



ISSN:1306-3111  
e-Journal of New World Sciences Academy  
2009, Volume: 4, Number: 3, Article Number: 1A0033

#### **ENGINEERING SCIENCES**

Received: November 2008  
Accepted: June 2009  
Series : 1A  
ISSN : 1308-7231  
© 2009 [www.newwsa.com](http://www.newwsa.com)

**Ali Ural**  
**Adem Doğangün**  
Karadeniz Technical University  
[aliural@ktu.edu.tr](mailto:aliural@ktu.edu.tr)  
Trabzon-Türkiye

### **YIĞMA DUVARLARIN KAYMA KAPASİTELERİNİ ETKİLEYEN PARAMETRELER: DESTEKSİZ DUVAR UZUNLUĞU**

#### **ÖZET**

Bu çalışmada, yanal yüklü desteksiz yığma duvar uzunluğunun duvarın kayma davranışındaki etkileri incelenmektedir. Bu amaçla, altı adet farklı uzunlukta ve duvarın ortasında bir pencere boşluğu bulunan yığma duvar modellerine ait doğrusal olmayan analizler değerlendirilmiştir. Analizler esnasında, tuğlalar elastik, tuğlalar arasındaki harcın ise elastik ötesi davranış gösterebildiği kabul edilmiştir. Tüm duvar modelleri sarılmış yığma duvar olarak tasarlanmış, üstte bir yatay hatıl ile duvar köşelerinde ve pencere kenarlarında düşey hatıllar tanımlanmıştır. Modellemeler basitleştirilmiş mikro modelleme yaklaşımı kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar yönetmelik koşullarıyla karşılaştırmalı bir biçimde verilmiştir. Gerçekleştirilen analizler ışığında optimum dolu gövdeli yığma duvar uzunluğu 1,5m ile 1,8m arasında olması ideal bir durum olarak ortaya çıkmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Yığma Duvar Uzunlukları, Doğrusal Olmayan Analiz, Mikro Modelleme, Sarılmış Yığma Duvarlar, Kayma Davranışı

### **PARAMETER EFFECTS ON SHEAR CAPACITY OF MASONRY WALLS; UNSUPPORTED LENGTH ASPECT**

#### **ABSTRACT**

This paper investigates the effects of the unsupported length parameter on shear behavior of laterally loaded masonry walls. For this aim, six masonry wall models with different length and with an opening in the middle of the walls are considered for the nonlinear analysis. During analyses, masonry units are assumed as elastic blocks bonded with inelastic interface elements. All models are assumed as confined masonry, bonded with a horizontal top beam and vertical tie-columns on both vertical sides of opening and also end of the walls. Simplified micro modeling approach is used for the modeling. Besides, the results of the analyses are criticized and compared with code requirements. Optimum unsupported masonry wall length should be approximately 1.5m-1.8m according to the results of the analyses.

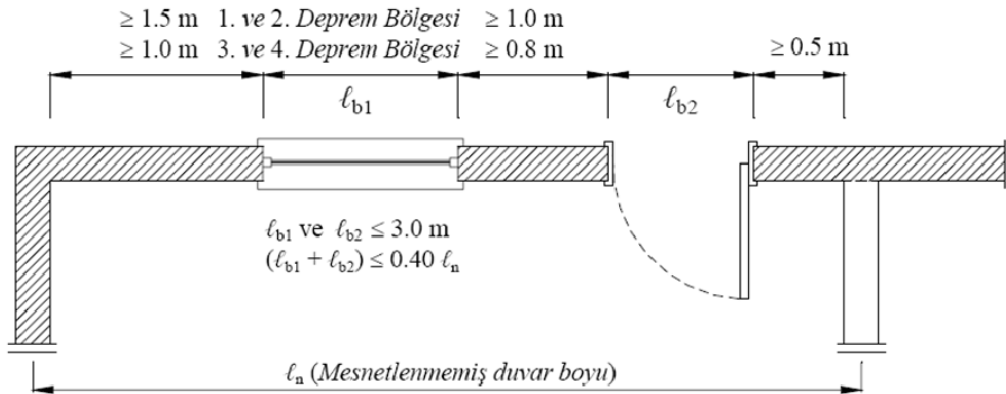
**Keywords:** Length of Masonry Walls, Nonlinear Analysis, Micro Modeling Approach, Confined Masonry, Shear Behavior

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Yığma yapılar, taşıyıcı sistemi doğal taşlar, tuğla veya briket gibi çeşitli malzemelerden yapılmış duvarlardan oluşan yapılardır. Günümüzde hiçbir mühendislik bilgisi olmadan inşa edilen bu tür yapılar, deprem gibi doğal afetler karşısında ya ağır hasar görmekte veya yıkılarak can ve mal kaybına sebep olmaktadır. Özellikle kırsal kesimlerde yoğun olarak bu tür yapıların kullanılmış olması yığma yapıların ülkemiz için ne denli önemli olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır. Devlet İstatistik Enstitüsünün 2000 yılında yapmış olduğu bina sayımına göre [1] ülkemizdeki mevcut binaların yaklaşık olarak %51'ini yığma türü yapılar oluşturmaktadır.

