

## MEVCUT BETONARME BİNALARIN 2007 DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE İNCELENMESİ, ÖRNEK UYGULAMA

Tuncay KAP<sup>1</sup>, Ercan ÖZGAN<sup>2</sup>, Metin Mevlüt UZUNOĞLU<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Düzce Üniversitesi, Düzce Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, 81010, Düzce, Türkiye

<sup>2</sup>Düzce Üniversitesi, Sanat, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 81060, Düzce, Türkiye

<sup>3</sup>Düzce Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Bölümü, 81620, Düzce, Türkiye

e-mail: tuncaykap@duzce.edu.tr

### Özet-

Ülkemizin büyük bir bölümü deprem bölgesidir. Deprem bölgelerinde yer alan yapıların projelerine uygun yapıp yapılmadıkları yapım aşamasında kontrol edilse de, gerçek durum olası bir deprem sonucunda ortaya çıkmaktadır. Yaşanan depremler sonucunda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları içeren yönetmelik ve standartlarda değişiklikler yaparak Depreme dayanıklı yapılar inşa edilmesini hedeflemektedir. Bu kapsamda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı en son 2007 Yılında “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar” yönetmeliğini yayınlamıştır. Bu yönetmelik yayınlanmadan önce inşa edilen yapılar yeni yönetmelik şartlarını sağlamadığı için yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle yürürlükte olan 2007 yönetmeliğine göre mevcut yapıların performansları incelenerek, olası bir deprem etkisinde gösterecekleri davranış önceden tahmin edilebilir ve bu duruma göre gerekli tedbirler alınabilmektedir. Bu çalışma, Akçakoca Öğretmenevi binasının 2007 yönetmeliğindeki şartlara uygunluk düzeyini belirlemek amacıyla örnek bir uygulama olarak yapılmıştır. Çalışmada, Akçakoca Öğretmenevi binasında sistem elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesi, deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılacak eleman detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisi ve malzeme özellikleri detaylı olarak incelenmiştir. İncelenen yapının tamamında betonarme elamanlardan alınan beton karot numunelerinde basınç dayanımlarının 13-20 Mpa arasında değiştiği görülmüştür. Elde edilen tüm veriler ışığında binanın 2007 yönetmeliğine uygunluğu STA4-V13.1 “Structural Analysis for Computer Aided Design” programı ile analiz edilerek modellenmiş ve değerlendirmelerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler-** Deprem, Betonarme, Yönetmelik, Performans Analizi.

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Deprem Yönetmeliği'nin (Yönetmelik) 7. Bölümündeki konular Deprem Yönetmeliği kapsamına ilk kez 2007 yılında alınmıştır. Yeni yapılacak bir binanın tasarımından ziyade mevcut bir binanın deprem performansının değerlendirilmesine yönelik olarak yapılan işlemler 2007 Deprem Yönetmeliği 7. Bölümünün temel konusudur. Bu işlemler mevcut bir binanın durumunu saptamak için gerekli olan saha incelemelerinin yapılması, performans hedeflerinin belirlenmesi, hesap

yönteminin seçimi ve uygulanmasından oluşur. Yönetmelik Bölüm 7’de ayrıca deprem performansı yetersiz olan binaların güçlendirilmesi de kapsamaktadır. Güçlendirilmiş bir bina ile mevcut bir bina arasında deprem performansının değerlendirilmesi bakımından temel bir fark yoktur. Binaların deprem performansı yeni bir kavramdır. Deprem performansı, “tanımlanan deprem etkisi altında bir binada oluşabilecek hasarların düzeyine ve dağılımına bağlı olarak belirlenen yapı güvenliği durumu” olarak tanımlanabilir. Mevcut bir binanın deprem performansının belirlenebilmesi için öncelikle binanın yapılmış olan durumunun yeterli ölçüde bilinmesi gereklidir. Bu amaçla mevcut binalardan toplanacak yapısal sistem özellikleri, boyutlar, malzeme ve detaylarla ilgili bilgilerin kapsamı Yönetmelikte ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Daha sonra bu bilgiler kullanılarak binanın yapısal modeli oluşturulur ve deprem etkileri altında elemanlarda meydana gelecek iç kuvvetler ve şekil değiştirmeler hesaplanır [1] Mevcut binalarda alt yapının durumu üst yapıdan farklı değildir. Temellerdeki betonların ayrıştığı, bağ kirişlerinin yeterli olmadığı, korozyonla donatıların çürüdüğü, ilk yapım sırasında yeteri kadar temel alanının yapılmadığı mevcut binalar üzerinde yapılan tetkiklerden elde edilen sonuçlardır [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

