013

Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Yıl:2009 Cilt:21-1

MEVCUT BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE GÜÇLENDİRİLMESİNİN 2006 DEPREM YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDA İRDELENMESİ*

The Study of Evaluation and Reinforcement of The Existing Structures Issue, Under the New Requlations of The Structures at Seismic Zones 2006

Özgür GÜN
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Beytullah TEMEL
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 yılı içinde yürürlüğe girmiştir. Ülkemizde daha önce herhangi bir düzenleme altına alınmayan Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi konusu yeni yönetmeliğe Bölüm 7 olarak eklenmiştir. Deprem Yönetmeliğine eklenen bu bölüm ile mevcut binaların deprem performansı bakımından yeterliliği ve çıkan sonuçlara göre güçlendirme esasları belirlenmiştir. Bu çalışma ile, Yürürlüğe giren yeni esaslar ve analiz yöntemleri, örnek bir yapı üzerinde, yapı analizi yapan SAP 2000 paket programı ile irdelenmiştir.
Anahtar Kelimeler: Deprem, Bina Analizi, Performans, Güçlendirme.

ABSTRACT

The new Requlations of the Structures Under Seismic Zones is published in year 2007. The "Evaluation and Reinforcement of the Existing Structures" issue which was never regulated at our country before is now exist as Chapter 7 at the new regulation. The goal of the article "The study of, Evaluation and Reinforcement of the Existing Structures, which was added to new Requlations of the Structures Under Seismic Zones" is to research the issue by SAP 2000 statical analyses software and to analyse different kinds of structures under new regulation rules.
Key Words: Earthquake, Structural Analyses, Performance, Reinforcement.

Giriş

1998 ABYYHY hükümleri yayımlanmadan önce inşa edilen binaların deprem performanslarının değerlendirilmesi veya güçlendirme çalışmaları esnasında güçlüklerle karşılaşılmaktadır. Mevcut binaların değerlendirilmesi aşamasında en büyük sorun, eski deprem yönetmeliğine göre inşa edilmiş bir binanın, yeni bir deprem yönetmeliğine göre tetkik edilmesi olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü daha önceki yönetmeliklere göre inşa edilmiş bir bina, 1998 ABBYHY hükümleri doğrultusunda incelendiği takdirde, çoğu zaman yetersiz olarak nitelendirilmektedir. Ayrıca güçlendirilmesi planlanan bir yapıda uygulanacak esaslar da belirli olmadığı için, sadece bina analizi yapılarak, değişik uygulama

* Yüksek Lisans Tezi-MSc Thesis

projeleri hazırlanmaktadır. Bu tür uygulamalar gerek mühendislik gerekse ülke ekonomisi açısından olumsuz sonuçları ortaya çıkarabilmektedir.

Depremsel hareketler olarak aktif bir coğrafya içerisinde bulunduğumuz dikkate alındığında mevcut binaların değerlendirilmesinin ve/veya güçlendirilmesinin belirli hükümler altına alınması kaçınılmazdır. Bu kapsamda 06 MART 2006 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan yeni yönetmelik ile birlikte "mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi" esasları da yayımlanarak yürürlüğe girmiş ve yeni *Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik* içerisinde Bölüm 7 olarak yer almıştır. *(DBYBHY,2007)* Yönetmeliğin bu bölümü ile daha önce farklı uygulamalar ile sürdürülen mevcut yapıların değerlendirilmesi ve takviye/güçlendirme ihtiyacı olan yapıların belirlenmesinde uygulanacak esaslar belirlenmiştir.

Bu çalışmada yürürlüğe yeni giren esasların statik analiz programı SAP2000 ile irdelenmesi, çıkarılan sonuçların yönetmelik ile uyumluluğu ve genellenerek modellenebilme hususunun araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, örnek bir binanın deprem performansı incelenmiş ve SAP2000 programı ile yapılan analiz sonuçları irdelenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışmada, mevcut binaların deprem yönetmeliğine uygunluğunun değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi için ülkemizde yaygın olarak kullanılan, yapı analiz ve dizaynları için geliştirilmiş genel amaçlı SAP2000 hazır paket programı kullanılmıştır. (Computers and Structures,2004). SAP2000 programı, sonlu eleman yöntemine dayanmaktadır. Söz konusu program ile binaların 3 boyutlu modellemesi yapılabilmekte ve değişik yüklemeler altında yapıya ait elemanların analiz sonuçları (moment, eksenel yük, kesme kuvvetleri, yerdeğiştirme vb.) tespit edilebilmektedir. SAP 2000 programı ile lineer analiz yapılabildiği gibi non-lineer analiz yapma imkanı da bulunmaktadır. Ancak SAP 2000 programının kesit analizi yapma kabiliyeti sınırlıdır. Bu nedenle yapılan tez çalışmasında kesit analizleri için yardımcı program olarak Xtract v.3.7 kullanılmıştır. (Charles Chadwell,2004)

Metot

Yapılan çalışmada öncelikle yeni yürürlüğe giren DBYBHY esaslarında Bölüm 7 olarak yer alan, "Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi" konusu açıklanmıştır.

