

BETONARME BİR OKUL BİNASININ 2007 DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE PERFORMANS ANALİZİ

Tuncay KAP¹, Ercan ÖZGAN², Metin Mevlüt UZUNOĞLU³

¹Düzce Üniversitesi, Düzce Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, 81010, Düzce, Türkiye

²Düzce Üniversitesi, Sanat, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 81060, Düzce, Türkiye

³Düzce 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 Cumhuriyet İlköğretim Okulu binasının 2007 yönetmeliğindeki şartlara uygunluk düzeyini belirlemek amacıyla örnek bir uygulama olarak yapılmıştır. Çalışmada, Cumhuriyet İlköğretim Okulu binasında sistem elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesi, deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılacak eleman detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisi ve malzeme özellikleri detaylı olarak incelenmiştir. Binanın temeli hakkında bilgi edinebilmek için binanın içinde ve dışında temel muayene çukurları açılmıştır. Yapının betonarme elamanlarında donatı tespiti, pay durumu ve donatı çaplarının belirlenebilmesi amacıyla sıyırma işlemleri yapılmış ve beton karot numuneleri alınmıştır. Binanın mimari projeleri çizilmiş ve elde edilen verilerle binanın 2007 yönetmeliğine uygunluğu STA4-V13.1 “Structural Analysis for Computer Aided Design” programı ile analiz edilmiş ve değerlendirmelerde bulunulmuştur.

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

PERFORMANCE ANALYSIS ACCORDING TO 2007 EARTHQUAKE REGULATION OF A REINFORCED SCHOOL BUILDING

Abstract-A large part of our country is an earthquake zone. Whether or not the structures in the earthquake zones are made according to the projects are controlled during the construction phase, however, the actual situation arises as a possible earthquake. As a result of the earthquakes, the Ministry of Environment and Urbanization has made amendments to the regulations for the Design and Construction Rules of Constructions. It aimed to build earthquake-resistant buildings. In this context,

the Ministry of Environment and Urbanism recently published the regulation "Principles on Buildings to be Made in Earthquake Regions" in 2007. Constructions built before this regulation cannot be sufficient because it does not fulfill the requirements of new regulations. For this reason, according to the 2007 directive in force, the behavior of a possible earthquake can be predicted by examining the performances of the existing structures, and the necessary precautions can be taken accordingly. This study has been done as a sample application in order to determine the compliance level of the Akçakoca Cumhuriyet Primary School Building with the conditions of 2007 regulation. In the study, the determination of the capacities of the system elements, the details and dimensions of the elements to be used in evaluating the earthquake resistance, the geometry of the support system and the material properties have been examined in detail. Observation potholes were opened inside and outside the building to provide information about the building's foundation. The surfaces of therein forced concrete elements were stripped and concrete core samples were taken from them. Using the obtained data, the building's compliance with the 2007 regulations was analyzed and evaluated by STA4-V13.1 "Structural Analysis for Computer Aided Design" program.

Key Words-Earthquake, Reinforcement, Regulation, Analysis of performance

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar Yönetmeliği'nin (Yönetmelik) 7. Bölümündeki konular Deprem Yönetmeliği kapsamına ilk kez 2007 yılında alınmıştır. Bu bölümde yeni yapılacak bir binanın tasarımından ziyade mevcut bir binanın deprem performansının değerlendirilmesine yönelik olarak yapılan işlemler ele alınmaktadır. Bu işlemler mevcut bir binanın durumunu saptamak için gerekli olan saha incelemelerinin yapılması, performans hedeflerinin belirlenmesi, hesap yönteminin seçimi ve uygulanmasından oluşur. Yönetmeliğin 7. Bölümünde deprem performansı yetersiz olan binaların güçlendirilmesi anlatılmaktadır. 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 tanımlanmaktadır. Mevcut bir binanın deprem performansının belirlenebilmesi için öncelikle binanın mevcut olan durumunun yeterli ölçüde bilinmesi gereklidir. Bu amaçla inceleme yapılacak binadan 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, donatıların korozyonla 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, 12,13,14,15].

