

# DEPREM ETKİSİNE MARUZ YIĞMA YAPILARIN DÜZLEM DIŞI DAVRANIŐI

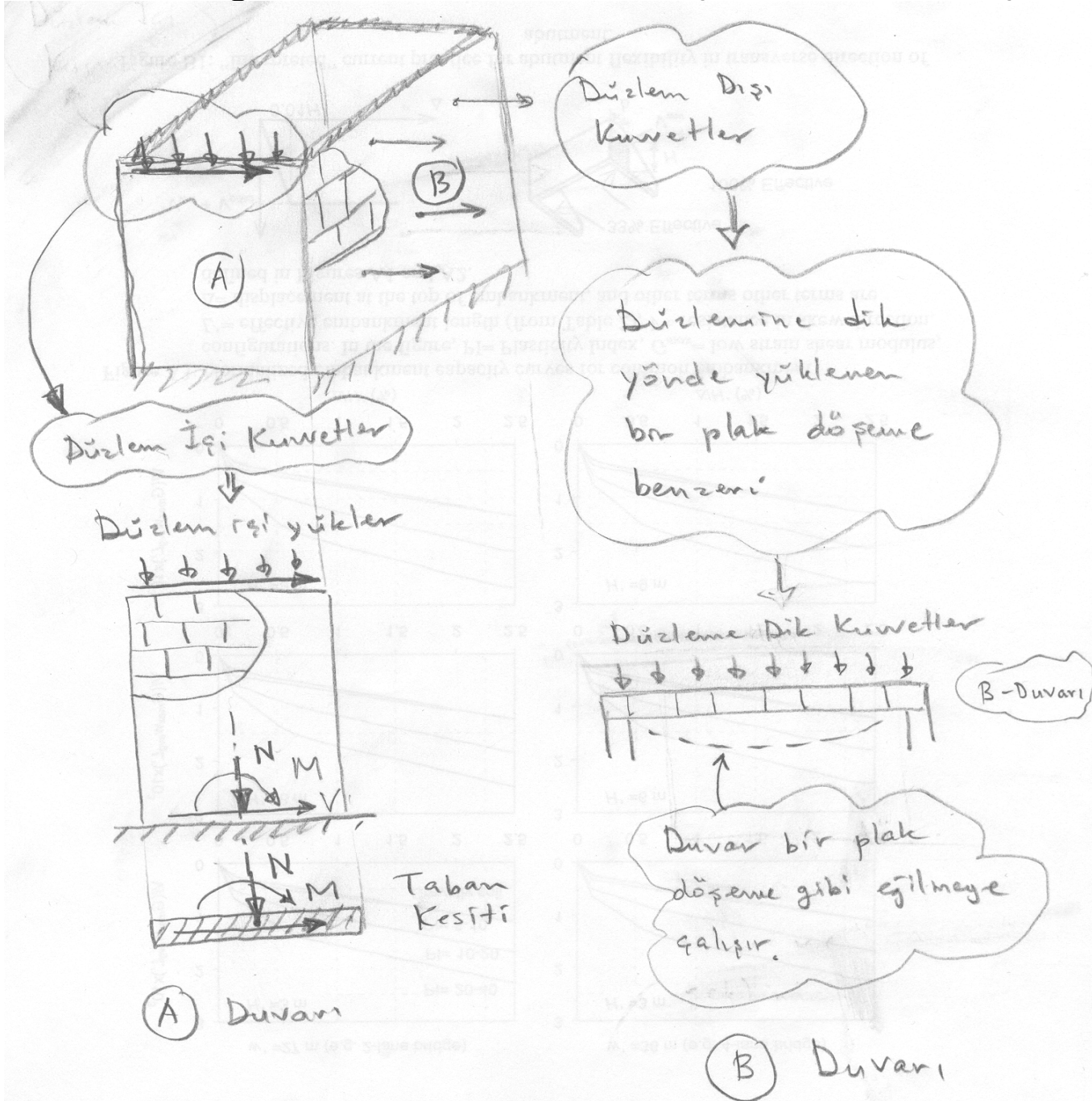
Doç. Dr. Recep KANIT  
Arş. Gör. Mürsel ERDAL  
Arş. Gör. Nihat Sinan IŐIK  
Arş. Gör. Ömer CAN  
Mustafa Kemal YENER  
Gökalp SERİMER  
Latif Onur UĞUR

Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi  
Yapı Eğitimi Bölümü, Deprem Araştırma Laboratuvarı

