

RİSKLİ YAPILARIN TESPİT EDİLMESİNE İLİŞKİN ESASLAR

Az Katlı Betonarme Yapılar



**Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri
Genel Müdürlüğü**



Özet

- RYTEİE (2013) Altyapı ve Açıklamalar
- RYTEİE (2019) Yenilikler/Revizyon Hususları
 - *Rölöve ve Bilgi Toplama*
 - *Modelleme*
 - *Hesap Yöntemi*
 - *Güçlendirme Elemanları*
 - *Risk Tespiti*

RYTEİE'e (2013) göre Risk Tespiti

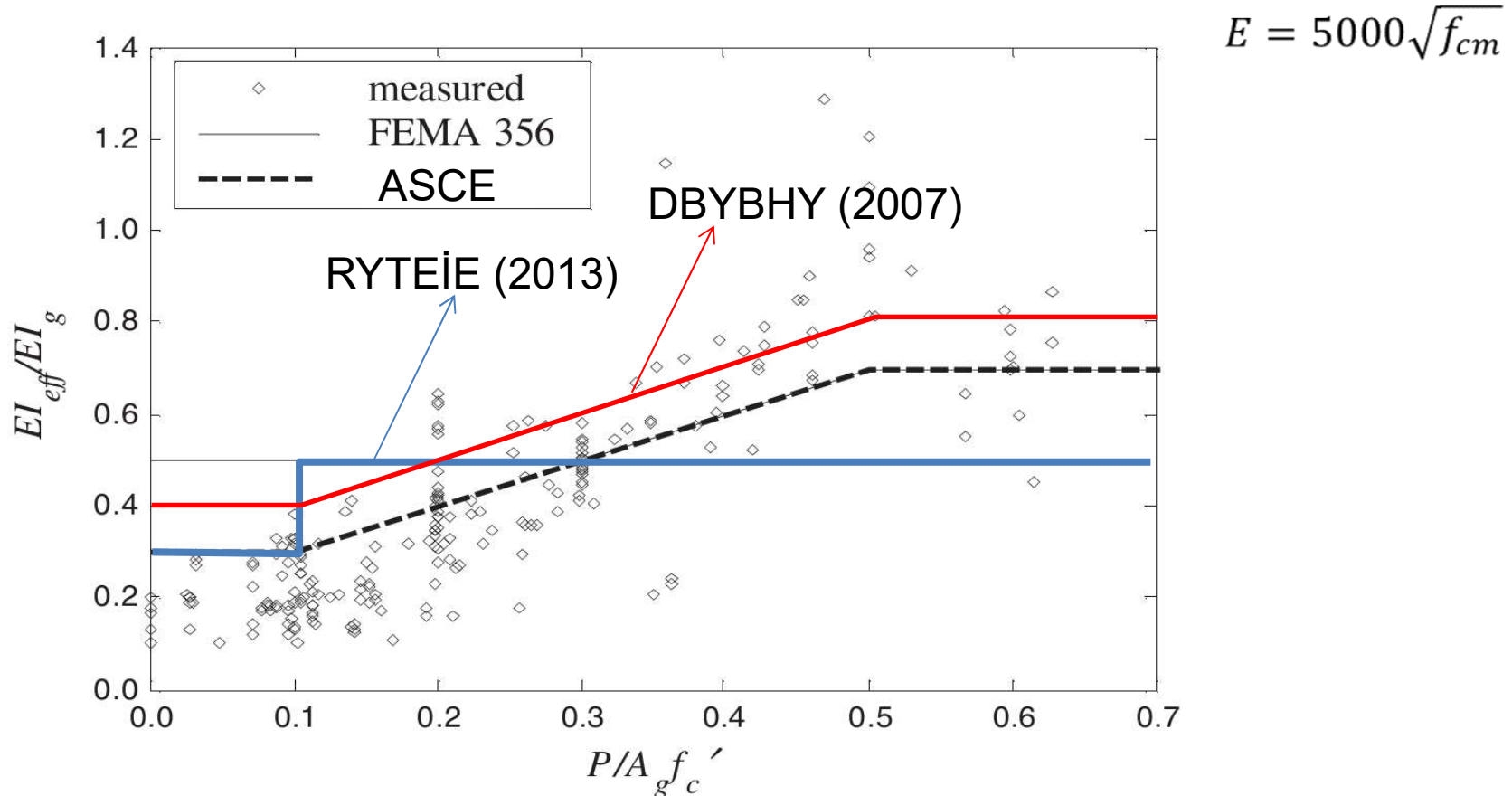
- Kuvvet tabanlı analiz, deformasyon tabanlı riskli eleman tespiti yapılır.
- Kritik katta kolon ve duvarların İKO değerleri ile her katta KÖO değerleri belirlenir.
- Kritik katta ve KÖO kritik kattan daha yüksek olan diğer katlardaki İKO ve KÖO değerleri sınır değerlerle karşılaştırılarak değerlendirme yapılır.
- Değerlendirme yapılan katta ortalama kolon eksenel yük oranı (N/N_o) %65'ten fazla ise herhangi bir eleman riskli ise kat riskli bulunur.
- Ortalama kolon eksenel yük oranının (N/N_o) %10'dan az olması durumunda, performans limitini aşan kolonların taşıdığı toplam kesme kuvvetinin kat toplam kesme kuvvetinin %35'ini aşması durumunda kat riskli bulunur.

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

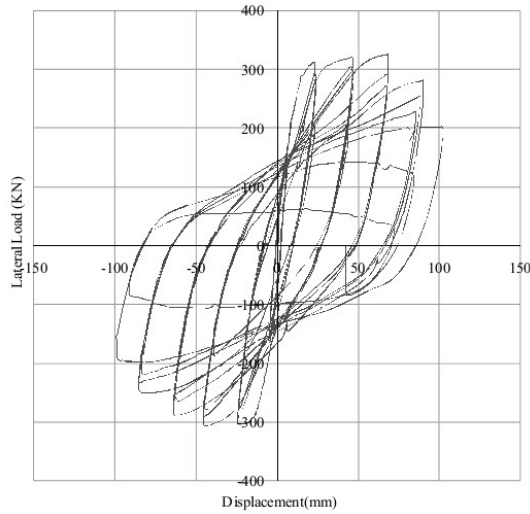
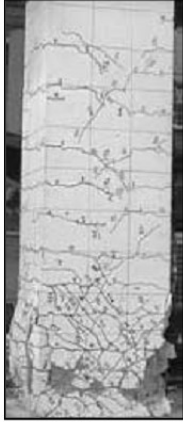
İKO: İstem kapasite oranı
KÖO: Kat Ötelenme Oranı

RYTEİE'e (2013) göre Rijitlik

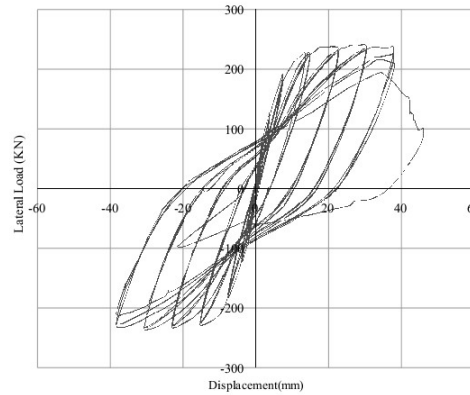
- Elastik (Eş değer deprem yükü veya mod birleştirme) analizi
- Basitleştirilmiş eğilme rijitlikleri: $EI_{\text{kolon}} = 0.5EI$, $EI_{\text{kiriş,perde}} = 0.3EI$



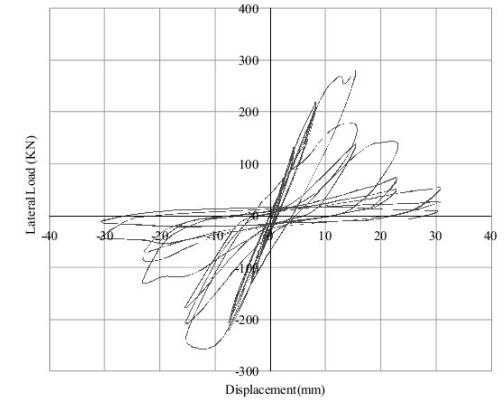
Eleman Risk Sınırları: Kolonlar



Eğilme Göçmesi



**Kesme-Eğilme
Göçmesi**



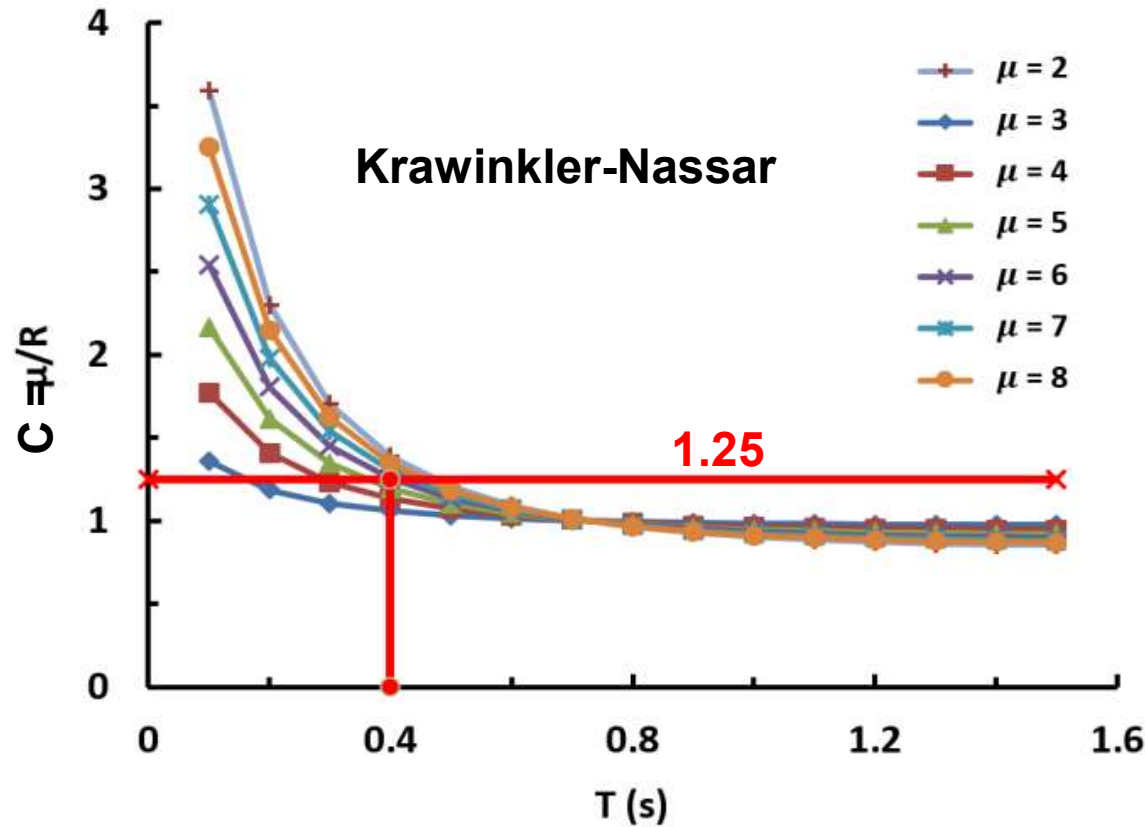
Kesme Göçmesi

Kolon Sınıflandırması

$\frac{V_e}{V_r}$	Aralığı $s \leq 100$ mm olan, her iki ucunda 135° kancalı etriyesi bulunan ve toplam enine donatı alanı $A_{sh} \geq 0.06sb_k(f_{cm}/f_{ywm})$ denklemini sağlayan kolonlar	Diğer durumlar
$V_e/V_r \leq 0.7$	A	B
$0.7 < V_e/V_r \leq 1.1$	B	B
$1.1 < V_e/V_r$	B	C

- Kolon sınıflandırması sonrasında eleman İKO ve KÖO sınır değerlerinin belirlenmesi gereklidir.
- İKO sınır değerleri eleman sünekliğinden, KÖO sınır değerleri ise eleman deformasyon kapasitesinden belirlenir.
- Bu amaçla deneysel veri tabanı oluşturulmuş ve elde edilen değerler belli katsayılarla çarpılarak elastik analiz için sınır değerlere dönüştürülmüştür.

R- μ -T (Dayanım azaltma-süneklik periyot)

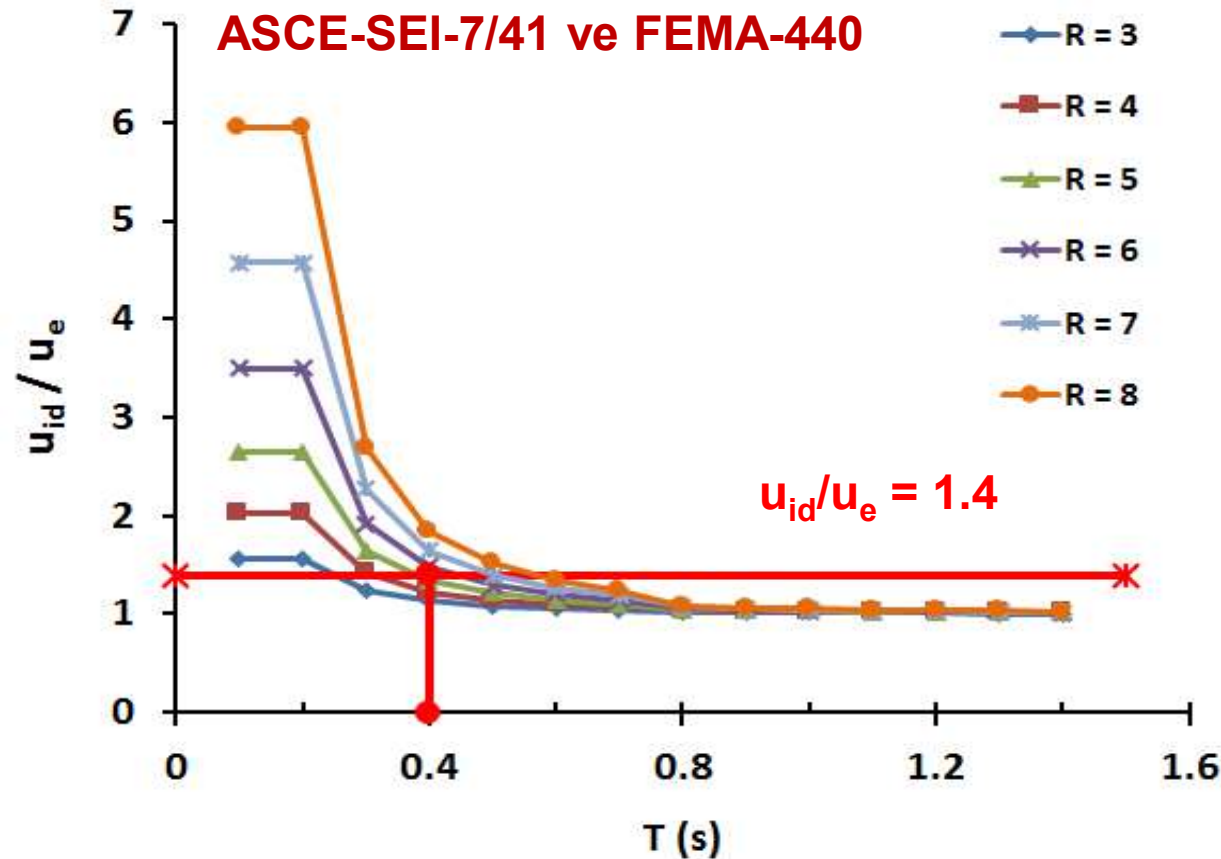


$T \geq 0.4$ s olan yapılar için
ortalama “C” değeri
 $C=1.25$ olarak alınabilir.
4-8 katlı yapıların
periyotları $T \geq 0.4$ s
olacağından bu yapılar
için $C=1.25$ değeri
kullanmak uygun
olacaktır.

$m_{\text{sınır}}$ Değerlerinin Bulunması

R- μ -T ilişkisinin tek serbestlik dereceli sistem analizleri ile elde edildiği ve ayrıca İKO değerlerinin “R” ile benzer bir değişim sergileyeceği göz önüne alınacak olursa, deneysel olarak belirlenen deplasman sünekliklerini 1.25’e bölerek “İKO_{sınır}” değerlerini ($m_{\text{sınır}}$ değerleri) yeterli yaklaşıklıkla hesaplamak mümkündür.

R-(u_{id}/u_e)-T (Dayanım azaltma-deplasman-periyot)



u_{id} : İnelastik Deplasman
 u_e : Elastik Deplasman

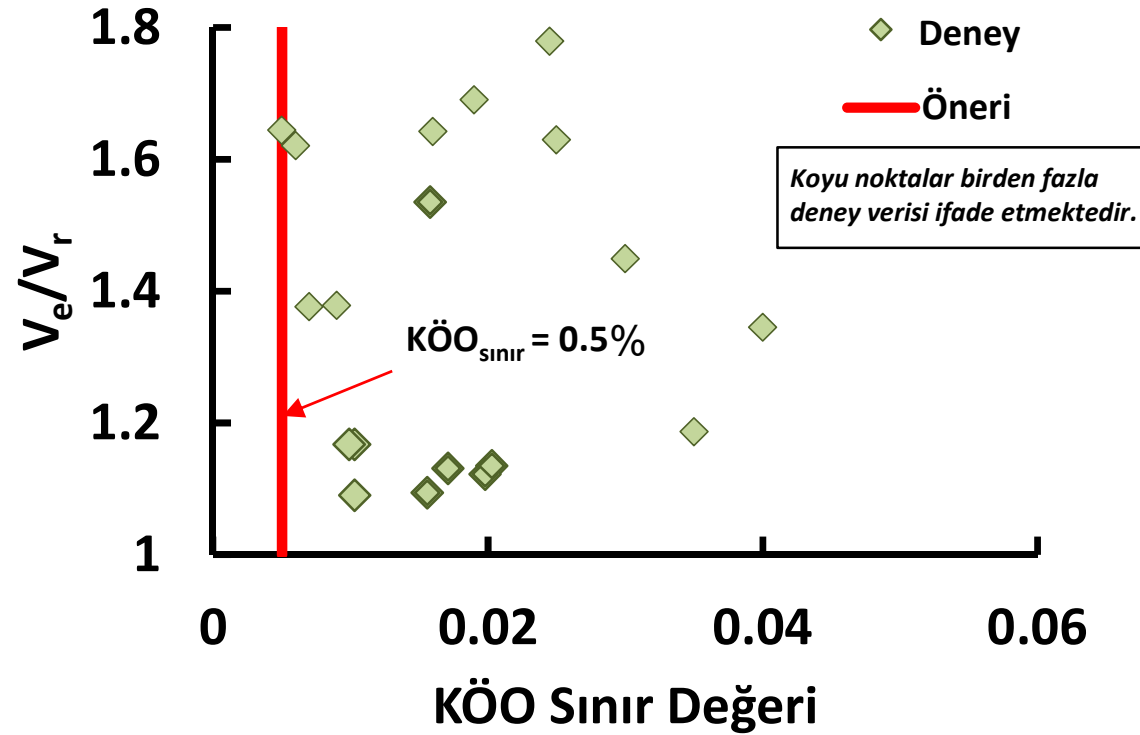
T ≥ 0.4 s olan yapılar
için ortalama " u_{id}/u_e "
değeri 1.40 olarak
alınabilir.

