

Kamu Yapılarında Beton Dayanımı ve Enine Donatının Performansa Etkisi

Hüseyin Bilgin, H.Baytan Özmen

Pamukkale Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye

Öz

Deprem sonrası muhtemel kullanımlar gözönüne alındığında kamu binaları (hastane, okul, telekomünikasyon, vb.), olası bir deprem felaketi sonrası ayakta kalması gereken yapılardır. Özellikle son on yılda ülkemizin yaşadığı depremler, birçok kamu hizmet binamızın bu gereksinimi sağlamaktan uzak olduğu, hatta içinde çalışan insanlara yeteri kadar can güvenliği sağlamakta zorlandığını göstermiştir. Son yıllarda kamu yapılarının deprem risklerinin gözden geçirilerek performanslarının artırılması için gerekli çalışmalarının yapılması yönünde çabalar başlamıştır. Bu çalışmada, özellikle ülkemiz kamu yapılarında en sık rastlanabilecek olumsuzluklardan olan düşük beton dayanımı ve etriye sıklığının yetersiz oluşunun yapı davranışına etkisi üzerinde durulmuştur. Bunun için seçilen iki bloklu tip bir hastane binasının 2 farklı beton sınıfı ve 2 farklı etriye aralığının kombinasyonları göz önüne alınarak doğrusal ötesi modellemesi yapılmıştır. Doğrusal ötesi statik itme analiz ve performansa dayalı yapı tasarımı yaklaşımı ile Afet Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğe eklenen yeni bölümde öngörülen kriterler kullanılarak, farklı beton sınıfları ve etriye aralıkları için performans değerlendirmesi yapılmış, projelerin zayıf noktaları üzerinde durulmuştur.

Anahtar sözcükler : Beton dayanımı, doğrusal ötesi statik analiz, performans esaslı yapı mühendisliği, sargılı beton davranışı, tip kamu yapıları.

Giriş

Ülkemizde son 15 yılda meydana gelen depremlerde oluşan ekonomik zarar ve can kayıpları, yapılarımızın mevcut durumlarının değerlendirilerek gerekli önlemlerin alınması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır (Bağcı ve diğ., 2003; Sezen ve diğ., 2003). Özellikle yaşanan son depremler göstermiştir ki; mevcut betonarme yapıların önemli bir bölümü 1998 yılında yürürlüğe giren Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-98) tarafından tanımlanan düzeyde deprem güvenliğine sahip değildir. ABYYHY-98 yılında değiştirilerek yüklerin artması ve betonarme binaların sünekliğini sağlayacak şartlar öngörmesine karşın, 1998 öncesi yapılan kamu binaları olası bir deprem durumunda, içinde bulunanlara yeteri kadar can güvenliği sağlamakta

zorlanmaktadır. Proje ile uygulama arasında beton kalitesi, donatı miktarı ve detaylandırılmasında farklılıklar bulunması bunun başlıca nedenleri arasındadır. Yapı deformasyon kapasitesini büyük ölçüde belirleyen bu parametreler özellikle gerekli yanal dayanımın çok altında dayanıma sahip mevcut binaların sismik performansı üzerinde önemli etkiye sahiptir.

Fonksiyonlar ve deprem sonrası muhtemel kullanımlar gözönüne alındığında kamu binaları (telekomünikasyon, hastane, okul, vb.), olası bir deprem felaketi sonrası ayakta kalması gereken yapılardır. Bu nedenle, bu tür yapıların öncelikli olarak ele alınması gerekmektedir. Kamu binalarının birçoğu tip projelerden oluşmaktadır. Bunun bir avantaj haline dönüştürülmesi için çok yaygın olarak kullanılan tip projeler üzerinde çalışmalar yapılarak proje eksiklikleri belirlenip, inceleme sırasında öncelik sınıflandırılmasına gidilebilir. Bu çalışmada, Bayındırlık ve İskan Bakanlığının hastane binalarında kullandığı tip projelerden 11276 tip nolu proje seçilerek, doğrusal ötesi modelleme teknikleri kullanılarak deprem davranışı açısından performansı değerlendirilmiştir. Seçilen tip proje, 1. derece deprem bölgesinde yaygın olarak kullanılan projeler arasındadır.

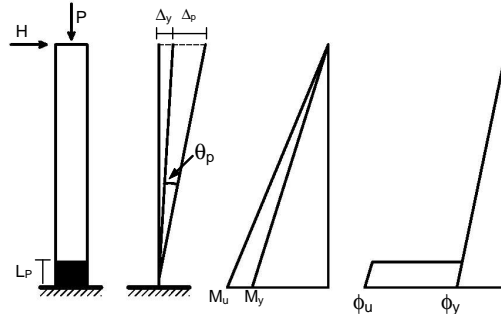
2005 yılı ortalarında taslak olarak gündeme gelen Afet Yönetmeliğine mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi için yeni bir bölüm eklenmiş (ABYYHY Taslak 1, 2005), daha sonraki ikinci çalışmada 7. bölüm olarak yayınlanmıştır; (ABYBY Final, 2006). Bu makaledeki çalışmanın eklenen yeni bölümde bahsedilen “Artımsal İtme Analizi” nin uygulama örneği olması nedeniyle yararlı olacağı düşünülmektedir. Taslak Yönetmelikten önce başlayan bu çalışmada kullanılan kriterler, Taslak Afet Yönetmeliğindeki kriterlerle oldukça benzerlik göstermektedir. Tip hastane binalarının deprem güvenliği, 2006 Afet Yönetmeliği’nde verilen deprem etkileri ve hedeflenecek performans düzeyleri esas alınarak irdelenmiştir.