Söz konusu yönetmelikte belirtilen hükümler doğrultusunda bir binanın deprem performansının belirlenmesine yönelik örnek bir sayısal çözüm sunulmuştur.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Deprem bölgelerinde bulunan mevcut ve güçlendirilecek tüm binaların ve bina türü yapıların deprem etkileri altındaki davranışlarının değerlendirilmesinde uygulanacak hesap kuralları, güçlendirme kararlarında esas alınacak ilkeler ve

güçlendirilmesine karar verilen binaların güçlendirme tasarımı ilkeleri DBYBHY Bölüm 7 ile tanımlanmıştır.

Verilen hesap yöntemleri ve değerlendirme esasları çelik ve yığma yapılar için geçerli değildir.

Binaların incelenmesinden elde edilecek mevcut durum bilgilerinin kapsamına göre her bina türü için bilgi düzeyi ve buna bağlı olarak bilgi düzeyi katsayıları tanımlanacaktır. Bilgi düzeyleri sırasıyla *sınırlı*, *orta* ve *kapsamlı* olarak sınıflandırılacaktır. Elde edilen bilgi düzeyleri taşıyıcı eleman kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılacaktır.

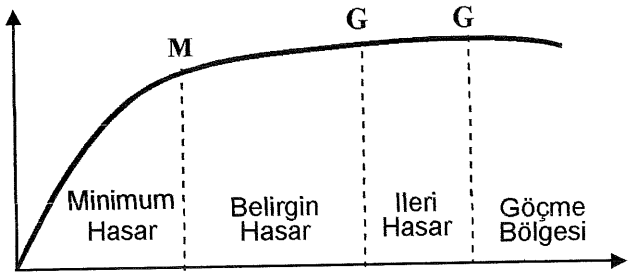
Çizelge 1 - Binalar İçin Bilgi Düzeyi Katsayıları

Bilgi Düzeyi	Katsayı
Sınırlı	0.75
Orta	0.90
Kapsamlı	1.00

Yapı elemanlarının hasar sınırlarının belirlenmesinde, yapı elemanları "*sünek*" ve "*gevrek*" olarak iki sınıfa ayrılacaktır. Sünek ve gevrek eleman tanımları, elemanların kapasitelerine hangi kırılma türünde ulaştığı ile ilgilidir. (ERSOY U. 2004)

Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç sınır durum tanımlanmıştır. Bunlar *Minimum Hasar Sınırı* (MN), *Güvenlik Sınırı* (GV) ve *Göçme Sınırı* (GÇ)'dır. Minimum hasar sınırı kritik kesitte elastik ötesi davranışın başlangıcını, güvenlik sınırı kesitin dayanımını güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırını, göçme sınırı ise kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır. Gevrek elemanlar için elastik ötesi davranışın oluşmasına izin verilmez.

Kritik kesitleri MN'ye ulaşmayan elemanlar *Minimum Hasar Bölgesi*'nde, MN ile GV arasında kalan elemanlar *Belirgin Hasar Bölgesi*'nde, GV ve GÇ arasında kalan elemanlar *İleri Hasar Bölgesi*'nde, GÇ'yi aşan elemanlar ise *Göçme Bölgesi*'nde kabul edilecektir



Doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri ile hesaplanan iç kuvvetlerin ve şekil değiştirmelerin, Çizelge 2 ile tanımlanan sınır değerler ile karşılaştırılması sonucunda kesitlerin hangi hasar bölgelerinde olduğuna karar verilecektir.

