

RİSKLİ BİNALARIN TESPİT EDİLMESİ HAKKINDA ESASLAR 4-DBYBHY (2007)ve RBTE(2013) Karşılaştırılması



Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
Alt Yapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri
Genel Müdürlüğü

İçerik

- Kapsam
- Binalardan bilgi toplanması
- Yapı elemanlarında hasar sınırları ve hasar bölgeleri
- Binalar için hedeflenen performans düzeyleri
- Deprem hesabına ilişkin genel ilkeler ve kurallar
- Hesap yöntemleri
- Performans değerlendirme

Genel-Kapsam

DBYBHY 2007

- Tüm binalara uygulanır
 - Betonarme, yığma, çelik
- Bina özelliklerine bağlı olarak farklı yöntemler kullanılabilir
 - Doğrusal elastik yöntem
 - Doğrusal olmayan yöntem
- Bina değerlendirmesi ve güçlendirmesi amacıyla kullanılabilir.

RBTE 2013

- DBYBHY Tablo 7.7 de diğer binalar için kullanılabilir
 - Yüksekliği 25 m 'nin altında veya
 - Zemin döşemesi üstü 8 katı geçmeyen binalar
 - Betonarme ve Yığma binalar
- Sadece doğrusal elastik yöntem kullanılır
- Bina risk değerlendirmesi dışında kullanılamaz.

Önerilen yöntemin yaklaşıklığı ve pratikliği nedeniyle kapsamı sınırlı tutulmuştur. Bu nedenle kapsam dışındaki binaların DBYBHY 2007'ye göre değerlendirilmesi önerilmektedir.

Performans Seviyeleri

DBYBHY 2007

Hemen Kullanım
Can Güvenliği
Göçmenin önlenmesi

RBTE 2013

Riskli veya risksiz bina

Riskli bina: Tasarım Depremi altında yıkılma veya ağır hasar görme riski bulunan bina olarak tanımlanır.

6306 sayılı kanunda yapılan tanıma uygun olarak seçilmiştir.

Performans sınır değerleri bu tanıma uygun olarak belirlenmiştir

Genel-Değerlendirmeye Esas Deprem Seviyeleri

DBYBHY 2007

50 yılda aşılma olasılığı yüzde 10 olan deprem için Can Güvenliği performans düzeyinin sağlanması gerekir.

“Önemli” binalar için 50 yılda aşılma olasılığı yüzde 2 olan deprem için Can Güvenliği performans düzeyinin sağlanması gerekir.

RBTE 2013

50 yılda aşılma olasılığı yüzde 10 olan deprem esas alınmaktadır. Bu deprem altında risk değerlendirmesi yapılır.

Amaç: Binaların tasarım depremi altında ağır hasar veya yıkılma riskini belirlemektir.

Binalardan Veri Toplanması

DBYBHY 2007

Bilgi Düzeyi sınırlı orta veya kapsamlı olarak alınır.

Malzeme ve geometrik özellikler tüm katlarda belirlenir.

- Sınırlı: 0.75
- Orta: 0.9
- Kapsamlı: 1.0

RBTE 2013

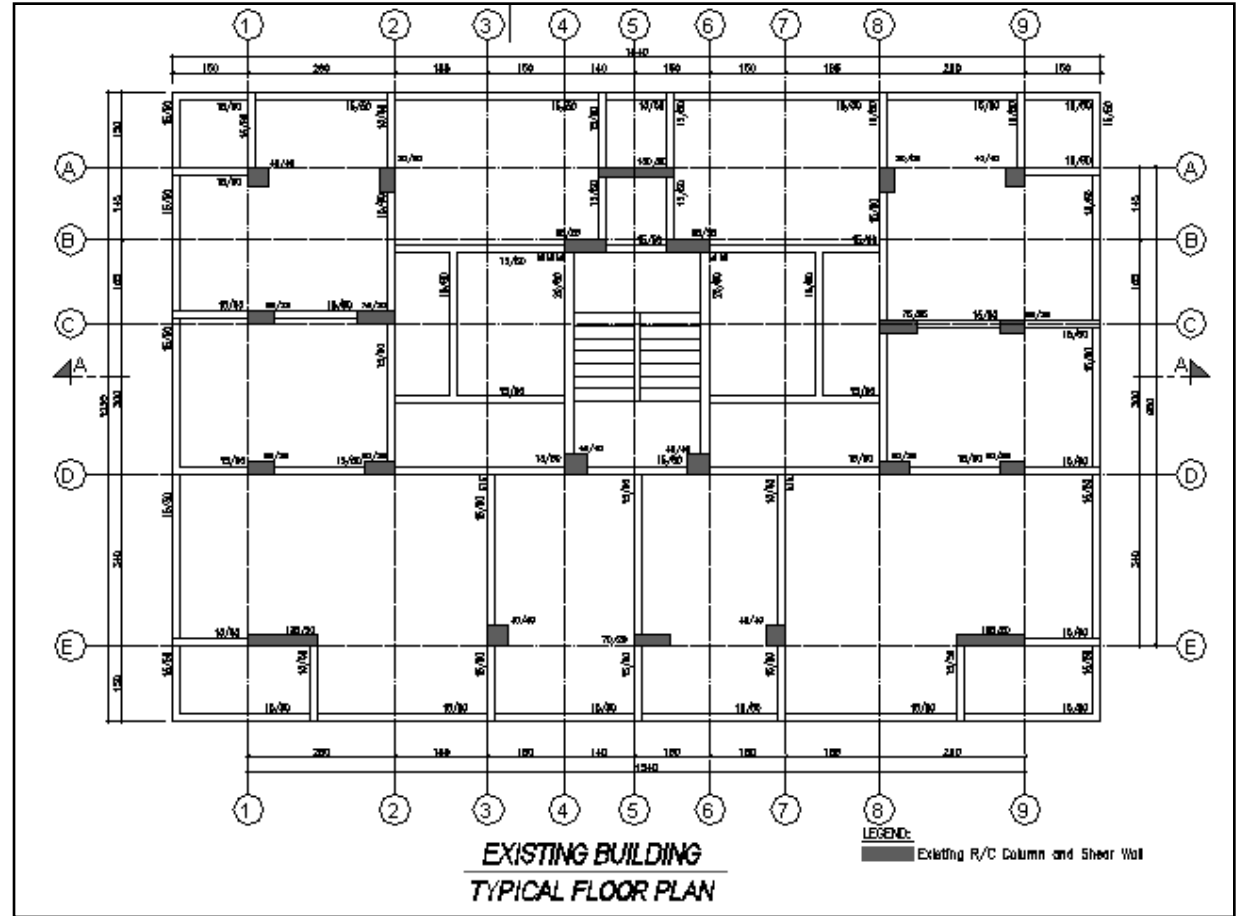
Bilgi Düzeyi asgari veya kapsamlı olarak alınır.

Malzeme ve geometrik özelliklerin sadece kritik katta belirlenmesine izin verilir.

