mühendislikdergisi
Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Cilt: 8, Sayı: 4, 685-694
Eylül 2017

Hızlı sismik performans değerlendirme yöntemi

Halil GÖRGÜN[*,1], Derman KAYA[1]

[1] *Dicle Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır*

Makale Gönderme Tarihi: 01.01.2017 Makale Kabul Tarihi: 21.02.2017

Öz

Yaşamış olduğumuz depremler Türkiye'de var olan yapıların birçoğunun maalesef deprem yönünden pek de güvenli olmadığını bizlere göstermiştir. Türkiye'nin fay hatları üzerinde olduğunu düşünecek olursak her an büyük bir depremle karşılaşma olasılığımız her zaman vardır. İşte bu gibi tehlikeler ve ülkemizde kentsel dönüşüm sürecinin başlamasıyla birlikte var olan yapılarımızın deprem sırasında göstereceği performansın bilinmesi gerekmektedir. Fakat var olan yapı stokunun mevcut olan 2007 deprem yönetmeliği ve Riskli Yapıların Tespit Edilmesi yönetmelikleriyle incelenmesi için gerekli olan süre, insan kaynağı, maddi külfet gibi etkenler düşünüldüğünde bunun fazla mümkün olmadığı görülmektedir.

Bu gibi sorunların üstesinden gelebilmek için Hızlı Sismik Performans Değerlendirme (PERA) yöntemi geliştirilmiştir. Yapılan bu çalışmada da amaç en kısa zamanda gerçeğe en yakın deprem performansının belirlenmesi olduğundan PERA yönteminde kullanılan Muto yönteminden daha basit bir yöntem olan Smith yöntemi kullanılarak bir hızlandırma yapılmış ve yapılan bu hızlandırmanın sonuçları nasıl etkileyeceği incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Hızlı performans analizi, Riskli bina tespiti, PERA, Muto yöntemi, Smith yöntemi.*

[*]Yazışmaların yapılacağı yazar: Halil GÖRGÜN. *hgorgun@dicle.edu.tr*; Tel: (412) 241 10 00 (3542)

Giriş

Son yıllarda Türkiye'de ve diğer ülkelerde yaşanan yıkıcı depremlerde yüzbinlerce insan hayatını kaybetmiş ve bundan çok daha fazlası da evsiz kalmıştır. Yaşanan bu depremler mevcut binaların özellikle de gelişmemiş veya az gelişmiş ülkelerdeki binaların deprem riskine karşı güvenli olmadığını göstermiştir.

Türkiye'nin de fay hatları üzerinde olduğu ve özellikle de nüfusun yoğun olarak bulunduğu gelişmiş şehirlerin bu fay hatları üzerinde olduğu düşünecek olursak mevcut olan binaların depreme dayanıklı olup olmadığının incelenmesi gerekmektedir.

Mevcut olan binalarımızın deprem dayanımının yürürlükte olan deprem yönetmeliği (DBYBHY, 2007) ve riskli yapıların tespit edilmesine ilişkin esaslar (RYTE, 2013) yönetmeliğiyle incelenmesi var olan yapı stokunun büyüklüğü düşünüldüğünde ve bir de hızlı bir şekilde deprem dayanımının belirlenmesi istenmesi durumunda bunun mümkün olmadığı açıkça görülmektedir. Hem bu sebepler hem de Türkiye'de kentsel dönüşüm sürecinin başlatılmasıyla birlikte daha kısa zamanda daha fazla yapının daha basit yöntemlerle fakat güvenilir sonuçlar elde edilerek incelenmesi gereksinimi ortaya çıkmıştır. İşte bu gereksinimlere cevap verebilmek amacı ile İstanbul Teknik Üniversitesi, Boğaziçi Üniversitesi ve Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nden oluşturulan ekip, Türk deprem yönetmeliğine paralel olan yeni bir hızlı değerlendirme metodu olan PERA (Hızlı sismik performans değerlendirmesi) yöntemini geliştirmiştir.

PERA yöntemi tüm yapıyı modellemeye gerek kalmadan çerçeve sistemli binaların deprem performansını tahmin edebilmektedir. Bu yöntem, genellikle Türkiye'deki mevcut yapılar için, Muto yöntemi ve yapı mekaniği temel ilkelerini belirli basitleştirme ve varsayımlar ile birlikte kullanmamızı sağlar. Fakat yüksek, önemli düzensizlikleri olan ve güçlü perdeleri bulunan binalar PERA yöntemi kapsamı dışındadır.

