

1975 Yönetmeliğine Göre Yapılmış Yapıların Türkiye 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Performans Değerlendirmesi

*Özge Şahin, Hüseyin KASAP

Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü Sakarya Üniversitesi, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada, 1975 Deprem Yönetmeliği'ne göre inşa edilmiş, Adapazarı'nda bulunan ve 1999 Marmara Depremi'de göçmüş bir yapı incelenmiştir. İnceleme kapsamında yapının Türkiye Deprem Yönetmeliği 2007 Yedinci Bölüm'de yer alan Doğrusal Elastik Performans Değerlendirme Yöntemi'ne göre deprem performansı belirlenmiştir. Performans değerlendirmesi aşamasında bina için farklı bilgi düzeyi katsayıları dikkate alınmış ve elde edilen sonuçlar birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Yapı mevcut özellikleri(malzeme, kesit geometrisi ve donatısı) kullanılarak modellenmiş ve 2007 Türk Deprem Yönetmeliği'ne göre performans seviyesi belirlenmiştir. Yapının modellenmesi ve analiz uygulamaları bilgisayar paket programı İdecad 5 Enterprise 5.510 versiyonu kullanılarak yapılmıştır. Performans değerlendirmesinde, doğrusal elastik analiz yöntemlerinden Mod Birleştirme Yöntemi kullanılmıştır. Analiz sonucunda bilgi düzeyi katsayılarının değişiminin performans seviyelerini etkilemediği gözlenmiş olup yöntemin kendi içinde benzer sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler:Doğrusal Elastik Yöntem, Bilgi Düzeyi Katsayıları, Performans Değerlendirmesi

ABSTRACT

In this study, the structure was examined which was built to the 1975 Seismic Code of Turkey. This structure is in Adapazarı and collapsed down in 1999 Marmara Earthquake. Under the investigation, the structure's performance is determined by the Linear Elastic Performance Evaluation Method in 2007 Seismic Code of Turkey. Knowledge of different coefficients for building performance assessment phase considered and the results obtained were compared with each other.

Structure's available features (material, cross-sectional geometry and reinforcement) using modeled and determined performance level according to the 2007 Seismic Code of Turkey. Modeling the structure and analysis applications software packages are made using İdecad 5 Enterprise 5.510 version. In the performance evaluation, the Mode Superposition Method which is Linear Elastic Analysis Method is used. Analysis of results was observed at the level of the exchange of information does not affect the performance level of the coefficient and method gave similar results were observed in itself.

Key Words:Linear Elastic Method, Knowledge Level Coefficients, Performance Evaluation

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address: ozgesahin@sakarya.edu.tr, Phone: +902642955624

1. Giriş

Performans değerlendirmesi, öncelikle mevcut yapıların deprem performansının belirlenmesiyle amacıyla geliştirilmiştir. Ancak, daha sonra yeni yapılacak yapıların tasarımında da kullanılması söz konusu olmuştur [1]. Meydana gelen depremler, yapılarda oluşan hasarları ve hasarların oluşturduğu ekonomik kayıpları ciddi boyutlara taşımış, bu durum yapılarda hasar kontrolünün önemini arttırmıştır.

Deprem mühendisliğinde performansa dayalı değerlendirme, deprem etkisi altında yapıda beklenen performans seviyesinin ortaya çıkması için kullanılacak yöntemleri verir. Performans seviyesi, depremden sonra yapıda meydana gelecek hasar seviyesi ile ölçülür. Deprem yönetmeliğinde tanımlanan sınır durumlar ile bina için performans seviyesi tanımlanır. Performansa dayalı değerlendirmede belirli bir deprem etkisinde binada birden fazla performans seviyesinin incelenmesi söz konusu olabilir [2].

Yapı sistemlerinin deprem performanslarının belirlenmesinde doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemler kullanılmaktadır. Doğrusal olan yöntemde taşıyıcı sistem çözümü doğrusal ise de, sistemin elastik ötesi davranışı $r = \text{etki} / \text{kapasite katsayısı}$ ile göz önüne alınmaktadır. Çözümün doğrusal olması büyük bir kolaylık getirmekte ve mevcut bilgisayar çözümleme programlarının kullanılmasını mümkün kılmaktadır [3].