Prof. Dr. Ergin ATIMTAY  
ODTÜ  
İnşaat Mühendisliđi Bölümü

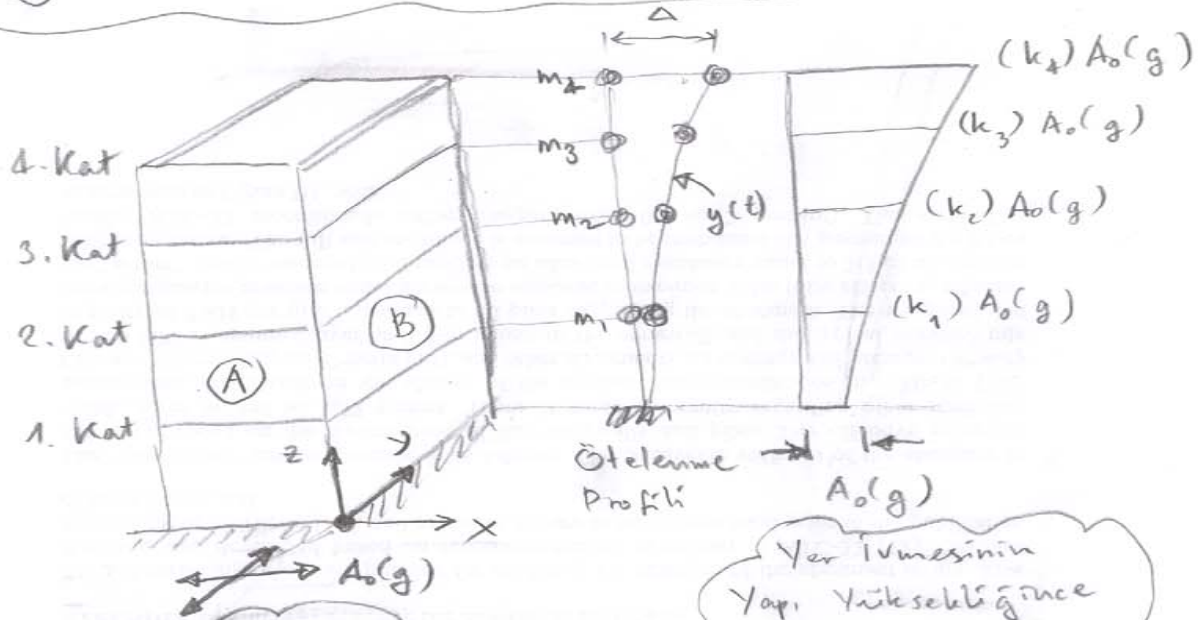
Őubat, 2005  
Ankara

# Yığma Duvarın “Düzlem Dışı” ve “Düzlem İçi” Yüklenmesi



Deprem etkisi ile oluşan “Düzlem İçi” ve “Düzlem Dışı” etkiler, aynı anda oluşur ve hesaplarda dikkate alınmalıdır.