- Asgari: 0.9
- Kapsamlı: 1.0

Amaç: Hem zaman hem de maliyet açısından daha uygun bir yöntem geliştirmek. Binada beklenen en yüksek hasarın kiritik katta meydana geleceği varsayımına dayanmaktadır.

Röleve çalışmaları



Bina görüntüsü ve kat planı

Eleman Detayları

DBYBHY 2007

- Kolon, kiriş ve perde duvar boyut ve detayları
- Boyuna donatı miktarı (sayı ve çap),
- Boyuna donatıda kenetlenme boyu veya kanca detayı,
- Boyuna donatıda bindirmeli eklerin durumu (bindirme bölgesinin yeri ve bindirme boyu)
- Enine donatı miktarı (aralık ve çap)
- Enine donatının veya deprem etriyesinin kanca özelliği (90 veya 135 derece kıvrımlı)
- Beton örtüsünün kalınlığı (pas payı)
- Donatılardaki korozyon etkisi

RBTE 2013

- Kolon, kiriş ve perde duvar boyut ve detayları ile dolgu duvar boyut ve yerleşimleri
- Boyuna donatı miktarı (sayı ve çap),
- ~~Boyuna donatıda kenetlenme boyu veya kanca detayı,~~
- ~~Boyuna donatıda bindirmeli eklerin durumu (bindirme bölgesinin yeri ve bindirme boyu)~~
- Enine donatı miktarı (aralık ve çap) –sadece kolon ve perdelerde
- Enine donatının veya deprem etriyesinin kanca özelliği (90 veya 135 derece kıvrımlı)-sadece kolon ve perdelerde
- Beton örtüsünün kalınlığı (pas payı)
- Donatılardaki korozyon etkisi

Malzeme Özellikleri ve Donatı Tespiti

DBYBHY 2007

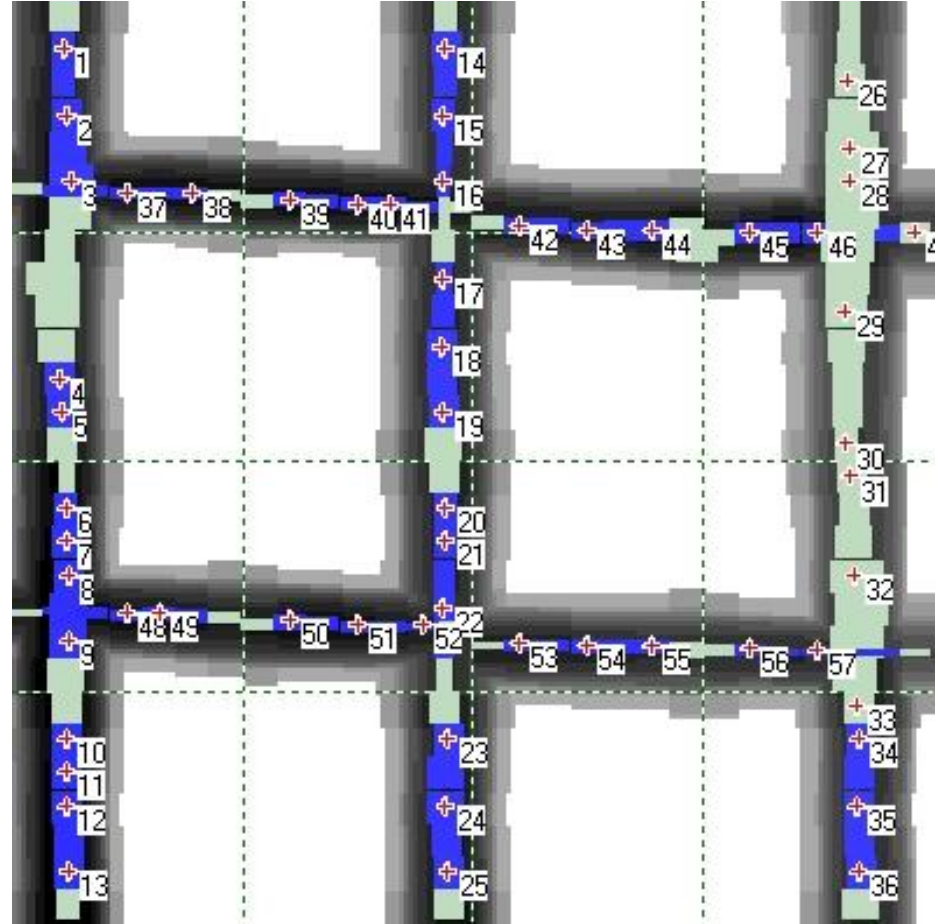
- Tüm katlarda bilgi düzeyine bağlı olarak belirlenir.
 - Karot numuneleri sayısı
 - Sıyrılma yapılarak donatı tespiti
 - Tahribatsız yöntemler ile donatı tesbiti
- Beton dayanımı en düşük değer veya ortalama-standard sapma değeri olarak belirlenir.

RBTE 2013

- Kiritik katta bilgi düzeyinden bağımsız olarak yapılır.
 - 6 adetten az olmamak üzere perde ve kolonların en az yüzde 20'sinde donatı özellikleri belirlenir.
 - Seçilen elemanların en az yarısında sıyrılma işlemi yapılacaktır
 - Kolon ve perdelerden en az 10 elemanda tharibatsız yöntemler kullanılacak
 - Tahribatsız yönteme göre en düşük değer alınmış 5 yerden karot alınır.
- Beton dayanımı ortalama değer yüzde 85'i olarak belirlenir.

Yöntemin yaklaşıklığı düşünülerek beton dayanımı ve numune sayısı belirlenmiştir. Ortalama değer yüzde 85'i ortalama-standard sapma değerine yakındır.

Tahribatsız Yöntem ile Donatı Tespiti



Tahribatsız yöntem: Ferroskan cihazı ile betonarme duvar yüzeyinde tarama yapılması ve tarama sonucu

Pas Payının Sıyrılması



Tahribatlı yöntem: Pas payı sıyrılarak belirlenen kiriş ve kolon donatısı ve detayları

Mevcut Binalarda Beton Özelliklerinin Belirlenmesi

- Tahribatsız Yöntemler: Darbe Çekici
- Tahribatlı Yöntemler: Karot Deneyleri



Schmidt darbe çekici ile yüzey sertliği değerinin okunması



Karot alma cihazı ile kolondan silindirik beton örneği alınması

Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri

DBYBHY 2007



RBTE 2013

Kolon ve perdeler için sınıflandırma yapılmaktadır.