## 2. MATERYAL VE METOT (METHOD)

Akçakoca Öğretmenevi binasında sistem elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesi, deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılacak eleman detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisi ve malzeme özellikleri detaylı olarak incelenmiştir. Akçakoca Öğretmenevi binasının taban alanı 803 m<sup>2</sup> olup yapı 1995 yılında inşa edilmiştir. Binanın inşa edildiği zeminin yatak katsayısı (k) 1960 t/m<sup>3</sup> ve zemin emniyet gerilmesi de ( $q_{em}$ ) 1,64 kg/cm<sup>2</sup>’dir. Bina bodrum kat, zemin kat ve 8 adet normal kattan oluşmaktadır (Şekil 1).



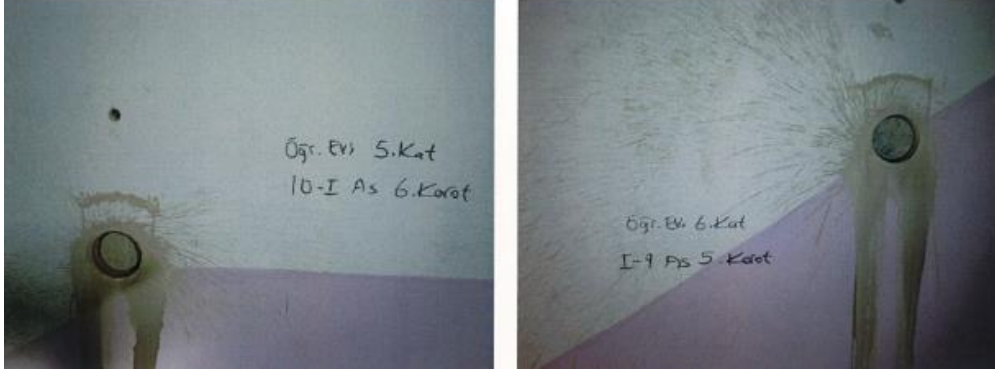
Akçakoca Öğretmen Evi Güney ve Doğu Cephesi



Akçakoca Öğretmen Evi Güney Cephesi

**Şekil 1. Akçakoca Öğretmenevinin Güney Doğu ve Güney cephe görüntüleri**

İncelenen binanın taşıyıcı sistemi betonarme karkas olup binada yapılan röleve çalışmalarından sonra planları çizilmiştir. Binanın içinde ve dışında zemin muayene çukurları açılarak temel yapısı, temel özellikleri ve yer altı su seviyesi gibi parametreler belirlenmeye çalışılmıştır. Yapının 2007 yönetmeliğine uygunluğunun incelenebilmesi amacıyla yönetmelik şartlarına uygun olarak betonarme elemanlardan beton karot numune alınmıştır (Şekil 2).