# (A) Duvarında Yer İvmesinin Büyümesi



$A_0(g)$   
Maksimum Yer İvmesi

Doğal Periyot, 1. Modun  
(X) yönünde oluşmasına  
neden olur

En büyük sismik kuvvetler  
(X)-yönüne paralel oluşur

(A) duvarı "Düzlem İçi"  
yüklenir

Yer İvmesinin  
Yapı Yüksekliğince  
Büyümesi

Yer İvmesi  $A_0(g)$ 'nin

$k_1 = 1.$  katta büyümesi

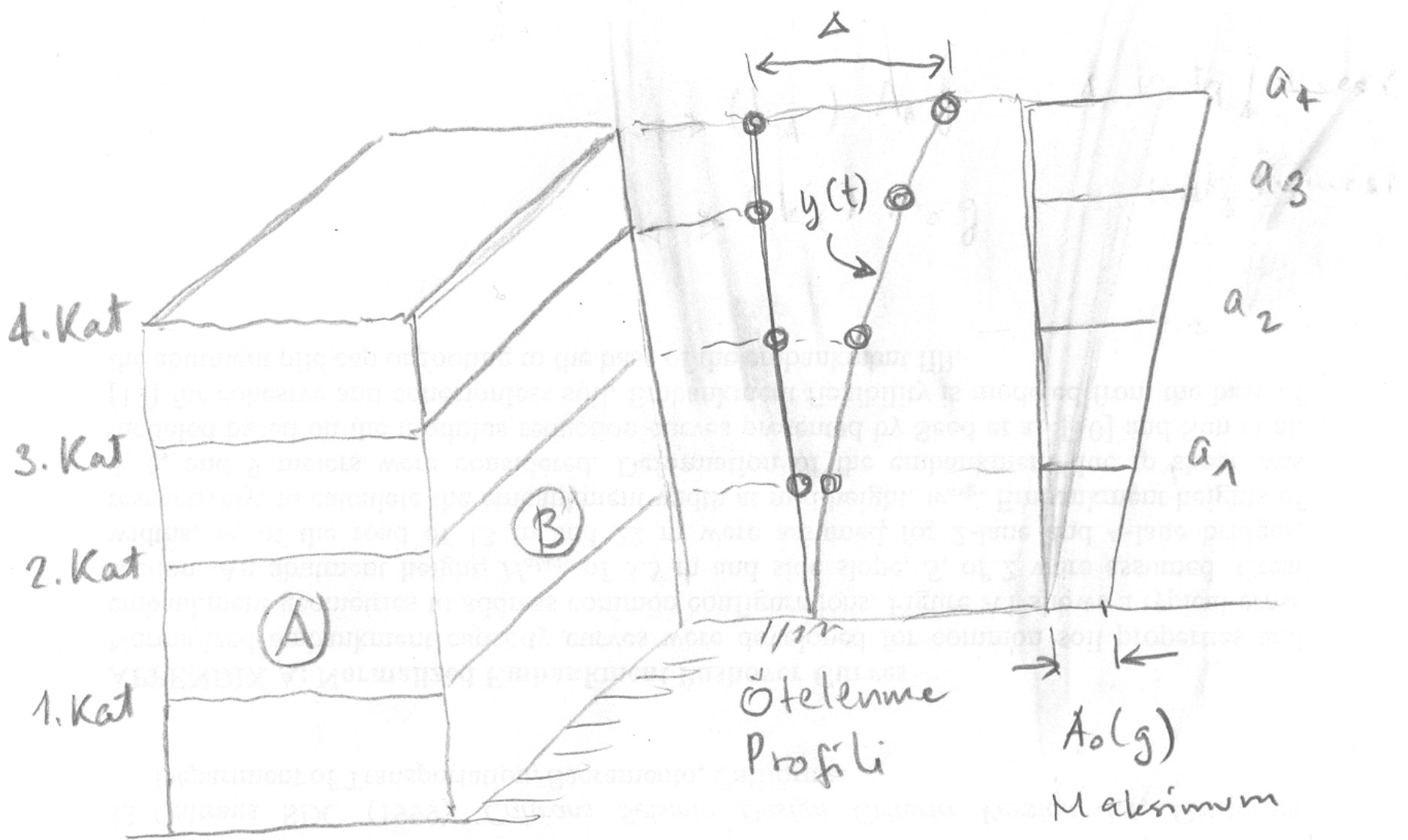
$k_2 = 2.$  katta büyümesi

$k_3 = 3.$  katta büyümesi

$k_4 = 4.$  katta büyümesi