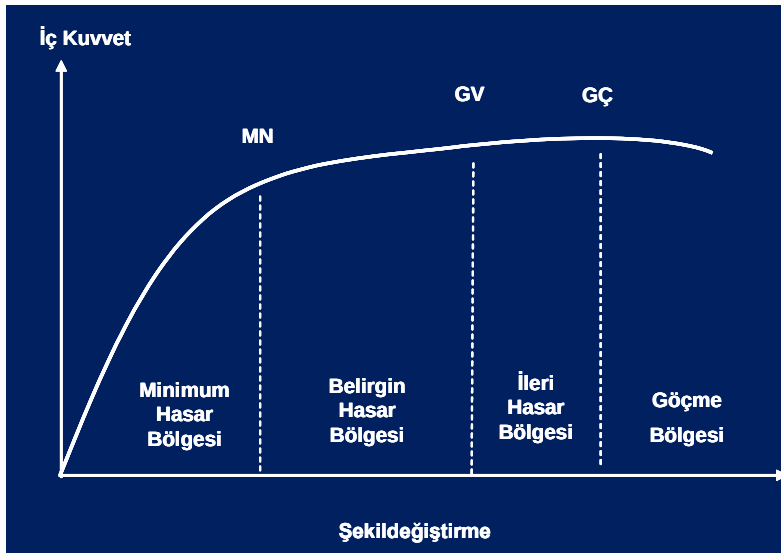
Kolonlar: V_e/V_r oranına ve kesit donatı detayına bağlı olarak A, B ve C olarak üç gruba ayrılır: A eğilme göçmesi, B eğilme-kesme göçmesi, C kesme göçmesi olarak düşünülmüştür.

Perdeler: V_e/V_r oranı ve perde narinliği (H_w/l_w) oranına bağlı olarak A ve B gruplarına ayrılmıştır. Perdeler için B and C gruplarını birleştirilmiştir.

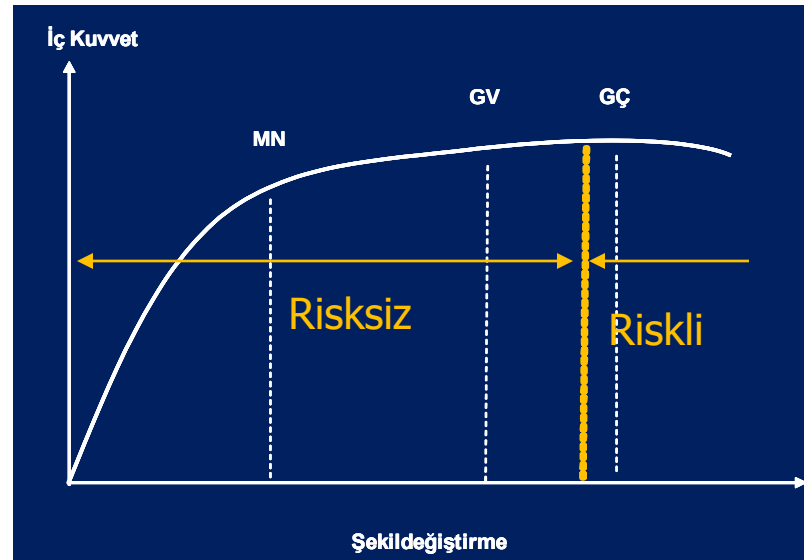
Bu sınıflama ile hem ASCE 41 ile uyumlu hale gelinmiş hem de deneysel veriler kullanılarak daha gerçekçi sınır değerler elde edilmiştir.

Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri

DBYBHY 2007



RBTE 2013



Analize İlişkin Genel Kurallar

DBYBHY 2007

- Taşıyıcı sistem modeli röleveye bağlı olarak hazırlanır. Tüm katların özellikleri hesaba katılır.
- Etkin rijitlikler kolon ve perdelerde eksenel yük seviyesine bağlı olarak hesaplanır.

•Kirişlerde: $(EI)_e = 0.40(E_{cm}I)_0$

•Kolon ve perdelerde:

$$\frac{N_D}{A_c f_{cm}} \leq 0.10 \text{ ise } 0.40(E_{cm}I)_0$$

$$\frac{N_D}{A_c f_{cm}} \geq 0.40 \text{ ise } 0.80(E_{cm}I)_0$$

RBTE 2013

- Taşıyıcı sistem modeli kiritik katın kat adedi ve kat yükseklikleri ile uyumlu olarak çoğaltılması ile elde edilir.

- Binada bulunan konsollar dikkate alınır.
- B3 düzensizliği bina modelinde her katın ayrı ayrı tanımlanması ile gözönüne alınır.

- Etkin rijitlikler sabir alınmaktadır.

•Kiriş ve perdelerde : $(EI)_e = 0.30(E_{cm}I)_0$

•Kolonlarda: $(EI)_e = 0.50(E_{cm}I)_0$

- Beton elastisite modülü

$$E_{cm} = 5000(f_{cm})^{0.5}$$

Hesap Yöntemleri

DBYBHY 2007

• Doğrusal elastik yöntemler

a) Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi

- Yükseklik < 25 metre
- Kat sayısı < 8
- $\eta_{bi} < 1.4$
- $R_a=1$
- $V_t = \lambda W A(T_d) ; (\lambda=1.0 \text{ veya } 0.85)$

b) Mod Birleştirme Yöntemi

- $R_a=1$
- İç Kuvvet ve kapasite doğrultuları = Hakim mod
(Uygulanan deprem yönü ve doğrultusunda)

c) Zaman tanım alanında hesap

- Doğrusal elastik olmayan yöntemler
 - İt me analizi
 - Zaman tanım alanında hesap

RBTE 2013

• Doğrusal elastik yöntem

a) Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi

- Yükseklik < 25 metre
- Kat sayısı < 8
- $\eta_{bi} < 1.4$
- $R_a=1$
- $V_t = \lambda W A(T_d) ; (\lambda=1.0 \text{ veya } 0.85)$

b) Mod Birleştirme Yöntemi

- $R_a=1$
- İç Kuvvet ve kapasite doğrultuları = Hakim mod
(Uygulanan deprem yönü ve doğrultusunda)

- Dolgu duvar etkisi yaklaşık olarak dikkate alınır.

Dolgu Duvar Etkisi

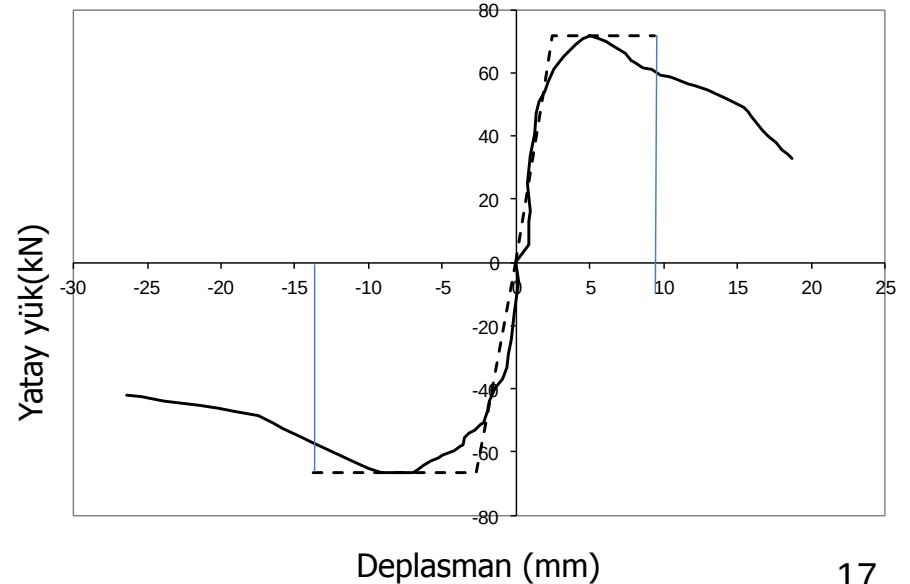
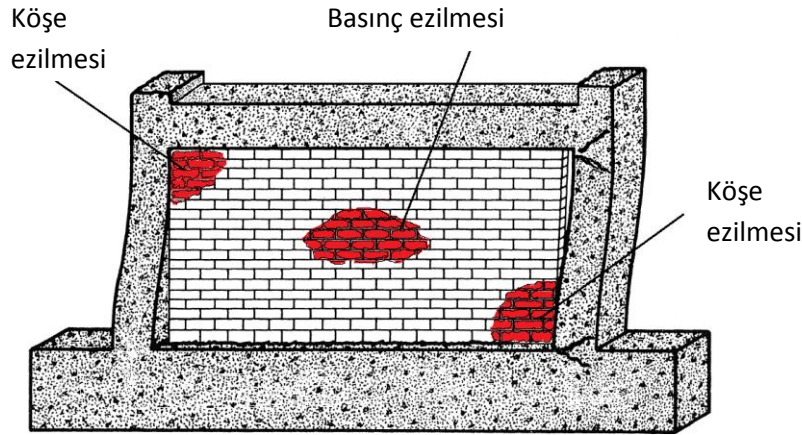
DBYBHY 2007