Yığma yapılar depremlerde çeşitli çatlama mekanizmaları ile hasara uğramaktadırlar. Bu tür yapılarda hasara uğraması en muhtemel bölgeler boşluk çevreleridir. Çünkü bu bölgelerde gerilme yığılması meydana gelmektedir. Eğilme ve kesmeden dolayı boşluklar arasında eğik çatlaklar, boşluk üzerlerinde düşey ve köşelerde eğik çatlaklar meydana gelmektedir. Bu sebepten dolayı Türk Deprem Yönetmeliğinde [2] boşluk uzunluğu, boşluklar arası mesafeler ile boşlukların bina köşelerine ve duvar kenarlarına olan mesafelerinde çeşitli sınırlandırmalar getirilmiştir.

Yığma yapıların stabilitesini koruması açısından Türk Deprem Yönetmeliğinde uyulması gereken bazı koşullar mevcuttur. Bu çalışmada sadece bu koşullardan taşıyıcı duvarlardaki boşlukların konumları işlenmiştir. Buna göre duvar üzerindeki toplam boşluk uzunluğu, toplam duvar uzunluğunun %40'ını geçmemelidir. Her bir boşluk uzunluğu maksimum 3m olmalıdır. Boşluğun bina köşesine uzaklığı 1. ve 2. deprem bölgelerinde 1,5m, 3. ve 4. deprem bölgelerinde ise 1m'den fazla olmamalıdır. Boşluklar arasında kalan dolu duvarın uzunluğu 1. ve 2. deprem bölgelerinde 1m'den, 3. ve 4. deprem bölgelerinde ise 0,8m'den fazla olmamalıdır. Burada verilen yönetmelik koşulları aşağıdaki Şekil 1'den de görülebilmektedir.



Şekil 1. Türk Deprem Yönetmeliğinde taşıyıcı duvar boşlukları  
(Figure 1. Load carrying wall gaps according to Turkish Earthquake Code)

Yönetmelikte verilen koşullar sadece sarılmış yığma yapılar için geçerlidir. Gerek donatılı gerekse donatısız yığma türündeki yapılarda herhangi bir sınırlandırma veya tanımlama mevcut değildir.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada, yığma duvarların kayma kapasitelerini etkileyen parametreler: desteksiz duvar uzunluğu ele alınmıştır. Diğer taraftan yığma yapıların yapısal analizleri ve desteksiz duvar uzunluğunun yapı davranışına etkisi üzerine durulmuş ve yanal yüklü desteksiz yığma

duvar uzunluğunun duvarın kayma davranışındaki etkileri incelenmiştir. Çalışma bundan sonraki süreçte ve buna benzer konularda yapılacak diğer çalışmalara ışık tutması bakımından önem arz etmektedir.

### 3. YIĞMA DUVARLARIN YAPISAL ANALİZLERİ (STRUCTURAL ANALYSES OF MASONRY STRUCTURES)

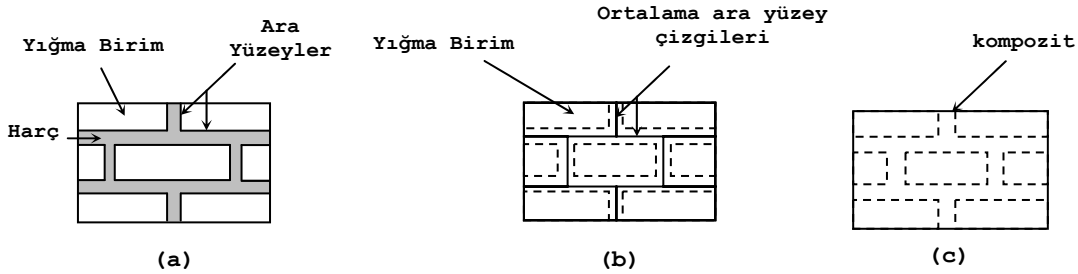
#### 3.1. Yapısal Analizler için Modelleme Yaklaşımları (Modeling Approach for Structural Analyses)

Sonlu elemanlar yöntemiyle yığma yapıların modellenmesinde kullanılan eleman ve kabuller, betonarme yapılar için kullanılanlardan oldukça farklıdır. Çünkü betonarme heterojen bir malzeme olmasına rağmen, yapılan kabullerle bir yapısal elemanı aynı çeşit sonlu elemanla geçmek mümkün olmaktadır. Oysa yığma yapı duvarlarında taş ve tuğla gibi yığma birimlerin ve farklı karakteristiklere sahip harcın bulunması tek tip sonlu eleman kullanmayı zorlaştırmaktadır. Bu durumda kabule uygun ve gerçekten uzaklaşmayacak şekilde bir modelleme yaklaşımı geliştirmeli ya da bu birimleri ayrı ayrı modellemek yolu tercih edilmelidir. Yığma birimlerin ve ara yüzey elemanlarının ayrı ayrı modellendiği bu durumda ise bilinmeyen sayısı oldukça fazla olmaktadır. Özellikle doğrusal olmayan çözümlerde iterasyonların da işleme katıldığı düşünülürse, sistemin çözüm süresi aşırı oranlarda artmaktadır.