Bu çalışmada, 17 Ağustos 1999 Marmara Depremi'nde göçmüş bir yapı üzerinde performans analizi yapılmıştır. İncelenen yapının seçiminde yapı kalitesinin iyi olması ve mühendislik görmüş olmasına dikkat edilmiştir. Tasarım yer hareketi kullanılarak, Türk Deprem Yönetmeliği 7. Bölümüne göre hasar değerlendirilmesi İDECAD programı kullanılarak yapılmıştır. Hasar değerlendirmesi yapılırken DBYBHY'nin 7. Bölümünde yer alan Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri'nden "Mod Birleştirme Yöntemi" kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda, kullanılan yöntemin farklı bilgi düzeyi katsayıları ile verdiği sonuçların gerçek davranışla uyumu, bilgi düzeyi katsayılarının performans seviyesine etkileri konusunda elde edilen sonuçlar paylaşılmıştır.

2. Yöntem

Doğrusal elastik yöntemlerde; yapı davranışı doğrusal olarak kabul edilir. Yapının elastik kapasitesini ve ilk akmanın nerede olacağını iyi bir şekilde göstermesine karşın mekanizma durumlarının ve akma sırasında kuvvet durumunu tahmin edemez. Bulunacak etkiler binanın doğrusal elastik davranması durumunda oldukça gerçekçi kabul edilir. Ancak, taşıyıcı sistemde akma durumunda iç kuvvetler daha düşük ortaya çıkar. Aradaki fark davranış değiştirme katsayısı ile giderilir.

Yapının tamamen elastik davrandığı kabul edilir ve sistem tamamen elastik olarak çözülür. Ardından eleman bazında kapasiteler hesaplanır. Son olarak eşlenik deplasman kuralına benzer şekilde kapasite oranları elde edilir. Bu kapasite oranları ilgili kesitlere ait kapasite sınır oranları ile kıyaslanarak elemanın hasar durumu hakkında fikir edinilmiş olur.

Binadan bilgi toplanması kapsamında yapılacak işlemler, yapısal sistemin tanımlanması, temel sisteminin ve zemin özelliklerinin belirlenmesi, varsa mevcut hasarın belirlenmesi, sahada derlenen tüm bu bilgilerin binanın varsa projesine uygunluğunun kontrolüdür [4]. Bina bilgi düzeyleri sırayla sınırlı, orta, kapsamlı olarak sınıflandırılmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1.Binalar için bilgi düzeyi katsayıları

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0.70
Orta	0.90
Kapsamlı	1.00

2.1. Hemen kullanım (hasarsızlık) performans seviyesi (HK)

Uygulanan deprem etkisi altında yapısal elemanlarda oluşan hasar minimum düzeydedir. Elemanlar rijitlik ve dayanım özelliklerini korumaktadırlar. Yapıda kalıcı ötelenmeler oluşmamıştır. Az sayıda elemanda akma sınırı aşılmış olabilir. Yapısal olmayan elemanlarda çatlamlar görülebilir, ancak bunlar onarılabilir düzeydedir. Varsa gevrek elemanların sünek duruma getirilmesi şartı ile bu durumdaki bina hemen kullanım durumunda kabul edilir [5].

2.2. Can güvenliği (orta hasar durumu) performans seviyesi (CG)

Uygulanan deprem etkisi altında yapısal elemanların bir kısmında hasar görülür. Ancak bu elemanlar yatay rijitliklerinin ve dayanımlarının önemli bölümünü korumaktadır. Düşey elemanlar düşey yüklerin taşınması için yeterlidir. Yapısal olmayan elemanlar hasarlı olmakla birlikte dolgu duvarlar yıkılmamıştır. Yapıda az miktarda kalıcı dönmeler oluşabilir. Ancak gözle fark edilebilir düzeyde değildir [6].

Herhangi bir katta uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %20'si ve kolonların bir kısmı ileri hasar bölgesine geçebilir. Ancak ileri hasar bölgesindeki kolonların, her bir katta kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır. Diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesi veya belirgin hasar bölgesindedir. Bu durumda bina can güvenliği durumunda kabul edilir. Can güvenliği durumunun kabul edilebilmesi için herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden minimum hasar sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir. En üst katta ileri hasar bölgesindeki düşey elemanların kesme kuvvetinin toplamının, o kattaki tüm kolonların kesme kuvvetinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir. Binanın güçlendirilmesine, güvenlik sınırını aşan elemanların sayısına ve yapı içerisindeki dağılıma göre karar verilir [5].