Çalışmanın Amacı ve Kullanılan Yöntem

Çalışmanın amacı, kamu yapılarında yaygın kullanılan tip projeli binalardan 11276 no’lu iki bloklu bir tip hastane binasında uygulamada karşılaşılabilecek beton basınç dayanımları ve etriye sıklıkları dikkate alınarak doğrusal ötesi analizlerle performans değerlendirmesini yapmak, eksikleri belirleyip çözüm önerileri sunmaktır. Doğrusal ötesi davranış, uygulama ve araştırma çevrelerinde yaygın olarak kullanılan artımsal itme analizi ile ifade edilmiştir.

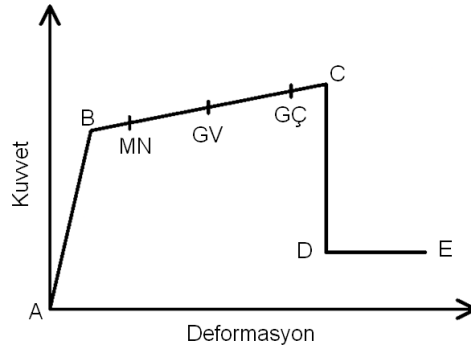
Yapıların doğrusal ötesi davranışı her bir elemanın doğrusal ötesi davranışının dikkate alınmasıyla elde edilmiştir. Elemanlara ait doğrusal ötesi davranış parametreleri, bu davranışın eleman uçlarında yoğunlaşacağı varsayımına dayanan *yığılı plastik davranış hipotezi*” kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 1). Bu hipotez uyarınca kiriş, kolon ve perde türü taşıyıcı sistem elemanlarındaki plastik şekil değiştirmelerin, iç kuvvetlerin kapasitelerine eriştiği sonlu uzunluktaki bölgeler boyunca düzgün yayılı biçimde meydana geleceği varsayılabilir. Eğilme davranışının hakim olmasından ötürü bu bölge *plastik mafsal boyu* (L_p) olarak adlandırılır. Yığılı plastik davranışı karakterize eden plastik mafsal, bu bölgenin tam ortasında noktasal bir eleman olarak idealleştirilebilir. Tipik bir elemanın doğrusal ötesi davranışı Şekil 2’de gösterilen kuvvet-deformasyon eğrisi ile ifade edilebilir (FEMA-356, 2000). Bir elemanın davranışının ifade edilebilmesi, eğri üzerindeki bazı noktaların (B, C, ve E gibi) belirlenmesi ile mümkün olur. Bunun için SAP2000’de kolay olması nedeniyle çoğunlukla tercih edilen otomatik

mafsal yerine, her bir eleman için oluşturulan kullanıcı tanımlı mafsallar tercih edilmiş ve plastik mafsal özellikleri; eleman boyutları, boyuna donatı ve sargı donatısı oranları kullanılarak sargılı beton davranışının dikkate alınmasıyla elde edilmiştir. Sargılı beton davranışının modellenmesi, Mander beton modeli ile yapılmıştır (Mander ve diğ., 1988). Eleman uçlarında eğilme, kesme ve eksenel yük ile ilgili mafsallar tanımlanmıştır. Özellikle etriye aralığının yeterli sıklıkta olmadığı yapılarda kesme hasarlarının oluşabileceği göz önünde bulundurulmuştur



Şekil 1. Yığılı plastik davranış hipotezi.

Artımsal itme analizi için oluşturulan modellerde FEMA-356 (2000) ve ATC-40 (1996) dokümanlarından faydalanılmıştır. Modelleme aşamasında SAP2000 yapısal analiz programı kullanılmıştır (CSI, 2002). Analizlerde ABYBHY 2006'da verilen şekilde çatlamış kesit rijitlikleri dikkate alınmıştır. Artımsal itme analizinde kullanılan yükleme şekli, toplanmış kat kütleleri ve dinamik analizden elde edilen mod şekliyle (x- ve y-yönlerinde) orantılı olarak kat hizalarında uygulanmıştır.



Şekil 2. Tipik bir eleman için doğrusal ötesi kuvvet-deformasyon ilişkisi.

Analizler sonucunda binalara ait kapasite eğrileri elde edilmiştir. Mevcut binaların deprem güvenliği, Afet Yönetmeliği'nde verilen deprem etkileri ve hedeflenen performans düzeyleri esas alınarak irdelenmiştir (ABYBHY Final, 2006). Binaların genel davranışı üzerinde durulmuş ve kat mekanizmaları, kesme kırılmaları gibi davranışların oluşup oluşmadığı kontrol edilmiştir.