Çizelge 2 – Betonarme Kolonlar İçin Hasar Sınırları İçin Etki/ Kapasite Oranları (r)

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N}{A_c f_c}$	Sargılama	$\frac{V}{b_w d f_{ctm}}$ (1)	MN	GV	GÇ
≤ 0.1	Var	≤ 0.65	3	6	8
≤ 0.1	Var	≥ 1.30	2.5	5	6
≥ 0.4	Var	≤ 0.65	2	4	6
≥ 0.4	Var	≥ 1.30	2	3	5
≤ 0.1	Yok	≤ 0.65	2	3.5	5
≤ 0.1	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≥ 0.4	Yok	≤ 0.65	1.5	2	3
≥ 0.4	Yok	≥ 1.30	1	1.5	2
Gevrek Kolonlar			1	1	1

Deprem hesabında bina önem katsayısı uygulanmayacaktır (I=1.0). Betonarme tablalı kirişlerin pozitif ve negatif plastik momentlerinin hesabında tabla betonu ve içindeki donatı hesaba katılacaktır. Çalışan tabla genişliği TS-500'e göre belirlenecektir.

Eşdeğer deprem yükü yöntemi, bodrum üzerinde toplam yüksekliği 25 metreyi ve toplam kat sayısı 8'i aşmayan, ayrıca ek dışmerkezlik göz önüne alınmaksızın hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} < 1.4 olan binalara uygulanacaktır. Toplam eşdeğer deprem yükünün (taban kesme kuvveti) hesaplanmasında Ra=1 alınacak ve denklemin sağ tarafı λ katsayısı ile çarpılacaktır. λ katsayısı bodrum hariç bir ve iki katlı binalarda 1.0, diğerlerinde 0.85 alınacaktır.

Mod Birleştirme Yönteminin kullanılmasında Ra=1 alınacaktır. Uygulanan deprem doğrultusu ve yönü ile uyumlu olan eleman iç kuvvetlerinin ve kapasitelerinin hesaplanmasında, bu doğrultuda hakim olan modda elde edilen iç kuvvet doğrultuları esas alınacaktır.

Kırılma türü eğilme olan sünek kiriş, kolon ve perde kesitlerinin eğilme etki/kapasite oranı, sadece deprem etkisi altında hesaplanan kesit momentinin kesit artık moment kapasitesine bölünmesi ile elde edilir. Kesit artık moment kapasitesi, kesitin eğilme momenti kapasitesi ile düşey yükler altında kesitte hesaplanan moment etkisinin farkıdır. Eğilme etki/kapasite oranının hesaplanmasında, uygulanan deprem kuvvetinin yönü dikkate alınacaktır.

DBYBHY 2.4'te tanımlanan ivme spektrumu, 50 yılda aşılma olasılığı %10

olan deprem etkisini esas almaktadır. 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan depremin ivme spektrumu DBYBHY 2.4'te tanımlanan spektrumun yaklaşık olarak yarısı, 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremin ivme spektrumu ise DBYBHY 2.4'de tanımlanan spektrumun yaklaşık 1.5 katı olarak kabul edilmiştir. (Deprem aşılma olasılığı azaldıkça depremin şiddeti artacağı için Spektrum değeri de artırılmaktadır.)

Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir katındaki göreli kat ötelemesi her performans düzeyi için Çizelge 3 'ü sağlayacaktır.

Çizelge 3 Göreli Kat Ötelemesi Sınırları

Göreli Kat Ötelemesi	Performans Düzeyi		
	Hemen Kullanım	Can Güvenliği	Göçmenin Önlenmesi
$(\delta_i)_{max}/h_i$	0.008	0.02	0.03

Doğrusal hesap yöntemlerinde sistem elemanlarına ait elastik sınırlar dikkate alınmaktadır. (Yapısal Onarım Güçlendirme Sempozyumu, 2006) Yapılardaki ilk plastik kesitin oluşumunu takip eden süreçte yapıda değişen dinamik karakteristikler göz önüne alınmamaktadır. Doğrusal olmayan hesap yöntemlerinde ise (Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi, Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi'dir.) yapıdaki elemanların elastik sınırların ötesindeki plastik davranışları da dikkate alınmaktadır. (AYDINALEV, 2000)

Genel anlamda artımsal itme analizi; deprem istem sınırına kadar monotonik olarak adım adım artırılan eşdeğer deprem yükleri, modal yerdeğiştirmeler veya modal yükler altında sistem elemanlarında oluşacak plastik kesitlerin analizinin yapılması olarak tanımlanabilir. (MSB İnş.Eml. ve NATO Enf.Bşk.lığı Deprem Araştırma Grubu Ders Notları, 2005)

Artımsal itme analizinin yapılabilmesi için öncelikle düşey yüklerin göz önüne alındığı doğrusal olmayan bir statik analiz yapılacaktır. Söz konusu analiz sonuçları artımsal itme analizi için başlangıç değerleri olarak kabul edilecektir.