Hasar durumu kirişlerde oran olarak verilirken, kolonlarda kolon kesme kuvvetine bağlı olarak verilmesi, önemli ve daha çok önemli kolonların ayrılabilmesi bakımından dikkat çekicidir. En üst katın, taşıyıcı sistem kararlılığındaki daha az etkili duruma da dile getirildiği görülmektedir.

Ayrıca kolonun iki ucunun da hasar bölgesine erişmesi anlamlı bir durum olarak kabul edilmektedir. Benzer güçlü kolon kavramının olumlu yanının ortaya çıkarıldığı görülmektedir [7].

2.3. Göçmenin önlendiği (ağır hasar durumu) performans seviyesi (GÖ)

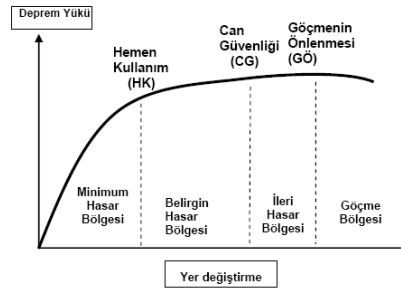
Uygulanan deprem etkisi altında yapısal elemanların önemli kısmında hasar görülür. Bu elemanların bazıları yatay rijitliklerinin ve dayanımlarının önemli bölümünü yitirmişlerdir. Düşey elemanlar düşey yükleri taşımak için yeterlidir. Ancak bazıları eksenel kapasitelerine ulaşmıştır. Yapısal olmayan elemanlar hasarlıdır, dolgu duvarların bir bölümü yıkılmıştır. Yapıda kalıcı ötelenmeler oluşmuştur [6].

Herhangi bir katta uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %20'si ve kolonların bir kısmı göçme bölgesine geçebilir. Ancak göçme bölgesindeki kolonların, kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır ve bu elemanların durumu, yapının kararlılığını bozmamalıdır. Diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesi, belirgin hasar bölgesi veya ileri hasar bölgesindedir. Bu durumda bina Göçmenin Önlenmesi Durumunda kabul edilir. Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır ve güçlendirilmesi gereklidir [5].

Sünek elemanlar için çeşitli hasar durumları tanımlanırken gevrek elemanların taşıma güçlerine eriştikten sonra doğrudan göçme durumuna geldiği kabul edilmektedir. Burada da hasar durumu kırışlarda oran olarak verilirken, kolonlarda kolon kesme kuvvetine bağlı olarak verilmektedir. Ayrıca kolonun iki ucunun da hasar bölgesine erişmesi olumsuz ve güçlü kolon kavramı olumlu bir durum olarak kabul edilmektedir [7].

2.4. Göçme durumu (collapse)

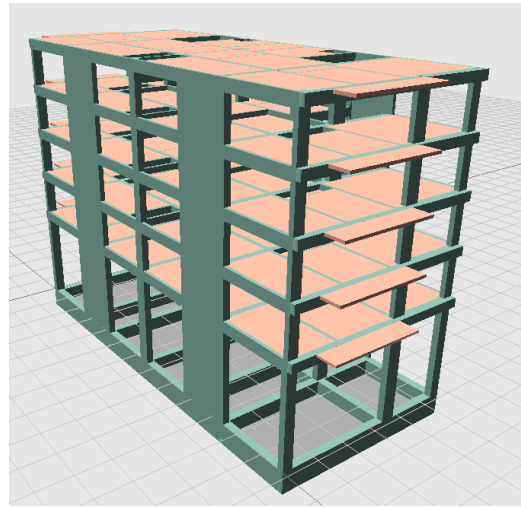
Yapı uygulanan deprem etkisi altında göçme durumuna ulaşır. Düşey elemanların bir bölümü göçmüştür. Göçmeyen elemanlar düşey yükleri taşıyabilmektedir, fakat rijitlikleri ve dayanımları çok azalmıştır. Yapısal olmayan elemanların büyük çoğunluğu göçmüştür. Yapıda belirgin kalıcı ötelenmeler oluşmuştur. Yapı tamamen göçmüştür veya yıkılmanın eşiğindedir ve daha sonra meydana gelecek hafif şiddette bir yer hareketi altında bile yıkılma olasılığı yüksektir [6]. Bina performans düzeyleri ve hasar bölgeleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Bina performans düzeyleri ve hasar bölgeleri