Literatürde yapılan araştırmalara göre yığma yapıların analizinde, sistemin büyüklüğüne bağlı olarak üç farklı modelleme tekniğinin kullanıldığı söylenebilir. Bunlar;

- Detaylı mikro modelleme
- Basitleştirilmiş mikro modelleme
- Makro modelleme

Yığma yapıların modellenmesinde kullanımı yaygın olan söz konusu teknikler aşığıdaki şekilde verilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Yığma duvarlarındaki modelleme teknikleri, a) Detaylı mikro modelleme, b) Basitleştirilmiş mikro modelleme, c) Makro modelleme [3]

(Figure 2. Modeling techniques for masonry walls, a) Detailed micro modeling, b) Simplified micro modeling, c) Macro modeling [3])

Detaylı mikro modellemede, yığma duvarı meydana getiren yığma birimin ve harcın ayrı ayrı mekanik özellikleri yani Elastisite Modülleri, Poisson Oranları ve elastik olmayan diğer özellikleri dikkate alınmaktadır (Şekil 2a). Basitleştirilmiş mikro modellemede, yığma birimlerin boyutları, harç tabakasının kalınlığının yarısı kadar genişletilerek harç tabakası ihmal edilmekte ve yığma birimler ortalama ara yüzey çizgileriyle birbirinden ayrılmaktadır (Şekil 2b). Makro modellemede ise yığma birim ve harcın özellikleri çeşitli homojenleştirme işlemlerine tabi tutulmak suretiyle yığma duvar kompozit bir malzeme olarak düşünölmektedir (Şekil 2c).

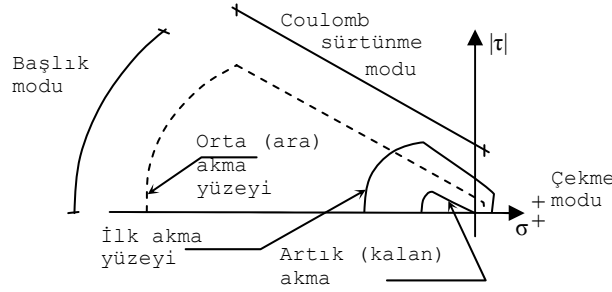
Yukarıda açıklanan yaklaşımlardan her biri farklı durumlar için tercih edilmektedir. Mikro modellemeler yığma duvarların detaylı incelenmesinde, kritik bölgelerin analizinde tercih edilirken, makro

modellemeler karmaşık ve büyük sistemlerde, tüm yığma binanın analizinde tercih edilmektedir. Uygun sonlu elemanlara ayırmak suretiyle makro modelleme zaman açısından tasarruf sağladığından dolayı tercih edilmektedir.

### 3.2. Kompozit Arayüzey Modeli (Composite Interface Model)

Yığma duvarlar bilindiği üzere basınca karşı dayanımı yüksek, çekmeye karşı dayanımı zayıftır. Literatürde yapılan araştırmalarda, uygulanan modelleme tekniklerine göre yığma duvarların elastik ötesi davranışını temsil etmek amacıyla bazı kırılma kriterleri kullanılmaktadır. Makro modelleme tekniğinin kullanıldığı durumlarda genellikle Drucker-Prager, Rankine ve Hill kriterleri kullanılırken, mikro modellemelerde ise genellikle tuğla-harç veya iki tuğlanın arayüzeyinde elastik ötesi davranışı temsil eden Kompozit Arayüzey modeli kullanılmaktadır. Bu çalışmadaki yapısal modellerde basitleştirilmiş mikro modelleme yaklaşımı kullanıldığından dolayı arayüzey modellemelerinde elastik ötesi davranışı temsilen Kompozit Arayüzey modeli kullanılmıştır.