Yeni deprem yönetmeliğine göre yapılacak artımsal itme analizlerinde, nihai sonuç olarak plastikleşen kesitlerde beton ve donatı çeliğine ait birim şekildeğiştirmelerin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Birim şekildeğiştirmelere ulaşabilmek için öncelikle plastik dönmelerin belirlenmesi gerekmektedir. Mafsallara ait plastik dönme değerleri SAP 2000 programı tarafından analiz sonucu olarak verilmektedir.

Plastik dönme istemlerinden plastik eğrilik istemi hesaplanabilmektedir. Eşdeğer akma eğriliği için ise kesit bazında analiz yapabilen yardımcı programların kullanılması faydalı olacaktır. Yapılan analizlerde Xtract v.3.7 yardımcı programı kullanılmıştır. Söz konusu yardımcı program ile; kesit üzerinde moment-eğrilik, gerilme-şekildeğiştirme ilişkileri tespit edilebilmektedi

Plastik şekildeğiştirmelerin meydana geldiği betonarme sünek taşıyıcı sistem elemanlarında, çeşitli kesit hasar sınırlarına göre izin verilen şekildeğiştirme üst sınırları (kapasiteleri) aşağıda tanımlanmıştır:

Kesit Minimum Hasar Sınırı (MN) için kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirmesi ile donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi üst sınırları:

$(\varepsilon cu)MN = 0.004$; $(\varepsilon st)MN = 0.010$

Kesit Güvenlik Sınırı (GV) için;

$(\varepsilon cu)GV = 0.004+0.0095(\rho s/\rho m) < 0.0135$; $(\varepsilon st)GV = 0.040$

Kesit Göçme Sınırı (GÇ) için;

$(\varepsilon cu)GÇ = 0.004+0.0013(\rho s/\rho m) < 0.018$; $(\varepsilon st)GV = 0.060$

Yapılan analizler sonucunda hasar bölgelerindeki sistem elemanlarının oranları doğrultusunda (DBYBHY 7.7) binanın deprem performansı belirlenebilmektedir. (CELEP Z., KUMBASAR N. 2004)

Sayısal Uygulama:



Şekil 2 Örnek Yapıya ait Perspektif Görünüş

Bu kapsamda örnek olarak analizi yapılan binaya yönelik dizayn bilgileri ise aşağıda sunulmuştur.

Beton Sınıfı ve Donatı :BS 20; S420
Sabit Yükler : G1= 687 kN. ; G2= 687 kN. ; G3= 485 kN.
Hareketli Yükler : Q = 2.00 kN/m2 ;Qçatı = 1.5kN/m2 ; E=2.85x10^7 kN/m2;
Kolon Boyutları: Zemin Kat: Tüm35X35 cm 6Ø14 ;1 nci Kat : Tüm30X30 cm4Ø14
2 nci Kat : A1,B2A2,C1,C2A3,B1,B330X30 cm25X30 cm30X25 cm4Ø14
Kiriş Boyutları : b = 25 cm ; h = 50 cm; As= 600

Bina Bilgileri :
Kat Sayısı : 3

Bodrum Kat Sayısı :--
Bina Önem Katsayısı : I=1.0 (Yönetmelik 7.4.2. gereği I=1.0)
Taşıyıcı Sistem : Yerinde Dökme Betonarme Çerçeveli Sistem.

Deprem Bilgileri:
Deprem Bölgesi :1
Etkin Yer İvme Katsayısı :A0 = 0.4
Yerel Zemin Sınıfı : Z3
Spektrum Karakteristik Periyotları : TA = 0.15 s ; TB =0.60 s
Hareketli Yük Katılım Katsayısı : n = 0.3
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı : R=1(Yönetmelik gereği Ra = 1)

Binanın analizinin yapılması aşamasında binanın bilgi düzeyinin "Kapsamlı Bilgi Düzeyinde" olduğu varsayılmış ve malzeme katsayısı olarak 1.00 kullanılmıştır.

Analizlerde 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem etkisi esas alınmaktadır. Ayrıca sistem elemanlarının, birleşim bölgelerinde sargılama koşullarını sağlamadığı varsayılmıştır.

