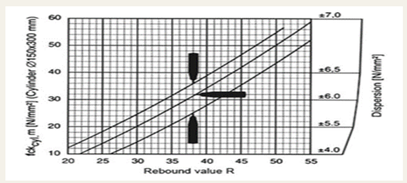
2000 Yılı Öncesi Yapılan Betonarme Yapıların TBDY-2018'e Göre Yapı Performanslarının İncelenmesi

Deniz KARĞI (*), YL Öğr., İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Kırklareli Üniversitesi, Kırklareli, TÜRKİYE
Ümit Necmettin ARIBAŞ (**), Dr. Öğr. Üyesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul Medipol Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE
Safiye GÜNDOĞAN (***), Arş. Gör., İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kırklareli Üniversitesi, Kırklareli, TÜRKİYE
Merve ERMİŞ (****), Dr. Öğr. Üyesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kırklareli Üniversitesi, Kırklareli, TÜRKİYE

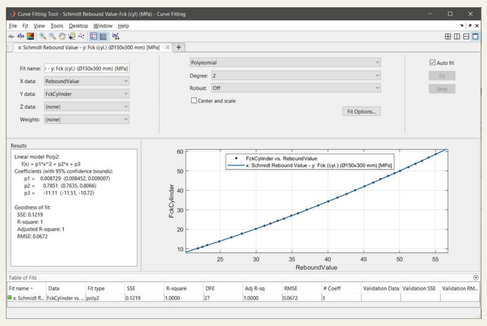
Araştırma Alanları

Yapının Beton Kalitesinin Tespiti



Referans: **Breysse, D., Fischli, M. & Moczko, A.** (2012). Non-Destructive Assessment of Concrete Structures: Reliability and Limits of Single and Combined Techniques.State-of-the-Art Report of the RILEM Technical Committee 207-INR, c. 2/12, p. 101.

Şekil 1: Schmidt okuma değerlerine (yüzey sertlik değerine) karşılık gelen silindirik basınç dayanım eğrisi Breysse vd.'den alınmıştır.



Referans: **MATLAB** (2020). The MathWorks Inc., Natick, Massachusetts, USA.

Şekil 2: R (Schmidt beton test çekici (tabancası) vuruşu (yüzey sertliği)) – $fck_{sil.}$ (Silindirik Ø150x300 mm) değerlerine karşılık gelen eğri ve denkleme ait MATLAB2020a programından görüntü

$$fck_{sil.} = 0,008729R^2 + 0,7851R - 11,11\left[N/mm^2\right]$$

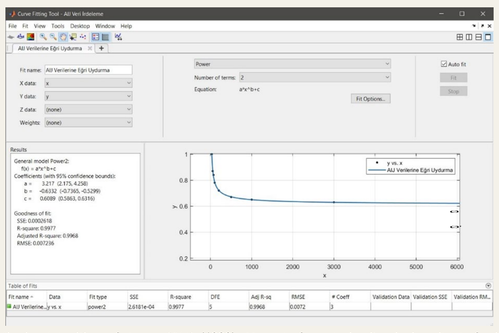
$$R_{ort} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} R_i\right) - \left(R_{maks} + R_{min}\right)}{n-2}$$

$$f_c = 0,008729R_{ort}^2 + 0,7851R_{ort} - 11,11\left[N/mm^2\right]$$

Tablo 1: Betonun yaşından (gün) dolayı karbonatlaşma etkisiyle dayanım azaltma katsayısı

Referans: **Breccolotti, M., Bonfigli, M. F. & Materazzi, A. L.** (2013). Influence of carbonation depth on concrete strength evaluation carried out using the SonReb method. https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2013.06.002

Beton Yaşı (Ø) (Gün)	Dayanım Azaltma Katsayısı (Ø')
28	1,0
50	0,87
70	0,84
100	0,78
200	0,72
500	0,67
1000	0,65
3000	0,63



Referans: **Architectural Institue of Japan (AIJ)** (1983). Manual of nondestructive test methods for the evaluation of concrete strength, p. 26.
MATLAB (2020). The MathWorks Inc., Natick, Massachusetts, USA.