3. Sayısal Çalışma

1975 Deprem Yönetmeliği'ne göre inşa edilmiş olan bodrum + 4 katlı betonarme konut binası normal sünekliğe sahip çerçeve sistemi olarak tasarlanmıştır (Şekil 2). Zemin kat 5.75 m, normal kat yüksekliği ise 2.75 m'dir. Kolon ve kiriş boyutları Tablo 2. ve Tablo 3.'de verilmiştir. Tasarımda kullanılan beton ve çelik karakteristik dayanımları sırasıyla 16 Mpa ve 220 Mpa'dır. Birinci derece deprem bölgesinde ve Z4 sınıfı zemin üzerinde bulunan bina 2007 Deprem Yönetmeliği Yedinci Bölüm'e göre deprem performansı değerlendirilmiştir. Değerlendirmede Doğrusal Elastik Mod Birleştirme Yöntemi; sınırlı, orta bilgi ve kapsamlı bilgi düzeyleri için kullanılmıştır.



Şekil 2. Yapı 3D Görünüşü

Yapıda burulma düzensizliği vardır. Burulma düzensizliği olan yapılarda Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile doğrusal elastik hesap yapılamadığı için bu binada, Mod Birleştirme Yöntemi ile doğrusal elastik analiz yapılmıştır.

Tablo 2. Kiriş Kesit ve Donatı Özellikleri

Kirişler İçin Kesit Ve Donatı Tablosu					
Kat Bilgisi	Eleman Kesiti		Mevcut Mesnet Donatısı		
			Boyuna Donatı		Enine Donatı
	b(m)	h(m)	Üst Donatı	Alt Donatı	
Zemin Kat	0.20	0.60	2Φ12 + 2Φ14	2Φ14	Φ8/25-12
Asma Kat	0.20	0.60	2Φ12 + 2Φ12	2Φ12	Φ8/25-12
1.Kat	0.20	0.60	2Φ12 + 2Φ14	2Φ14	Φ8/25-12
2.Kat	0.20	0.60	2Φ12 + 2Φ14	2Φ14	Φ8/25-12
3.Kat	0.20	0.60	2Φ12 + 2Φ14	2Φ14	Φ8/25-12
4.Kat	0.20	0.60	2Φ12 + 2Φ14	2Φ14	Φ8/25-12

Tablo 3. Kolon Kesit ve Donatı Özellikleri

Kolonlar İçin Kesit Ve Donatı Tablosu				
Kat Bilgisi	Eleman Kesiti		Mevcut Donatı	
	$b_x(m)$	$b_y(m)$	Boyuna Donatı	Enine Donatı
Zemin Kat	0.40	0.60	8 Φ 20	Φ 8/20-9
Asma Kat	0.40	0.60	6 Φ 20	Φ 8/20-9
1.Kat	0.30	0.60	8 Φ 18	Φ 8/12-7
2.Kat	0.30	0.60	8 Φ 18	Φ 8/15-7
3.Kat	0.30	0.60	8 Φ 18	Φ 8/15-7
4.Kat	0.30	0.60	8 Φ 16	Φ 8/15-7

4. Sonuçlar

Çalışmada, doğrusal elastik hesap yöntemlerinden Mod Birleştirme Yöntemi ile sınırlı bilgi, orta bilgi ve kapsamlı bilgi düzeyleri için analiz yapılmış, mevcut malzeme özellikleri ve donatısı ile 2007 Türk Deprem Yönetmeliği'ne göre, yapının +E(x), -E(x), + E(y), -E(y) yönleri için r talepleri hesaplanmış ve yönetmelikteki $r_{sınırlı}$ değerleriyle karşılaştırılarak hasar durumuna karar verilmiştir.