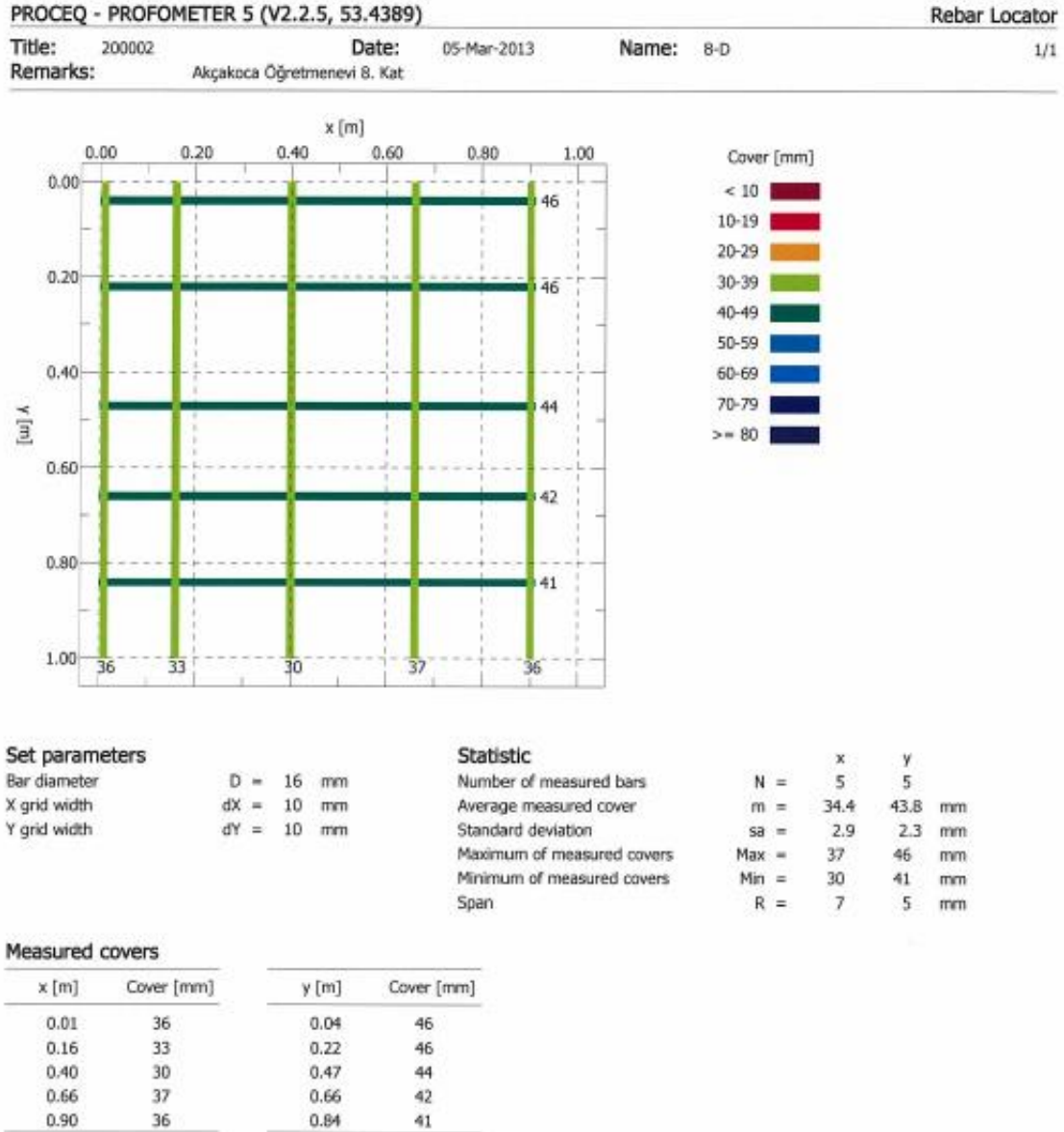
Şekil 2. Karot numune alınması

Mevcut betonarme elemanlardaki donatı sayısı ve donatı çaplarının belirlenebilmesi amacıyla sıyırma işlemleri yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Kolon (2 adet) ve kirişlerde (2 adet) sıyırma yapılması

Sıyırma yapılmayan kolon, kiriş, perde gibi betonarme elemanlardaki donatıların sayısı ve çaplarının tespiti amacıyla da donatı tespit cihazları ile donatı tespitleri yapılarak incelenen yapının malzeme özellikleri belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Akçakoca Öğretmenevi 8. Kat 8-D Aksında Profometer 5 Cihazı ile Donatı Tespiti

İncelenen yapının tüm katlarında sıyırma yapılan betonarme elemanlardaki donatılar tespit edilerek tablo haline getirilmiştir (Şekil 5).