Yığma duvarların kırılma mekanizmaları arasında en fazla çekme çatlakları, arayüzeylerdeki kaymalar, yığma birimlerdeki diyagonal çekme çatlakları veya ezilmeler ile karşımıza çıkmaktadır. Mikro modelleme tekniği kullanarak yığma yapıların analizlerinde, gerçeğe en yakın sonuçların veya başka bir ifadeyle, yığma yapı davranışını gerçeğe en yakın bir şekilde modellemek için, yukarıda yer alan tüm bu kırılma mekanizmalarının bir arada düşünülüp analizlerin buna göre yapılması gereklidir. Yığma yapılar için kompozit arayüzey kırılma kriterini Lourenço [3] yapmış olduğu çalışmasında önermektedir. Aşağıdaki şekilde kompozit arayüzey kırılma kriteri şematik olarak gösterilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Kompozit arayüzey kırılma kriteri [3]  
(Figure 3. Composite interface yield criterion [3])

Çekme modu için kırılma fonksiyonu;

$$f_1(\sigma, \kappa_1) = \sigma - \sigma_1(\kappa_1) \quad (1)$$

olarak, buradaki asal gerilme veya akma değeri olan  $\sigma_1$  ise:

$$\sigma_1 = f_t \exp\left(-\frac{f_t}{G_f^I} \kappa_1\right) \quad (2)$$

olarak ifade edilebilir. Burada;  $f_t$  arayüzeylerin çekme dayanımlarını,  $G_f^I$  mod 1 kırılma enerjisini ve  $\kappa_1$  ise elastik ötesi rölatif deplasmanı göstermektedir.

Kompozit arayüzey kırılma kriterinde yer alan Coulomb sürtünme kriteri ise aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.



$$f_2(\sigma, \kappa_2) = |\tau| + \sigma \tan \phi(\kappa_2) - \sigma_2(\kappa_2) \quad (3)$$

Burada, kırılma gerilmesi değeri ( $\sigma_2$ ) ile sürtünme açısı ( $\tan \phi$ ) aşağıdaki bağıntılar yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$\sigma_2 = c \exp\left(-\frac{c}{G_f''} \kappa_2\right) \quad (4)$$

$$\tan \phi = \tan \phi_0 + (\tan \phi_r - \tan \phi_0) \frac{c - \sigma_2}{c} \quad (5)$$

Burada;  $c$  arayüzey elemanlarındaki kohezyonu,  $\phi_0$  başlangıç sürtünme açısını,  $\phi_r$  artık sürtünme açısını ve  $G_f''$  ise mod II kırılma enerjisini temsil etmektedir.

Kriterde yer alan iki boyutlu basınç başlığı modu ilk olarak Lourenço [3] tarafından önerilmektedir. Söz konusu başlık için kırılma fonksiyonu aşağıda verilmektedir.

$$f_3(\sigma, \kappa_3) = C_{nn} \sigma^2 + C_s \tau^2 + C_n \sigma - (\sigma_3(\kappa_3))^2 \quad (6)$$

Burada;  $C_{nn}$ ,  $C_s$  ve  $C_n$  malzeme parametreleri,  $\sigma_3$  ise kırılma gerilmesi değeridir. Mikro modelleme tekniği kullanılarak yapılan analizlerde genellikle yığma birim olarak kullanılan tuğlaların elastik davranış sergiledikleri kabul edilmektedir. Modele elastik ötesi davranışı yansıtacak olan, tuğlaların aralarında yer alan arayüzeylerdir. Kompozit arayüzey kırılma kriterine uygun parametreler söz konusu bu arayüzeylerin davranışına etkimekte ve çatlama mekanizmaları bu arayüzeylerde gerçekleşmektedir.

### 3.3. Yığma Duvarların Kayma Davranışları (Shear Behavior of Masonry Walls)

Aynı ekseninde birbirine ters yönde yüklemelere maruz kalan yığma duvarlarda kayma etkisinde çeşitli deformasyonlar meydana gelmektedir. Kaymaya bağlı olan bu deformasyonlar harç ve yığma birimlerin dayanım oranlarına göre ya derzler boyunca gelişmekte ya da yığma birimlerde de deformasyonlar meydana gelebilmektedir.

Eğik kayma deformasyonları, yığma yapı elemanında kesme kuvvetinin etki ettiği doğrultuya göre belli bir açıyla oluşan kayma gerilmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Yığma duvarlarda ve diğer yapı elemanlarında, kesme kuvvetleri normal şartlarda birim elemanların birleşim düzlemlerine paralel yönde etki etmektedir. Eğik çekme deformasyonlarının önlenmesi için de yığma yapı elemanını oluşturan birim elemanlar ile harç arasında iyi bir bağlantı olması gerekmektedir. Homojen taşıyıcı elemanların kesme kuvveti etkisi altındaki basit elemanlarda asal gerilmeler hesaplandığında eğik asal basınç gerilmeleri yanında ona ve çatlaklara dik doğrultuda çekme gerilmelerinin de meydana geldiği görülmektedir [4].