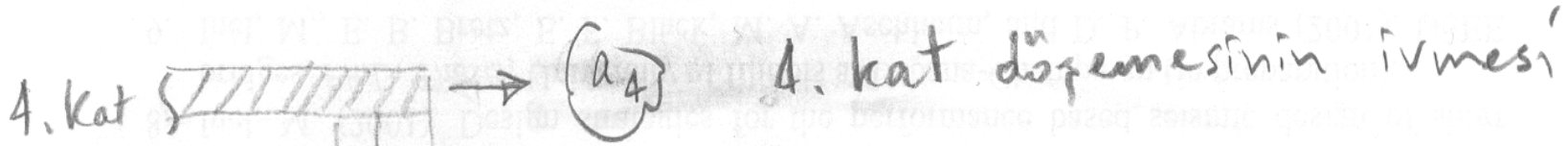
$k_4 > k_3 > k_2 > k_1$

En büyük ivme büyümesi  
en üst katta (çatı düzeyi)  
oluşur.



$A_0(g)$  Maksimum Yer İvmesi

$A_0(g)$  Maksimum Yer İvmesi

4. Kat   $a_4$  4. kat döşemesinin ivmesi

$$f_E = m \cdot a$$

$a =$  yığma duvarın maruz kaldığı "düzlem dışı" ivme

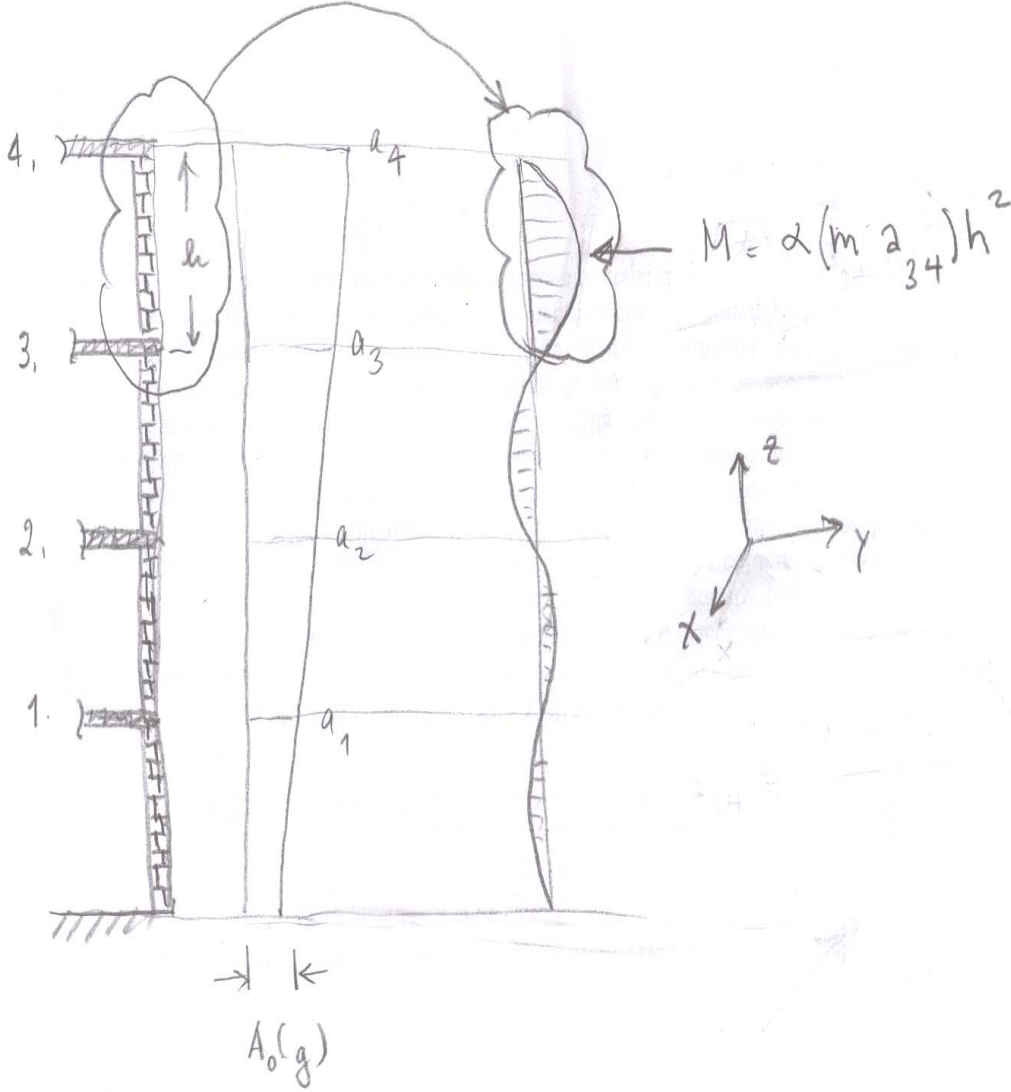


$$a > a_4$$

Tuğla duvar, (T)'sinin bir işlevi olarak, ( $a_3$  ve  $a_4$ ) ivmelerini büyütür.

