış olan birinci okul nispeten eski bir binadır. Dizaynı 1987 yılında tamamlanmış olan ikinci okul nispeten yeni bir binadır. Her iki okul da 10403 adı verilen bina dizayn standardı temel alınarak dizayn edilmiştir.

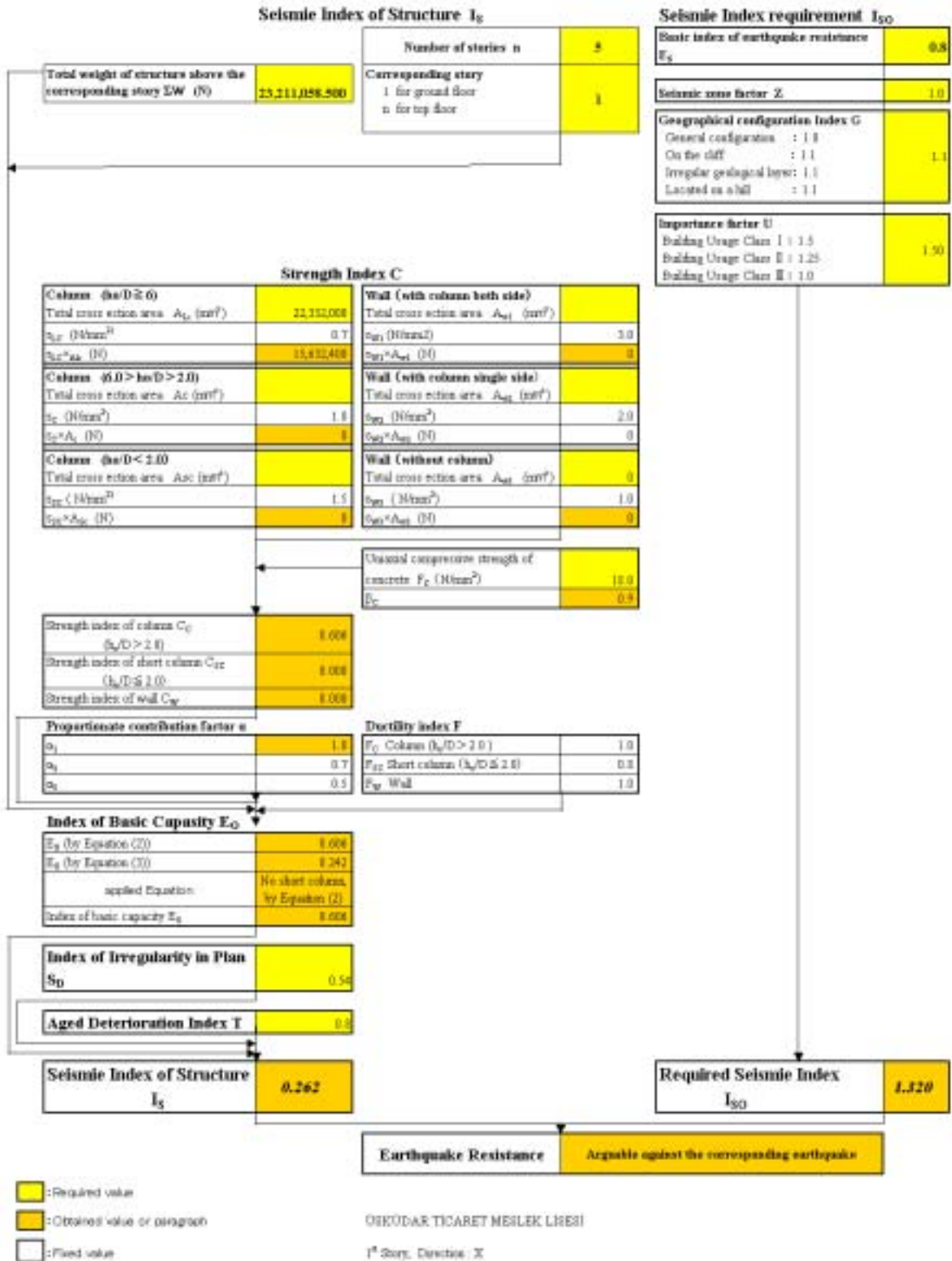
Bu bina etüdünde uygulanmış olan metod “Mevcut Betonarme Binaların Teşhis Spesifikasyonu – 2001 versiyonu (Yapım İmar İşleri, Japonya)”da ispatlanmış olan “ilk adım teşhis (first step diagnosis)”i temel alır . Bu metod, “kolon ve duvarların kesit alanlarını”, “ilgili kat üzerindeki yapının toplam ağırlığı” ve “Betonun Uniaxial Basınç Dayanımı”nı dikkate alarak binanın bir kapasitesi olarak Yapının Sismik İndeksi (I_S) verir.

Bu indeks sayısal olarak kavramaya yönelik etkin bilgi sağlamaktadır, ancak tekyanlı bir değerlendirme verisi sağlamaz. Dahası Türkiye’de inşa edilen betonarme bina konsepti ile Japonya’dakiler arasında bazı farklar olabilir.

Hesaplama prosesi Şekil 9.1.1’de gösterilmiştir. ÜSKÜDAR TİCARET MESLEK LİSESİ için hesaplanmış verinin bir örneği Şekil 9.1.2’de gösterilmiştir.



Şekil 9.1.1 Hasplama Prosesi (I_s)



Şekil 9.1.2 ÜSKÜDAR TİCARET MESLEK LİSESİ için hesaplama verisine bir örnek (Zayıf yönde)

Tablo 9.1.1 ve Tablo 9.1.2’de her iki binanın I_S değerinin iki yönde değerlendirilen sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 9.1.1 İki Binanın I_S Değerinin İki Yönde Değerlendirilen Sonucu (ÜSKÜDAR TİCARET MESLEK LİSESİ)

		Temel Kapasite İndeksi E_0	Plandaki Düzensizlik İndeksi S_D	Yaşlanma Aşınması T	Yapının Sismik İndeksi I_S
Güçlü yönde	5 .kat	2.068	0.540	0.800	0.893
	4 .kat	1.004	0.540	0.800	0.434
	3 .kat	0.734	0.540	0.800	0.317
	2 .kat	0.645	0.540	0.800	0.279
	1 .kat	0.606	0.540	0.800	0.262
Zayıf Yönde	5 .kat	2.569	0.540	0.800	1.110
	4 .kat	1.235	0.540	0.800	0.534
	3 .kat	0.895	0.540	0.800	0.387
	2 .kat	0.771	0.540	0.800	0.333
	1 .kat	0.718	0.540	0.800	0.310

Tablo 9.1.2 İki Binanın I_S Değerinin İki Yönde Değerlendirilen Sonucu (HAZERFEN AHMET ÇELEBİ İLKÖĞRETİM OKULU)

		Temel Kapasite İndeksi E_0	Plandaki Düzensizlik İndeksi S_D	Yaşlanma Aşınması T	Yapının Sismik İndeksi I_S
Güçlü yönde	4 .kat	1.683	0.600	0.800	0.808
	3 .kat	0.822	0.600	0.800	0.395
	2 .kat	0.632	0.600	0.800	0.303
	1 .kat	0.556	0.600	0.800	0.267
Zayıf yönde	4 .kat	1.861	0.600	0.800	0.893
	3 .kat	0.909	0.600	0.800	0.436
	2 .kat	0.697	0.600	0.800	0.334
	1 .kat	0.613	0.600	0.800	0.294

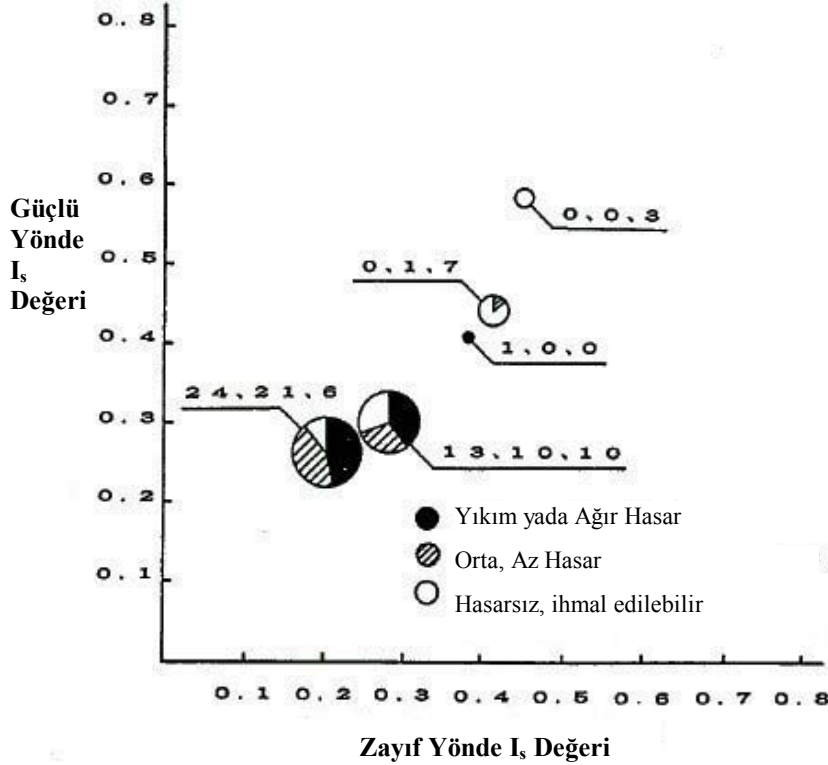
Tablo 9.1.1 ve Tablo 9.1.2 ’de gösterilen *Yapının Sismik İndeksi* (I_S), binanın dayanırlığını temsil eder ve bu indeks *Gerekli Sismik İndeks* (I_{SO}) ile karşılaştırılarak binanın depreme karşı güvenirliliği değerlendirilebilir. Tablo 9.1.1 ve Tablo 9.1.2’de gösterildiği gibi, *Gerekli Sismik İndeks* (I_{SO}), “*Deprem Dayanırlığı Temel İndeksi* (E_S)” ne dayanır ve değeri 0.8’dir.

Deprem dayanırlığı temel indeksinin (E_S) spesifik değeri 1968 Tokachi ve 1978 Miyagi Depremi’nin hasar dağılımını dikkate alarak sabitlenmiştir. $E_S \geq 0.7$ olması durumunda sadece bir bina hasarlıdır ve $E_S \geq 0.8$ durumunda ise hasarlı bina yoktur.