6.BETONARME ELEMANLAR İÇİN PASPAYI SIYIRMA ÇALIŞMALARI

T.C. Düzce Üniversitesi Düzce Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü	<b>DONATI SIYIRMA TESPİT FORMU</b>					
	Okulun Adı / Binası			AKÇAKOCA ÖĞRETMENEVİ		
	Tarih			04.Mar.13		
	Yapım şekli			Betonarme Karkas	<input checked="" type="checkbox"/>	Betonarme Yığma
	Kat sayısı			Bodrum : 1	Zemin : 1	Normal : 9
						Çatı: yok

S N	Elemanın adı / Döşme kaydı no	Eleman Türü	Pas payı mm	Esas Donatı		Esas Donatı		Eliye / Dağıtma Donatısı		Sıkılaştırma	Filiz	Korozyon
				Çap mm	Adet / Aralık cm	Çap mm	Adet / Aralık cm	Çap mm	Adet / Aralık cm			
1	8.KAT 8-H		35	20	3			8	19	yok	yok	yok
2	6-K		25	20	3			10	30	yok	yok	yok
3	4-G		45	20	3			8	16	yok	yok	yok
4	4-H		30	20	3			8	18	yok	yok	yok
5	4-F		30	20	3			8	20	yok	yok	yok
6	7.KAT 9-I		10	20	3			10	25	yok	yok	yok
7	7-J		40	20	3			8	16	yok	yok	yok
8	4-I		40	20	3			8	15	yok	yok	yok
9	5-D		25	20	3			8	10	yok	yok	yok
10	8-E		45	20	3			8	25	yok	yok	yok
11	6.KAT											
12	8-F		30	20	3			8	30	yok	var	yok
13	6-D		35	20	3			8	28	yok	var	yok
14	9-H		20	20	3			8	26	yok	yok	yok
15	6-J		45	20	3			8	30	yok	yok	yok
16	9-I		20	20	3			10	24	yok	yok	yok
17	5.KAT											
18	5-J		5	20	8			8	19	yok	yok	yok
19	4-F		20	20	3			8	18	yok	yok	yok
20	7-D		30	20	3			8	21	yok	var	yok
21	8-G		25	20	3			8	22	yok	yok	yok
22	4.KAT											
23	8-E		25	20	3			8	11	yok	yok	yok
24	5-D		25	20	3			8	14	yok	yok	yok
25	4-I		45	20	3			8	15	yok	var	yok
26	7-J		10	20	3			8	13	yok	yok	yok
27	3.KAT 6-J		20	20	3			8	13	yok	yok	yok
28	4-H		20	20	3			8	14	yok	yok	yok
29	9-D		45	20	3			8	12	yok	var	yok

Not : Bu formda yazılan kolon donatıları, Sıyırma yapılan kolonun bir yüzeyine ait donatıları temsil etmektedir.