( $a_3$  ve  $a_4$ ) yer ivmesi gibi olur.

Duvarın düzlem dışı ivmesi, kat döşemelerinin ivmesinden büyüktür.



$\alpha$  = moment katsayısı

$m$  = birim alana sahip

duvarın kütlesi

$a_i$  = 4 katlı yığma yapının

( $y$ - $z$ ) düzlemine paralel

ivmeleri

$a_{34} = a_3$  ve  $a_4$  kat ivmelerinin,

duvar içinde büyümesi ile,

duvar düzlemine dik yönde

oluşan “düzlem dışı” ivme

→  $a_{34}$  ivmesi, yapının

tümünün doğal periyodu ( $T$ )

ile, 3. ve 4. katlar arasındaki

duvarın doğal periyodunun

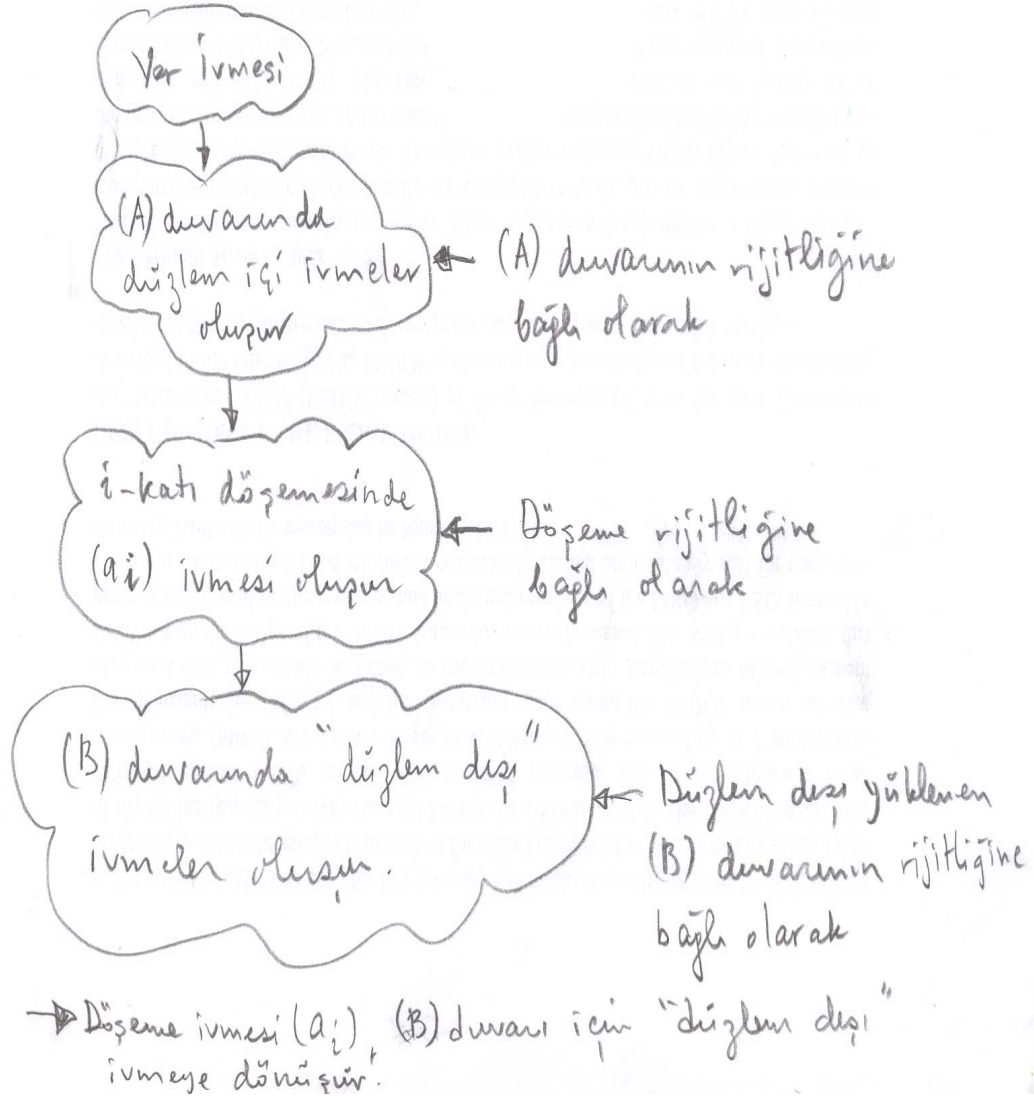
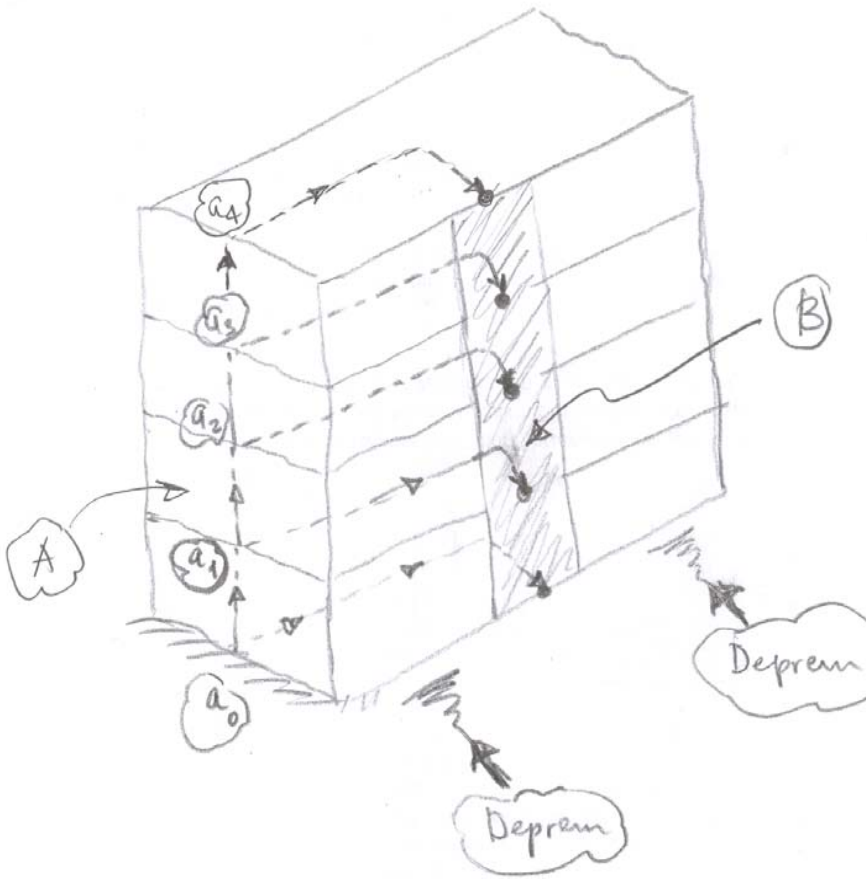
oranına bağlı olarak oluşur.

