

Taşıma Gücü Yüksek Zeminde İnşa Edilmiş Betonarme Bir Binanın Performans Analiz

¹Tuncay KAP, ²Ercan ÖZGAN, ³Metin Mevlüt UZUNOĞLU

¹Düzce Üniversitesi, Düzce Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, 81010, Düzce, Türkiye
²Düzce Üniversitesi, Sanat, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 81600, Düzce, Türkiye
³Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 81620, Düzce, Türkiye
e-mail: tuncaykap@duzce.edu.tr

Özet

Ülkemizin 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 2007 yılında “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar” yönetmeliğini yayınlamıştır. Yönetmelikte, mevcut binaların zemin özelliklerinin nasıl belirleneceği belirtilmiştir. Bu kapsamda, zemin grupları taşıma gücü açısından en yüksekten en düşüğe doğru A, B, C, D olarak tanımlanmıştır. Yerel zemin sınıfları ise zeminin en üst tabaka kalınlığı ve zemin grubuna göre Z1, Z2, Z3 ve Z4 olarak tanımlanmıştır. Yönetmeliğe göre mevcut ya da yeni yapılacak binalarda zemin etüt raporlarının düzenlenmesi istenmektedir. Bu çalışmada, 1999 Düzce depremlerine maruz kalmış ve taşıma gücü güçlü bir zemin üzerine inşa edilmiş bir okul binasının performans analizi yapılmıştır. Binasındaki taşıyıcı elemanların kapasitelerinin belirlenmesi ve deprem dayanımlarının değerlendirilmesi için eleman detayları, boyutları, taşıyıcı sistem geometrisi ve malzeme özellikleri detaylı olarak incelenmiştir. Binanın içinde ve dışında temel muayene çukurları açılarak temel şekli ve boyutları belirlenmiştir. Zeminin mühendislik özelliklerini belirlemek için jeofizik ölçümlerle birlikte 3 adet sondaj kuyusu açılmıştır. Alınan numuneler üzerinde deneyler yapılmış, zeminin “B grubu ve Z1 zemin sınıfında” olduğu belirlenmiştir. Yapının taşıyıcı elemanlarında donatı tespiti, pas payı durumu ve donatı çapları belirlenmiş ve beton karot numuneleri alınmıştır. Binanın mimari projeleri çizilmiş ve elde edilen verilerle binanın 2007 yönetmeliğine göre “STA4-V13.1” paket programı ile performans analizi yapılarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Betonarme, Yönetmelik, Zemin, Performans Analizi.

PERFORMANCE ANALYSIS OF A REINFORCED CONCRETE BUILDING BUILDED ON THE WEAK CARRY LOAD CAPACITY SOIL

Abstract- 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. The regulation specifies how the soil properties of existing buildings will be determined. In this context, the soil groups are defined as A, B, C, D from the highest to the lowest in terms of load-bearing capacity. Local soil classes are defined as Z1, Z2, Z3 and Z4 according to the top layer thickness and ground group of the ground. According to the regulation, it is requested to prepare the soil evaluation reports in existing or new buildings. In this study, a performance analysis of a school building which was exposed to 1999 Duzce earthquakes and constructed on a soil with high bearing capacity, was carried out.

The details of the elements, dimensions, bearing system geometry and material properties have been examined in detail to determine the capacities of the bearing elements in the building and to evaluate

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address: caglar@sakarya.edu.tr, Phone: +902642955752

the earthquake resistance. Inspection pits were opened inside and outside the building to determine the basic shape and dimensions. Three drilling wells were opened with geophysical measurements to determine the engineering properties of the soil. Experiments have been carried out on the receiving samples and it has been determined that the soil has a weak bearing capacity in "B group and Z1 soil class". Reinforcement fixation-condition and reinforcement diameters were determined and concrete core samples were taken in the bearing elements of building. The architectural projects of the building have been drawn and using the obtained data, the building's compliance with the 2007 regulations was analyzed and evaluated by STA4-V13.1 package program.