Literatür araştırması yaptığımızda ise birçok hızlı değerlendirme yöntemini bulabiliriz. Bunlara örnek olarak, Sokak taraması yöntemi (Sucuoğlu vd., 2004), sıfır can kaybı yaklaşımı (Tezcan vd., 2002), P25 yöntemi (Bal vd., 2007) ve Durtes yöntemi (Temur ve Öztorun, 2005) gibi çeşitli yöntemleri verebiliriz.

Yapılan bu çalışmada PERA yönteminde amaç daha hızlı bir şekilde performans analizi yapmak olduğundan, burada Muto yönteminden daha basit bir yöntem olan Smith yöntemini kullanarak daha önce analiz edilmiş 9 farklı yapı için deprem güvenliğiyle ilgili sonuçlar elde edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçları Muto yöntemiyle elde edilen sonuçlarla ve riskli yapı yönetmeliğiyle elde edilen sonuçlarla karşılaştırıp, bu hızlandırmayı ve basitleştirmeyi yaptığımızda sonuçların nasıl etkileneceği incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada PERA yöntemi için geliştirilen Program ve programın modifiye edilmiş hali kullanılmıştır.

PERA yöntemi (Hızlı sismik performans değerlendirmesi)

PERA yöntemi riskli binaların bölgesel dağılımının belirlenmesi için ikinci aşama değerlendirmesi (binanın dışarıdan belirlenen parametrelerine ek olarak, malzeme dayanımları, eleman boyutları gibi özellikleri göz önüne alınır) ve bina bazında risk değerlendirmesi için de bir ön değerlendirme aracı olarak kullanılabilir. PERA yönteminde binanın zemin katı deprem yükleri açısından kritik kat olarak kabul edilmektedir. Bu kata ait kolon boyutlarının, kolon net yüksekliklerinin ve kolon konum bilgilerinin de bilinmesi gerekmektedir. Metotta ilk olarak yönetmeliğe göre taban kesme kuvveti hesaplanmaktadır. Taban kesme kuvveti hesabında denklem (1) kullanılmaktadır.

$$V_t = \lambda W S(T) A_o I \quad (1)$$

Burada;
λ : Eşdeğer deprem yükü azaltma katsayısı = 0.85
W : Bina birim ağırlığı 12 kN/m^2 kabulü ile hesaplanan toplam bina ağırlığı
S(T) : Spektrum Katsayısı
A_o : Etkin yer ivmesi katsayısı (Deprem bölgesine bağlı olarak)
I : Bina önem katsayısı, 1 olarak alınıyor (Konut tipi yapılar)

PERA yönteminde, kolon kesme kuvvetleri hesaplanırken denklem (2) den yararlanılmaktadır.

$$V = V_t \left[\frac{\frac{I}{L_n^3}}{\sum \frac{I}{L_n^3}} \right] \quad (2)$$

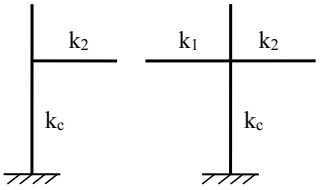
Burada;
I : Eylemsizlik momenti
L_n: Net kolon yüksekliği

Kolon momentlerinin hesabında Muto yönteminde denklem (3) kullanılmaktadır.

$$M = VLy \quad (3)$$

Burada;
V: Kolon kesme kuvveti
L: Zemin kat yüksekliği
y: Rijitlik oranına bağlı katsayı

L ve y değerleri Muto (1956) yönteminden yararlanılarak bulunmaktadır. Kiriş rijitliklerinin denklem (6)'da verilmiş olan hesabında çatlamış kesit kabulü yapılmaktadır. Kolonların yapı içindeki konumlarına köşe, kenar ve orta kolon olmalarına göre kolon rijitlikleri (7) ile hesaplanabilmektedir.