$a_{34} \gg a_3$  veya  $a_4$

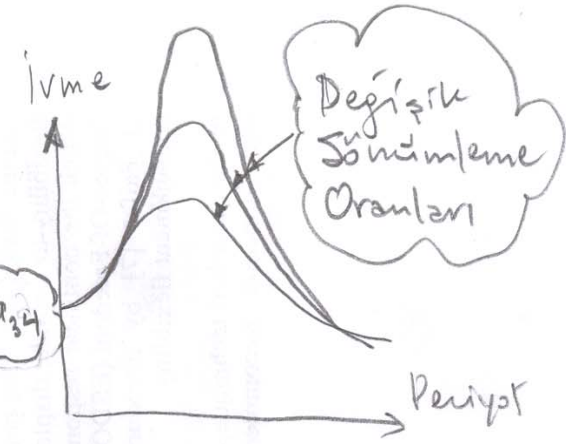
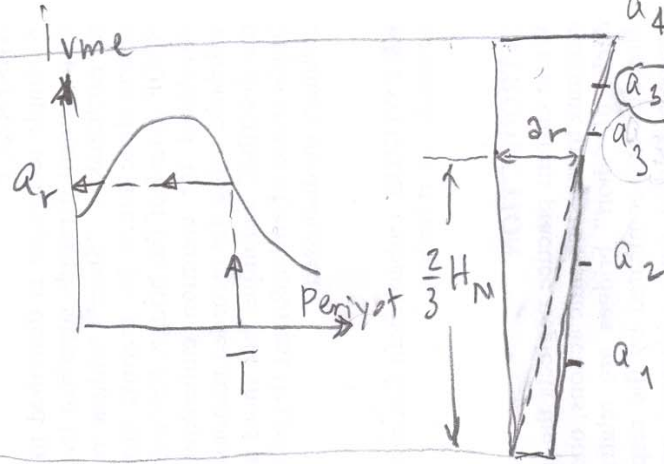
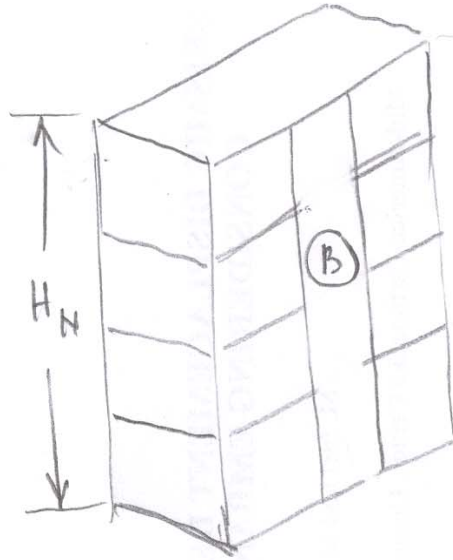
(1.5 – 2.5 kez)

# GÖZLEMLER

1. Yapının tümü düşünülerek oluşan doğal periyot ( $T$ ) olsun.
2.  $A_0(g)$  olan maksimum yer ivmesi, yapının doğal periyoduna bağlı olarak, yapı yüksekliğince büyür.
3. Büyüyen yer ivmesi, kat düzeylerinde ( $a_i$ ) kat ivmelerini oluştururlar.  $a_i > A_0(g)$
4. Katlar arasındaki yığma duvarın da, kendine ait bir doğal periyodu vardır:  $T_d$
5. Alt ve üst katlardan ( $a_i$ ) ve ( $a_i+1$ ) ivmelerine maruz yığma duvar,  $(T/T_d)$  oranına bağlı olarak, bu ivmeleri büyütür.
6. Alt kat, üst kat ve “düzlem dışı” ivmeler aynı yöndedir.
7. Düzlem dışı ivmenin oluşturduğu yayılı yük ve moment, duvarı bir kiriş (plak) gibi eğilmeye zorlar.