### 4. DESTEKSİZ DUVAR UZUNLUĞUNUN YAPI DAVRANIŞINA ETKİSİ (EFFECT OF UNSUPPORTED WALL LENGTH ON BEHAVIOR OF STRUCTURE)

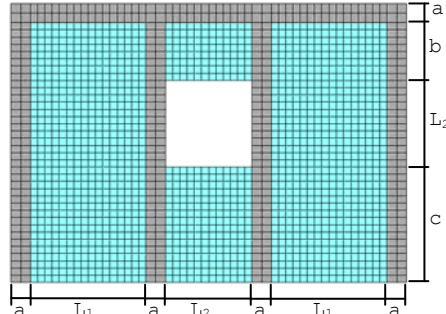
Kapı/pencere boşluklarının duvar köşesine olan mesafelerindeki değişimin duvarın genel davranışına etkisinin incelendiği bu çalışmada doğrusal olmayan elastik ötesi analizler 6 adet farklı uzunluktaki duvar örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Duvar modelleri düşeyde 18 sıra 300x150x100 (mm<sup>3</sup>) boyutlarında tuğlalardan meydana gelmektedir. Yatay simetri merkezinde yer alan pencere boşluğu 900x900 (mm<sup>2</sup>) boyutundadır. Yatay ve düşey hatıllar

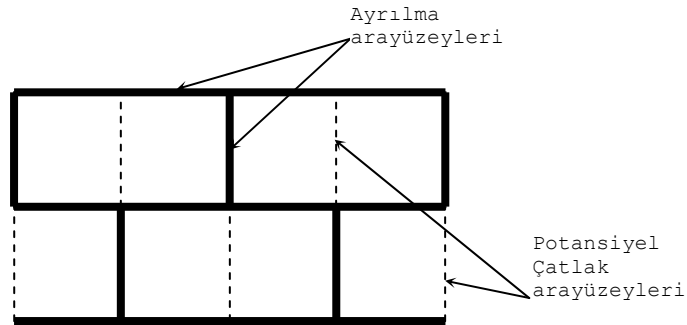
Türk Deprem Yönetmeliğinde [2] verilen minimum koşula göre kalınlığı 200mm olarak düşünölmüştür. Oluşturulan tüm modeller sarılmış yığma duvar özelliğinde olup pencere ve duvarların sağ ve sol kenarları düşey hatıllar, duvarın üstü ise yatay bir hatılla donatılmaktadır. Oluşturulan modellerin geometrik özellikleri aşağıdaki Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Modellere ait geometrik özellikler  
(Table 1. Geometrical properties of models)

Model adı	L <sub>1</sub> (mm)	L <sub>2</sub> (mm)	a (mm)	b (mm)	c (mm)
M900	900	900	200	600	1200
M1200	1200				
M1500	1500				
M1800	1800				
M2100	2100				
M2400	2400				



Modeller, DIANA [5] sonlu elemanlar programında modellenmiş ve analizleri gerçekleştirilmiştir. DIANA sonlu elemanlar programının kullanılmasındaki amaç tamamen modelde kullanılan malzemelerin özellikleriyle ve modelleme yaklaşımı ile ilgilidir. Tüm modellemelerde basitleştirilmiş mikro modelleme yaklaşımı kullanılmıştır. Modellerde gerek yığma birimlerin ve gerekse hatılların doğrusal elastik davrandığı kabul edilirken, ayrılma arayüzleri doğrusal olmayan elastik ötesi bir davranış sergilemektedir. Ayrıca modellerdeki örgü biçimi şaşırtmalı örgü olduğundan dolayı yığma birimlerin ortası düşey olarak potansiyel çatlak yüzeyleri oluşturacağı için söz konusu bölgelerde çatlak arayüzleri oluşturulmuştur. Söz konusu bu çatlak arayüzleri de yığma birim ve hatıllar gibi doğrusal olarak davranmaktadır. Temsili olarak ayrılma arayüzleri ile potansiyel çatlak arayüzlerini gösteren şekil aşağıda verilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Ayrılma ve potansiyel çatlak arayüzleri  
(Figure 4. Delamination and potential crack interfaces )

Yığma birimlerde ve hatıllarda iki boyutlu 4 düğüm noktalı ve her düğüm noktasında 2 serbestlik derecesi olan dörtgen (*quadrilateral*) elemanlar kullanılmıştır. Potansiyel çatlak ve ayrılma arayüzlerinde ise iki boyutlu 4 düğüm noktalı ve her düğüm



noktasında 2 serbestlik derecesi olan arayüzey (interface) elemanlar kullanılmıştır. Modellerde kullanılan malzemelerin elastik ve elastik ötesi özellikleri aşağıdaki tablolarda (Tablo 2 ve Tablo 3) verilmektedir.