- Dikkate alınmaz.

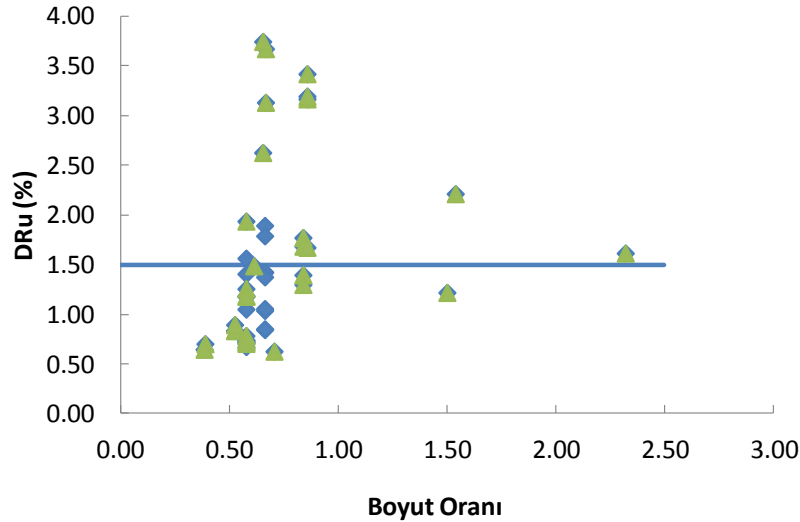
RBTE 2013

- Dikkate alınması için yaklaşık bir yöntem geliştirilmiştir.

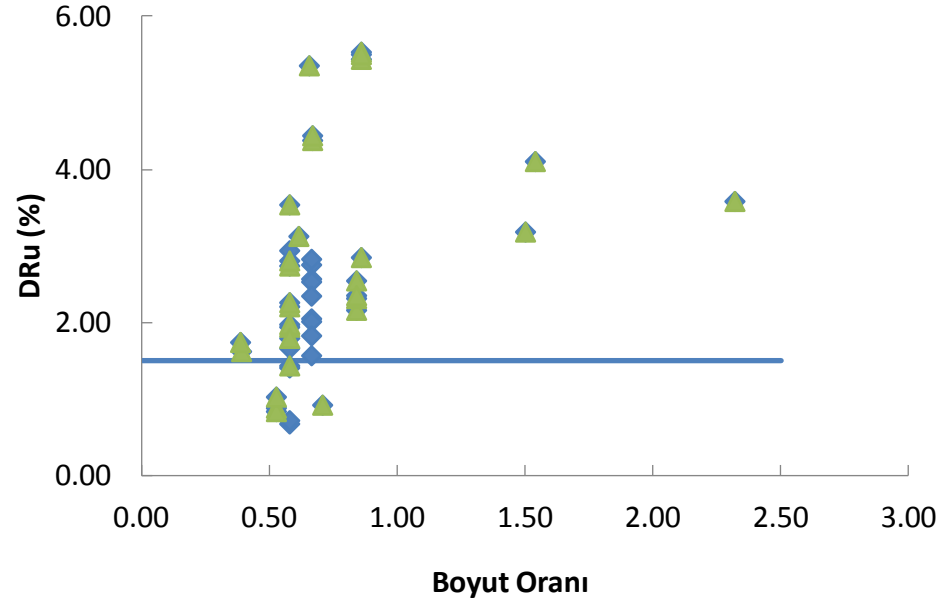
- 45adet dolgulu tersinir yüklemeye maruz kalmış çerçeve deneyi
- Azami deplasman kapasitesi (zarf eğrilerinden) belirledik.
- Hasar sınıflaması.