üstündeki ↓  
3. kat (B) duvarında oluşan "düzlem dışı" ivme spektrumu

Döşeme periyodu ile (B) duvarının "düzlem dışı" periyodunun bir ipliği olarak oluşur.

• En büyük "düzlem dışı" ivme, en üst katta oluşur. Öyle ise, (B) duvarının "düzlem dışı" yıkılması, en üst katlarda görülür.

• Yaklaşık olarak, 3. ve 4. katlar arasındaki

$$a_{34} = \frac{a_3 + a_4}{2}$$

olarak alınabilir.

"düzlem dışı" yüklenen duvarın döşemeden aldığı ivme

# DENEYSEL ÇALIŞMA – 1

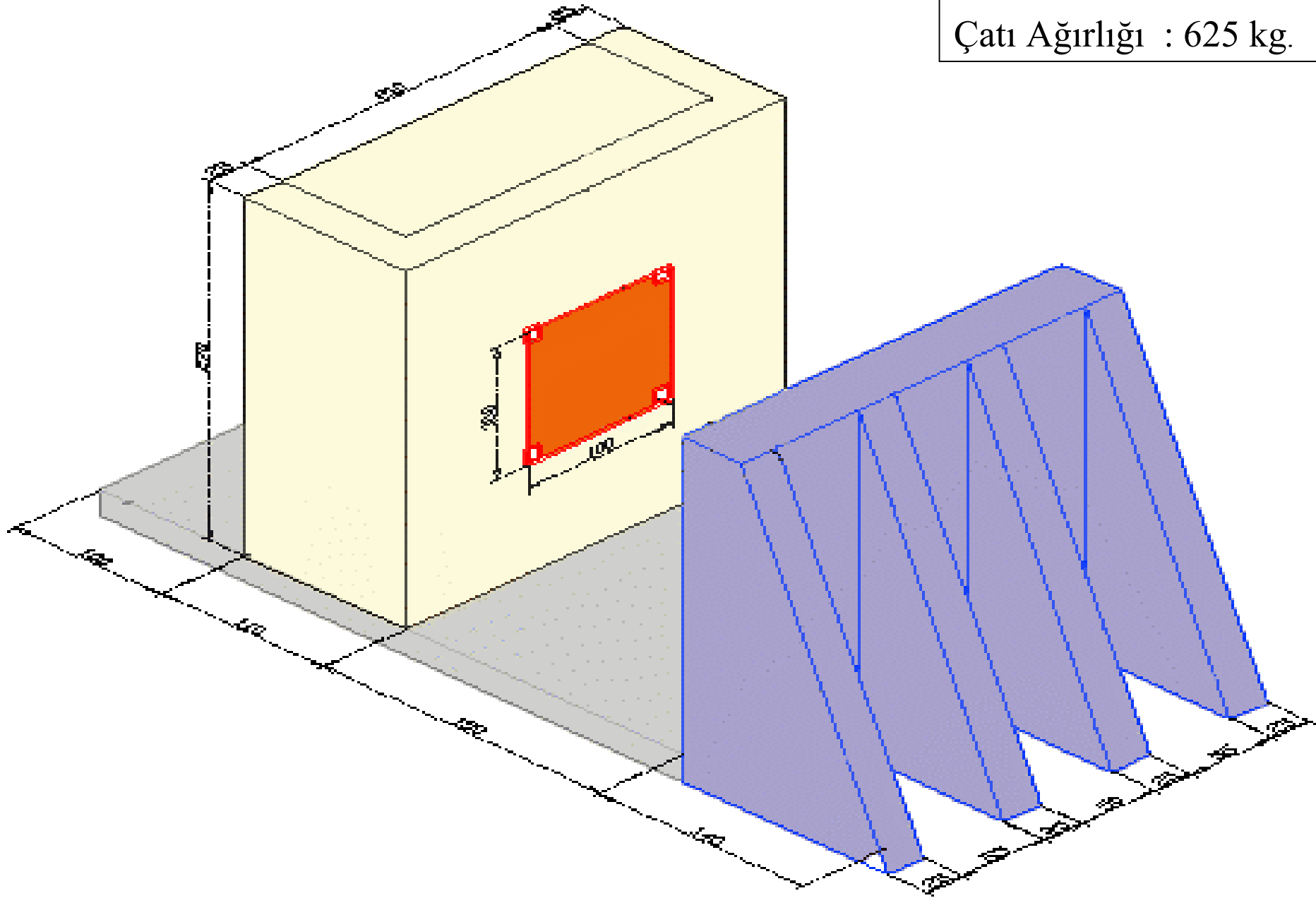
## TUĞLA YIĞMA DUVARIN DÜZLEM DIŞI YÜKLENMESİ VE KIRILMA DAVRANIŐI

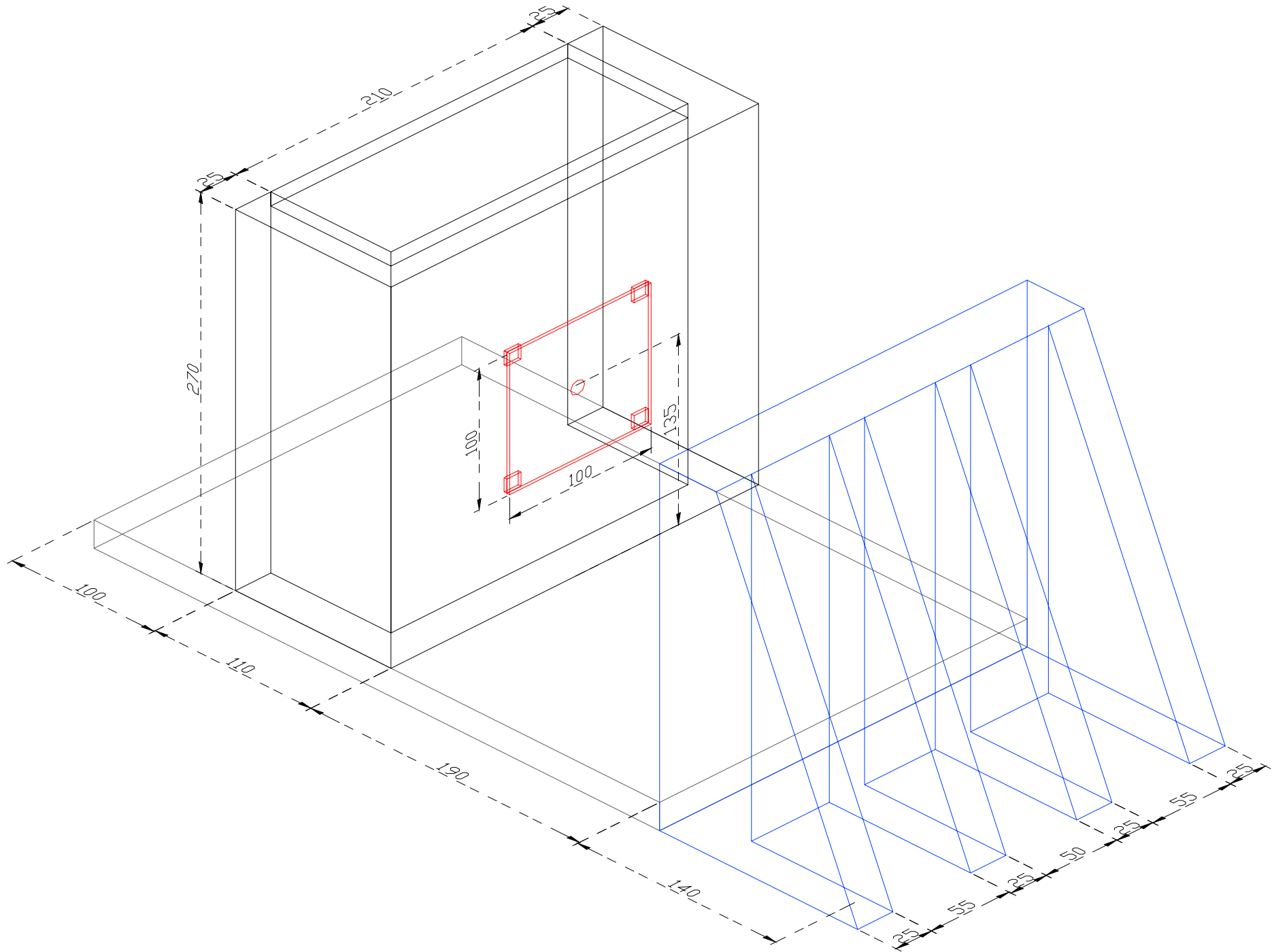
Gazi Üniversitesi  
Teknik Eğitim Fakültesi  
Yapı Eğitimi Bölümü  
Deprem Araştırma  
Laboratuvarı



Sıva Kalınlığı: 2-2.5 cm

Çatı Ağırlığı : 625 kg.











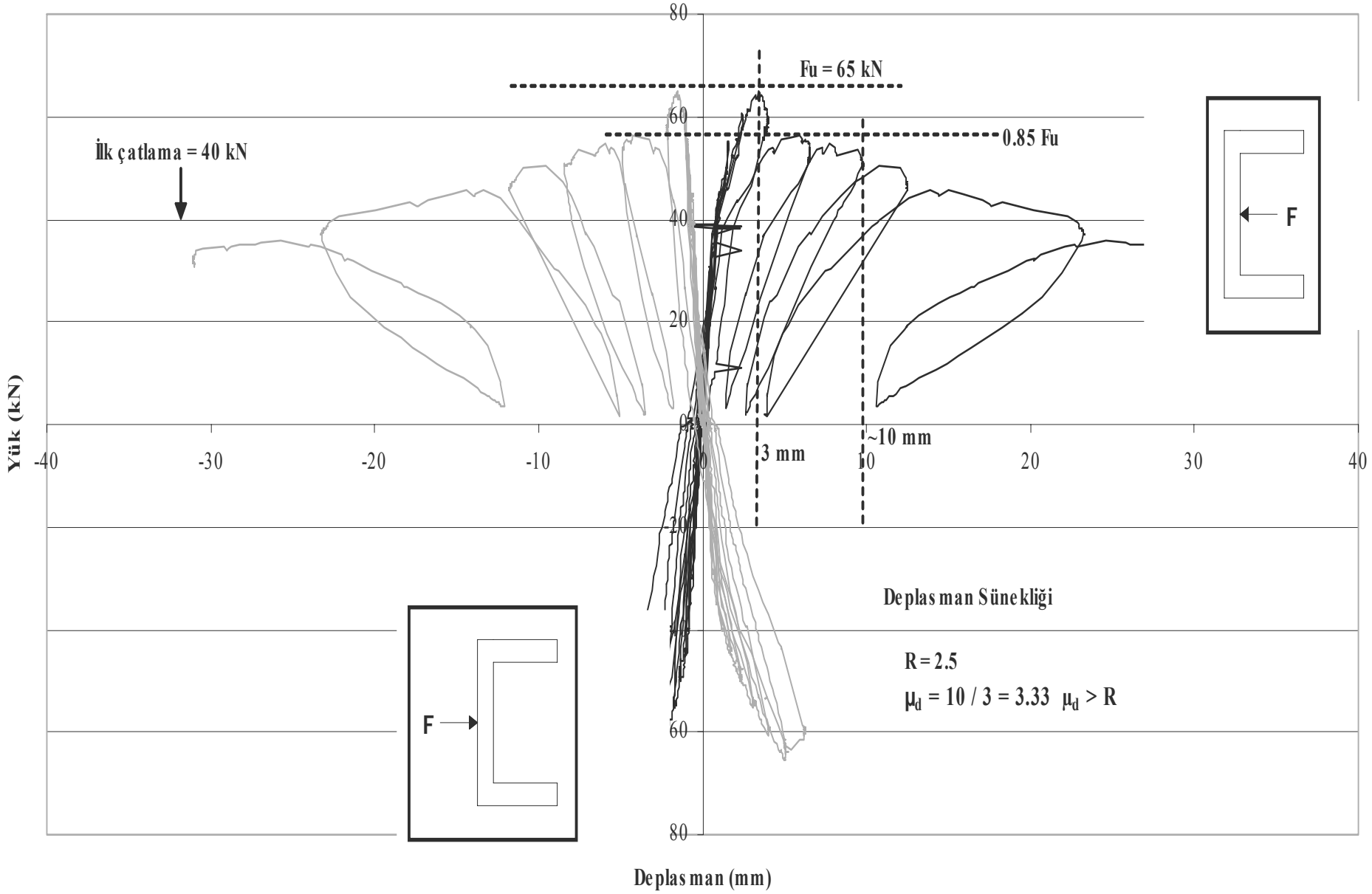








# Yük - Deplasman Grafiği



# DENEY GÖZLEMLERİ

- 1. Tuğla duvar, düzlem dışı ivmelerin doğrultusuna bağlı olarak, değişik davranış göstermektedir.**
- 2. Mesnetlerde basınç oluşturan yükleme durumunda, düzlem dışı yüklenen duvarın dayanımı yüksek olmuştur.**
- 3. Mesnetlerde çekme oluşturan yükleme durumunda, düzlem dışı yüklenen duvarda kırılma oluşmuştur.**
- 4. İlk çatlama (40 kN) yük altında oluşmuştur. Kırılma (65 kN) yük altında oluşmuştur. Çatlama, kırılma yükünün  $40/65 = 0.61$  (%61) büyüklüğünde oluşmuştur.**

**5. İlk çatlak oluştuktan sonra, duvarın rijitliği (~% 50) azalmıştır.**

**Ancak, kırılma oluşmamıştır!**

**6. Duvarın kırılması, mesnetlerin çekmeye çalıştığı yükleme durumunda, mesnetlerde düşey doğrultuda çatlakların oluşmasıyla başlamış ve döşemenin kırılma deseni oluşturmasıyla sonuçlanmıştır.**

**7. Kırılma yüküne ulaşıldıktan sonra ( $F_m = 65 \text{ kN}$ ), yük ( $F = 55 \text{ kN}$ )'a düşmüştür.**

**Yük düşüşü =  $55/65 = 0.846$**

**8. Duvar,  $F = 55 \text{ kN}$  yükü, iki yük çevirimi daha taşımaya devam etmiştir.**

**9. Süneklik sınırı olarak, maksimum yükün ( $F_m$ ), % 85'e düşmesi kabulüne göre**

$$F_m \rightarrow \Delta_m = 3 \text{ mm}$$

$$F_m \rightarrow \Delta_m = 10 \text{ mm}$$

$$\mu_{\Delta} = 10/3 = 3.33$$

**10. Düzlem dışı yüklenen duvarda  $\mu_{\Delta} = 3.33$  büyüklüğünde süneklik oluşmuştur.**

**11. Daha sonraki yük çevirimlerinde, yük süratle azalarak kırılma tamamlanmıştır.**

**12. AY-97'ye göre**

**AY-97 : 10.2.1**

**...  $S(T_1) = 2.5$  ve  $R_a(T_1) = 2.5$  alınarak ...**

**hesap yöntemi uygulanacaktır.**

**13.  $R(\text{deney}) = 3.33 > 2.5$**

**Düzlem dışı yüklenen duvar, AY-97'nin istediği  $R_a = 2.5$  şartını sağlamıştır.**

**→ Ancak bu gözlem ve sonuç, denenen duvarın geometrik ve yüklenme durumları için geçerlidir.**

**Deney parametrelerinin değişik olma durumunda, gerekli süneklik sağlanabilir mi?**

**14. Araştırmalar devam etmektedir.**