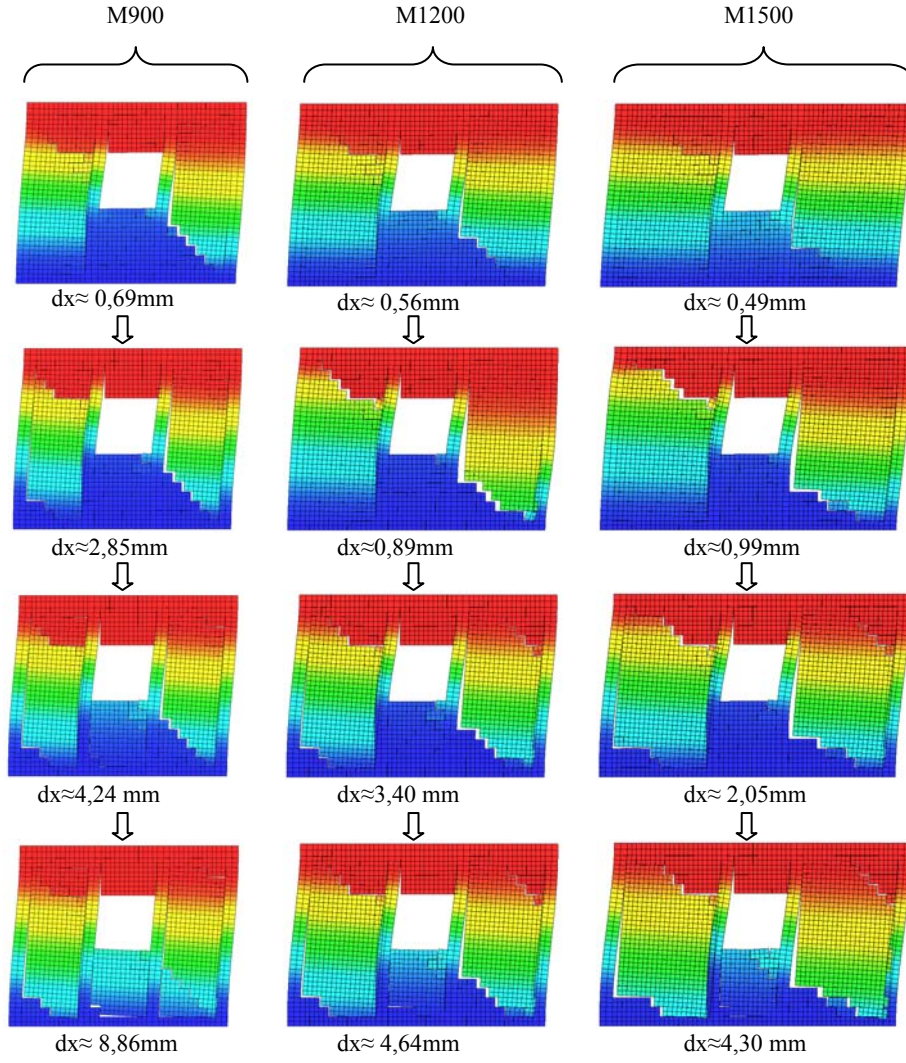
Tablo 2. Modellerde kullanılan malzemelerin elastik özellikleri  
(Table 2. Elastic properties of materials used for the models)

Yığıma Birimler		Hatıllar		Potansiyel Çatlak Arayüzeyleri		Ayrılma Arayüzeyleri	
E	$\nu$	E	$\nu$	$k_n$	$k_s$	$k_n$	$k_s$
17500 (N/mm <sup>2</sup> )	0,2	28000 (N/mm <sup>2</sup> )	0,2	1x10 <sup>4</sup> (N/mm <sup>3</sup> )	1x10 <sup>3</sup> (N/mm <sup>3</sup> )	83,0 (N/mm <sup>3</sup> )	36,0 (N/mm <sup>3</sup> )

Tablo 3. Modellerde kullanılan malzemelerin elastik ötesi özellikleri  
(Table 3. Inelastic properties of materials used for the models)

