



**Kısa Makale
(Short Communication)**

A2 Düzensizliği Bulunan Betonarme Bir Binanın, Mod Birleştirme Yöntemi İle Deprem Performansının Belirlenmesi

Egemen GÖKALP*, **Muhiddin BAĞCI***

*Celal Bayar Üniversitesi Müh. Fak. İnş. Böl., 45140 Manisa, TÜRKİYE
muhiddin.bagci@bayar.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, performans kavramı çerçevesinde deprem talep etkisi göz önünde bulundurularak “Deprem Bölgelerinde yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007”de anlatılan doğrusal olmayan bir yöntem olan “Mod Birleştirme Yöntemi” kullanılarak yapı güvenliğinin belirlenmesi konu edilmiştir. Ayrıca 3 katlı düzensiz betonarme bir yapı üzerinde konunun detaylı irdelenmesi ve anlatılan yöntemin uygulaması yapılarak incelenen konunun örnekleme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mod birleştirme yöntemi, doğrusal elastik hesap yöntemi, yapısal düzensizlikler, performans analizi.

Determination of Seismic Performance of An A2 Type Irregular RC Building by Using Modal Integration Method

Abstract

In this study, the seismic safety level of a RC structures is evaluated with a linear analysis method; “the mode integration method” that is described in Turkish Earthquake Code 2007 depending on the performance concept. Besides, the practice of the method is assigned on a irregular three story RC structure that has been designed regarding the Turkish Earthquake Code 2007.

Keywords: Modal integration method, linear elastic evaluation method, structural irregularities, performance analysis.

1. GİRİŞ

Performans, depreme karşı dayanıklı yapıların tasarımında yeni bir kavram değildir. Geleneksel deprem, yönetmeliklerinde benimsenen, “hafif şiddetteki depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın onarılabilir düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can kaybını önlemek amacı ile binaların kısmen veya tamamen göçmesinin önlenmesi” ilkesi de belirli bir performans düzeyini kabul eder. Fakat performansa dayalı tasarımda, yapılar için hedeflenen performans düzeyleri, Hemen Kullanım (HK), Can Güvenliği (CG), Göçmenin Önlenmesi (GÖ) gibi çeşitlilik göstermektedir. Elastik analiz, genel olarak yapının elastik kapasitesi ve ilk akmanın nerede oluşabileceği

Bu makaleye atf yapmak için

Gökalp E., Bağcı M., “A2 Düzensizliği Bulunan Betonarme Bir Binanın, Mod Birleştirme Yöntemi İle Deprem Performansının Belirlenmesi”, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2009, 5(1) 37-48

How to cite this article

Gökalp E., Bağcı, M., “Determination of Seismic Performance of An A2 Type Irregular RC Building by Using Modal Integration Method”, Electronic Journal of Construction Technologies, 2009, 5 (1) 37-48

konusunda yeterli bilgi verebilir. Bu nedenle Hemen Kullanım (HK) performans düzeyi için yeterli sayılabilir. Fakat bu yöntemle, göçme mekanizmasını ve plastik kesitlerin oluşumu sürecinde kuvvetlerin yeniden dağılımını belirlemek imkânsızdır. Bu nedenle Can Güvenliği (CG), Göçmenin Önlenmesi (GÖ) performans düzeyleri için elastik ötesi davranışı içeren hesap yöntemlerine ihtiyaç vardır.

Türkiye’de 2007’de yürürlüğe girmiş olan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY2007) ile ülkemizde mevcut yapıların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi ile ilgili hususların yer aldığı ilk yönetmelik yürürlüğe girmiştir. DBYBHY2007’de mevcut yapıların değerlendirilmesi amacıyla kullanılacak iki yöntem yer almaktadır: doğrusal ve doğrusal olmayan yöntem. Her iki yaklaşım da yönetmelikte yer alıyorsa da, bu konu ile ilgilenecek olan uygulamacı mühendislerin çoğunun daha önceki analiz ve tasarım alışkanlıklarından dolayı doğrusal yöntemi ağırlıklı olarak kullandıkları tahmin uygulamadan görülmektedir.

Bu çalışmada, örnek bir mevcut A2 düzensizliği olan betonarme yapı ele alınarak yönetmelikte yer alan doğrusal yöntemlerinden mod birleştirme yönteminin uygulanması ile ilgili adımlar açıklanmıştır. Çalışma amacı doğrultusunda, yönetmelikte değerlendirme ile ilgili hususlar özetlenmeye çalışılmış ve örnek yapı üzerinde, ifade edilen adımlar uygulanmıştır. Mevcut yapıyı oluşturan elemanların ve buna bağlı olarak mevcut yapının deprem performansının belirlenmesi için gerekli hesaplar gösterilmiştir.