Dolgu Duvar Deplasman Kapasitesi

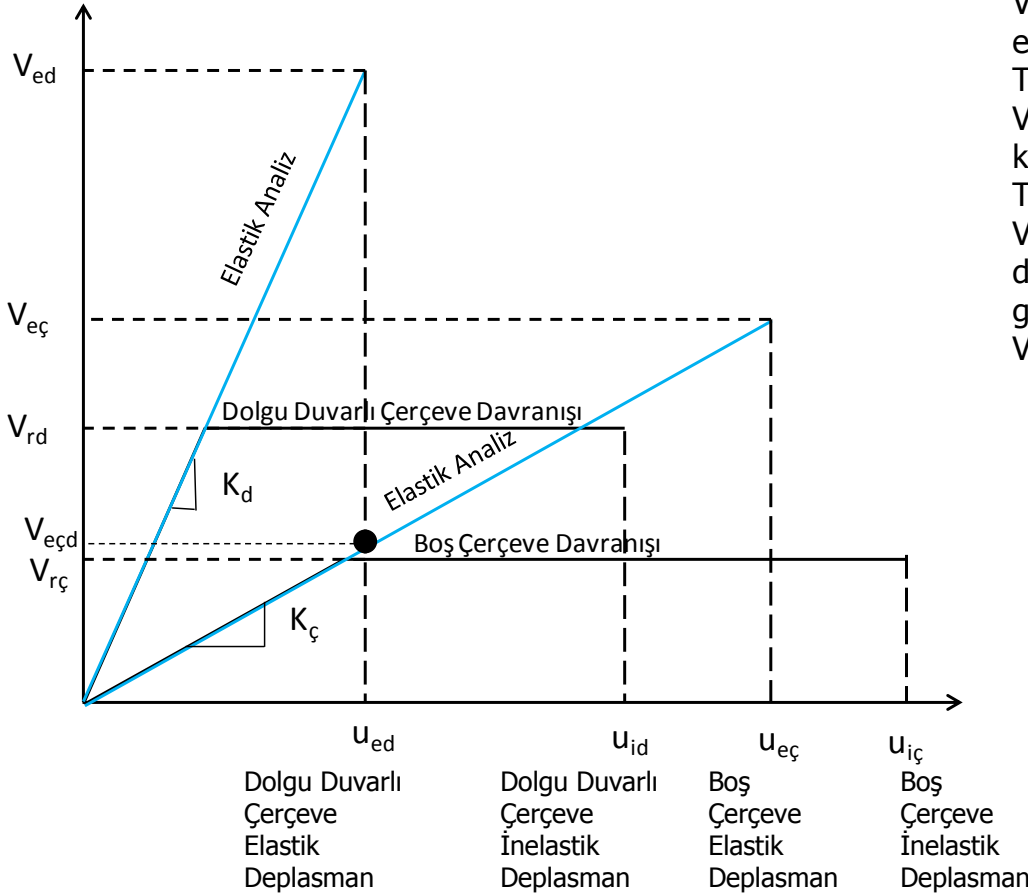


%15 Kapasite Kaybına
Karşılık Gelen Ötelenme
Oranı



%50 Kapasite Kaybına
Karşılık Gelen Ötelenme
Oranı

Dolgulu ve Dolgusuz Çerçeve



V_{ed} : Dolgu Duvarlı Çerçeve üzerine gelen elastik deprem kuvveti: $V_{ed} = \text{Ağırlık} \times S_a(T_d)$
 T_d : Dolgulu Çerçeve Periyodu
 V_{ec} : Boş Çerçeve üzerine gelen elastik deprem kuvveti: $V_{ec} = \text{Weight} \times S_a(T_c)$
 T_c : Boş Çerçeve Periyodu
 V_{ecd} : Boş çerçeve rijitliği ile analiz yapıldığında dolgulu çerçeve elastik deplasmanına karşılık gelen kuvvet
 V_{rc} : Boş Çerçeve Kapasitesi

Sorular:

- 1- V_{ecd} değeri ne olmalı ?
- 2- Dolgulu Çerçeve Deplasman Limiti ne olmalı?

Rijitlik ve Kapasiteler

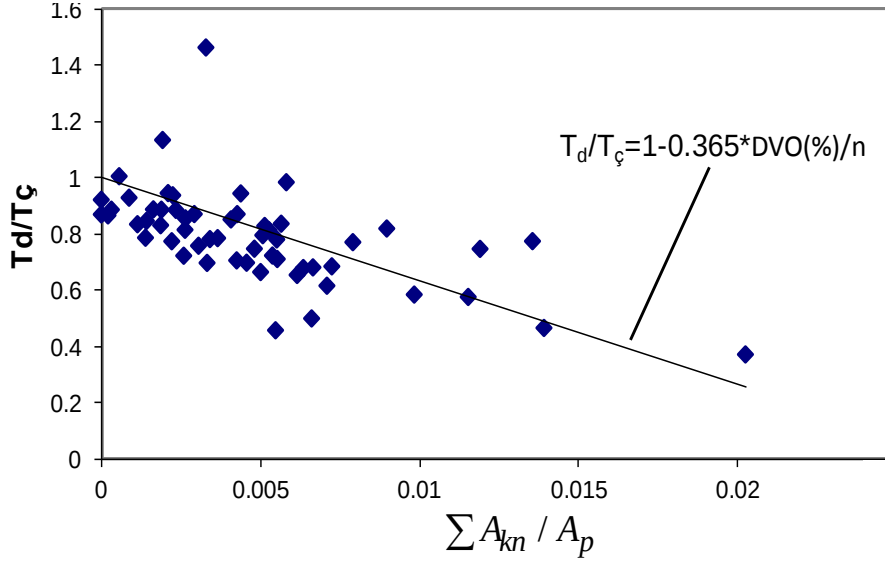
$$u_{ed} = V_{ed} / K_d , \quad u_{e\zeta} = V_{e\zeta} / K_{\zeta}$$

$V_{e\zeta d}$ değeri $V_{e\zeta}$ cinsinden ve deplasman değerleri cinsinden ifade edilirse:

$$V_{e\zeta d} = (u_{ed} / u_{e\zeta}) V_{e\zeta} = ((V_{ed} / K_d) / (V_{e\zeta} / K_{\zeta})) V_{e\zeta}$$

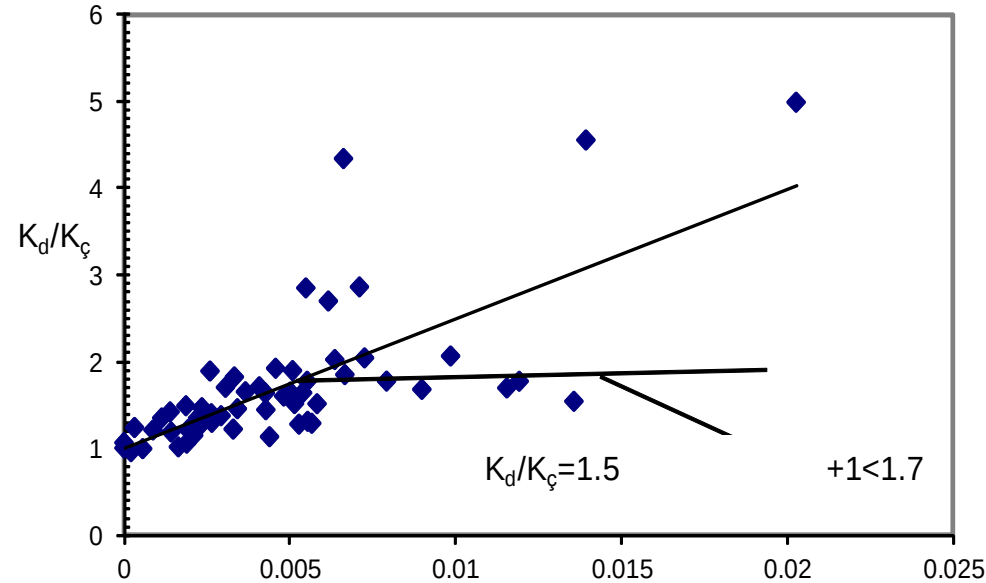
$$V_{e\zeta d} = \frac{S_a(T_d)}{S_a(T_{\zeta})} \frac{K_{\zeta}}{K_d} V_{e\zeta} = AF V_{e\zeta}$$