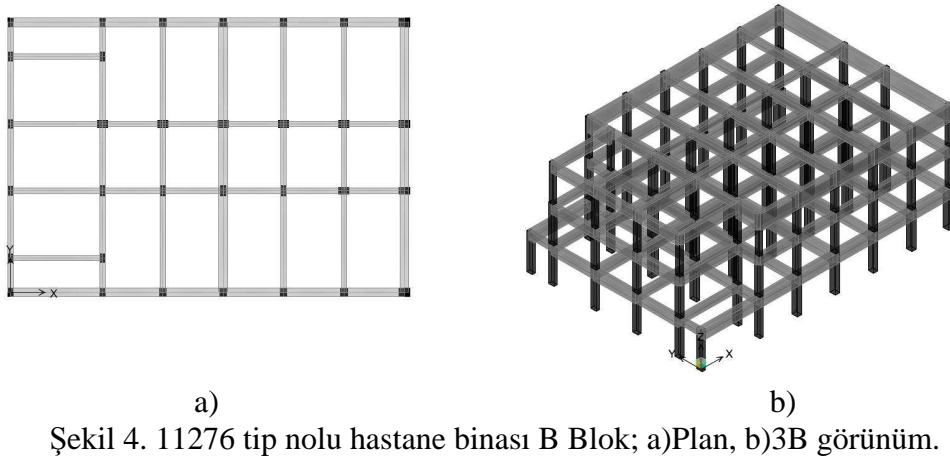
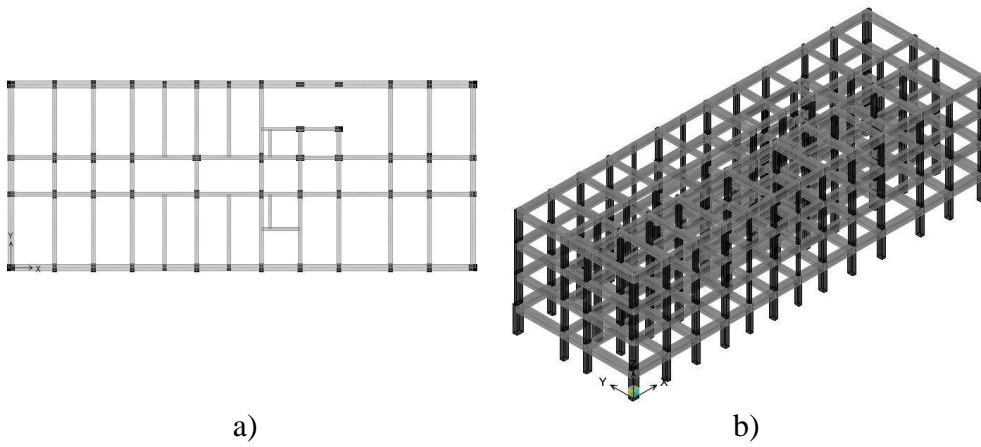
Taşıyıcı Sistem ve Malzeme Özellikleri

Çalışmada kullanılan 11276 tip nolu proje Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından birçok bölgede yaygın olarak uygulaması yapılmış iki bloklu bir devlet hastanesi binasıdır. A- ve B- blok olarak inşa edilen bina taşıyıcı sistemleri, her iki yönde de çerçevelerden oluşmaktadır. Çalışmada kullanılan tip projelere ait plan ve 3-Boyutlu görüntüler, Şekil 3 ve 4'te verilmiştir. Plan görünüşü üzerinde kolonlar koyu renk,

kirişler açık renk olarak gösterilmiştir. Her iki binaya ait geometri ve malzeme özellikleri ile dinamik analizden elde edilen tanımlayıcı özellikler Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Tip Projelere ait yapısal özellikler

Projelere Ait Özellikler	11276 A Blok	11276 B Blok
Kat adedi	4	3
Normal kat yüksekliği (m.)	3.2	3.2
Normal kat alanı (m ²)	560	350
Yapı ağırlığı (ton)	2944	1211
Beton sınıfı	BS10, BS16	BS10, BS16
Çelik sınıfı	S220	S220
X- yönü doğal titreşim periyodu (sn.)	0.55	0.43
Y- yönü doğal titreşim periyodu (sn.)	0.54	0.42



Denizli, Muğla ve Aydın illerinde bulunan 16 kamu binasına ait 34 bloğun genel yapı stokunda karşılaşılabilecek aralığı temsil ettiği düşünülmüştür. Binalar eğitim ve sağlık kurumlarından oluşmaktadır (Kaplan ve diğ, 2004-2005). Bu yapıların incelenmesi sonucunda bu çalışmada kullanılmak üzere beton sınıfı BS10 ve BS16, etriye aralıkları ise kolon ve kiriş uçlarında 15 ve 25 cm olarak belirlenmiştir.

Yapıların Analitik Modellemesinde Kullanılan Malzeme Modelleri ve Diğer tasarım Parametreleri

Yapıların uygulama projeleri Isparta Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü arşivlerinden tedarik edilmiştir. Sisteme etkiyen yüklerin tanımlanmasında TS 498 yük yönetmeği kullanılmıştır (1987). Bina ağırlıkları, döşeme kalınlıkları ve üzerlerine 10 cm kaplama kabulü yapılarak hesaplanmıştır.