Key Words: Earthquake, Reinforcement, Regulation, Soil, Analysis of performance

1. Giriş

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar Yönetmeliği'nin (Yönetmelik) 7. Bölümündeki konular Deprem Yönetmeliği kapsamına ilk kez 2007 yılında alınmıştır. Bu bölümde 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 6. Bölümünde Deprem bölgelerinde yapılacak yeni binalar ile deprem performansı değerlendirilecek veya güçlendirilecek mevcut binalarda zemin koşullarının belirlenmesi ayrıntılı olarak belirtilmektedir. Yönetmeliğin 7. Bölümünde deprem performansı yetersiz olan binaların güçlendirilmesi ile ilgili hususlar tanımlanmaktadır. 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 durumunun yeterli ölçüde bilinmesi gereklidir. Bu amaçla inceleme yapılacak binadan toplanacak yapısal sistem özellikleri, boyutlar, malzeme ve detaylarla ilgili bilgilerin kapsamı ve zemin parametreleri yönetmelikte ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Zemin koşulları ile ilgili hususlar yönetmeliğin 6. Bölümünde ifade edilmiştir. Buna göre zemin etüt raporunda zeminin grupları ve yerel zemin sınıfları açık olarak belirtilecektir. Söz konusu zemin grupları ve yerel zemin sınıfları da aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir (Tablo1 ve Tablo2).

Tablo 1. Zemin Grupları

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Stand. Penetr. (N/30)	Relatif Sıkılık (%)	Serbest Basınç Direnci (kPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayırtılmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimento lu tırtıl kayalar... 2. Çok sıkı kum, çakıl... 3. Sert kil ve siltli kil...	— > 50 > 32	— 85-100 —	> 1000 — > 400	> 1000 > 700 > 700
(B)	1. Tuf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, silisli metamorfik kayalar bulunan ayırtılmamış çimento lu tırtıl kayalar... 2. Sıkı kum, çakıl... 3. Çok katı kil ve siltli kil...	— 30-50 16-32	— 65-85 —	500-1000 — 200-400	700-1000 400-700 300-700
(C)	1. Yumuşak silisli tırtıl düzenli bulunan çok ayırtılmamış metamorfik kayalar ve çimento lu tırtıl kayalar... 2. Orta sıkı kum, çakıl... 3. Katı kil ve siltli kil...	— 10-30 8-16	— 35-65 —	< 500 — 100-200	400-700 200-400 200-300
(D)	1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, katı olmayan tırtıl... 2. Gevşek kum... 3. Yumuşak kil, siltli kil...	— < 10 < 8	— < 35 —	— < 100 < 100	< 200 < 200 < 200

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address: caglar@sakarya.edu.tr, Phone: +902642955752 Fax: +902642955601

Tablo 2. Yerel Zemin Sınıfları

Yerel Zemin Sınıfı	Tablo 6.1'e Göre Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1)
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

Zemin etüt raporundan elde edilen veriler ışığında binanın malzeme bilgileri kullanılarak 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 korozyona uğradığı, ilk yapım sırasında yeteri kadar temel alanının yapılmadığı anlaşılmıştır [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16].

2. Materials and Method

Çalışma kapsamında Konuralp Çok Programlı Lisesi binasında sistem elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesi, deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılacak eleman detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisi ve malzeme özellikleri detaylı olarak incelenmiştir. Okul binasının taban alanı $614,50 \text{ m}^2$ olup yapı, zemin ve 3 normal kattan oluşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Konuralp Çok Programlı Lisesi giriş cephe görüntüsü

Zemin Etüt Raporundan Okul binasının dış tarafında ve içinde açılan muayene çukurlarından temel derinliği $D_f=0,9$ m ve temel genişliği $B=2,7$ m olarak ölçülmüştür. Zemin Etüt Raporunda, incelenen binanın zemininde 2 adet $4,5$ m derinlikte sondaj yapılmıştır.

3. Bulgular

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 belirlenmiştir. Yapının temel özelliklerinin belirlenebilmesi amacı ile binanın içinden ve dışından temel çukurları açılarak temelin boyutları, temel derinliği ve temel şekli belirlenmiştir (Şekil 4).