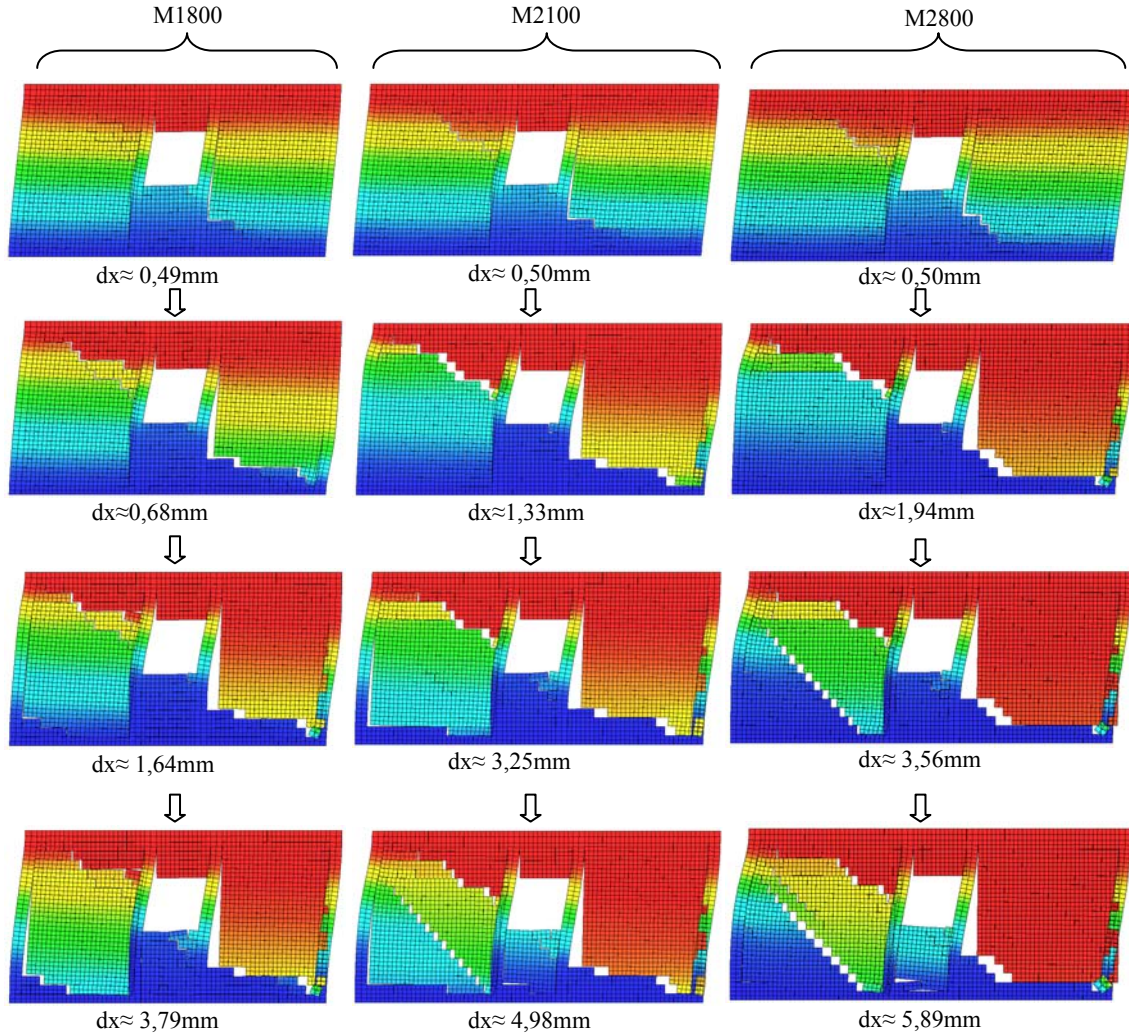
Çekme dayanımı, $f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	0,25
Kırılma enerjisi, $G_f$ (N/mm)	0,018
Kohezyon, $c$ (N/mm <sup>2</sup> )	0,35
Sürtünme açısı, $\tan \phi$	0,75
Dilatasyon açısı, $\tan \psi$	0,60
Artık sürtünme katsayısı, $\phi$	0,75
Sınırlandırılmış normal gerilme, $\sigma_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	-1,3
Üssel azalma katsayısı, $\lambda$	5,0
Başlık kritik basınç dayanımı, $f_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	8,5
Kaymadan oluşan kontrol faktörü, $C_s$	9,0
Basınçtan dolayı oluşan kırılma enerjisi, $G_{fc}$ (N/mm)	5,0
Eşdeğer plastik rölatif yer değiştirme, $K_p$	0,093
Kırılma enerji faktörü, $b$	0,05

Yığıma duvar modellerinin düzlem içi yatay etkiler altındaki davranışlarının incelendiği bu çalışmada deplasman tabanlı doğrusal olmayan analizler gerçekleştirilmiştir. Yatay hatılın üst düğüm noktalarına +x yönünde yatay deplasman uygulanarak modellerde meydana gelen çatlaklar gözlemlenmiştir. M900, M1200 ve M1500 modellerine ait analizlerin farklı adımlarında meydana gelen çatlak gelişimleri Şekil 5'te, M1800, M2100 ve M2400'e ait çatlak gelişimleri ise Şekil 6'da verilmektedir.



Şekil 5. Modellerde meydana gelen nihai çatlak görünümleri (M900, M1200 ve M1500)  
(Figure 5. Ultimate crack illustrations from M900, M1200 and M1500 models)