Plastik mafsallık özellikleri, kesitte bulunan boyuna ve enine donatı miktarları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Kolon ve kiriş elemanlar için M-φ özelliklerinin hesabında Mander sargılı beton modeli kullanılmıştır (Mander ve diğ., 1988). S220 sınıfı için yaygın kullanılan ikinci derece parabolik σ-ε modeli esas alınmıştır. Pekleşmeli ikinci derece parabolik modelde pekleşmenin başladığı şekil değiştirme değeri 0.01 olarak dikkate alınmıştır. Plastik mafsallık boylarının hesabında (1) numaralı denklem kullanılmıştır (Priestley ve diğ.,1996);

$$L_p = 0.08 L_0 + 0.022 f_{sy} d_{bl} \geq 0.044 f_{sy} d_{bl} \text{ (MPa)} \quad (1)$$

L_p =plastik mafsallık boyu, L_0 = moment sıfır noktası-plastik mafsallık arası mesafe, f_{sy} =yanal donatı akma dayanımı, d_{bl} =boyuna donatı çapıdır.

Moment Mafsallarının Tanımlanması

SAP2000 programında mafsallar Şekil 2’de tanımlanan kuvvet-deformasyon eğrisi üzerinde idealleştirilen beş nokta ile tanımlanmaktadır. Bu çalışmada, kolon ve kirişler için; kesitin akma noktası olan “B” noktası, M-φ grafiğinin eğiminden, “C”, “D” ve “E” noktaları da beton basınç-şekil değiştirme ve çekme donatısındaki şekil değiştirme değeriyle tanımlanmıştır. Beton basınç deformasyonu (ϵ_{cu}) kriteri için, en üst çekirdek beton lifi şekil değiştirme değerinin hesaplanması için önerilen ve kabul görmüş (2) nolu formül kullanılmıştır (Priestley ve diğ., 1996). Ayrıca beton basınç şekil değiştirme değerinin “C” noktası için, 0.02 ve “E” noktası için de, 0.03 değerini aşmaması ek kriter olarak eklenmiştir. Kolon ve kiriş elemanlarda donatı çekme deformasyonları için iki değişik sınır dikkate alınmıştır. Kolon ve kirişlerde “C” noktasında en alt çekme donatısında maksimum şekil değiştirme kapasitesinin %50’sine ($0.5\epsilon_{cu}$) ulaşmasına izin verilmiştir (Priestley, 2000). Her iki eleman için de, herhangi bir donatının kopması ($\epsilon_s = \epsilon_{su}$) “E” noktası olarak kabul edilmiştir.

$$\epsilon_{cu} = 0.004 + \frac{1.4 \rho_s f_{yh} \epsilon_{su}}{f_{cc}} \quad (2)$$

ϵ_{cu} = Kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi, ρ_s = Donatı hacimsel oranı, f_{yh} = Çeliğin akma dayanımı, ϵ_{su} =Donatı birim şekil değiştirmesi, f_{cc} = Sargılı beton dayanımı.

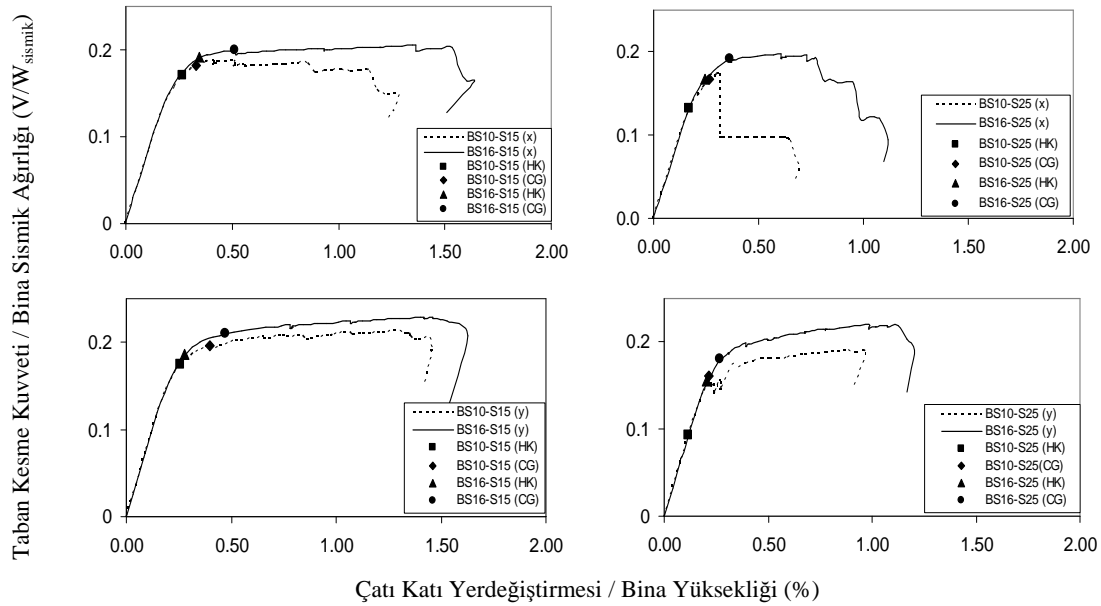
Deplasman kapasitesinin belirlenmesinde dolaylı olarak etkili olan moment taşıma kapasitesindeki ciddi düşüşler ek kriter olarak alınmıştır. “C” noktasının tanımlanmasında moment kriteri olarak, moment kapasitesindeki düşüş %30, “E” noktasında bu azalma %40 olarak sınırlandırılmıştır.