Sistem elemanlarına ait hasar bölgeleri, sünek kırılma türü için yukarıda özetlenen doğrultuda çıkarılmıştır. Ayrıca düğüm noktalarında kesme güvenliği tahkiki yapılarak, kesme güvenliğinin sağlanamadığı düğüm noktalarına saplanan elemanlar Göçme Hasar Bölgesinde kabul edilmiştir.

Çizelge 4 Etki/Kapasite Oranları (Eşdeğer Deprem Yükü)

1 NCİ KAT KOLONLAR						
Eleman No	Mkap	Mdüşey	Martık	Mdep	Etki/Kap.	Hasar Bölgesi
S101	87.9	2.03	85.87	413.74	4.82	İleri Hasar Bölgesi
S102	87.3	2.17	85.13	488.63	5.74	İleri Hasar Bölgesi
S103	89.72	2.17	87.55	312.25	3.57	Belirgin Hasar Bölgesi
S104	87.9	2.51	85.39	550.63	6.45	Göçme Hasar Bölgesi
S105	88.51	0.26	88.25	557.87	6.32	Göçme Hasar Bölgesi
S106	80.04	2.17	77.87	497.31	6.39	Göçme Hasar Bölgesi
S107	87.3	2.51	84.79	483.21	5.70	İleri Hasar Bölgesi
S108	86.69	2.09	84.6	431.56	5.10	İleri Hasar Bölgesi

Yönetmelik gereği binada göreli kat ötelemelerinin de dikkate alınması gerekmektedir. X yönünde uygulanan deprem yükleri için göreli kat ötelemeleri tablosu aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 5 Yatay Yerdeğiştirme Oranları (Eşdeğer Deprem Yükü)

Kat No	Δ max	hi	Δ max/hi	Sınır Değerler DBYBHY 7.7.6		
1	0.044	3.6	0.012	0.008	0.02	0.03
2	0.037	3.1	0.012	Hemen	Can	Göçmenin
3	0.017	3.1	0.005	Kullanım	Güvenliği	Önlenmesi

Tabloların incelenmesi sonucunda 36 adet kiriş elemanından 14 adedinin (%38) belirgin hasar bölgesi veya ileri hasar bölgesinde olduğu belirlenmiştir. Yönetmelikte ise sınır değer %10 olarak belirlenmiştir. Binada göçme hasar bölgesinde olan bütün kolonların taşıdığı toplam kesme kuvveti oranı % 37 olarak belirlenmiştir. Yönetmelikte ise göçmenin önlenmesi için sınır değer %30 olarak belirlenmiştir. Daha önce kirişler ve yatay yer değiştirme ile ilgili bulunan veriler de dikkate alındığında DBYBHY 7.7.5 gereği bina GÖÇME durumundadır.

Söz konusu binanın Doğrusal Elastik Olmayan Yöntemlerle incelenmesi sonucunda bulunan hasar bölgeleri ise aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 6 Etki/Kapasite Oranları (Artımsal İtme Analizi)

Kolon No	εc	Hasar Bölgesi	εs	Hasar Bölgesi
1 NCİ KAT				
S101	0.0046	Göçme Hasar Bölgesi	0.027	Belirgin Hasar Bölgesi
S102	0.0048	Göçme Hasar Bölgesi	0.031	Belirgin Hasar Bölgesi
S103	0.0044	Göçme Hasar Bölgesi	0.023	Belirgin Hasar Bölgesi
S104	0.0046	Göçme Hasar Bölgesi	0.026	Belirgin Hasar Bölgesi
S105	0.0043	Göçme Hasar Bölgesi	0.019	Belirgin Hasar Bölgesi
S106	0.0042	Göçme Hasar Bölgesi	0.016	Belirgin Hasar Bölgesi
S107	0.0044	Göçme Hasar Bölgesi	0.023	Belirgin Hasar Bölgesi
S108	0.0042	Göçme Hasar Bölgesi	0.019	Belirgin Hasar Bölgesi

X yönünde uygulanan deprem yükleri için göreli kat ötelemeleri tablosu aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 7 Yatay Yerdeğiştirme Oranları (Artımsal İtme Analizi)

Kat No	Δ max	hi	Δ max/hi	Sınır Değerler DBYBHY 7.7.6		
1	0.078	3.6	0.022	0.008 Hemen Kullanım	0.02 Can Güvenliği	0.03 Göçmenin Önlenmesi
2	0.012	3.1	0.0039			
3	0.005	3.1	0.0017			

Tabloların incelenmesi sonucunda 36 adet kiriş elemanından 5 adedinin (%14) belirgin hasar bölgesi veya göçme bölgesinde olduğu belirlenmiştir. Yönetmelikte ise sınır değer %10 olarak belirlenmiştir. Binada göçme hasar bölgesinde olan bütün kolonların taşıdığı toplam kesme kuvveti oranı % 81 olarak belirlenmiştir. Daha önce kirişler ve yatay yer değiştirme ile ilgili bulunan veriler de dikkate alındığında 7.7.5 gereği bina GÖÇME durumundadır.