Şekil 1. Kolonların yapı içindeki konumları

$$k = \frac{k_2}{k_c} \quad \text{(Kenar kolon)} \quad (4)$$

$$k = \frac{k_1 + k_2}{k_c} \quad \text{(Orta kolon)} \quad (5)$$

$$k_{1,2} = \frac{I_{300\ mm \times 600\ mm}}{L = 5\ m} \quad (6)$$

$$k_c = \frac{I}{L} \quad (7)$$

PERA yönteminde, İlki ve diğerlerinin (İlki vd., 2014) incelemiş olduğu farklı binalardan elde ettikleri verilere göre, kirişlerin boyutları 300 mm × 600 mm ve boyları 5 m kabul edilmektedir. Hesaplanan rijitlik oranı k' ya göre her bir kat için Tablo 1'de y değerleri bulunabilmektedir.

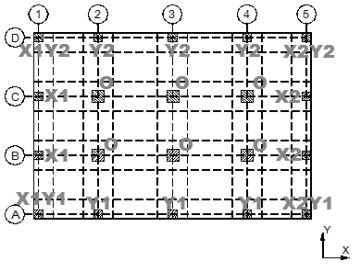
Tablo 1. Yatay yükün üçgen yayılı dağılışı durumunda y katsayısı

							Y							
							K							
Kat adedi	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
1	0.80	0.75	0.70	0.65	0.65	0.60	0.60	0.60	0.60	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
2	0.95	0.80	0.75	0.70	0.65	0.65	0.65	0.60	0.60	0.60	0.55	0.55	0.55	0.50
3	1.00	0.85	0.80	0.75	0.70	0.70	0.65	0.65	0.65	0.60	0.55	0.55	0.55	0.55
4	1.10	0.90	0.80	0.75	0.70	0.70	0.65	0.65	0.65	0.60	0.55	0.55	0.55	0.55
5	1.20	0.95	0.80	0.75	0.75	0.70	0.70	0.65	0.65	0.65	0.55	0.55	0.55	0.55
6	1.20	0.95	0.85	0.80	0.75	0.70	0.70	0.65	0.65	0.65	0.55	0.55	0.55	0.55
7	1.20	0.95	0.85	0.80	0.75	0.70	0.70	0.65	0.65	0.65	0.55	0.55	0.55	0.55
8	1.20	1.00	0.85	0.80	0.75	0.70	0.70	0.65	0.65	0.65	0.55	0.55	0.55	0.55
9	1.20	1.00	0.85	0.80	0.75	0.70	0.70	0.65	0.65	0.65	0.55	0.55	0.55	0.55

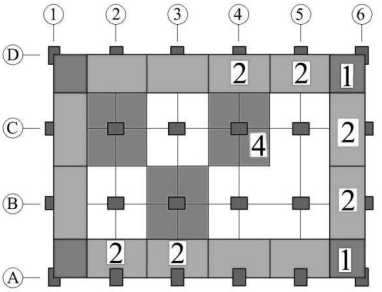
Smith yönteminde ise büküm noktaları kolon yüksekliğinin ortasında oluştuğu kabul edilmektedir. Bundan dolayı Smith yönteminde bu işlemler ve tablo okumaları yapılmadan kolon momentlerinin hesabında denklem (8) kullanılmaktadır.

$$M = VL0.5 \tag{8}$$

PERA metodunda kolonlara etkiyen düşey yüklerden gelen eksenel yükleri hesaplamak için kolonun yapı içindeki durumuna göre bir kod sistemi uygulanmaktadır. Bu kod sistemine göre, X doğrultusundaki ilk ve son akslarda bulunan kolonlarda x1 ve x2, Y doğrultusunda ilk ve son akslarda bulunan kolonlarda y1 ve y2, iç aks kolonları ise O olarak adlandırılmaktadır. Kesişim noktasında bulunan kolonlar ise bulundukları akslara göre x1y1, x2y1 gibi isimler verilmektedir. Adlandırma detayları Şekil 2 ve kod detayları Şekil 3' te verilmiştir.