Moment mafsallarına ek olarak, kolon ve kirişlerde kesme mafsalları da tanımlanmıştır. Moment mafsallarından farklı olarak, kesme mafsallarında herhangi bir süneklik hesaplanmamış, elemanların kesme kapasitelerine ulaşır ulaşmaz göçme konumuna ulaştığı varsayılmıştır. Kesme kapasiteleri TS500’ e göre hesaplanmıştır (TS500, 2000).

Binaların deprem performanslarının değerlendirilmesi için gerekli olan yapı elemanlarının hasar sınırlarının tanımlanmasında Vision 2000 esas alınarak plastik deformasyon kapasitesinin yüzdesi olarak ifade edilmiştir (Vision2000, 1995). Plastik deformasyonun %10'u Minimum Hasar Sınırı (MN), %60'ı Güvenlik Sınırı (GV) ve %90'ı da Göçme Sınırı (GÇ) olarak ifade edilmiştir. Söz konusu sınırlar Şekil 2.'de gösterilen tipik eleman için doğrusal ötesi kuvvet-deplasman ilişkisi üzerinde işaretlenmiştir.

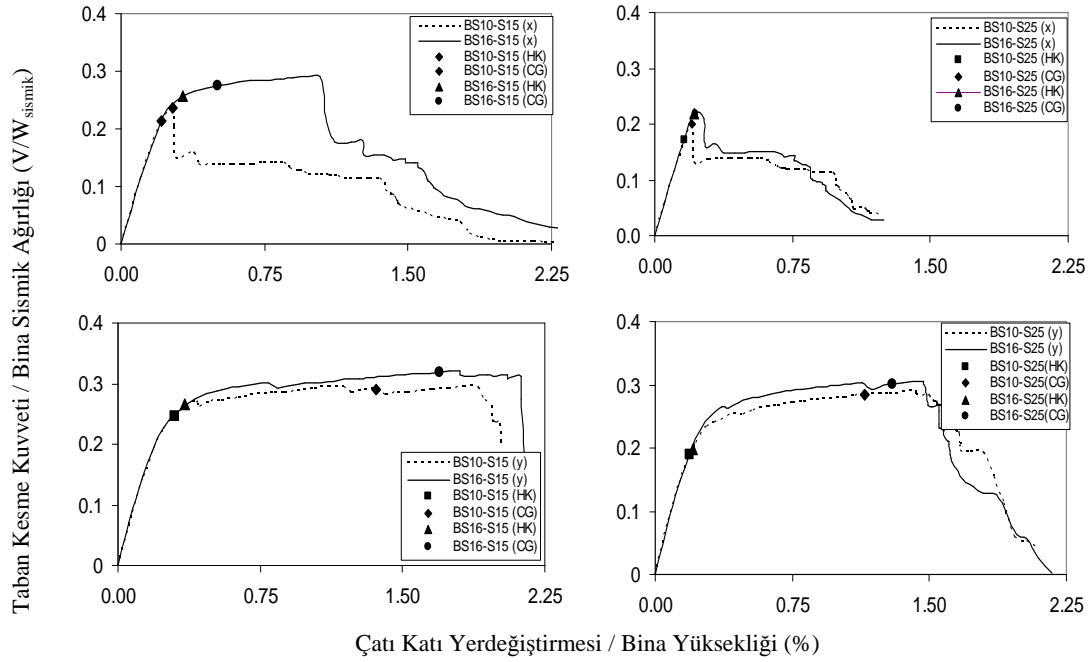
Bina Kapasite Eğrileri

Her iki yapıya ait farklı beton basınç dayanımları ve etriye aralıkları dikkate alınarak elde edilen kapasite eğrileri Şekil 5 ve Şekil 6'da verilmiştir. Şekillerde düşey ve yatay eksenin daha anlaşılır olması için taban kesme ve çatı katı yerdeğiştirmesi yerine, taban kesme kuvveti sismik ağırlık, çatı katı yerdeğiştirmesi de bina yüksekliği ile normalize edilmiştir. 2006 Afet Yönetmeliği'nde hastane binaları için iki performans düzeyi hedeflenmiştir. Her bir durum için "can güvenliği" (CG) ve "hemen kullanım" (HK) ABYBHY 2006 performans noktaları grafikler üzerine işaretlenmiştir.



Şekil 5. 11276 tip nolu hastane binası A Blok; değişik beton basınç dayanımları ve etriye aralıkları için x- ve y- doğrultusu kapasite eğrileri.