2. YÖNTEM (METHOD)

Akçakoca Cumhuriyet İlköğretim Okulu binasında sistem elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesi, deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılacak eleman detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisi ve malzeme özellikleri detaylı olarak incelenmiştir. Akçakoca Cumhuriyet İlköğretim Okulu binasının taban alanı 307 m² olup yapı; kısmi bodrum, zemin ve iki normal kattan oluşmaktadır (Şekil 1). Binanın inşa edildiği zeminin yatak katsayısı (k) 696 t/m³ ve zemin emniyet gerilmesi de (q_{em}) 0,58 kg/cm² dir.



Şekil 1. Akçakoca Cumhuriyet İlköğretim Okulu giriş ve arka cephe görüntüleri

3. BULGULAR (FINDINGS)

İncelenen binanın taşıyıcı sistemi betonarme karkas olup binada yapılan röleve çalışmalarından sonra kat 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

Binadan 2007 Yönetmeliğine göre temelden ve her kattan 3'er adet olmak üzere toplam 15 adet karot numune alınmıştır. Karotlar TS-EN 12504-1, TS EN 12390-3 standartlarına göre alınmış olup, hesaplamalar TS EN 13791 standardına göre yapılmıştır. Deney sonucu elde edilen beton basınç değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 1)

Tablo 1. Karot basınç değerleri

Numune No	Alındığıyer	Basınçdeğeri N/mm ²
1	Temel 1	22,40
2	Temel 2	29,06
3	Temel 3	18,08
4	Bodrum	20,81
5	Bodrum	8,75
6	Bodrum	10,67
7	Zemin	6,64
8	Zemin	10,95
9	Zemin	9,66
10	1.kat	10,52
11	1.kat	18,20
12	1.kat	11,69
13	2.Kat	35,99
14	2.Kat	33,00
15	2.Kat	31,50

Mevcut betonarme elemanlardaki donatı sayısı ve donatı çaplarının belirlenebilmesi amacıyla yüzeysel sıyırma işlemleri yapılmıştır (Şekil 3, Şekil 4).

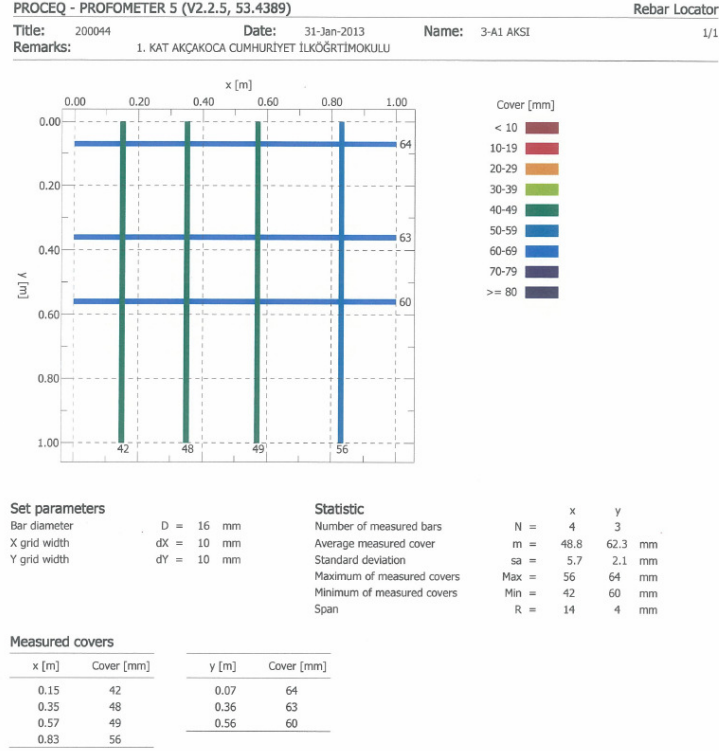


Şekil 3. Kolonlarda sıyırma işlemi yapılması.



Şekil 4. Kirişlerde sıyırma işlemi 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 5).