2. YAPILARIN DEĞERLENDİRİLMESİNDE MOD BİRLEŞTİRME YÖNTEMİ

Bu yöntemde, maksimum iç kuvvetler ve yer değiştirmeler, yeterli sayıdaki titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesiyle elde edilir. Ayrıca yöntem, birden fazla mod etkisinin göz önüne alınmasını mümkün kıldığından, tüm binalarda uygulanabilmektedir. Yöntemin teorik esaslarına ve uygulama aşamalarına ilişkin kısımları, şu şekilde özetlemek mümkündür; Binanın deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak bina toplam ağırlığı W , (1) ile hesaplanır.

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (1)$$

w_i Kat ağırlıkları, denklem (1,2) ile hesaplanır.

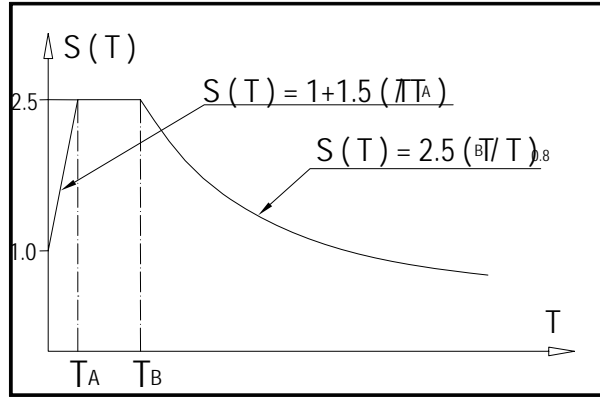
$$w_i = g_i + n.q_i \quad (2)$$

Burada n , DBYBHY2007’teki hareketli yük katılım katsayısını ifade eder. Her katın kat kütleleri denklem (3) ile hesaplanmalıdır.

$$m_i = \frac{w_i}{g} \quad (3)$$

Göz önüne alınacak ivme spektrumu ordinatı, şekil (1) yardımı ile elde edilir. Burada yer alan T_A ve T_B değerleri, zemin sınıfına göre farklılık göstermektedir. Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı Y , göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birisi için denklem (4) ve (5) bağıntıları ile hesaplanır.

$$\sum_{n=1}^Y M_{xn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{xn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (4)$$



Şekil 1. Tasarım depremi ivme spektrumu

$$\sum_{n=1}^Y M_{yn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{yn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (5)$$

(4) ve (5)'teki ifadelerin elde edilmesinde kullanılan L_{xn} ve L_{yn} denklem (6) ile modal kütleli ifade eden M_n teriminin hesaplanması denklem (7) ile aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$L_{xn} = \sum_{i=1}^N m_i \cdot \phi_{xin} \quad ; \quad L_{yn} = \sum_{i=1}^N m_i \cdot \phi_{yin} \quad (6)$$

$$M_n = \sum_{i=1}^N (m_i \cdot \phi_{xin}^2 + m_i \cdot \phi_{yin}^2) \quad (7)$$

Modal kütle değerinin elde edilerek, denklem (8 ve 9) ile modal katkı çarpanı (Γ) ve denklem (10,11) \bar{M} terimlerinin de hesaplanmasından sonra, denklem (12, 13) ile yapıya etkiyecek deprem kuvvetleri hesaplanabilir.

$$\Gamma_{xn} : L_{xn} / M_{xn} \quad (8)$$

$$\Gamma_{yn} : L_{yn} / M_{yn} \quad (9)$$

$$\bar{M}_{xn} = \Gamma_{xn} \cdot M_{xn} \quad (10)$$

$$\bar{M}_{yn} = \Gamma_{yn} \cdot M_{yn} \quad (11)$$

Bu bağıntıların hesaplanmasından sonra, n. titreşim modunda her iki yön için binaya etkiyecek deprem kuvvetleri elde edilebilir. n. titreşim modunda, X ve Y doğrultusunda oluşan taban kesme kuvvetleri, şu şekilde hesaplanabilir;

$$V_{txn} = \frac{\bar{M}_{xn} \cdot g \cdot A(T_{xn})}{R_{ax}} \quad (12)$$

$$V_{tyn} = \frac{\overline{M}_{yn} \cdot g \cdot A(T_{yn})}{R_{ay}} \quad (13)$$

n adet titreşim modu için yapıya deprem kuvvetleri (her mod için oluşan taban kesme kuvvetleri) hesaplandıktan sonra, kuvvetler, her kata, kat kütleleri ve o katın mod genlikleri ile orantılı olarak dağıtılır. Deprem kuvvetlerinin, kat seviyesinde ve kat kütle merkezlerinden etkidiği kabul edilir. n adet mod için bu işlem tekrarlanır. n. modda, i. kata X ve Y yönlerinde etkiyen deprem kuvvetleri (F_{in}), denklem (14,15) ile elde edilir.

$$F_{xin} = V_{txn} \cdot \frac{m_i \cdot \phi_{xin}}{\sum_{i=1}^N |m_i \cdot \phi_{xin}|} \quad (14)$$