A blok için x- yönünde beton sınıfının kötü etriye aralığının da seyrek olduğu BS10-S25 durumunda ikinci kat kolonlarında kesme kırılmasına rastlanmakta ve yatay yük taşıma kapasitesinde büyük kayıp meydana gelmektedir. Dolayısıyla da deplasman kapasitesi bu durum için diğerlerine göre oldukça düşük seviyede kalmaktadır. Bu durum Şekil 5'teki grafikte açıkça görölmektedir. Kolonların uzun yönlerinin daha çok binanın kısa yönünde yerleştirilmesi ve ikinci kata geçişte kolon boyutlarında küçültme yapılması yapının x- yönündeki kapasiteleri üzerinde olumsuzluklara sebep olmaktadır. Bununla birlikte, y- yönünde BS10-S25 durumunda ikinci kat kolonlarında yumuşak kat olma durumu sözkonusudur. Aynı durum BS10-S15'te üçüncü kat kolonlarında oluşmaktadır.



Şekil 6. 11276 tip nolu hastane binası B Blok; değişik beton basınç dayanımları ve etriye aralıkları için x - ve y - doğrultusu kapasite eğrileri.

B blok da, kolonların uzun yönlerinin daha çok y - yönünde yerleştirilmesi binanın x - yönünün zayıf olmasına sebep olmuştur. Özellikle etriye aralığının ve beton dayanımının düşük olduğu durumlarda bu yönde kesme kırılmaları oluşmaktadır (Şekil 6.). Kolonların güçlü yönlerinin y - yönünde olması bu yöndeki dayanım ve deplasman kapasitesinin x -'e göre nispeten iyi olmasını sağlamıştır.

Tablo 2. Afet Yönetmeliği Bölüm 7.7'ye göre nihai deplasman değerleri ve oranları (%).

Blok No	Beton sınıfı etriye aralığı	X - yönü				Y - yönü			
		HK	Oran	CG	Oran	HK	Oran	CG	Oran
		$\Delta_{\text{çatı}}/H_{\text{bina}}$	%	$\Delta_{\text{çatı}}/H_{\text{bina}}$	%	$\Delta_{\text{çatı}}/H_{\text{bina}}$	%	$\Delta_{\text{çatı}}/H_{\text{bina}}$	%
A	BS10-S15	0.27	79	0.33	61	0.26	93	0.28	60
	BS10-S25	0.17	50	0.27	50	0.11	39	0.22	47
	BS16-S15	0.34	100	0.54	100	0.28	100	0.47	100
	BS16-S25	0.24	70	0.36	67	0.20	71	0.26	55
B	BS10-S15	0.21	64	0.27	54	0.30	86	1.36	80
	BS10-S25	0.16	48	0.20	40	0.19	54	1.14	67
	BS16-S15	0.33	100	0.50	100	0.35	100	1.70	100
	BS16-S25	0.22	67	0.22	44	0.21	60	1.30	76

Tablo 2'de Afet Yönetmeliği Bölüm 7.7'ye göre her iki bloğun *hemen kullanım ve can güvenliği* şartlarını sağladıkları nihai deplasman değerleri ve bu değerlerin en iyi durum olan BS16-S15'e oranları verilmiştir. Tabloda etriye aralığı ve beton sınıfının deplasman kapasitesi üzerindeki etkileri açıkça görülmektedir.

Tip Projelerin Yeni Afet Yönetmeliğine Göre Deprem Performansları

Artımsal itme analizi sonucu elde edilen kapasite eğrileri ile performans düzeylerine karşı gelen deprem talepleri kullanılarak yerdeğiştirme istemleri ABYYHY 2006'ya göre belirlenmiştir. Bunun için binaların gözönüne alınan yönlerdeki birinci mod

periyotlarının hakim periyot olduğu kabulü yapılmıştır. Elde edilen yerdeğiştirme istemleri Tablo 3’de özetlenmiştir.

İncelenen hastane binaları için *Hemen Kullanım* ve *Can Güvenliği* durumlarına karşılık gelen yerdeğiştirme istemlerindeki performans değerlendirmeleri Tablo 4’de özetlenmiştir. Tabloda görülen tip proje isimlerinde ilk kısım proje nosu, BS’li ifade beton sınıfını, S sonrası etriye aralığının (cm) ve son harf binanın incelenen yönünü ifade etmektedir. BH: Belirin Hasar Bölgesi, CG: Can güvenliği.

Tablo 3. Tip projeli binalara ait Hemen Kullanım (HK) ve Can Güvenliği (CG) durumları için yerdeğiştirme istemleri.

Tip Proje	Yön	W (ton)	Modal katkı çarpanı, PF_1	Etkin Kütle oranı, α_1	Performans Noktası, $\Delta_{catı} / H_{bina}$ (%)	
					HK	CG
11276 A Blok	X	2944	1.31	0.79	1.27	1.91
	Y	2944	1.33	0.78	1.28	1.92
11276 B Blok	X	1211	1.31	0.84	1.20	1.80
	Y	1211	1.32	0.85	1.18	1.76

Tablo 4. Hemen Kullanım (HK) ve Can Güvenliği (CG) durumu değerlendirmesi.