Şekil 5. Akçakoca Cumhuriyet İlköğretim Okulu 1. Kat 3A-1 Aksından Profometer 5 Cihazı ile Donatı Tespiti

İncelenen yapının tüm katlarında sıyırma yapılan betonarme elemanlardaki donatılar tespit edilerek tablo haline getirilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Katlara Göre Sıyırma Yapılan Betonarme Elemanlar ve Donatı Durumları

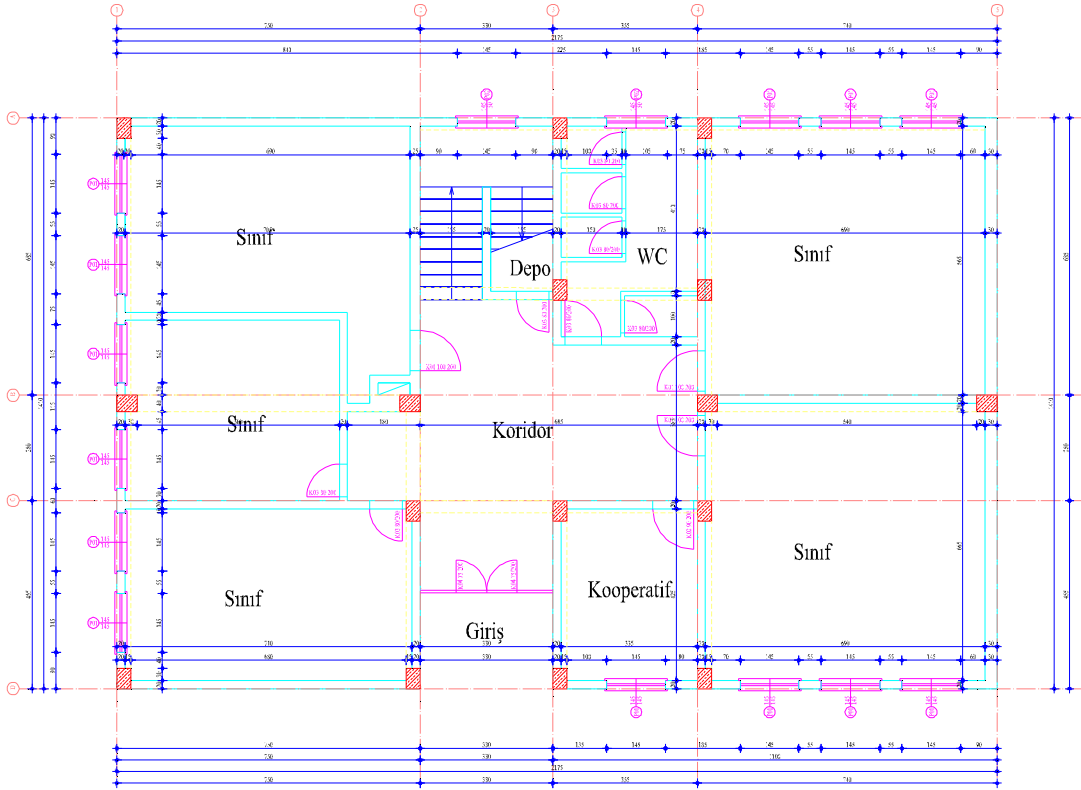
DONATI SIYIRMA TESPİT FORMU												
OkulunAdı / Binası		AKÇAKOCA CUMHURİYET İLKÖĞRETİM OKULU										
Tarih		13.Oca.2013										
Yapımşekli		BetonarmeKarkas			x		BetonarmeYığma					
Kat sayısı		Bodum: Kısım			Zemin : 1		Normal : 2			Çatı: yok		
S N	Elemanınadı / Dosyakayı no	ElemanTürü	Pas payı mm	EsasDonatı		EsasDonatı		Etriye / DağıtımDonatısı		Sıklaştıрма	Filiz	Korozyon
				Çap mm	Adet / Aralık cm	Çap mm	Adet / Aralık cm	Çap mm	Adet / Aralık cm			
1	Zemin 4-C	Kolon	35	16	6			8	23	Yok	Yok	Yok
2	Zemin 1-B	Kolon	20	16	6			8	26	Yok	Yok	Yok
3	Zemin A-1-2	Perde	50	10	20			8	35	Yok	Var	Yok
4	1. Kat C-2 Aksı	Kolon	30	12	1	16	2	8	28	Yok	Yok	Yok
5	1. Kat E-1	Kolon	30	14	6			8	33	Yok	Yok	Yok
6	2. Kat C-2	Kolon	30	16	6			8	21	Yok	Var	Yok
7	2. Kat 3-E	Kolon	20	16	6			8	21	Yok	Var	Yok
8	Z. Kat Kiriş WC	Kiriş	15	16	4			8	28	Yok	Yok	Var
9	1. Kat WC	Kolon	20	14	5			8	25	Yok	Yok	Var
10	2. Kat WC	Kolon	20	12	2			8	24	Yok	Yok	Var