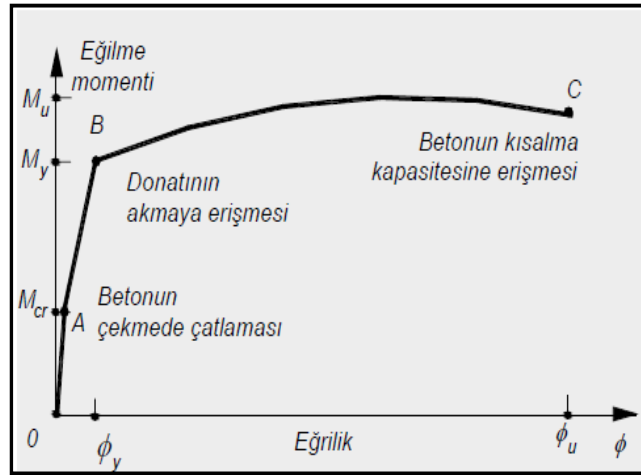
$$F_{yin} = V_{tyn} \cdot \frac{m_i \cdot \phi_{yin}}{\sum_{i=1}^N |m_i \cdot \phi_{yin}|} \quad (15)$$

Toplam taban kesme kuvveti, her kata, kat kütleleri ve mod genlikleri ile orantılı olarak dağıtıldıktan sonra, bu modal katkılar, karelerinin toplamının karekökü kuralı uygulanarak her kat için (x ve y doğrultuları için ayrı ayrı) tek bir bütünleşik deprem kuvveti elde edilmiş olunur. Her iki doğrultu için elde edilen bu bütünleştirilmiş taban kesme kuvvetleri, eşdeğer deprem yükü yöntemi deprem kuvvetleri ile kıyaslanmalıdır. Mod birleştirme yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti V_{tB} , eşdeğer deprem yükü yöntemi ile elde edilen deprem kuvveti V_t olmak üzere, yapıda A1, B2 veya B3 düzensizliklerinden en az biri var ise ($\frac{V_{tB}}{V_t} \geq \beta = 0,80$), bu düzensizliklerden hiç birisi yok ise ($\frac{V_{tB}}{V_t} \geq \beta = 0,90$), olmalıdır.

Eğer bu şart sağlanmıyorsa, V_{tB} değeri $\beta \cdot \frac{V_t}{V_{tB}}$ ile büyütülmelidir.

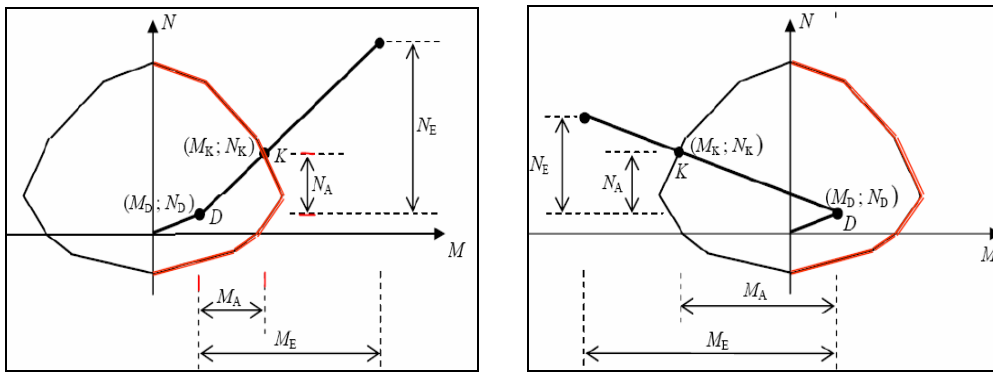
2.1. Eleman Hasar Durumunun ve Bina Deprem Performansının Belirlenmesi

Modal deprem kuvvetlerinin hesaplanarak katlara dağıtılmasından sonra, aşağıda belirtilen esaslar çerçevesinde, kolon ve kirişler için r (etki / kapasite) oranları elde edilir. İlk olarak, her eleman için kesit taşıma gücü hesaplanmalıdır. Her elemanın r (etki / kapasite) oranının hesaplanabilmesi için, yapıya etkiyecek düşey ve yatay yüklerin hesaplanmasından sonra, ($G+n.Q$), E_x ve E_y yükleri etkisinde ayrı ayrı çözümlenerek, tüm yüklemeler için kesit tesirleri elde edilmelidir. Kiriş elemanlarda, moment – eğrilik ilişkisi şekil 2’de gösterildiği gibi eğilme momenti esas alınarak, r (etki / kapasite) oranı ve dolayısıyla eleman için kesit hasar durumu belirlenir.



Şekil 2. Kirişlerde kesit moment kapasitesinin (M_y) belirlenmesi

Kolon kesiti için, r (etki / kapasite) oranının belirlenmesinde $M - N$ diyagramının kullanılması şekil 3'te gösterilmektedir. Bu gösterimlerde geçen terimlerin açıklamaları ve r değerinin hesaplanması aşağıda sunulmuştur.



Şekil 3. Kolon kesiti normal kuvvet ve moment kapasitesinin belirlenmesi

Kesit kapasiteleri de hesaplanmış olan elemanların r (etki / kapasite) oranları denklem (16) ile hesaplanır.

$$r = \frac{\text{Azaltılmamış deprem etkisi}}{\text{Deprem etkisine kalan kapasite}}$$

$$r = \frac{M_E}{M_A} = \frac{M_E}{M_K - M_D} = \frac{M_E}{M_K - M_{G+Q}} \leq r_s \quad r = \frac{N_E}{N_A} = \frac{N_E}{N_K - N_D} = \frac{N_E}{N_K - N_{G+Q}} \leq r_s \quad (16)$$

r (etki / kapasite) oranlarında kullanılan terimler ile ilgili olarak, M_E , yapının E_x veya E_y deprem yükü etkisinde, eleman kritik kesitinde oluşan moment etkisini, M_D , düşey yük kombinasyonu ($G+n.Q$) etkisinde eleman kritik kesitinde oluşan moment etkisini, M_K , eleman kesiti moment kapasitesini, N_E , yapının E_x veya E_y deprem yükü etkisinde, eleman kritik kesitinde oluşan aksel kuvvet etkisini, N_D , düşey yük kombinasyonu ($G+n.Q$) etkisinde eleman kritik kesitinde oluşan aksel kuvvet etkisini, N_K , eleman kesiti aksel kuvvet kapasitesini ifade etmektedir. Her eleman için r değerlerinin elde edilmesinden sonra, DBYBHY2007'de yer alan esaslara göre, r değerlerine karşılık gelen eleman hasar durumları tespit edilir. Buradan da binanın performans durumu belirlenir.

3. ÖRNEK BİNA VE GENEL HESAPLAR

Bu kısımda, mevcut betonarme bir binanın, mod birleştirme yöntemi ile performans analizi yapılmış ve sonuçları aşağıda sunulmuştur.

3.1. Ele Alınan Binaya İlişkin Bilgiler

Binanın yapısal özelliklerini ifade eden özellikler Tablo (1,2)'de ve deprem etkisinin hesaplanmasında kullanılan veriler Tablo 3'te belirtilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda, yapıya etkiyecek deprem kuvvetleri ve yapıda oluşacak iç kuvvetler ile deformasyonlar hesaplanarak, deprem güvenliği belirlenecektir.

Tablo 1. Bina ve malzeme bilgileri

Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme karkas
Kullanım amacı	Öğrenci yurdu
Kat adedi	3 (Z+2)
Bina kat yüksekliği	4,00 m (Zemin 4,50 m)
Toplam bina yüksekliği	12,50 m
Kolon kesiti	0,50m x 0,50 m
Kiriş kesiti	0,35m x 0,60 m
Döşeme kalınlığı	0,15 m
Bina oturma alanı	270,0 m ²

Tablo 2. Malzeme bilgileri

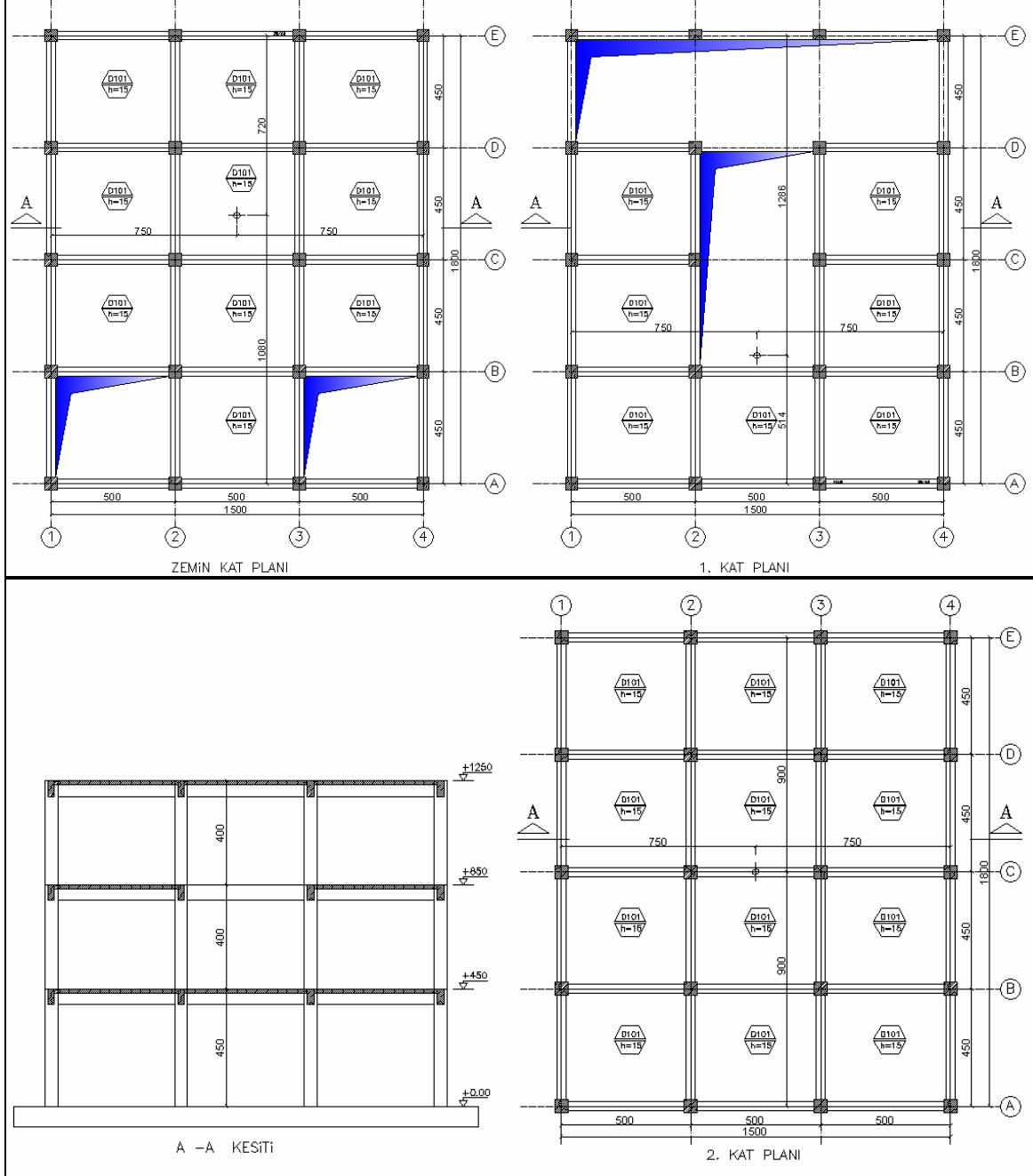
Beton	C25 ($f_{cm}=25$ MPa = 250 kgf/cm ²)
Donatı çeliği	S420($f_{sm}=25$ MPa = 4200 kgf/cm ²)
Beton elastisite modülü (E_C)	30 000 MPa =300 000 kg/cm ²
Donatı elastisite modülü (E_S)	200 000 MPa = 2038901 kg/cm ²

Tablo 3. Proje parametreleri

Deprem bölgesi	1
Etkin yer ivmesi kats. (A_0)	0,4
Bina önem katsayısı (I)	1 (mevcut bina)
Deprem yükü azaltma katsayısı (R_a)	1
Eşdeğer deprem yükü azaltma katsayısı (λ)	1
Yerel zemin sınıfı	Z3
Spektrum karakteristik periyotları	$T_A=0,15$ sn – $T_B=0,60$ sn
Hareketli yük katılım katsayısı	$n=0,6$

Tablo 4. Yük bilgileri

Zati yük (Döşeme)	100 kg/m ²
Zati yük (Kiriş üstü duvar)	1000 kg/m
Hareketli yük (kat döşemesi)	500 kg/m ²
Hareketli yük (çatı döşemesi)	200 kg/m ²
Eleman zati yükleri	Program tarafından hesaba katılmıştır.

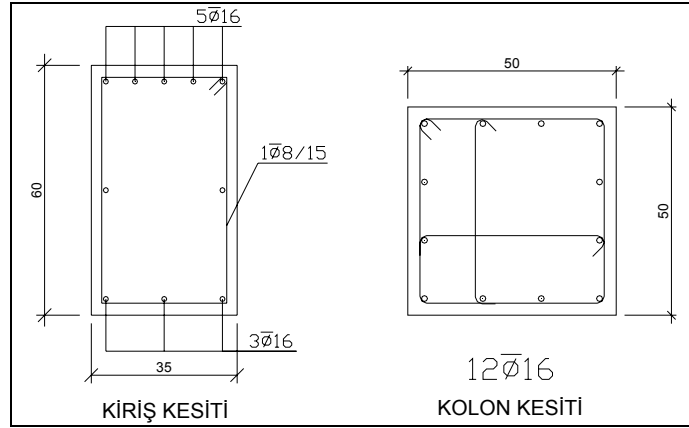


Şekil 4. Uygulamada çözümlenen binanın kat planları ve kesit görünüşü

Şekil 4'teki 1. kat planında da görüldüğü üzere, bu kat için döşeme boşluk oranı (5/12), kat brüt alanının 1/3' ünden daha fazla olması sebebiyle binada, A2(döşeme süreksizliği) düzensizliği bulunmaktadır.

3.2 Kiriş ve kolon kapasitelerine ilişkin bilgiler

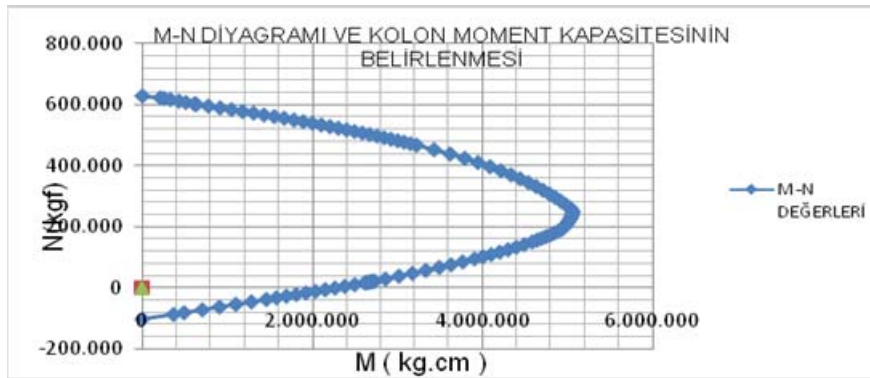
Makalede çalışmasında kullanılan binanın kolon ve kirişleri Şekil 5 'te, M(moment), N(eksenel kuvvet) ve V(kesme kuvveti) kapasiteleri Tablo 5'te kolon için M-N diyagramı Şekil 6'da gösterildiği gibidir.



Şekil 5. Uygulamada çözümlenen binanın kiriş ve kolon kesitleri

Tablo 5. Kiriş moment kapasiteleri

Eleman Türü	$M_r(-)$ kg.cm	$M_r(+)$ kg.cm	V kg.f
Kiriş	-1.323.990	1.962.491	44.310

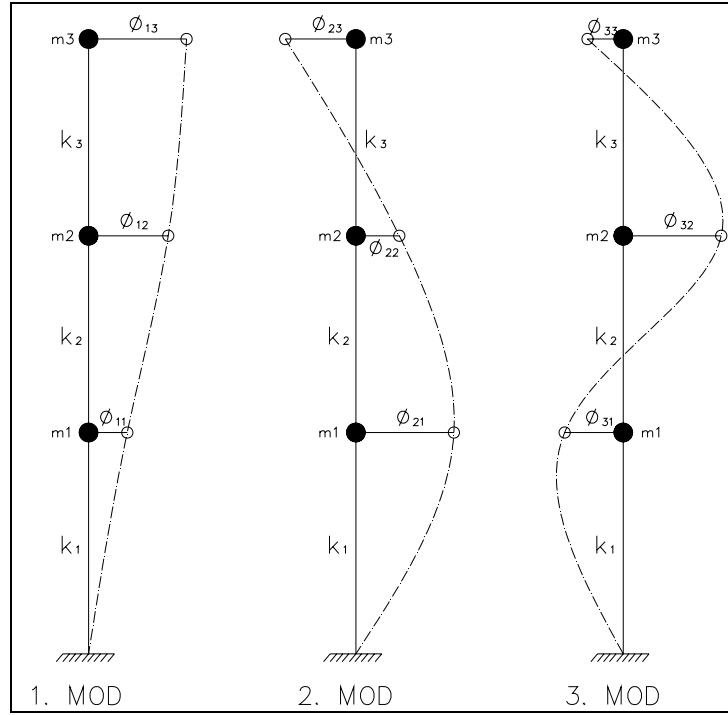


Şekil 6. Kolon için M – N diyagramı

Bina performansının Mod birleştirme yöntemi ile belirlenebilmesi için, öncelikle deprem kuvvetlerinin hesaplanmasında kullanılan parametreler elde edilmiş ve aşağıda sunulmuştur.

3.3 Modal Analiz İle Bina Titreşim Periyotlarının ve Mod Genliklerinin Hesaplanması

Mod birleştirme yönteminde, toplam taban kesme kuvvetinin hesaplanarak katlara dağıtılabilmesi için, modal analizinin yapılması gerekir. Modal analiz ile elde edilen öz değerler (frekans) ve öz vektörler (genlik) Tablo 6 da gösterildiği gibidir.



Şekil 7. Mod şekilleri ve mod genlikleri

Tablo 6. x ve y yönleri için modlara göre değişen mod genlik ve periyot değerleri

Mod	Kat	1. mod		2. mod		3. mod			
		Genlikleri	Yükseklği	X yönü	Y yönü	X yönü	Y yönü	X yönü	Y yönü
		Φ_3	12,5 m	1,000	1,000	-0,721	-0,735	-0,365	-0,390
		Φ_2	8,5 m	0,813	0,772	0,443	0,453	1,000	1,000
		Φ_1	4,5 m	0,395	0,410	1,000	1,000	-0,598	-0,644
		Φ_0	0 m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T (sn)	-			0,388	0,377	0,126	0,124	0,07	0,069

3.4 Binaya Etkiyecek Modal Deprem Kuvvetlerinin Bulunması

Binaya etkiyecek deprem kuvvetleri her iki doğrultuda (x ve y) ve her mod için ayrı ayrı hesaplanmış ve aşağıda Tablo 7 'de ifade edilmiştir.

Tablo 7. X Yönü için, binaya etkiyecek modal deprem kuvvetleri

Hesaplanan parametre	1. mod X yönü etkileri	
	Büyükük	Birim
$W_1=$	365.088,00	kg
$m_1=$	37.215,90	kg.s ² /m
$T_{1x}=$	0,39	sn
$S(T_{1x})=$	2,50	-
$A(T_{1x})=$	1,00	-
$M_{1x}=$	67.630,82	kg.s ² /m
$L_{1x}=$	82.180,43	kg.s ² /m
$\Gamma_{1x}=$	1,22	-
$M_{1x}=$	99.860,15	kg.s ² /m

Aynı şekilde her iki yön ve üç mod için yapılan hesaplar sonucu elde edilen taban kesme kuvveti değerleri, Tablo 8'deki gibidir.

Tablo 8. X ve Y Yönü diğer modlar için, binaya etkiyecek modal deprem kuvvetleri

$V_{1x} =$	979.628,09	kgf
$V_{2x} =$	81.854,81	kgf
$V_{3x} =$	189,42	kgf
$V_{1y} =$	985.237,29	kgf
$V_{2y} =$	81.130,43	kgf
$V_{3y} =$	189,42	kgf

Bina modal özelliklerinin de elde edilmesiyle hesaplanan deprem kuvvetleri, her iki doğrultuda ve her mod için, kat kütleleri ve mod genlikleri ile orantılı olarak katlara dağıtılmış ve sonuçları tablo halinde Tablo 9 ve 10'da gösterilmiştir.

Tablo 9. X Yönü için katlara etkiyen modal deprem kuvvetleri

Kat no	1. Mod	2. Mod	3. Mod	Birim
1	207.217,7	105.122,1	1.493,2	kgf
2	348.346,2	38.001,2	-2.041,0	kgf
3	424.064,2	-61.268,4	737,2	kgf

Tablo 10. Y Yönü için katlara etkiyen modal deprem kuvvetleri

Kat no	1. Mod	2. Mod	3. Mod	Birim
1	218.325,9	104.579,0	850,0	kgf
2	336.091,2	38.703,4	-1.077,3	kgf
3	430.820,3	-62.152,0	415,6	kgf

Modal kat kuvvetlerinin, karelerinin toplamının karekökü kuralı ile birleştirilmesi denklem (17,18) ile , x ve y doğrultuları için kat kuvvetleri elde edilmiş ve sonuçları tablo 11'de gösterilmiştir

$$F_{xi} = \sqrt{\sum_{n=1}^Y (\sum_{i=1}^N F_{xin}^2)} \quad (17)$$

örn; x yönü i = 1.kat için

$$F_{x1} = \sqrt{F_{x11}^2 + F_{x12}^2 + F_{x13}^2}$$

Aynı şekilde, y yönünde i'inci kata etkiyen deprem kuvveti şu şekilde ifade edilebilir.

$$F_{yi} = \sqrt{\sum_{n=1}^Y (\sum_{i=1}^N F_{yin}^2)} \quad (18)$$

Tablo 11. Katlara etkiyen bütünleşik deprem kuvvetleri

X Doğrultusu	Y Doğrultusu	Birim
232.361,9	242.082,0	kgf
350.418,8	338.314,0	kgf
428.467,9	435.280,5	kgf
1.011.248,7	1.015.676,5	kgf

Deprem kuvvetlerinin hesaplanarak kat seviyelerinden binaya etkimesi ile tüm kolon ve kirişler için eleman hasar durumları tespit edilir. Aşağıda, kiriş ve kolon elemanlardan birer tanesi için kesit kasar düzeyi hesap sonuçları, tablolar halinde belirtilmiştir. Tüm kiriş ve kolonlar için, tablo 12 ve 13'te örnek işlemler gerçekleştirilmiş, elde edilen değerler ile binanın performans durumu belirlenmiştir.

Tablo 12. Mod birleştirme yöntemi ile hesaplanan K10 kirişi için hasar düzeyi

Eleman		Donatı oranları		Sargı Etkisi	Kesme kuvveti kontrolü		Etki / kapasite (r) oranları		Hasar düzeyi
Türü	No	$(\rho - \rho') / \rho_b$			$V / (b_w \cdot d \cdot f_{ctm})$		r_x	r_y	
K	10	-0,0013	< 0	Var	0,36	< 0,65	8,1	1,7	GÇ

Tablo 13. Mod birleştirme yöntemi ile hesaplanan S41 kolonu hasar düzeyi

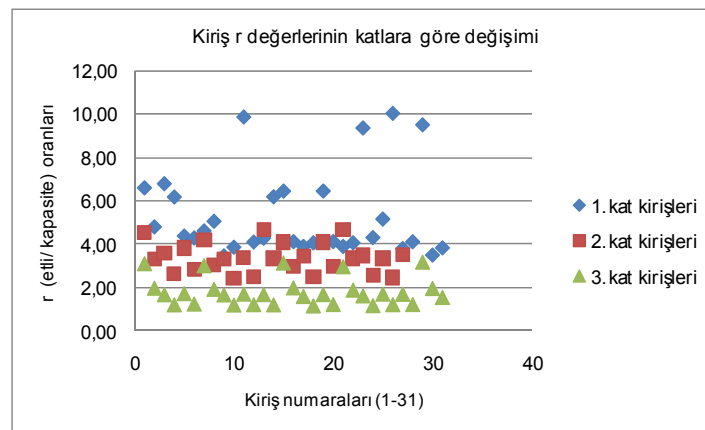
Eksenel kuvvet kontrolü		Sargı etkisi	Kesme kuvveti kontrolü		Etki / kapasite (r) oranları		Hasar düzeyi
$N / A_c \cdot f_{cm}$			$V / (b_w \cdot d \cdot f_{ctm})$		r_x	r_y	
0,07	< 0,10	Var	0,21	< 0,65	3,93	6,00	GÇ

Tüm kiriş ve kolonlar için, tablo 12 ve 13'te yer alan değerler elde edilerek, binanın performans durumu belirlenmiştir.

4. SONUÇLAR

Çalışmada, DBYBHY2007'de yer alan mod birleştirme yönteminin teorik esasları ve uygulama aşamaları anlatılmıştır. Ayrıca yöntem, ele alınan düzensiz bir betonarme binada uygulanmış ve hedef performansı elde edilmeye çalışılmıştır.

Yapılan analiz sonrasında, şekil 8 'de gösterildiği gibi katlara gelen deprem kuvvetlerinin, kat seviyeleri ile doğru orantılı, kolon ve kirişler için elde edilen r etki/kapasite değerlerinin ise kat seviyeleri ile ters orantılı olduğu görülmüştür.



Şekil 8. Mod birleştirme yöntemi ile hasar durumu belirlenen bina kirişleri için, etki/kapasite oranlarının kat seviyelerine göre değişimi.

Mod birleştirme yöntemi ile yapılan performans analizinde, eleman hasar durumlarının belirlenmesinden sonra, 1. Katta, kirişlerin %62'sinin(19/31), kolonların da %80'inin (16/20) belirgin hasar bölgesinde olmasının yanı sıra, bu kattaki kirişlerinin %39'unun(12/31) ve kolonların %25'inin(4/20) ileri hasar

bölgesinde olduğu tespit edilmiştir. Diğer katlardaki elemanların hasar durumları, belirgin hasar sınırının altındadır. Yapılan performans değerlendirmesinde, binanın performans seviyesinin Tablo 14’te gösterildiği gibi “Göçme Öncesi(GÖ)” düzeyinde olduğu görülmüştür.

Tablo 14. Mod birleştirme yöntemi ile yapının deprem performansının belirlenmesi

Kat No	MN		GV		GÇ	
	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon
1	0	0	19	16	12	4
2	3	15	28	5	0	0
3	25	20	6	0	0	0
Sonuç	GÖÇME ÖNCESİ SEVİYESİ					

5. KAYNAKLAR

1. Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında esaslar (DBYBHY), 2007.
2. TS500 –Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları, Türk standartları enstitüsü Ankara, 2000.
3. TS498 –Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri, Türk standartları enstitüsü Ankara, 2000.
4. Celep, Z., 2008, “Betonarme taşıyıcı sistemlerde doğrusal olmayan davranış ve çözümlene”,
5. Genç, M., 2007, “Farklı yapısal özelliklere sahip betonarme yapıların çeşitli çözümlene yöntemleriyle performansa dayalı analizi”. Y.Lisans Tezi Dokuz Eylül Üniversitesi.
6. Aydınoğlu., M. N., 2007, “Dayanıma göre tasarımdan, şekil değiştirmeye göre tasarıma”,
7. Suçuoğlu H., 2007, “Mevcut binaların deprem güvenliğinin belirlenmesi ve güçlendirilmesi”.
8. Celep, Z., 2008, “Betonarme taşıyıcı sistemlerde kapasite tasarımı”.
9. Kutanis M., 2008, “Performansa dayalı değerlendirme”, Sakarya üniversitesi ders ve seminer notları,
10. Chopra A. K., 2007, “Dynamics of structures”.
11. Türker K, İrtem E., 2007, “Binaların çok modlu uyarlamalı doğrusal olmayan analizi için bir yük artımı yöntemi”.
12. Chopra A. K., Rakesh G., 2003, “Multimodal pushover analysis procedure to estimate seismic demands for buildings: summary and evaluation”.