Tip Proje	Hemen Kullanım (HK)		Can Güvenliği (CG)	
	Uygunluk	Açıklamalar	Uygunluk	Açıklamalar
(A)-BS10 S25-X	Değil	Kirişlerin %10’dan fazlası BH’yi geçiyor.	Değil	Deplasman talebine ulaşılamamıştır.
(A)-BS16 S25-X	Değil	Kirişlerin %10’dan fazlası BH’yi geçiyor.	Değil	Deplasman talebine ulaşılamamıştır.
(A)-BS10 S15-X	Değil	Kirişlerin %10’dan fazlası BH’yi geçiyor.	Değil	Deplasman talebine ulaşılamamıştır.
(A)-BS16 S15-X	Değil	Kirişlerin %10’dan fazlası BH’yi geçiyor.	Değil	Deplasman talebine ulaşılamamıştır.
(A)-BS10 S25-Y	Değil	Kirişlerin %10’dan fazlası BH’yi geçiyor.	Değil	Deplasman talebine ulaşılamamıştır.
(A)-BS16 S25-Y	Değil	Kirişlerin %10’dan fazlası BH’yi geçiyor.	Değil	Deplasman talebine ulaşılamamıştır.
(A)-BS10 S15-Y	Değil	Kirişlerin %10’dan fazlası BH’yi geçiyor.	Değil	Deplasman talebine ulaşılamamıştır.
(A)-BS16 S15-Y	Değil	Kirişlerin %10’dan fazlası BH’yi geçiyor.	Değil	Deplasman talebine ulaşılamamıştır.
(B)-BS10 S25-X	Değil	Kirişlerin %10’dan fazlası BH’yi geçiyor.	Değil	Deplasman talebine ulaşılamamıştır.
(B)-BS16 S25-X	Değil	Kirişlerin %10’dan fazlası BH’yi geçiyor.	Değil	Deplasman talebine ulaşılamamıştır.
(B)-BS10 S15-X	Değil	Kirişlerin %10’dan fazlası BH’yi geçiyor.	Değil	Tüm 2.kat kolonları göçüyor.
(B)-BS16 S15-X	Değil	5 adet orta aks kolonu göçüyor.	Değil	23 adet 2.kat kolonu göçme bölgesinde.
(B)-BS10 S25-Y	Değil	4 adet kiriş göçme bölgesindedir.	Değil	24 adet kolon göçme bölgesindedir.
(B)-BS16 S25-Y	Değil	2 adet kiriş göçme bölgesindedir.	Değil	Tüm 2.kat kolonları göçüyor.
(B)-BS10 S15-Y	Değil	2 adet kiriş göçme bölgesindedir.	Değil	5 kolon, 5 adet kiriş göçme bölgesinde.
(B)-BS16 S15-Y	Değil	1 adet kiriş göçme bölgesindedir.	Değil	Alt ve üst kesiti minimum sınır aşmış kolonların taban kesmesi o kattaükilerin %30’unu aşıyor.

Tablodan 4’ten de görüleceği üzere; her iki yapı da hiçbir durumda Afet yönetmeliğine eklenen yeni bölüm performans kriterlerini sağlayamamaktadır. Özellikle A blok modellerinde her iki yönde de ciddi yetersizlikler mevcuttur. İki bloğun da her iki yönde çerçevesel taşıyıcı sisteme sahip olması ve yatay dayanımının düşük olması nedeniyle yetersiz eleman sayısı oldukça fazladır.

İncelenen binalar projede öngörülen beton sınıfı (BS16) ve etriye aralığına (15 cm.) uygun olarak inşaa edilse dahi, 2005 Taslak Afet Yönetmeliği’nde öngörülen performans düzeylerini sağlamamaktadır. Bu, 1975 Afet Yönetmeliği’ne göre tasarlanan binalar için zaten beklenen bir durumdur. Eleman deformasyon kapasitesi üzerinde büyük etkiye sahip etriye aralığının, 15 cm gibi büyük bir değerde olması ve eski yönetmeliğin daha düşük bir yatay dayanım öngörmesi bunun önemli nedenlerindedir.

Genel Sonuçlar

Mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi ile ilgili çalışmalara katkıda bulunmak amacıyla Bayındırlık ve İşkan Bakanlığının 1. derece deprem bölgelerinde yaygın olarak kullandığı 11276 nolu tip projeler incelenmiştir. Bu projelerin incelenmesinde (ABYBHY) 2006 Final versiyonuna eklenen ‘‘Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi’’ bölümünde yer alan doğrusal ötesi statik analiz yöntemleri ve deprem performansının belirlenmesi ilkeleri kullanılmıştır. Yönetmelikte ngrlen performans düzeylerinin sağlanıp sağlanmadığı ve binaların zayıf noktaları ile ilgili bulgular aşağıda özetlenmiştir.