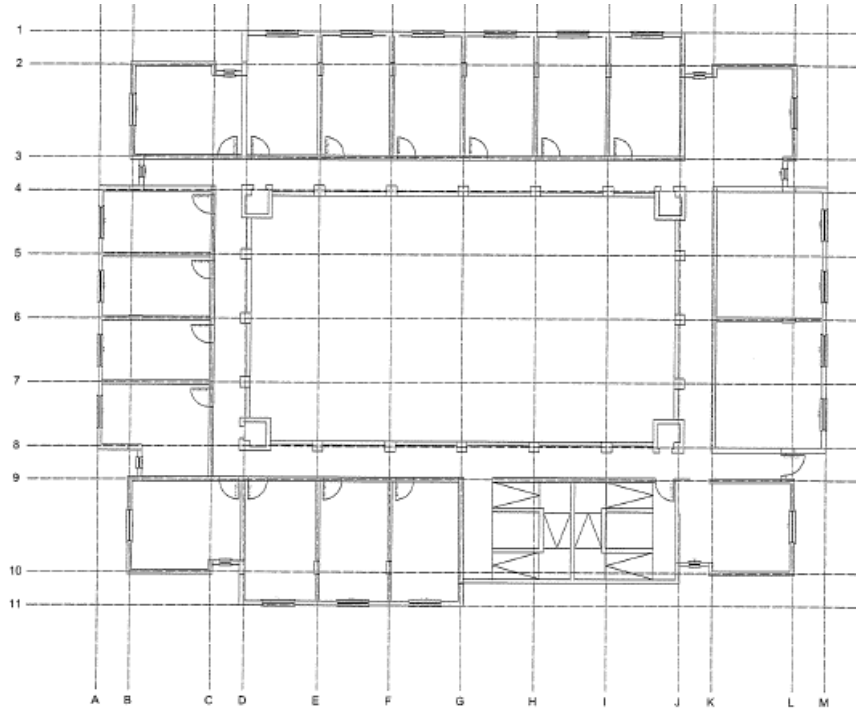
Şekil 5. Katlara Göre Sıyırma Yapılan Betonarme Elemanlar ve Donatı Durumları.

Yapının temel özelliklerinin belirlenebilmesi amacı binanın içinden ve dışından temel çukurları açılarak temelin boyutları, temel derinliği ve temel şekli belirlenmiştir (Şekil 6).



**Şekil 6. Binanın dışından ve içinden açılan temel çukurları**

Yapının gerekli yerlerinde röleve çalışmaları yapılmış, mimari projesi hazırlanmış ve elde edilen tüm veriler ışığında binanın 2007 yönetmeliğine uygunluğu STA4-V13.1 “Structural Analysis for Computer Aided Design” programı ile analiz edilerek modellenmiş ve değerlendirmelerde bulunulmuştur [2]. Elde edilen sonuçlar 2007 Deprem yönetmeliğinde belirtilen kısıtlar açısından karşılaştırılmış ve uygun olmayan durumlar tespit edilmiştir. İncelenen binanın mimari projesi ve mevcut durumu aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir (Şekil 7).



**Şekil 7. Akçakoca Öğretmenevi Binasının Normal Kat Planı**



Güçlendirilmesi Gereken Gevrek Elemanlar	
Kolon	SB44, SB45, SB46, SB47, SB48, S552, S555, S556, S557, S558, S559, S755, S759, SB35, SZ35
Panel	PZ002, PZ003, P1003, P2003, P3003, P4002, P4003, P5002, P5003, P6002, P6003, P7002, P7003, P8002, P8003, P9003
Kiris	KB033, KB083, KZ033, KZ071, KZ083, K1033, K3033, K4033, K4083, K4086, K4092, K4140, K4144, K4147, K4149, K5033, K5058, K5086, K5088, K5092, K5117, K5140, K5141, K5142, K5143, K5144, K5147, K5149, K6033, K6071, K6083, K6086, K6092, K6117, K6142, K6143, K6144, K6147, K6149, K7033, K7071, K7083, K7086, K7092, K7117, K7140, K7141, K7142, K7143, K7144, K7147, K8071, K8083, K8086, K8092, K8140, K8141, K8142, K8143, K8144, K8147, K9086

GORELİ KAT ÖTELEME KONTROLÜ  
 [max(R·Δ/h): MH < 0.01 < BH < 0.03 < IH < 0.04 < GB ]

Kat	hi	X yönü	Rx·Δx/h	Y yönü	Ry·Δy/h
11	3.65	0.0261085	BH	0.0390460	IH
10	3.10	0.0277152	BH	0.0389977	IH
9	2.85	0.0276637	BH	0.0382592	IH
8	3.55	0.0273450	BH	0.0366702	IH
7	2.15	0.0259515	BH	0.0344238	IH
6	2.85	0.0249145	BH	0.0319779	IH
5	2.10	0.0226453	BH	0.0289964	BH
4	2.85	0.0201456	BH	0.0255366	BH
3	2.85	0.0166667	BH	0.0206370	BH
2	2.90	0.0123746	BH	0.0148681	BH
1	3.40	0.0066944	MH	0.0077186	MH

AKÇAKOCA ÖĞRETMEYEVİ (2007 PERFORMANS ANALİZİ)														SAYFA: 140	
***** BINA PERFORMANSI *****															
KİRİŞ HASAR YÜZDELERİ															
KAT NO	MH	(-X)			(X)				(-Y)				(Y)		
		BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH
11	97.4	2.6	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0
10	100.	0.0	0.0	0.0	97.4	2.6	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0
9	100.	0.0	0.0	0.0	94.7	5.3	0.0	0.0	97.7	2.3	0.0	0.0	100.	0.0	0.0
8	100.	0.0	0.0	0.0	94.7	5.3	0.0	0.0	97.7	2.3	0.0	0.0	100.	0.0	0.0
7	100.	0.0	0.0	0.0	92.1	7.9	0.0	0.0	97.7	2.3	0.0	0.0	100.	0.0	0.0
6	100.	0.0	0.0	0.0	97.4	2.6	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0
5	100.	0.0	0.0	0.0	97.4	2.6	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0
4	100.	0.0	0.0	0.0	97.4	2.6	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	97.7	2.3	0.0
3	100.	0.0	0.0	0.0	98.1	1.9	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0
Max.					100.	7.9									
X yönü giriş sayısı=54,54,53,38,38,38,38,38,38,38,38,38															
Y yönü giriş sayısı=57,57,60,44,44,44,44,44,44,44,44,44															
KOLON KESME KUVVETİ DAĞILIMI															
KAT NO	MH	(-X)			(X)				(-Y)				(Y)		
		BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH
11	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
10	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
9	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
8	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
7	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
6	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
5	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0
4	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	95.0	5.0
3	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0
2	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	95.4	4.6	0.0	0.0	95.8	4.2
1	88.7	11.3	0.0	0.0	90.0	10.0	0.0	0.0	70.0	19.0	4.5	6.5	66.5	29.9	3.0
Max.		100.			90.0						100.	6.5			



ALT VE ÜST KESİTLERİNDE MİNİMUM HASAR BÖLGESİNİ AŞAN KOLONLARIN KESME KUVVETİ DAĞILIMI

KAT NO	(-X)		(+X)		(-Y)		(+Y)	
	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB
11	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
10	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
9	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
8	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
7	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
6	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
5	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
4	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
3	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
2	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max.	100.							

**BINA PERFORMANS SONUCU:**

Bina yatay yük kapasite oranı 1. kat :  $V_r/V_e=1521.69/1425.17=1.068$   
 Üst kat Vc oranı= $\%100.0>\%40 \times$   
 Göçme bölgesi durumu, Güçlendirme gereklidir. Can güvenliği  $\times$

**Can güvenliği yeterlilik kontrolü:**

Kiriş Hasar oranı= $(IH=\%0.0\leq\%20 \checkmark)$ ,  $(GB=\%0 \checkmark)$   
 Kolon Hasar oranı= $(IH=\%100.0>\%20 \times)$ ,  $(GB=\%6.5>\%0 \times)$   
 Üst kat Vc oranı= $(IH=\%100.0>\%40 \times)$ ,  $(GB=\%0 \checkmark)$   
 Plastiklesen kolon Vc oranı= $(BH+IH+GB=\%0.0\leq\%30 \checkmark)$

**CAN GUVENLIGINI SAGLAMAYAN ELEMAN DAĞILIMI**

KAT NO	Kiriş (%)	X yönü		Kiriş (%)	Y yönü	
		Kiriş (%)	Kolon (%)		Kolon (%)	Kolon (%)
11	0/38 (%0.0)	0/49 (%0.0)		0/44 (%0.0)	49/49 (%100.0)	
10	0/38 (%0.0)	0/49 (%0.0)		0/44 (%0.0)	49/49 (%100.0)	