Kat Ötelenme Oranı Sınır Değerlerinin Bulunması

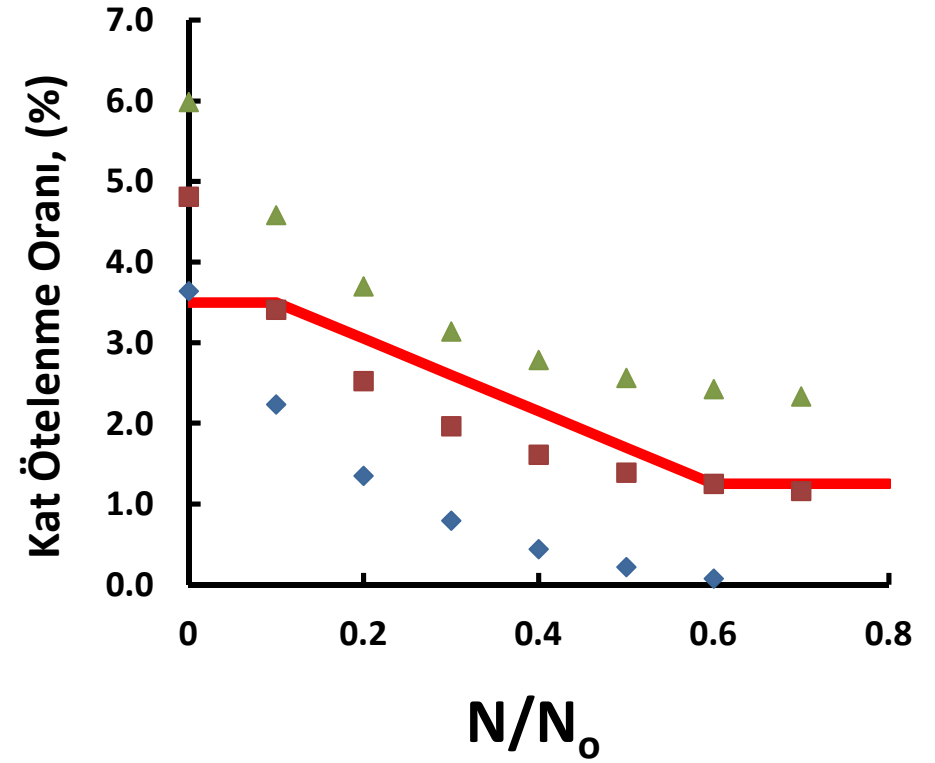
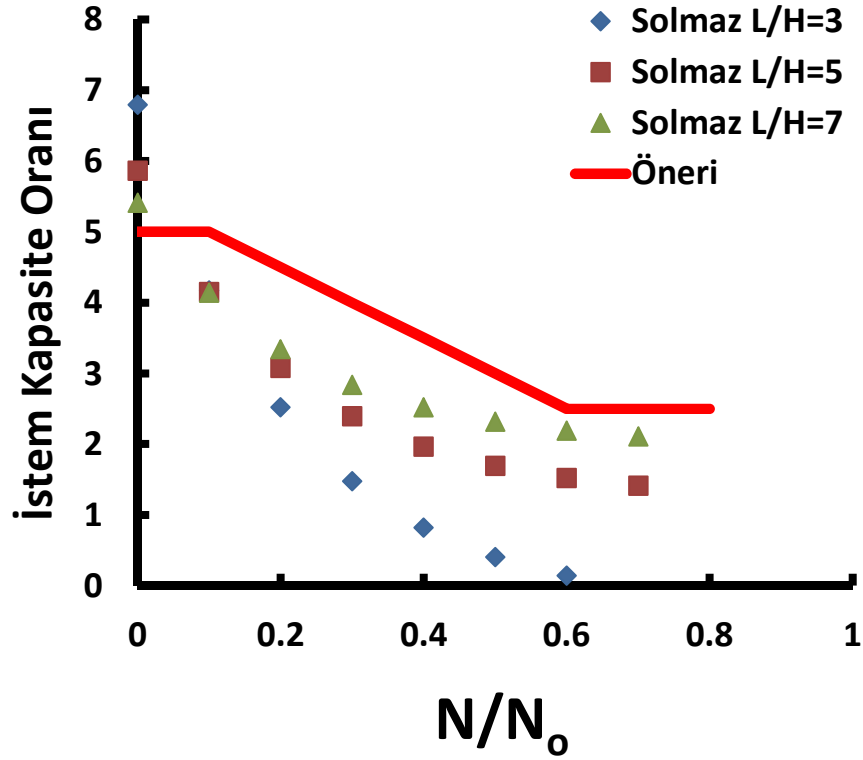
Dolayısıyla “ $R-u_{id}/u_e-T$ ” ilişkisinden hareketle nihai (en yüksek) inelastik deplasman değerini 1.40’a bölerek doğrusal analiz sonuçları ile birlikte kullanılabilecek kat ötelenme ($KÖÖ_{sınır}$) değerlerini yeterli yaklaşıklıkla hesaplamak mümkündür.

Kesme Göçmesi (C Grubu Kolonlar)

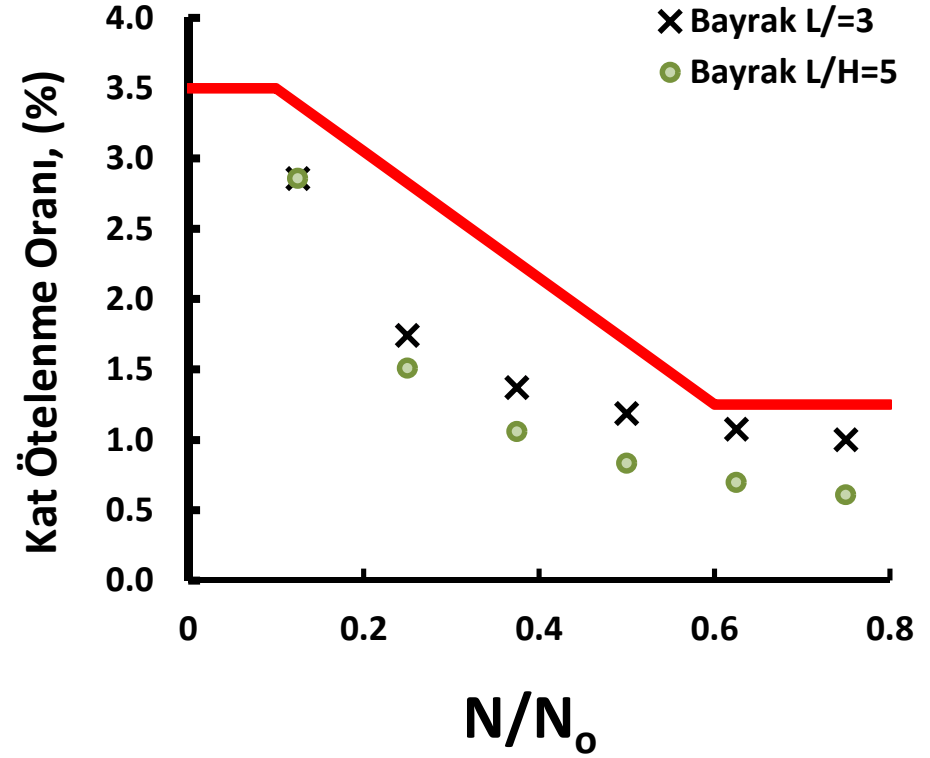
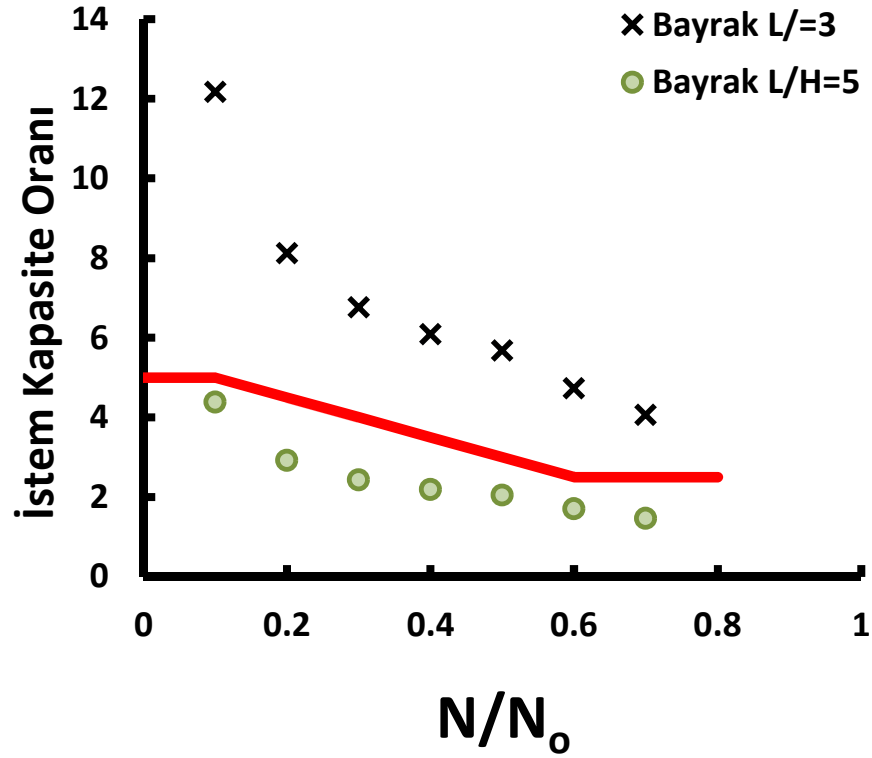
$V_e/V_r > 1.1$, Gevrek Davranış : $m=1$



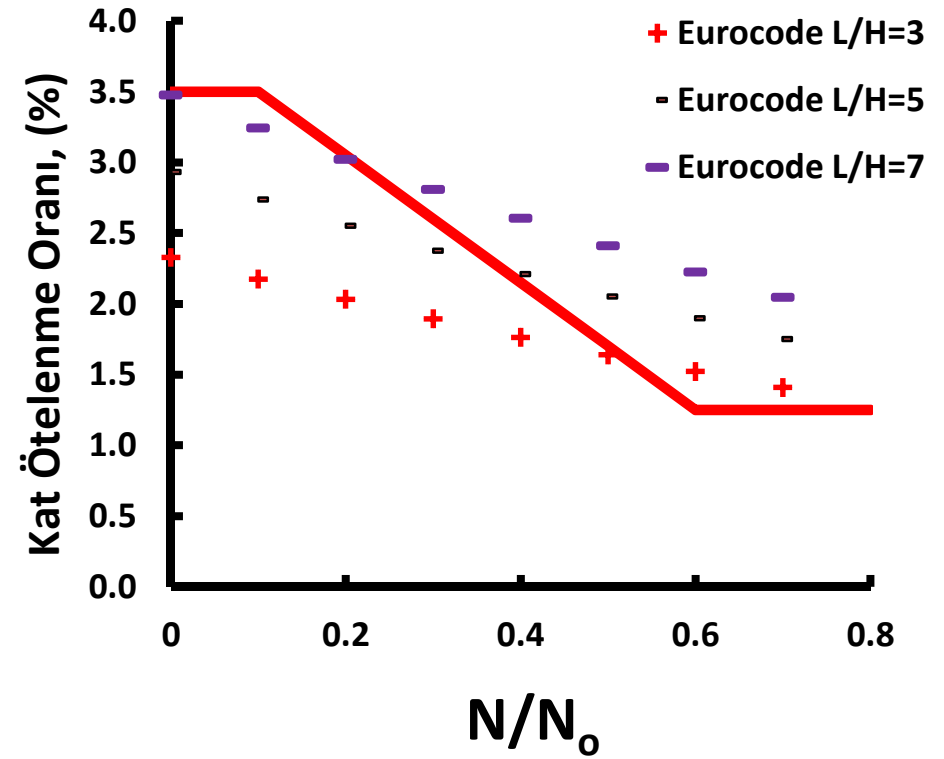
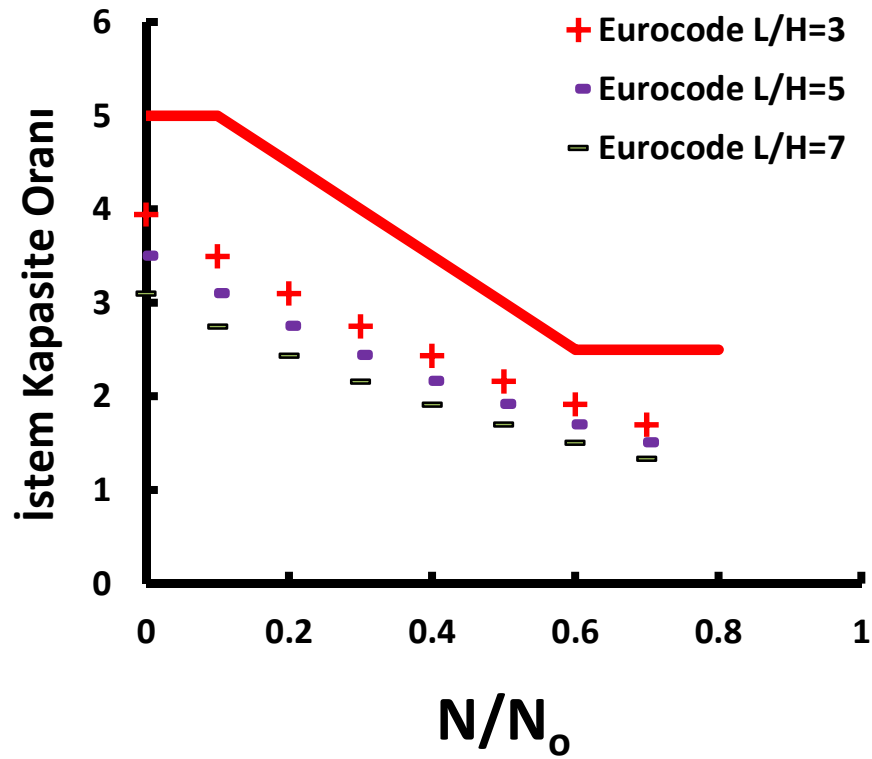
A Grubu



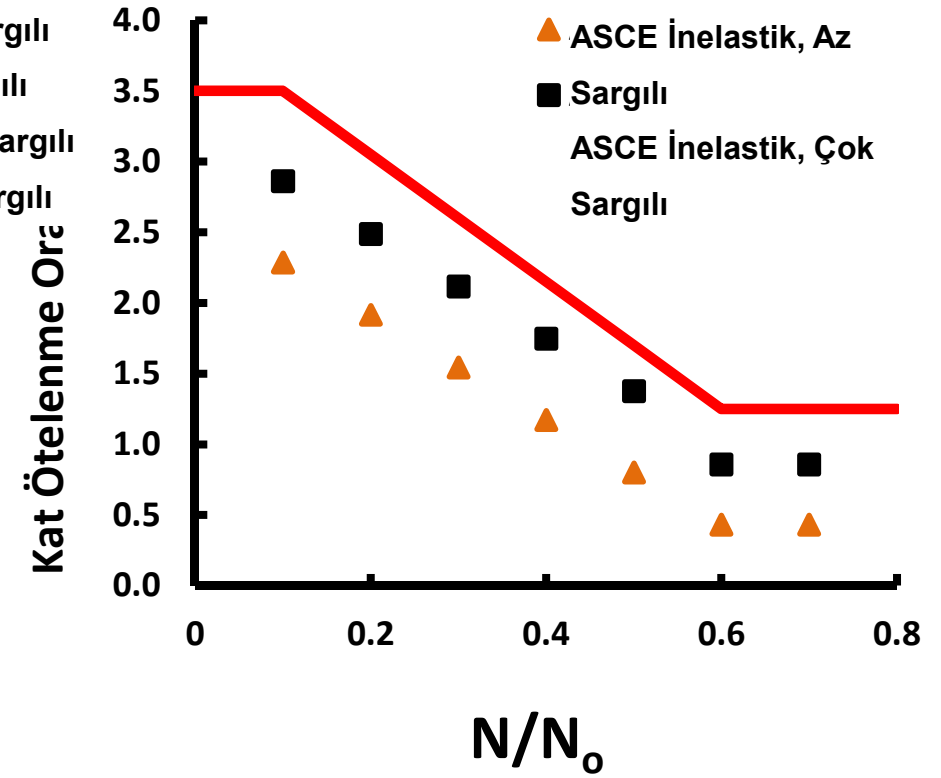
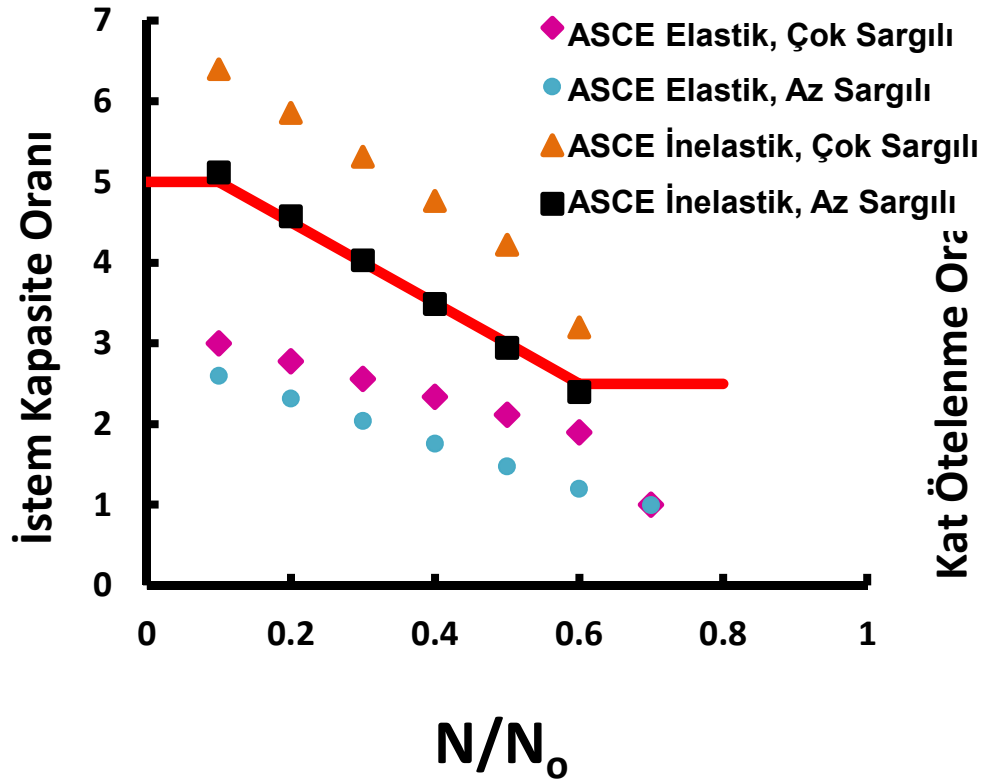
A Grubu



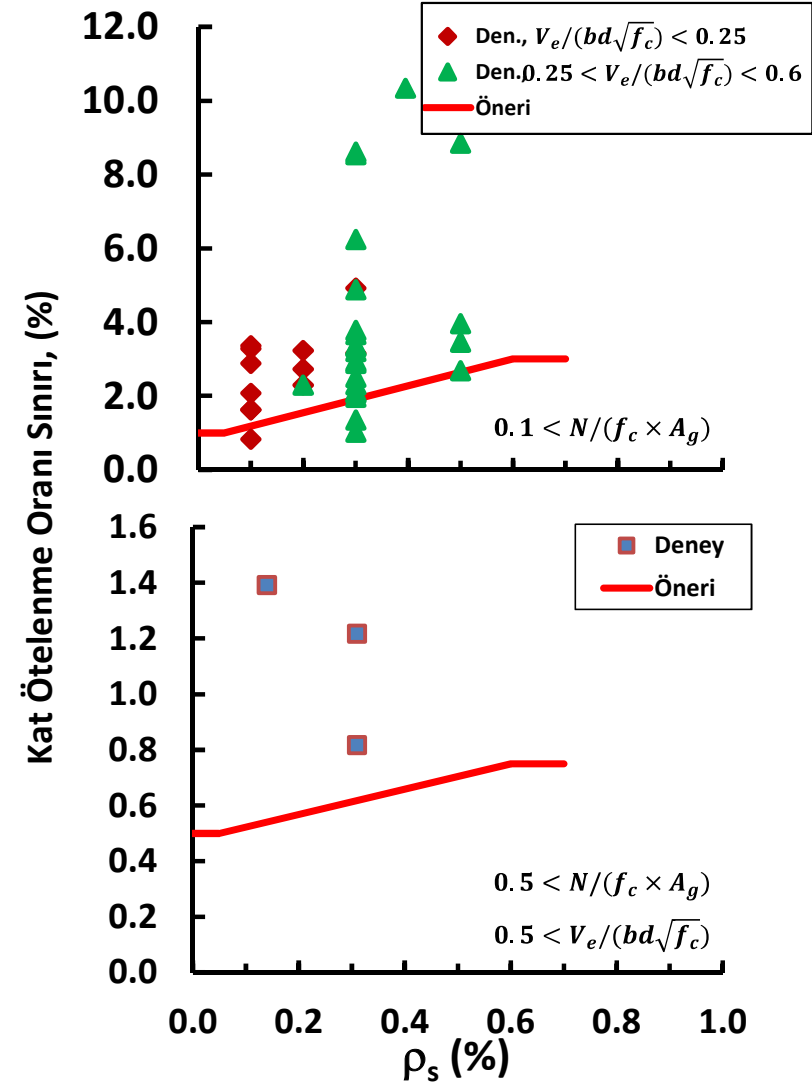
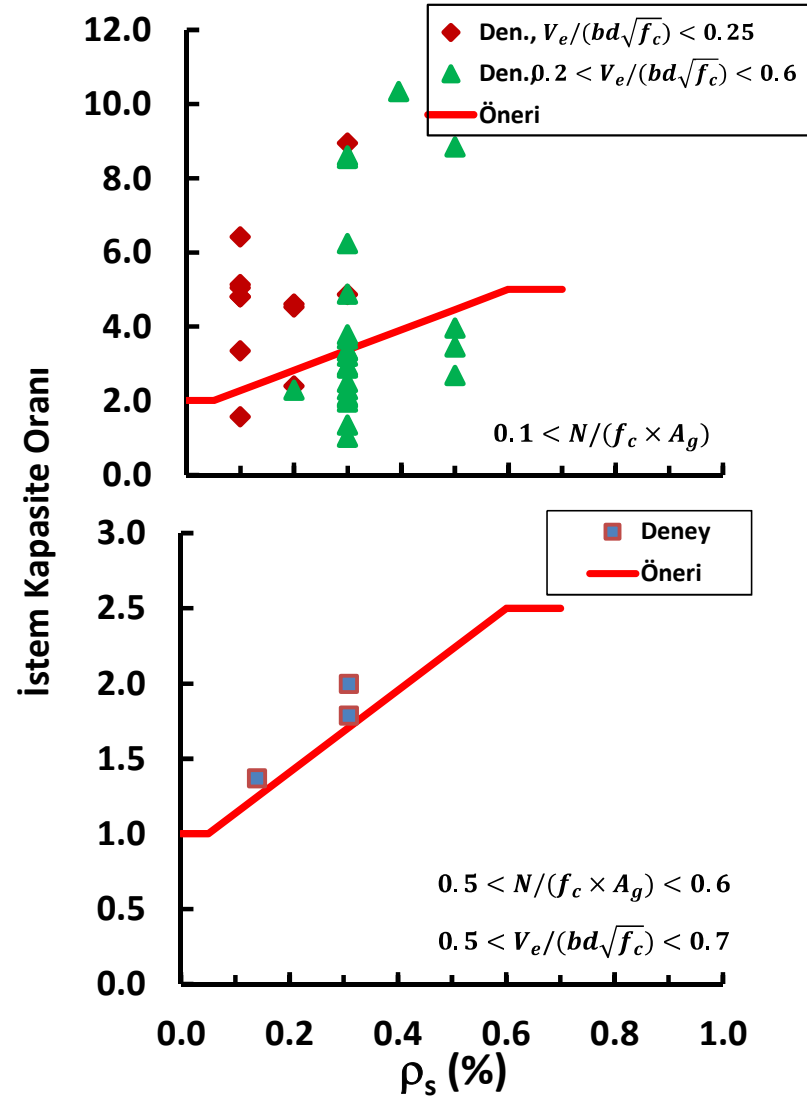
A Grubu



A Grubu



B Grubu ($0.7 < V_e/V_r < 1.1$, yetersiz etriye)



Düşük Kesme: $V_e / (b_w d f_{ctm}) < 0.7$, Yüksek Kesme: $1.4 > V_e / (b_w d f_{ctm}) > 0.7$, $\rho_s = A_{sh}/sbk$

A/B/C Grubu Kolonlar için Sınır Değerler

A grubu kolonlar

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

B grubu kolonlar

$N_K / (f_{cm} A_c)$	$A_{sh} / (s b_k)$	$m_{sınır}$	$(\delta/h)_{sınır}$
≤ 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 kolonlar

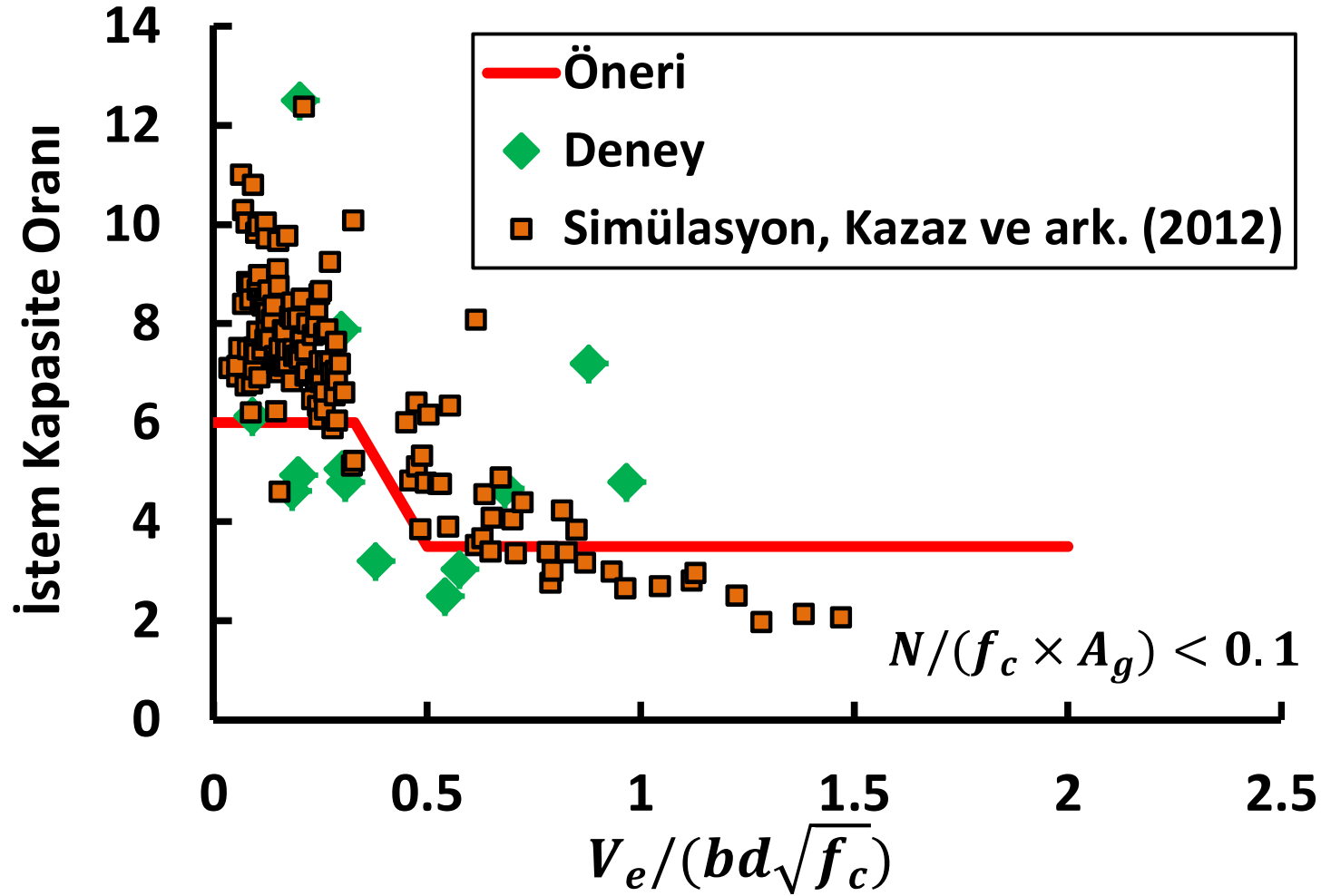
$m_{sınır}$	$(\delta/h)_{sınır}$
1.0	0.005

Perde Sınıflandırması

	$V_e/V_r < 1.0$	$1.0 \leq V_e/V_r$
$2.0 \leq H_w/\ell_w$	A	B
$H_w/\ell_w < 2.0$	B	B

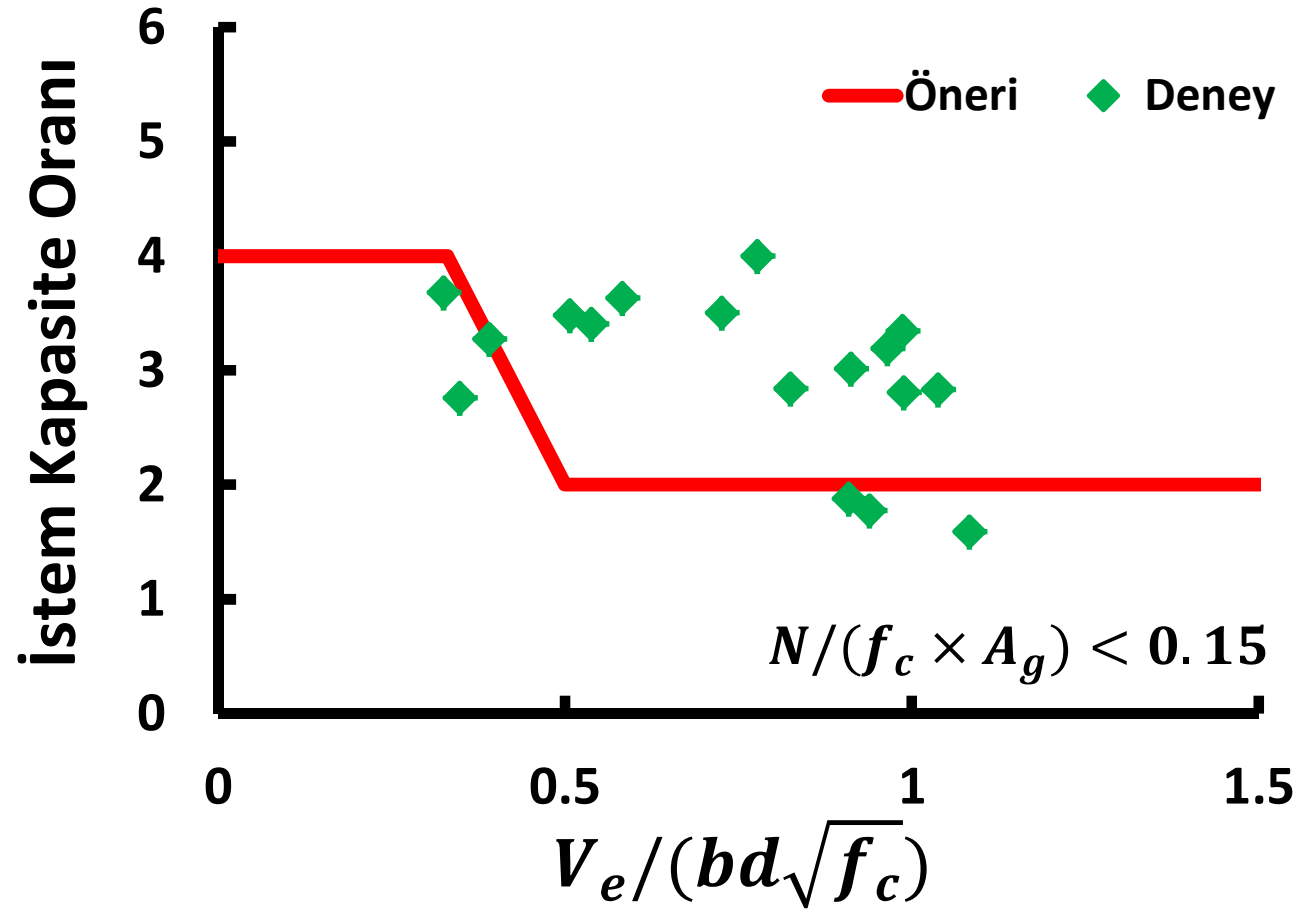
- Bu tabloda H_w/ℓ_w oranı ile V_e/V_r 'nin beraber dikkate alınması ile sünek ve yarı sünek perde ayrımı yapılmaktadır.
- A-Grubu duvarların eğilme kırılması, B-Grubu duvarların kesme-eğilme kırılması sergileyeceği düşünülmektedir.

A-Grubu Perdeler Öneri



b, d : Deney elemanı genişlik ve etkin derinliği
 f_c : Deney elemanı beton basınç dayanımı

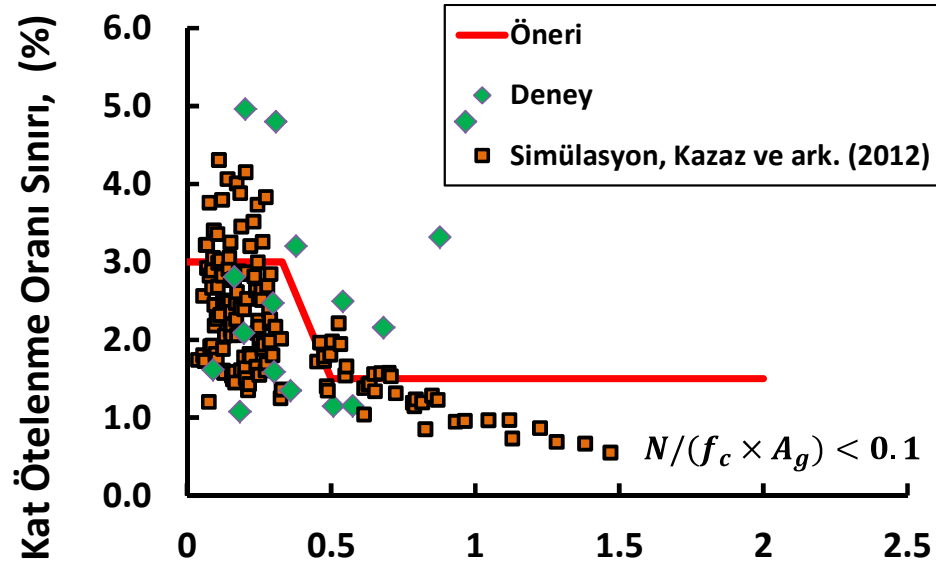
B-Grubu Perdeler Öneri



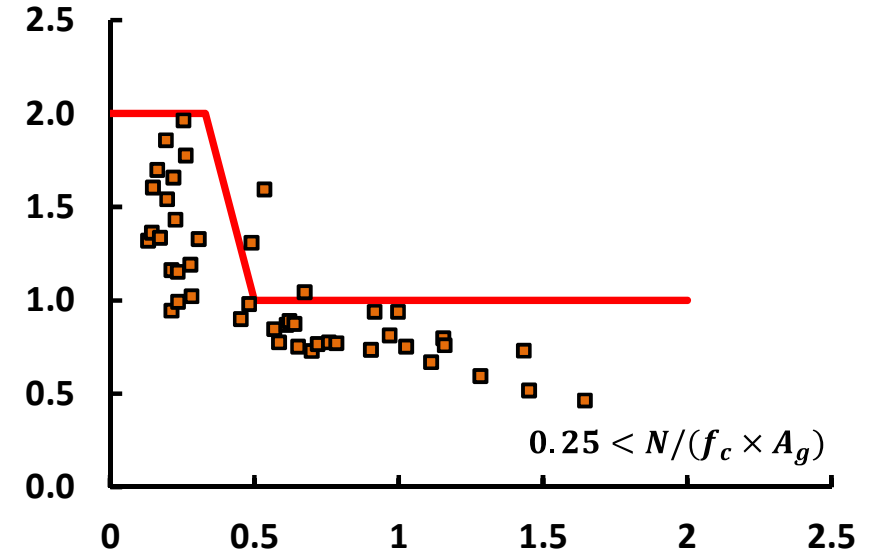
b, d : Deney elemanı genişlik ve etkin derinliği
 f_c : Deney elemanı beton basınç dayanımı

Kat Ötelenme Oranı Sınırları

A Grubu



B Grubu



$$V_e/(bd\sqrt{f_c})$$

b, d : Deney elemanı genişlik ve etkin derinliği
 f_c : Deney elemanı beton basınç dayanımı

A/B Grubu Perdeler için Sınır Değerler

A grubu perdeler				
$N_K / (f_{cm} A_c)$	$V_e / (b_w d f_{ctm})$	Başlık Bölgesi	$m_{sınır}$	$(\delta/h)_{sınır}$
<0.1	≤ 0.9	Var	6.0	0.0300
		Yok	4.0	0.0150
	≥ 1.3	Var	3.5	0.0150
		Yok	2.0	0.0075
>0.25	≤ 0.9	Var	3.5	0.0200
		Yok	2.0	0.0100
	≥ 1.3	Var	2.0	0.0100
		Yok	1.5	0.0050

B grubu perdeler		
$V_e / (b_w d f_{ctm})$	$m_{sınır}$	$(\delta/h)_{sınır}$
≤ 0.9	4.0	0.0200
≥ 1.3	2.0	0.0100

Değerlendirme

Kritik katta kolon ve duvarların İKO ile her katta KÖO belirlendikten sonra, kritik katta ve KÖO kritik kattan daha yüksek olan diğer katlara ait hesap değerleri sınır değerlerle karşılaştırılarak değerlendirme yapılmakta ve bina hakkında karar verilmektedir.

Böylece:

- Kuvvet tabanlı kontrol
 - Deformasyon tabanlı kontrol
- yapılabilmektedir.

Riskli Bina Hedef Performansı

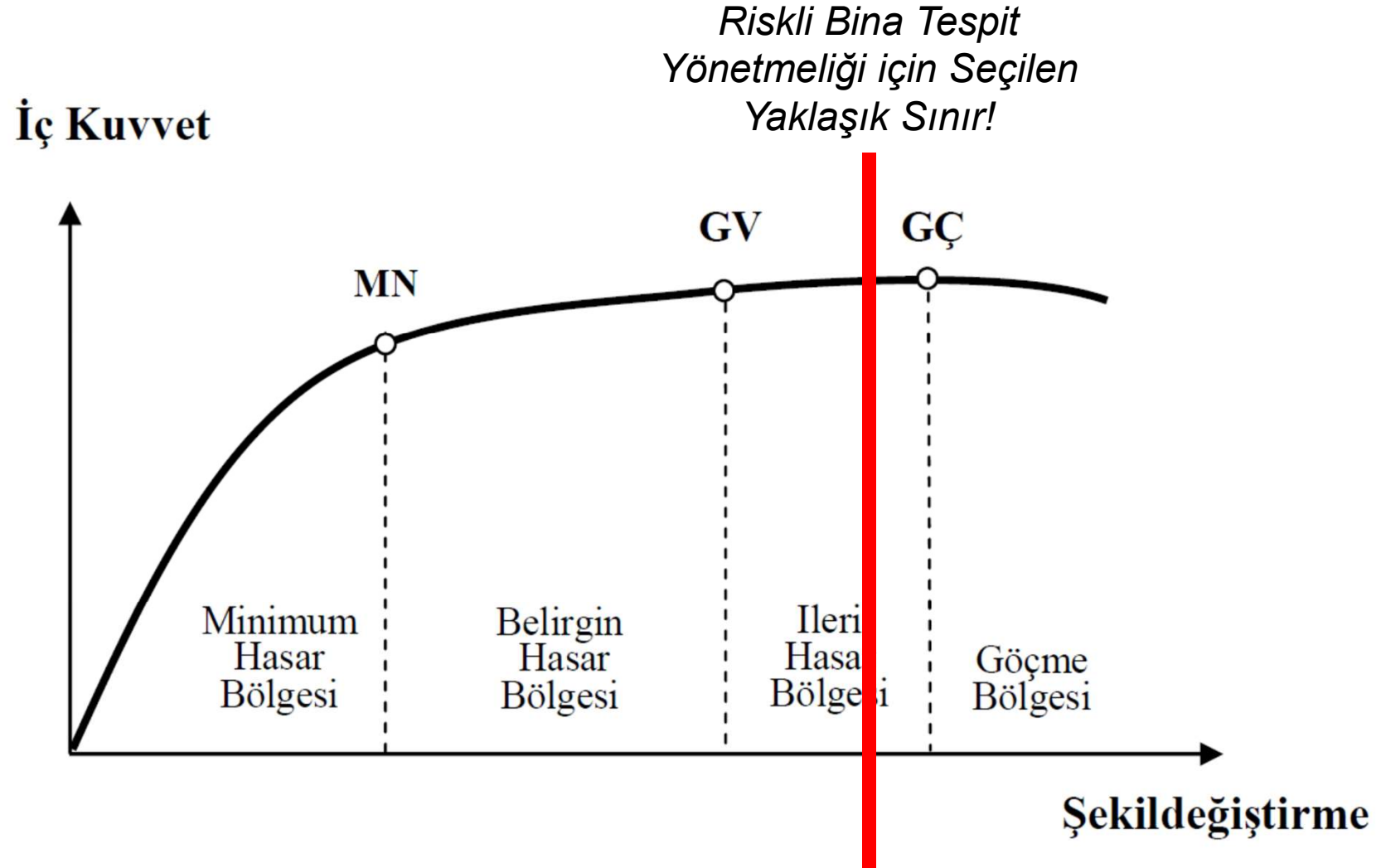
Bu yönetmelik **depremde ağır hasar görme veya göçme olasılığı yüksek** binaları belirlemeyi hedeflemektedir.

Göçme Tanımı: Yapıda bir veya birden fazla elemanın eksenel yük taşıma kapasitesini çeşitli sebeplerle kaybederek kırılması sonucu binanın yıkılması

Can Güvenliği Tanımı: Yapıda can kaybına sebep olmayacak şekilde bir veya birkaç elemanda yatay yük taşıma kapasitesinde belli oranda (yaklaşık %15) düşüş meydana gelmesine karşılık gelen hasar seviyesi

- Bir binanın göçme noktasının tam olarak belirlenmesi mümkün değildir.
- Can Güvenliği performans seviyesi ise hangi güvenlik payı ile seçim yapıldığına göre değişim gösterebilir.
- Bu karmaşa sebebi ile RYTEİE (2013) riskli bina performansını “gerçek” göçme noktasının gerisinde ve DBYBHY (2007)’de tanımlanan can güvenliği seviyesinin ilerisinde bir noktada tanımlamaktadır.
- Riskli eleman hasar sınır olarak tanımlanan deformasyon seviyesi yatay yük taşıma kapasitesinde %20 dayanım düşüşüne karşılık gelen değerdir.

Riskli Bina Hedef Performansı



Riskli Bina Kararı

- Bir binanın depremde göçme olasılığı deformasyon istemlerinin deformasyon kapasitesine oranı ile ilintilidir.
- Deformasyon kapasitesi ise eksenel yük miktarı ile ters orantılıdır.
- Yüksek eksenel yükte göçme olasılığı artarken, düşük eksenel yüklerde risk azalmaktadır.
- Bu durumu dikkate alarak risk sınırını geçmesine izin verilen eleman sayısı eksenel yükün bir fonksiyonu olacak şekilde belirlenmektedir:

*Değerlendirme yapılan kata ortalama kolon eksenel yük oranı (N/N_o) **%65'ten** fazla ise hiç bir elemanın performans limitini geçmesine izin verilmemektedir. Değerlendirme yapılan katta ortalama kolon eksenel yük oranının (N/N_o) %10'dan az olması durumunda, performans limitini aşan kolonların taşıdığı toplam kesme kuvvetinin o kata ait toplam kesme kuvvetinin %35'ini hiçbir şekilde aşmaması gerekmektedir. Ara durumlarda enterpolasyon yapılır.*

Az Katlı Binalar için Yapılan İlaveler

- Güçlendirme Elemanları
- Rölöve Bilgi Toplama
- Modelleme/Analiz
- Dolgu Duvar Etkisi
- Eleman Risk Tespitinin Detaylı Anlatımı
- Her katta risk tespiti
- α_s (Perde kesme kuvveti oranı) hesabı

Bunun haricinde eleman risk değerlendirmesi ve bina risk değerlendirmesine ilişkin herhangi bir köklü değişiklik yapılmamıştır.

Güçlendirilmiş Kolonlarda Sınır Değerler (YENİ)

A ve B Grubu güçlendirilmiş kolonlar: (δ/h) ve m değerleri, betonarme mevcut kolonlar için verilen sınır değerlerinin 0.75 ile çarpılması sonucu elde edilen değerler ile kıyaslanacaktır.

C grubu güçlendirilmiş kolonlar: Betonarme kolonlar ile aynı alınacak.

Nasıl Belirlendi?

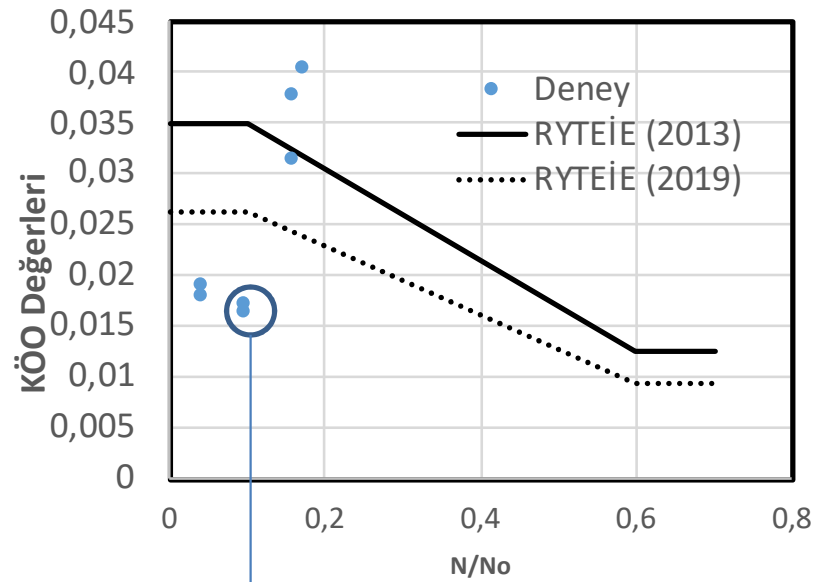
1- Veri tabanı derlenmesi

- Betonarme Manto
- Çelik Manto
- Lifli Polimer Sargı

2- RYTEİE (2013) sınır değerlerinin incelenmesi

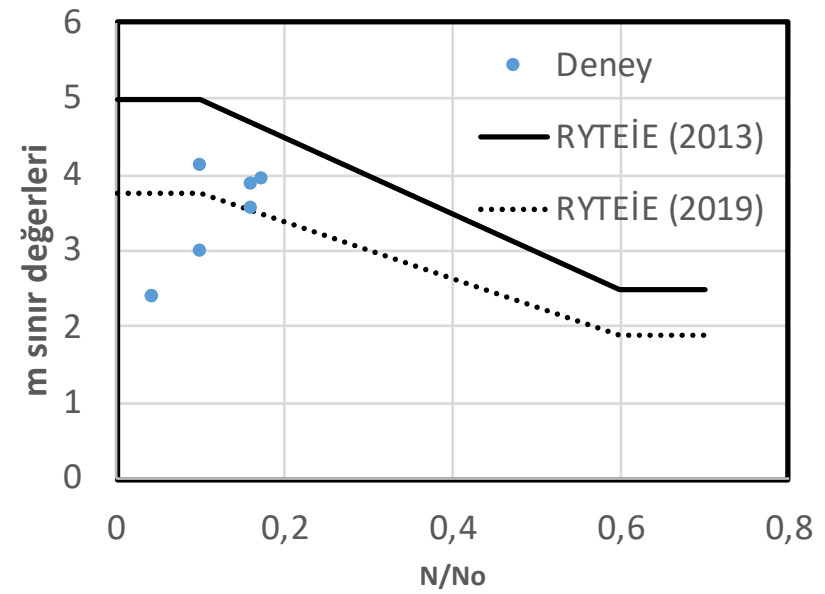
3- Güvenli öneri geliştirilmesi

Güçlendirilmiş Kolonlarda Sınır Değerler

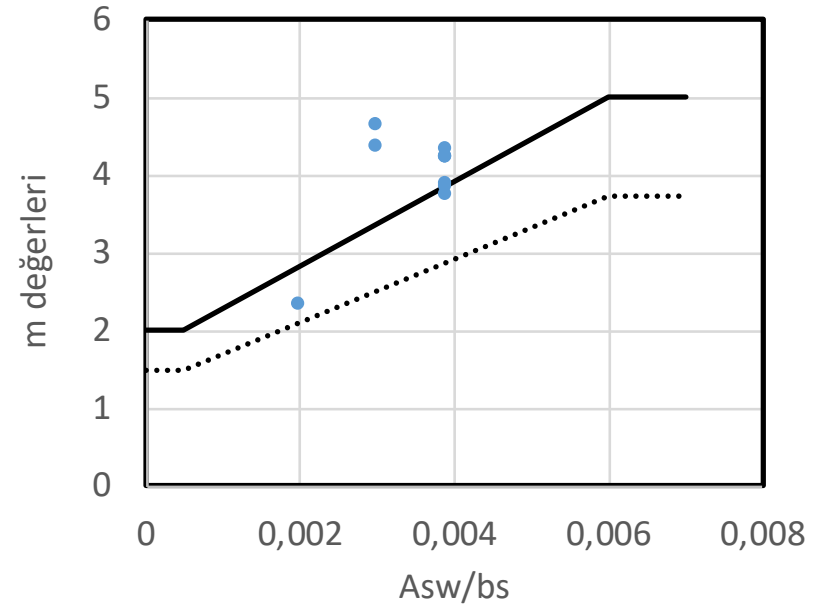
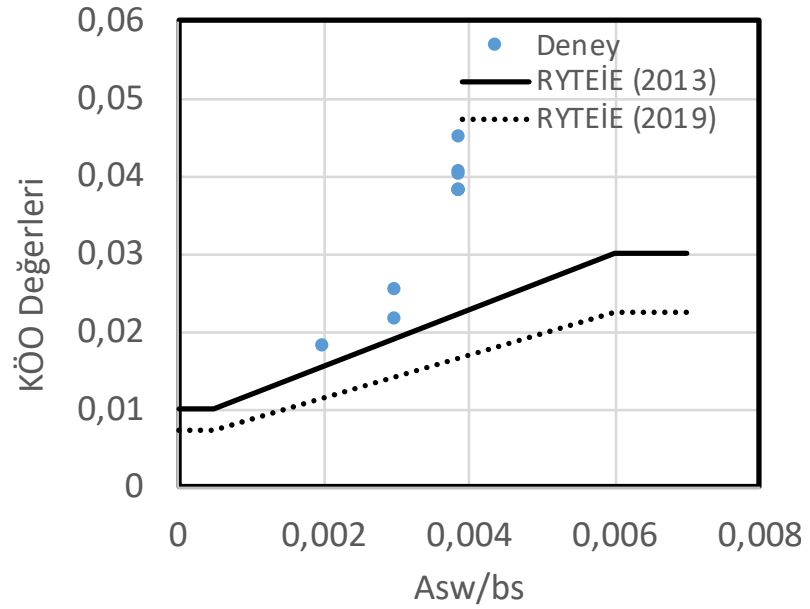


Deney erken
bitirilmiş!

A Grubu – Betonarme Manto

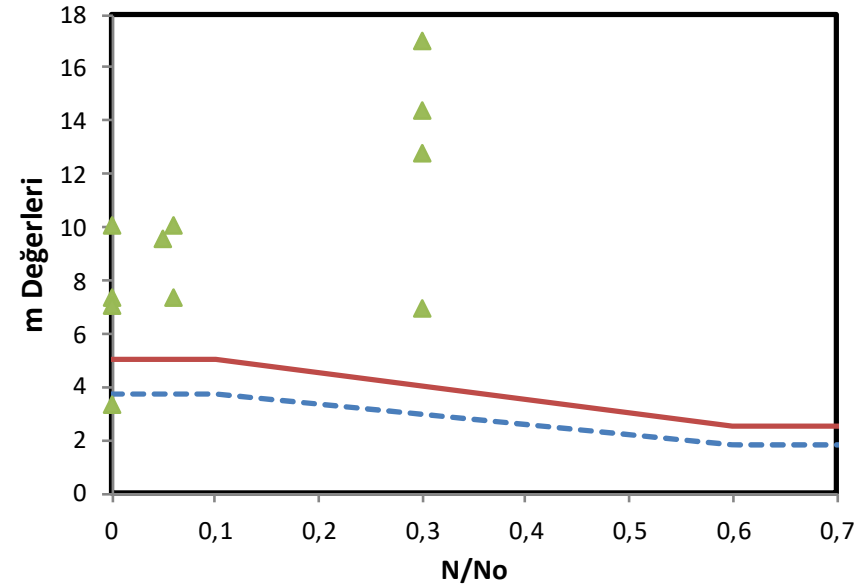
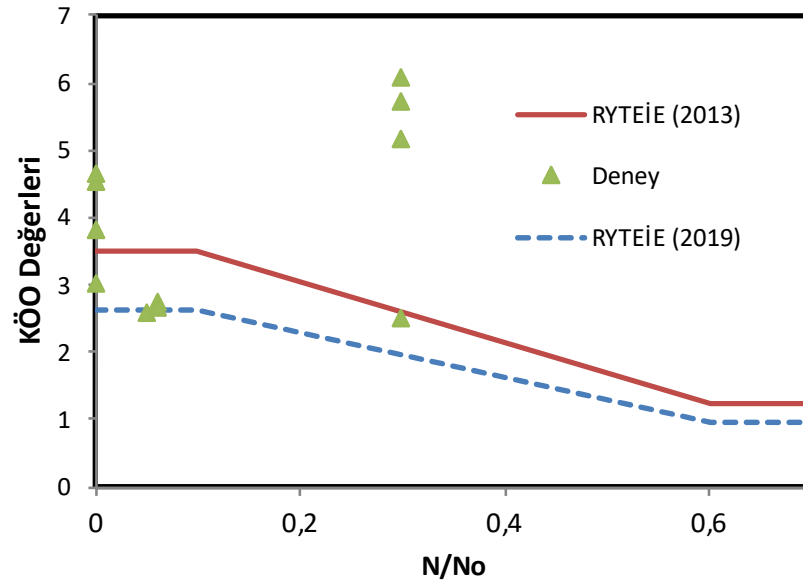


Güçlendirilmiş Kolonlarda Sınır Değerler



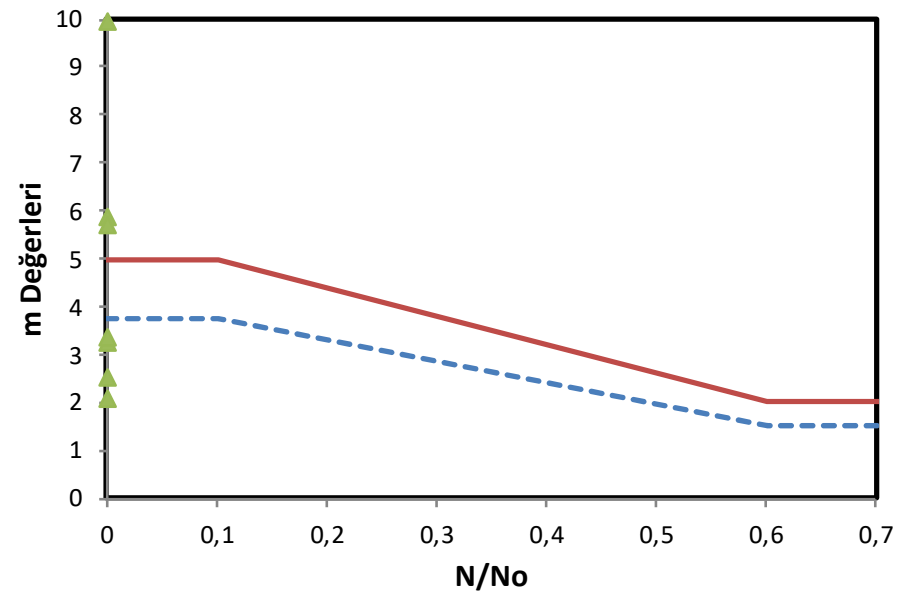
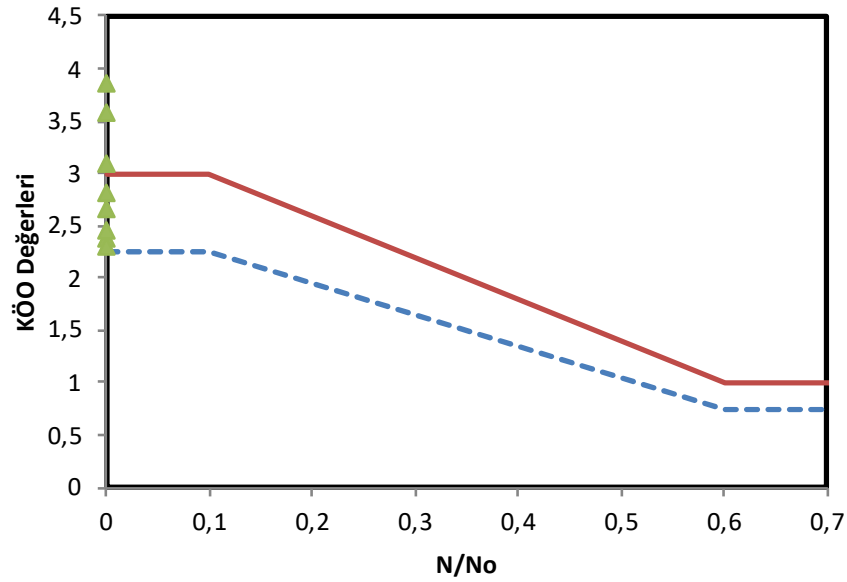
B Grubu – Betonarme Manto

Güçlendirilmiş Kolonlarda Sınır Değerler



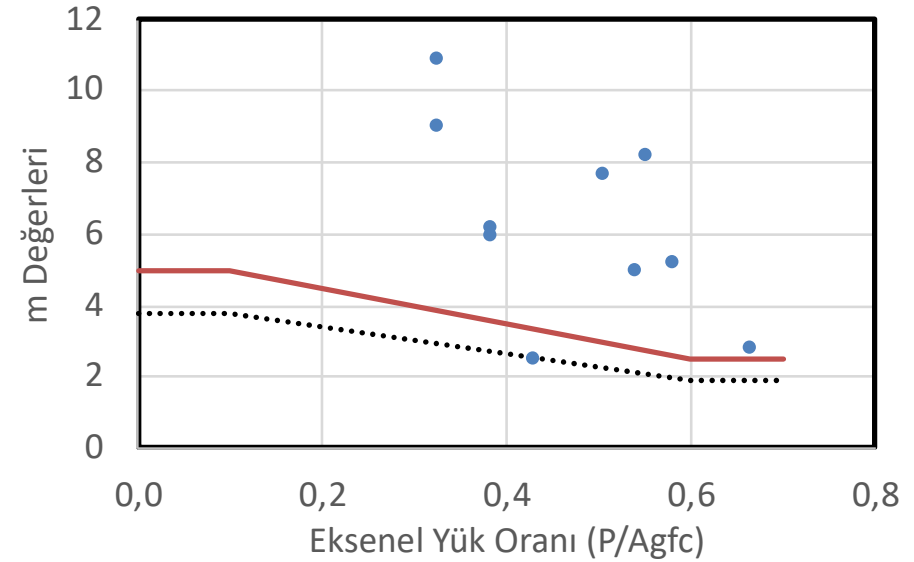
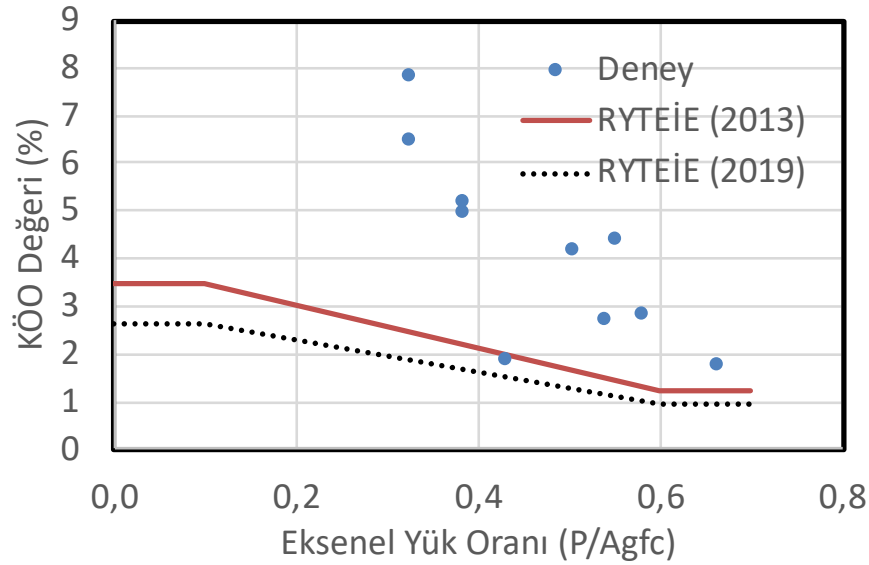
A Grubu – Çelik Manto

Güçlendirilmiş Kolonlarda Sınır Değerler



B Grubu – Çelik Manto

Güçlendirilmiş Kolonlarda Sınır Değerler



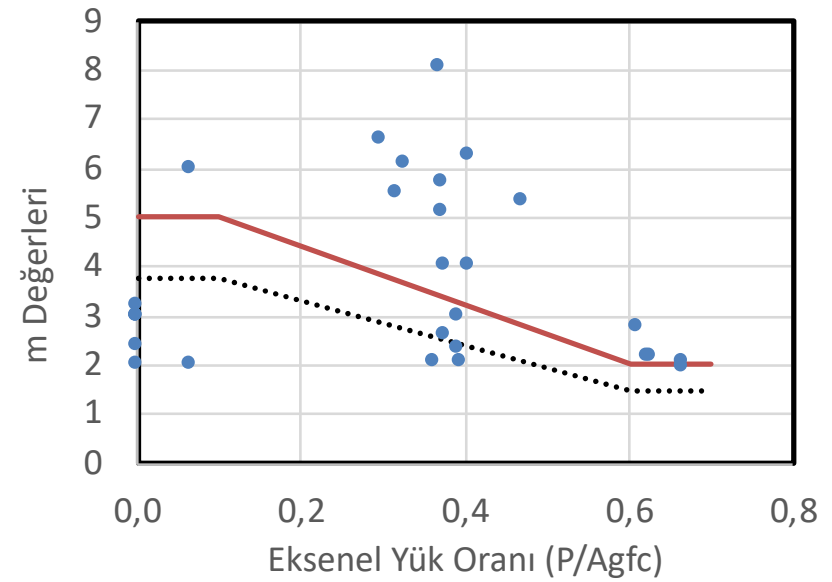
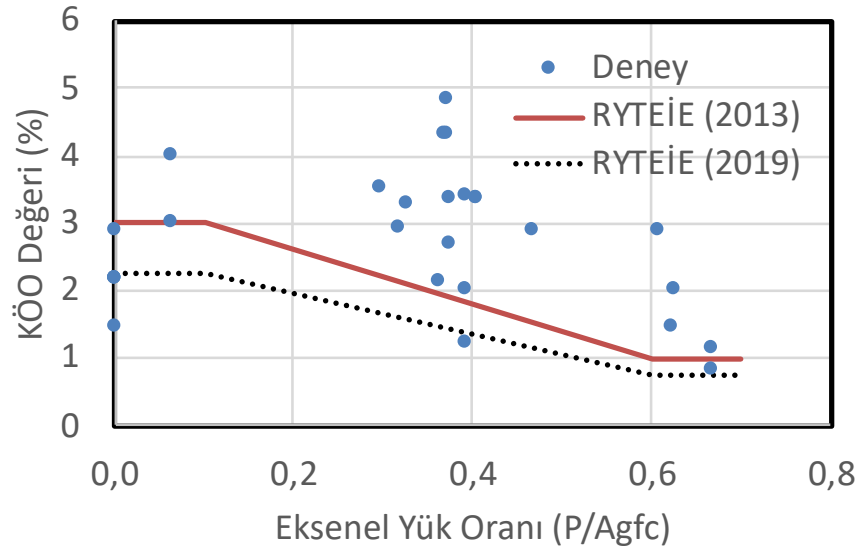
A Grubu – Lifli Polimer Sargı

P: Eksenel yük

Ag: Deney elemanı kesit alanı

f_c : Deney elemanı beton basınç dayanımı

Güçlendirilmiş Kolonlarda Sınır Değerler



B Grubu – Lifli Polimer Sargı

P: Eksenel yük

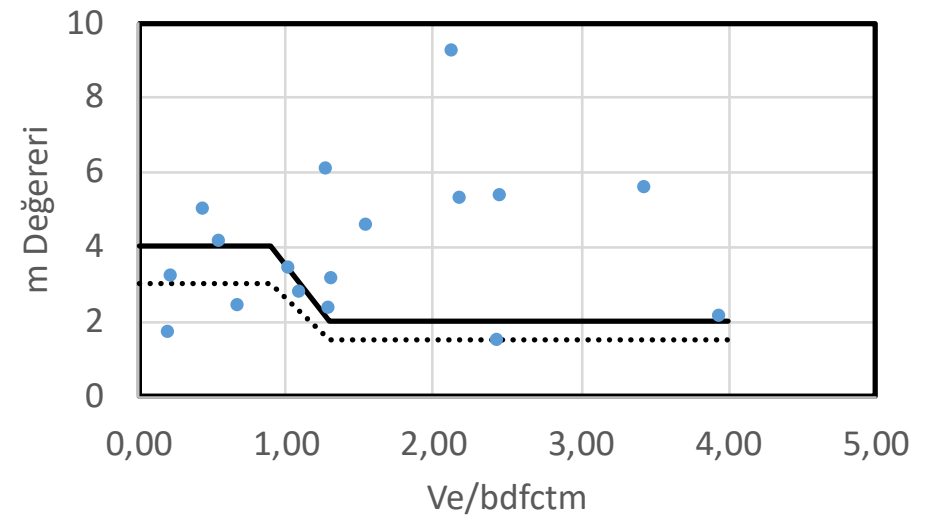
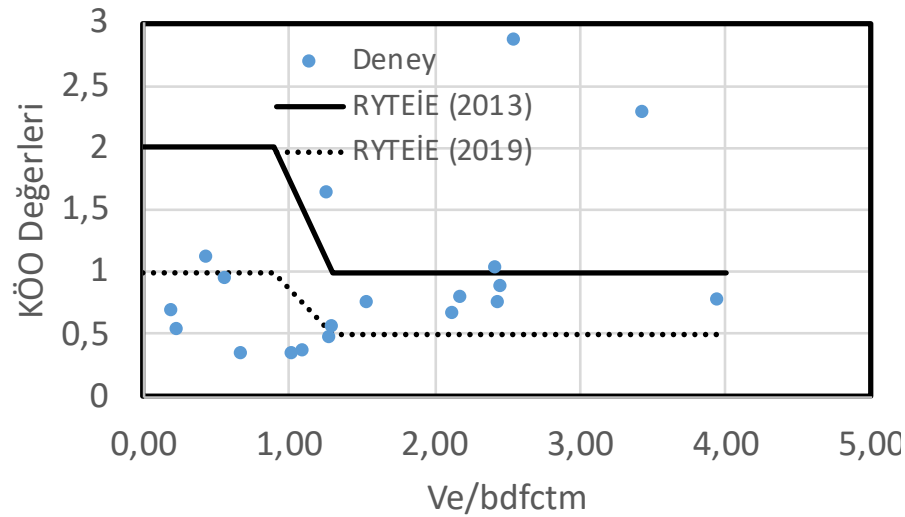
Ag: Deney elemanı kesit alanı

fc: Deney elemanı beton basınç dayanımı

Güçlendirme Perdelerinde Sınır Değerler

- İncelenen katlardaki güçlendirme perdelerinin kat ötelenme oranları (δ/h) ve m değerleri, bu perdelerin A grubu olarak belirlenmesi durumunda Tablo'da verilen sınır değerler ile kıyaslanacaktır.
- B grubu olarak sınıflandırılan güçlendirme perdelerinin, başlık bölgesi ve donatı detaylarının uygun olması durumunda risk sınır değerleri Tablo'daki değerlere göre hesaplanacaktır.
- Diğer B grubu güçlendirme perdeleri için sınır değerler 0.5 ile çarpılması ile elde edilen değerler kullanılacaktır.

Güçlendirilme Perdelerinde Sınır Değerler



Güçlendirme Perdeleri (Başlık Yok)

V_e : Deney elemanında göçme anındaki kesme kuvveti

b, d : Deney elemanı genişlik ve etkin derinliği

f_{ctm} : Deney elemanı beton çekme dayanımı

RYTEİE Yenilikler (2019)- Karşılaştırmalı

- Rölöve Bilgi Toplama ile İlgili Düzenlemeler
 - Mevcut ve güçlendirme elemanları
- Modelleme/Analiz ile İlgili Tarifler
 - Diyafram
 - Eleman modeli
- Eleman Risk Tespitinin Detaylı Anlatımı
 - Mafsallaşma durumu
 - Kesme kuvveti hesabı
 - İki yönlü etkiler

Rölöve ve Bilgi Toplama

KRİTİK KAT	
<u>RYTEİE</u> <u>(2013)</u>	• <u>Sadece kritik kat rölövesi</u> • <u>Kritik kat, rijitliği diğer katlara oranla çok küçük olan kat</u> • <u>B3 türü düzensizliğe sahip olan binalarda rölöve diğer katlarda</u>
<u>Problem</u>	• Kesin hüküm yok • Tanımdaki rijitlik belirsiz • DBYBHY yürürlükten kalktı (B3 yok)!
<u>RYTEİE</u> <u>(2019)</u>	• Bina taşıyıcı sistem özellikleri, <u>inceleme katında ve tüm bodrum katlarda alınacak rölöveler</u> ile belirlenecektir. • <u>İnceleme Katı, kat yüksekliği boyunca tüm cepheleri açıkta olan en alt bina katıdır.</u> • Taşıyıcı sistem <u>düşey eleman</u> (kolon veya perdelerin) <u>süreksizliği</u> bulunan veya düşey taşıyıcı elemanları kirişlerin veya guseli kolonların üzerine oturan katlardan da rölöve alınacaktır.

Rölöve ve Bilgi Toplama

BİLGİ DÜZEYİ	
<u>RYTEİE</u> <u>(2013)</u>	• Taşıyıcı sistem bilgi düzeyi, asgari veya kapsamlı • Asgari Bilgi Düzeyi durumunda binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değil • Kapsamlı Bilgi Düzeyi için binanın taşıyıcı sistem projesi mevcut ve yerinde kontrol edilen taşıyıcı sistem özellikleri proje ile uyumlu • Bina taşıyıcı sistem projeleri yerinde belirlenen taşıyıcı sistem özellikleri ile uyumlu değilse asgari bilgi düzeyi olarak kabul edilecek • Bilgi Düzeyi Kat Sayısı: Asgari (0.9), Kapsamlı (1.0)
<u>Problem</u>	Katsayılar Arası Fark Az
<u>RYTEİE</u> <u>(2019)</u>	• <u>Değişiklik Yok</u>

Rölöve ve Bilgi Toplama

DONATI TESPİTİ

RYTEİE (2013)

- Mevcut donatı düzenini belirlemek için kritik katta 6 adetten az olmamak üzere perde ve kolonların en az % 20'sinde boyuna donatı türü, miktarı ve düzeni belirlenecektir.
- Bu işlem, seçilen perde ve kolonların en az yarısında kabuk betonu sıyrılarak yapılacaktır. Diğer yarısında donatı tahmini tahribatsız yöntemler kullanılarak ve elde edilen sonuçlara benzetilerek yapılabilir.
- Ayrıca, kabuk betonu sıyrılan perde ve kolonlarda enine donatı türü, çapı ile kolonların orta ve sarılma bölgelerinde enine donatı aralıkları ve detayları belirlenecektir.

Problem

- Hangisinin (perde, kolon) %20'sinde açık değil
- Perde ve kolon için ayrı ayrı alt sınırlar yok
- Tespit yapılmayan elemanlara sonuçların nasıl benzetileceği belli değil
- Perdelerde başlık bölgesi kontrolü belirtilmiyor

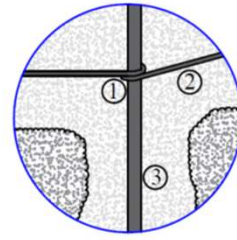
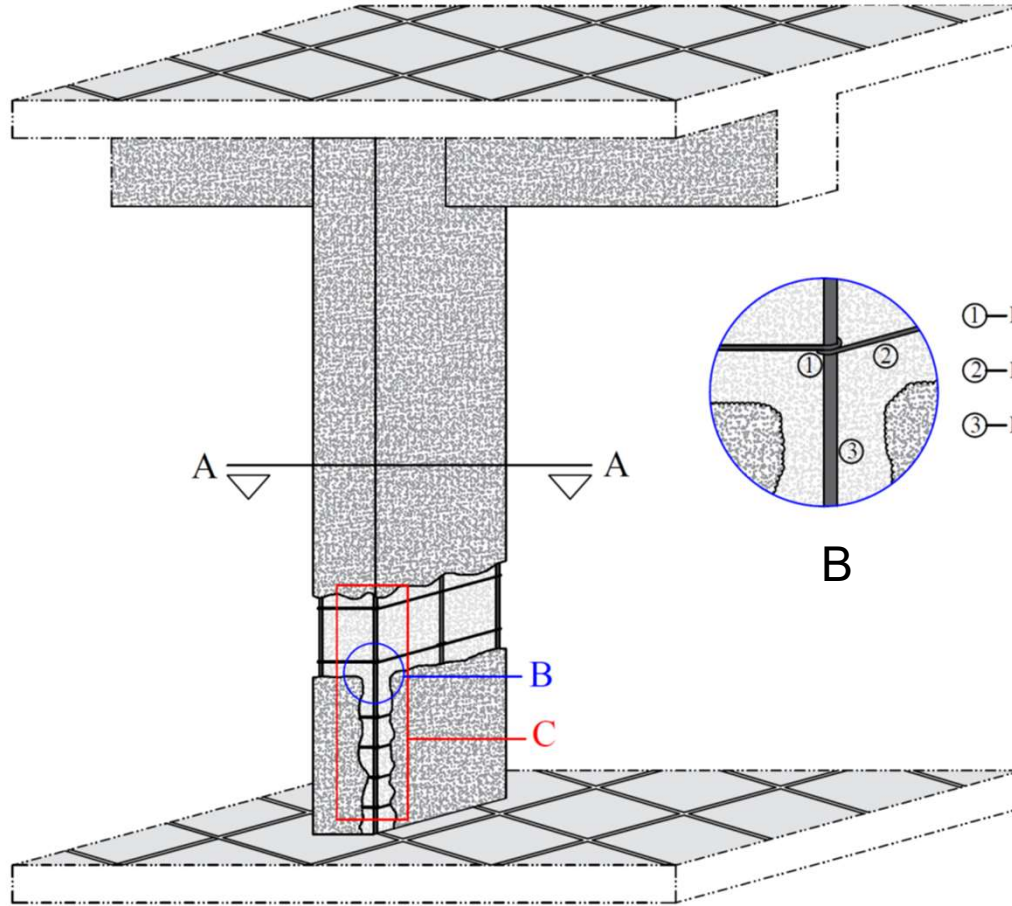
Rölöve ve Bilgi Toplama

DONATI TESPİTİ

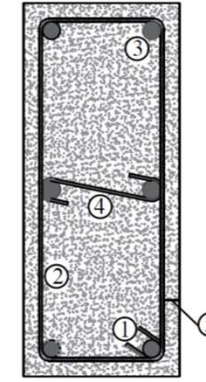
RYTEİE (2019)

- Rölöve alınan tüm katlarda yapılacak.
- Her kat için toplam kolon/perde sayısının en az %20'sinde 6/2 adetten az olmamak üzere tespit
- Toplam kolon/perde sayısının 6'dan az/1 olması durumunda mevcut kolon/perde sayısı kadar tespit yapılacaktır. Bu işlem, tespit yapılan perde ve kolonların en az yarısında kabuk betonu sıyrılarak yapılacaktır.
- Sıyırma yapılmadan donatı tespiti yapılan elemanlarda donatı düzeni tahribatsız yöntemler kullanılarak belirlenecektir.
- Kabuk betonu sıyrılan perdelerde başlık bölgesinin bulunup bulunmadığı tespit edilecektir. Perdelerde boyuna donatı türü, çapı, yerleşimi, enine donatı türü, çapı, aralığı ve detayları belirlenecektir.
- Kolonlarda ise orta ve sarılma bölgelerinde enine donatı türü, çapı, kanca durumu, boyuna donatı yerleşimi, enine donatı aralıkları ve detayları belirlenecektir.
- Tespiti yapılan kolonlar ve perdelerden elde edilen donatı oranı ortalama değerleri rölöve alınan her kat için ayrı ayrı hesaplanacaktır. Donatı tespiti yapılmayan kolonlar ve perdelerde donatı oranları, incelenen kolonlar ve perdeler için ayrı ayrı hesaplanan ortalama değerler olarak alınacaktır.
- Donatı tespiti yapılmayan elemanlarda boyuna donatı yerleşimi, sıyırma işlemi ile tespit edilen düzene uyumlu olarak kolon ve perdelerde ayrı ayrı yapılacaktır.

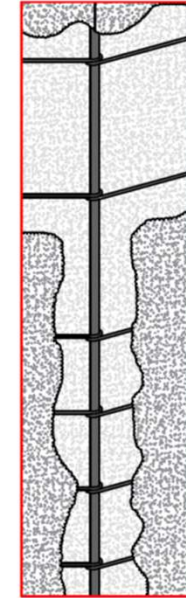
Sıyırma İşlemi



B



A-A



Kolon Orta Bölgesi

Kolon Sarılma Bölgesi

C

Rölöve ve Bilgi Toplama

DONATI TİPİ/KOROZYON	
<u>RYTEİE</u> <u>(2013)</u>	• Donatı akma gerilmesi belirlenen donatı türüne bağlı tespit. • Donatısında korozyon gözlenen elemanlar planda işaretlenecektir. • Korozyon, eleman kapasite hesaplarında dikkate alınacaktır.
<u>Problem</u>	• Donatı çapında azalma miktarının diğer elemanlara yansıtılması
<u>RYTEİE</u> <u>(2019)</u>	• Sıyırma işlemi neticesinde donatısında korozyon gözlenen elemanlar ve korozyon sebebi ile meydana gelen <u>donatı çapındaki azalma miktarı</u> belirlenecektir. • Sıyırma işlemi ile belirlenen ortalama donatı çap azalma miktarı rölöve alınan <u>her kat için ayrı ayrı</u> hesaplanacaktır. Bu azaltma miktarları, rölöve alınan katlarda tüm elemanların kapasite hesaplarında dikkate alınacaktır.

Rölöve ve Bilgi Toplama

KİRİŞ DONATISI	
<u>RYTEİE</u> <u>(2013)</u>	Binanın kirişlerinde açıklıkta alt ve mesnetlerde üst donatı olarak, taşıyıcı sistem çözümünde <u>TS500’de tanımlanan (1.4G+1.6Q) yüklemesinden hesap edilen donatının bulunduğu kabul edilebilir. Kiriş mesnet alt donatısı, üst mesnet donatısının 1/3’ü olarak kabul edilebilir.</u> Kapsamlı bilgi düzeyi durumunda kirişlerde donatı mevcut projeden alınacaktır.
<u>Problem</u>	• Yok, pratik ve kabul görmüş bir çözüm
<u>RYTEİE</u> <u>(2019)</u>	• AYNİ

Rölöve ve Bilgi Toplama

KAROT SAYISI	
<u>RYTEİE</u> <u>(2013)</u>	Kritik kat kolon ve perdelerinden en az 10 elemanda tahribatsız yöntemler kullanılacak ve en düşük sonucun alındığı 5 yerden beton numunesi alınacaktır. Kat alanı 400 m ² den fazla ise, 400 m ² 'yi aşan her 80 m ² için beton numunesi bir adet arttırılacaktır. Numunelerden elde edilen ortalama beton dayanımının % 85'i mevcut beton dayanımı olarak alınacaktır.
<u>Problem</u>	• Karot sayısının eleman sayısına değil metrekareye bağlı olması • Karot düzeltme faktörlerinin bulunmaması

Rölöve ve Bilgi Toplama

KAROT SAYISI	
<u>RYTEİE</u> <u>(2019)</u>	• <u>İnceleme katında</u> mevcut beton dayanımını belirlemek için toplam kolon/perde sayısının herbirinin en az %20'sinde, <u>kolonlarda 12 adet ve perdelerde de 6 adetten az olmamak üzere tahribatsız yöntemler</u> kullanılacaktır. • Toplam kolon sayısının 12'den az olması durumunda mevcut kolon sayısı kadar, toplam perde sayısının 6'dan az olması durumunda mevcut perde sayısı kadar tahribatsız inceleme yapılacaktır. • <u>En düşük değerlerin tespit edildiği kolonların ve perdelerin yarısından beton numunesi</u> alınacaktır. Bu işlem kolonlar ve perdeler için ayrı ayrı yapılacaktır. • <u>Mevcut beton dayanımı, düzeltme sonrası elde edilen beton dayanımlarının ortalama değerinin %85'i</u> olarak alınır. • <u>Güçlendirme beton dayanımı, güçlendirilmiş elemanlardan alınan beton numunelerden elde edilen ortalama beton dayanımının %85'i</u> olarak alınacaktır.

Karot Düzeltme Faktörleri

B.1 Binalardan alınan beton numunelerin dayanımları (f_{karot}) tek eksenli basınç deneyleri ile belirlenecektir. Belirlenen dayanım değerleri her numune için ayrı ayrı Denklem B.1'e göre karot boy/çap oranı, karot çapı, karot nem muhtevası ve hasar durumuna göre Tablo B.1'de verilen faktörler ile çarpılarak düzeltilecektir. Tablo B.1'de karot çapı düzeltme faktörü ara değerler için doğrusal enterpolasyon ile hesaplanacaktır.

$$f_{kd} = F_{l/a} F_{\text{çap}} F_{nem} F_{hasar} f_{karot} \quad (B.1)$$

B.2 Betonarme elemanlarda sıyırma işlemlerinin nasıl yapılacağına dair bir örnek, Şekil B.1'de verilmiştir.

Tablo B.1 Dayanım Düzeltme Faktörleri

Faktör tanımı	Düzeltilme katsayısı
$F_{l/a}$ (Karot boy/çap oranı)	
Olduğu gibi	$1 - (0.130 - 4.3 \times 10^{-4} f_{karot})(2 - l/d)^2$
48 saat su içerisinde bekletilmiş	$1 - (0.117 - 4.3 \times 10^{-4} f_{karot})(2 - l/d)^2$
Havada kurutulmuş	$1 - (0.144 - 4.3 \times 10^{-4} f_{karot})(2 - l/d)^2$
$F_{\text{çap}}$ (Karot çapı)	
50 mm	1.06
100 mm	1.00
150 mm	0.98
F_{nem} (Karot nem muhtevası)	
Olduğu gibi	1.00
48 saat su içerisinde bekletilmiş	1.09
Havada kurutulmuş	0.96
F_{hasar} (Karot alma işleminde verilen hasar)	1.06

Güçlendirme Elemanlarda Bilgi Toplama

GÜÇLENDİRİLMİŞ ELEMANLAR	
<u>RYTEİE</u> <u>(2013)</u>	Bulunmamaktadır.
<u>Problem</u>	Güçlendirilmiş yapı elemanlarının nasıl dikkate alınması gerektiği belirsizdir.
<u>RYTEİE</u> <u>(2019)</u>	Yeni öneri geliştirilmiştir.

Güçlendirme Elemanlarında Bilgi Toplama

Betonarme Manto

- Tüm kenarları betonarme manto ile güçlendirilmiş kolonlar, mantolu kolon olarak dikkate alınacaktır.
- Bunun dışındaki durumlarda, manto ihmal edilerek mevcut betonarme eleman için rölöve işlemleri gerçekleştirilecektir.
- Betonarme mantolu kolonların manto kalınlığı, manto bölgesindeki boyuna donatı türü, çapı, düzeni ile enine donatı türü, çapı, aralığı ve kanca durumu belirlenecektir.
- Betonarme mantolu kolonlar içerisinde manto bölgesinde olmak üzere toplam mantolu kolon sayısının, 3 adetten az olmamak üzere, en az %10'unda beton numunesi alınacaktır.
- Mantolu kolon sayısının 3 adetten az olması durumunda tüm mantolu kolonlardan beton numunesi alınacaktır.

Güçlendirme Elemanlarında Bilgi Toplama

Çelik Manto

Çelik mantolu kolonların çelik manto kalınlığı ve akma dayanımı, çelik manto yerleştirme aralığı ve düzeni belirlenecektir.

Lifli Polimer Sargı

Lifli polimer sargılı kolonların lifli polimer kalınlığı ve kopma dayanımı, yerleştirme aralığı belirlenecektir.

Bina Modellemesi

Modelleme Açıklamaları	
<u>RYTEİE (2013)</u>	• Yok (Kavramlar DBYBHY 2007'den alınabilir)
<u>Problem</u>	• Modelleme farkları sebebi ile farklı sonuçlar elde edilebiliyor
<u>RYTEİE (2019)</u>	• Yapının <u>3-Boyutlu analizi</u> için sonlu elemanlar modeli hazırlanacaktır. Kirişler ve kolonlar <u>çubuk elemanlar</u>, perdeler ise <u>çubuk veya kabuk sonlu elemanlar</u> kullanılarak modellenenecektir. • <u>Perdelerin</u> çubuk elemanlar ile modellemesi durumunda, her bir perde kolu <u>orta kolon çubuk elemanı</u> olarak tanımlanacaktır. Tanımlanan çubuk elemanlar, perde kolu sonlarına rijit çubuklar ile bağlanacaktır. Bu rijit çubukların burulma rijitliği ihmal edilecektir. • Kolonlar ve perdeler temele ankastre mesnetlenecektir. • Döşemelerden kiriş ve kolonlara <u>yük aktarımı kabuk sonlu eleman modeli</u> kullanılarak gerçekleştirilecektir.

Güçlendirme Elemanlarında Bilgi Toplama

Modelleme Açıklamaları	
<u>RYTEİE</u> <u>(2019)</u>	• <u>Kolon kiriş birleşimleri, rijit bölge tanımlaması yapılmadan</u> mevcut kolon ve kiriş rijitlikleri ile modellenenecektir. • İki eleman ekseninin birbirine çakışmaması durumunda <u>eksen kayması bölgeleri rijit çubuklarla</u> modellenenebilir. • Eksen kayması miktarının <u>eleman küçük boyutunun yarısından az</u> olduğu durumlarda <u>eksen kaçıklığı modellemede ihmal</u> edilebilir. • Binadaki <u>döşemelerin betonarme olması durumunda rijit diyafram</u> oluşturulacaktır. <u>Bunun dışında kalan tüm döşeme sistemleri, döşeme kalınlığı ve malzeme özellikleri belirlenerek gerçek döşeme rijitliği sonlu eleman modeline dâhil</u> edilecektir. • Modellemede ek dış merkezlik uygulanmayacaktır.

Bina Modellemesi

Modelleme Açıklamaları	
<u>RYTEİE</u> <u>(2013)</u>	• Binanın taşıyıcı sistem modeli, rölövesi çıkarılan <u>kritik katın kat adedi ve kat yükseklikleri ile uyumlu olarak çoğaltılması</u> ile elde edilebilir. • Bu çoğaltmada binada bulunan konsollar modelde göz önüne alınacaktır. • B3 türü düzensizliği olan binalarda, bu düzensizlik bina modelinde her katın ayrı ayrı tanımlanması ile göz önüne alınacaktır.
<u>RYTEİE</u> <u>(2019)</u>	• Binanın taşıyıcı sistem modeli oluşturulurken <u>rölövesi alınan tüm katlar ayrı ayrı modele yansıtılacaktır. Rölövesi alınmayan katlar, rölövesi alınan en üst katın tüm özelliklerinin, kat adedi ve kat yükseklikleri ile uyumlu olarak üst katlara çoğaltılması ile</u> modele dâhil edilecektir. Bu çoğaltmada binada bulunan konsollar modelde göz önüne alınacaktır. Taşıyıcı sistem elemanlarının süreksizliğinin tespit edilmesi durumunda düzensizlik hesap modeline yansıtılacaktır.

Bina Modellemesi

Rijitlik	
<u>RYTEİE</u> <u>(2013)</u>	Taşıyıcı sistemin analizlerinde Etkin Eğilme Rijitlikleri kullanılacaktır. Etkin Eğilme Rijitlikleri için aşağıda verilen değerler alınacaktır: Kirişler ve perdelerde, güçlendirme perdelerinde: $(EI)_e = 0.3(E_{cm}I)_o$ Kolonlarda, güçlendirilmiş kolonlarda: $(EI)_e = 0.5(E_{cm}I)_o$ Beton elastisite modülü $E_{cm} = 5000\sqrt{f_{cm}}$
<u>RYTEİE</u> <u>(2019)</u>	• Aynı • Kayma modülü ise $G_{cm} = 0.4E_{cm}$ denklemleri ile hesaplanacaktır. Kesit kayma rijitliği $G_{cm}A_c$ olarak alınacaktır. • Betonarme manto yapılmış kolonların eğilme rijitlikleri tespit edilen manto beton özellikleri ve mantolu kolon boyutlarına göre hesaplanacaktır. • Çelik manto ve lifli polimer sargılama eğilme rijitliği hesabında ihmal edilecek, bu kolonlarda eğilme rijitliği betonarme kesit boyutlarına göre hesaplanacaktır.

Hesap Yöntemi

Analiz	
<u>RYTEİE</u> <u>(2013)</u>	• Doğrusal Elastik Hesap Yöntemi • Eşdeğer Deprem Yüğü ve Mod Birleştirme • Dolgu duvar etkisi dikkate alınabilir • X ve Y yönlerinde iki doğrultuda analiz • Risk değerlendirmesi kritik kat için yapılacaktır. Ayrıca, yapılan analiz sonucunda hesaplanan en büyük kat ötelenme oranı başka bir katta oluşuyorsa, bu kat için de sadece kat ötelenme sınır değerleri kontrol edilerek değerlendirme yapılacaktır. Herhangi bir katın riskli çıkması durumunda bina Riskli Bina olarak kabul edilecektir.
<u>RYTEİE</u> <u>(2019)</u>	• Doğrusal Elastik Hesap Yöntemi • <u>Sadece</u> Mod Birleştirme • Dolgu duvar etkisi dikkate <u>alınmayacak</u> • X ve Y yönlerinde iki doğrultuda analiz • Risk değerlendirmesi <u>her kat</u> için yapılacaktır.

Eleman Moment Kapasitesi

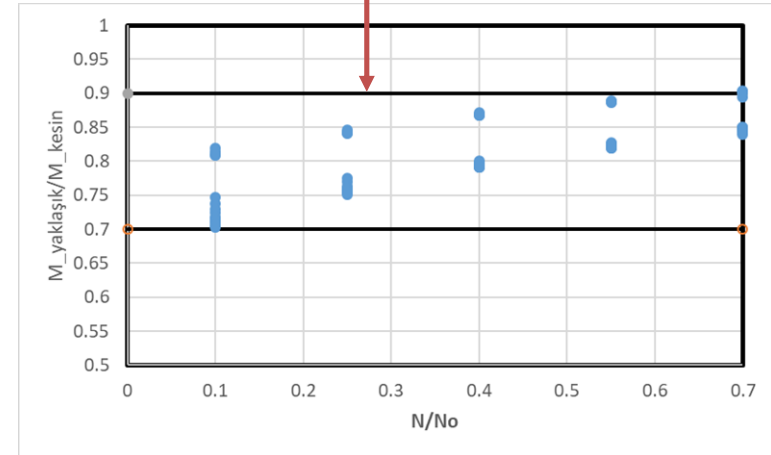
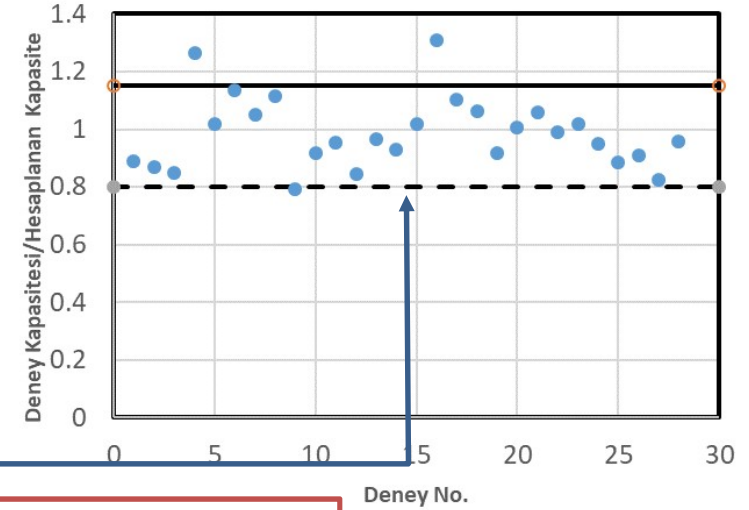
Betonarme elemanların moment kapasiteleri TS 500'de verilen kurallar kullanılarak, mevcut malzeme dayanımları ve bilgi düzeyi katsayısı dikkate alınarak hesaplanacaktır. Güçlendirilmiş elemanların moment kapasiteleri ilave olarak RYTEİE 2019'da verilen kurallar ile hesaplanacaktır.

- Betonarme manto
- Çelik manto
- Lifli Polimer

Eleman Moment Kapasitesi

Betonarme mantolu kolonlar:

- Mevcut kolon donatıları ihmal edilecek,
- Manto bölgesinde tespiti yapılan donatılar hesaplarda dikkate alınacak,
- Mantolu kolon beton dayanımı manto dayanımına eşit alınacak Mantolu kolon moment kapasitesi 0.9 ($\approx 0.8/0.9$) ile çarpılacak,
- Kesme kapasitesi hesabında ise, mantolu kolon kesiti ve manto bölgesinde tespiti yapılan enine donatı özellikleri kullanılacak,
- Mantolu kolonların V_e değeri hesabında kullanılan kolon plastik momentleri, sadece mantoda bulunan boyuna donatı kullanılarak hesaplanacak ve 1.6 ile çarpılarak kullanılacaktır.



Eleman Moment Kapasitesi

Çelik mantolu kolonlar:

- Betonarme kesit dikkate alınacak
- Çelik mantonun eğilme kapasitesine etkisi ihmal edilecek,
- Çelik mantonun kesme kapasitesine katkısı aşağıdaki denklem ile hesaplanacaktır.

Lifli polimer ile plastik mafsallı bölgeleri sargılanmış kolonlar:

- Lifli polimer ihmal edilerek eğilme kapasitesi hesaplanacak,
- Lifli polimerin kesme kapasitesine katkısı aşağıdaki denklem ile hesaplanacaktır.

$$V_{manto} = \frac{2t_{manto}w_{manto}h_{manto}}{S_{manto}}f_{manto}$$

Bu denklemde f_{manto} değeri çelik manto için akma dayanımı olarak, lifli polimer için ise 0.004 birim şekil değiştirmeye karşılık gelen çekme dayanımı olarak alınacaktır.

Hesap Yöntemi

- Ölü ve azaltılmış hareketli yükler altında statik analiz
- Özdeğer probleminin çözümü (tüm durumlarda)
 - Doğal titreşim periyodu
 - Yüksek mod periyodları
 - Mod şekilleri
 - Kütle katılım oranları
 - Modlar ile uyumlu etkin statik yatay yükler
 - Mod Birleştirme (SRSS, CQC)
 - **Sonucun yönü analiz yönünde kütle katılım oranı en yüksek olan modun şekli alınır**

RYTEİE 2013 ve RYTEİE (2019) için aynı adımlar kullanılmaktadır. RYTEİE (2019)' da açık bir şekilde uygulama adımları verilmiştir.

Risk Tespiti

Eleman Risk Sınırları	
<u>RYTEİE</u> <u>(2013)</u>	• Eleman kesit özelliklerine bağlı, İKO ve KÖO sınır değerleri tablolardan hesaplanır • V_e/V_r hesabı ayrıntılı değil • Kolon ve perdelerde eksenlere paralel olmayan elemanlar için detay yok. • Güçlendirilmiş elemanlar için detay yok
<u>Problem</u>	• Hesap detayları kullanıcıya bırakılmış
<u>RYTEİE</u> <u>(2019)</u>	• Kolon ve perdeler için ayrıntılı V_e/V_r oranı hesabı • KÖO hesabı daha net olarak açıklanıyor • İki eksenli kesit kapasite hesapları ayrıntılı olarak veriliyor • Mevcut ve güçlendirilmiş elemanlar için ayrı sınır değerler

Kolon Risk Tespiti

Girdi: Kolon boyut ve donatılar
Tüm yük kombinasyonlarında iç kuvvetler

Çıktı: Eleman Risk Durumu

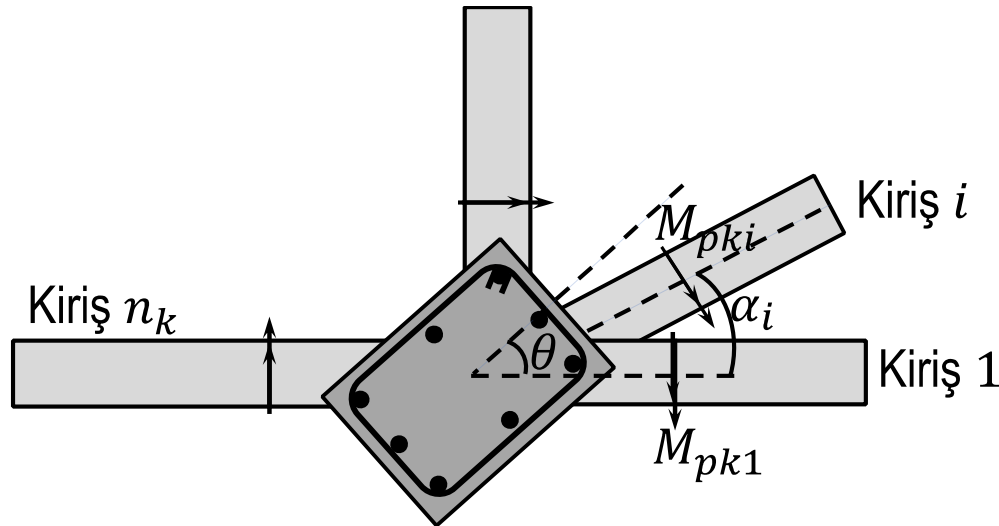
Yöntem

- Deprem Kesme Kuvveti-Kesme Kapasitesi Oranı Hesabı (V_e/V_r)
- Eğilme, Eğilme-Kesme, Kesme durumuna göre Sınıflandırma (A/B/C)
- Etki Kapasite Oranı Hesabı (m)
- Sınır Değerler ($m_{\text{sınır}}$, $(\delta/h)_{\text{sınır}}$)
- Riskli Eleman Tespiti

Kolon Risk Tespiti

En Genel Durum: İki Eksenli Eğilme ve Kesme Etkileri Altında Döndürülmüş Kolonun Risk Tespitinin Yapılması durumudur.

V_e : Kolona gelmesi muhtemel azami kesme kuvveti:

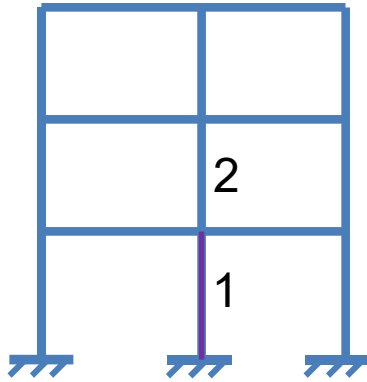


Durum 1- E/2 analizi sonuçları ile hesap ($G+nQ\pm E/2$)

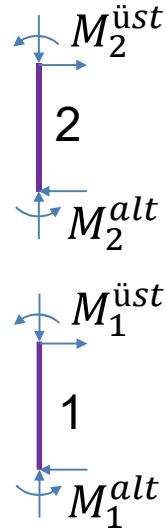
Durum 2- Mafsallaşma Durumuna göre:

- a- Kolonların mafsallaşması (KoM)
- b- Kirişlerin mafsallaşması (KiM)
- c- Mafsallaşma Tespiti

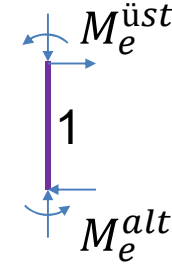
Kolon Risk Tespiti (Basitleştirilmiş 2 Boyut)



E Analizi Sonuçları



G+nQ+E Analizi Sonuçları

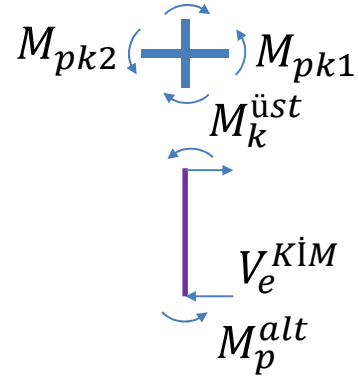
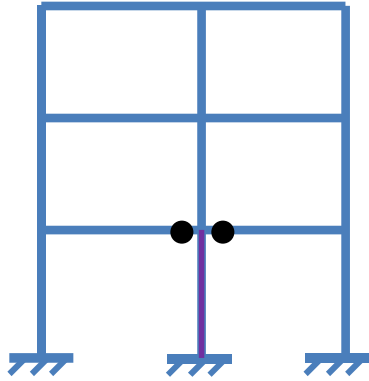


Durum 1- E/2 analizi sonuçları ile hesap ($G+nQ \pm E/2$)

Kolon Kesme Kuvveti Üst Sınırı: $V_e^{G+nQ+E/2}$

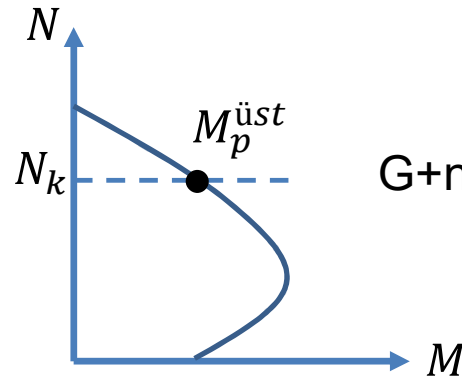
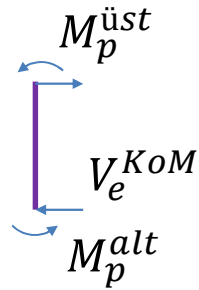
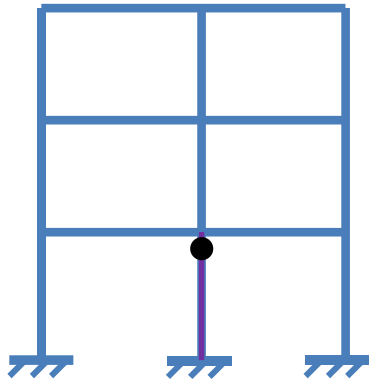
Kolon Risk Tespiti (KiM/KoM)

Durum 2.a- Kiriş Mafsallaşması



$$M_k^{üst} = (M_{pk1} + M_{pk2}) \frac{M_1^{üst}}{M_1^{üst} + M_2^{alt}}$$

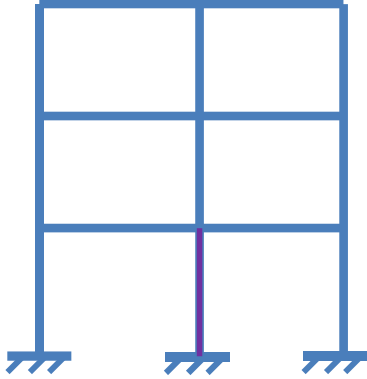
Durum 2.b Kolon Mafsallaşması



G+nQ+E/6 analizi

Kolon Risk Tespiti (KiM/KoM)

Durum 2.c V_e Hesabı



$M_k^{üst} < M_p^{üst}$ ise KiM

$$V_e^{mafsal} = V_e^{KiM} = \frac{M_k^{üst} + M_p^{alt}}{L}$$

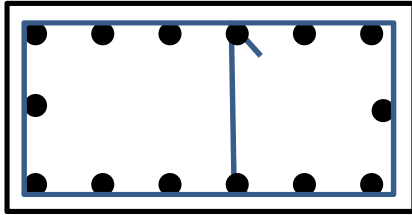
$M_k^{üst} \geq M_p^{üst}$ ise KoM

$$V_e^{mafsal} = V_e^{KoM} = \frac{M_p^{üst} + M_p^{alt}}{L}$$

$$V_e = \text{Min} (V_e^{mafsal}, V_e^{G+nQ+E/2})$$

Kolon Risk Tespiti (KiM/KoM)

Kolon Sınıflandırma, Sınır Değerler: (→ Analiz Yönü)



$$V_r = V_c + V_s = 0.5f_{ctm}\zeta b d + A_{sw} f_{ym} \frac{d}{s}$$

$$\zeta = 1 + 0.07N_k/A_c \text{ (Basınç)}$$

TS-500

$$\zeta = 1 - 0.3N_k/A_c \text{ (Çekme)}$$

$$\frac{V_e}{V_r}, \frac{A_{sh} f_{ywm}}{s b_k f_{cm}} \rightarrow \text{Kolon Sınıfı A, B, C}$$

$$\frac{N_K}{f_{cm} A_c}, \frac{A_{sh}}{s b_k} \rightarrow m_{sınır} \text{ ve } \left(\frac{\delta}{h}\right)_{sınır}$$

Kolon Risk Tespiti: $m_{sınır} < m$ ve $\left(\frac{\delta}{h}\right)_{sınır} < \left(\frac{\delta}{h}\right)$ **RİSKLİ**

Kolon Risk Tespiti (3 Boyutlu)

Durum 1: $G+nQ+E/2$ Yük Birleşimi ile V_e/V_r değeri hesaplanır.

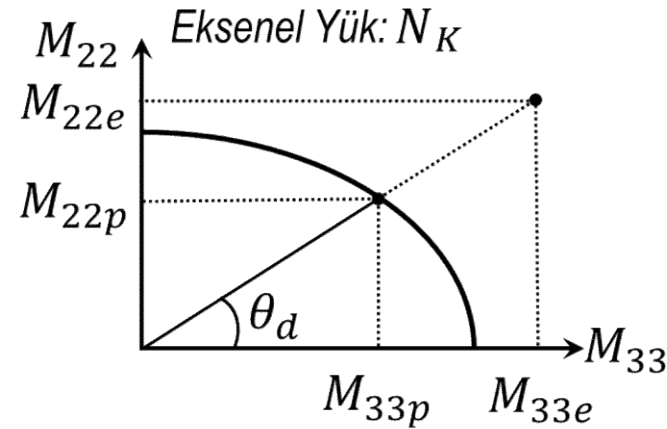
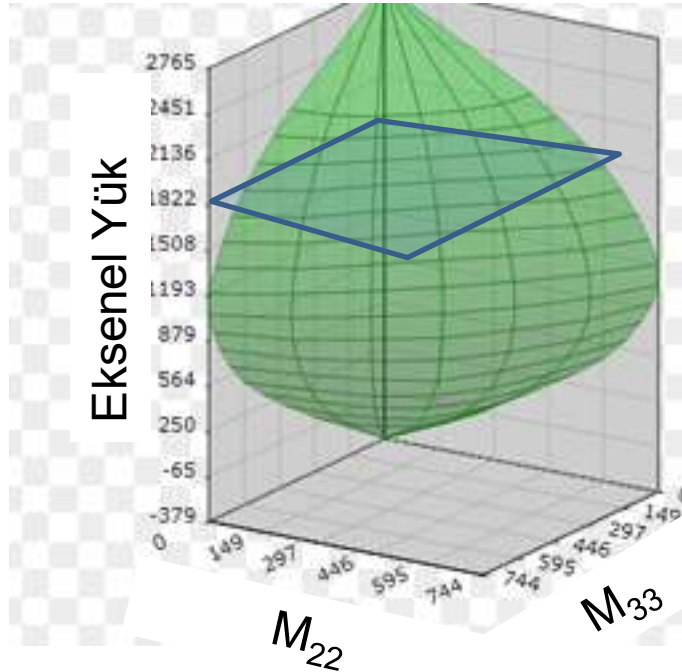
Adımlar:

- 1- Kolon üzerine etki eden kesme kuvveti bileşenleri (V_{22e}, V_{33e}) analiz sonuçlarından elde edilir.
- 2- Kolon kesme kapasitesi bileşenleri (V_{22r}, V_{33r}) hesaplanır.
- 3- V_e/V_r değeri aşağıdaki şekilde elde edilecektir.

$$\frac{V_e}{V_r} = \frac{\sqrt{(V_{22e})^2 + (V_{33e})^2}}{\sqrt{(V_{22r})^2 + (V_{33r})^2}}$$

Durum 2a: Kolon Mafsallaşması (KoM)

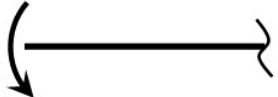
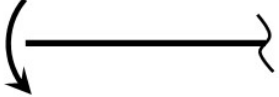
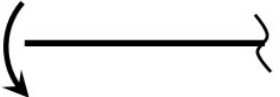
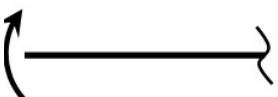
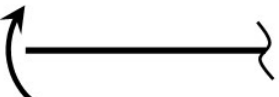
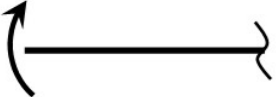
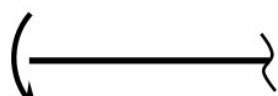
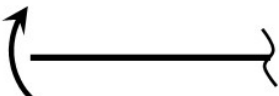
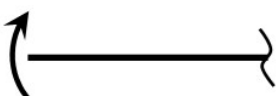
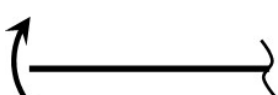
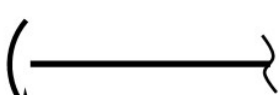
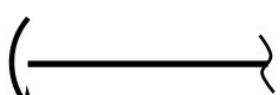
- Kolon için eksenel yük (N_k) bul ($G+nQ+E/6$)
- $G+nQ+E$ analizinden elastik momentleri (M_{22e}, M_{33e}) bul
- Etkileşim diyagramında N_k eksenel kuvveti için moment kapasitesini (M_{22}, M_{33p}) bul



$$m = \frac{M_{33e}}{M_{33p}}$$

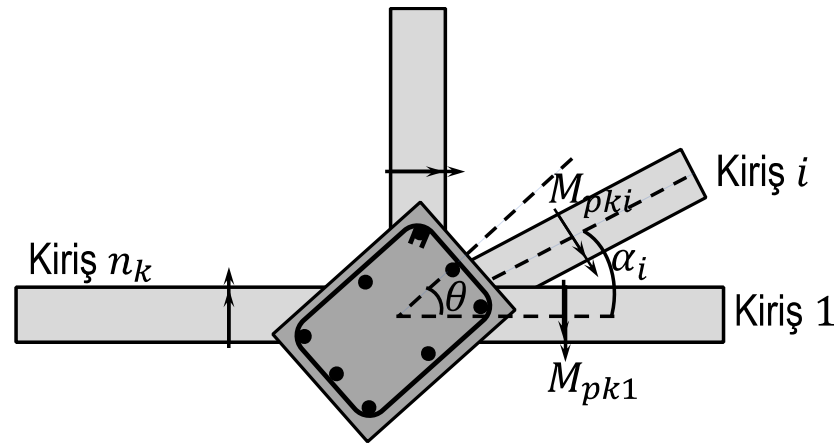
Durum 2b: Kiriş Mafsallaşması (KiM)

Kiriş uç moment kapasiteleri (M_{pki}) analiz sonuçları kullanılarak bulunur.

<u>$1.4G + 1.6Q$</u>	<u>Deprem</u>	<u>Plastik Moment</u> (Bölüm 4)	
M_1 		M_{pki} 	$M_{pki} = M_1$
M_2 		M_{pki} 	$M_{pki} = M_2$
M_1 		M_{pki} 	$M_{pki} = M_1/3$
M_2 		M_{pki} 	$M_{pki} = M_2/3$

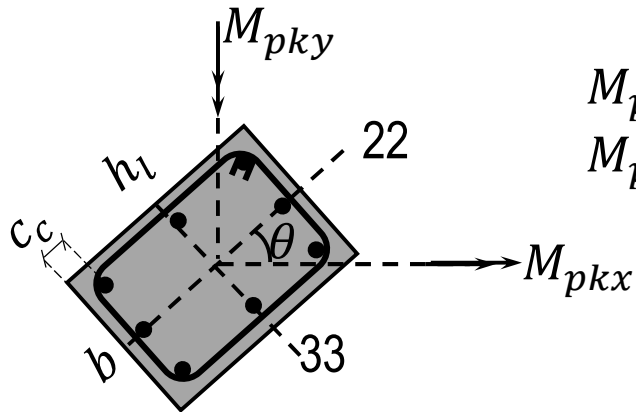
Durum 2b: Kiriş Mafsallaşması (KiM)

Kiriş Mafsallaşması ile Kolona Aktarılan Uç Moment (Alt ve Üst Uç için ayrı ayrı):



Kolonlara dağılması
gereken toplam
plastik global moment

$$\begin{cases} M_{pkx} = \sum_{i=1}^n M_{pki} \sin \alpha_i \\ M_{pky} = \sum_{i=1}^n M_{pki} \cos \alpha_i \end{cases}$$

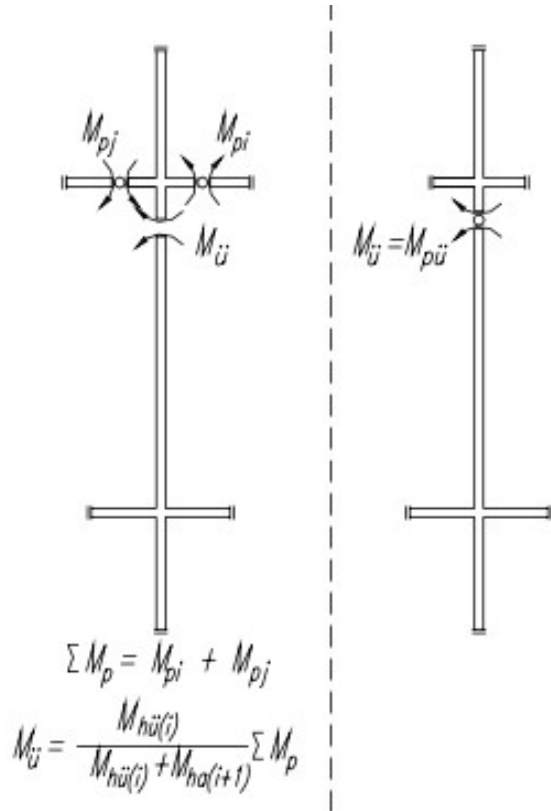


$$M_{pk22} = M_{pkx} \cos \theta - M_{pky} \sin \theta$$

$$M_{pk33} = M_{pkx} \sin \theta + M_{pky} \cos \theta$$

Kirişlerden kolon yerel eksenlerine
göre kolona aktarılabak plastik
momentler

Durum 2b: Kiriş Mafsallaşması (KiM)

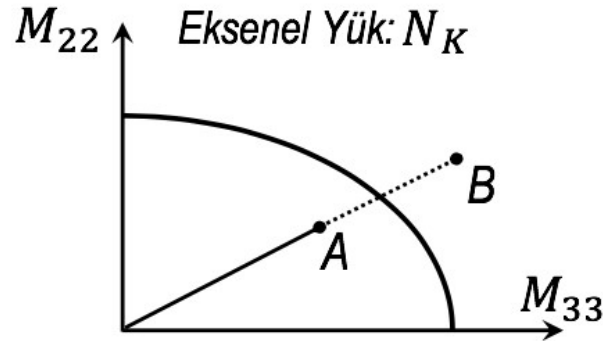


$$M_{22k} = M_{pk22} \frac{|M_{22}^{\bar{u}st}|}{|M_{22}^{\bar{u}st}| + |M_{22}^{alt}|}$$

$$M_{33k} = M_{pk33} \frac{|M_{33}^{\bar{u}st}|}{|M_{33}^{\bar{u}st}| + |M_{33}^{alt}|}$$

Kiriş plastik moment toplamlarının kolonlara rijitlikleri oranında (E analizinden gelen momentler ile uyumlu) aktarılır.

Durum 2: Mafsallaşma Durumu



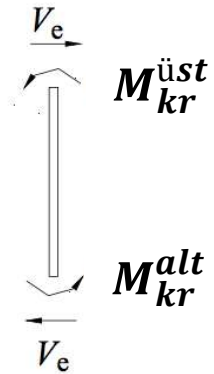
Kiriş mafsallaşması durumu için kolona aktarılan momentler (M_{22k}, M_{33k}) etkileşim diyagramı içinde kalırsa KiM, dışında kalırsa KoM olduğu varsayılacaktır.

Kolon Uç Moment Değeri:

KoM Kolon Mafsallaşması: Kolon uç momentleri kolon plastik moment kapasitesine eşit alınacaktır, $\mathbf{M}_{kr} = M_{22p}, M_{33p}$.

KiM Kiriş Mafsallaşması: Kirişlerin plastik moment kapasitesine ulaşması ile kolona aktarılan moment alınacaktır $\mathbf{M}_{kr} = M_{22k}, M_{33k}$.

V_e Hesabı

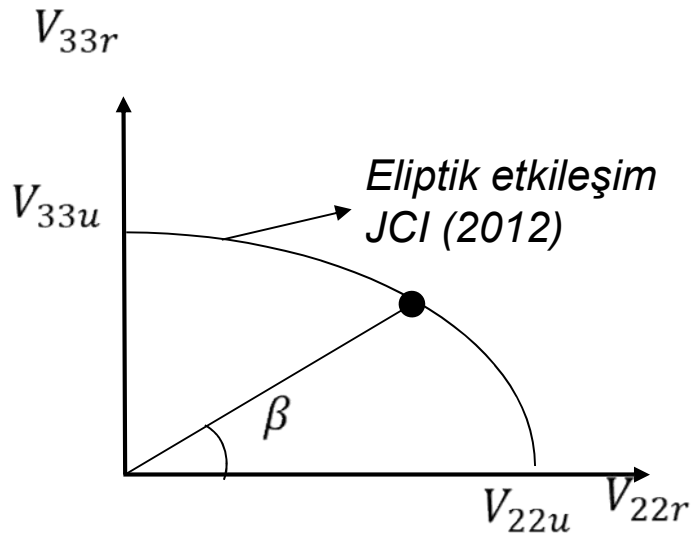
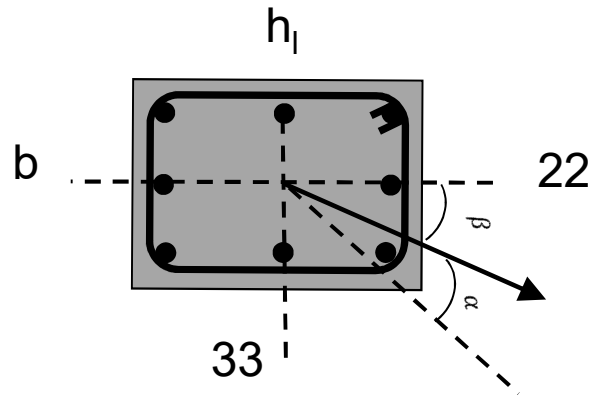

$$V_{22e} = \frac{|M_{33kr}^{\text{üst}}| + |M_{33kr}^{\text{alt}}|}{\ell_n}$$
$$V_{33e} = \frac{|M_{22kr}^{\text{üst}}| + |M_{22kr}^{\text{alt}}|}{\ell_n}$$

Kapasite tasarım prensiplerine benzer olarak hesaplanır!

$$V_e = \sqrt{(V_{22e})^2 + (V_{33e})^2}$$

V_r Hesabı

V_e doğrultusunda V_r hesabı:



Kolon Kesme Kapasitesi: $V_u = V_c + V_s + V_{manto}$

$$\left(\frac{V_{33r}}{V_{33u}}\right)^2 + \left(\frac{V_{22r}}{V_{22u}}\right)^2 = 1$$

$$V_{22u} = 0.5 f_{ctm} b (h_l - c_c) \zeta + A_{s22} f_{ywm} \frac{(h_l - c_c)}{s_{22}} + V_{manto} \leq 0.22 f_{cm} b h_l$$

$$V_{33u} = 0.5 f_{ctm} h_l (b - c_c) \zeta + A_{s33} f_{ywm} \frac{(b - c_c)}{s_{33}} + V_{manto} \leq 0.22 f_{cm} b h_l$$

$$f_{ctm} = 0.35 \sqrt{f_{cm}}$$

$$\zeta = 1 + 0.07 N_K / A_c \quad : \text{kolon basınç kuvveti altında}$$

$$\zeta = 1 - 0.3 N_K / A_c \quad : \text{kolon çekme kuvveti altında}$$

$$V_{manto} = \frac{2 t_{manto} w_{manto} h_{manto}}{s_{manto}} f_{manto}$$

$$\tan \beta = \frac{V_{33r}}{V_{22r}} = \frac{V_{33e}}{V_{22e}}$$

$$V_r = V_{22u} V_{33u} \sqrt{\frac{(V_{22e})^2 + (V_{33e})^2}{(V_{33u} V_{22e})^2 + (V_{33e} V_{22u})^2}}$$

Kolon Sınıflandırması

R=2 Analizi

$$V_{22e}^1, V_{33e}^1$$

$$V_e^1 = \sqrt{(V_{33e}^1)^2 + (V_{22e}^1)^2}$$

$$V_{22r}^1, V_{33r}^1$$

$$V_r^1 = \sqrt{(V_{33r}^1)^2 + (V_{22r}^1)^2}$$

$$V_e^1 / V_r^1$$

Kolon/kiriş plastik mafsallaşma

$$V_{22e}^2, V_{33e}^2$$

$$V_e^2 = \sqrt{(V_{33e}^2)^2 + (V_{22e}^2)^2}$$

$$V_{22r}^2, V_{33r}^2$$

$$V_r^2 = \sqrt{(V_{33r}^2)^2 + (V_{22r}^2)^2}$$

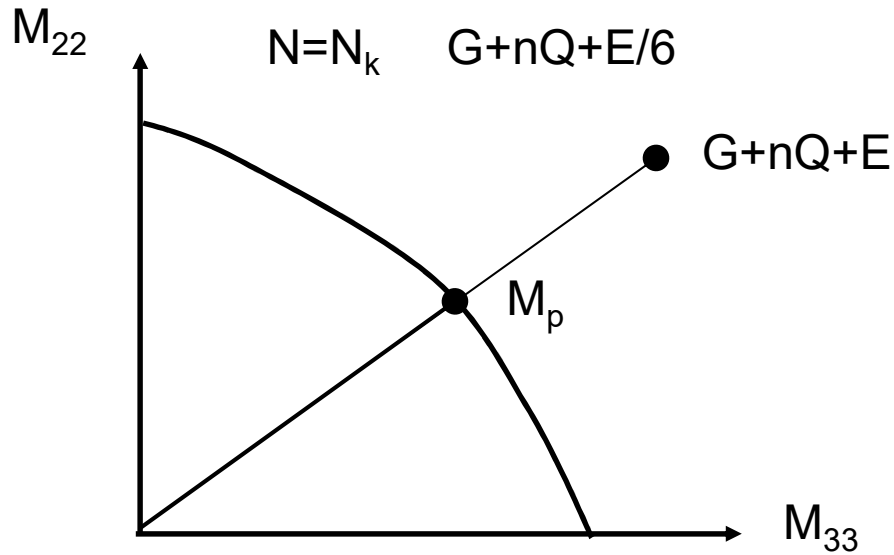
$$V_e^2 / V_r^2$$

$$\frac{V_e}{V_r} = \text{Min} \left(\frac{V_e^1}{V_r^1}, \frac{V_e^2}{V_r^2} \right)$$

Kolon Risk Tespiti

$$\frac{A_{sh}}{sb_k} (Orta), \frac{V_e}{V_r} \longrightarrow \text{Kolon Tipi A, B, C seçimi yap.}$$

$$\frac{A_{sh}}{sb_k} (Uç), \frac{N_k}{f_c A_c} \longrightarrow m_{sınır}, \left(\frac{\delta}{h}\right)_{sınır} \text{ bul}$$



Kolon üst ve alt uç için:

$$m = \sqrt{\frac{((M_{33})^2 + (M_{22})^2)}{((M_{33p})^2 + (M_{22p})^2)}}$$

$$\frac{\delta}{h} = \sqrt{\left(\frac{\delta}{h}\right)_x^2 + \left(\frac{\delta}{h}\right)_y^2}$$

Kolon Risk Tespiti

$$m < m_{sınır} \text{ ve } \frac{\delta}{h} < \left(\frac{\delta}{h} \right)_{sınır} \longrightarrow \text{Risksiz}$$

Diğer Durumlarda RİSKLİ!

Riskli elemanların taşıdığı kat kesme kuvveti kayıt edilerek kat risk değerlendirmesinde kullanılır.

Perde Risk Tespiti

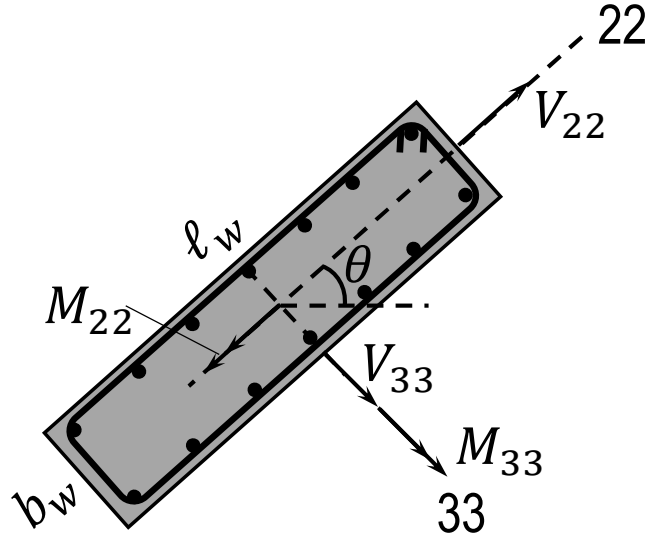
Girdi: Perde boyut ve donatılar
Tüm yük kombinasyonlarında iç kuvvetler

Çıktı: Eleman Risk Durumu

Yöntem

- Deprem Kesme Kuvveti-Kesme Kapasitesi Oranı Hesabı (V_e/V_r)
- Eğilme, Kesme durumuna göre Sınıflandırma (A/B)
- Etki Kapasite Oranı Hesabı (m)
- Sınır Değerler ($m_{\text{sınır}}$, $(\delta/h)_{\text{sınır}}$)
- Riskli Eleman Tespiti

Perde Risk Tespiti



X-Y düzlemine göre döndürülmüş perde için risk tespiti yapılması en genel durumu teşkil etmektedir.

Durum 1: R=2 analiz sonuçları ile hesap

Durum 2: Perde tabanında mafsallaşma

Durum 1: R=2 Hesabı

G+nQ+E/2 Yük Birleşimi sonuçları kullanılarak V_e/V_r değeri hesaplanır.

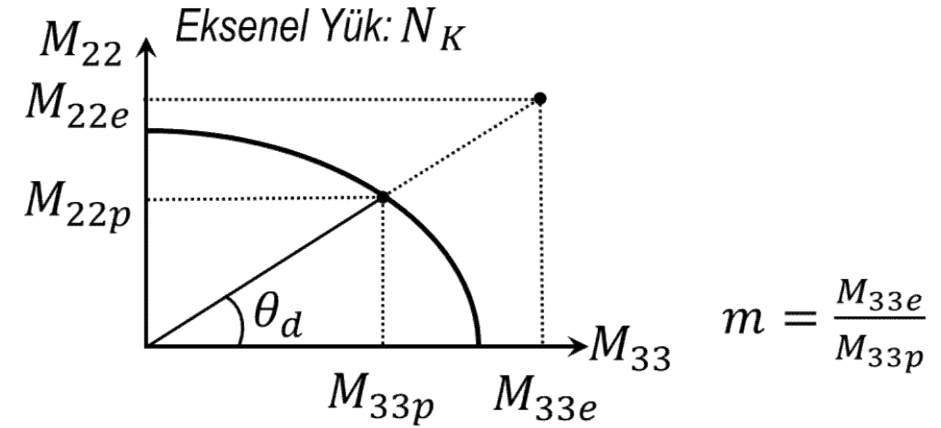
Adımlar:

- 1- Perde tabanına etki eden kesme kuvveti bileşenleri (V_{22e}, V_{33e}) analiz sonuçlarından elde edilir.
- 2- Perde kesme kapasitesi bileşenleri (V_{22}, V_{33}) hesaplanır.
- 3- V_e/V_r değeri aşağıdaki şekilde elde edilecektir.

$$\frac{V_e}{V_r} = \frac{\sqrt{(V_{22e})^2 + (V_{33e})^2}}{\sqrt{(V_{22r})^2 + (V_{33r})^2}}$$

Durum 2: Perde Alt Uç Mafsallaşması

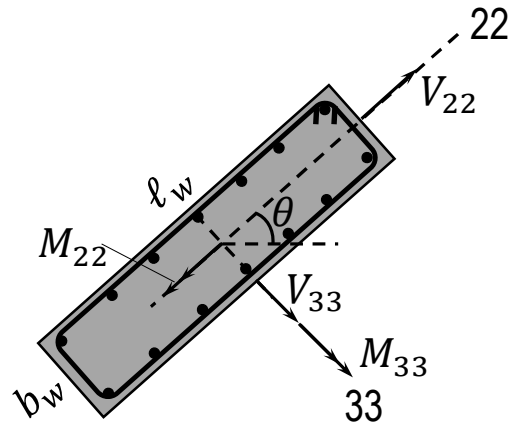
- Perde alt ucu için eksenel yük bul ($G+nQ+E/6$)
- $G+nQ+E$ analizinden (M_{22e}, M_{33e}) ve (V_{22e}, V_{33e}) bul
- 3B Etkileşim diyagramının N_k kesitinde alt ve üst uç kapasiteleri belirle
- Hesaplanan kapasitelere göre m değerini bul
- (V_{22e}, V_{33e}) kesme kuvvetini m değerine bölerek deprem kesme kuvvetini hesapla



$$\frac{V_e}{V_r} = \frac{\sqrt{V_{22}^2 + V_{33e}^2}}{\sqrt{V_{22}^2 + V_{33r}^2}}$$

V_r Hesabı (Kolonlara Benzer)

V_e doğrultusunda V_r hesabı:

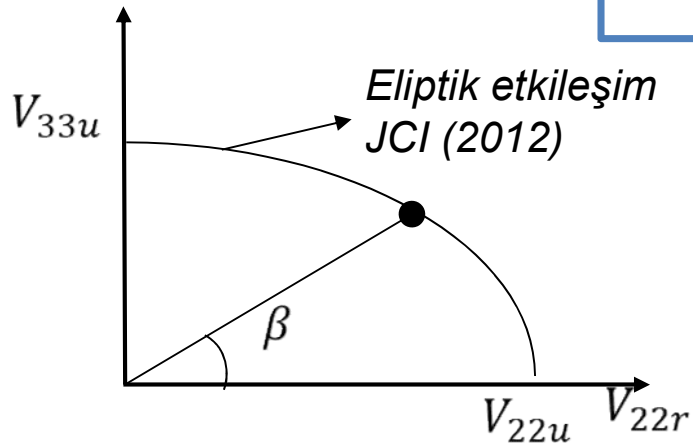


$$\left(\frac{V_{33r}}{V_{33u}}\right)^2 + \left(\frac{V_{22r}}{V_{22u}}\right)^2 = 1$$

$$V_{22u} = 0.65 f_{ctm} b_w (\ell_w - c_c) + A_{s22} f_{yw} \frac{(\ell_w - c_c)}{s_{22}} \leq 0.22 f_{cm} b_w \ell_w$$

$$V_{33u} = 0.65 f_{ctm} \ell_w (b_w - c_c) + A_{s33} f_{yw} \frac{(b_w - c_c)}{s_{33}} \leq 0.22 f_{cm} b_w \ell_w$$

$$f_{ctm} = 0.35 \sqrt{f_{cm}}$$



$$V_r = V_{22u} V_{33u} \sqrt{\frac{(V_{22e})^2 + (V_{33e})^2}{(V_{33} V_{22})^2 + (V_{33e} V_{22u})^2}}$$

Perde Sınıflandırması

R=2 Analizi

$$V_{22e}^1, V_{33e}^1$$

$$V_e^1 = \sqrt{(V_{33e}^1)^2 + (V_{22e}^1)^2}$$

$$V_{22r}^1, V_{33r}^1$$

$$V_r^1 = \sqrt{(V_{33r}^1)^2 + (V_{22r}^1)^2}$$

$$V_e^1 / V_r^1$$

Perde alt uç mafsallaşma

$$V_{22e}^2, V_{33e}^2$$

$$V_e^2 = \sqrt{(V_{33e}^2)^2 + (V_{22e}^2)^2}$$

$$V_{22r}^2, V_{33r}^2$$

$$V_r^2 = \sqrt{(V_{33r}^2)^2 + (V_{22r}^2)^2}$$

$$V_e^2 / V_r^2$$

$$\frac{V_e}{V_r} = \text{Min} \left(\frac{V_e^1}{V_r^1}, \frac{V_e^2}{V_r^2} \right)$$

Perde Başlık Bölgesi Var Kabulü

- $H_w/\ell_w > 2.0$ olan perdelerin kritik perde yüksekliği boyunca kontrol yapılacaktır. Kritik perde yüksekliği perde toplam yüksekliğinin 1/6'sından veya perde boyundan kısa olmayacaktır.
- Perde başlık bölgeleri kritik perde yüksekliği boyunca devam edecek ve her birinin plandaki uzunluğu, perdenin plandaki toplam uzunluğunun %20'sinden ve perde kalınlığının iki katından daha az olmayacaktır (Şekil E.2). Perde başlık bölgelerindeki perde kalınlığı kat yüksekliğinin 1/15'inden ve 200 mm'den az olmayacaktır.

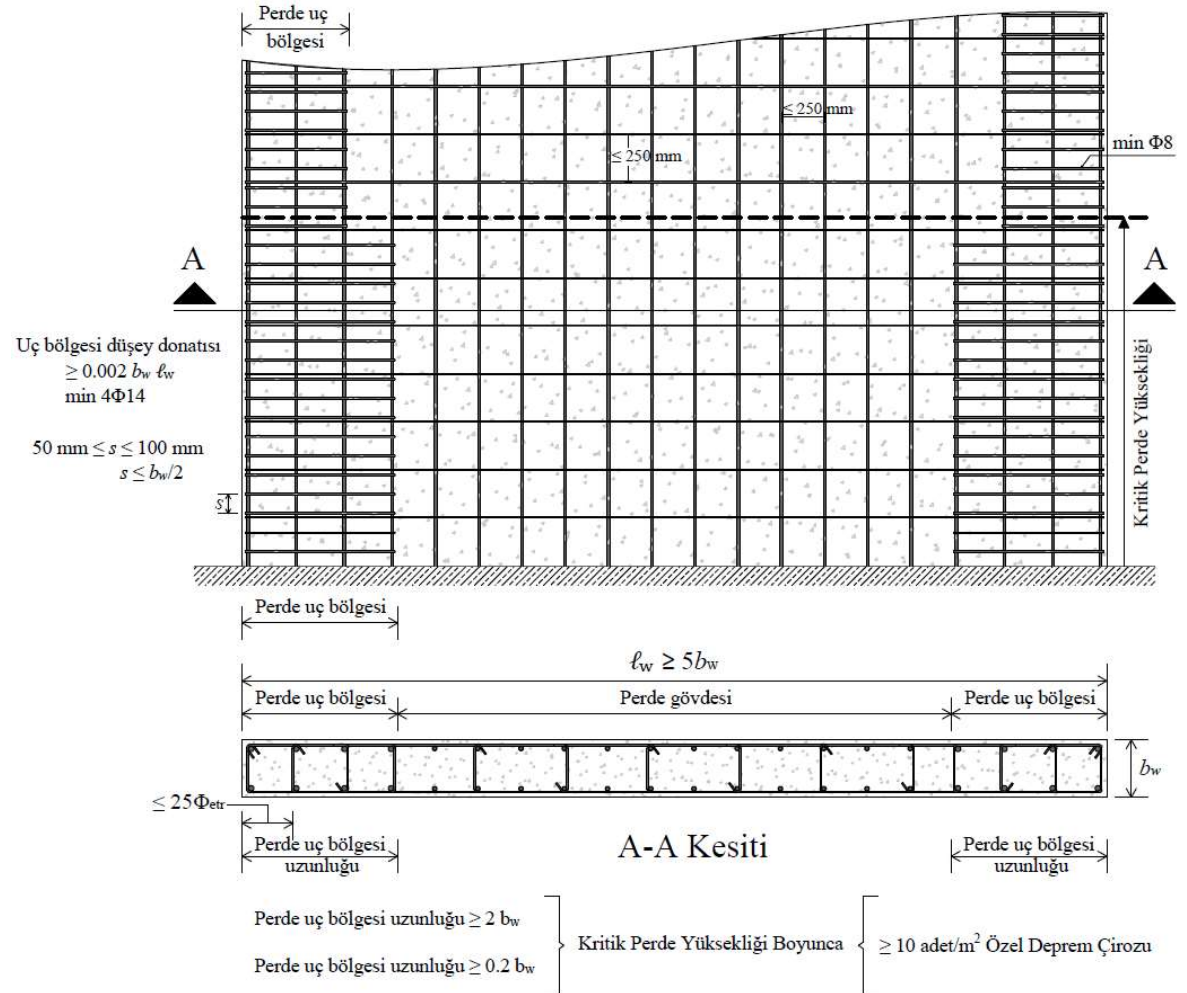
Perde Başlık Bölgesi Var Kabulü

- Perde başlık bölgelerinin her birinde, düşey donatı toplam alanının perde brüt enkesit alanına oranı 0.002'den az olmayacaktır. Perde başlık bölgelerinin her birinde düşey donatı miktarı 4Ø14'ten az olmayacaktır (Şekil E.2).
- Perde başlık bölgelerindeki düşey donatılar, etriyeler ve/veya çirozlardan oluşan enine donatılarla sarılacaktır. Başlık bölgelerinde kullanılacak enine donatının çapı 8 mm'den az olmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık etriye ve çiroz çapının 25 katından fazla olmayacaktır.

Perde Başlık Bölgesi Var Kabulü

Düşey doğrultuda etriye ve/veya çiroz aralığı perde kalınlığının yarısından ve 100 mm'den daha fazla, 50 mm'den daha az olmayacaktır.

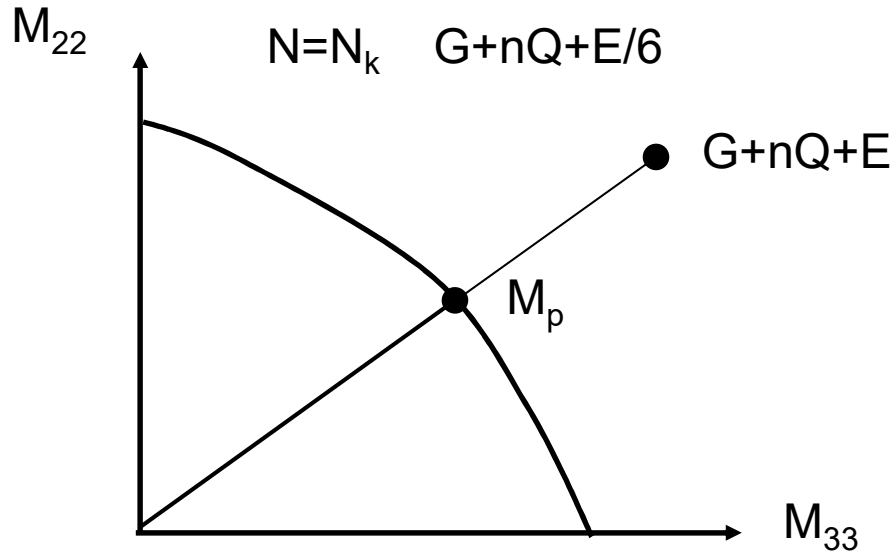
$$\frac{A_{sh}}{sb_k} \geq 0.075 f_{cm} / f_{ywm}$$



Perde Risk Tespiti

$$\frac{V_e}{V_r} \text{ ve } \frac{H_w}{L_w} \longrightarrow \text{Perde Tipi A, B seçimi yap.}$$

$$\frac{V_e}{f_{ctm} b d}, \frac{N_k}{f_c} \text{ ve } U\check{c} \text{ bölge} \longrightarrow \text{Sınır değerleri (KÖO, İKO) hesapla}$$



Kolon üst ve alt uç için:

$$m = \sqrt{\frac{((M_{33})^2 + (M_{22})^2)}{((M_{33p})^2 + (M_{22p})^2)}}$$

$$\frac{\delta}{h} = \sqrt{\left(\frac{\delta}{h}\right)_x^2 + \left(\frac{\delta}{h}\right)_y^2}$$

Perde Risk Tespiti

$$m < m_{sınır} \text{ ve } \frac{\delta}{h} < \left(\frac{\delta}{h} \right)_{sınır} \longrightarrow \text{Risksiz}$$

Diğer Durumlarda RİSKLİ!

Riskli elemanların taşıdığı kat kesme kuvveti kayıt edilerek kat risk değerlendirmesinde kullanılır.

Yeterli Perdeli Yapılarda Özel Durum

α_s : İncelenen katta perde toplam kesme kuvvetinin kat kesme kuvvetine oranı

$0.75 \geq \alpha_s \geq 0.40$ durumunun sağlandığı katlarda, incelenen perdelerin eleman kat ötelenme oranının 0.0075'den küçük ve $V_e/V_r < 1.0$ olması halinde, $m_{sınır}$ değerinin aşılması durumuna bakılmayacaktır. Bu perdelerde hesaplanan (δ/h) değerlerinin $(\delta/h)_{sınır}$ değerlerini aşması durumunda elemanın *Risk Sınırını* aştığı kabul edilecektir.

Son Söz

- Kritik kavramı kaldırılmış, inceleme katı gelmiştir.
- Röleve ve bilgi toplama işlemleri daha açık hale gelmiştir.
- Karot sayıları değişmiş, düzeltme faktörleri eklenmiştir.
- Güçlendirme elemanları için bilgi toplama ve sınır değerler ilave edilmiştir.
- Dolgu duvar etkisi kaldırılmıştır.
- Eleman sınıflandırma ve risk tespit hesapları daha açık bir şekilde anlatılmış ve programa bağlı hesap farklılığı azaltılmıştır.
- Sadece mod birleştirme yöntemi kullanılacaktır.
- Tespit tüm katlarda yapılacaktır.