1. Pamukkale Üniversitesi İnaşat Mühendisliği Bölümünde Aydın, Denizli ve Muğla illerinde incelenen 16 kamu binasına ait toplam 34 bloğun karot ve test çekici okumaları esas alınarak, %90 güvenli yönde kalmak için Student-t dağılımı kullanılarak hesaplanan beton basıncı dayanımının yaklaşık olarak BS10 sınıfı betonu temsil ettiği tespit edilmiştir. İncelenen kamu yapılarında açılan elemanlarda gözlenen etriye aralıklarının genel olarak 15 cm ile 25 cm arasında değiştiği zaman zaman 25 cm değerinin aşıldığı gözlenmiştir.
2. Özellikle yanal donatı miktarının az olduğu ve/veya beton basıncı dayanımının düşük olduğu yapılarda kesme kırılmasının kritik olabileceği ve bu nedenle hesaba katılması gerektiği belirlenmiştir.
3. Katlar arası kolon boyutlarının çok farklı olması ara kat mekanizması oluşturabilmektedir. Ara kat mekanizması oluşmasının dayanım ve deplasman kapasiteleri üzerinde olumsuz etkileri vardır. (şekil 5 ve 6.).
4. Beton sınıfının ve etriye aralığının deplasman kapasitesi üzerinde oldukça ciddi etkisi vardır. Beton basıncı dayanımının azalması veya etriye miktarının düşmesi deplasman kapasitesini %60’a varan oranda azaltabilmektedir. (Tablo 2)
5. ABYYHY 75’e göre yapılan binalarda öngörülen düşük yatay dayanım nedeniyle büyük deplasman istemleri ile karşılaşılmaktadır. Bu yapılar özellikle etriye aralığının yetersiz olduğu durumlarda öngörülen güvenlik seviyelerini karşılamaktan oldukça uzaktır (Tablo 3 ve Tablo 4).
6. Kamu yapılarının özelliklerine bakıldığında genellikle dikdörtgen şeklinde olup tüm veya çoğu kolonun uzun boyutunun yapının kısa yönünde olduğu dikkat çekmektedir. Bu duruma sadece bu çalışmadaki tip projelerde değil, Pamukkale niversitesi tarafından incelenen diğer birçok kamu yapısında da rastlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda bu uygulamanın oldukça yanlış olduğu belirlenmiştir. Bu şekilde yapılan binaların uzun ynelerine gelen yatay yükler altında kolonların kısa tarafı çalışmaktadır. Bu yönde düşük moment kapasitesine sahip kolonlar kirişlerden önce akarak zayıf kolon-kuvvetli kiriş mekanizmasında yol açmaktadır. Bu sebeple yapıların uzun yöndeki süneklik değerleri düşük olmaktadır.

Sonuç olarak;

- Kolonların uzun boyutunun kısa yönde yerleştirilmesi sonucu binanın uzun yönündeki süneklik değerleri düşmektedir. Ayrıca zayıf kolon-kuvvetli kiriş mekanizmasına sebep olan bu durumu önlemek için kolonların iki yönde de dengeli biçimde dağıtılması,
- Ara kat mekanizmalarını tetikleyen ani kolon boyutu değişikliklerinden kaçınılması ve okul binalarının az katlı olması nedeniyle kolon boyutlarının ktlmemesi,
- Büyük rijitlik ve dayanımları nedeniyle deplasman istemlerini azaltarak çeşitli

süneklik kusurlarının etkilerini düşüren perde duvarların kamu yapılarında her iki yönde yeterli seviyede kullanılması önerilmektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular incelenen tip projelerin Taslak Yönetmelik performans düzeylerini karşılayabilir hale getirilmesi için yapılacak güçlendirme çalışmalarında kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998 (ABYYHY-1998).
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-Taslak 1, 2005 (ABYYHY-2005 Taslak-1).
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik Final, 2006 (ABYYHY-2006 Final).
- ATC-40, 1996. Applied Technology Council, “Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings”, Vol 1. Washington, DC.
- CSI, SAP2000 V-8, 2002. Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures Basic Analysis Reference Manual, Computers and Structures, Inc., Berkeley, California, USA.
- FEMA-356, 2000. Prestandart and Comentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings, prepared by American Society of Civil Engineers for the Federal Emergency, Washington, D.C.USA.
- Bağcı, G., Yatman, A., Özdemir, S., Altın, N., 2003. Destructive Earthquakes in Turkey, <http://www.deprem.gov.tr/reports.html>
- Kaplan H. ve diğ. Aydın, Denizli ve Muğla illerinde bulunan kamu binalarına ait Depremsellik İnceleme Raporları, Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Denizli, 2004-2005.
- Sezen, H., Whittaker, A., Elwood. K. J., Mosalam. K. M., 2003. Performance of Reinforced Concrete Building During the August 17 1999 Kocaeli, Turkey Earthquake, and Seismic Design and Construction Practice in Turkey, Engineering Structures; Vol. 25, pp.103-114.
- Mander, J.B., Priestley, M.J.N, Park, R., 1988. Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete, ASCE Journal of Structural Engineering, Vol. 114, pp.1804-1826.
- Priestley M.J.N, Seible F, Calvi G.M.S. Seismic Design and Retrofit of Bridges, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1996.
- Priestley, M. J. N., 2000 Performance Based Seismic Design. Proceedings. 12 th World Conference on Earthquake. Engineering, New Zealand, Paper No: 2831.
- TS 498, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1987.
- TS-500, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.
- Vision 2000, Soulages, J., ed. Performance Based Seismic Engineering of Buildings. Sacramento, CA, 2 vols, April 3, 1995.