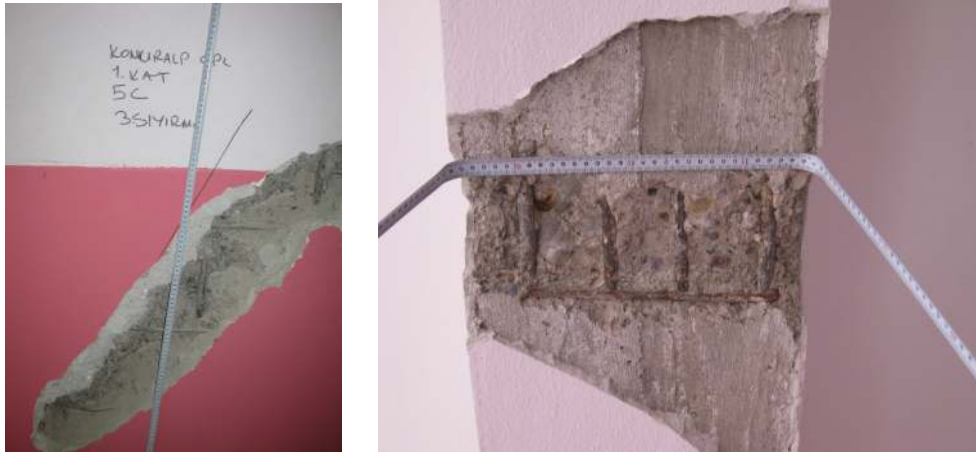
Şekil 4. Binanın dışından ve içinden açılan temel çukurları

Zemin Etüt Raporunda, incelenen binanın zemininde 4.5 m derinlikte 2 adet kuyuda sondaj çalışmalarının yapıldığı ve bu kuyularda yer altı suyuna rastlanmamıştır. Sondaj kuyularından alınan numunelerin üzerinde Nokta Yükleme deneyinin yapılmış ve en düşük taşıma gücü değerinin 12.81 kg/cm^2 ile SK-1 kuyusundan 3,0-4,5 m derinlikten alınan numunede elde edilmiştir. Güvenlik katsayısı 10 olarak alındığında Zeminin Emniyetli Taşıma Gücü $q_{em}=1.28 \text{ kg/cm}^2$ olarak hesaplanmıştır. İncelenen zeminde 1 adet sismik çalışma yapılmış olup S1 için 1. tabakada zemin emniyet gerilmesinin 0.96 kg/cm^2 ve 2. tabakada ise zemin emniyet gerilmesinin 4.48 kg/cm^2 olduğu belirlenmiştir. İncelenen zeminin, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmeliğe göre B Zemin Grubunda ve Z1 Yerel Zemin sınıfında bol kırıklı kumtaşı olup çok zayıf kaya olduğu belirlenmiştir. Yapının 2007 yönetmeliğine uygunluğunun analiz edilebilmesi için yönetmelik kapsamında betonarme elemanlardan beton karot numuneler alınmıştır. Binadan 2007 Yönetmeliğine göre her kattan 7'er adet olmak üzere toplam 28 adet karot numune alınmıştır. Karot numuneler TS-EN 12504-1, TS EN 12390-3 standartlarına göre alınmış olup, hesaplamalar TS EN 13791 standardına göre yapılmıştır. Deneyler sonucu elde edilen beton basınç dayanımları aşağıda verilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Karot numunelerin basınç dayanımları