Şekil 2. PERA metodunda kolonların yapı içindeki konumlarına göre adlandırılası



Şekil 3. PERA metodunda kolonların yapıdaki konumlarına göre kodlanması

Kolonlara etkiyen düşey yüklerden gelen eksenel yükleri hesaplamak için denklem (9) kullanılmaktadır.

$$N_{G+Q} = \frac{s}{\sum s} W \tag{9}$$

Burada;

N_{G+Q}: Kolonlara etkiyen düşey yüklerden gelen eksenel yükler

s : Kolonların bina içindeki konumlarına göre kodları

1 : Köşe kolonları için

2 : Kenar kolonları için

4 : İç aks kolonları için

W : Bina toplam yükü

PERA yönteminde dış kolonlara etkiyen deprem kaynaklı eksenel yükler taban dönme momenti

ile hesaplanmaktadır. İç kolonlara etkiyen depremsel eksenel yükler ihmal edilmektedir. Dış kolonlara etkiyen yükleri hesaplamak için denklem (10) ve denklem (11) kullanılmaktadır.

$$TDM = V_t \frac{2H_n}{3} \tag{10}$$

V_t: Taban kesme kuvveti
H_n: Bina yüksekliği

$$T = -C = \frac{TDM - \sum M_{ci}}{L_{taban}} \tag{11}$$

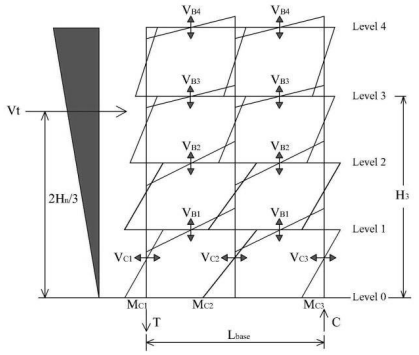
Burada;

M_c : Kolonlardaki toplam moment

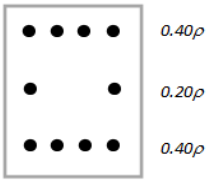
L_{taban} : Bina dış aksları arası uzaklık

Depremden gelen kolon eksenel yükler Şekil 4'de görüldüğü gibi hesaplanmaktadır. Kolonların moment kapasitelerinin hesaplanmasında eksenel yük moment kesişim eğrisi kullanılmaktadır. Yöntemde, İlki ve diğerleri (İlki vd., 2014) Kocaeli, Van ve İstanbul'da 149 bina 912 kolon kesitlerinin incelenmesi sonucunda elde edilen istatiksel veriler doğrultusunda donatı dağılımı Şekil 5'e göre yapılmaktadır.

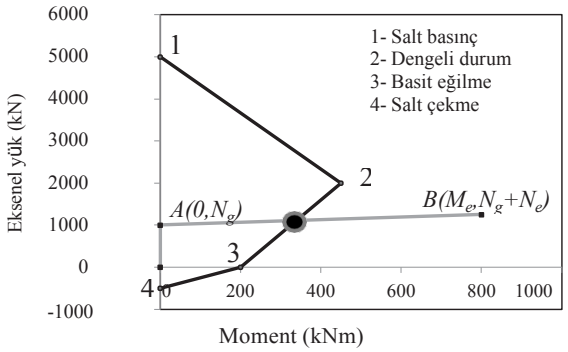
Şekil 6 salt basınç, dengeli durum, basit eğilme ve basit çekme olmak üzere 4 noktadan oluşmaktadır.



Şekil 4. Depremden gelen kolon eksenel yükleri.



Şekil 5. PERA yönteminde kabul edilen donatı dağılımı



Şekil 6. Kolonlarda eksenel yük- moment kesişim eğrisi

Kolonlarda oluşabilecek maksimum kesme kuvveti V_e' hesaplanırken denklem (12) den yararlanılmaktadır. Orta kolonlarda $M_{üst}$ hesaplanırken denklem (13) kenar kolonlarda ise denklem (14) kullanılmaktadır.

$$V_e = \frac{(M_{üst} + M_{alt})}{L_n} \quad (12)$$

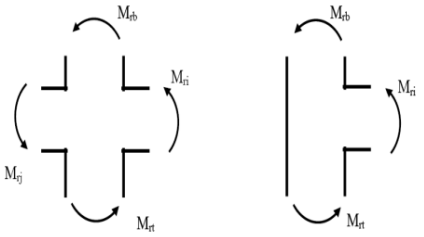
Burada;

$M_{üst}$=min(M_k, kolon moment kapasitesi)