Yapının temel özelliklerinin belirlenebilmesi amacı binanın içinden ve dışından temel çukurları açılarak temelin boyutları, temel derinliği ve temel şekli belirlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Binanın dışından ve içinden açılan temel çukurları

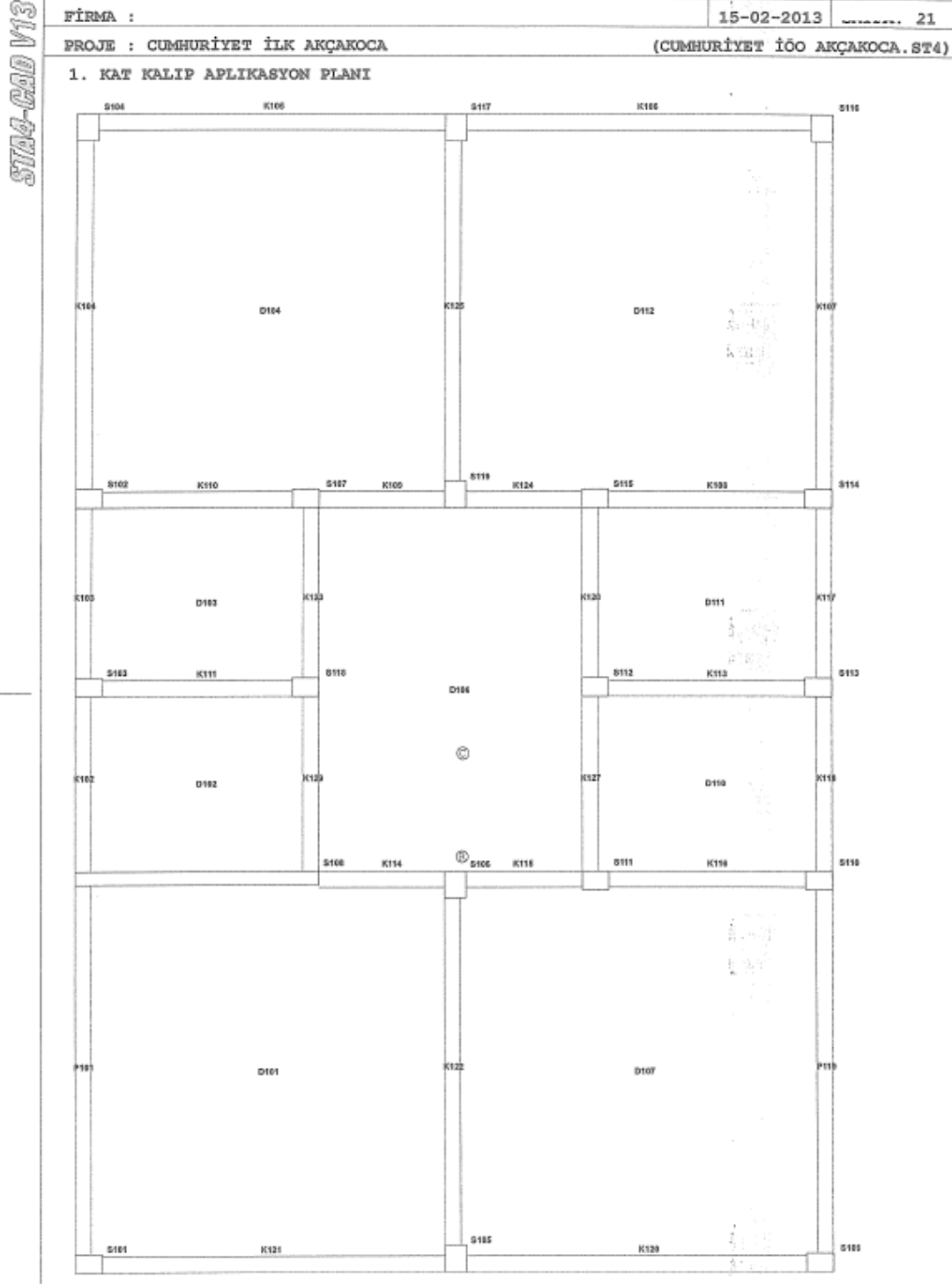
Yapıda gerekli röleve çalışmaları yapılmış ve mimari projesi hazırlanmıştır(Şekil 8).