Tablo 4. Yapıya ait bir kirişin farklı bilgi düzeyi katsayılarına göre etki/kapasite oranları

KİRİŞ	Uç	M_E	M_A	Sargılama	Bilgi Düzeyi	V_e	V_r	V/bdf_{ctm}	$r=M_E/M_A$	Hasar Yeri	Hasar
K401	i	45,49	3,85	Var	Sınırlı	6,12	13,1	0,36	11,81	ALT	GÇ
Göçme	j	61,95	8,14	Var	(0.70)	6,08	13,1	0,36	7,61	ÜST	GV
K401	i	45,81	4,42	Var	Orta	6,67	14,61	0,4	10,37	ALT	GÇ
Göçme	j	62,62	10,34	Var	(0.90)	6,63	14,61	0,39	6,04	ÜST	MN
K401	i	45,96	4,8	Var	Kapsamlı	7,03	15,62	0,42	9,58	ALT	GV
İleri	j	62,62	11,8	Var	(1.00)	6,99	15,62	0,42	5,31	ÜST	MN

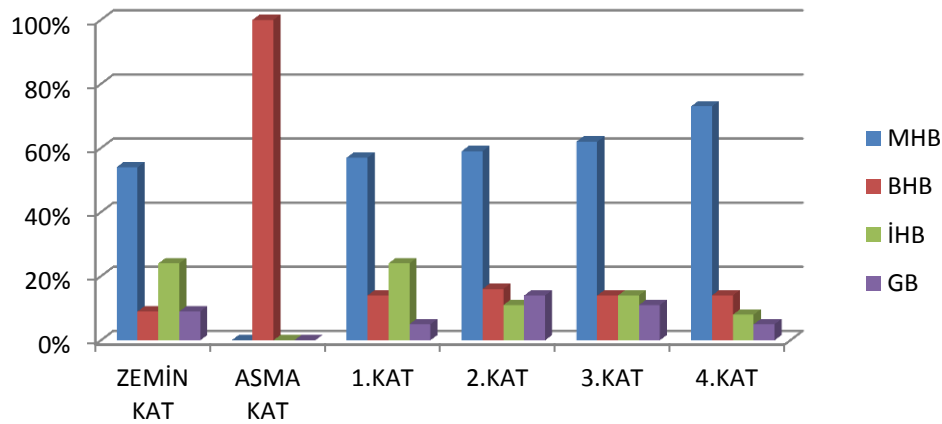
Tablo 5. Yapıya ait bir kolonun farklı bilgi düzeyi katsayılarına göre etki/kapasite oranları

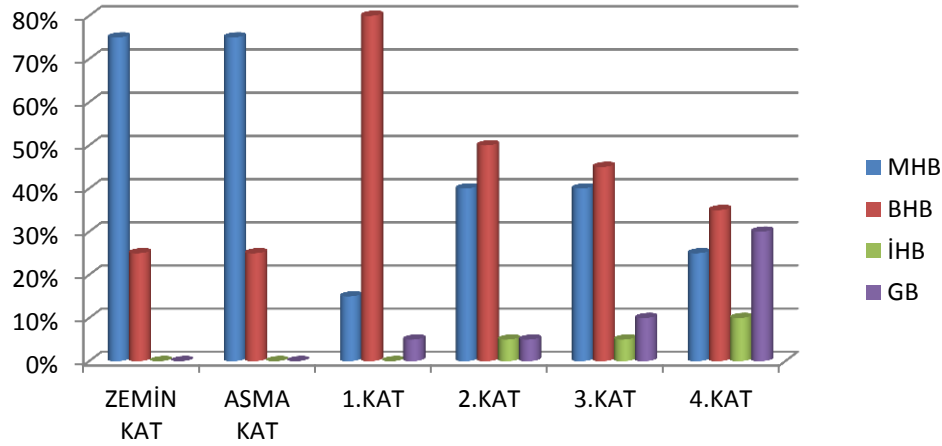
KOLON	Uç	M_E	M_A	Sargılama	Bilgi Düzeyi	V_e	V_r	$N_k/A_{c_{cm}}$	V/bdf_{cm}	$r=M_E/M_A$	Hasar
S01 (4.KAT)	i	1,9	11,01	Var	Sınırlı	1,26	21,64	0,1	0,05	0,17	MN
Belirgin	j	2,15	11,31	Var	(0.70)	1,26	21,64	0,1	0,05	0,19	MN
S01 (4.KAT)	i	1,95	12,12	Var	Orta	1,28	25,97	0,08	0,05	0,16	MN
Belirgin	j	2,17	12,43	Var	(0.90)	1,28	25,97	0,08	0,05	0,17	MN
S01 (4.KAT)	i	1,96	12,89	Var	Kapsamlı	1,29	28,86	0,07	0,05	0,15	MN
Belirgin	j	2,18	13,2	Var	(1.00)	1,29	28,86	0,07	0,05	0,17	MN