T_d/T_ç ile K_d/K_ç Oranları

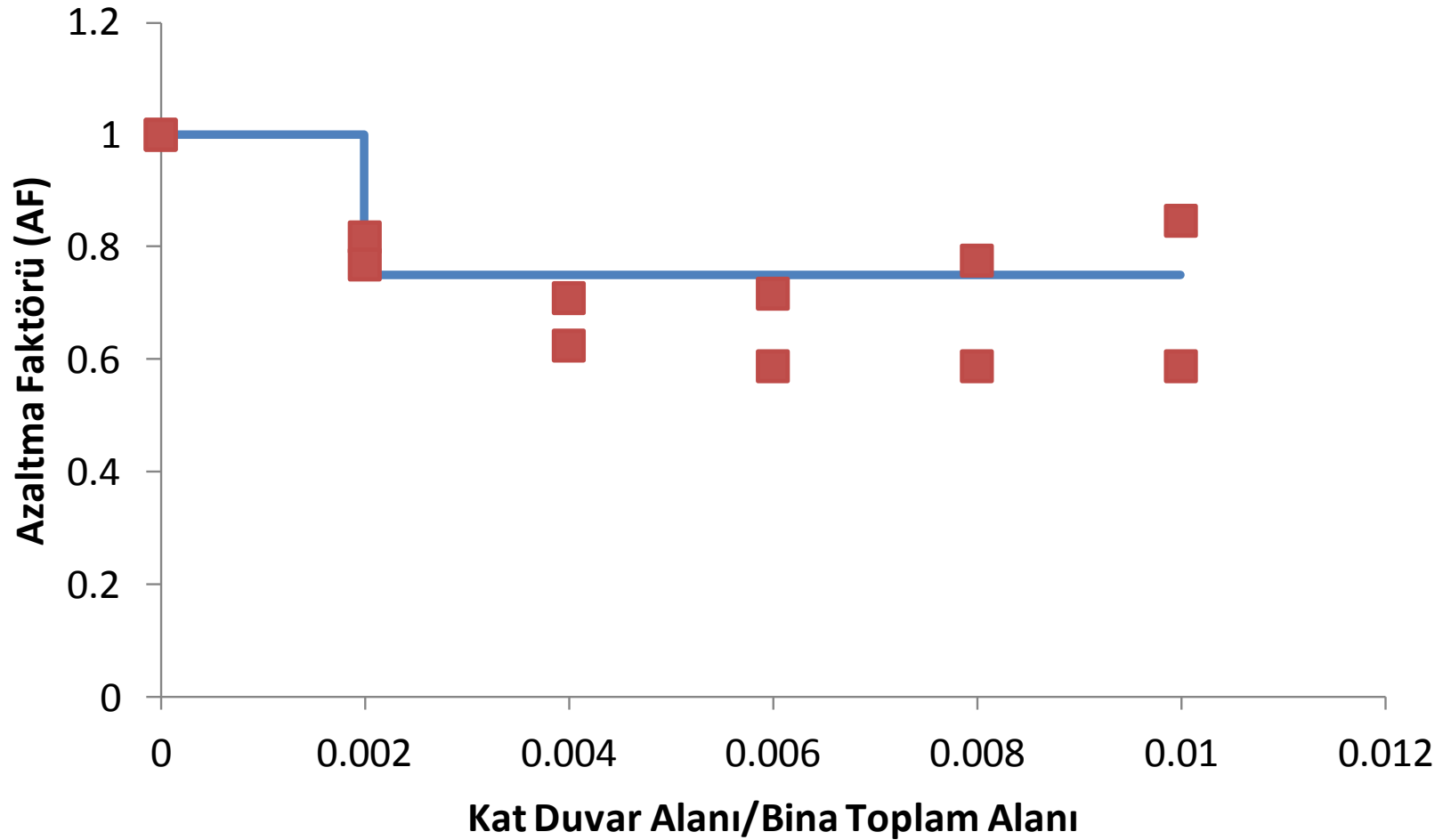


56 üç boyutlu gerçek bina modeli üzerinde gerçekleştirilen analizler neticesinde elde edilmiştir.

Yönetmelikte verilen basınç çubuğu yaklaşımı ile tamamı dolu olan dolgu duvarlar modellenmiştir.



Azaltma Faktörü



Dolgu Duvar Etkisi

3.5.2 Binanın kritik katında değeriendirmenin yapıldığı doğrultuda $\sum A_{kn} / A_p \geq 0.002 N$ ve (δ / h) en büyük kat öteleme oranı 0.015 den küçük ise, 3.5.1'de hesaplanan deprem kuvveti 0.75 katsayısı ile çarpılarak dolgu duvar etkisi dikkate alınabilir.

$\sum A_{kn}$: Kritik katta değeriendirmenin yapıldığı doğrultudaki kapı ve pencere boşluk oranı %5'i geçmeyen ve köşegen uzunluğunun kalınlığına oranı 40'dan küçük olan dolgu duvarların kat planındaki toplam alanı

A_p : Kritik katın plan alanı

Doğrusal Elastik Hesap Yöntemi

DBYBHY 2007



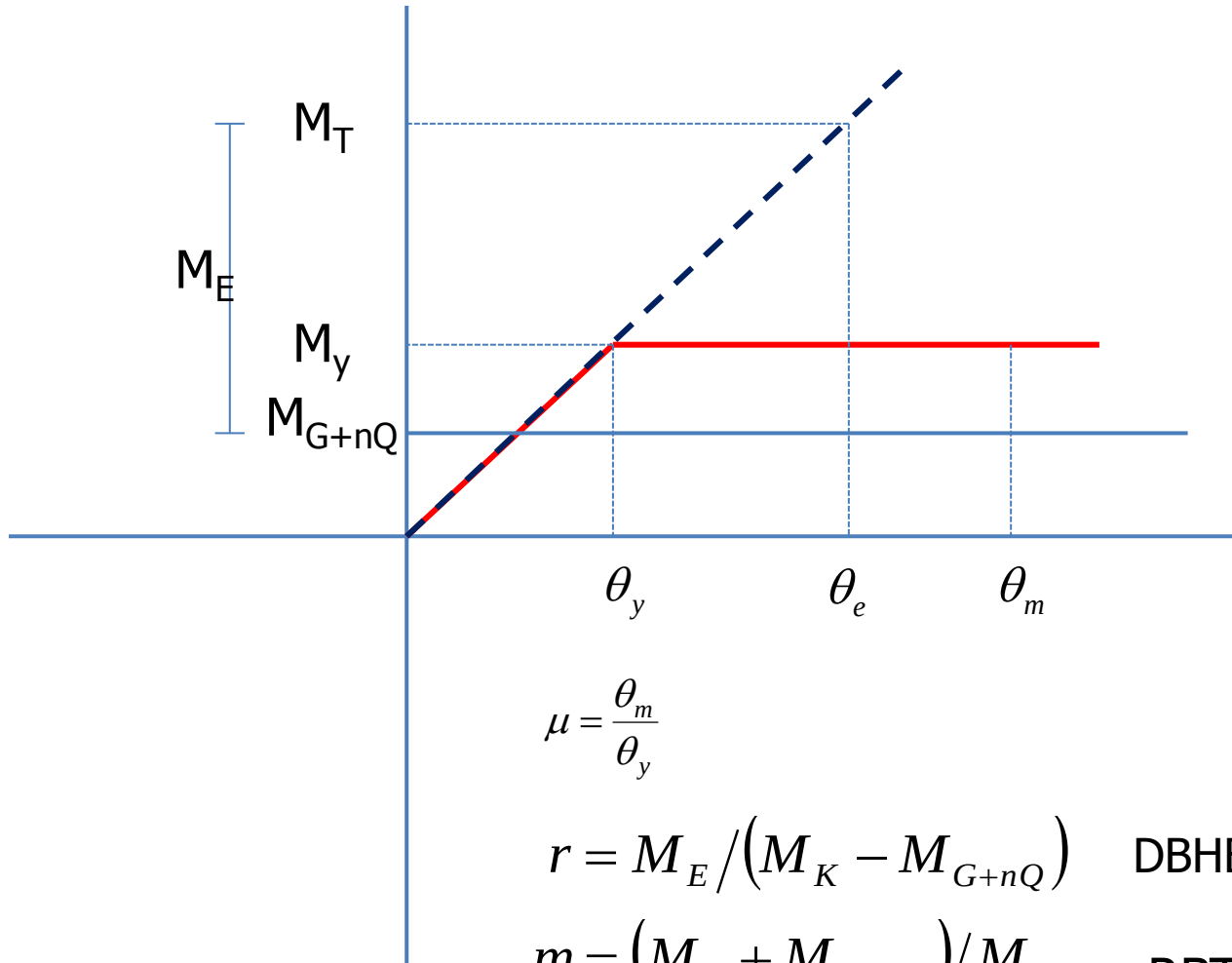
Artık Moment Kapasitesi = Kesit moment kapasitesi – Düşey yük momenti
Kesme Kapasitesi $\Rightarrow$ TS-500

RBTE 2013

- $m = \frac{\text{Toplam Moment}}{\text{Moment Kapasitesi}}$

$$m = \frac{M_{G+nQ+E}}{M_K}$$

Etki Kapasite Oranı Tanımı



$$\mu = \frac{\theta_m}{\theta_y}$$

$$r = M_E / (M_K - M_{G+nQ})$$

DBHBY'de verilen!

$$m = (M_E + M_{G+nQ}) / M_K$$

RBTY'de önerilen!

$M_G < M_y$ durumu için
Aksi durumda göçme!

r ile m Arasındaki İlişki

$$m = r \left(1 - M_{G+nQ} / M_K \right) + M_{G+nQ} / M_K$$

DBYBHY'de verilen r sınır değerleri M_y/M_G oranına bağlıdır.

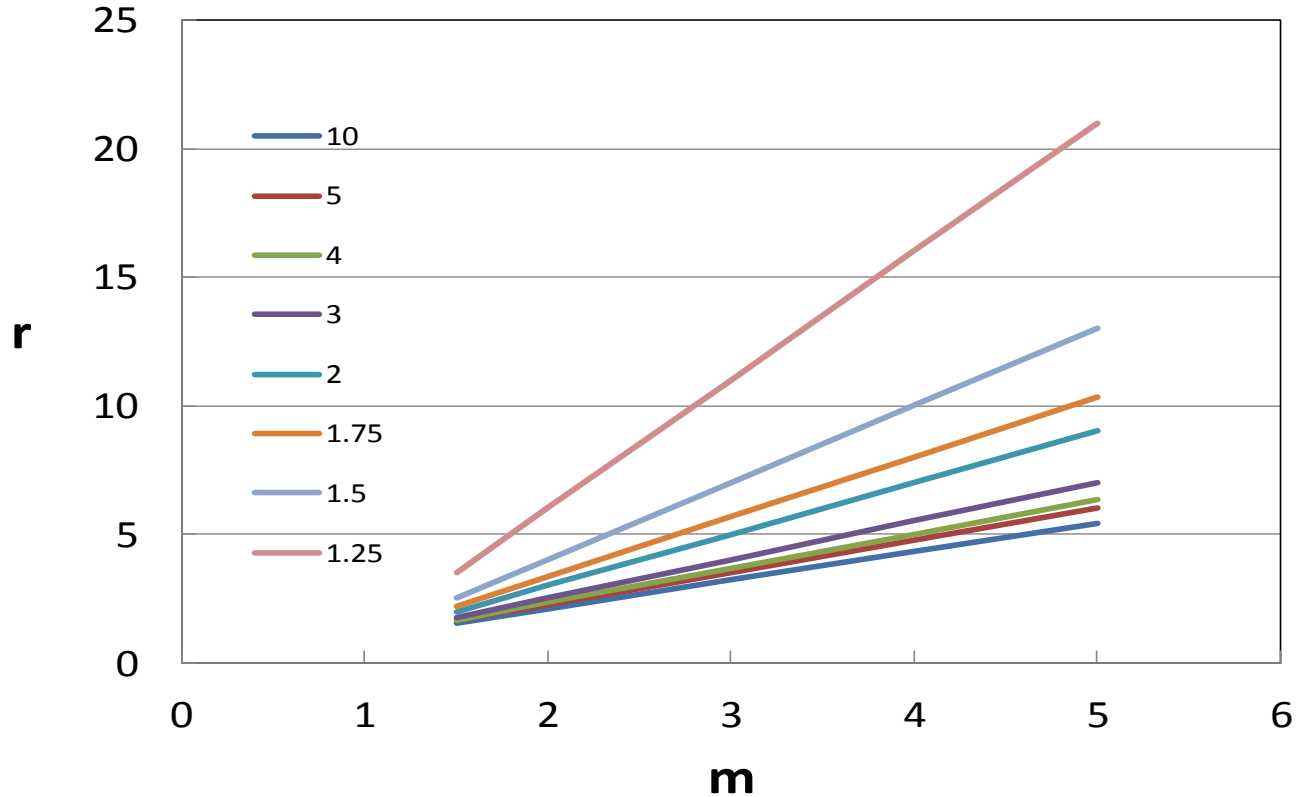
Açıklama:

- DBYBHY'de verilen r sınır değerleri sadece süneklik ile ilişkili değildir. Değerler düşey yük altında moment kapasitesinin ne kadarının kullanıldığına da bağlıdır.
- Düşey yük momentleri sıfır ise $r=m$ olur.
- Düşey yük momenti moment kapasitesine eşit ise r sonsuza gider.
- Bu durum DBYBHY'de verilen artık moment kapasitesi hesabının görünen akma noktasını kaydırması sebebi ile oluşmaktadır.

Sonuç:

- m kullanılması limitlerin sunulması açısından teorik olarak doğrudur!

r ve m' lerin Karşılaştırılması



M_Y/M_G oranı arttıkça iki r arasındaki fark azalır, azaldıkça artar.

SONUÇ: r kullanılırsa limit değerler M_Y/M_G oranına bağlı olarak verilmelidir. Tipik M_Y/M_G oranı seçmek mümkün değildir!

Riskli Binanın Belirlenmesi

DBYBHY 2007

- Eleman etki kapasite oranları (r) hesaplanır.
- Bu oranların eleman sınır değerleri ile karşılaştırılması ile eleman hasar bölgeleri belirlenir.
- Farklı hasar bölgelerinde bulunan eleman oranına bağlı olarak her katta performance değerlendirmesi yapılır.

RBTE 2013

- Eleman etki kapasite oranları (m) hesaplanır.
- Eleman maksimum katarası ötelenme oranları (δ/h) hesaplanır.
- Etki kapasite oranları sınır değerler ile karşılaştırılır ve sınır değeri aşan elemanlar riskli olarak sınıflandırılır.
- Maksimum kat arası ötelenme değerleri sınır değerler ile karşılaştırılır ve sınır değeri aşan eleman riskli eleman olarak belirlenir.
- Etki kapasite oranı veya maksimum kat ötelenmesine bağlı olarak riskli sayılan eleman riskli eleman olarak belirlenir.
- Riskli eleman oranı ve ortalama eksenel gerilmeye bağlı olarak bina risk değerlendirmesi yapılır.

Riskli Binanın Belirlenmesi

DBYBHY 2007

Can güvenliği

- Kirişlerin en fazla %30'u, kolonların ise bir kısmı ileri hasar bölgesindedir.
- İleri hasar bölgesindeki kolonların, kolonlar tarafından taşınan kat kesme kuvvetine katkısı en fazla %20'dir.
- Diğer elemanlar minimum veya belirgin hasar bölgesindedir.
- Alt ve üst uçları minimum hasar sınırını aşan kolonların kolonlar tarafından taşınan kat kesme kuvvetine katkısı en fazla %30'dur.

RBTE 2013

- İncelenen kat veya katlarda ($G + nQ$) yükleme birleşimi altında perde ve kolonlarda ortalama basınç gerilmelerine bağlı olarak aşağıdaki tabloda verilen kat kesme kuvveti oranı sınırlarını aşan bina "Riskli Bina" olarak kabul edilir.

<i>Perde ve kolon eksenel gerilme ortalaması (=Perde ve kolon gerilmelerinin toplamı / Perde ve kolon sayısı)</i>	<i>Kat kesme kuvveti oranı sınır değerleri</i>
$\geq 0.65 f_{cm}$	0
$0.1 f_{cm} \geq$	0.35

Değerlendirmeye Esas Sınır Değerler

DBYBHY 2007

•Kolonlar

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N_K}{A_c f_{cm}}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}$	MN	GV	GÇ
≤ 0.1	Var	≤ 0.65	3	6	8
≤ 0.1	Var	≥ 1.30	2.5	5	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≤ 0.65	2	4	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≤ 0.1	Yok	≤ 0.65	2	3.5	5
≤ 0.1	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≤ 0.65	1.5	2	3
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≥ 1.30	1	1.5	2
≤ 0.7	-	-	1	1	1
Gevrek Kolonlar			1		

RBTE 2013

• Kolonlar

A grubu

$N_K / (f_{cm} A_c)$	$m_{sınır}$	$(\delta / h)_{sınır}$
≤ 0.1	5.0	0.035
≥ 0.6	2.5	0.0125

B grubu

$N_K / (f_{cm} A_c)$	$A_{sh} / (s b_k)$	$m_{sınır}$	$(\delta / h)_{sınır}$
≤ 0.1	≤ 0.0005	2.0	0.01
	≥ 0.006	5.0	0.03
≥ 0.6	≤ 0.0005	1.0	0.005
	≥ 0.006	2.5	0.0075

C grubu

$m_{sınır}$	$(\delta / h)_{sınır}$
1.0	0.005

Değerlendirmeye Esas Sınır Değerler

DBYBHY 2007

•Perdeler

Sünek Perdeler	Hasar Sınırı		
Sargılama	MN	GV	GÇ
Var	3	6	8
Yok	2	4	6
Gevrek Perdeler	1	1	1

RBTE 2013

• Perdeler

A grubu

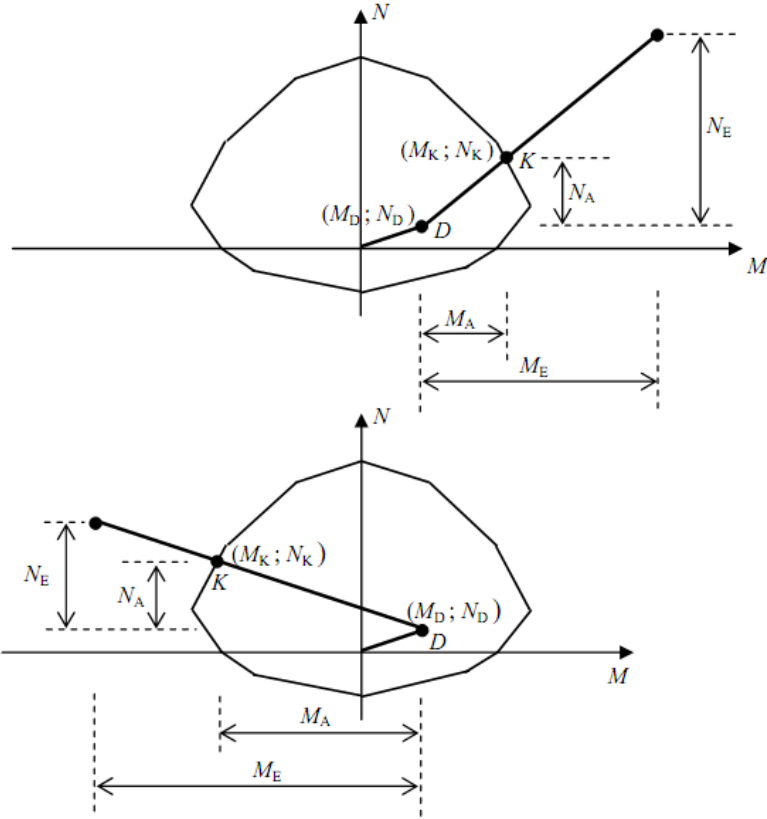
$N_K / (f_{cm} A_c)$	$V_e / (b_w d f_{ctm})$	Başlık bölgesi(*)	$m_{sınır}$	$(\delta / h)_{sınır}$
< 0.1	≤ 0.9	Var	6.0	0.030
		Yok	4.0	0.015
	≥ 1.3	Var	3.5	0.015
		Yok	2.0	0.0075
> 0.25	≤ 0.9	Var	3.5	0.020
		Yok	2.0	0.010
	≥ 1.3	Var	2.0	0.010
		Yok	1.5	0.005

B grubu

$V_e / (b_w d f_{ctm})$	$m_{sınır}$	$(\delta / h)_{sınır}$
≤ 0.9	4.0	0.020
≥ 1.3	2.0	0.010

Kapasite Hesabı

DBYBHY 2007



Şekil 7A.1

RBTE 2013

- N_K değeri $G+nQ+E/6$ kombinasyonundan elde edilir.
- M_K değeri N_K değerine karşılık gelen değer olarak hesaplanır.
- V_r de N_K değerine karşılık gelen değer olarak hesaplanır.

Son Söz

- DBYBHY (2007) sonrasında güçlendirme yapmayı hedeflemektedir.
- RBTY (2013) riskli bina tespiti için olup güçlendirme için performans seviyesi tanımlamaz.
- DBYBHY (2007) daha detaylı röleve hizmetleri gerektirmektedir.
- RBTY (2013)'de verilen elastik yöntem daha gerçekçi eleman hasar sınır değerlerine sahiptir.
- RBTY'de tek yöntem önerilerek farklı sonuç çıkma olasılığı ortadan kaldırılmıştır.