M_{alt}= Kolon moment kapasitesi

$$M_{üst} = \left(M_{rj} + M_{ri}\right)/2 \quad (13)$$

$$M_{üst} = M_{ri}/2 \quad (14)$$



(a) (b)

Şekil 7. Moment dağılımları (a) orta kolonlar (b) kenar kolonlar

Pera metodunda kabul edilen 30cm*60cm boyutlarındaki ve 0.005 donatı oranındaki kirişlerse S220 ve S420 için pozitif moment kapasitesi 120 ve 210 kNm, negatif moment kapasitesi 160 ve 290 kNm olarak hesaplanmıştır (İlki vd., 2014) PERA yönteminde kolonun kesme dayanımı, V_r, TS 500'e göre denklem (15) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$V_r = 0.8V_c + V_w \quad (15)$$

V_c: beton katkısı

V_w: Kesme donatısı katkısı

Betonarme bir kesitin kesmede çatlama dayanımı, daha kesin hesaba gerek duyulmadığı durumlarda (16) kullanarak hesaplanmaktadır.

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d(1 + \gamma \frac{N_d}{A_c}) \text{ (MPa)} \quad (16)$$

Burada;

f_{ctd}: Beton eksenel çekme dayanımı

b_w : Kolon genişliği

d : Kolon faydalı yüksekliği

γ : katsayı (eksnel basınç durumunda 0.07, eksenel çekme durumunda ise -0.3 alınmalıdır.)

N_d: Eksenel yük (Çekmede ve basınçta pozitif alınmalıdır.)

A_c: Kesit alanı

Kesme dayanımın etriyelerin katkısı denklem (17) ile hesaplanmaktadır.

$$V_w = \frac{A_s}{s} f_{ywm} d \text{ (MPa)} \quad (17)$$

Burada;

A_s : Kesme donatısı toplam kesit alanı

s : Etriye aralığı

f_{ywm}: Enine donatı akma dayanımı

d : Kolon faydalı yüksekliği

PERA yönteminde, yönetmeliğe uygun olarak yapı düzensizlikleri de incelenmektedir (Tablo 2). Yöntemde, düzeltme azaltma katsayıları adı altında yönetmelikte geçen her bir düzensizlik için kodlar bulunmaktadır. Bu kodlar Japon standartlarına, Mevcut betonarme binaların Sismik kapasite değerlendirilmesine göre tanımlanmıştır. Mevcut binalarda birden fazla düzensizlik olma durumunda düzensizliklere tanımlanan katsayılar çarpılmaktadır.

Tablo 2. Deprem yönetmeliğinde yer alan bina düzensizlikleri

A1 - Burulma Düzensizliği
A2 - Döşeme Süreksizlikleri
A3 - Planda Çıkıntılar Bulunması
B1 - Zayıf Kat
B2 - Yumuşak Kat
B3 - Düşey Eleman Süreksizliği

PERA metodunda, yapı elamanlarının hasar seviyesi kolon etki/kapasite oranları ile belirlenmektedir. Deprem yönetmeliğinde yer alan sınırlara göre yapı elamanlarının hasar seviyesi tespit edilmektedir. (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik, Şekil 2.1). PERA yönteminde yapı elemanlarındaki hasarlar tespit edilirken ayrıca kesme değerleri de kontrol edilmektedir. Eğer $V_e>V_r$ ve $r_{1i}>1$ ise göçme bölgesi olarak değerlendirilmektedir.

Eğer $V_e<V_r$ ve $r_{li}<1$ ise etki/kapasite oranına ve sargılama olup olmadığına bakılarak belirlenmeye çalışılmaktadır. Kesme kuvveti kontrolünde denklem (18) eğilme kontrolü ise denklem (19) kullanılmaktadır. Metotta, etriye aralığının 10 cm veya daha az olması durumunda sargılama var kabul edilmektedir. (İlki vd., 2014) (Bölüm 2.1 Deprem Bölgelerinde yapılacak binalar hakkındaki Yönetmelik, Çizelge 2.3)

$$r_1 = \frac{V_e}{V_r} \tag{18}$$

$$r_2 = \frac{M_e}{M_r} \tag{19}$$

PERA yönteminde göreli kat ötelemeleri hesabında deprem yönetmeliğine paralel olarak yapılmaktadır. Yöntemde zemin kattaki göreli kat ötelemeleri hesabında denklem (20) kullanılmaktadır. D parametresi ise denklem (21)'de görüldüğü üzere zemin kattaki göreli kattaki kolonların konumuna göre Muto yöntemiyle bulunmaktadır. Betonun elastisite modülü TS-500'e göre denklem (23)'den hesaplamaktadır. Öteleme oranı hesaplandıktan sonra Tablo 2.4 (Bölüm 2.1 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik) kullanılarak hasar sınırları tespit edilmektedir.