Şekil 8. Akçakoca Cumhuriyet İlköğretim Okulu Binası Zemin Kat Planı

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

2007 Deprem yönetmeliği açısından Performans Analizi yapılan Akçakoca Öğretmenevi Binasının kalıp teçhizat planı ile ilgili olarak örnek olması açısından 1. kata ait kalıp teçhizat planı aşağıda verilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Akçakoca Cumhuriyet İlköğretim Okulu Binasının 1.Kat Kalıp Teçhizat Planı

Binanın Performans analizleri yapılmış ve sonuçları aşağıda gösterilmiştir (Şekil 9, Şekil 10).

Güçlendirilmesi Gereken Gevrek Elemanlar																	
Kolon	SZ02, SZ05, SZ06, SZ12, SZ14, SZ19, S102, S105, S106, S114, S119																
Panel	PB01, PB19, PZ01, PZ19																
Kiris	KB22, KB25, KZ22, KZ25, K122, K125																
GORELİ KAT OTELEME KONTROLU																	
[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											
4	3.30	0.0009133	MH		0.0045821	MH											
3	3.30	0.0010445	MH		0.0056921	MH											
2	3.30	0.0010240	MH		0.0060203	MH											
1	2.80	0.0006168	MH		0.0036454	MH											
***** 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	GB	
4	58.3	16.7	0.0	25.0	83.3	16.7	0.0	0.0	0.0	23.1	23.1	53.8	0.0	30.8	23.0		
3	33.3	16.7	25.0	25.0	50.0	41.7	8.3	0.0	0.0	15.4	23.1	61.5	0.0	15.4	46.0		
2	50.0	25.0	8.3	16.7	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0	7.7	23.1	69.2	0.0	0.0	38.0		
1	50.0	41.7	0.0	8.3	91.7	8.3	0.0	0.0	0.0	7.7	23.1	69.2	0.0	15.4	23.0		
Max.					91.7	50.0						69.2				46.0	
X yönü kiriş sayısı=12,12,12,12																	
Y yönü kiriş sayısı=13,13,13,13																	
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	GB	
4	98.2	1.4	0.3	0.1	99.5	0.5	0.0	0.0	44.7	26.6	5.8	22.9	91.3	3.3		1.0	
3	99.8	0.2	0.0	0.0	99.9	0.1	0.0	0.0	34.9	39.7	3.5	22.0	81.5	10.2		2.0	
2	99.7	0.0	0.0	0.3	99.8	0.0	0.0	0.2	48.2	3.6	3.7	44.5	82.5	0.5		2.0	
1	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	42.2	12.4	19.0	26.4	83.9	2.6		7.0	
Max.	100.0									39.7	19.0	44.5					

Şekil 9. Akçakoca Cumhuriyet İlköğretim Okulu Binasının Performans Analiz Sonuçları

AKÇAKOCA CUMHURİYET İLKÖĞRETİM OKULU (2007 PERFORMANS ANALİZİ)										SAYFA: 19	
ALT VE ÜST KESİTLERİNDE MİNİMUM HASAR BÖLGESİNİ AŞAN KOLONLARIN KESME KUVVETİ DAĞILIMI											
KAT NO	MH	(-X)			(+X)			(-Y)		(+Y)	
		BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	
4	99.7	0.3	100.0	0.0	78.8	21.2	95.4	4.6			
3	100.0	0.0	100.0	0.0	89.3	10.7	95.9	4.1			
2	100.0	0.0	100.0	0.0	92.4	7.6	97.5	2.5			
1	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0			
Max.			100.0			21.2					
BINA PERFORMANS SONUCU:											
Bina yatay yük kapasite oranı 2. kat : Vr/Ve=164.6/304.7=0.54											
Göçme bölgesi Kiriş Hasar oranı=%69.2>%20 Göçmenin önlenmesi durumu x											
Göçme durumu, Güçlendirme gereklidir. Can güvenliği x											
Göçmenin önlenmesi durumu yeterlilik kontrolü:											
Göçme bölgesi Kiriş Hasar oranı=%69.2>%20 x											
Kolon Vc oranı=%44.5>%30 x											
Üst kat Vc oranı=%22.9<%40 ✓											
Plastiklesen kolon Vc oranı=%21.2<%30 ✓											
CAN GÜVENLİĞİNİ SAĞLAMAYAN ELEMAN DAĞILIMI											
KAT NO	Kiriş (%)			X yönü Kolon (%)			Y yönü Kiriş (%)		Y yönü Kolon (%)		
4	3/12	(%25.0)		2/21	(%9.5)		10/13	(%76.9)	16/21	(%76.2)	
3	6/12	(%50.0)		0/21	(%0.0)		11/13	(%84.6)	15/21	(%71.4)	
2	3/12	(%25.0)		2/21	(%9.5)		13/13	(%100.0)	17/21	(%81.0)	
1	1/12	(%8.3)		0/21	(%0.0)		12/13	(%92.3)	13/21	(%61.9)	

Şekil 10. Akçakoca Cumhuriyet İlköğretim Okulu Binasının Performans Analiz Sonuçları

Yapılan analizler sonucunda, incelenen yapının Bodrum katta bulunan PB01 - PB19 perde duvarlarında ve KB22 - KB25 kirişlerinin güçlendirilmesi gerektiği belirlenmiştir. Zemin katta SZ02 - SZ05 - SZ06 ve SZ14 kolonlarının, PZ01 - PZ19 perdeleri ile KZ-22 ve KZ-25 kirişlerinin de güçlendirilmesi gerektiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, 1. normal katta S102 - S105 - S106 - S114 ve S119 kolonları ile K-122 ve K-125 kirişlerinin de güçlendirilmesi gerektiği tespit edilmiştir.

Bina bir bütün olarak değerlendirildiğinde ise binanın yatay yük kapasite oranı 2'nci kat için $V_r/V_e=164,6/304,7=0,54$ çıkmış olup kirişlerde hasar oranının %20'nin çok üzerinde %69,2'a kadar çıktığı görülmüştür. Kolonlarda V_c oranının ise %30'un üzerinde %44,5 oranına kadar çıktığı görülmüştür.

Yapılan analizler sonucunda, binanın can ve mal güvenliği açısından güçlendirilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Ancak binanın servis ömrü ve güçlendirme maliyetleri dikkate alınarak bir değerlendirme yapılması gerektiği ve bu açıdan uygun şartları sağlıyorsa güçlendirme yerine yıkılmasının da uygun olabileceği değerlendirilmektedir.

5. KAYNAKLAR (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
- [3] STA4-V13.1 "Structural Analysis for Computer Aided Design" userguide.
- [4] <http://web.iku.edu.tr/~ecoskun/Guclendirme.pdf>
- [5] http://www.tdmd.org.tr/TR/Genel/pdf2015/TDMSK_162.pdf
- [6] Arıkan, M., Sucuoğlu, H. ve Macit G. "Economic assessment of theseismic 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)
- [13] Altun, Fatih Ve Kara, H.Bekir Ve Uncuoğlu, Erdal Ve Karahan, Okan, 2003, Betonarme Yapılarda Deprem Hasarları ve Altı Katlı Bir Yapının Güçlendirme Çalışmaları, G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 16(2) 309-318
- [14] Nuhoglu, A., Arısoy, B., Taşçı R., (2009). İzmir'deki okulların yapısal özelliklerinin araştırılması ve deprem davranışlarının değerlendirilmesi, İzmir afet riskini azaltma sempozyumu, İzmir.
- [15] Mısırs, S., Özçelik, Ö., ve Kahraman, S., (2009). Kolon-kiriş birleşimlerinin davranışlarının değerlendirilmesi ve konu üzerine yürütülen deneysel çalışmalar. İMO İzmir şubesi haber bülteni, Yıl: 24, Sayı: 146.