Sonuçlar:

Yapılan çalışma sonucunda çıkarılan sonuçlar aşağıda açıklanmıştır.

Mevcut binaların deprem performansının belirlenmesi için yapılacak faaliyetlerde saha çalışmasının önem arz ettiği belirlenmiştir. Yapılacak bütün analiz ve hesaplamalarda mevcut malzeme dayanımı dikkate alınacağından mevcut bir binanın etüt çalışmasının dikkatli ve titiz olarak yapılması gerekmektedir.

SAP 2000 programı ile yapılan analizlerde, program tarafından sistem elemanlarına ait etki/kapasite oranları otomatik olarak belirlenmektedir. Program tarafından belirlenen oranların, DBYBHY esasları doğrultusunda hesaplanan etki/kapasite oranları ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Deprem performansları çok düşük olan binalarda artımsal itme analizi sonuçları gerçekçi olmayabilmektedir. SAP 2000 programı ile yapılan itme analizinde, taşıma gücünü kaybederek mafsallaşan elemanlara ait yükler diğer sistem elemanlarına aktarılmakta ve binaya ait yüklemeler her mafsallaşma sonrası baştan tekrarlanmaktadır. Mafsallaşan eleman sayısının fazla olması artımsal itme analizinde iterasyon sayısının çok artmasına neden olmakta ve bu durumda elde edilen sonuçlar gerçekçi olmayabilmektedir.

Takviye yöntemine karar verme aşamasında ise artımsal itme analizi sonuçlarının dikkate alınması faydalı olacaktır. Kesit bazında beton ve donatıya ait birim şekildeğişmelerin tespit edilmesi ile kesitin göçme mekanizması da rahatça

anlaşılabilmektedir. Bu durum sistem elemanlarında ne tür bir güçlendirme yapılmasına karar verilmesi aşamasında faydalı olacaktır.

Doğrusal olmayan itme analizlerinde, donatı ve betona ait birim şekildeğiştirmelerin tespit edilmesi için SAP 2000 programı ile beraber kesit bazında analiz yapabilen yardımcı programların kullanılması faydalı olacaktır.

Aynı binanın deprem performansı farklı yöntemlerle belirlenebilmektedir. Ancak binanın deprem performansı, seçilen yönteme göre farklılık gösterebilmektedir. (İMO İzmir Şubesi, 1995)

Mevcut binalara etkiyen deprem yüklerinin hesaplanması için kullanılan denklemlerde Ra değeri 1 olarak kabul edilmektedir. Bu doğrultuda hesaplanan deprem yükleri, yeni dizayn edilen binalar için hesaplanan deprem yüklerine oranla daha yüksek olarak hesaplanmaktadır. Bu durum ise yeni inşa edilen bir binanın mevcut binaların değerlendirilmesi esasları dahilinde irdelenmesi sonucunda yetersiz olarak nitelenmesine sebep olabilecektir.

Kaynaklar

DBYBHY,2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik

Computers and Structures Berkeley CA, SAP 2000 Nonlinear v.9.2004

Charles Chadwell, Ph.D., Xtract Imbsen Software v.3.7 Cross-Sectional Analyses of Components 2004.

ERSOY U. 2004, Reinforced Concrete, Middle East Technical University, Ankara, 434s.

Yapısal Onarım Güçlendirme Sempozyumu, 2006, Sempozyum Bildiriler Kitabı, TÜBİTAK, Denizli, 511s.

AYDINALEV, F. 2000, Çok Katlı Yapıların Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre Analizi ve Yapı Düzensizliklerinin İrdelenmesi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Y.Lisans Tezi, Adana, 207s.

MSB İnş.Eml. ve NATO Enf.Bşk.lığı Deprem Araştırma Grubu Ders Notları, 2005, Ankara, 234s.

TS 500, 2000, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Ankara, 67s.

CELEP Z., KUMBASAR N. 2004, Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İstanbul

İMO İzmir Şubesi, 1995, Depremde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, İzmir, 134s.