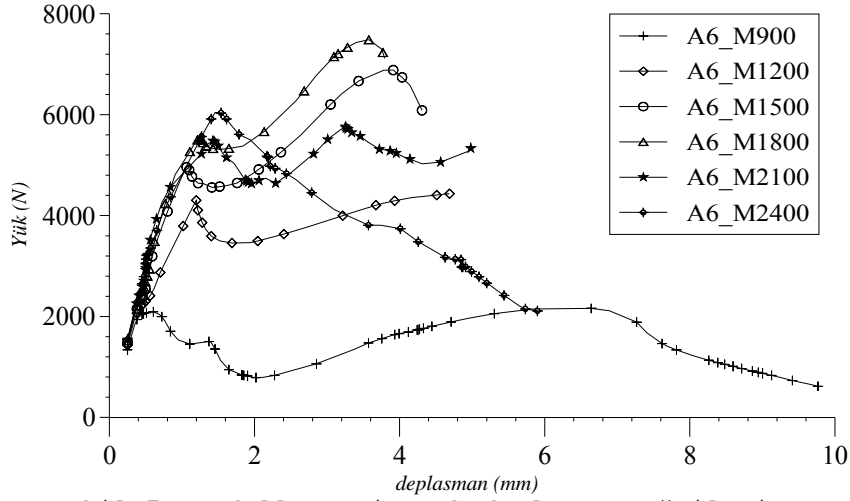




Şekil 6. Modellerde meydana gelen nihai çatlak görünüşleri (M1800, M2100 ve M2400)  
(Figure 6. Ultimate crack illustrations from M1800, M2100 and M2400 models)

Tüm modellere ait olan ilk çatlaklar kesme çatlakları şeklinde eğik olarak meydana gelmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasında modellerin dıştan düşey hatıllarla sarılmasının önemli katkısı bulunmaktadır. Göçme anında M2100 ve M2400 de dolu gövdeli duvarların ortasında duvarı ikiye ayıran diyagonal çatlak gözlemlenmektedir. Diğer modellerde ise bu iki modelde görülen çatlaklara eşdeğer çatlaklar duvarın köşelerine çok yakın bir yerde meydana gelmektedir. Pencere boşluğunun her iki kenarında bulunan düşey hatıllar pencere boşluğunun alt ve üstünde yer alan tuğlaları blok halinde zorlamasıyla yatay kayma çatlakları oluşturmuştur.

Modellere ait yük-deplasman eğrileri aşağıda toplu olarak verilmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Modellere ait yük-deplasman eğrileri  
(Figure 7. Load-displacement curves of the models)

Deprem bölgelerinde yapılacak yığma binalar için taşıyıcı duvarlardaki boşlukların boyutları ve konumu üzerine Türk deprem yönetmeliğinde [2] detaylı bilgiler mevcuttur. Gerek Amerikan [6] ve gerekse Avrupa'da yürürlükte olan yönetmelikte [7] taşıyıcı duvarlardaki boşluklar hakkında net olarak bir sınırlandırmaya rastlanmamıştır.

Yukarıda yük-deplasman eğrileri verilen modeller arasında yük taşıma kapasitesi en fazla olan model M1800'dür. Yani söz konusu olan modelde dolu gövdeli duvar uzunluğu 1,8m dir. Deplasman kapasitesi diğerlerine göre çok fazla olmasına karşın performansı en düşük olan model ise 0,9 m dolu gövde uzunluğuna sahip olan M900'dür. M1500 ve M1800 modelleri kendilerinden daha uzun olan M2100 ve M2400 modellerinden daha fazla performans göstermektedir.

##### 5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada, yanal yüklü desteksiz yığma duvar uzunluğunun duvarın kayma davranışındaki etkileri incelenmiştir. İncelemeler 6 adet farklı uzunluktaki sarılmış yığma duvar örnekleri üzerinde yapılmıştır. Yukarıda bahsedildiği gibi Türk Deprem Yönetmeliğimizde 1. ve 2. deprem bölgelerinde 1,5m minimum dolu gövdeli duvar boyu, 3. ve 4. deprem bölgelerinde ise 1,0m dolu gövdeli duvar boyu öngörülmektedir. Yapılan analizler neticesinde dolu gövdeli duvar boyu 1,5m ve 1,8m olan modeller yatay yükler karşısında en iyi performansı gösterdiği görülmektedir. Buna karşın 0,9m dolu gövdeli duvar uzunluğunda olan modelin performansı diğerlerine göre çok düşük seviyelerde kalmaktadır. Buna göre; ülkemizde yapılacak olan yığma binalarda dolu gövdeli duvar uzunluklarının 1,5m-1,8m arasında olması en ideal durum olarak ortaya çıkmaktadır.

##### TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projesi (Proje No: 2006.112.001.7) ile desteklenmektedir.

##### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. DİE, (2000). Bina Sayımı, Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.
2. DBYBHY, (2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
3. Lourenço, P.B., (1996). Computational Strategies for Masonry Structures, Delft, Netherlands: Delft University of Technology.



4. Kuruşçu, A.O., (2005). Yığma Yapıların Analizi. İstanbul: Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi.
5. DIANA, (2008). Finite Element Analysis Program. Delft, The Netherlands: TNO DIANA.
6. ACI.530.1-88, (1988). Building Code Requirements for Masonry Structures. American Concrete Institute.
7. Eurocode.8, (2006). Design of Structures for Earthquake Resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings.