RİSKLİ BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

H. Tekeli[1], H. Dilmaç[2], K.T. Erkan[3], F. Demir[4], ve M. Şan[5]

[1] *Yardımcı Doçent Doktor, İnşaat Müh. Bölümü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta*
[2] *Araştırma Görevlisi, İnşaat Müh. Bölümü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta*
[3] *Yüksek Lisans Öğrencisi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta*
[4] *Doçent Doktor, İnşaat Müh. Bölümü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta*
[5] *Yüksek Lisans Öğrencisi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta*
Email: hamidetekeli@gmail.com

ÖZET:

Türkiye'deki mevcut binaların büyük bir kısmı deprem riski altındadır. Son yıllarda meydana gelen depremler bu durumu açıkça göstermektedir. Depremlerde meydana gelen bina hasarları incelendiğinde; mevcut binaların deprem güvenliğinin değerlendirilerek gerekli önlemlerin alınması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 (DBYBHY'07), deprem bölgelerinde binaların deprem güvenliğinin, 7. bölümde verilen hesap kuralları çerçevesinde belirlenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bölümde verilen yöntemlerin mevcut binalara uygulanabilmesi için bilgisayar programları ile kapsamlı şekilde çözümlemelerin yapılması gerekmektedir. Ancak şehirlerdeki mevcut binaların miktar olarak fazlalığı düşünülürse, her bina için tek tek kapsamlı incelemelerin yapılması ve bilgisayarda modellemelerin hazırlanarak çözümlemelerin yapılmasının oldukça zaman alıcı ve yorucu olacağı açıktır. Mevcut binalar açısından, riskli olanların öncelikli olarak belirlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması oldukça önemlidir. Bu çalışmada, riskli binaların değerlendirilmesi için bir yaklaşım önerilecektir. Bu amaçla, açıklık sayısı, açıklık mesafesi, kat adedi, beton dayanımı, donatı akma gerilmesi ve sargılama durumu değiştirilerek model binalar oluşturulmuş ve bu binaların deprem güvenliği DBYBHY'07 esasları çerçevesinde doğrusal elastik değerlendirme yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Elde edilen deprem güvenliği sonuçları değerlendirilerek, riskli binaların tespiti için bir yaklaşım ortaya konulmuştur. Daha sonra önerilen yaklaşım, mevcut altmış adet betonarme bina üzerinde uygulanmıştır. Mevcut binalar için, önerilen yaklaşım ile elde edilen sonuçlar, DBYBHY'07 esaslarına göre elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılarak yöntemin etkinliği incelenmiştir. Sonuçların değerlendirilmesinden, önerilen yöntemin riskli binaların öncelikle tespit edilmesinde bir yaklaşım olarak kullanılabileceği söylenebilir.

ANAHTAR KELİMELER: Risk değerlendirmesi, betonarme binalar, deprem güvenliği.

1. GİRİŞ

Ülkemizde ve dünyada son yıllarda gerçekleşen depremlerde oluşan hasar ve yıkımlar ile birlikte çok sayıda can kaybı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle binaların depreme güvenli olup olmadığının tespit edilmesi bir gereklilik haline gelmiştir. Bazı ülkelerde mevcut binaların deprem güvenliğinin incelenmesi ile ilgili yöntem ve esaslar şartname veya yönetmeliklerle ortaya konulmuştur. Ülkemizde de 2007 yılında, 1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik revize edilerek 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik hazırlanmıştır. İki yönetmelik arasındaki en büyük farklılık mevcut binaların deprem güvenliğinin incelenmesi ile ilgili yöntemlerin yedinci bölüm olarak ilave edilmesi olmuştur. Bu bölümde iki farklı yöntem önerilmektedir. Bu yöntemlerden doğrusal elastik değerlendirme yöntemi kuvvet esaslı, doğrusal elastik olmayan yöntem ise şekil değiştirme esaslıdır. Yönetmelik performans değerlendirmesi için, bu iki

yöntemden herhangi birinin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Mevcut bir binanın deprem güvenliğinin incelenmesinde bu yöntemlerin uygulanması kolay bir işlem olmadığı için bilgisayar programlarının kullanımı gerekir. Ancak mevcut binaların sayı olarak çokluğu düşülürse, her bina için ayrı ayrı bilgisayar modellemelerinin yapılması da oldukça zaman alıcıdır. Bu nedenle bölgesel olarak risk değerlendirilmesinde bilgisayar çözümlemesine gerek kalmadan pratik şekilde değerlendirmelerin yapılabilmesi büyük kolaylık sağlayacaktır. Bu çalışmada, betonarme binaların bölgesel risk değerlendirmelerinin yapılabilmesi için pratik ve kolay uygulanabilen bir yöntem önerilecektir. Bu amaçla, açıklık sayısı, açıklık mesafesi, kat adedi, beton dayanımı, donatı akma gerilmesi ve sargılama durumu değiştirilerek model binalar oluşturulmuştur. Bu binaların deprem güvenliği DBYBHY'07 esasları çerçevesinde doğrusal elastik değerlendirme yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Yönetmelik koşullarının kontrol edilebilmesi için oluşturulan **D**oğrusal **EL**astik **A**naliz **P**rogramı (DELAP), betonarme elemanlardaki sargı etkisi ve kesit kapasiteleri için hazırlanan **B**etonarme **E**lemanlarda **SA**rgı ve **M**odellenmesi (BESAM) programı ve statik hesaplamalar için SAP 2000 programı kullanılmıştır. Oluşturulan model binaların deprem güvenliği sonuçları değerlendirilerek, riskli binaların tespiti için bir yaklaşım ortaya konulmuştur.

2. DOĞRUSAL ELASTİK DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ

Binaların deprem güvenliğinin incelenmesinde öncelikle kullanım amacına uygun olarak hedef performans seviyesi belirlenir. Yönetmelikteki hedef performans düzeyleri, Hemen Kullanım (HK), Can Güvenliği (CG), Göçmenin Önlenmesi (GÖ) ve Göçme Durumu (GD) olarak tanımlanmıştır. Çalışmanın kapsamını konut türü binalar oluşturduğu için, hedef performans seviyesi 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremde "Can Güvenliği" olarak belirlenmiştir. İncelenecek binanın deprem güvenliğine, hedef performans seviyesinin, bina performans seviyesi ile karşılaştırılması ile karar verilir (Aydınoğlu vd.,2009).

Mevcut binanın deprem performansını belirleyebilmek için öncelikle binadan bilgi toplanması gereklidir. Yönetmelikte bilgi düzeyi Kapsamlı, Orta ve Sınırlı olarak sınıflandırılmıştır. Elde edilen bilgi düzeyleri eleman kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Yönetmelikte yer alan doğrusal elastik değerlendirme hesap yönteminde, yapının tamamen elastik davrandığı kabul edilir ve sistem elastik olarak çözülür. Elemanlara ait çatlamış kesit rijitlikleri $(EI)_e$, çatlamamış kesit rijitlikleri $(EI)_o$ kullanılarak aşağıda verildiği gibi belirlenir.

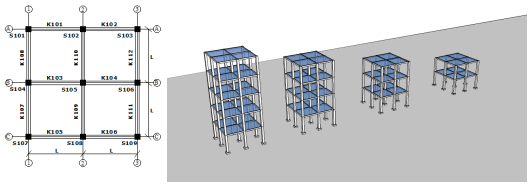
Kirişlerde $(EI)_e=0{,}40\ (EI)_o$
Kolonlarda $N_D/(A_c\ f_{cm})\leq 0{,}10$ olması durumunda $(EI)_e=0{,}40\ (EI)_o$
$N_D/(A_c\ f_{cm})\geq 0{,}40$ olması durumunda $(EI)_e=0{,}80\ (EI)_o$

Burada N_D, deprem hesabında esas alınan toplam kütlelerle uyumlu yüklerin gözönüne alındığı ve çatlamamış kesite ait $(EI)_o$ eğilme rijitliklerinin kullanıldığı bir ön düşey yük hesabı ile belirlenir. Tüm elemanlar için çatlamış kesit rijitliklerinin tanımlanması ile düşey yüklere ait eleman kesit tesirleri belirlenir. Deprem hesabı için ise, deprem yükü azaltma katsayısı $Ra(T_1)$ ve yapı önem katsayısı (I) bire eşit alınarak eleman kesit tesirleri bulunur. Yönetmelik, mevcut binaların deprem güvenliğinin incelenmesinde, sargılı ve sargısız beton davranışı için Mander modelinin kullanılmasını öngörmektedir. Bu amaçla, **B**etonarme **E**lemanlarda **SA**rgı ve **M**odellemesi (BESAM) Fortran programı oluşturulmuştur. Programda, Mander sargılı beton modeli için gerilme-şekil değiştirme ilişkisi, bu sargı modeli kullanılarak kiriş kesitlerine ait moment eğrilik ilişkisi ve kolon kesitlerine ait etkileşim diyagramları elde edilebilir. Elde edilen tüm veriler kullanılarak, elemanlara ait etki/kapasite oranları hesaplanır. Bu kapasite oranları, sınır değerler ile kıyaslanarak elemanın hasar seviyesi belirlenir. Elemanlara ait hasarlar değerlendirilerek kat performans seviyesine, katlardan da bina performans seviyesine karar verilir. Yönetmelikte hedef performans seviyesinin sağlanması için verilen tüm koşullar oluşturulan Excel yazılımı (DELAP) ile kontrol edilmektedir. Elde edilen bina performans seviyesi, bina kullanım amacına uygun olarak belirlenen hedef performans seviyesi ile karşılaştırılarak binanın depreme karşı güvenli olup olmadığına karar verilir.

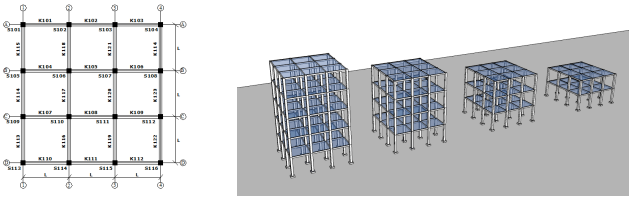
3. ÖN DEĞERLENDİRME MODELLERİ

Çalışma kapsamında öncelikle ön değerlendirme modelleri oluşturulmuştur. Bu model bina taşıyıcı sistemlerinde açıklık ve kat sayısı 2, 3, 4 ve 5 olarak, model binalara ait açıklık uzunluğu (L) ise 4.0m olarak seçilmiştir. Malzeme sınıfı ise iki farklı durum için dikkate alınmıştır. Her bir model binanın deprem performansı, beton basınç dayanımı 20 MPa, donatı akma dayanımı 420 MPa, sargılamanın Var (V) olması ve beton basınç dayanımı 10 MPa, donatı akma dayanımı 220 MPa, sargılamanın Yok (Y) olması durumları için değerlendirilmiştir. Sargının Var (V) olması durumu ϕ8/10, Yok (Y) olması durumu ise ϕ8/20 etriye aralığını temsil etmektedir. Dolayısıyla, toplamda 32 adet ön çalışma modeli oluşturulmuştur.

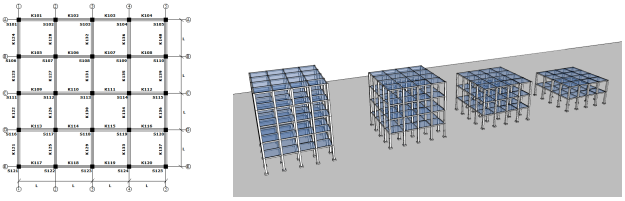
Model binalara ait kiriş boyutları 25cm×50cm olarak seçilmiştir. Kolon boyutları ise ilk olarak 30cm×30cm olarak seçilmiş ve yukarıda bahsi geçen programlarla performans değerlendirmesi yapılmıştır. Eğer model bina hedef performans seviyesini (Can Güvenliği) sağlamazsa, kolon boyutları her iki doğrultuda 1'er cm olmak üzere artırılmıştır. Bu işleme bina Can Güvenliği performans seviyesi sağlanana kadar devam edilmiştir. Burada asıl amaç, model binaların Can Güvenliği performansını sağlaması için gerekli olan en küçük kolon boyutlarını elde etmektir. Kiriş elemanların mesnet üst donatısı 3Ø14, mesnet alt donatısı 2Ø14 olarak dikkate alınmıştır. Kolon elemanların boyuna donatı oranı ise %1-%1.2 arasında alınmıştır.



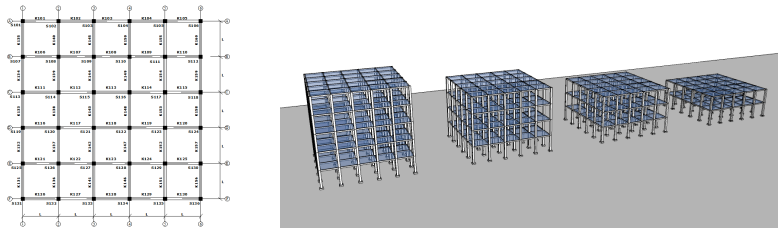
Şekil 1. 2×2 açıklıklı modele ait kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşleri



Şekil 2. 3×3 açıklıklı modele ait kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşleri

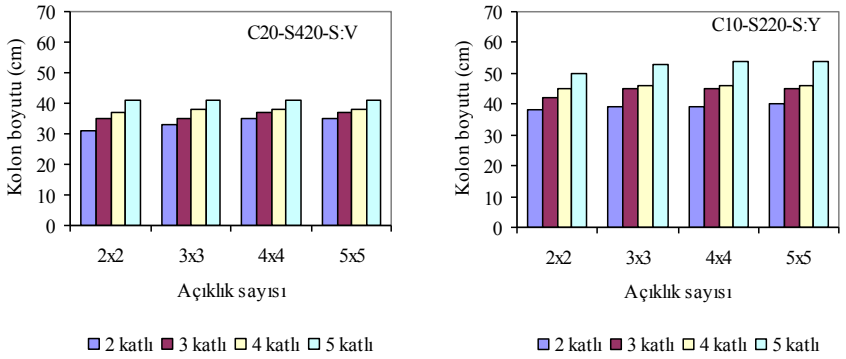


Şekil 3. 4×4 açıklıklı modele ait kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşleri



Şekil 4. 5×5 açıklıklı modele ait kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşleri

Model binaların Can Güvenliği performans seviyesini sağlaması için gerekli olan en küçük kare kolon boyutları C20-S420-S:V ve C10-S220-S:Y durumları için Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Can Güvenliği performans seviyesini sağlayan en küçük kolon boyutları

4. RİSK DEĞERLENDİRMESİ YÖNTEMİ

Mevcut binaların deprem güvenliğinin belirlenmesi için kullanılması gereken değerlendirme yöntemleri DBYBHY'07 de verilmektedir. Bu Yönetmelik, mevcut binaların deprem güvenliğinin yönetmeliğin esasları çerçevesinde değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu değerlendirme yöntemlerinin yanı sıra günümüzde çok sayıda hızlı değerlendirme yöntemleri de geliştirilmiştir. Ancak mevcut binaların değerlendirilmesinde yönetmelikte belirtilen esasları dikkate almadan önerilen hızlı değerlendirme yöntemlerinin de kullanılamayacağı açıktır. Diğer basitleştirilmiş kurallar sadece hızlı değerlendirme için kullanılabilmektedir. Burada, DBYBHY'07 ile uyumlu olacak ve hızlı bir şekilde değerlendirmeye imkan tanıyarak riskli olan binaları seçmeye yarayacak pratik bir yöntemin sunulması için bir ön çalışma ortaya konulmuştur.

Önerilen yöntemin esası, binaya etkiyen elastik deprem taban kesme kuvvetinin (V_E), düşey taşıyıcı elemanların kesme kuvveti kapasiteleri toplamına (ΣV_{ri}) oranı hesabına dayanır. Bu oran, kesme kuvveti oranı (KO) olarak adlandırılmış ve Denklem 1'de verilmiştir. Buradaki ΣV_{ri}, en alt kattaki düşey taşıyıcı elemanların kesme kapasitelerinin toplamına eşittir (Denklem 2). Burada betonun taşıdığı kesme kuvveti (V_{ci}) ve etriyenin taşıdığı kesme kuvveti (V_{wi}) sırasıyla Denklem (3) ve Denklem (4) ile elde edilebilir.

$$KO=V_E/\Sigma V_{ri} \quad (1)$$

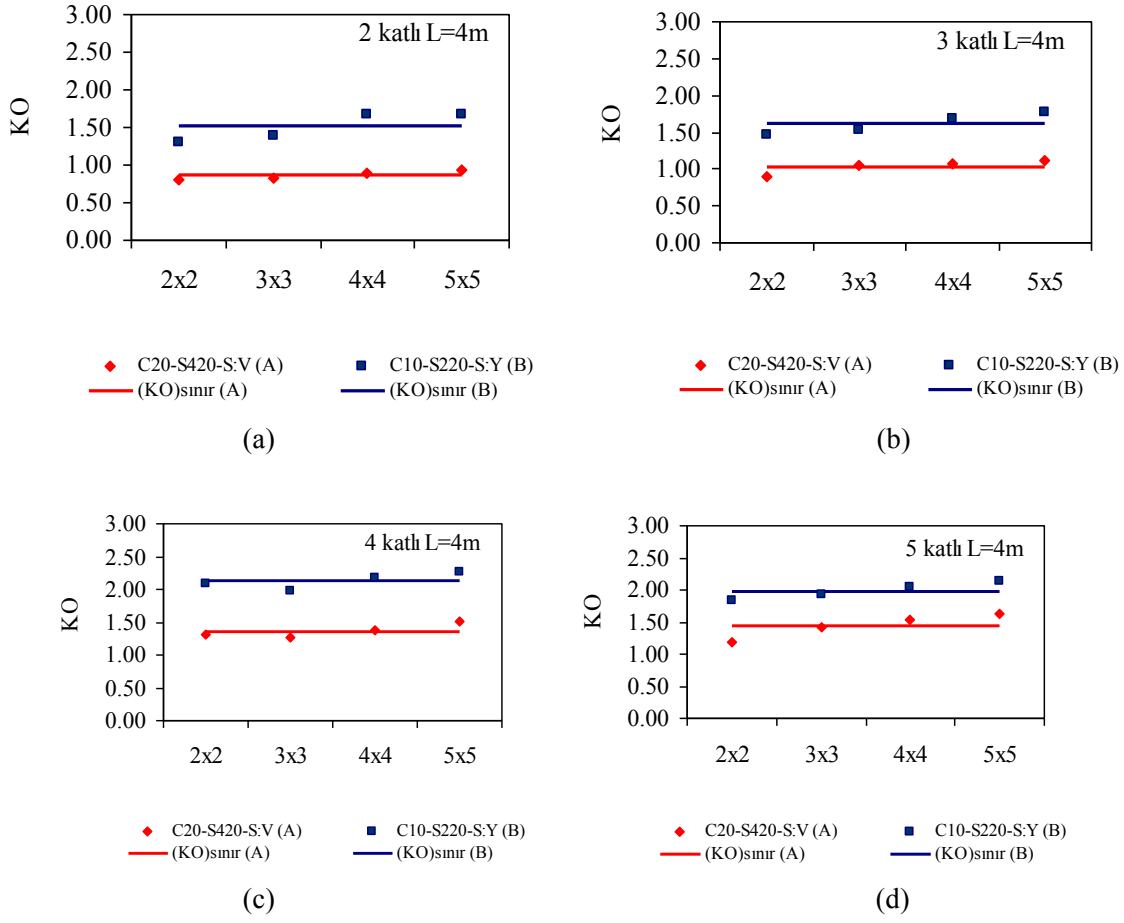
$$\Sigma V_{ri}=\Sigma(V_{ci}+V_{wi}) \quad (2)$$

$$V_{ci}=0,8\times0,65\times f_{ctm}\times b_w\times d \quad (3)$$

$$V_{wi}=n\times A_o\times f_{ywm}\times d/s \quad (4)$$

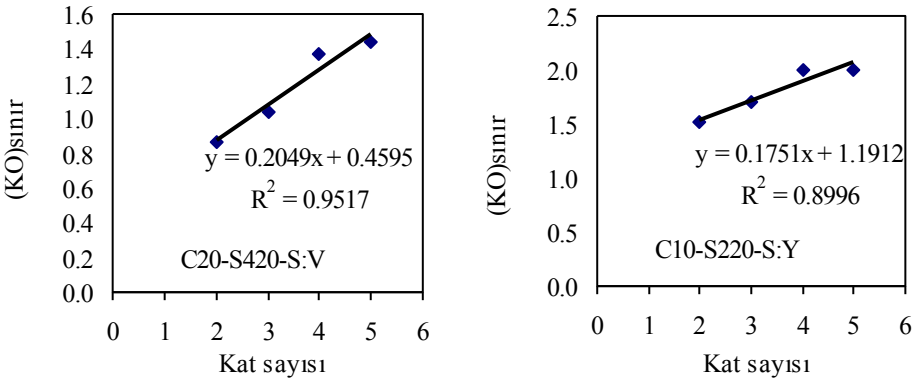
Elde edilen kesme kuvveti oranı (KO) binanın kat sayısına bağlı olarak elde edilen sınır değerlerle [$(KO)_{sınır}$] kıyaslanır. Oran sınır değerin altında ise, binanın Can Güvenliği performans seviyesini sağladığı, üstünde ise sağlamadığı kabul edilir. Aslında elde edilen bu oran bilinen bir kıyaslamadır. Bu çalışmanın orjinalliği, $(KO)_{sınır}$ değerlerinin DBYBHY'07 esaslarına uygun olarak elde edilmiş olmasıdır. Böylece, riskli olan binalar tespit edilerek gerekli tedbirler alınabilir. Çalışmanın kapsamı sadece konut türü binalar ile sınırlı tutulmuştur.

Sınır değerleri belirleyebilmek için, Can Güvenliği performans seviyesini sağlayan en küçük kare kolon boyutları belirlenen ön değerlendirme modelleri kullanılmış ve öncelikle yöntem bu modellere uygulanmıştır. Elde edilen sınır değerler katlara bağlı olarak Şekil 6' da verilmiştir. Malzeme sınıfı için ise iki farklı durum dikkate alınmıştır. Model binaların deprem performansı, beton basınç dayanımı 20 MPa, donatı akma dayanımı 420 MPa, sargılamanın Var (V) olması ve beton basınç dayanımı 10 MPa, donatı akma dayanımı 220 MPa, sargılamanın Yok (Y) olması durumları için elde edilmiştir.



Şekil 6. 2,3,4 ve 5 katlı yapılarda KO ve $(KO)_{sınır}$ değerleri

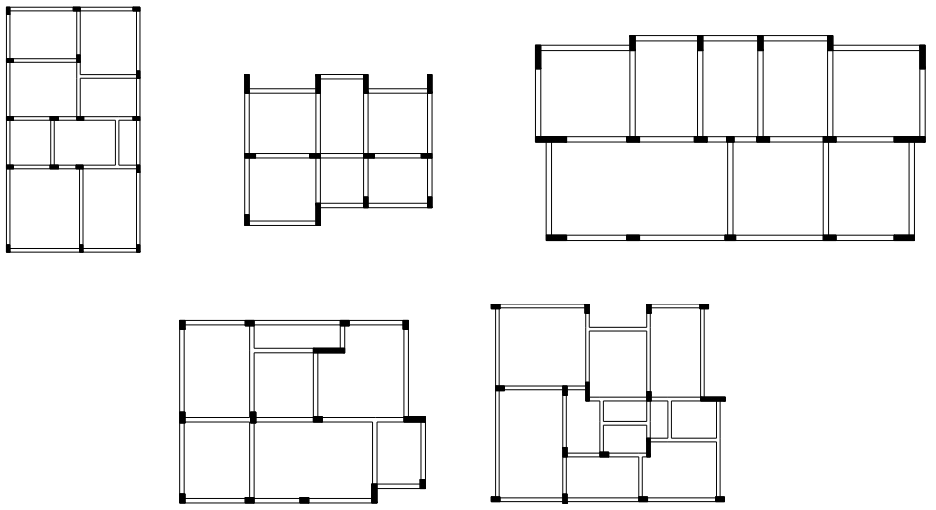
Elde edilen $(KO)_{sınır}$ değerlerinin katlara bağlı olarak ilişkisi Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. $(KO)_{sınır}$ değerlerinin katlara bağlı olarak değişimi

5. ÖNERİLEN YÖNTEMİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Önerilen yöntemin geçerliliği, mevcut binalar üzerinde araştırılmıştır. Bu amaçla 2, 3, 4 ve 5 katlı binalardan 15'şer adet olmak üzere toplamda 60 adet mevcut binanın deprem performansı hem önerilen yöntemle, hem de ilgili programlar kullanılarak DBYBHY'07 esasları çerçevesinde belirlenmiştir. Seçilen mevcut binalardan bazılarına ait kalıp planları Şekil 8'de verilmiştir. Burada binalar için sadece C20-S420-S:V olması durumu dikkate alınmıştır.

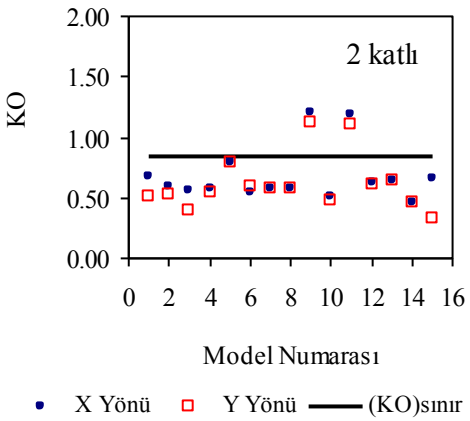


Şekil 8. Mevcut binalardan bazılarına ait kalıp planları

Mevcut binalar için elde edilen performans değerlendirme sonuçları, 2 katlı bina için Tablo 1 ve Şekil 9'da, 3 katlı bina için Tablo 2 ve Şekil 10'da, 4 katlı bina için Tablo 3 ve Şekil 11'de, 5 katlı bina için ise Tablo 4 ve Şekil 12'de verilmiştir.

Tablo 1. İki katlı mevcut binalarda performans değerlendirmesi

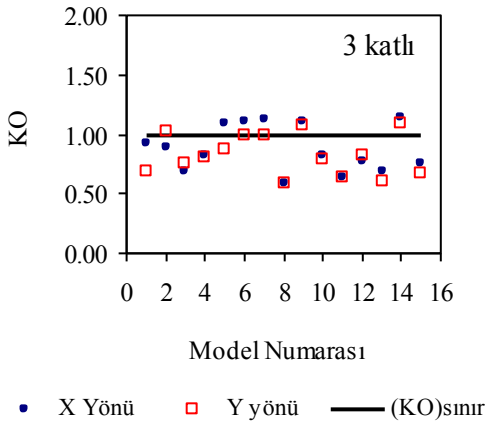
Model No	Performans Seviyesi	Önerilen Yaklaşım Sonucu					Yöntem Sonucu Kıyaslanması
		x yönü	y yönü	kritik yön	Sınır Değer	CG sağlanıyor mu?	
1	GD	0.68	0.51	0.68	0.85	Evet	X
2	CG	0.59	0.53	0.59	0.85	Evet	√
3	CG	0.55	0.40	0.55	0.85	Evet	√
4	CG	0.57	0.55	0.57	0.85	Evet	√
5	CG	0.80	0.80	0.80	0.85	Evet	√
6	CG	0.54	0.59	0.59	0.85	Evet	√
7	CG	0.59	0.59	0.59	0.85	Evet	√
8	CG	0.59	0.59	0.59	0.85	Evet	√
9	GD	1.20	1.13	1.20	0.85	Hayır	√
10	GÖ	0.51	0.48	0.51	0.85	Evet	X
11	GD	1.19	1.11	1.19	0.85	Hayır	√
12	CG	0.64	0.60	0.64	0.85	Evet	√
13	CG	0.65	0.65	0.65	0.85	Evet	√
14	CG	0.47	0.47	0.47	0.85	Evet	√
15	GD	0.66	0.34	0.66	0.85	Evet	X



Şekil 9. İki katlı mevcut binaların önerilen yöntemle performans değerlendirmesi

Tablo 2. Üç katlı mevcut binalarda performans değerlendirmesi

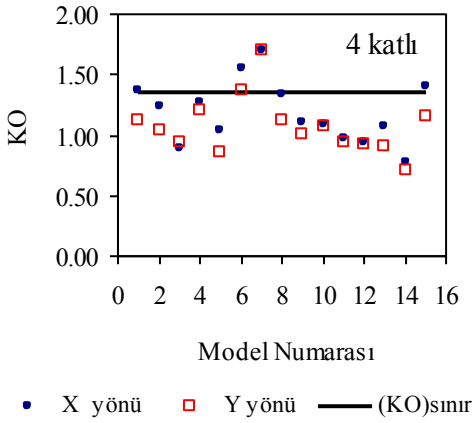
Model No	Performans Seviyesi	Önerilen Yaklaşım Sonucu					Yöntem Sonucu Kıyaslanması
		x yönü	y yönü	kritik yön	Sınır Değer	CG sağlanıyor mu?	
1	GD	0.92	0.69	0.92	1.00	Evet	X
2	GÖ	0.88	1.03	1.03	1.00	Hayır	√
3	GD	0.69	0.76	0.76	1.00	Evet	X
4	GD	0.82	0.81	0.82	1.00	Evet	X
5	GD	1.10	0.88	1.10	1.00	Hayır	√
6	GD	1.11	0.98	1.11	1.00	Hayır	√
7	GD	1.13	1.00	1.13	1.00	Hayır	√
8	CG	0.58	0.58	0.58	1.00	Evet	√
9	GD	1.10	1.07	1.10	1.00	Hayır	√
10	CG	0.82	0.78	0.82	1.00	Evet	√
11	CG	0.63	0.64	0.64	1.00	Evet	√
12	CG	0.77	0.82	0.82	1.00	Evet	√
13	CG	0.69	0.60	0.69	1.00	Evet	√
14	CG	1.14	1.09	1.14	1.00	Hayır	X
15	CG	0.76	0.67	0.76	1.00	Evet	√



Şekil 10. Üç katlı mevcut binaların önerilen yöntemle performans değerlendirmesi

Tablo 3. Dört katlı mevcut binalarda performans değerlendirmesi

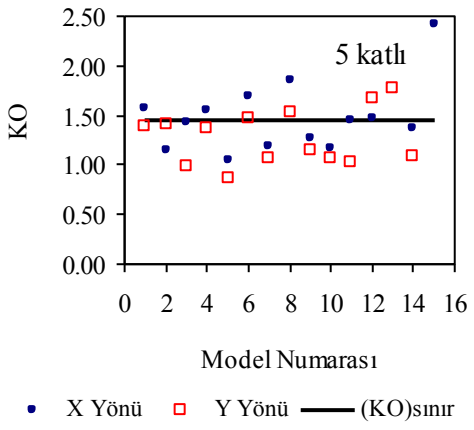
Model No	Performans Seviyesi	Önerilen Yaklaşım Sonucu					Yöntem Sonucu Kıyaslanması
		x yönü	y yönü	kritik yön	Sınır Değer	CG sağlanıyor mu?	
1	GD	1.37	1.13	1.37	1.36	Hayır	√
2	GD	1.24	1.04	1.24	1.36	Evet	X
3	CG	0.89	0.95	0.95	1.36	Evet	√
4	GÖ	1.27	1.20	1.27	1.36	Evet	X
5	CG	1.05	0.87	1.05	1.36	Evet	√
6	GD	1.55	1.37	1.55	1.36	Hayır	√
7	CG	1.71	1.71	1.71	1.36	Hayır	X
8	GD	1.35	1.12	1.35	1.36	Evet	X
9	CG	1.10	1.01	1.10	1.36	Evet	√
10	CG	1.10	1.07	1.10	1.36	Evet	√
11	CG	0.97	0.94	0.97	1.36	Evet	√
12	CG	0.95	0.93	0.95	1.36	Evet	√
13	GD	1.08	0.92	1.08	1.36	Evet	X
14	CG	0.78	0.71	0.78	1.36	Evet	√
15	GD	1.41	1.16	1.41	1.36	Hayır	√



Şekil 11. Dört katlı mevcut binaların önerilen yöntemle performans değerlendirmesi

Tablo 4. Beş katlı mevcut binalarda performans değerlendirmesi

Model No	Performans Seviyesi	Önerilen Yaklaşım Sonucu					Yöntem Sonucu Kıyaslanması
		x yönü	y yönü	kritik yön	Sınır Değer	CG sağlanıyor mu?	
1	CG	1.57	1.40	1.57	1.45	Hayır	X
2	CG	1.15	1.42	1.42	1.45	Evet	√
3	GD	1.43	0.98	1.43	1.45	Evet	X
4	GD	1.55	1.36	1.55	1.45	Hayır	√
5	CG	1.05	0.87	1.05	1.45	Evet	√
6	GD	1.69	1.47	1.69	1.45	Hayır	√
7	CG	1.19	1.07	1.19	1.45	Evet	√
8	GD	1.86	1.54	1.86	1.45	Hayır	√
9	CG	1.26	1.15	1.26	1.45	Evet	√
10	GD	1.17	1.06	1.17	1.45	Evet	X
11	GD	1.47	1.03	1.47	1.45	Hayır	√
12	GD	1.48	1.66	1.66	1.45	Hayır	√
13	GD	2.33	1.77	2.33	1.45	Hayır	√
14	GD	1.37	1.10	1.37	1.45	Evet	X
15	GD	2.43	2.80	2.80	1.45	Hayır	√



Şekil 12. Beş katlı mevcut binaların önerilen yöntemle performans değerlendirmesi

Sonuçlar incelendiğinde 60 adet binadan 44 tanesinde uyumlu sonuç elde edilmiştir. Dolayısıyla önerilen yöntem sonuçlarında %73 oranında uyumun sağlandığı söylenebilir.

6. SONUÇLAR

Mevcut bir binanın deprem güvenliğinin incelenmesinde, DBYBHY'07 de verilen yöntemlerin uygulanması kolay bir işlem olmadığı için bilgisayar programlarının kullanımı genellikle zorunlu olmaktadır. Ancak mevcut binaların sayı olarak çokluğu düşülürse, her bina için ayrı ayrı bilgisayar modellemelerinin yapılması da oldukça zaman alıcıdır. Bu nedenle bölgesel olarak risk değerlendirilmesinde bilgisayar çözümlemesine gerek kalmadan pratik şekilde değerlendirmelerin yapılabilmesi büyük kolaylık sağlayacaktır. Bu çalışmada, betonarme binaların bölgesel risk değerlendirmelerinin yapılabilmesi için pratik ve kolay uygulanabilen bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntemin diğer hızlı değerlendirme yöntemlerinden en önemli avantajı, DBYBHY'07 esasları ile uyumlu olmasıdır. Önerilen yöntem kullanılarak, konut türü binaların CG performans seviyesini sağlayıp sağlamadığı belirlenebilir. Yöntemin sonuçları, yönetmelikte verilen doğrusal elastik değerlendirme yöntemi sonuçları ile kıyaslandığında %73 oranında uyumlu olduğu görülmüştür. Dolayısıyla yöntemin, riskli binaların öncelikle tespit edilmesinde bir yaklaşım olarak kullanılabileceği söylenebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 111M119 no'lu proje ile desteklenmektedir. TÜBİTAK'a desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Aydınoğlu, N., Celep, Z., Özer, E. ve Sucuoğlu, H. (2009). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik Açıklamalar ve Örnekler Kitabı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

Computers and Structures, Inc. (2003). SAP 2000 Nonlinear, Version 8.2.3, Structural Analysis Program, Berkeley, CA, USA.

DBYBHY (2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara.