

RİSKLİ YAPILARIN TESPİT EDİLMESİNE İLİŞKİN ESASLAR

Yığma ve Karma Binalar



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



ODTÜ

Özet

- Kapsam
- Yığma Binalar
 - Arkaplan bilgisi ve yapılan çalışmalar
 - Rölöve ve Bilgi Toplama
 - Modelleme
 - Hesap Yöntemi
 - Risk Tespiti
- Karma Binalar
 - Rölöve ve Bilgi Toplama
 - Modelleme
 - Hesap Yöntemi
 - Risk Tespiti

Kapsam

- Yığma Binalar: Çimento esaslı bir bağlayıcı ile Düşey Delikli Tuğla, Dolu Tuğla, Harman Tuğlası, Dolu Briket, Gazbeton, veya Taş kullanılarak duvarların oluşturulduğu binalardır.
- Karma Binalar: Aynı katta moment aktaran betonarme çerçeve ile yığma taşıyıcı sistemleri bir arada yatay yük taşıma kapasitesine katkıda bulunan veya farklı katlarında betonarme ve yığma taşıyıcı sistemler bulunan binalardır.
- Diğer Durumlar: Ahşap (ulusal bir standart veya yönetmelik ile tasarlanmış ahşap yapılar hariç), kerpiç ve taşıyıcı veya bağlayıcı özelliği olmayan malzeme ile yapılan binalarda risk tespiti 1.6 maddesine göre mühendislik raporu düzenlenerek yapılacaktır.

Kapsam

Tablo 3.1 Taşıyıcı Sistem Türüne Göre Kullanılacak Bölümler

Taşıyıcı Sistem Türü	Bina Sınıfları *		
	1	2	3
	Az Kath $H_T \leq 30$ m veya $n_s \leq 10$	Orta Kath $30 < H_T \leq 50$ m veya $10 < n_s \leq 17$	Yüksek Kath $50 < H_T$ veya $17 < n_s$
Betonarme	Bölüm 4	Bölüm 5	Bölüm 6
Yığma	Bölüm 7	Bölüm 7	Bölüm 7
Karma	Bölüm 8	Bölüm 5**	Bölüm 6**

* H_T ve n_s değerlerinin farklı bina sınıfları vermesi durumunda yüksek olan sınıfa göre tespit yapılacaktır.

** Bu binalarda sadece betonarme yapı sistemine göre modelleme ve değerlendirme yapılacaktır. Yığma elemanlar kütle ve düşey yük olarak dikkate alınacaktır.

H_T : Bodrum katlar dahil temelden en tepeye bina toplam yüksekliği

n_s : Bodrum katlar dahil temelden en tepeye bina toplam kat sayısı

RYTEİE (2013) Eksiklikleri

- Malzeme dayanım değerleri olarak DBYBHY (2007)' göre tasarım için kullanılan değerler kullanılmaktadır.
- $R=2$ analizi yapılması bina risk tespiti için uygun değildir.
- Deprem kuvveti yapı periyodundan bağımsızdır.
- Duvar etkin boyu iki boşluk arasındaki parçanın küçük boşluk yüksekliği olarak alınmaktadır.
- Duvar rijitliği sadece kayma rijitliği ile hesaplanmaktadır. Duvar kapasitesi hesaplanırken tek bir göçme şekli (kayma) dikkate alınmaktadır.
- Hesap modeli oluşturmaya uygun açıklamalar eksiktir.
- Diyafram etkisi ile ilgili açıklamalar eksiktir.
- Düzlem dışı etkiler dikkate alınmamaktadır.

Yıgma Binalar için Yapılan Araştırma Geliştirme alışmaları

Yapılan Çalışmaların Kapsamı

1- Saha Deneyleri

- Malzeme
- Yapı

2- Mevcut Malzeme Dayanımları Sınırları

3- Hesap Esasları

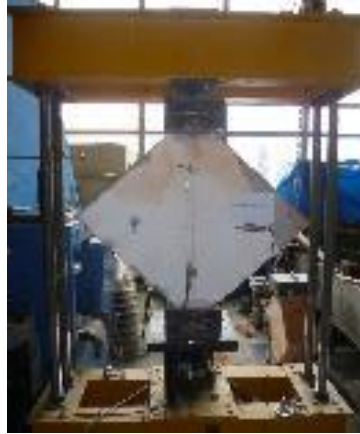
- Modelleme
- Rijitlik
- Dayanım

4- Risk Sınır Değerleri

Saha Malzeme Deneyleri

Mevcut Malzeme Dayanımını Belirlemek için alışmalar

10 Binadan Numune Alınarak Malzeme Deneyleri



Bina Deneyleri

Gerçek Bina Performansı

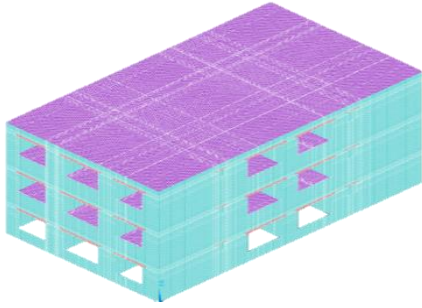
2 Tahribatlı Deney



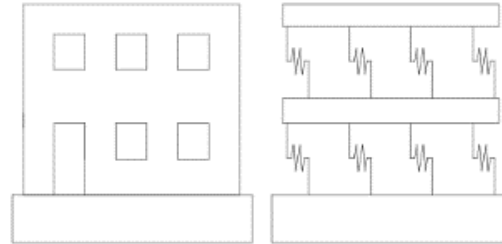
Simülasyon, Kalibrasyon, Yöntem

RYTEİE (2013)'e Yeni Öneriler

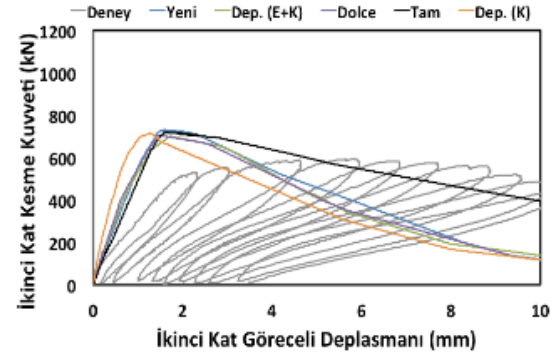
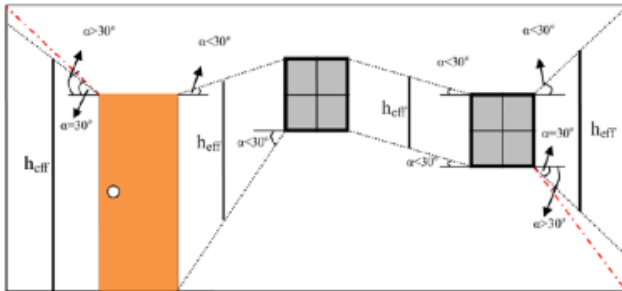
Sayısal Çalışmalar



İtme Analizi



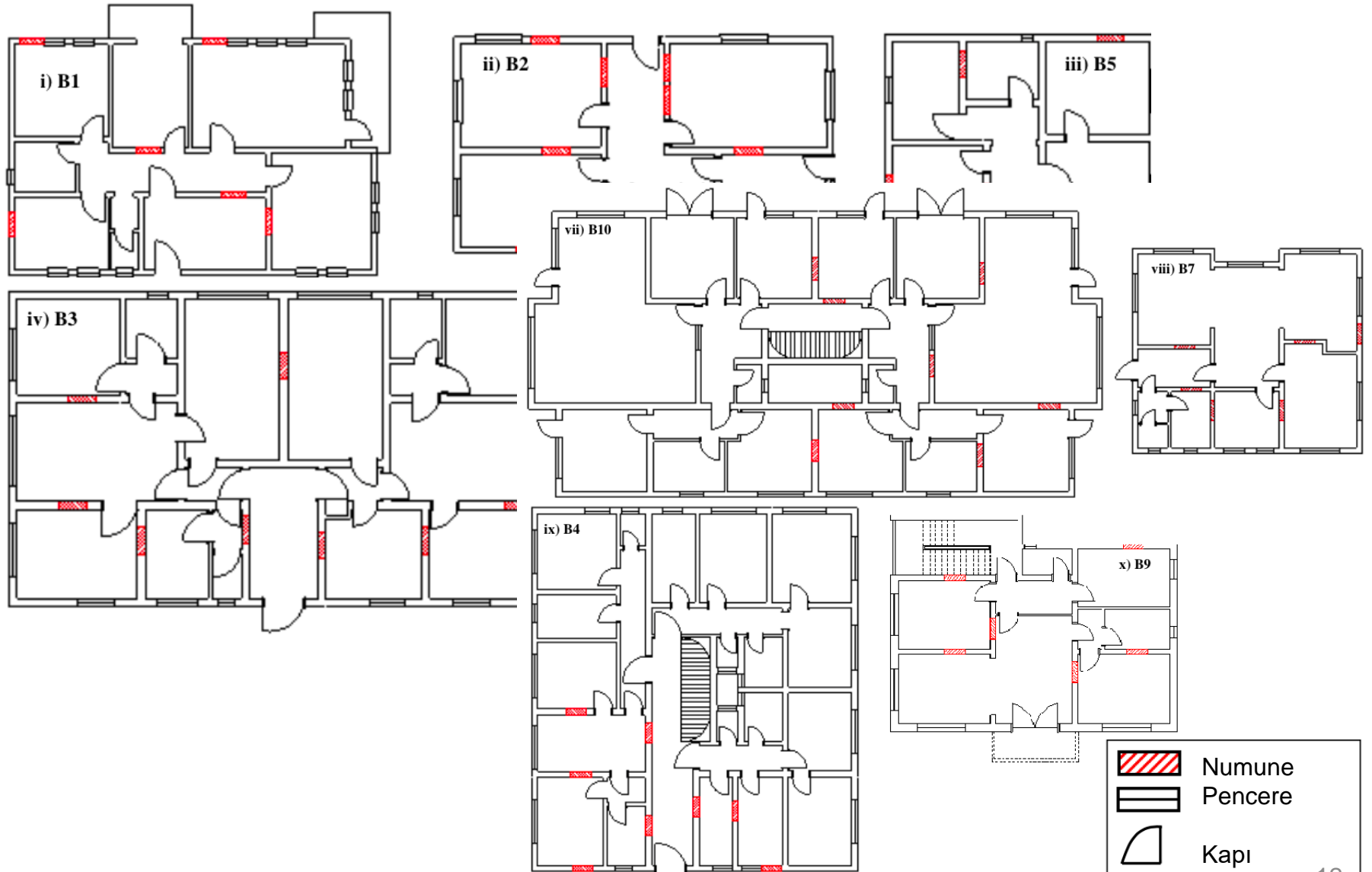
Etkin Eleman Yüksekliği



İncelenen Binalar



Bina Planları



İncelenen Bina Özellikleri

Bina Adı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Konum	Ankara	Ankara	Ankara	Ankara	Ankara	Kırşehir	Ankara	Ankara	Ankara	Ankara
İnşa Yılı	B*	1990	1950	1960	1970	1977	B	B	B	B
Yığma Eleman Tipi	Delikli Tuğla	Delikli Tuğla	Harman Tuğlası	Harman Tuğlası	Beton Briket ve Kerpiç	Dolu Beton Briket	Harman Tuğlası	Delikli Tuğla	Delikli Tuğla	Harman Tuğlası
Boşluk Oranı	0,49	0,53	-	-	0,53	-	-	0,54	0,22	-
Deprem Bölgesi	3	4	4	4	4	1	3	3	4	4
Kat Sayısı	2	2	3	3	1	2	2	2	3	3
Kat Yüksekliği (m)	2,80	2,72	2,72	2,85	2,36	3,00	2,72	2,73	3,00	2,75
Bina Plan Ölçüleri (m x m)	8,9 x 14,0	7,3 x 12,5	10,5 x 18,0	14,5 x 16,2	9,0 x 9,1	9,0 x 10,7	10,1 x 12,1	10,5 x 16,9	9,2 x 12,3	11,9 x 21,7
Duvar Tipik Kalınlığı (m)	0,20	0,23	0,27	0,26	0,22	0,27	0,25	0,28	0,23	0,26
Duvar Oranı*										
x yönü (%)	29,4	34,5	25,5	22,1	24,3	22,1	22,9	25,4	31,1	26,3
y yönü (%)	24,5	21,0	23,0	32,5	30,7	31,0	23,9	27,3	19,0	17,0
Ortalama Sıva Kalınlığı*** (cm)	3,5	4,6	6,0	4,6	3,5	7,4	4,8	3,1	4,2	5,4
Belirlenen Ön Hasar Durumu	-	Kılcal Çatlaklar	-	-	-	-	-	-	-	-

*: Bilinmiyor, **: Bir yöndeki toplam duvar uzunluğunun bina plan alanine oranı,

***: Her iki taraftaki toplam sıva kalınlığı ölçülmüş ve ortalama sıva kalınlığı olarak not edilmiştir.

Numune Alımı ve Deneyler



Diyagonal Çekme

Basınç

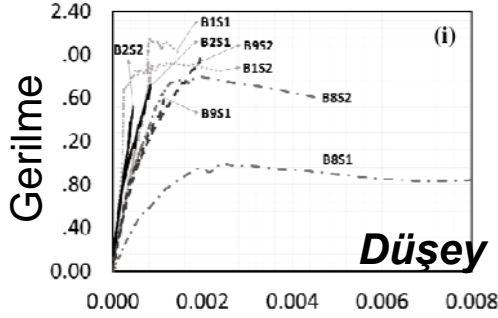
Kayma



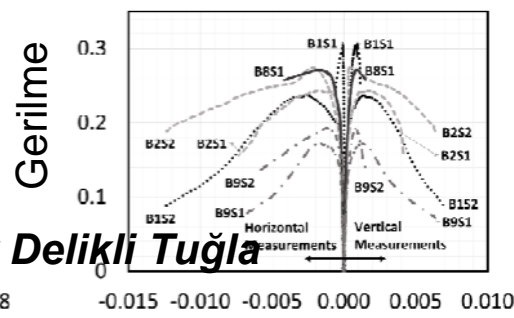
(a)

Deneyler

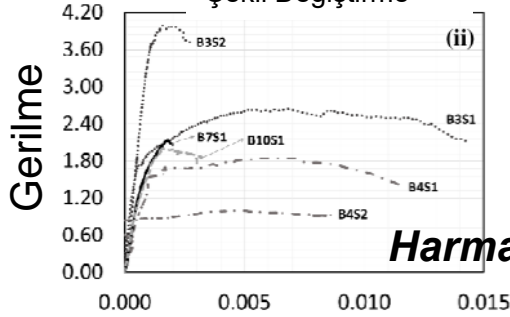
EKSENEL BASINÇ



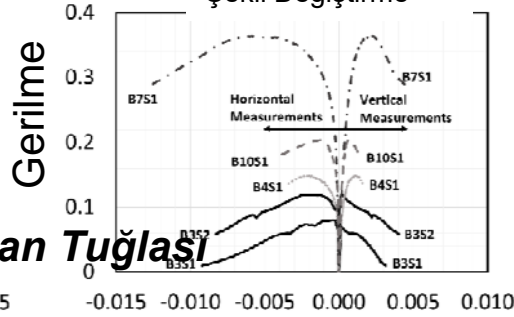
DIYAGONAL ÇEKME



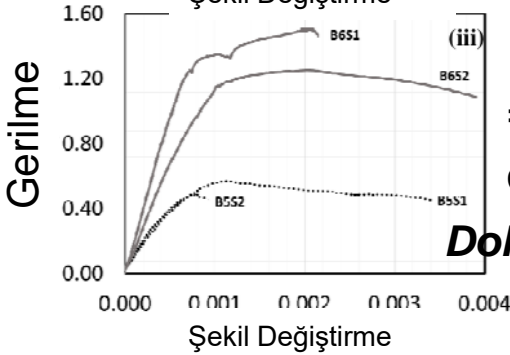
Şekil Değişirme



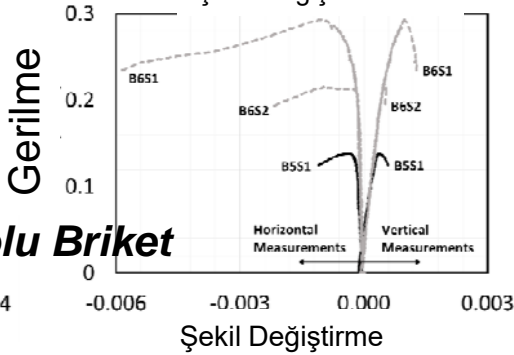
Şekil Değişirme



Şekil Değişirme



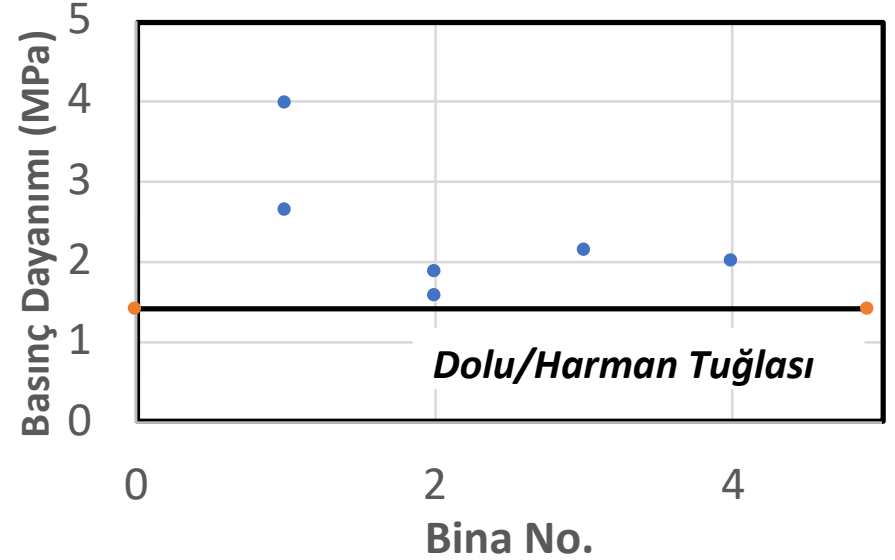
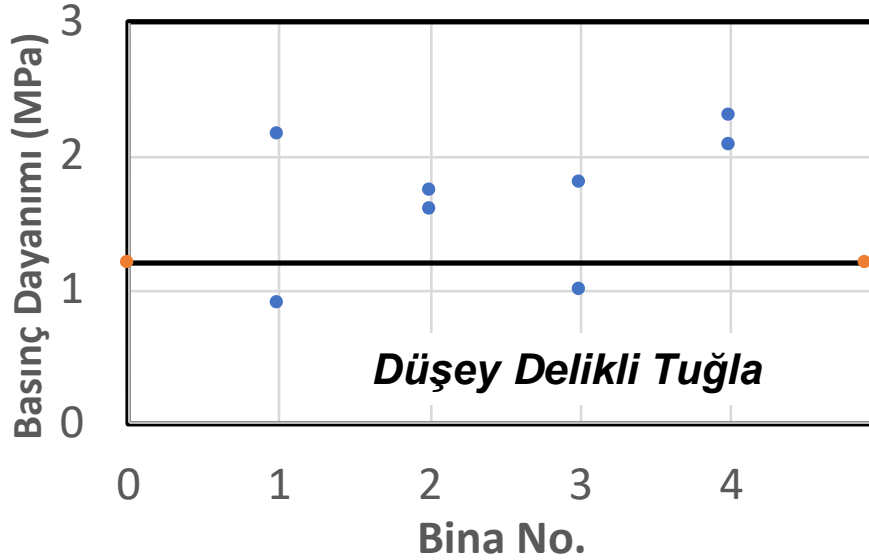
Şekil Değişirme



Bina Malzeme Özellikleri

Deney		Bina 1	Bina 2	Bina 3	Bina 4	Bina 5		Bina 6	Bina 7	Bina 8	Bina 9	Bina 10	
Malzeme		Delikli Tuğla	Delikli Tuğla	Harman Tuğlası	Harman Tuğlası	Dolu Briket	Kerpiç	Dolu Briket	Harman Tuğlası	Delikli Tuğla	Delikli Tuğla	Harman Tuğlası	
Elastisite Modülü (MPa) (ortalama)		1864	3509	3862	2191	903	791	1694	2232	1451	1675	2729	
Elastisite Modülü (MPa) (1. numune)		2282	3236	4010	2725	838	582	2006	2232	842	1775	2729	
Elastisite Modülü (MPa) (2. numune)		1446	3783	3714	1657	968	1000	1381	*	2060	1574	*	
Basınç Dayanımı (MPa)	Duvar yük taşıma yönüne paralel	1	2,15	1,74	2,65	1,55	0,57	0,52	1,51	2,14	1,00	2,08	2,00
		2	0,90	1,60	3,98	1,85	0,49	0,47	1,25	*	1,8	2,30	*
	Duvar yük taşıma yönüne dik	3	0,93	1,43	1,08	1,00	*	*	0,95	*	*	1,19	*
		4	*	1,71	0,97	0,95	*	*	1,30	*	*	1,30	*
Diyagonal Çekme Dayanımı (MPa)		1	0,31	0,24	0,08	0,15	0,14	0,12	0,29	0,36	0,27	0,17	0,20
		2	0,24	0,27	0,12	*	*	*	0,22	*	*	0,19	*
Kayma Dayanımı (MPa)		1	0,09	0,14	0,20	0,06	*	*	0,19	0,09	0,19	0,09	0,21
		2	0,23	0,21	0,35	0,09	*	*	0,17	0,18	0,15	0,11	0,19
Boşluk oranı		0,49	0,53	-	-	0,53	-	-	-	0,54	0,22	-	
Özgül Ağırlık (kN/m ³)		11,96	11,54	17,01	15,85	10,18	18,51	14,11	20,3	10,86	14,93	19,91	

Basınç Dayanımı

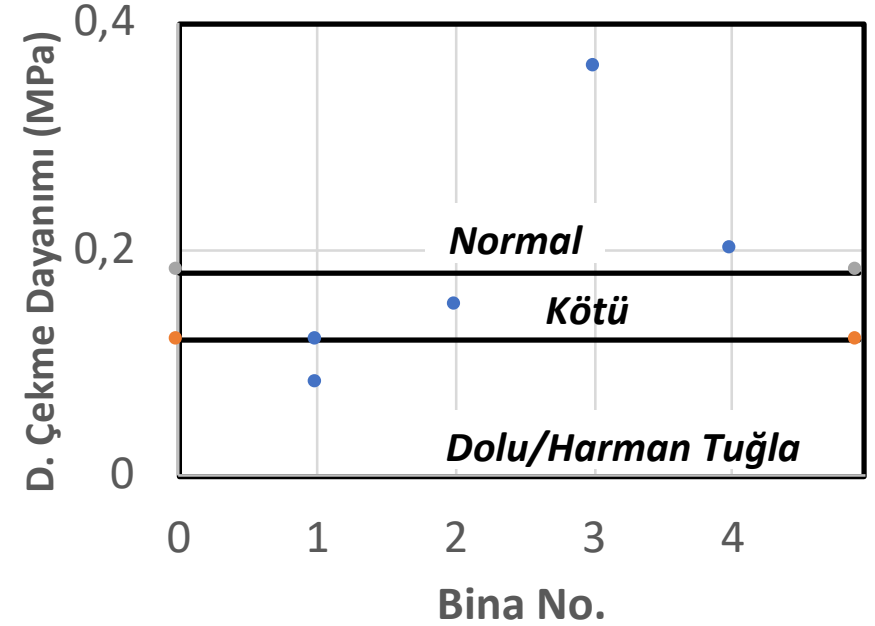
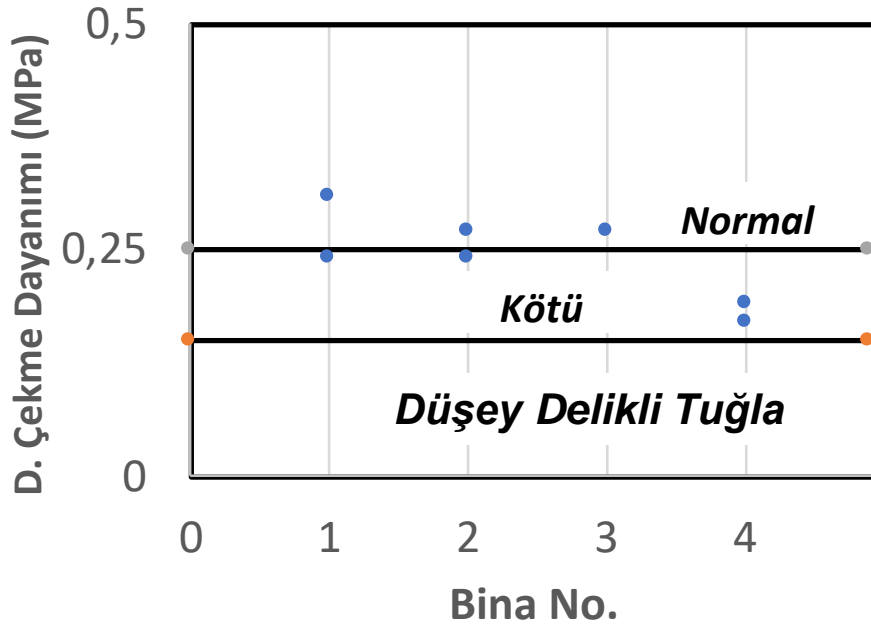


Dolu Briket: 1.25-1.50 MPa (1 Bina), Öneri: 1.2 MPa

Gazbeton: 1.5-4 MPa (Lab Deney, Nem!!), Öneri: 1.0 MPa

Taş Duvar: 0.5 MPa (DBYBHY 2007)

Diyagonal Çekme Dayanımı

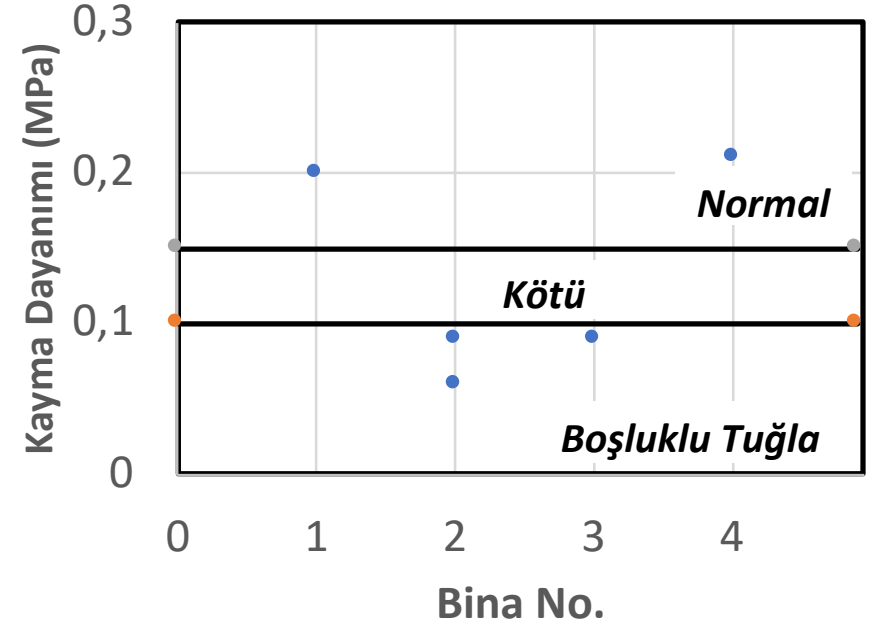
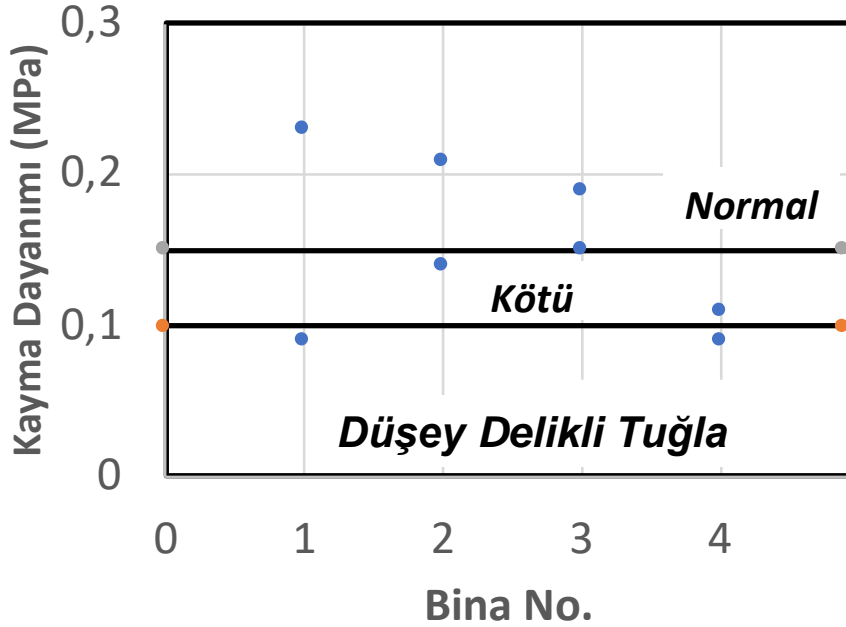


Dolu Briket: 0.2-0.3 MPa (1 Bina), Öneri: 0.15/0.25 MPa

Gazbeton: 0.2-0.6 MPa (Lab Deney, Nem!!), Öneri: 0.12/0.20 MPa

Taş Duvar: 0.06/0.10 MPa (DBYBHY 2007)

Kayma Dayanımı



Dolu Briket: 0.17-0.20 MPa (1 Bina), Öneri: 0.12/0.18 MPa

Gazbeton: 0.4-0.9 MPa (Lab Deney, Nem!!), Öneri: 0.12/0.18 MPa

Taş Duvar: 0.06/0.10 MPa (DBYBHY 2007)

Bulunan Değerlerin DBYBHY ile Kıyaslanması

Özellikler	Malzeme Tipi					
	Düşey Delikli Tuğla		Harman Tuğlası		Dolu Briket	
	Bina No. 1,2, 8, 9*	DBYBHY (2007) ⁺⁺⁺	Bina No. 3, 4, 7, 10	DBYBHY (2007) ⁺⁺⁺	Bina No. 5, 6 ^{***}	DBYBHY (2007) ^{****}
Basınç Dayanımı (MPa)	0.9-2.3	1.0-2.0 ^{**}	1.5- 4.0, (0.95, 1.1) ⁺⁺	1.6	0.57, 0.49, 1.51 ^{***} , 1.25 ^{***} (0.95, 1.3) ⁺⁺	1.6
Kayma Dayanımı (MPa)	0.09- 0.23	0.24-0.50 ⁺	0.06-0.35	0.30	0.19, 0.17	0.40
Diyagonal Çekme Dayanımı (MPa)	0.17-0.31	Yok	0.08- 0.36	Yok	0.14- 0.29	Yok

*: Bina 1,2,8 ve 9 boşluk oranları sırası ile 0.49, 0.53, 0.54, 0.22'dir.

** : Delik oranı sınır değerleri %35, %45'tir.

***: Bina 5 ve 6 sırası ile boşluklu briket ve dolu briketdir.

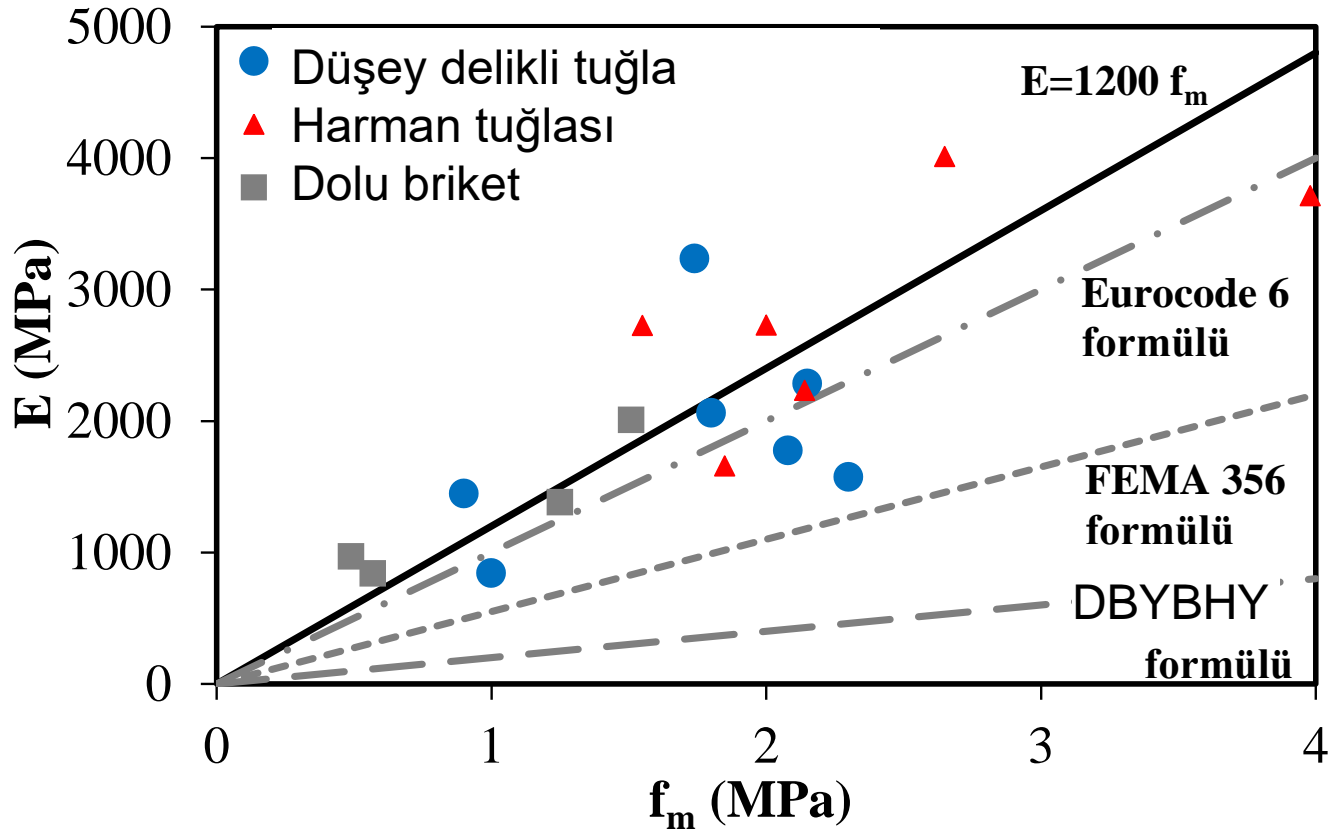
****: Sadece dolu briket için sayısal veriler sunulmaktadır.

† : Delik oranı sınır değeri %45'tir.

++ : Duvar yük taşıma yönüne dik dayanım değerleridir.

+++ : DBYBHY Tablo 5.3 ve 5.5'de verilen değerler emniyet gerilmesi olup bu değerler dayanım değerlerine dönüştürülürken emniyet gerilme değerleri iki ile çarpılmıştır.

Elastisite Modülü



Malzeme Dayanımı ile İlgili Önemli Bulgular

- Basınç dayanımı DBYBHY (2007)'den farklılık göstermektedir.
- Kayma dayanımı emniyet gerilmelerinden daha düşük olabilmektedir.
- Kayma dayanımı ve diyagonal çekme dayanımı basınç dayanımı ile korelasyon göstermemektedir.
- Elastisite modülü DBYBHY (2007)'den oldukça farklıdır.
- Malzeme dayanım değerleri özellikle yüksek deprem tehlikesi için belirleyici olabilmektedir.

Etkin Rijitlik ile İlgili Çalışmalar

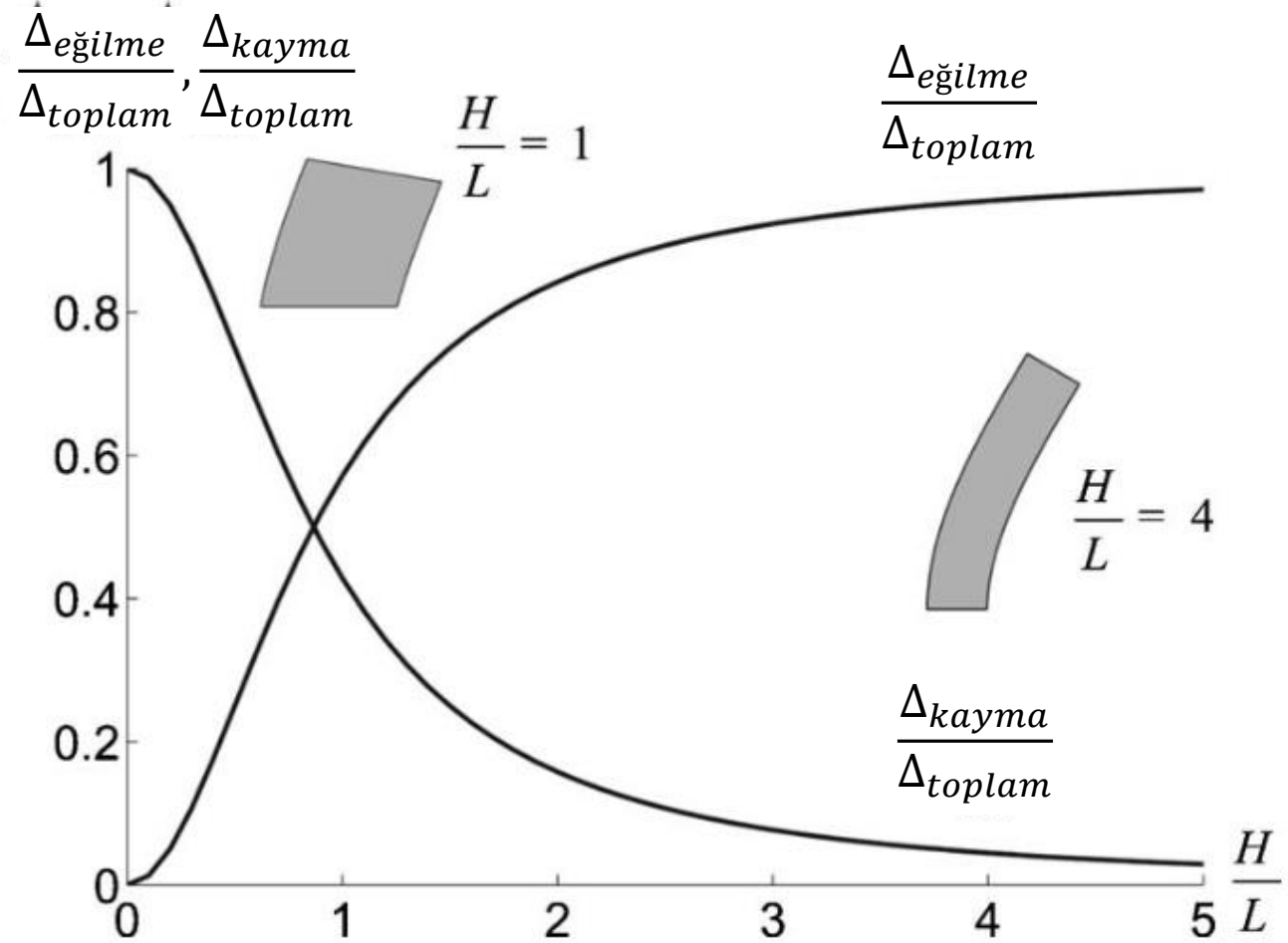
İncelenen Rijitlik Modelleri

- DBYBHY (2007) Bölüm 5 Yöntemi
- Eğilmeyi Dikkate Alan DBYBHY (2007) Yöntemi
- Dolce Yöntemi
- Tam Boy Modeli
- Moon (2006) Modeli

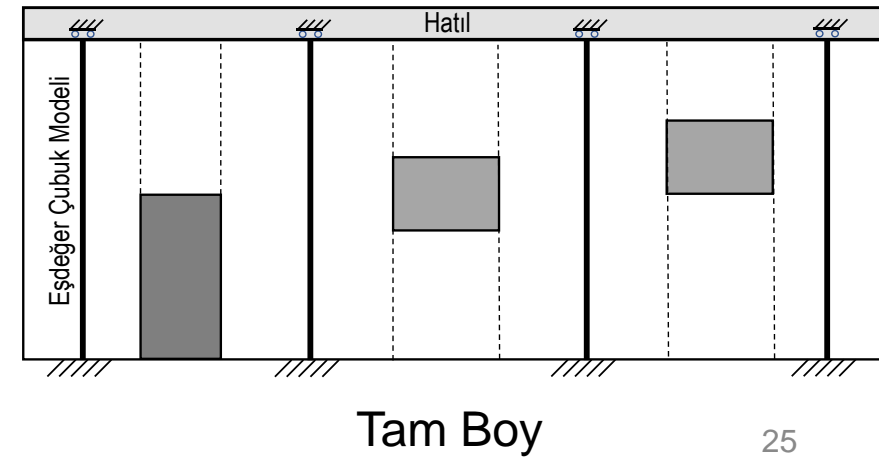
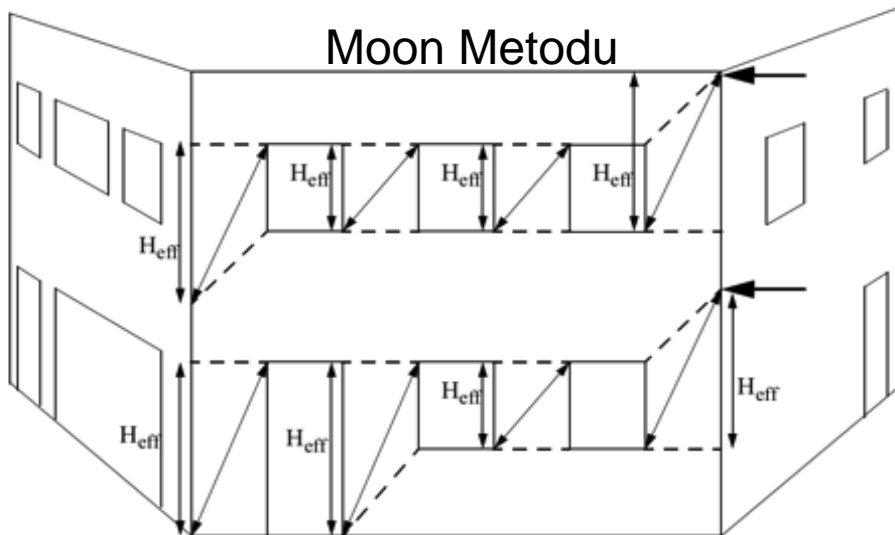
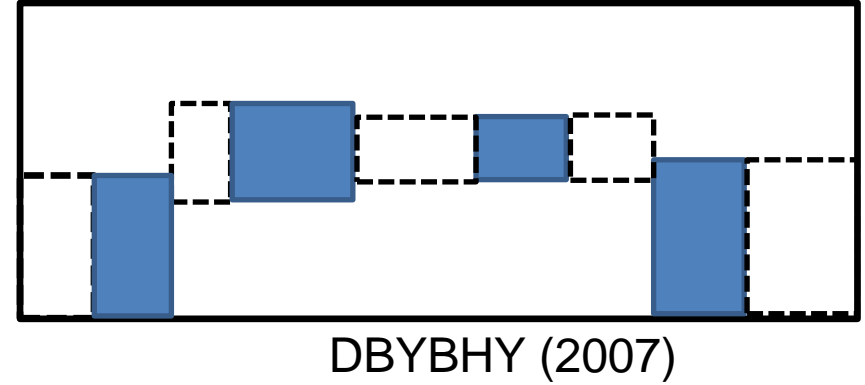
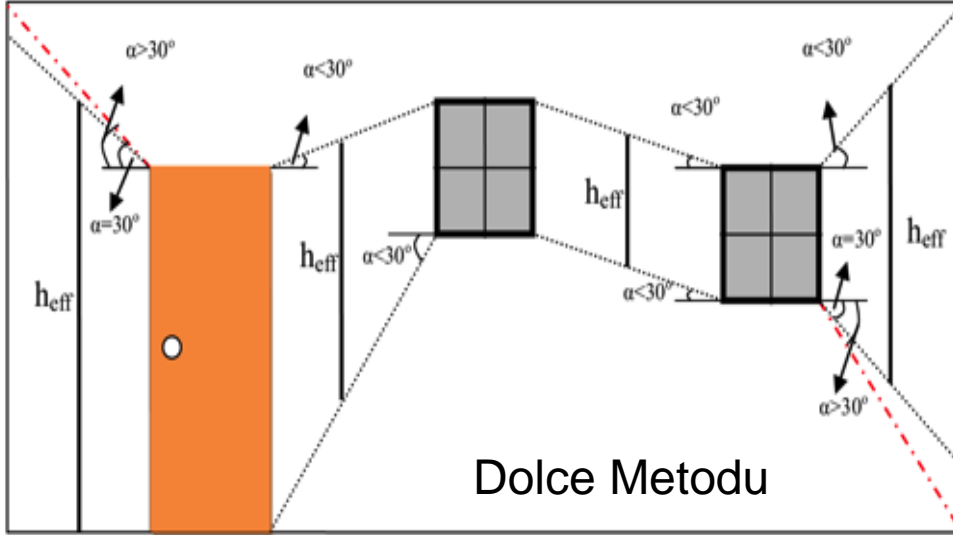
Kayma ve Eğilme Deformasyonları

$$k = \frac{1}{\left[\frac{H_d^3}{12(EI)_m} + \frac{1.2H_d}{GA_m} \right]}$$

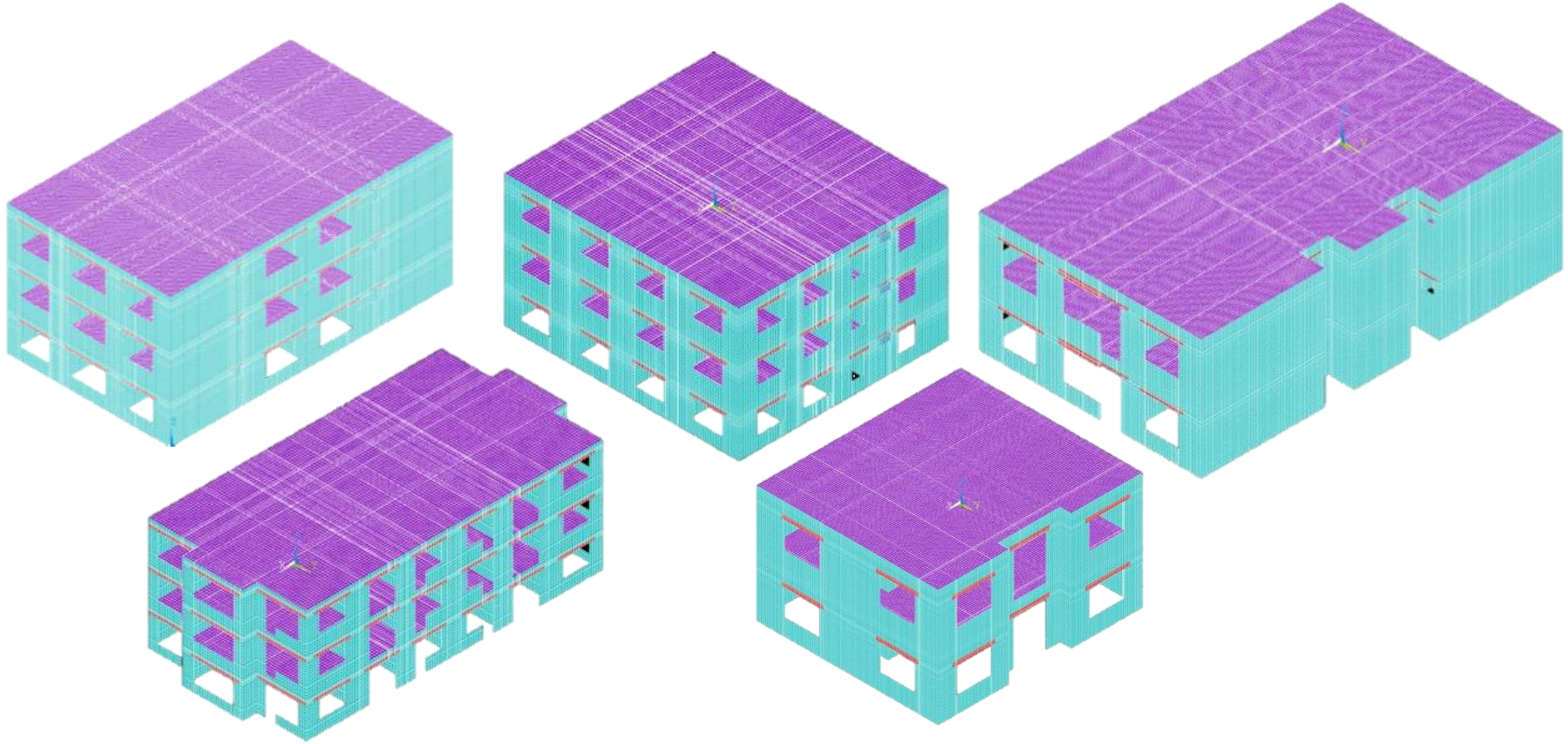
↓ ↓
Eğilme Kayma



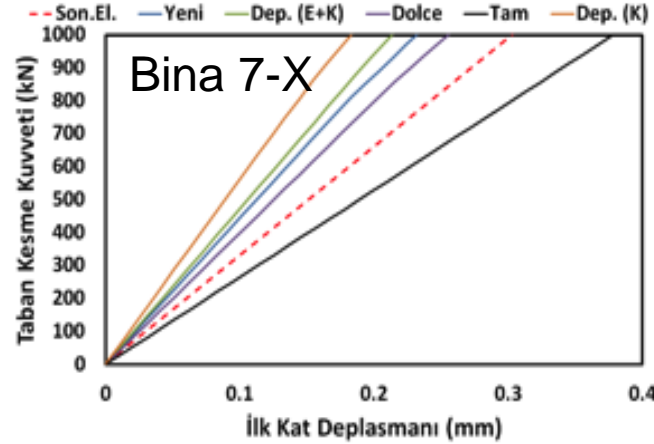
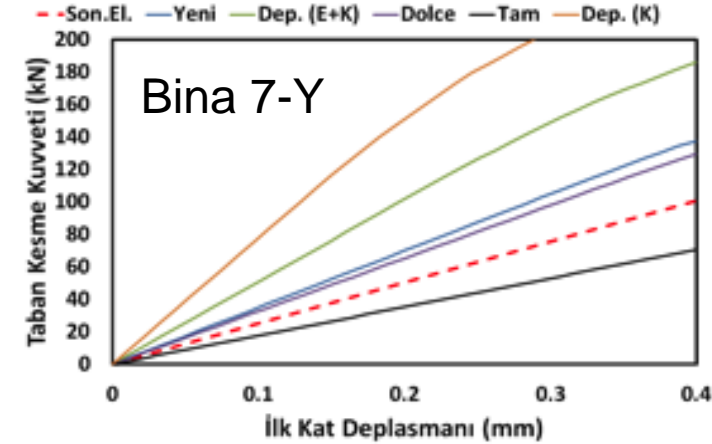
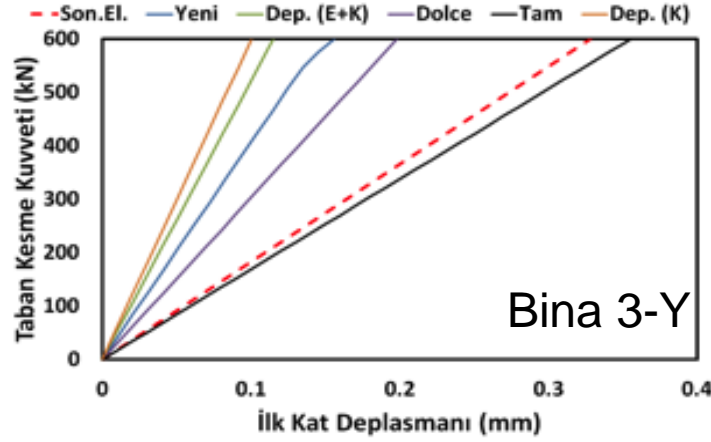
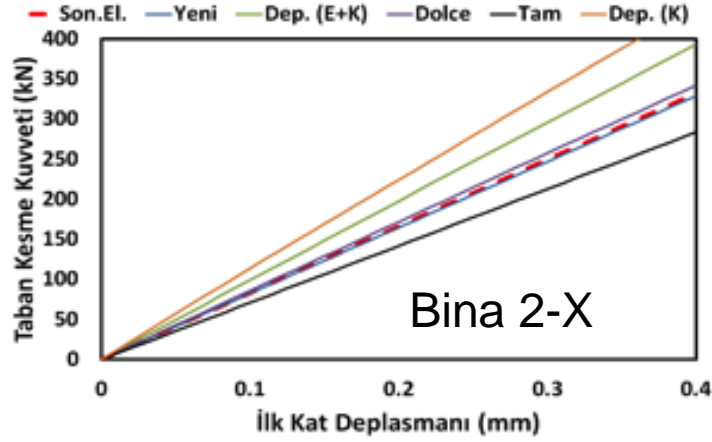
Rijitlik için Yöntemler



Sonlu Eleman Modelleri



Rijitlik Karşılaştırmaları



Tüm analizler birinci mod ile uyumlu yatay yükler ile gerçekleştirilmiştir.

X ve Y yönleri için analizler ayrı ayrı yapılmıştır.

10 Bina X-Y Yönü Rijitlik Tahmini

Yöntem	Duvar Parçaları İki Ucunda Ankastre		Duvar Mesnet Koşulları Duvar Deneyleri ile Kalibre Edilmiş*	
	X Yönü Ortalama Hata	Y Yönü Ortalama Hata	X Yönü Ortalama Hata	Y Yönü Ortalama Hata
Moon	58%	74%	44%	41%
Dep. (E+K)	106%	129%	52%	62%
Dolce	29%	52%	15%	25%
Tam Boy	22%	25%	22%	18%
Dep. (K)	157%	182%	156%	167%

*: Tam Boy Ankastre, Dep Konsol, Dolce ankastre ve konsol arası olarak alınmıştır.

Etkin Rijitlik ile İlgili Önemli Bulgular

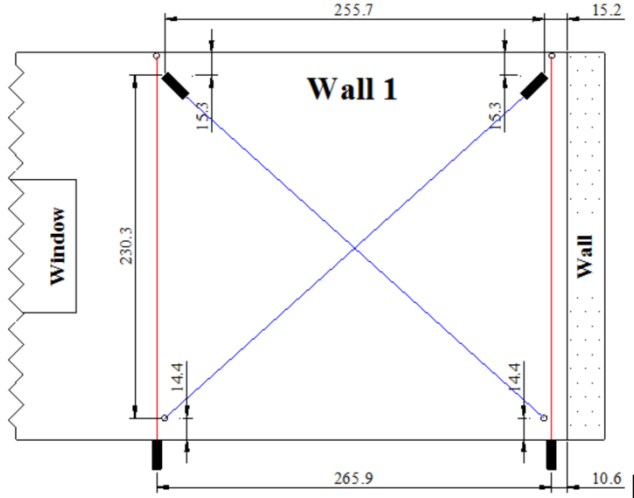
- DBYBHY (2007)'de verilen etkin rijitlik simülasyon ve deney sonuçlarına göre aşırı güvenli tarafta kalmaktadır.
- DBYBHY (2007)'de verilen etkin rijitlik boşluklar arası duvar parçaları için doğru istemler vermemektedir.
- Etkin rijitlik tahmininde Dolce ve Tam Boy metotları en az hatayı vermiştir.
- Kesinlik ve pratiklik açısından boşluklar arasında kalan duvar parçalarının rijitliklerinin hesabı ankastre mesnet, eğilme ve kayma deformasyonlarının dikkate alınması ile yapılabilir.

Gerçek Bina Deneyleri

Bina Performansı: Deney 1



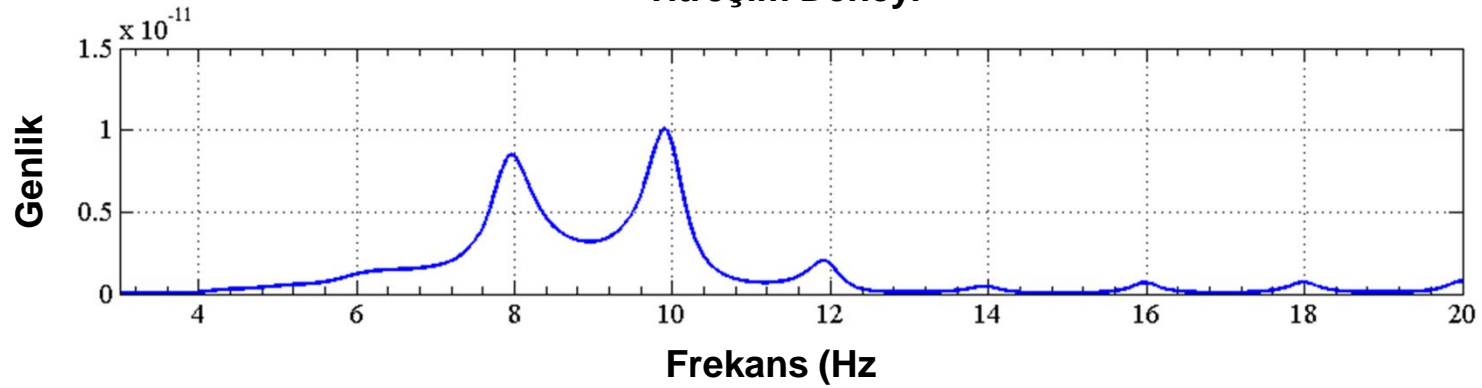
Ölçüm Sistemleri



Temel Titreşim Periyodunun Belirlenmesi



Titreşim Deneyi



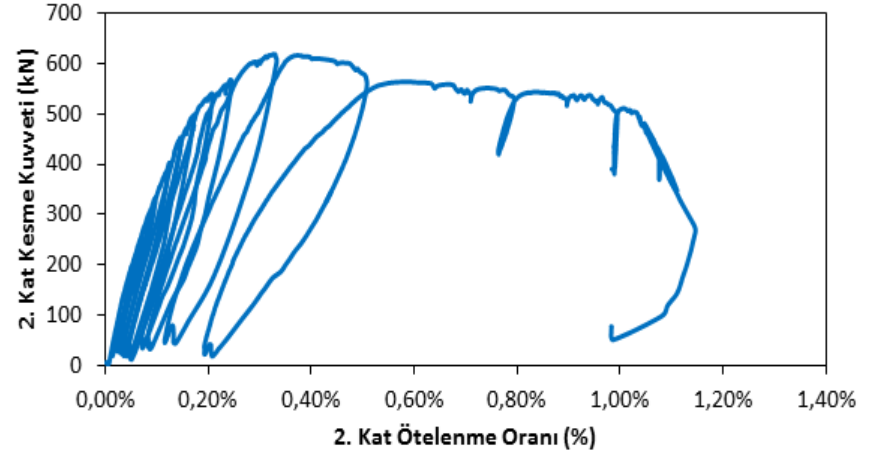
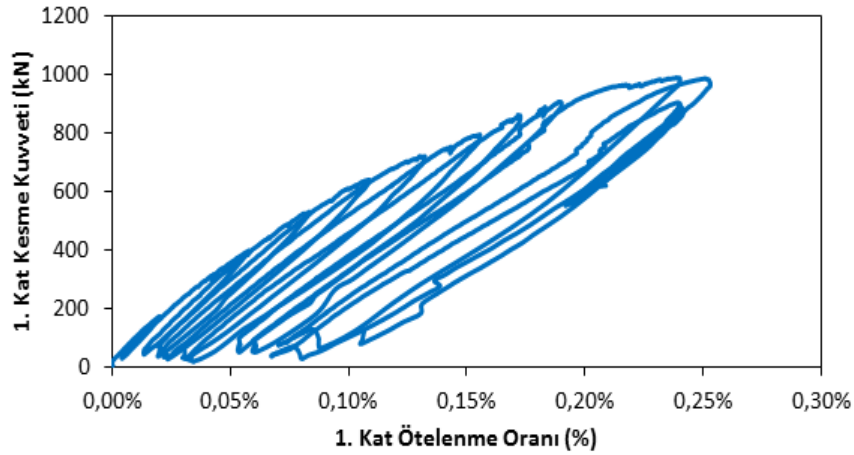
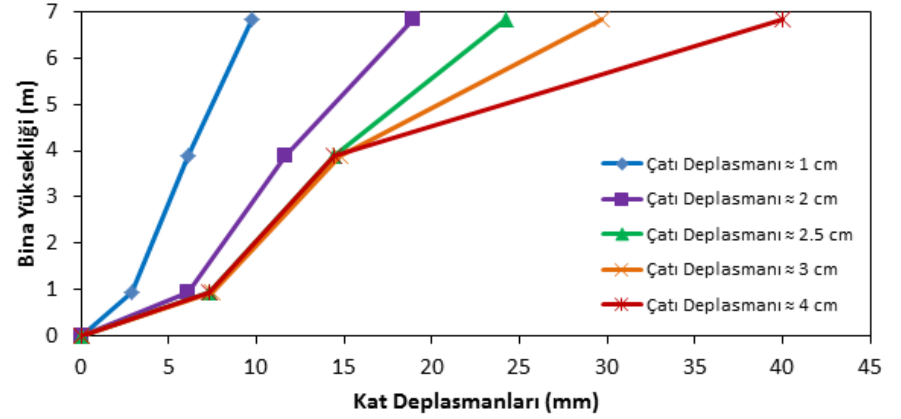
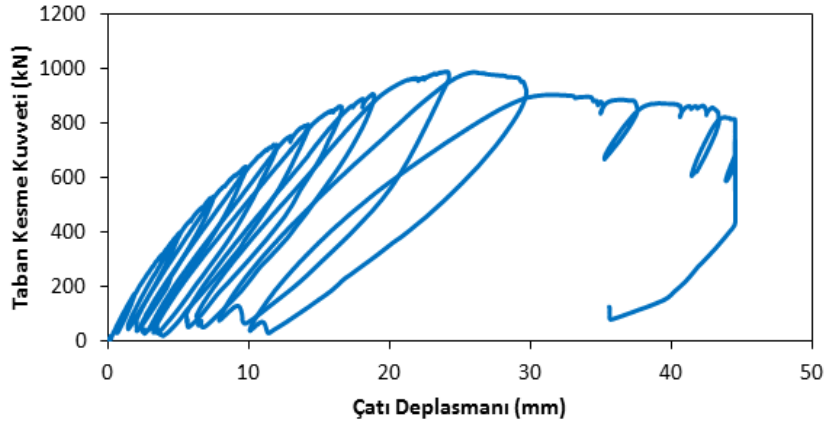
Göçmeye Yakın Duruma Kadar Yükleme



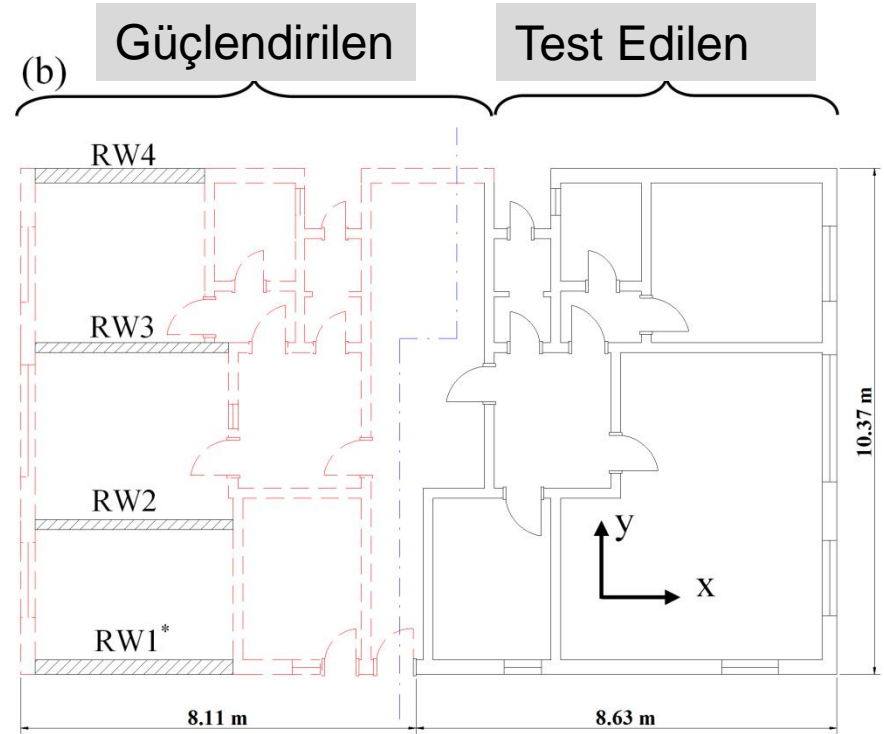
Gözlemlenen Hasar



Yük-Deplasman Sonuçları



Bina Performansı: Deney 2



Yükleme Sistemi

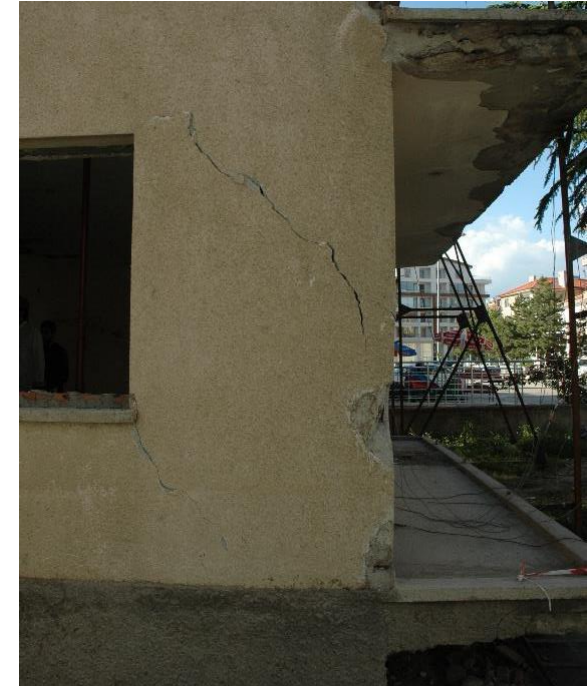


1. Kat

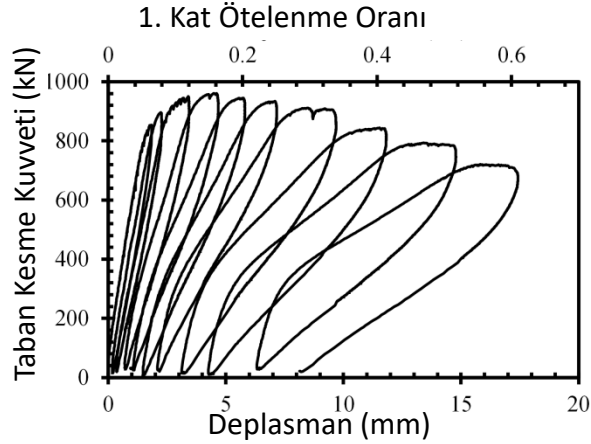


2. Kat

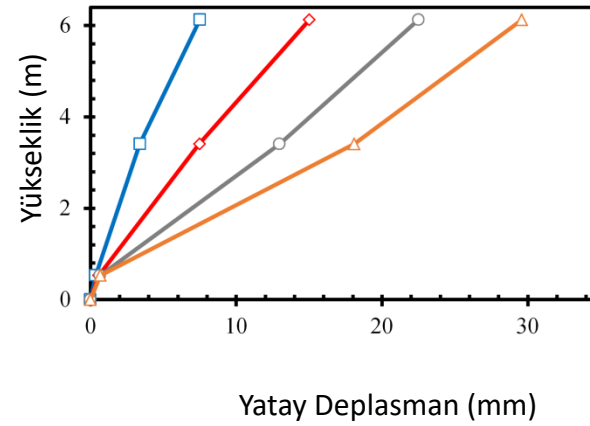
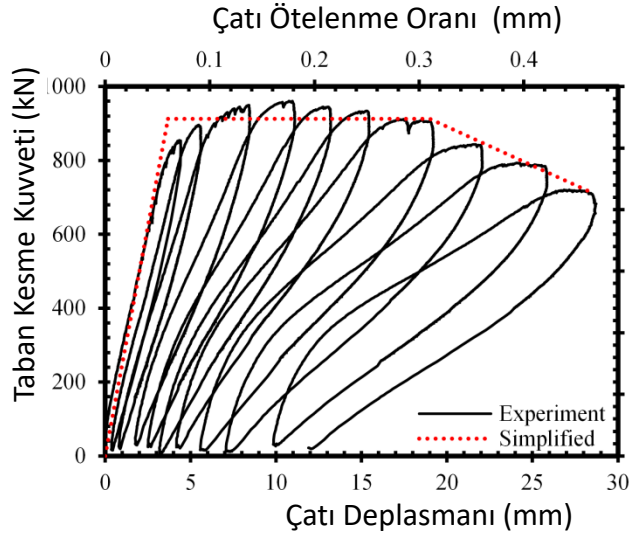
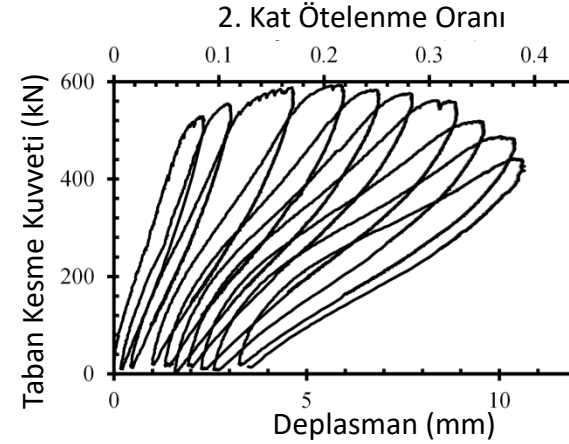
Gözlemlenen Hasar



Yük-Deplasman İlişkisi



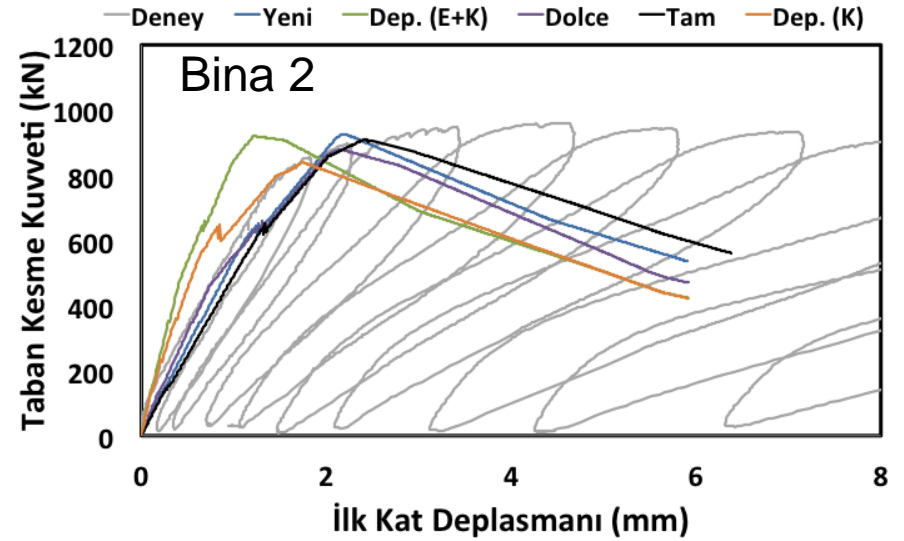
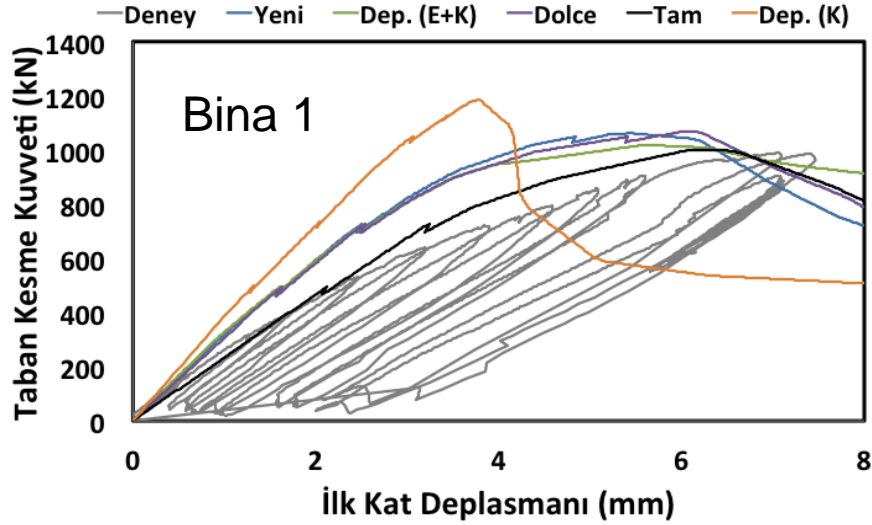
(a) I



Saha Deneylerinden Öğrendiklerimiz

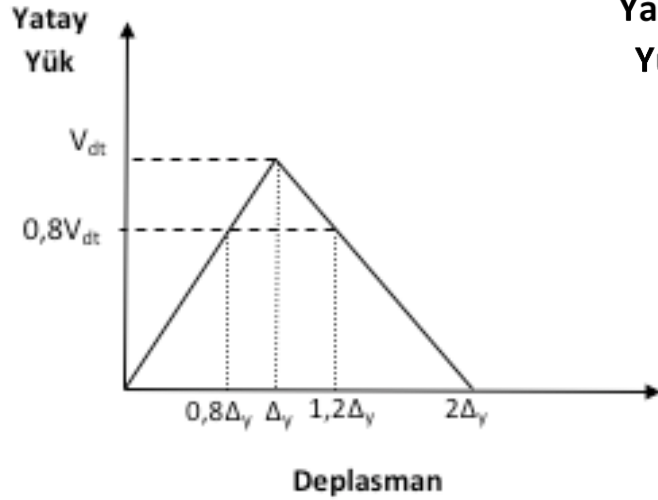
- %0.2-0.4 kat ötelenme oranında ağır hasar gözlemlendi.
- Kritik kat ikinci katta da oluşabilir.
- Duvar göçmesi (narin duvarlarda dahi) genellikle diyagonal çekmedir.
- %15 kapasite kaybında deplasman sünekliği 3.5-4 civarındır.
- Hatıl bulunmaması kayma göçmesine sebep olmuştur. Bu göçme şekli göreceli olarak sünektir.

Elastik Ötesi Analizlerin Doğrulaması

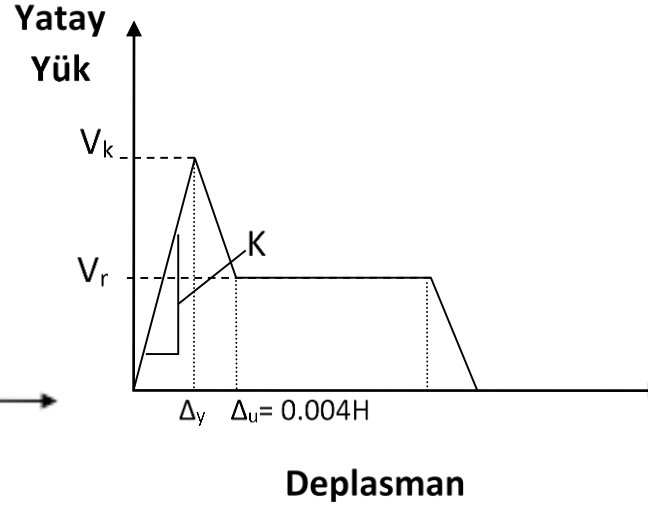


Tam boy rijitlik modeli ile deneysel bina rijitliği yeterli bir şekilde tahmin edilebilmiştir.

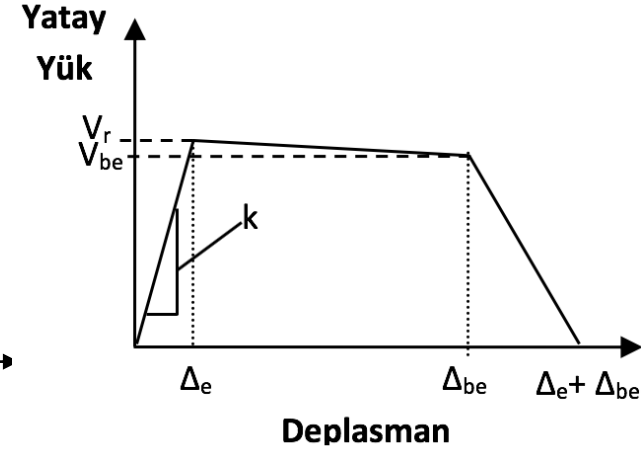
Kullanılan Modellere Göre m Değerleri



Diyagonal Çekme
Sınırlı Süneklik
 $m_{sınır} = 1.0$



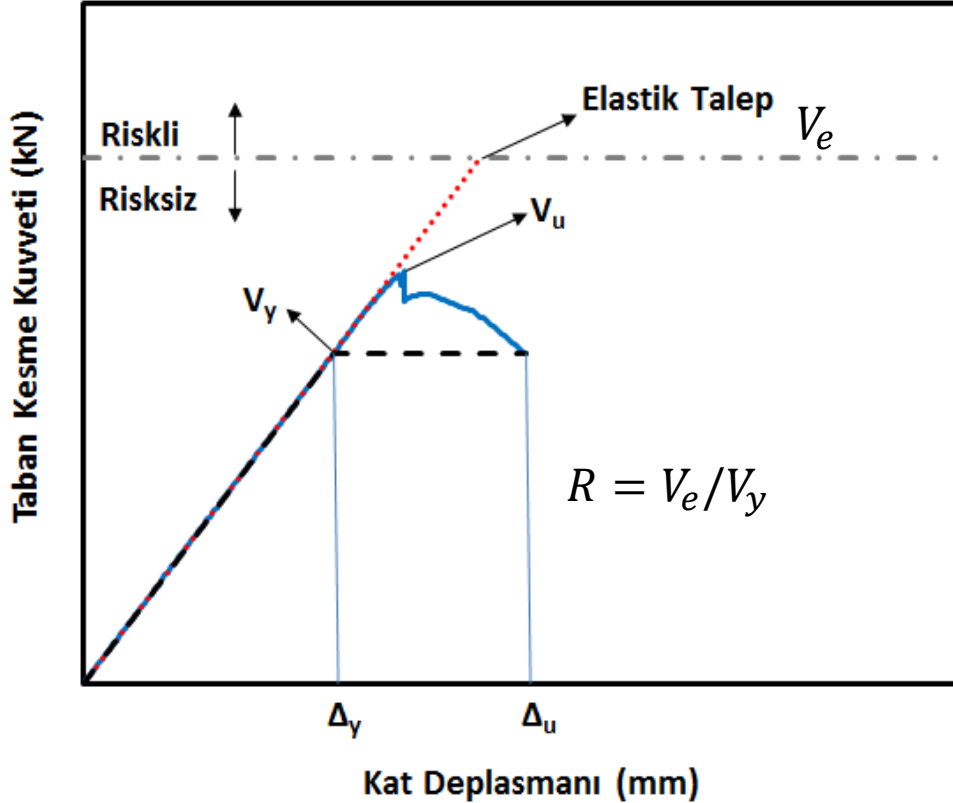
Kayma
Süneklik Var
 $\mu = \frac{\Delta_u}{\Delta_y} \approx 2.75$
Eş değer Enerji
 $m_{sınır} = 2.0$



Eğilme
Süneklik Var
 $\mu = \frac{\Delta_u}{\Delta_y} \approx 4$
Eş değer Enerji
 $m_{sınır} = 3.0$

Riskli Bina Tespiti için Aşılma Sınır Değeri

Binaya V_e uygulandığında riskli elemanların taşıdığı kesme kuvvetinin taban kesme kuvvetine oranı riskli bina kesme kuvveti sınır değerini verir.



$$\mu = \frac{\Delta_u}{\Delta_y}$$

$$R = \sqrt{2\mu - 1}$$

10 Bina için:

- 1- İtme Analizi
- 2- Süneklik
- 3- Eşdeğer R değeri
- 4- Elastik Talep için Risk Tespiti
- 5- Aşılma Oranı

Aşılma Oranı

	DBYBHY 2007		RYTEİE (2013)		RYTEİE (2019)	
	+X Yönü	+Y Yönü	+X Yönü	+Y Yönü	+X Yönü	+Y Yönü
Bina 1	% 58.8	% 83.4	% 58.8	% 83.4	58.4 %	41.0 %
Bina 2	% 39.9	% 19	% 39.9	% 20.0	34.3 %	61.6 %
Bina 3	% 9.3	% 0.0	% 9.3	% 0.0	86.1 %	89.3 %
Bina 4	% 65.7	% 100.0	% 65.7	% 100.0	83.6 %	84.7 %
Bina 5	% 80.9	% 66.6	% 80.9	% 66.6	33.9 %	79.4 %
Bina 6	% 52.7	% 66.9	% 52.7	% 66.9	85.1 %	69.8 %
Bina 7	% 72.0	% 77.7	% 72.0	% 77.7	81.6 %	39.2 %
Bina 8	% 96.8	% 78.6	% 96.8	% 78.6	46.9 %	90.3 %
Bina 9	% 65.1	% 60.6	% 65.1	% 60.6	41.3 %	48.7 %
Bina 10	% 98.0	% 82.1	% 98.0	% 82.1	90.9 %	90.1 %
Riskli Bina Sayısı	9		8		10	
Sınır Değerin Doğruluk Oranı	%85		%80		%90-95	

Riskli bulunan elemanların taşıdığı kesme kuvveti oranı %35 seçildiğinde tüm binalar riskli olması gereken yerde riskli olarak bulunuyor!

Kırmızı değerler güvensiz tahminleri göstermektedir.

RYTEIE 2019-YIĞMA BİNALAR

Rölöve ve Bilgi Toplama

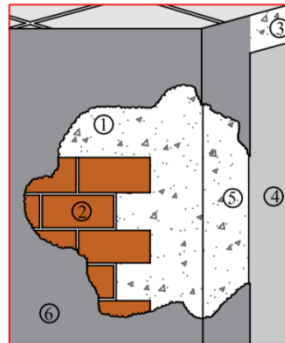
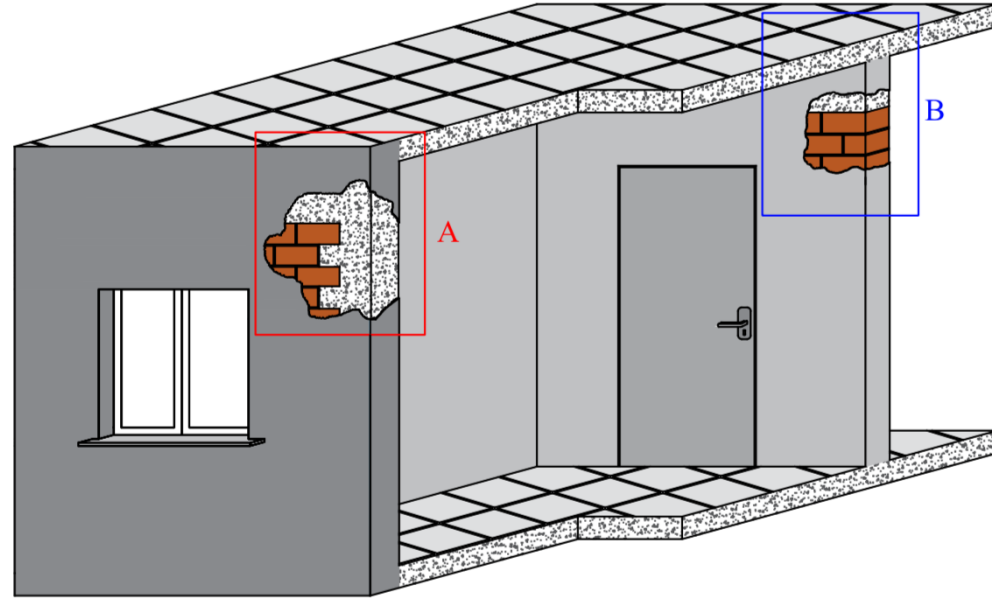
- İnceleme katı ve tüm bodrum katlarda yapılacaktır.
- İnceleme katı, herhangi bir taraftan zemine tam gömülü olmayan, tüm cepheleri açık en alt bina katı olarak seçilecektir.
- Taşıyıcı sistem düşey eleman (yığma duvar) süreksizliği bulunan katlardan da rölöve alınacaktır.

Rölövede belirlenecekler:

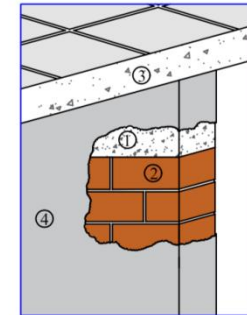
- Bina geometrisi
- Düşey / yatay hatıllar
- Döşeme tip ve boyutlar
- Duvarlar ve boşlukları

Rölöve ve Bilgi Toplama

- En az bir iç bir dış duvarda sıva kaldırılarak tespit yapılacak.



- ①—Yatay Hatlı
- ②—Duvar Malzemesi Türü
- ③—Döşeme
- ④—İç Duvar
- ⑤—Düşey Hatlı
- ⑥—Dış Duvar



- ①—Yatay Hatlı
- ②—Duvar Malzemesi Türü
- ③—Döşeme
- ④—İç Duvar

Malzeme Dayanım Değerleri

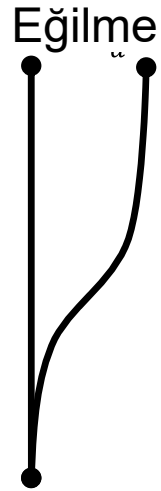
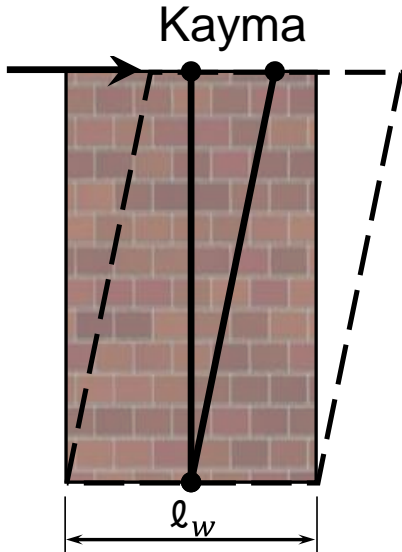
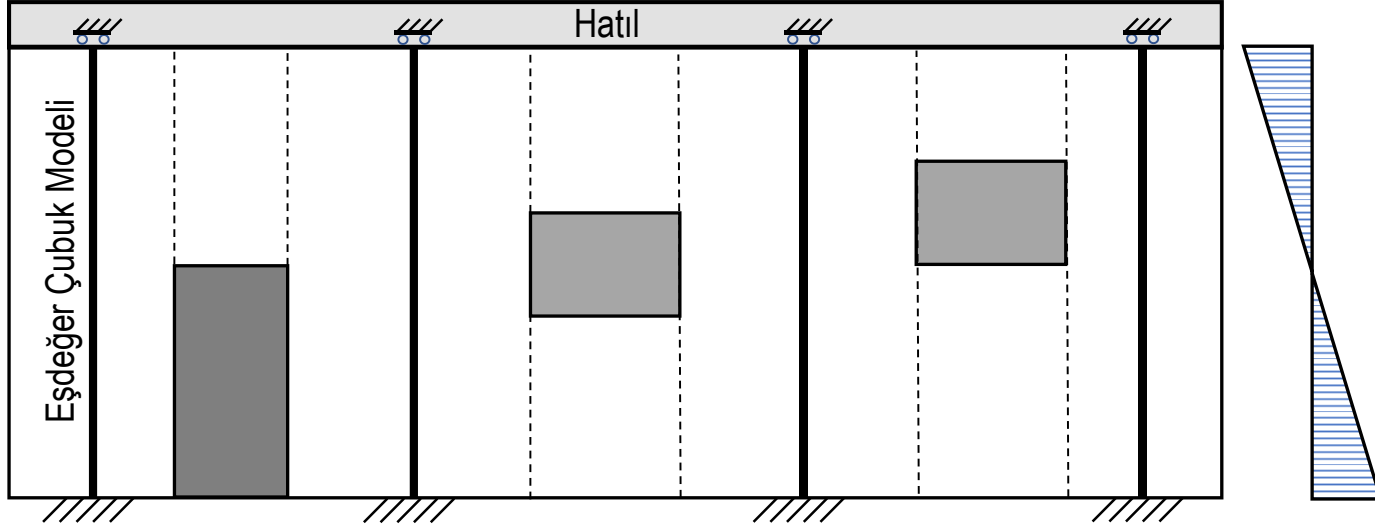
Duvar Malzeme Türü	Basınç Dayanımı (MPa), f_m	Özgöl Ağırlık (kN/m ³)	Kayma Dayanımı (MPa), τ_0		Diyagonal Çekme Dayanımı (MPa), $f_{dç}$	
			Görünür Kalite		Görünür Kalite	
			Kötü	Normal	Kötü	Normal
Düşey Delikli Tuğla	1.2	13	0.10	0.15	0.15	0.25
Dolu Tuğla veya Harman Tuğlası	1.4	18	0.10	0.15	0.12	0.18
Dolu Briket	1.2	15	0.12	0.18	0.15	0.25
Gazbeton	1.0	10	0.12	0.18	0.12	0.20
Taş Duvar	0.5	25	0.06	0.10	0.06	0.10

Harç süreksizliği veya yapısal çatlakların fotoğraflar ile belgelendiği duvarlar için *görünür kalite* **Kötü** olarak alınacaktır.

Bina Modellemesi

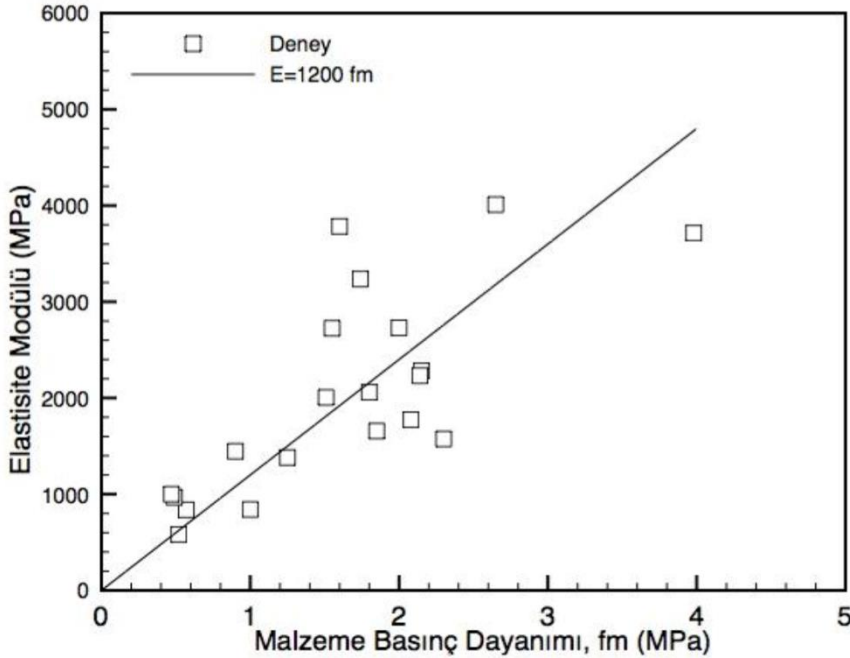
- Yığma duvarlar çubuk/kabuk elemanlar ile modellenecektir. Duvar serbest yüksekliği, alt döşeme üst kotundan üst döşeme hatıl alt kotuna kadar olan yükseklik olarak, duvar uzunluğu ise boşluklar arasında kalan duvar parçası uzunluğu olarak alınacaktır.
- Döşemeler kabuk sonlu elemanlar ile modellenecektir.
- Rölövesi alınan tüm katlar modele yansıtılacaktır.
- Rölövesi alınmayan katlar, rölövesi alınan en üst katın, kat adedi ve kat yükseklikleri ile uyumlu olarak çoğaltılması ile modele dâhil edilecektir.
- Düzensizlikler modele dahil edilecektir.
- Betonarme döşemeler için rijit diyafram aksi durumlarda gerçek döşeme özellikleri (E , t , ν) kullanılacaktır.

Bina Modellemesi



Duvar eleman eşdeğer rijitliği
eğilme ve kayma
deformasyonlarını dikkate alacak!

Elastisite Modülü



$$E_m = 1200f_m : \text{Deneysel}$$

Çatlamış rijitlik katsayısı: 0.5

$$E_m = 600f_m : \text{RYTEİE (2019)}$$

$$G_m = 0.4E_m : \text{RYTEİE (2019)}$$

Elastisite modülü değerleri 10 adet farklı malzeme tiplerine sahip yığma binadan alınan 1 m x 1 m duvar parçaları üzerinde yapılan deneylerden elde edilmiştir.

- Etkin çatlama rijitliği ilk olarak Elwood (2011) tarafından önerilmiştir.
- Yapmış olduğumuz iki adet gerçek bina deneyi ile (Çobanoğlu 2017, Aldemir 2018, 2019), doğrulanmıştır.

Hesap Yöntemi

- Yöntem Az Katlı Betonarme Binalar için olan yöntem ile benzerdir.
- Deprem etkileri bina türlerine bağlı
- Elastik Analiz (Mod Birleştirme)
- Duvar kesme kuvvetlerinin bulunması
- Duvar kesme kapasitesinin hesaplanması
- İstem kapasite oranının belirlenmesi
- Risk sınırını aşan elemanların tespiti
- Riskli bina tespiti

Hesap Yöntemi

Yük birleşimleri: ($G + nQ$ ve $G + nQ + E$)

Tespit üç durum için yapılarak risk sınırını aşan eleman belirlenir.

1- Düşey Yükler için Tespit

2- Düzlem Dışı Etkiler için Tespit

3- Düşey Yük ve Deprem Etkileri için Tespit

Hesap Yöntemi

Düşey Yükler için Tespit:

İncelenen yığma duvarda düşey yük etkileri ($G + nQ$) altında hesaplanan duvar eksenel gerilmesinin Denklem 7.2'yi sağlamaması durumunda, bu duvar düşey yük ve deprem hesaplarında modele dâhil edilecek ancak, Risk Sınırını aşan eleman olarak değerlendirilecektir.

$$\sigma \leq 0.65\eta f_m$$

H_d/t	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
η	1.0	0.95	0.89	0.84	0.78	0.73	0.67	0.62	0.56	0.51

H_d Yığma duvar (hatıl hariç) net yüksekliği [mm]

t Çimento harçlı siva dâhil yığma duvarın kalınlığı [mm]

Hesap Yöntemi

Düzlem Dışı Etkiler için Tespit:

- Tüm duvar parçalarının H_d / t oranı hesaplanacaktır.
- H_d / t risk sınır değerlerinden büyük H_d / t oranına sahip duvarlar düşey yük ve deprem hesaplarında modele dâhil edilecek ancak, Risk Sınırını aşan elemanlar olarak değerlendirilecektir.

Duvar H_d/t Oranına Göre Risk Sınırları

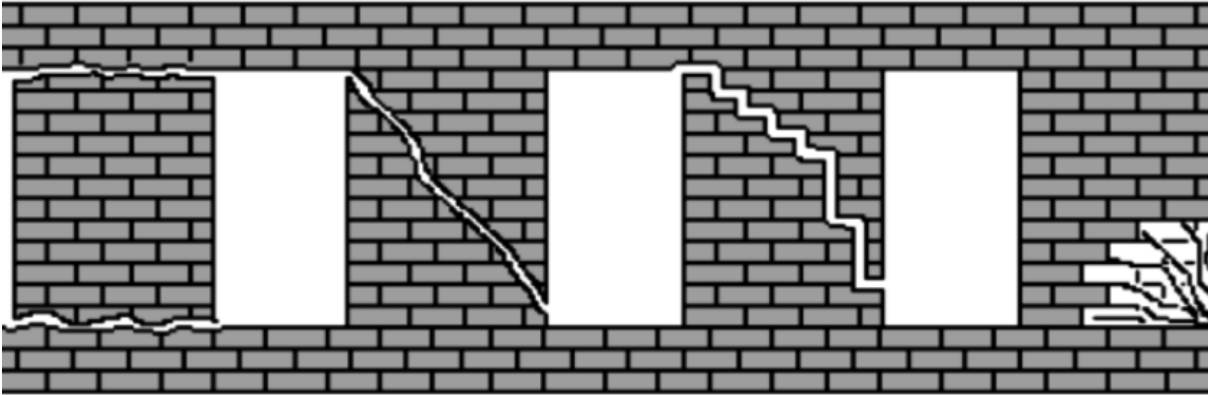
Bina Katı	$S_{D1} \leq 0.25$	$0.25 < S_{D1} < 0.40$	$S_{D1} \geq 0.40$
En az üç katlı* binalarda en üst kat	21	15	11
En az üç katlı* binalarda diğer katlar	25	20	16
Diğer binalarda tüm katlar			

* Tam gömülü bodrum katları kat sayısı hesabında dikkate alınmayacaktır.

Hesap Yöntemi

Düşey Yük ve Deprem Etkileri için Tespit:

Duvar kapasitesi üç farklı göçme şeklinden biri olarak hesaplanır.



Kayma

$$(\tau_0 + \mu\sigma)\ell_{dt}$$

$$\mu = 0.5$$

Diyagonal Çekme

$$\beta f_{d\zeta} \ell_{dt} \sqrt{1 + \frac{\sigma}{f_{d\zeta}}}$$

Eğilme

$$\sigma \frac{\ell_{dt}^2 t}{H_d} \left(1 - \frac{\sigma}{0.8 f_m}\right)$$

Eksenel gerilme (σ), $G + nQ$ analizinden elde edilecektir.

Hesap Yöntemi

Düşey Yük ve Deprem Etkileri için Tespit:

Kontrol Eden Göçme Şekli belirlenir.

Göçme Şekli	Kesme Kapasitesi	$m_{sınır}$
Kayma	$(\tau_0 + \mu\sigma)\ell_d t$ $\mu = 0.5$	2.0
Diyagonal Çekme	$\beta f_{dç} \ell_d t \sqrt{1 + \frac{\sigma}{f_{dç}}}$ $\beta = \begin{cases} 1 & \frac{\ell_d}{H_d} \geq 1 \\ \frac{\ell_d}{H_d} & 1 \geq \frac{\ell_d}{H_d} \geq \frac{2}{3} \\ \frac{2}{3} & \frac{2}{3} \geq \frac{\ell_d}{H_d} \end{cases}$	1.0
Eğilme	$\sigma \frac{\ell_d^2 t}{H_d} \left(1 - \frac{\sigma}{0.8 f_m}\right) \geq 0.1 f_m \frac{\ell_d^2 t}{H_d}$	3.0

Üç göçme kapasitesinden en küçük kesme kapasitesi kontrol eden göçme şekli olarak alınacaktır.

Kontrol eden göçme şekline karşılık gelen $m_{sınır}$ istem kapasite oranı sınır değeri olarak alınacaktır.

Riskli Eleman Tespiti

1- Düşey Yük Analizi ile Gerilme Limiti Aşılan Elemanları Belirle

2- Düzlem Dışı Risk Sınırı Aşılan Elemanları Belirle

3- Doğrusal Elastik Hesap ile Mod Birleştirme Yöntemi ile Duvar Kesme Kuvveti Hesapla, $V_{elastik}$

4- Göçme Şeklini Belirle (En küçük kapasite)

5- Göçme Şekline Karşılık Gelen $V_{kapasite}$ ve $m_{sınır}$ Hesapla

Riskli Eleman

$$\sigma > 0.65\eta f_m$$

veya

$$\frac{H_d}{t} \text{ sınırına göre risk sınırı aşılmış}$$

veya

$$\frac{V_{elastik}}{V_{kapasite}} > m_{sınır}$$

Riskli Yığma Binanın Tespiti

- Risk değerlendirmesi tüm katlar için yapılacaktır.
- Herhangi bir katın riskli çıkması durumunda bina, Riskli Bina olarak kabul edilecektir.
- Herhangi bir katta Risk Sınırı aşıl原因 duvarlarda hesaplanan kesme kuvveti toplamının o kattaki toplam kat kesme kuvvetine oranı %35'ten fazla ise bina, Riskli Bina olarak kabul edilecektir.

Karma Binalar

Rölöve, Bilgi Toplama, Modelleme:

- Taşıyıcı sistemi moment aktaran betonarme çerçeveler ile taşıyıcı yığma duvarlardan oluşan yapılar karma binalardır.
- Karma binaların rölöve ve bilgi toplama işlemleri, betonarme elemanlar için 4.1'de verilen esaslara göre, yığma elemanlar için ise 7.1'de verilen esaslara göre yapılacaktır.
- Karma binalar için Asgari Bilgi Düzeyi katsayısı kullanılacaktır.
- Karma binaların modelleme esasları betonarme elemanlar için Bölüm 4'te verilen esaslara göre, yığma duvarlar için ise Bölüm 7'de verilen esaslara göre yapılacaktır.

Karma Binalar

Hesap Yöntemi:

- Deprem etkileri Bölüm 2’de verilen yatay elastik ivme spektrumu ile tanımlanan bina türlerine ve deprem yer hareketi düzeyine göre tanımlanacaktır.
- Binanın risk durumunun belirlenmesi için Doğrusal Elastik Hesap ile Mod Birleştirme Yöntemi kullanılacaktır.
- Karma binada bulunan betonarme elemanların hesapları Bölüm 4’e göre, yığma duvarların hesapları ise Bölüm 7’e göre yapılacaktır.

Karma Binalar

Riskli Yapı Tespiti:

- Risk değerlendirmesi tüm katlar için yapılacaktır. Herhangi bir katın riskli çıkması durumunda bina, Riskli Bina olarak kabul edilecektir.
- İncelenen kat sadece betonarme yapı elemanlarından oluşuyorsa aynı kattaki risk tespiti Bölüm 4’te verilen kurallara göre yapılacaktır.
- İncelenen kat sadece yığma duvarlardan oluşuyorsa aynı kattaki risk tespiti Bölüm 7’de verilen kurallara göre yapılacaktır.

Karma Binalar

Riskli Yapı Tespiti:

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

İncelenen katın yığma ve betonarme elemanlardan oluşması durumunda **betonarme** kısım için kat kesme kuvveti oranı sınır değeri, α_b , Bölüm 4'e göre hesaplanacak, **yığma** kısım için ise kat kesme kuvveti oranı sınır değeri, α_y , 0.35 alınacaktır. Karma bina için kat kesme oranı sınır değeri, α_k , ise aşağıdaki denklem ile hesaplanacaktır.

$$\alpha_k = \alpha_b \frac{V_{bm}}{V_{kat}} + \alpha_y \frac{V_{ym}}{V_{kat}} \quad (8.1)$$

V_{bm} : Betonarme elemanlarda hesaplanan kesme kuvveti toplamı

V_{ym} : Yığma elemanlarda hesaplanan kesme kuvveti toplamı

V_{kat} : İncelenen katta hesaplanan toplam kat kesme kuvveti

Karma Binalar

Riskli Yapı Tespiti:

Riskli olarak belirlenen elemanlarda hesaplanan kesme kuvvetleri toplamının kat kesme kuvvetine oranının, Denklem 8.1'de hesaplanan sınır değerden (α_k) büyük olması durumunda bina, Riskli Bina olarak kabul edilecektir.

Son Söz

- Yığma Bölümü Kapsamlı Deneysel-Sayısal Araştırma Çalışmaları sonucunda ortaya konmuştur.
- Yeni malzeme dayanım değerleri önerilmiştir.
- Rijitlik yaklaşımı yenilenmiştir.
- Risk tespiti Az Katlı Betonarme ile uyumlu doğrusal elastik yöntem olarak güncellenmiştir.
- Düzlem dışı etkiler, düzlem dışı tahkikler ve ASCE 7-41 ile uyumlu seçilmiştir.
- Risk tespitlerinin yığma yapılarda daha doğru olarak yapılacağı düşünülmektedir.