$$\delta = \frac{V_t L^2}{12 E_c \sum D_i} \tag{20}$$

Burada;
δ / L: Öteleme oranı
E_c : Betonun elastisite modülü
$D = ak_c$ (21)

Temele ankastre bağlı kolonlarda

$$a = \frac{0.5 + \bar{k}}{2 + \bar{k}} \tag{22}$$

$$E_c = 14000 + 3250\sqrt{f_{ckj}} \tag{23}$$

F_{ckj}: j günlük betonun karakteristik silindir dayanımı

Yapı elemanlarındaki hasarlar etki/kapasite oranlarına ve göreli kat ötelemelerine göre tespit edilmektedir. PERA yönteminde elde edilen verilere göre incelenen betonarme binaların risk durumları ile ilgili sonuçlara varılmaktadır. PERA metodunda 4 farklı kombinasyonda +X, -X, +Y, -Y sonuçlar elde edilmektedir. Yöntemde incelenen kombinasyonlarda zemin kattaki yapı elemanlarında herhangi bir hasar yok ise yapı az riskli, herhangi bir kolonda veya birden fazla kolonda yüksek risk var ise bina yüksek risk taşımaktadır sonucuna varılmaktadır. (İlki vd., 2014)

İnceleme Konusu Binaların Özellikleri

İnceleme konusu binaların özellikleri Tablo 3'te verilmiştir. Bu çalışma kapsamında, yapılan performans analizlerinde –X, +X, -Y, +Y yönleri için ayrı ayrı performansları hesaplanmıştır. Binalarda laboratuvar testleri yapılmadığı için malzeme özellikleri ve etriye yerleşimi farklı kombinasyonlar ile hesaba

katılmıştır. Zemin sınıfları ise iki farklı şekilde Z2 ve Z3 olarak kabul edilmiştir. Beton sınıfı olarak C10, C14, C20; donatı sınıf olarak 8. ve 9. Binalar haricinde S220 alınmıştır. Kolonlar ve Kirişler için sargılı veya sargısız duruma göre ayrı ayrı değerlendirmeler yapılmıştır. Bir bina için 2 adet zemin sınıfı, 3 adet beton sınıfı, 2 adet sargı durumu ve global eksendeki 4 doğrultuya göre 48 farklı performans sonucu elde edilmiştir. Fakat bu binalar analiz edilirken (Vulaş 2014, Özçelik, 2014) PERA yöntemi içerisinde deprem yükü tablosu yerine sehven rüzgâr yükü tablosu kullanıldığı görülmüştür. Bu sebepten dolayı bu çalışmada binalar deprem yükü tablosu kullanılarak tekrar analiz edilmiştir.

Tablo 3. İnceleme konusu binaların özellikleri

Bina No	Kat Adedi	Kat Yühsekliği (m)	Bina Toplam Yüksekliği (m)	Bina Boyutları (mxm)	Kapalı Çıkma/Yönü
1	3	2.8	8.4	8.60x10.20	Yok
2	3	2.8	8.4	9.50x 9.00	Var (Y2)
3	3	2.8	8.4	9.00x10.50	Yok
4	3	2.8	8.4	9.10x9.75	Yok
5	3	2.8	8.4	9.90x8.80	Yok
6	3	2.8	8.4	9.80x10.25	Yok
7	3	2.8	8.4	13.25x10.15	Yok
8	3	2.8	8.4	14.50x9.50	Var (Y1)
9	3	2.8	8.4	9.40x14.70	Var (Y2)

PERA metodu bir yapı için 4 farklı performans seviyesi vermektedir. Bunlar; Göçme, Göçme öncesi, Can güvenliği ve Hemen kullanım performanslarıdır. RYTE yönetmeliği ise bir yapıyı Riskli ve Risksiz olmak üzere iki şekilde sınıflandırmaktadır.