Şekil 3: AIJ verilerine (x ekseni: beton yaşı Ø (gün), y ekseni: dayanım azaltma katsayısı Ø') karşılık gelen eğri ve denkleme ait MATLAB2020a programından görüntü.

$$Ø' = (3,217Ø^{-0,6332}) + 0,6089$$

$$(f_c)_{düz.} = Ø'\, f_c$$

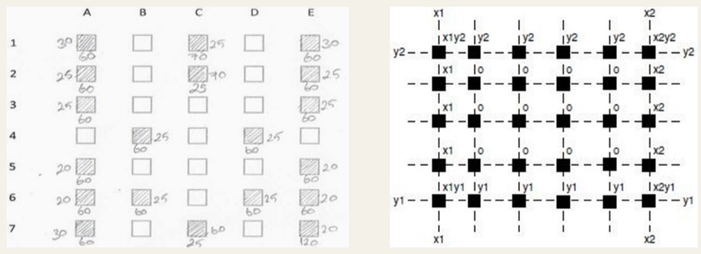
$$(f_{ck})_{nihai} = 0,85\left((f_c)_{düz.}^{ort.} - \sigma\right)\left[N/mm^2\right]$$

Tablo 2: Tip-1 yapı beton kalitesi $\left[N/mm^2\right]$

KOLON AKSLARI										
	1. Kolon		2. Kolon		3. Kolon		4. Kolon		5. Kolon	
BETON SCHMIDT DENEY DEĞERLERİ	No	R	No	R	No	R	No	R	No	R
	1	26	1	28	1	22	1	24	1	28
	2	28	2	30	2	26	2	22	2	26
	3	28	3	28	3	28	3	20	3	28
	4	26	4	30	4	24	4	20	4	26
	5	30	5	30	5	26	5	24	5	24
	6	26	6	28	6	24	6	26	6	26
	7	24	7	30	7	26	7	26	7	26
	8	26	8	30	8	24	8	28	8	28
	9	28	9	30	9	20	9	24	9	24
	10	30	10	28	10	22	10	24	10	24
	11	26	11	28	11	26	11	22	11	28
	12	28	12	26	12	24	12	24	12	26
	13	30	13	28	13	26	13	22	13	26
	$R_{ort} = 27$		$R_{ort} = 29$		$R_{ort} = 25$		$R_{ort} = 23$		$R_{ort} = 26$	
	$(f_c)_{düz} = 10,51$		$(f_c)_{düz} = 11,66$		$(f_c)_{düz} = 8,28$		$(f_c)_{düz} = 7,47$		$(f_c)_{düz} = 9,52$	
Yapının nihai beton kalitesi $(f_{ck})_{nihai} = 7$										

Hızlı Tarama Yöntemiyle Yapının Mevcut Durumunun Belirlenip Ön Değerlendirilmesi

Yapı Adı	:	Tip-1
Bulunduğu İl	:	İSTANBUL
Yapım Yılı	:	1988
Tasarlandığı Yönetmelik	:	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975 (ABYYHY-1975)
Mimari Niteliği	:	Konut-Ofis
Taşıyıcı Sistem	:	Betonarme Perdeli Çerçeve Sistem
Kat Kapsamı	:	Zemin-4. Kat
Kat Adedi	:	5
Kat Yüksekliği	:	3,3 m (zemin kat), 2,8 m (normal kat)
Bağımsız Bölüm Adedi	:	11
Bina Yüksekliği	:	14,5 m
Yapı Yüksekliği	:	14,5 m
Döşeme Tipi	:	Kirişli Plak Döşeme
Döşeme Kalınlığı	:	10 cm
Yapı Ebatları (Çıkmasız)	:	10,56 m (L_X), 15 m (L_Y)
X1, X2, Y1 ve Y2 Çıkmalar	:	150 cm, 110 cm, 150 cm, 0 cm
Beton Kalitesi	:	7 MPa
Deprem Yer Hareketi Düzeyi:		DD-2
Zemin Sınıfı	:	ZA
S_{DS}	:	1,272
S_{D1}	:	0,617



Referans: **Ilki, A., Yazgan, U., Demir, C., Ates, A. O., Demir, U., Kupcu, E., Unal, G., Altinok, M. A., Karakaya, B. & Narlitepe, F.** (2019). "Development of a Framework for Rapid Earthquake Risk Assessment for Substandard Buildings in Turkey." 2nd International Workshop on Advanced Materials and Innovative Systems in Structural Engineering: Novel Researches, p. 104-111, Istanbul, Turkey.
Ilki, A., Comert, M., Demir, C., Orakcal, K., Ulugtekin, D., Tapan, M., & Kumbasar, N. (2014). Performance Based Rapid Seismic Assessment Method (PERA) for Reinforced Concrete Frame Buildings. Advances in Structural Engineering, 17(3), 439–459. Doi:10.1260/1369-4332.17.3.439.

Şekil 4: PERA2019 metoduna uygun düşey taşıyıcı eleman aplikasyonunun kodlanması İlki vd. 'den alınmıştır

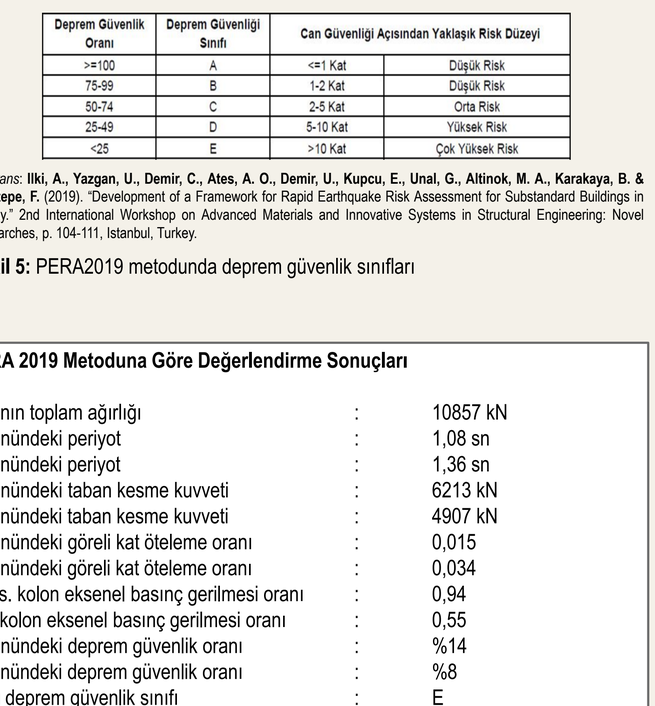
Deprem Güvenlik Oranı	Deprem Güvenliği Sınıfı	Can Güvenliği Açısından Yaklaşık Risk Düzeyi	
>=100	A	<=1 Kat	Düşük Risk
75-99	B	1-2 Kat	Düşük Risk
50-74	C	2-5 Kat	Orta Risk
25-49	D	5-10 Kat	Yüksek Risk
<25	E	>10 Kat	Çok Yüksek Risk

Referans: **Ilki, A., Yazgan, U., Demir, C., Ates, A. O., Demir, U., Kupcu, E., Unal, G., Altinok, M. A., Karakaya, B. & Narlitepe, F.** (2019). "Development of a Framework for Rapid Earthquake Risk Assessment for Substandard Buildings in Turkey." 2nd International Workshop on Advanced Materials and Innovative Systems in Structural Engineering: Novel Researches, p. 104-111, Istanbul, Turkey.

Şekil 5: PERA2019 metodunda deprem güvenlik sınıfları

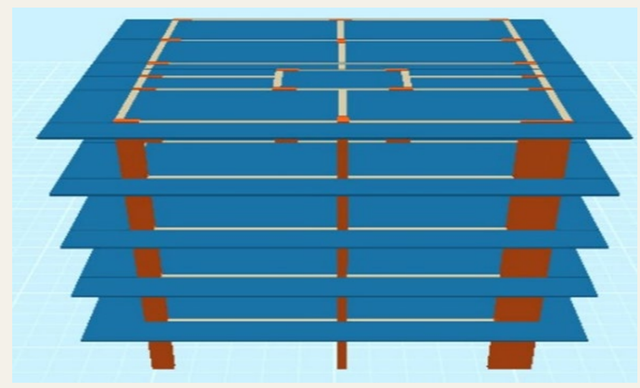
PERA 2019 Metoduna Göre Değerlendirme Sonuçları		
Yapının toplam ağırlığı	:	10857 kN
X yönündeki periyot	:	1,08 sn
Y yönündeki periyot	:	1,36 sn
X yönündeki taban kesme kuvveti	:	6213 kN
Y yönündeki taban kesme kuvveti	:	4907 kN
X yönündeki göreli kat öteleme oranı	:	0,015
Y yönündeki göreli kat öteleme oranı	:	0,034
Maks. kolon eksenel basınç gerilmesi oranı	:	0,94
Ort. kolon eksenel basınç gerilmesi oranı	:	0,55
X yönündeki deprem güvenlik oranı	:	%14
Y yönündeki deprem güvenlik oranı	:	%8
Yapı deprem güvenlik sınıfı	:	E
Yapı risk düzeyi	:	Çok yüksek risk

TBDY-2018 ve RYTEİE-2019'a Uygun Yapının Modellenmesi



Referans: **AutoCAD** (2022). Autodesk Inc., San Francisco, California, USA.

Şekil 6: Tip-1 yapı kritik (zemin) kat kalıp planı



Referans: **Sta4CAD** (2022). Structural Analysis for Computer Aided Design, STA Bilgisayar Mühendislik Müşavirlik Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye.

Şekil 7: Tip-1 yapısının Sta4CAD v14.1 programından üç boyutlu görünümü

Yapının Performans Analiz Sonucu

	TBDY-2018	RYTEİE-2019
Yapının Toplam Ağırlığı	8867,29 kN	8934,51 kN
T_X	2,626 sn	2,907 sn
T_Y	3,304 sn	4,403 sn
$F_{deprem,x}$	1690,47 kN	1892,53 kN
$F_{deprem,y}$	1690,47 kN	1892,53 kN

```
DD2 YER HAREKETI DUZEYINDE, BINA PERFORMANS SONUCU:
Göçme durumu, Kontrollu Hasar performansı sağlanamamıştır ✕
Göçme bölgesi Kiriş Hasar oranı=%100.0>%20 Göçmenin önlenmesi durumu ✕
Kontrollu hasar performans bölgesi ✕

Kontrollu hasar bölgesi yeterlilik kontrolu:
Kiriş Hasar oranı=(IH=%0.0<=%35 ✓),(GB=%100>%0 ✕)
Kolon Hasar oranı=(IH=%1.0<=%20 ✓),(GB=%100>%0 ✕)
Ust kat Vc oranı=(IH=%1.0<=%40 ✓),(GB=%100>%0 ✕)
Plastiklesen kolon Vc oranı=(IH+GB=%100.0>%30 ✕
```

Referans: **T.C. İçişleri Bakanlığı** (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, Türkiye. https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/2309/files/TBDY_2018.pdf

Şekil 8: TBDY-2018'e göre Tip-1 yapı performans düzeyi sonuçları

Yapı performans sonuçları doğrultusunda, ilgili yapı için çalışma sonucunda güçlendirme önerileri şu şekilde sıralanmaktadır:

- X ve Y doğrultularındaki hakim periyotları T_x=2,626 sn ve T_y=3,304 sn olan 5 katlı yapı için her iki yapı doğrultusunda da uygun akslar arasında çelik çapraz takviyeler kullanılabilir.
- Gevrek olarak belirlenen zemin kat SZ19 kolonu için kesme kuvveti kapasitesinin manto takviyesiyle arttırılması uygun olabilir.
- Yapıdaki kiriş ve düşey taşıyıcı elemanlar göçme bölgesinde olarak belirlenmiştir. Kolon kapasiteleri mantolama ile arttırılarak, kirişlerde FRP (lifli polimer sargı takviyesi) uygulamaları tercih edilebilir.

Anahtar Kelimeler

Deprem, Yapı performans düzeyi, Güçlendirme, PERA2019, TBDY-2018, RYTEİE-2019.

Teşekkür

Çalışma kapsamında kullanılan yapıya ait veri talebimizi geri çevirmeyip, bizlere akademik çalışmamızda desteğini sunan, dönemin şube müdürü Sayın Sibel ÖZKAN nezdinde T.C. İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Dairesi Başkanlığı, İstanbul Şehircilik Atölyesi Şube Müdürlüğü'ne, PERA2019 metodunun geliştirilip, ülkemize kazandırılmasında çok büyük emekleri olan başta Sayın Prof. Dr. Alper İLKİ'ye ve çalışma ekibine, PERA2019 v18_10 yazılımını kullanmamıza olanak sağlayan Sayın Dr. Cem DEMİR nezdinde RİSE Mühendislik ve Danışmanlık ailesine, ayrıca yapı analiz programı Sta4CAD v14.1'in öğrenci lisans versiyonunun kullanılmasını sağlayarak çalışmamıza destek veren STA Bilgisayar Mühendislik Müşavirlik ailesine teşekkürlerimizi sunarız.

Referans

- **Ilki, A., Comert, M., Demir, C., Kahraman, T., Ozkan, S., Aydogdu, H. H.** (2021). "Seismic Risk Assessment of Building Stock in Istanbul." 14 th. International Congress on Advances in Civil Engineering (ACE 2020-21), 15-24, Yildiz Technical University, Istanbul, Turkey.

İletişim Bilgileri

✓ 1208202108@ogr.klu.edu.tr & denizkargi@hotmail.com (*)

✓ umit.aribas@medipol.edu.tr (**)

✓ safiyegundogan@klu.edu.tr (***)

✓ mermis@klu.edu.tr (****)