Tablo 6. Yapıya ait bir perdenin farklı bilgi düzeyi katsayılarına göre etki/kapasite oranları

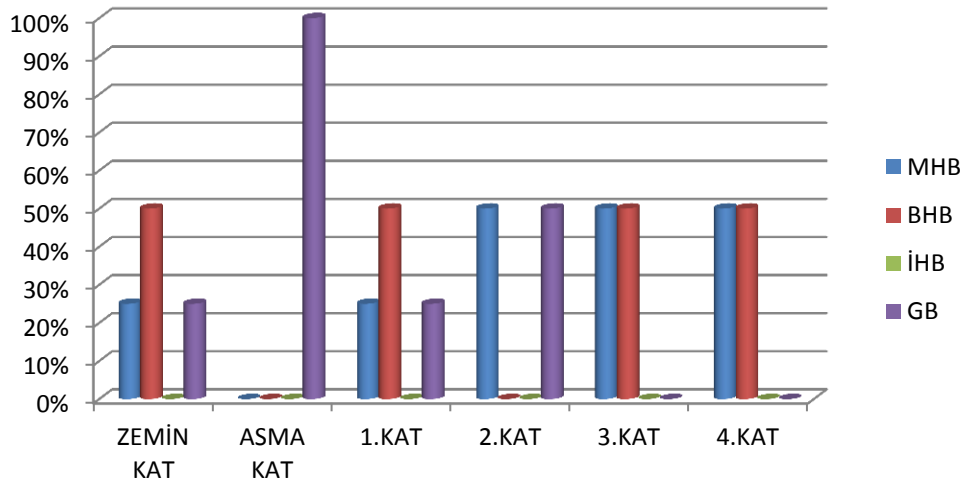
PERDE	Uç	M_E	M_A	Sargılama	Bilgi Düzeyi	V_e	V_r	N_e	$r=M_E/M_A$	Hasar
P01 (4.KAT)	i	146,83	73,58	Var	Sınırlı	9,47	76,45	18,92	2	MN
Minimum	j	-77,95	69,94	Var	(0.70)	9,47	76,45		1,11	MN
P01 (4.KAT)	i	149,94	83,23	Var	Orta	10,65	91,73	19,06	1,8	MN
Minimum	j	-78,53	80,4	Var	(0.90)	10,65	91,73		0,98	MN
P01 (4.KAT)	i	151,13	89,62	Var	Kapsamlı	11,37	101,93	19,11	1,69	MN
Göçme	j	-78,75	86,28	Var	(1.00)	11,37	101,93		0,91	MN

Yapılan hesaplar sonucu elde edilen r (etki/kapasite oranı) katsayıları Tablo 4-6'da gösterilmektedir. Bu katsayıya göre belirlenen hasar durumlarına göre kolon, kiriş ve perdeler için hasar grafikleri oluşturulmuştur (Şekil 3-5).

**Şekil 3.** Yapıya ait +x yönünde kiriş hasar grafiği (SBD)



Şekil 4. Yapıya ait +x yönünde kolon hasar grafiği (SBD)



Şekil 5. Yapıya ait +x yönünde perde hasar grafiği (SBD)

Hasar grafikleri incelediğinde zemin katta, +E(x) ve -E(x) yönünde kirişlerin yaklaşık olarak % 55'i minimum hasar bölgesinde, % 10'u belirgin hasar bölgesinde, % 25'i ileri hasar bölgesinde, % 10'u da göçme bölgesinde bulunmuştur. Kolonların yaklaşık olarak % 75'i minimum hasar bölgesinde, % 25'i belirgin hasar bölgesinde bulunmuştur. Perdelerin % 25'i minimum hasar bölgesinde, % 50'si belirgin hasar bölgesinde, % 25'i göçme bölgesinde bulunmuştur. +E(y) ve -E(y) yönünde kirişlerin yaklaşık olarak % 55'i minimum hasar bölgesinde, % 5'i belirgin hasar bölgesinde, % 10'u ileri hasar bölgesinde, % 30'u da göçme bölgesinde bulunmuştur. Kolonların yaklaşık olarak % 60'ı belirgin hasar bölgesinde, % 15'i ileri hasar bölgesinde ve % 25'i göçme bölgesinde bulunmuştur. Perdelerin % 50'si belirgin hasar bölgesinde, % 25'i göçme bölgesinde bulunmuştur. Bu verilere dayanarak yapının göçme durumunda bir performans sergilediği belirlenmiştir.

5. Değerlendirmeler

1975 Deprem Yönetmeliğine göre yapılmış olup, 1999 Marmara Depremi'nde göçmüştür. Göçmüş yapının taşıyıcı sistemi, y doğrultusunda perdeli çerçeveli sistem, x doğrultusunda ise yalnızca çerçevelerden oluşmuştur. Bu çerçeveler kenar akslarda iyi olmasına rağmen orta akslarda çok kötüdür. Ayrıca yapının zemin kat yüksekliği 5.75 m olup, bir tarafta simetrik olmayan asma kat bulunmaktadır. Yapının yıkılmasının asıl nedeninin bu olduğu kuvvetle muhtemeldir.

Çalışma kapsamında yerdeğiştirme esaslı performansa bağlı analiz yöntemi sınırlı bilgi, orta bilgi ve kapsamlı bilgi düzeyi için ayrı ayrı ele alınarak değerlendirilmiştir. Yerdeğiştirme esaslı yöntemler, günümüzde mevcut yapıların deprem davranışlarının değerlendirilmesi için oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle yöntemin gerçekçi sonuçlar vermesi önemlidir.

Farklı bilgi düzeyleri için yapının doğrusal elastik analizi Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılmış olup sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Göçmüş yapı sistemi için orta bilgi düzeyi ve kapsamlı bilgi düzeyi içinde Mod Birleştirme Yöntemiyle doğrusal elastik analiz yapılmış ve hasar grafikleri oluşturulmuştur. Bu grafiklerde orta ve kapsamlı bilgi düzeyinde de sınırlı bilgi düzeyiyle elde edilen sonuçlara ulaşılmıştır.

Elde edilen veriler 3 bilgi düzeyinde de yaklaşık olarak aynı sonuçları vermiştir. Bu yapı için, bilgi düzeyi katsayıları arasındaki fark performans seviyesini etkilememiştir. Yapı 3 bilgi düzeyi içinde göçme durumunda bir performans sergilemiştir. Doğrusal elastik analiz neticesinde 1999 Marmara Depremi'nde göçmüş olan yapı sistemin gerçek davranışıyla uyumlu bir sonuç elde edilmiştir.

Bütün bu sonuçlara dayanarak örnek binaların deprem performansının belirlenmesinde;

1. Doğrusal olan yöntemin daha elverişli sonuçlar verdiği ve uygulama bakımından çözümlemesinin daha basit olduğu,
2. Doğrusal analiz yöntemlerinin benzer sonuçlar verdiği,
3. Bilgi düzeyi katsayılarının değişiminin performans seviyelerini etkilemediği, sonuçlarına varılmıştır.

Kaynakça

- [1] CELEP, Z., KUMBASAR, N., Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul, 2004
- [2] UYGUN, G., CELEP, Z., Betonarme Bir Binanın Deprem Güvenliğinin Deprem Yönetmeliği (2007) deki Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Yöntemlerle Karşılaştırmalı İncelenmesi, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 16-20 Ekim 2007.
- [3] OFLAZ, U., Nonlinear Statik Pushover (İteleme) Analizi, URL: <http://www.y-gm.net/push.asp>., Mart.2008.
- [4] SUCUOĞLU, H., 2007 Deprem Yönetmeliği Performans Esaslı Hesap Yöntemlerinin Değerlendirmesi, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 444-445, 2006/4-5, Ankara, 2006.
- [5] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, T.C: Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2007.
- [6] ÖZER, E., Betonarme Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesi İçin Yeni Bir Yaklaşım, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul, 2005.
- [7] SUCUOĞLU, H., 2007 Deprem Yönetmeliği Performans Esaslı Hesap Yöntemlerinin Değerlendirmesi, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 444-445, 2006/4-5, Ankara, 2006.