9	0/38 (%0.0)	0/49 (%0.0)		0/44 (%0.0)	49/49 (%100.0)	
9	0/38 (%0.0)	0/49 (%0.0)		0/44 (%0.0)	49/49 (%100.0)	
8	0/38 (%0.0)	0/49 (%0.0)		0/44 (%0.0)	49/49 (%100.0)	
8	0/38 (%0.0)	0/49 (%0.0)		0/44 (%0.0)	49/49 (%100.0)	
7	0/38 (%0.0)	0/49 (%0.0)		0/44 (%0.0)	49/49 (%100.0)	
6	0/38 (%0.0)	0/49 (%0.0)		0/44 (%0.0)	49/49 (%100.0)	
6	0/38 (%0.0)	0/49 (%0.0)		0/44 (%0.0)	0/49 (%0.0)	
5	0/38 (%0.0)	0/49 (%0.0)		0/44 (%0.0)	1/49 (%2.0)	
4	0/38 (%0.0)	0/49 (%0.0)		0/44 (%0.0)	0/61 (%0.0)	
3	0/53 (%0.0)	0/61 (%0.0)		0/60 (%0.0)	1/63 (%1.6)	
2	0/54 (%0.0)	0/63 (%0.0)		0/57 (%0.0)	3/63 (%4.8)	
1	0/54 (%0.0)	0/63 (%0.0)		0/57 (%0.0)		

**Şekil 9. b. Akçakoca Öğretmenevi Binasının Performans Analiz Sonuçları**

**REFERENCES**

- [1] <https://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/guc.pdf>
- [2] [http://www.imo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/b1839dc54405b85\\_ek.pdf?dergi=139](http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/b1839dc54405b85_ek.pdf?dergi=139)
- [3] STA4-V13.1 “Structural Analysis for Computer Aided Design” user guide.
- [4] <http://web.iku.edu.tr/~ecoskun/Guclendirme.pdf>
- [5] [http://www.tdmd.org.tr/TR/Genel/pdf2015/TDMSK\\_162.pdf](http://www.tdmd.org.tr/TR/Genel/pdf2015/TDMSK_162.pdf).
- [6] Arıkan, M., Sucuoğlu, H. ve Macit G. “Economic assesment of the seismic retrofitting of low-cost apartment buildings. Journal of Earthquake Engineering, , 9:4, 2005, p.p. 577-584.
- [7] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2007.
- [8] Sucuoğlu, H. (2008). Mevcut Yapılarda Durum Saptaması, Bizim Büro Basımevi, Ankara, Türkiye.
- [9] Tankut, T., Ersoy, E., Özcebe, G. ve Canbay, E. (2008). Betonarme Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi İçin Kullanılan Yöntemler (Kitapta Bölüm), Bizim Büro Basımevi, Ankara, Türkiye.
- [10] Ergün A., Kürklü G., Depremde bina performansının DBYBHY 2007’e göre doğrusal elastik hesap yöntemleri ile belirlenmesinde malzeme sınıfının değişiminin incelenmesi. Uluslararası Deprem ve Yapı Mühendisliğinde Gelişmeler Sempozyumu, 24-26 Ekim 2007, Isparta-Antalya, Türkiye, 576-586.
- [11] Ergün A., Kürklü G., Mevcut betonarme bir binanın DBYBHY 2007’e göre doğrusal elastik hesap

yöntemleriyle değerlendirme ve güçlendirme uygulaması. Sempozyumu, 158- 163, 1-2 Ekim 2009, Sakarya.

[12] [http://fenbildergi.aku.edu.tr/1202/025601\(1-11\)\(12-207\).pdf](http://fenbildergi.aku.edu.tr/1202/025601(1-11)(12-207).pdf)