Karşılaştırma yapılırken PERA metodundan elde edilen Göçme öncesi, Can güvenliği ve hemen kullanım performansları Risksiz Göçme performans sınıflandırması ise Riskli olarak alınarak karşılaştırma Tablo 4'de yapılmıştır.

Tablo 4. PERA ile RYTE performans kıyaslaması

PERA	Göçme	Göçme öncesi	Can güvenli	Hemen kullanım
RYTE	Riskli	Risksiz		

Kombinasyon bazında karşılaştırma yapılırken PERA yöntemiyle elde edilen 48 kombinasyonda RYTE ile tek tek karşılaştırılarak uyum yüzdeleri elde edilmiş. Sonuç bazında ise +X, -X, +Y, -Y kombinasyonlarından biri bile riskli ise bina riskli olarak kabul edilerek karşılaştırma yapılmıştır.

Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışma kapsamında incelenen binalar ilk haliyle, rüzgar yükü tablosu yerine deprem yükü tablosu kullanılarak ve PERA yöntemi içerisinde Muto yöntemi yerine Smith yöntemi kullanılarak 3 farklı şekilde analiz edilmiş RYTE ile olan uyumları karşılaştırılmış sonuçlar konbinasyon bazında ve sonuç bazında olmak üzere iki farklı şekilde sırasıyla Tablo 5 ve Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 5. Kombinasyon bazında elde edilen sonuçlar

	RYTE İLE PERA	RYTE İLE PERA DÜZELTİLMİŞ	BU ÇALIŞMA
1.BİNA	%62.5	%62.5	%91.7
2.BİNA	%75	%81.3	%87.5
3.BİNA	%79.2	%91.7	%87.5
4.BİNA	%75	%72.9	%79.2
5.BİNA	%81.25	%75	%87.5
6.BİNA	%77.1	%77.1	%72.9
7.BİNA	%72.9	%72.9	%75
8.BİNA	%64.6	%72.9	%77.1
9.BİNA	%91.7	%83.3	%91.1
SONUÇ	%75.5	%76.62	%83.3

Tablo 6. Sonuç bazında elde edilen sonuçlar

	RYTE İLE PERA	RYTE İLE PERA DÜZELTİLMİŞ	BU ÇALIŞMA
1.BİNA	%50	%50	%75
2.BİNA	%75	%75	%75
3.BİNA	%75	%91.7	%91.7
4.BİNA	%58.3	%58.3	%58.3
5.BİNA	%75	%75	%91.7
6.BİNA	%83.3	%83.3	%91.7
7.BİNA	%66.7	%66.7	%75
8.BİNA	%41.7	%50	%66.7
9.BİNA	%91.7	%75	%91.7
SONUÇ	%68.5	%69.4	%79.64

Sonuç olarak PERA yöntemi içerisinde rüzgar yükü tablosu yerine deprem yükü tablosu kullanıldığında kombinasyon bazında RYTE ile olan uyum %75.5 ten %76.62 ye sonuç bazında ise %68.5 ten %69.4 e yükselmiştir.

PERA yöntemi içerisinde Muto yöntemi yerine Smith yöntemi kullanıldığında kombinasyon bazında RYTE ile olan uyum %75.5 ten %83.3 e sonuç bazında ise %68.5 ten %79.64 e yükselmiştir.

Smith yöntemiyle yapılan hızlandırma RYTE olan uyumu artırmıştır.

Kaynaklar

Bal, İ.E., Tezcan, S.S. ve Gülay, F.G., (2007). Betonarme binaların göçme riskinin belirlenmesi için P25 hızlı değerlendirme yöntemi, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 661-673.

DBYBHY, (2007). Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.

Ilki, A., Comert, M., Demir, C., Orakcal, K., Ulugtekin, D., Tapan, M. and Kumbasar, N., (2014). Performance based rapid seismic assesment method (PERA) for reinforced concrete frame buildings, Advances in structural engineering, **17,** 3, 439-459.

Muto, K., (1956). Seismic analysis of reinforced concreate buildings, Proceedings of the First World Conference on Earquake Engineering.

Özçelik M.U., (2014). PERA, RBTE ve DBYBHY 2007 yönetmeliği kullanılarak mevcut bina deprem performanslarının belirlenmesi, *Yüksek Lisans tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

RYTE, (2013). Riskli yapıların tespit edilmesine ilişkin esaslar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

Sucuoğlu, H., Gür, T. and Günay, M.S., (2004). Performans-based seismic rehabilition of damaged reinforced concrete building, Journal of Structural Engineering-ASCE, **130,** 10 1475-1486.

Temur, R. ve Öztorun, N.K., (2005). Hızlı durum tespit (DURTES) yöntemi yazılımının geliştirilmesi, II. Mühendislik bilimleri genç araştırmacılar kongresi MBGAK, İstanbul, 449-454.

Tezcan, S.S., Gürsoy, M., Kaya, E. ve Bal, İ.E., (2002). Depremde can kaybını önleme projesinin tek sorumlusu devlettir, Dünya İnşaat Dergisi, 107 111.

TS 500, (2000). Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları, Türk Standartları, Ankara

Vulaş, Y., (2014). Mevcut betonarme binaların PERA (Hızlı performans değerlendirme yöntemi) ile performans analizinin yapılması, *Yüksek Lisans tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Rapid seismic performance evaluation method

Extended abstract

In recent years, hundredthousands of people have lost their lives and much more became homeless in destructive earthquakes in Turkey as well as in other countries. Those earthquakes that have been experienced so far show us that existing buildings, especially those in undeveloped or underdeveloped countries, are not safe against earthquake risk.

It is also known that Turkey is on fault lines, and that there is always a risk of encountering an earthquake. Especially considering the fact that the developed and densely populated cities are on these fault lines, it is necessary to examine whether the existing buildings are earthquake resistant or not.

Due to these dangers and as a result of the beginning of the urban transformation process in our country, it is necessary to know the earthquake performance of our existing buildings. However, when such factors as time, human resource, material burden required to review the earthquake regulation of 2007 of the existing building stock and regulation on the Determination of Risk Buildings are taken into account. It can be seen that this does not seem likely. In order to overcome such problems, we have sought to develop methods, which are more practical that but compatible with these regulations. It is possible to find a lot of quick evaluation methods. Street scanning method (Sucuoğlu vd., 2004), zero life loss approach (Tezcan vd., 2002), P25 method (Bal vd., 2007) and Durters method (Temur and Öztorun, 2005) are some examples for quick evaluation methods.

The team formed from İstanbul Technical University, Bogazici (Bosphorous) University and Van Yüzüncü Yıl University has developed a new, rapid evaluation method in parallel with the Turkish earthquake regulation: the PERA (Quick Seismic Performance Evaluation) method.

The Pera method can predict the eartquake performance of frame-based buildings without the need to model the whole structure and by making some assumptions (the ground floor is taken as the critical floor, the dimensions of beams are assumed to be 300mmx600mm and their lengths are assumed to be 5m, reinforcement rate depends on the year of construction. If construction year before 1975, reinforcement rate is taken as 0,009 if construction year after 1975 reinforcement rate is taken as 0.012. Construction unit weight is accepted as 12 kN/m.^{2} Equivalent earthquake load reduction coefficient (λ) is taken as 0.85.

Since the aim is to determine the nearest realistic earthquake performance within the shortest time, an acceleration was therefore made by using the Smith method, which is a simpler method than the Muto method used in the PERA method, and it has been examined how this acceleration would effect the results.

When this examination was carried out, it has been seen that the wind load table was inadvertently used instead of the earthquake load table within the Pera method. First, the wind load table was removed in the software and the earthquake load table was used instead of the wind load table, and the buildings were analyzed.

When this change was made, it was seen that the compliance with the result-based RYTE was increased from 68.5% to 69.4%. Then, the Smith method, which is a simpler method, was used instead of the Muto method employed in the PERA method. When it is assumed in the Smith method that inflection points are in the middle, they were not used in these two tables, and, by using the Smith method instead of the Muto method, it has been seen that the compliance with RYTE was increased from 68.5% to 79.64%.

Keywords: *Rapid Performance Evaluation, PERA, Muto Method, Smith Method, Earthquake.*