“Mevcut Betonarme Binaların Teşhis Spesifikasyonu (2001 versiyonu)”, Deprem Dayanırlığı Temel İndeksinin (E_S) Sismik Bölge Faktörü (Z), Coğrafik Konfigurasyon

İndeksi (G) ve Önem Faktörü (U) ile çarpılmasını içeren bir denklemi ispatlamaktadır. Şekil 9.1.2 'de gösterildiği gibi, I_{SO} değeri aşağıdaki değerler uygulandığında 1.32 olmalıdır. (“Sismik Bölge Faktörü $Z=1.0$ ”, “Coğrafik Konfigurasyon İndeksi $G=1.1$ ”, bu binaların öncelikleri dikkate alınarak “Önem Faktörü $U=1.5$ ”)

Benzer bir metod 1992 Erzincan Depremi için gerçekleştirilen hasar incelemesinde de uygulanmış ve Şekil 9.1.3 'de, gösterilen I_S 'in sonuç değeri ile gerçekleşen hasar oranı arasındaki ilişki karşılaştırılmıştır.



Şekil 9.1.3 I_S sonuç değeri ile gerçekleşen hasar oranı arasındaki ilişki (1992 Erzincan Depremi)

- $I_S=0.4 \sim 0.5$ değerine sahip binalar 1992 Erzincan Depremi durumu altında az hasar görebilirler.
- $I_S = 0.2$ değerine sahip binaların yarısı 1992 Erzincan Depremi durumu altında ağır hasar yada tamamen yıkımla karşılaşabilirler.

İncelenen binaların en düşük I_S değeri 1. katta; Üsküdar Ticaret Meslek Lisesi için 0.108 ve Hazerfen Ahmet Çelebi İlköğretim Okulu için 0.189'dur. Bundan dolayı, 1992 Erzincan Depremi durumu altında her iki binanın da ağır hasar görmesi yada tamamen yıkılması olasıdır. Neredeyse tüm okul binalarının benzer deprem dayanırlığına sahip olduklarını tahmin etmek kolaydır, çünkü incelenen bu binalar okul binaları dizayn standardı temel alınarak dizayn edilmiştir.

Ek olarak, incelenen binaların neden yeterli deprem dayanırlığına sahip olmadıklarının nedenlerini gösteren aşağıdaki noktaların altı çizilmelidir.

- Bodrum olarak dizayn edilmiş olan kat bilinmeyen bir nedenle 1. kat olarak yapılmıştır. Bu durum, inşaatın tamamlanmasından sonra illegal olarak kat eklenmiş olan binalarla benzerlik göstermektedir. Dahası, kolon ve duvarların kesit alanları uygun şekilde arttırılmamıştır. Bundan dolayı, binaların I_S değeri 1992 Erzincan Depremi ile benzer bir deprem hareketine karşı koyabilecek gerekli değerden azdır. Eğer Hazerfen Ahmet Çelebi İlköğretim Okulu'nun 1. katı orjinal çizimde olduğu gibi bodrum olarak inşa edilseydi ve su sızması gözlenmeseydi, I_S değeri 0.189'dan 0.429'a yükselirdi. Bu kabul, binanın orijinal dizaynın izlenmesi ve dikkatlice korunması yoluyla inşa edilmiş olmasıyla Hazerfen Ahmet Çelebi İlköğretim Okulu'nun 1992 Erzincan Depremi ile benzer bir deprem hareketine karşı koyabileceği anlamına gelir.
- Perde duvar dağılımları, kullanım rahatlığına öncelik verilmek amacıyla orjinal dizayn standardından farklı gerçekleştirilmiştir. Bundan dolayı, perde duvarların ihmal edildiği yöndeki kapasite orijinal dizayndan daha düşük olur. Örneğin, Üsküdar Ticaret Meslek Lisesi durumunda, güçlü yönde etkin olan perde duvar yoktur, sonuç olarak I_S değeri bu yönde 0.108 ile en düşük değeri vermektedir.
- Eğer duvar eşit olarak düzenlenmemiş ise torsiyon mod davranışı meydana gelebilir.
- Duvarlar dikkatsizce düzenlendiğinde bazı kritik stres yoğunlaşması oluşur.

Benzer gözlemler Prof. Zekeriya POLAT (Y.T.Ü) tarafından Avcılar ilçesindeki okul binaları ile ilgili hazırlanmış raporda da mevcuttur.

9.1.2. Yapılarla İlgili İşaret Edilen Tartışmalı Nokta

Türkiye'deki binaların çoğu aşağıdaki eksiklikleri göstermektedir.

(1) Kolonların kesit alanı genellikle yetersizdir

Okul binaları ile ilgili yapılan incelemenin sonucu Türkiye'deki binaların genel deprem dayanırlık derecelerini yansıtmaktadır. İncelenen binalar için *Yapının Sismik İndeksinin (I_S)* çok düşük olması düşey elemanların (kolon ve duvar) kesit alanlarının yetersiz olduğu anlamına gelmektedir. I_S değeri sadece Japonya'daki sıradan binaların seviyesinden düşük değil aynı zamanda 1992 Erzincan Depremi'nde hasar görmüş binaların seviyesinden daha yukarı iyileştirilmemişlerdir.

Ek olarak, İstanbul'da yapılan arazi incelemelerinde incelenen bu okul binalarıyla karşılaştırıldığında daha da yetersiz kolon sayısına sahip olan birçok bina gözlenmiştir.

(2) Kolon donatıları genellikle yetersizdir

Kolon ve duvarların yetersiz kesit alanlarına ek olarak kesit alanı içindeki donatı sayısı da yetersizdir.

Kat boyunca donatılar uygun olarak bağlanmamışlardır. Bu nokta, Türkiye’de kolon-kiriş bağlantı noktalarında meydana gelen tahribatın yol açtığı bina göçmelerinin meydana gelişinin nedenini açıklamaktadır. Bununla birlikte, 2002 AFYON Depremi’nde de bu tip bina göçmeleri gözlenmiştir. Bu da kolon-kiriş bağlantısındaki problemlerin, 1992 Erzincan Depremi’nden beri bu noktanın kırılabilirliği uyarılarına rağmen giderilmediğini göstermektedir.

Etriyelerin kesit alanları ve aralıkları yeterli değildir. Ek olarak, Türkiye’deki bazı dizayn kodlarında yeterli derecede detaylı şekilde işaret edilmiş (ör; etriyeler iki tarafta daima 135 derece çengellere sahip olmalı ve çengeller dairesel şekilde sarılarak sabitlenmelidir) olmasına rağmen etriye sonları genellikle 90 derece çengeller ile sabitlenmektedir.

Eğer etriye sonlarının sabitlenmesi yetersiz ise betonarme demiri yerinden çıkabilir ve kolonun kendisi düşey yük taşıma kapasitesini gerçekleştirmez.

Kolon-kiriş bağlantısındaki problem giderildikten sonra kolonun kesme tahribatı ve betonun burkulması meydana gelebilir.



Foto. 9.1.3 Kolon ve kiriş arasındaki tahribata bir örnek

(3) Kolon ve duvar mekanizmaları arasındaki fark belirlenmemiştir

Genellikle, deprem kuvvetinden kaynaklanan büyük kat-deplasmanı altında bile kolonun yük taşıma kapasitesine sahip olması beklenir, bundan dolayı, kolon yeterli bir düktiliteye de sahip olmalıdır.

Bununla birlikte, bir miktar rijitlik gereklidir zira büyük kat-eğilmesi yaşadığında kolonun yük taşıma kapasitesi azalır. Yeterli miktarda perde duvar kat-eğilmesini kontrol etmek açısından etkindir. Perde duvar güçlü ve zayıf yönlerde düzenlenmeli ve eşit olarak dağıtılmalıdır.

Türkiye'deki binalarla ilgili olarak, sadece kolondan oluşan birçok örnek mevcuttur. Özellikle düz kesit kolon yatay yönde rijitliği kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu çeşit kolonların yeterli düktiliteye sahip olup olmadıkları şüphelidir, çünkü yeterli miktarda olsalar dahi etriyeler bu tip kesitte etki sağlamazlar. 1995 Kobe Depremi'nde metro yapılarının kolonlarında birçok tahribat örneğine rastlanmıştır.

(4) Birçok bina yapısında iskelet yapı karmaşıktır

Birçok evsel bina durumunda kiriş açık olarak belirtilmemiştir. Bu tip iskelet yapı yatay kuvvetler açısından etkin değildir.

(5) Belirtilen beton mukavemeti ile gerçekteki arasında büyük fark vardır

Şantiyede karıştırılarak hazırlanan beton hala sıkça kullanılmaktadır. Bu tür betonun kalitesi birçok Türk mühendisin vurguladığı gibi şüphelidir, çünkü kalite incelemesi ve kontrolü yeterli değildir.

(6) Güçlü yöndeki kapasite ve sertlik kentsel alandaki birçok binada dikkate alınmamaktadır

Örnek olarak, bir blokun bir parçasını oluşturan bir bina yıkıldığı zaman komşu binalar arasına genellikle bazı payandalar (strut) yerleştirilmektedir. Bu uygulama göstermektedirki, komşu bina bir deprem olmasa bile zarar görebilir ve hatta yıkılabilir durumdadır.

(7) Delikli tuğlanın yanlış kullanımı

Delikli tuğlalar genellikle ayırıcı duvarla olarak kullanılmaktadır, fakat bu duvarlardan yük taşıma kapasitesi ve kesme kapasitesi beklenemez. Bununla birlikte, sadece delikli tuğlalardan oluşan bazı binalar gözlemlenmiştir. Kanunlar bu tip yapıları yasaklamaktadır ancak bunlar sıkça görülmektedir.

(8) Deprem dayanım dizayn koduna katı bir şekilde uyulmamaktadır

Deprem dayanım dizayn kodu bugüne kadar kabul edilebilir şekilde geliştirilmiştir fakat, özellikle evsel konutlarda bu kodu uygulayan bina sayısı oldukça sınırlıdır.

9.1.3. Deprem Dayanırılığını Arttırma Konusunda Öneriler

Deprem dayanırılığını arttırma konusunda somut yöntemler için birçok aşama vardır.

Hedeflenen deprem şiddeti dikkate alındığında;

1999 İzmit Depremi'nin yol açtığı deprem şiddeti; İstanbul'daki birçok vatandaş tarafından kolaylıkla anlaşılabilir ki İstanbul'daki şiddet çok yüksek olmamasına rağmen şehirde bina hasarları meydana gelmiştir.

Deprem dayanırılık dizayn kodunda tanımlanmış olan deprem şiddeti; o büyüklükte bir depremden daha şiddetli bir depremin gelecek 50 yıllık bir periyotta olma olasılığı yaklaşık %10'dur.

Senaryo depremlerin meydana getirdiği deprem şiddeti; bu İstanbul bölgesi için beklenebilecek en büyük depremdir.

Yukarıda bahsedilen deprem şiddetinin hasar etkisini ne ölçüde kontrol edebileceğimiz konusu aşağıdaki gibidir;

- a) Yapıyı tam olarak işler şekilde muhafaza etmek gereklidir,
- b) İşler şekilde tutarken bazı onarımlar yapılması gerekmektedir, ve
- c) Tamamen yıkılmayı önlemek (pasta yıkım) ; çok sayıda insan hayatı kurtarılabilir.

Bundan dolayı, ne tür tedbirlerin hangi deprem şiddetine cevap verebileceği çok önemlidir □ ve a). maddesine cevap verebilecek olduğunu söylemek çok realistik değildir. Senaryo depremin ana tedbirleri yapısal hasarı önlemek değil, fakat deprem hasarını azaltma sistemini geliştirmektir. Tablo 9.1.3 'de bazı geçerli yanıtlar seçilmiştir. En önemli tedbir □ ve c) 'ye cevap vermektir.

Tablo 9.1.3 Deprem şiddetine yanıt veren tedbirler

	Deprem Performans Seviyesi		
	a) Tam Kullanılabilir Durumda	b) Kullanılabilir Durumda Onarım	c) Komple Yıkımı Önlemek
1- Sık Deprem Durumu	√		
2- Mevcut Deprem Dayanım Kodundaki Deprem Durumu		√	
3- Senaryo Deprem Durumu			√

İstanbul’da bazı deprem dayanırlık güçlendirmesi halihazırda gerçekleştirilmektedir. Yapım metodları şunlardır;

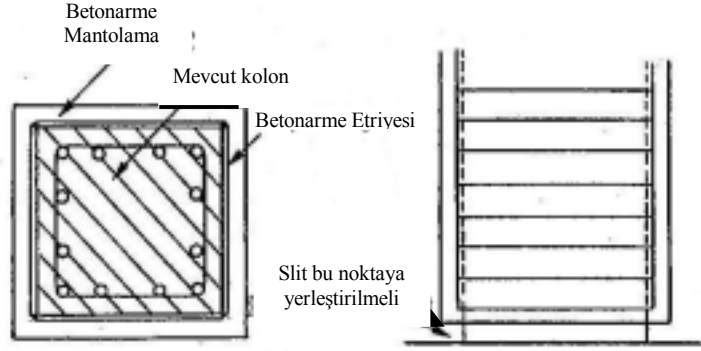
- Betonarme ile kolon mantolama
- Betonarme ile kiriş mantolama
- Betonarme duvar ekleme
- Delikli tuğlaları Betonarme duvar ile değiştirme

İnşaat Mühendisleri Odası deprem dayanırlığını güçlendirme dizaynları hakkında düzenli olarak seminerler düzenlemektedir. Proje Mühendisliği adı verilen deprem dayanırlığı güçlendirme dizayncıları için Sertifikasyon Sistemi Türkiye’de mevcuttur.

Mantolama konusunda Türkiye’deki anlayışla Japonya’daki arasında temel bir fark mevcuttur.

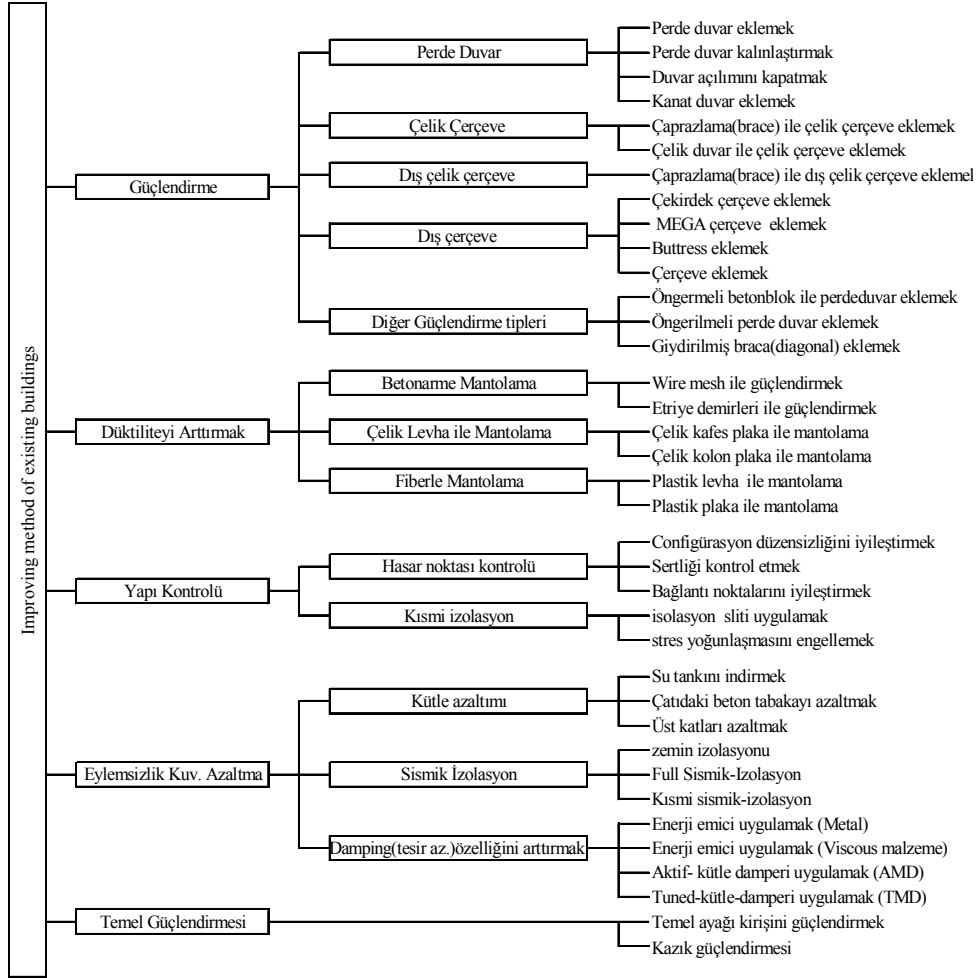
Türkiye’deki binaların tipik yıkım modu kolon kiriş bağlantısındaki betonarme demirlerinin dışa fırlamasıdır çünkü yeterince sabitlenmemişlerdir. Bu nedenle, Seminer elkitabı kat boyunca betonarme demirlerinin uygun şekilde bağlanması gerektiğini vurgulamaktadır. İstanbul’da kolonun çelik levha ile giydirilmesine rastlanmamıştır, fakat bu metod elkitabında mevcuttur. Çelik levha ile giydirmeye yapılsa bile kemer ile kat boyunca birleştirme tavsiye edilir.

Diğer taraftan, giydirmenin kat boyunca birleştirilmesi Japonya’da engellenmektedir. Slit genellikle Şekil 9.1.4 ’de gösterildiği gibi giydirmenin aksel kuvvet yüklememesini sağlamak için yapılmaktadır. Japonya’da mantolamanın temel amacı kesme tahribatına ve kolonun beton burkulmasına karşı dayanımı arttırmaktır, çünkü Japonya’daki binaların tipik yıkım modu kolonların ortalarında meydana gelen kesme tahribatıdır



Şekil 9.1.4 Kolonun ucunda yapılan slitin şematik çizimi

Japonya'daki deprem dayanırlığını güçlendirme konsepti Şekil 9.1.5'de gösterilmiştir.



Şekil 9.1.5 Japonya'da deprem dayanırlığı güçlendirme konsepti

Her durumda, deprem dayanırlığını güçlendirmenin ana prensibi dengesiz kapasiteyi düzenlemek ve binanın her elemanını kendi kapasitesini gösterebilecek hale getirmektir. Tüm elemanları mantolamaktan kaçınılmalıdır. Eğer bu tür bir önlem gerekiyorsa yıkıp yeniden inşa etmek maliyet açısından daha etkin bir çözümdür.

Etkin olarak nitelendirilen üçlendirme metodları aşağıdaki gibidir;

(1) Kolon ve kirişi mantolama, Betonarme duvar ekleme

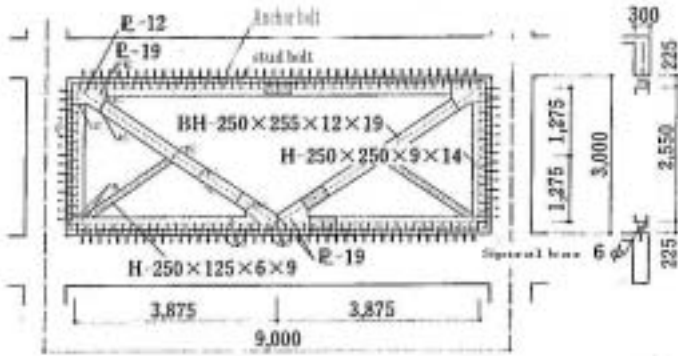
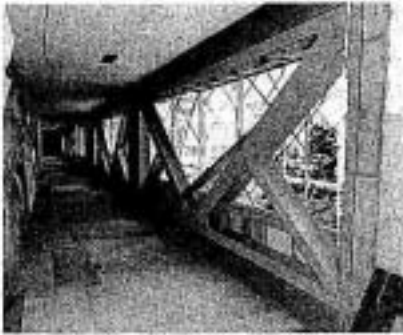
Bu tip metodlar Türk mühendislerce bilinmekte ve uygulanmaktadır.

(2) Çelik çerçeve ekleme

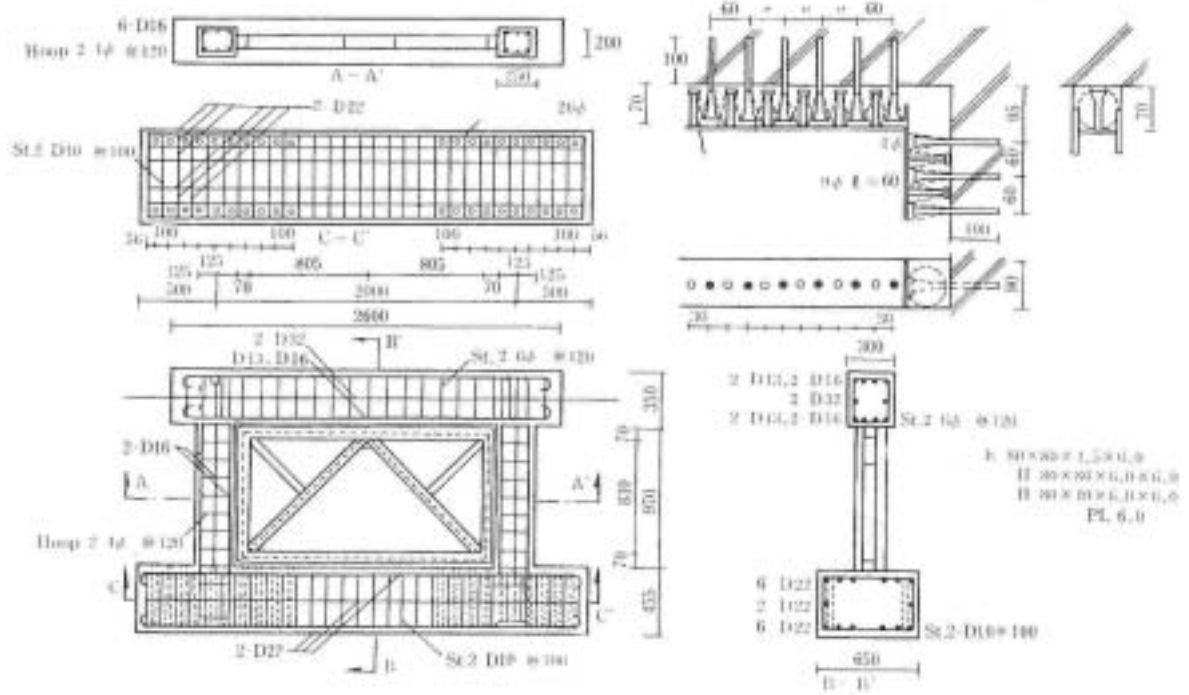
Çelik çerçeve kat eğilmesini kontrol etmek için etkindir. Bu metod rijitliğin düzensiz dağılımını da düzeltir.

Bina büyük kat eğilmesi altında iken çelik çerçevenin düşey elemanlarının da düşey yüklerin bir kısmını taşıması beklenir.

Bununla birlikte, Türk ve Japon bina karakteristikleri arasında bazı farklar vardır, bundan dolayı numuneler üzerinde bazı deneysel dizayn ve yükleme testleri yapılması gereklidir.



Şekil 9.1.6 Çelik çerçeveye bir örnek



Şekil 9.1.7 Deney için test numunesi

(3) Dinamik Yapı Kontrolü Uygulaması

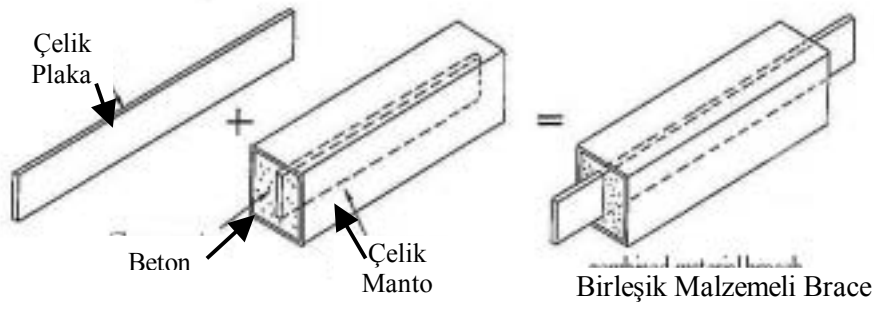
Y şeklindeki çelik çerçeve uygulandığında, y şeklinin bağlanma noktasına enerji emici alet yerleştirilebilir. Genellikle enerji emici alet düktil çelik plakadan oluşur. Bu konsept “dinamik yapı kontrolü” olarak adlandırılır.



a) Y-şeklinde diagonal bağlama ‘brace’ b) X-şeklinde diagonal bağlama ‘brace’

Şekil 9.1.8 Y ve X şeklindeki çelik çerçeveler

X-şeklindeki çelik çerçeve uygulandığında, yüksek düktiliteli çelik “brace” kullanılabilir. Bu durumda, yüksek düktiliteli çelik “brace” burkulmayı önlemek için çelik mantolama ile giydirilir. Brace ve mantolama arası kaymaya izin verecek şekilde, aksel kuvveti taşıyacak aynı zamanda burkulmaya karşı koyacak şekilde yapılır. Bu tip metod Japon şirket tarafından geliştirilmiş ve “birleşik malzemeli brace” yada “un-bonded brace” adı verilmiştir.



Şekil 9.1.9 “Birleşik malzemeli brace” yada “un-bonded brace”in şematik çizimi”

(4) Sismik izolasyon konseptinin uygulanması

Dinamik yapı kontrolü konseptine doğal periyodu uzatma prensibi eklendiğinde sonuç sismik izolasyon konseptidir. Japonya’da bu konseptle dizayn edilen binaların sayısı hızlı şekilde artmaktadır. Bu konsept depremin neden olduğu eylemsizlik kuvvetini azaltmakta çok etkilidir, fakat Türkiye’deki mevcut binaların kapasitesi dikkate alındığında dikkatli inceleme gerektirir.

(5) Hedef binalar

Eğer mevcut binalara bazı malzemeler eklenirse, yapının kütlesi paralel olarak artar ve depremin neden olduğu eylemsizlik kuvveti artar. Bazı çeşit onarım teklif ilişkilerinde dikkat edilmesi gereken daha etkin şekilde eylemsizlik kuvvetini değil kapasiteyi arttırmak gerekliliğidir. Eğer orjinal yapı çok zayıfsa, onarım teklifi yapılamayabilir. Çok gelişmiş bir teknik uygulandığında yapım maliyeti artabilir. Maliyet performansı değerlendirmesi dikkate alınmalıdır.

Hedef binalar seçildiğinde, ilk olarak aşağıda sıralanan Deprem Afeti Azaltma konusunda önemli tesisler dikkate alınarak pilot çalışma gerçekleştirilmelidir. Çalışmayı öncelikleri dikkate alarak sürdürmek realistik olacaktır.

- Okul binaları
- Hastaneler
- Kamu merkez binaları
- Hükümet tesisleri
- İtfaiye tesisleri
- Polis tesisleri
- Genel finansal kuruluşlar
- Tehlikeli madde tesisleri

9.2. Önemli Kamu Tesisleri

Birçok önemli kamu tesisi bir deprem anında kritik rollere sahiptir. Örnek olarak, afet yönetim ofisi, tahliye barınakları ve hastaneler gibi sağlık tesisleri. Depremden dolayı kamu tesislerine gelecek hasarlar insan yaşamının fiziki, sosyal ve ekonomik yanlarını etkiler. Bundan dolayı deprem dayanırlı kamu tesislerine sahip olunmalıdır. Bu bölümde aşağıdaki kamu tesisleri için hasar hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

1) Eğitim Tesisleri: İlköğretim Okulları ve Liseler

- Eğitim tesisleri yerel komünite için toplanma noktaları olabilir.
- Okullardaki açık alanlar tahliye edilen insanlar için kullanılabilir.
- Okul binaları eğer ciddi şekilde hasar görmemişlerse geçici iskan ve barınma alanları olarak hizmet edebilir.
- Okullar gelecek nesiller için önemlidir.

2) Sağlık Tesisleri: Hastaneler ve Poliklinikler

- Sağlık tesisleri tıbbi müdahale için çok önemlidir.
- Hastalar deprem sırasında da sonrasında da sürekli tıbbi tedaviye ihtiyaç duyarlar ve çok nazik durumları vardır. Tıbbi tedavileri sekteye uğrayabilir yada deprem olayından zarar görebilirler.

3) İtfaiye Tesisleri: İtfaiye İstasyonları

- İtfaiye tesisleri yangın tehlikesine karşı ve insanları kurtarmak için gerekli tüm fonksiyonlar ve ekipmanla donatılmıştır.
- İstasyonlarda konuşlanan ve iyi şekilde eğitilmiş olan itfaiyeciler acil durumlarda hızlı şekilde hareket edebilirler.
- İtfaiye istasyonları kurtarma misyonu için bir merkez olabilir.

4) Güvenlik Tesisleri: İlçe emniyet, Jandarma

- Güvenli tesisleri kurtarma, kamu düzeninin korunması ve trafik kontrolü, ve diğer iç güvenlik önlemleri için hayati kurumlardır.

5) Hükümet Tesisleri: Bakanlık, Valilik ve Belediye

- Hükümet tesisleri deprem hasarlarıyla ilgili tedbirleri, afet azaltımı ve yönetimini, ve deprem sırasında/sonrasında onarım sürecini gerçekleştirecek başlıca önemli noktalardır.
- Hükümet tesislerinin fonksiyonlarını depremden dolayı yerine getirememesi yerel yaşamı ve aktiviteleri olumsuz şekilde etkiler.

Yukarıda belirtilen bu tür önemli kamu tesisleri güçlü şekilde inşa edilmelidirki büyük depremlere karşı dayanabilmelidirler. Genellikle kamu tesislerinin yapısı normal binalardan farklıdır. Aşağıda Foto. 9.2.1 ve Foto. 9.2.2 'da tipik okul ve itfaiye istasyon yapıları görülmektedir.



Foto. 9.2.1 İlköğretim Okulu: Geniş Kat Alanı (A) - Yükseklik (H) Oranı



Foto. 9.2.2 İtfaiye İstasyonu: Aynı bina içinde Garaj ve Ofis

Bundan dolayı, kamu tesisleri için hasargörebilirlik fonksiyonu hasar saptaması için spesifik olarak oluşturulmalıdır. Bununla birlikte, kamu tesisleri için hasargörebilirlik fonksiyonunu belirlemek için yeterli veri halihazırda mevcut değildir. Bundan dolayı kamu tesisleri için hasar hesaplaması Kısım 8.1’ de değinilen bütün binalarla ilgili hasar hesaplaması ölçümleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak ilerideki analizler için akılda tutulması gereken önemli kamu tesisleriyle ilgili hasar hesaplamalarının tüm binaların fonksiyonu ile belirlenmiş olmasıdır. Böyle bir yaklaşımın zorlukları aşağıda belirtilmiştir;

- 1) Bütün binalar için hasargörebilirlik fonksiyonu sadece kamu tesislerine benzer yapılara sahip binaları değil diğer binaları da içermektedir. Bundan dolayı sonuçtaki hasar hesaplaması kendine has yapı özellikleri gösteren kamu tesislerini tam olarak temsil etmez.
- 2) Kamu tesisleri normal binalardan genellikle daha dayanıklı yapılmaktadır. Bundan dolayı tahmin edilen hasarlar gerçekten yüksek olabilir.

Hatta sismik güçlendirme işlemi devam eden bazı kamu binaları buradaki hasar hesaplamasında dikkate alınmamıştır.

Yukarıdaki durumlar ışığında, tüm Çalışma Alanı içerisindeki önemli kamu tesisleriyle ilgili hasar hesaplaması tümü ifade etmektedir, tek tek ilçeler hesaplanmamıştır. Önemli kamu tesislerine gelecek hasar özellikleri Kısım 8.1’de belirtilen tüm binalarla ilgili hasarlar ile karşılaştırılarak tanımlanmıştır.

9.2.1. Tesislerle İlgili Veriler

Senaryo deprem çalışmasında kullanılan veri ve parametreleri aşağıda Tablo 9.2.1 ’de gösterilmiştir. Detaylı veri Ek’te mevcuttur.

Tablo 9.2.1 Veri ve Parametreler

Veri		Birim	Yapı	Kat sayısı	İnşa yılı	Veri sayısı	Hasar hesaplama sında kullanılan veri
Tip	Kaynak						
Eğitim	2000 yılı sayımı	Bina	0	0	0	2,253	0
	İl Afet Yönetimi (Mayıs, 2002)	Tesis	X	X	X	1,933	X
Sağlık	2000 yılı sayımı	Bina	0	0	0	635	0
	İl Afet Yönetimi (Mayıs, 2002)	Tesis	X	X	X	468	X
İtfaiye	İBB İtfaiye Müdürlüğü (Mayıs, 2002)	Tesis	0	0	X	40	0
Güvenlik	İl Afet Yönetimi (Şubat, 2002)	Bina	0	0	X	166	0
Hükümet	İl Afet Yönetimi (Şubat, 2002)	Bina	0	0	X	491	0

Not: () içindeki tarih verinin Çalışma Ekibine verildiği tarihtir.

(1) Eğitim Tesisleri

Mayıs 2002 tarihinde Valilik'ten elde edilen veride eğitim kurumları her ilçe için tablo formunda eğitim düzeyine göre (anaokulu, ilköğretim okulu, lise gibi) özetlenmiştir. Bununla birlikte, tablo sadece okulların sayısı hakkında bilgi içermekte fakat binaların yapısı, kat sayısı, ve yapım yılı ile ilgili bilgi içermemektedir. Bundan dolayı okullar için kullanılacak bina verisi sayım verisinden seçilmiş ve hasar hesaplaması için kullanılmıştır.

Elde edilen veriye göre, okullardaki yada enstitü olarak dışındaki toplam bina sayısı 2,252 ve okul sayısı 1.933'tür (1,385 ilköğretim okulu ve 548 lise). Okul başına ortalama 1.2 biina düşmektedir. Arazi incelemelerinde de birçok okulun 1 yada 2 binaya sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bundan dolayı, sayımdan elde edilen bina verisi okullardaki bina sayısını yaklaşık olarak temsil etmektedir.

(2) Sağlık Tesisleri

Mayıs 2002 tarihinde Valilik'ten elde edilen veride sağlık kurumları her ilçe için tablo formunda hastane, poliklinik, sağlık merkezi, ve dispanser olarak özetlenmiştir. Bununla birlikte, tablo sadece tesislerin sayısı hakkında bilgi içermekte fakat binaların yapısı, kat sayısı, ve yapım yılı ile ilgili bilgi içermemektedir. Bundan dolayı, sağlık tesisleri için

kullanılabilecek bina verisi sayım verisinden seçilmiş ve hasar hesaplaması için kullanılmıştır.

Elde edilen veriye göre, sağlık tesislerindeki toplam bina sayısı 635 ve toplam sağlık tesisi sayısı da 468'dir (hastane ve poliklinikler). Tesis başına ortalama 1.4 bina düşmektedir. Arazi incelemelerinde de birçok okulun 1 yada 3 binaya sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bundan dolayı, sayımdan elde edilen bina verisi hastane ve polikliniklerin bina sayısını yaklaşık olarak temsil etmektedir.

Veri güncellenmeli ve eklenmelidir, böylece daha güvenilir hasar tahmini yapılabilir. Mevcut problemler şu şekilde sıralanabilir:

- Tablodaki yatak sayısı SSK verisini içermemektedir.
- İstatistikler birbirini tutmamaktadır: Mayıs 2002 tarihinde Valilik'ten elde edilen veriye göre hastane sayısı 201 iken bu sayı Sağlık Bakanlığı tarafından 185 olarak rapor edilmiştir.

(3) İtfaiye Tesisleri

Mayıs 2002 tarihinde İBB'den elde edilen veri tesis sayısı, yapısı, ve kat sayısı bilgilerini kapsamaktadır. Bundan dolayı hasar hesaplaması için bu veri kullanılmıştır.

(4) Güvenlik Tesisleri

Mayıs 2002 tarihinde Valilik'ten elde edilen veri tesislerin bina sayısı, yapısı ve kat sayısı bilgilerini içermektedir. Bundan dolayı bu veri hasar hesaplamasında kullanılmıştır.

(5) Hükümet Tesisleri

Mayıs 2002 tarihinde Valilik'ten elde edilen veri tesislerin bina sayısı, yapısı ve kat sayısı bilgilerini içermektedir. Bundan dolayı bu veri hasar hesaplamasında kullanılmıştır.

9.2.2. Tesislerin Karakteristikleri

Kamu tesisleri ile ilgili bina yapısı, kat sayısı, yapım yılı ve deprem şiddeti verileri Şekil 9.2.1. 'de özetlenmiştir. Hasar hesaplamalarının sonuçları da şekilde özetlenmiş ve Kısım 9.2.3 'de tartışılmıştır.

Yapı.

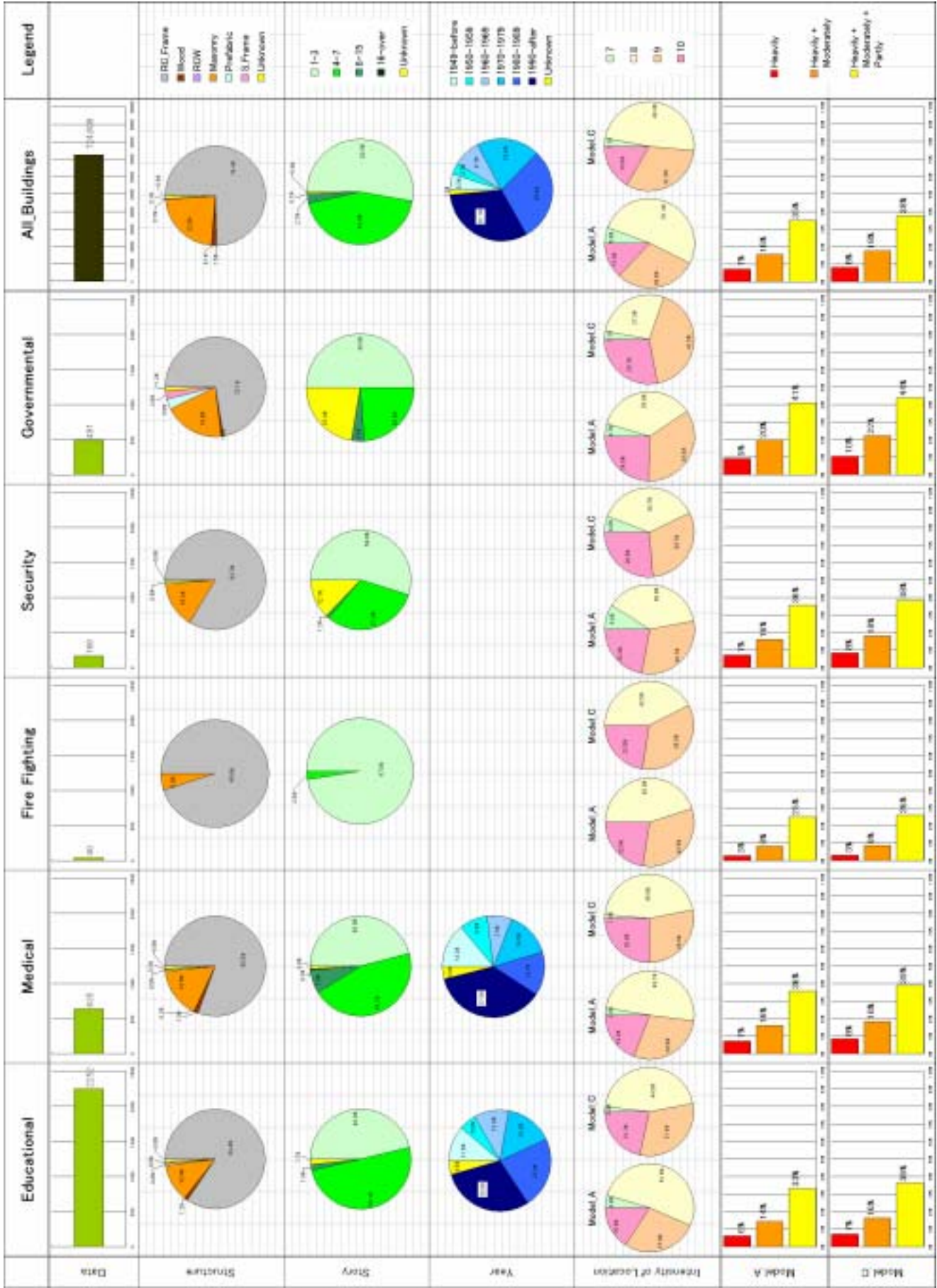
Tablo 9.2.2 betonarme çerçevesi binaların ve yığma binaların yüzdelerini özetlemektedir.

Tablo 9.2.2 Bina Yapısı: Betonarme Çerçeve ve Yığma (%)

Tesis	Betonarme Çerçeve	Yığma
Eğitim	84.4%	12.4%
İlkokul ve Lise	(+10.0%)	(-10.4%)
Sağlık	80.5%	16.5%
Hastane ve Poliklinik	(+ 6.1%)	(- 6.3%)
İtfaiye	95.0%	5.0%
	(+20.6%)	(-17.8%)
Güvenlik	83.7%	15.1%
Polis ve Jandarma	(+ 9.3%)	(- 7.7%)
Hükümet	72.1%	19.6%
Bakanlık, İl ve Belediye	(- 2.3%)	(- 3.2%)
Bütün Binalar	74.4%	22.8%

Not: (): Tesisler(%) – Bütün Binalar(%)

Tabloda görüldüğü gibi kamu tesislerinin %70'den fazlası betonarme çerçevesidir ve ardından yığma tipi yapılar gelmektedir. Kamu tesislerinin (hükümet tesisleri hariç) betonarme çerçevesi yapı oranı bütün binalardan yüksektir. Bundan dolayı, tablo göstermektedir ki kamu tesisleri normal binalardan daha fazla deprem dayanırlığına sahiptirler.



Şekil 9.2.1 Tesislerin Karakteristikleri ve Hasar Hesaplamalarının Sonuçları

(1) Kat

Tablo 9.2.3 kamu tesisleri ve tüm binalar için 1-3 katlı ve 4-7 katlı binaların oranını göstermektedir.

Tablo 9.2.3 Kat sayısı ve tesis tipi

Tesis	1 – 3 katlı binalar	4 – 7 katlı binalar
Eğitim İlkokul ve Lise	46.2% (- 6.7%)	50.1% (+ 6.2%)
Sağlık Hastane ve Poliklinik	45.8% (- 7.1%)	45.2% (+ 1.3%)
İtfaiye	97.5% (+44.6%)	2.5% (-41.4%)
Güvenlik Polis ve Jandarma	54.8% (+ 1.9%)	31.3% (-12.6%)
Hükümet Bakanlık, İl ve Belediye	49.9% (- 3.0%)	23.6% (-20.3%)
Bütün Binalar	52.9%	43.9%

Not: (): Tesisler(%) – Bütün Binalar(%)

Kamu tesislerinin %70'inden fazlasının kat sayısı 7'den azdır. Bunlar arasında 1-3 kat arasındaki eğitim tesisleri ve sağlık tesislerinin toplam bina sayısına oranı, diğer tüm 1-3 katlı binaların oranından çok az düşüktür. Aynı tesislerin 4-7 kat arasında inşa edilmiş olanlarının oranı tüm binaların oranından az yüksektir. İtfaiye istasyonları/tesislerinin çoğu 1-3 katlı binalardan oluşmaktadır. Güvenlik ve hükümet binalarının %10'undan daha fazlası için kat bilgisi rapor edilmemiştir. Bununla birlikte, arazi çalışmalarında bu binaların çoğunun 7 kattan daha düşük yükseklikte olduğu gözlemlenmiştir. Bundan dolayı, güvenlik ve hükümet binalarının oranlarının diğer tüm binalarınki ile benzer olacağı söylenebilir.

(2) Yapım Yılı**Tablo 9.2.4 Eğitim ve Sağlık Tesisleri: 1980'den önce,1980'de ve sonrasında**

Tesis	1979 ve önce	1980 ve sonra
Eğitim İlkokul ve Lise	43.2% (+ 6.0%)	52.4% (- 9.1%)
Sağlık Hastane ve Poliklinik	45.4% (+ 8.2%)	50.7% (-10.8%)
Bütün Binalar	37.2%	61.5%

Not: () : Herbir Tesis(%) – Bütün Binalar(%)

1979 yılından önce diğer tüm binalardan daha çok eğitim ve sağlık tesisi inşa edilmiştir (ref. Şekil 9.2.1). Bu da göstermektedirki eğitim ve sağlık tesisleri diğer binalardan göreceli olarak daha eskidir.

(3) Tesislerin Buldukları Yerdeki Sismik Şiddet

Kısım 8.1.4 'te hesaplanan bina hasarları temel alınarak her mahalle için sismik şiddet hesaplanmıştır. Sismik şiddet herbir kamu tesisinin bulunduğu yerde senaryo depremler yardımıyla bulunmuş ve Tablo 9.2.5 'de özetlenmiştir.

Tablo 9.2.5 Şiddeti 9 yada yukarı olan tesislerin oranı

Tesis	Model A	Model C
	Şiddet 9	Şiddet 9
Eğitim İlkokul ve Lise	43.6% (+ 0.8%)	53.1% (+ 4.6%)
Sağlık Hastane ve Poliklinik	48.0% (+ 5.2%)	53.0% (+ 4.5%)
İtfaiye	55.0% (+12.2%)	57.5% (+ 9.0%)
Güvenlik Polis ve Jandarma	53.0% (+10.2%)	57.2% (+ 8.7%)
Hükümet Bakanlık, İl ve Belediye	59.4% (+16.6%)	69.6% (+21.1%)
Bütün Binalar	42.8%	48.5%

Not: () : Herbir Tesis(%) – Bütün Binalar(%)

Tabloda görüldüğü gibi Model C'ye göre tüm tesislerin %50'sinden fazlası 9'dan büyük bir şiddete maruz kalacaktır. Hükümet tesislerinin neredeyse %70'i bu aralıkta dağılmıştır. Dahası 9'dan büyük bir şiddete maruz kalacak olan kamu tesislerinin yüzdesi diğer tüm binalarından göreceli olarak fazladır. Yukarıdaki sonuçlar göstermektedir ki kamu tesisleri deprem merkezine yakın ve/yada yumuşak zemine (kuvaternar depozit gibi) inşa edilmişlerdir.

9.2.3. Hasar Hesaplamalarının Sonuçları

(1) Eğitim Tesisleri

Gerçek hasar derecesi hesaplanandan daha düşük olabilir, çünkü:

Bazı okullar yeni yapım standardına (1998) göre deprem dayanıklılık teknolojileri ile inşa edilmişlerdir.

Hasargörebilirlik fonksiyonu tüm binalar temel alınarak belirlenmiştir ve kat alanı-yükseklik oranı dikkate alınmamıştır.

Okul yapısının bir etkisi bulunmaya çalışılmıştır. Bu özel durumda, deprem dayanıklı yapıya sahip okullar 287'dir ki bu toplam okul sayısının %10'undan biraz azdır: "Ağır + Orta +Az" hasarlı, "Ağır + Orta" hasarlı, "Ağır" hasarlı okullar sırasıyla %32, %14, ve %6'dır. Eğitim kurumlarının hasar oranları diğer bütün binalarla karşılaştırıldığında çok farklı değildir. Bundan dolayı, okulların acil barınma yeri olarak değerlendirilmesinden önce, binaların gücü ve deprem dayanıklılığı detaylı şekilde incelenmeli ve değerlendirilmelidir. Dahası pratik acil müdahale yönetim planı, barınaklara yakınlığı ve temel/zemin tipi gibi noktalar dikkate alınarak yeni deprem dayanıklı yapıya sahip okullar inşa edilmelidir.

(2) Sağlık Tesisleri

Hasar hesaplamasının sonuçlarına göre sağlık tesislerinin diğer tüm binaların uğrayabileceği hasarla aynı hasara uğrayabileceği görülmektedir. Sonuçlar göstermektedir ki, sağlık tesisleri diğer sıradan binalardan daha güçlü değillerdir. Bundan dolayı, deprem anında sağlık tesislerinin fonksiyonlarını sürdürmelerinin sağlanması için deprem dayanıklılığına sahip mevcut sağlık tesislerinin kesin sayısı ve yerleri dikkate alınarak bir plan dahilinde güçlendirilmeleri/takviye edilmeleri gereklidir.

(3) İtfaiye Tesisleri

İtfaiye tesislerinin hasar oranı diğer binalarınkinden %4-%2 oranında daha azdır. Bunun nedeni binaların betonarme ve 3 yada daha az katlı oluşları olabilir. Bununla birlikte, bir itfaiye istasyonu depreme karşı zayıf yapı şeklini göstermektedir: binanın ilk katı garaj olarak kullanılan ve sadece tuğladan yapılmış 3 duvarı olan ve geri kalanı caddeye açık bir yapıdır. Bu yapılar depremdayanırlığı bakımından incelenmeli ve güçlendirilmelidir.

(4) Güvenlik Tesisleri

Hasar hesaplamasının sonuçlarına göre güvenlik tesislerinin diğer tüm binaların uğrayabileceği hasarla aynı hasara uğrayabileceği görülmektedir. Bu paralellik, tesislerin yapısının konut binalarınki ile benzer olmasından dolayı kabul edilebilir. Güvenlik tesisleri acil müdahale önlemleri için bir merkez olarak fonksiyon icra edecekleri için deprem dayanırlıkları incelenmeli ve yapısal olarak güçlendirilmelidirler.

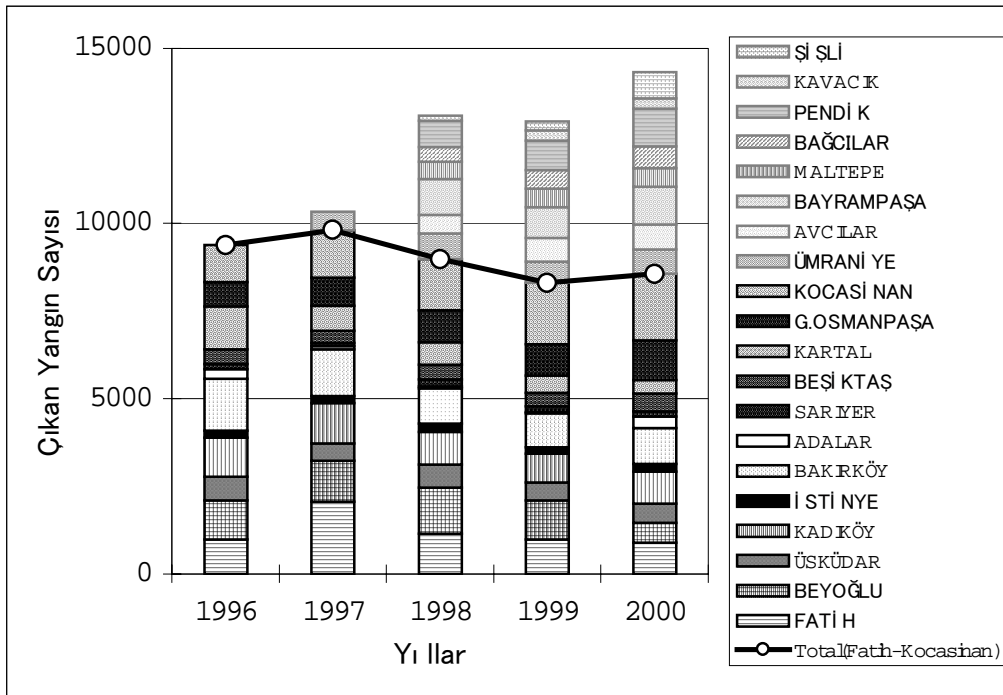
(5) Hükümet Tesisleri

Hasar hesaplamasının sonuçlarına göre hükümet tesislerinin diğer tüm binalardan daha fazla hasara uğrayabileceği görülmektedir. Bu sonuç, tesislerin yapısının konut binalarınki ile benzer olmasının yanı sıra bu tesislerin sismik şiddetin daha yüksek olacağı yerlerde bulunmasından dolayı kabul edilebilir. Her ne kadar bazı tesisler halihazırda deprem dayanırlığına sahip görünselerde, acil müdahale önlemleri için merkez olacak hükümet tesisleri deprem dayanırlığı açısından detaylı şekilde incelenmeli ve yapısal olarak güçlendirilmelidirler.

9.3. Yangın

Tarih boyunca İstanbul büyük yangınlardan etkilenmiştir. 1782 yılındaki yangın şehrin neredeyse yarısını kül etmiştir. İstanbul'daki en son büyük yangınlar 1865 yılındaki Hocapaşa, 1870 yılındaki Beyoğlu ve 1912 yılındaki Laleli yangınlarıdır. Bu yangınlardan sonra, bir itfaiye teşkilatı kurulmuş ve şehir içerisinde ahşap bina yapımı durdurulmuştur. Bu uygulama başarılı olmuş ve Çalışma Alanı içerisinde 1912 yılından sonra büyük bir yangın yaşanmamıştır. Çalışma Alanı içerisindeki ahşap bina sayısı halihazırda çok düşüktür, sadece toplamda %1.6, ve sınırlı bir alan içerisinde bulunmaktadır.

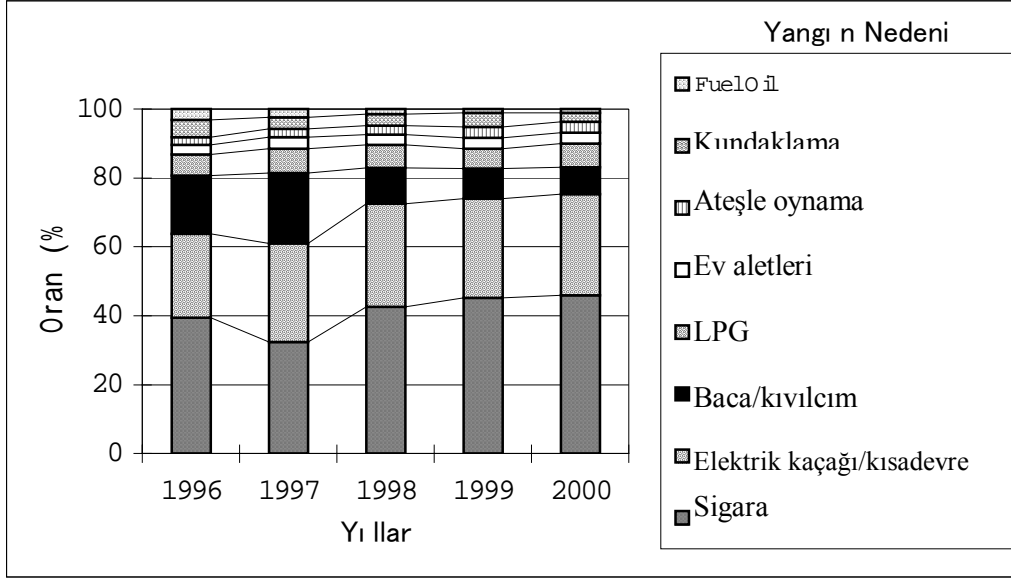
Şekil 9.3.1, 1996- 2000 yılları arasında meydana gelmiş olan yangınların 20 ilçe itfaiye istasyonu verisine göre sayısı gösterilmektedir. Bazı ilçelerde veri eksikliği olmasından dolayı, 12 ilçedeki yangın toplam sayısı mukayese edilmek amacıyla siyah çizgi ile gösterilmiştir. Bir yıl içerisinde bu 12 ilçede meydana gelmiş olan toplam yangın sayısı yaklaşık 9000'dir ve dereceli olarak düştüğü görülmektedir. Bu bir ölçüde özellikle kış süresince kömürden doğalgaza dönüş ve fabrikaların kentsel alan dışına taşınması süreci neticesinde yaşanmış olabilir.



Şekil 9.3.1 1996 – 2000 yılları arasında meydana gelen yangın sayısı

Kaynak: İtfaiye Müdürlüğü

Şekil 9.3.2 İstanbul'daki yangınların nedenlerini göstermektedir. En önemli neden sigaranın dikkatsiz kullanımı, yaklaşık olarak %40, ve ikinci en büyük neden elektrik kaçakları yada kısa devrelerdir. Baca yada kıvılcımdan dolayı çıkan yangınların sayısında dikkate değer bir azalma gözlenmektedir. Bu yine kış aylarında kömürden doğal gaz kullanımına geçilmiş olmasının bir sonucudur.



Şekil 9.3.2 1996 – 2000 arası yangınların nedenleri

Kaynak: İtfaiye Müdürlüğü

9.3.1. Depremden Sonra Yangın

Bir depremden sonra birçok bina ve tesiste yangın çıkabilir. Eğer deprem yemek saatlerinde meydana gelirse yangınların ana nedeni ocak ve fırınlar olabilir. Elektrik kaçakları yada kısa devre de yangınların önemli nedenleri olabilir. 1999 İzmit Depreminde Avcılar'da 100'den fazla yangın rapor edilmiştir ve bunların çoğunun elektrik kaçağından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Diğer binalara sıçrayan yangın da rapor edilmemiştir.

Bina hanelerinin yangın potansiyeli yerel durumla direkt olarak ilgilidir, ocakta kullanılan yakıt, mutfağın yapısı, ısıtma sistemi, gibi... Bundan dolayı, geçmiş depremler süresince meydana gelmiş olan yangınlar istatistik olarak analiz edilmeli ve yerel alan için bir hasargörebilirlik fonksiyonu geliştirilmelidir. Fakat İstanbul'da bu tip veri mevcut değildir.

Bundan dolayı, bu Çalışmada yanıcı/parlayıcı maddelerin bulundurulduğu tesislerin yangın potansiyelleri hesaplanmıştır. Bu tesisler aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

- 1) Büyük LPG Depoları
- 2) Boya/Cila Üretilen Fabrikalar
- 3) Kimyasal Madde Depoları
- 4) LPG Dolum İstasyonları
- 5) Yakıt Dolum İstasyonları

Hesaplama konseptleri aşağıdaki gibidir:

- 1) Deprem hareketinden dolayı tesis ofisleri hasar görürü ve bu hasar paragraf 8.1’de gösterilen binalarla uygulanan prosedürün aynısını uygulayarak hesaplanmıştır.
- 2) Tesislerin hasar derecesinin tesis ofislerinininki ile aynı olması beklenir.
- 3) Yanıcı/patlayıcı sıvı ve gazlar ağır hasar görecektir olan tesislerin borularından ve depolama tanklarından sızar.

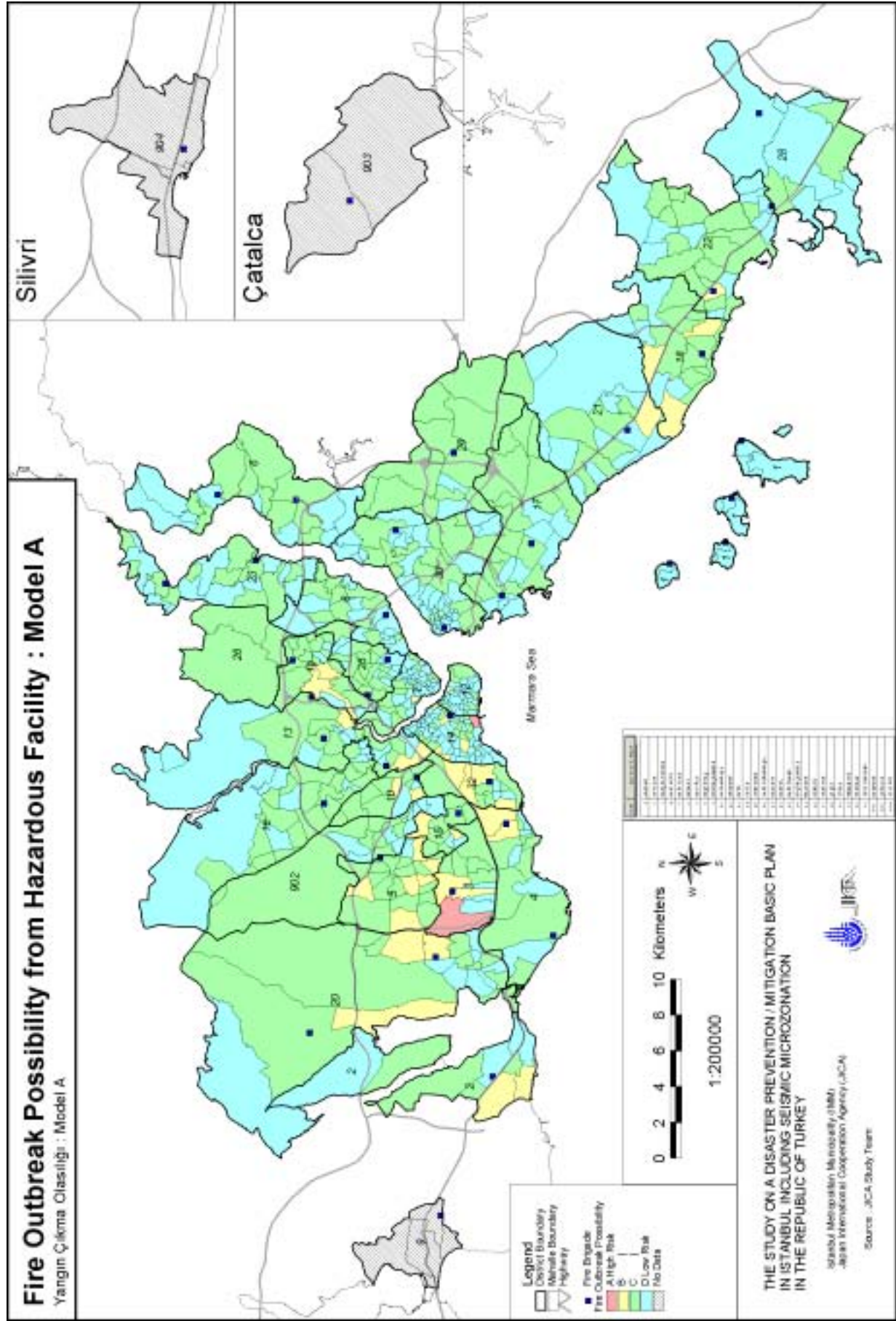
4) Sızan sıvı ve gazlar aşağıdaki olasılıklara göre yangına yol açar:

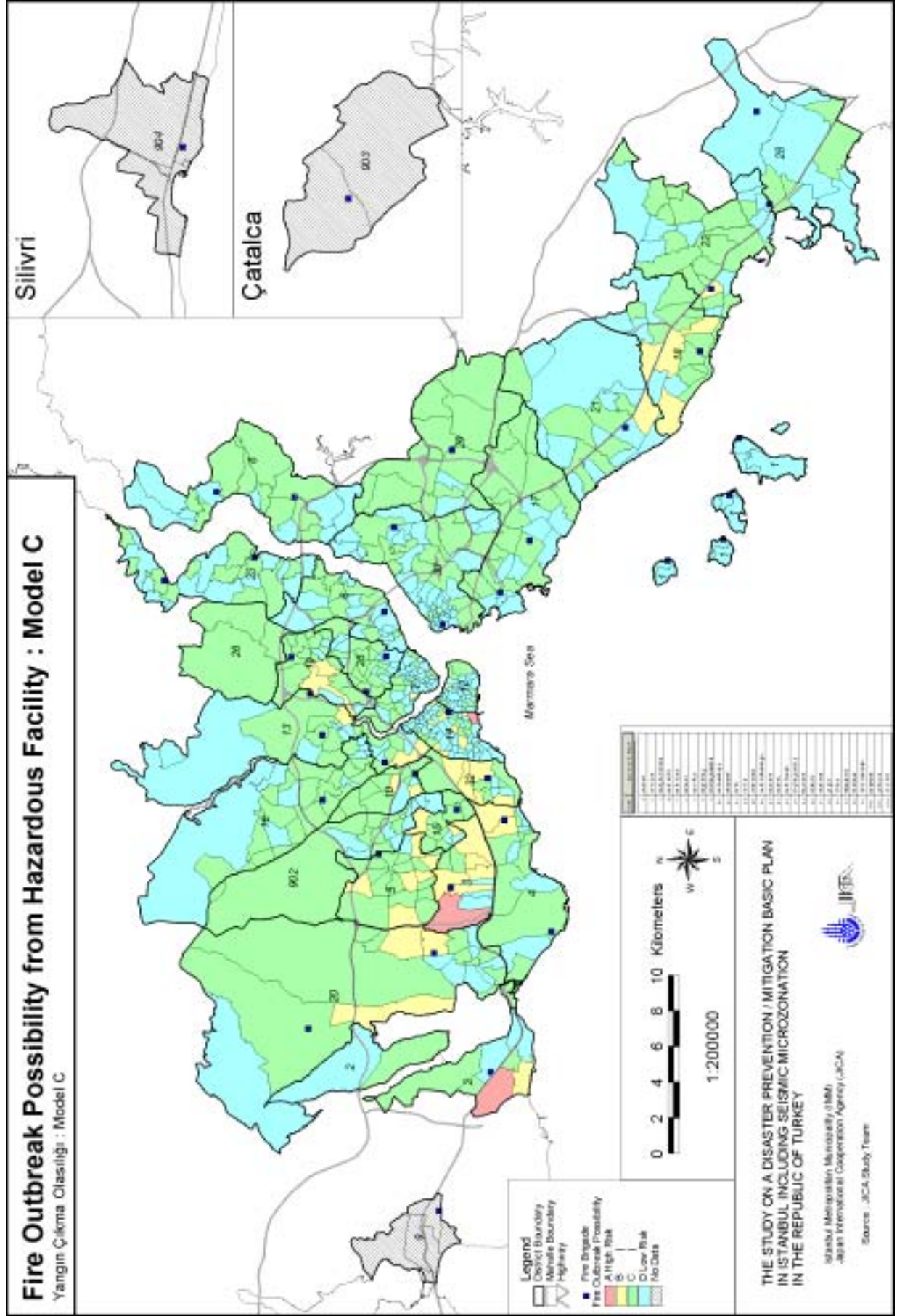
- | | |
|---|--------|
| – Büyük LPG Deposu, LPG Dolum İstasyonu | % 57.9 |
| – Boya/Cila Üretim Fabrikaları, Kimyasal Madde Depoları | % 3.66 |
| – Yakıt Dolum İstasyonu | % 2.55 |

(Kanagawa Prefecture 1986’den sonra)

- 5) Yukarıdaki değerler Japon tecrübelerine dayanılarak hesaplanmıştır. Türkiye’de yangın vakaları ile ilgili bilgi mevcut değildir. Sonuçlar sadece göreceli bir yangın çıkma olasılığını göstermektedir.
- 6) Mahalle bazında yangın sayısı özetlenmiş ve daha sonra riskli tesislerinden kaynaklanacak bir yangın reytingi belirtilmiştir.

Hasargörebilirlik reytingi dağılımı mahalle bazında Şekil 9.3.3 ve Şekil 9.3.4’de gösterilmiştir.





Şekil 9.3.4 Yangın Olasılığı: Model C

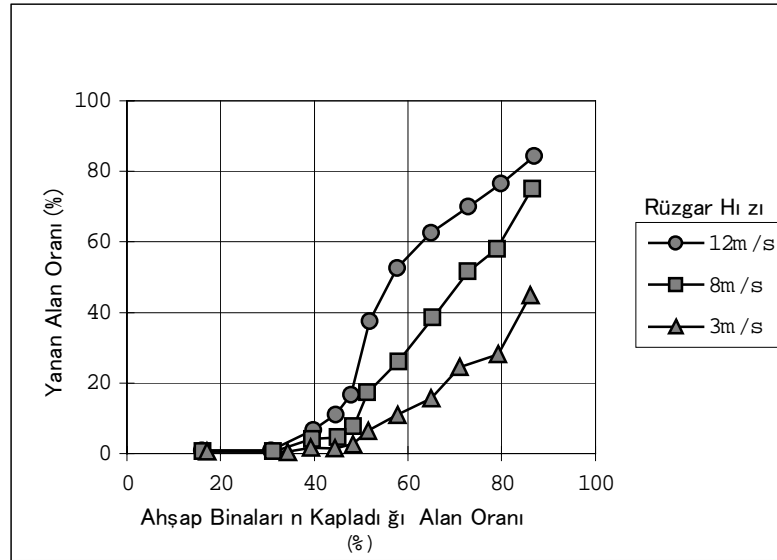
9.3.2. Yangın Yayılma Olasılığı

Eğer bir bölgede birçok ahşap bina mevcutsa ve binalar arasındaki alan sınırlı ise yangın bir binadan diğerine kolaylıkla sıçrayabilir. Japon şehirlerinde birçok ahşap bina mevcuttur bundan dolayı, yangın yayılma durumu Japon araştırmacılar tarafından detaylı şekilde araştırılmaktadır.

Şekil 9.3.5 Japon İnşaat Bakanlığı (1982) tarafından yapılmış olan “yanan alan oranı” ve “ahşap binaların kapladığı alan oranı” arasındaki bağıntıya göre yapılmış olan sayısal simülasyonun sonuçlarını göstermektedir. Tanım aşağıdaki gibidir:

$$\text{Yanan Alan Oranı} = \frac{\text{Yanan Kat Alanı}}{\text{Toplam Alan}}$$

$$\text{Ahşap Binaların Kapladığı Alan Oranı} = \frac{\text{Ahşap Binaların Kapladığı Alan}}{\text{Toplam Alan}}$$



Şekil 9.3.5 Yanan Alan Oranı ve Ahşap Binaların Kapladığı Alan Oranı Arasındaki İlişki

Bu şekilden eğer ahşap binaların kapladığı alan % 30'dan az ise yangının yayılmayacağı sonucunu göstermektedir. Her mahallede ahşap binaların kapladığı alan Şekil 9.3.6'de gösterilmiştir ve bütün mahalleler % 10'un altında bir oran göstermektedir. Bu Çalışma Alanı içerisinde yangın yayılmasının tahmin edilmediği anlamına gelir.

Sonuç olarak, birçok bina beton ve tuğladan inşa edilmiş olduğundan büyük bir yangın çıkma olasılığı çok azdır. Bununla birlikte, bir deprem anında aynı anda birçok noktada yangın çıkabileceği ve itfaiye ekiplerinin yangın mahaline ulaşmaları ve müdahale etmelerinin yıkıntı molozlarından dolayı bloke olmuş yollar dikkate alındığında daha fazla zaman alacağı unutulmamalıdır.

Referanslar: (Kısım 9.3)

Kanagawa Prefecture, 1986, Investigation Study Report on Earthquake Damage Estimation, Fire Outbreak and Hazardous Materials. (in Japanese)

Ministry of Construction, 1982, Report on the Development of Fire Prevention Measures in the City. (in Japanese)