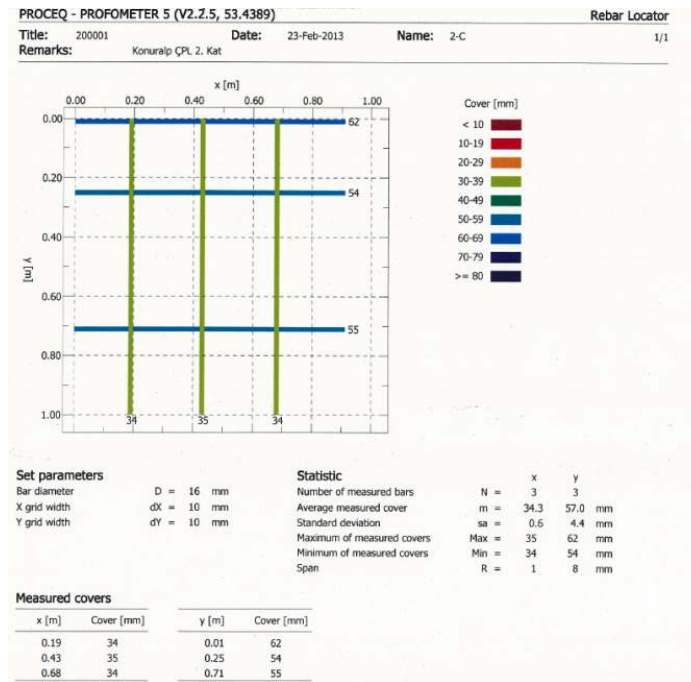
Numune No	Alındığı yer	Basınç değeri N/mm^2
1	Zemin Kat Kolon 1	19,88
2	Zemin Kat Kolon 2	12,35
3	Zemin Kat Kolon 3	18,05
4	Zemin Kat Kolon 4	16,37
5	Zemin Kat Kolon 5	15,80
6	Zemin Kat Kolon 6	17,35
7	Zemin Kat Kolon 7	36,14
8	1.Kat Kolon 1	10,44
9	1.Kat Kolon 2	11,48
10	1.Kat Kolon 3	13,65
11	1.Kat Kolon 4	15,06
12	1.Kat Kolon 5	13,22
13	1.Kat Kolon 6	11,39
14	1.Kat Kolon 7	10,61
15	2.Kat Kolon 1	16,49
16	2.Kat Kolon 2	36,38
17	2.Kat Kolon 3	13,38
18	2.Kat Kolon 4	16,43
19	2.Kat Kolon 5	11,55
20	2.Kat Kolon 6	15,34
21	2.Kat Kolon 7	10,65
22	3.Kat Kolon 1	12,16
23	3.Kat Kolon 2	28,42
24	3.Kat Kolon 3	11,97
25	3.Kat Kolon 4	12,73
26	3.Kat Kolon 5	9,60
27	3.Kat Kolon 6	15,97
28	3.Kat Kolon 7	12,47

Binanın betonarme taşıyıcı elemanlardaki donatı sayısı ve donatı çaplarının belirlenebilmesi amacıyla bu elemanların yüzeyinde sıyırma işlemleri yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Kolonlarda ve 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 3).



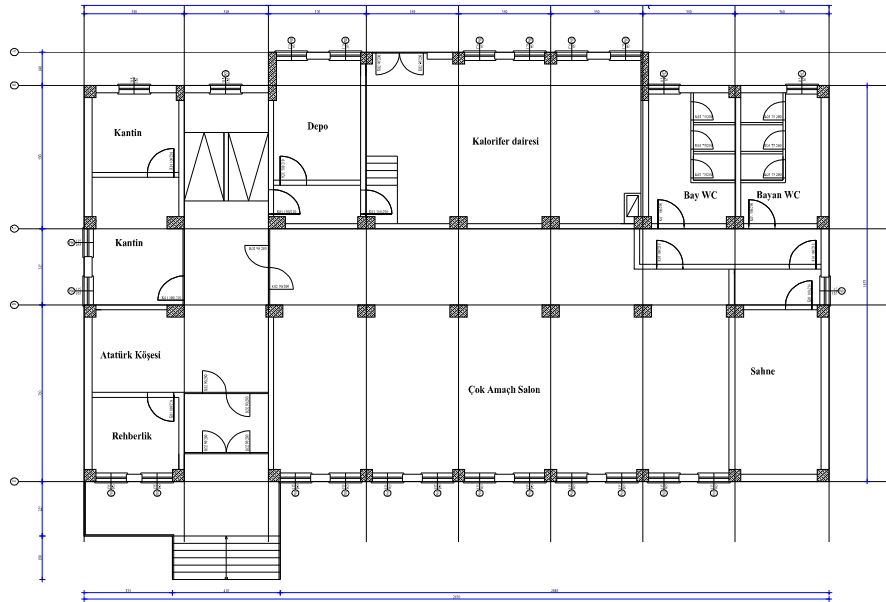
Şekil 3. Binanın 2. Katında Profometer Cihazı ile Donatı Tespiti

İncelenen yapının tüm katlarında sıyırma yapılan betonarme elemanlardaki donatılar tespit edilerek tablo haline getirilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Katlara Göre Sıyırma Yapılan Betonarme Elemanlar ve Donatı Durumları

DONATI SIYIRMA TESPİT FORMU												
Okulun Adı / Binası			KONURALP ÇOK PROGRAMLI LİSESİ BİNASI									
Tarih												
Yapım şekli			Betonarme Karkas		x		Betonarme Yığma					
Kat sayısı			Bodrum : Yok		Zemin : 1		Normal : 3		Çatı : yok			
S N	Elemanın adı Dosya kayıt no	Eleman Türü	Pas payı mm	Esas Donatı		Esas Donatı		Etriye/Dağıtma Donatısı		Sıklaştırma	Filiz	Korozyon
				Çap mm	Adet / Aralık cm	Çap mm	Adet / Aralık cm	Çap mm	Adet / Aralık cm			
1	Z.KAT 4D	Kolon	20	20	4			8	25	Yok	Var	Yok
2	6D	Kolon	40	22	4			8	25	Yok	Var	Yok
3	7E	Kolon	30	20	3			8	24	Yok	Yok	Yok
4	4C	Kolon	45	20	3			8	30	Yok	Yok	Yok
5	1.KAT 5C	Kolon	20	16	3			8	24	Yok	Yok	Yok
6	7C	Kolon	20	16	3			8	22	Yok	Yok	Yok
7	8D	Kolon	40	16	3			8	24	Yok	Yok	Yok
8	3C	Kolon	30	16	3			8	22	Var	Var	Yok
9	2.KAT 2C	Kolon	30	16	3			8	28	Yok	Yok	Yok
10	5D	Kolon	15	16	3			8	26	Yok	Yok	Yok
11	6C	Kolon	25	16	2	20	1	8	24	Yok	Var	Yok
12	7D	Kolon	35	16	2	20	1	8	25	Yok	Yok	Yok
13	3.KAT 2C	Kolon	45	16	3			8	21	Yok	Yok	Yok
14	5D	Kolon	15	16	3			8	21	Yok	Yok	Yok
15	6C	Kolon	35	16	3			8	22	Yok	Yok	Yok
16	7D	Kolon	25	16	3			8	19	Yok	Yok	Yok

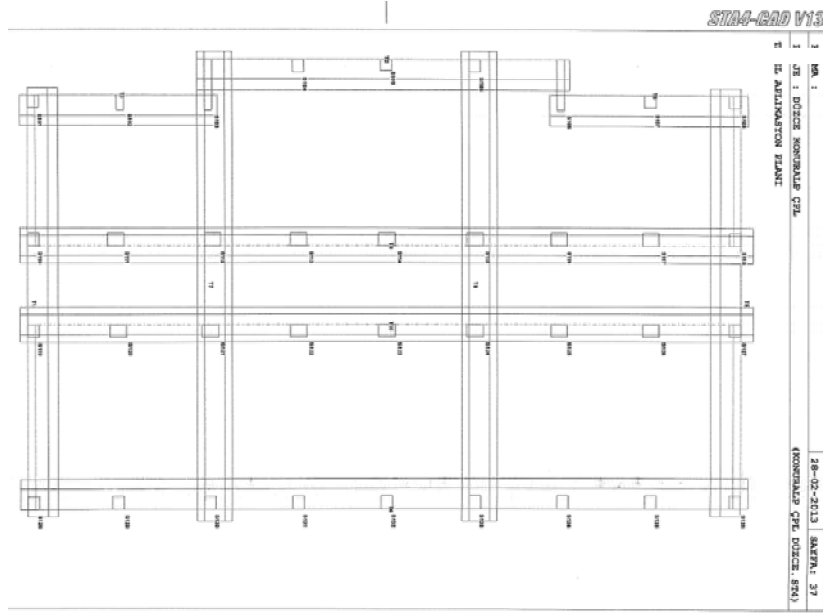
Binanın zemin etüdü ve röleve çalışmaları sonucunda mimari projesi hazırlanmıştır (Şekil 5).



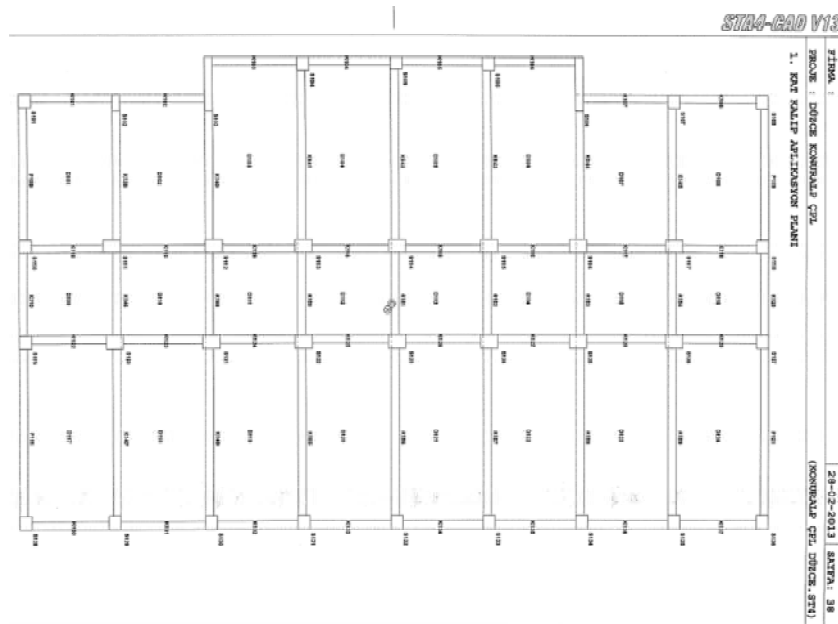
Şekil 5. Binanın Zemin Kat Planı

4. Performans Analizi

2007 Deprem yönetmeliği açısından Performans Analizi yapılan Konuralp Çok Programlı Lisesi Binasının Temel aplikasyon planı (Şekil 6) ve kalıp teçhizat planı örneği için 1. kata ait kalıp teçhizat planı aşağıda verilmiştir (Şekil 7).



Şekil 6. Binanın Temel Aplikasyon Planı



Şekil 7. Binanın 1.Kat Kalıp Teçhizat Planı

Binanın Performans analizleri yapılmış ve sonuçları aşağıda gösterilmiştir (Şekil 8).

***** BINA PERFORMANSI *****

KİRİŞ HASAR YÜZDELERİ

KAT NO	(-X)				(X)				(-Y)				(Y)		
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH
4	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
3	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
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.														

X yönü kiriş sayısı=32,32,32,32
Y yönü kiriş sayısı=23,23,23,23

KOLON KESME KUVVETİ DAĞILIMI

KAT NO	(-X)				(X)				(-Y)				(Y)		
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH
4	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	99.9	0.1	0.0
3	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0
2	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0
1	0.0	99.8	0.2	0.0	0.0	99.7	0.3	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0

DÖZCE KONURALP ÇOK PROGRAMLI LİSE (2007 PERFORMANS ANALİZİ) SAYFA: 36

Max.		100.				0.3		100.							
------	--	------	--	--	--	-----	--	------	--	--	--	--	--	--	--

ALT VE ÜST KESİTLERİNDE MINİMUM 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
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	98.9	1.1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max.	100.	1.1						

BINA PERFORMANS SONUCU:
Bina yatay yük kapasite oranı 1. kat : $V_r/V_e=491.42/294.31=1.67$
Can güvenliği durumu, Güçlendirme gereklidir.
Can güvenliği yeterlilik kontrolü:
Kiriş Hasar oranı=($IH \leq 0.0 \leq 30 \checkmark$), ($GB \leq 0 \checkmark$)
Kolon Hasar oranı=($IH \leq 0.3 \leq 20 \checkmark$), ($GB \leq 0 \checkmark$)
Üst kat Vc oranı=($IH \leq 0.0 \leq 40 \checkmark$), ($GB \leq 0 \checkmark$)
Plastiklesen kolon Vc oranı=($BH+IH+GB \leq 1.1 \leq 30 \checkmark$)

CAN GUVENLIGINI SAGLAMAYAN ELEMAN DAĞILIMI

KAT NO	X yönü		Y yönü	
	Kiriş (%)	Kolon (%)	Kiriş (%)	Kolon (%)
4	0/32 (%0.0)	0/40 (%0.0)	0/23 (%0.0)	0/40 (%0.0)
3	0/32 (%0.0)	0/40 (%0.0)	0/23 (%0.0)	0/40 (%0.0)
2	0/32 (%0.0)	0/40 (%0.0)	0/23 (%0.0)	0/40 (%0.0)
1	0/32 (%0.0)	1/40 (%2.5)	0/23 (%0.0)	0/40 (%0.0)

Şekil 8. Bina Performans Analiz Sonuçları

Yapılan analizler sonucunda yapının güçlendirilmesi gerektiği tespit edilmiş olup güçlendirilmesi gereken kolon ve kirişler ile ilgili bilgiler “x” ve “y” yönleri için tablo halinde gösterilmiştir.

5. Sonuç ve Tartışma

Binanın mimari özellikleri, binada kullanılan beton ve donatı özellikleri, binanın temeli, statik özellikleri vb. açılardan çok yönlü olarak değerlendirilmiştir. 2007 Deprem Yönetmeliğinin 3.2.5.1. maddesine göre “Deprem bölgelerinde yapılacak tüm betonarme binalarda C20’den daha düşük dayanımlı beton kullanılamaz” denilmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde söz konusu binanın beton basınç dayanımının yönetmelikte tanımlanan basınç dayanımı değerinin altında

olduğu anlaşılmaktadır. Zemin Etüt Raporunda, incelenen binanın zemininde 4,5 m derinlikte 2 adet kuyuda sondaj çalışmaları yapılmış ve bu kuyularda yer altı suyuna rastlanmamıştır.

Sondaj kuyularından alınan numunelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Nokta Yükleme deneyi yapılmış ve en düşük taşıma gücü değeri 12.81 kg/cm^2 ile SK-1 kuyusundan 3,0-4,5 m derinlikten alınan numuneden elde edilmiştir. Güvenlik katsayısı 10 olarak alındığında Zeminin Emniyetli Taşıma Gücü değeri $q_{em}=1.28 \text{ kg/cm}^2$ olarak hesaplanmıştır. İncelenen zeminde 1 adet sismik çalışma yapılmış olup 1. tabaka kalınlığının yaklaşık 1.0 m civarında olduğu 2. tabak kalınlığının ise 8,0 m' den fazla olduğu tespit edilmiştir. Sismik analizler sonucunda 1. tabakada zemin emniyet gerilmesi 0.96 kg/cm^2 ve 2. tabakada zemin emniyet gerilmesi ise 4.48 kg/cm^2 olarak belirlenmiştir.

Zemin Etüt Raporundaki Sismik çalışmaların sonuçları ve Mekanik Deney sonuçları (Nokta Yükleme Basınç Deneyi) bir bütün olarak değerlendirildiğinde Zeminin Emniyetli Taşıma gücü değerinin S1 sismik çalışmasında 1. tabaka için $q_{em}=0.96 \text{ kg/cm}^2$ olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan Nokta yükleme deney sonuçlarına göre de zeminin taşıma gücü değerinin $q_{em}=1.28 \text{ kg/cm}^2$ olarak hesaplandığı görülmüştür. Her iki durum birlikte değerlendirildiğinde sismik çalışma sonuçlarının da dikkate alınması gerektiği ve bu nedenle güvenli bölgede kalmak amacıyla Zeminin Emniyetli Taşıma gücünün $q_{em}=1.10 \text{ kg/cm}^2$ olarak alınmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Zemin yatak katsayısı ise $3000-5000 \text{ ton/m}^3$ arasında belirlenmiş olup güvenli kısımda kalmak amacıyla zeminin yatak katsayısının 3000 ton/m^3 olarak alınmasının uygun olacağı düşünülmektedir. İncelenen zeminin, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmeliğe göre B Zemin Grubunda ve Z1 Yerel Zemin Sınıfında olduğu belirlenmiştir. İncelenen okul binası beton basınç dayanımları, taşıyıcı elemanlarındaki donatı miktarları, temel özellikleri ve zemin özelliklerine bağlı olarak 2007 deprem yönetmeliğine göre performans analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda binada güçlendirilme yapılması gerektiği anlaşılmış ve güçlendirilecek elemanlarla ilgili bilgilerde tablo halinde özet olarak verilmiştir. Bu durumda, ivedi olarak binanın güçlendirme projesinin hazırlanması gerektiği ve yönetmelikte belirtilen şartlar dâhilinde güçlendirilerek kullanılabilceği değerlendirilmektedir.

6. 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” user guide.
- [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 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)
- [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] Mısır, 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.
- [16] Kap Tuncay,Özgan Ercan,Uzunoglu Metin Mevlüt, (2017). Betonarme Bir Okul Binasının 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Performans Analizi, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi Yıl: 2017, Sayı: 1, Cilt: 6.