

Dolgu Duvarların Düzlem İçi ve Düzlem Dışı Davranışına Esnek Derzli Bağlantı Elemanının Etkisi

Osman Fatih BAYRAK¹, M. Musab ERDEM², Murat BİKÇE³, Engin EMSEN⁴

^{1,2,3}İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 31200, İskenderun/Hatay

⁴Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 07010, Antalya

¹<https://orcid.org/0000-0002-2065-5544>

²<https://orcid.org/0000-0001-5333-5750>

³<https://orcid.org/0000-0001-5529-2387>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-5904-2737>

*Sorumlu yazar: murat.bikce@iste.edu.tr

Araştırma Makalesi

ÖZET

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 11 Aralık 2019

Kabul tarihi: 4 Mayıs 2020

Online Yayınlanma: Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Dolgu duvar

Esnek derzli bağlantı

Düzlem içi davranış

Düzlem dışı davranış

1 Ocak 2019 tarihinde Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin yürürlüğe girmesi ile dolgu duvarlı çerçevelerin görelî kat öteleme sınırları güncellenmiş ve uygulamaya yönelik yenilikler getirilmiştir. Bu çalışmada, yeni bir yaklaşım olan dolgu duvarların çerçeve sistemden bağımsızlaştırıldığı esnek derzli durum incelenmiştir. Çerçevelerde esnek derzli bağlantı, düşey ve yatay taşıyıcı elemanların yüzeyine ankrajlanan C-profillerin içerisine düşük rijitlikte esnek malzeme konulması ile oluşturulmaktadır. Çerçevelerde bulunan c profil ve esnek malzeme Sap2000 yazılımında yay (boşluk) eleman olarak modellenmiştir. Tek açıklık ve tek açıklık, tek genişliğe sahip iki farklı betonarme çerçevenin deplasman kontrollü analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler ile çerçeve sistemlerin düzlem içi ötelemelerde dolgu duvarlardan bağımsız çalıştığı, fakat düzlem dışı hareketinde dolgu duvarlarda gerilmeler meydana getirdiği görülmüştür.

Effect of Flexible Jointed Connection Elements on In-Plane and Out-Plane Behavior of Infill Walls

Research Article

ABSTRACT

Article History:

Received: 11 December 2019

Accepted: 4 May 2020

Published online: June 2020

Keywords:

Infill wall

Flexible jointed connection

In plane behavior

Out plane behavior

On January 1, 2019 Turkish Earthquake Building Code upon the entry into force, the relative displacement limits of the floor frame infill walls have updated and brought innovations to implement. In this study, flexible jointed condition in which a new approach is made independent of the frame system is investigated. In frames, flexible joint connection is formed by placing low rigid flexible material in C-profiles anchored to the surface of vertical and horizontal structural elements. The C-profile and flexible material in frames are modeled as spring (gap) elements in the Sap2000 software. Displacement controlled analyses of two different reinforced concrete frames with single opening and single opening-single width are performed. Analyses show that the frame systems work independently of infill walls in in-plane displacements, but cause stresses in infill walls in out-plane movement.

To Cite: Bayrak OF., Erdem MM., Bıkçe M., Emsen E. Dolgu Duvarların Düzlem İçi ve Düzlem Dışı Davranışına Esnek Derzli Bağlantı Elemanının Etkisi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(1): 24-28.

1. Giriş

Betonarme çerçevelerde, yapı alanını bölümlere ayırmak ve yaşam alanlarının dış ortam ile izolasyonunu sağlamak amacıyla, farklı malzeme

ve şekilde üretilen dolgu duvarlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu duvarlar, yatay yük etkisinde taşıyıcı eleman davranışı göstermesine rağmen, genellikle analiz aşamasında taşıyıcı

özellikleri göz önüne alınmamaktadır ve çoğu analizlerde sadece modal kütleye katkı sağladığı düşünülmektedir. Oysaki dolgu duvarların çerçeve sistem davranışına olumlu/olumsuz etkisinin olduğu bilinen bir gerçektir [1-3]. Özellikle deprem ve rüzgâr gibi yatay yük etkisiyle, düzlem içi ve düzlem dışı zorlanmalara maruz kalmaktadır. Düşey taşıyıcı elemanlar arasında oluşturulması ile, yapının yatay yük taşıma kapasitesini ve deprem performansını artırması gibi olumlu etkileri bulunmaktadır (Şekil 1a) [4]. Buna karşı duvarların planda ve düşeyde asimetrik konumlandırılmasıyla yapısal düzensizlikler meydana getirebilmektedir [5-7]. Düzlem dışı davranışta yeteri kadar rijitliğe sahip olmaması, olası bir yatay kuvvette hasar alarak göçmesine neden olabilmektedir (Şekil 1b) [8-10].



Şekil 1. Dolgu duvarların hasarı (a) düzlem içi, (b) düzlem dışı [9].

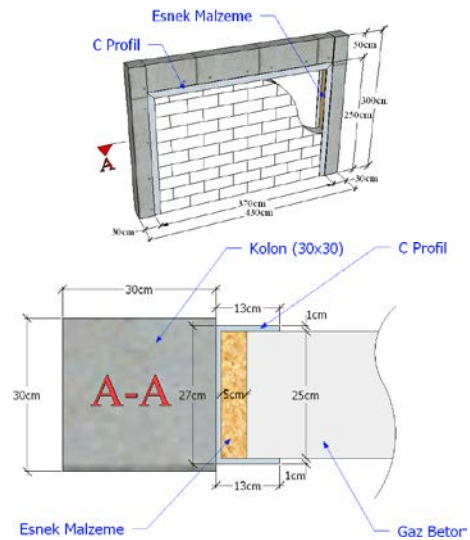
Yapısal analizlerde dolgu duvarlar davranışını ifade edebilecek basit ve tutarlı bir yöntemin olmaması, uygulama ile tasarım arasında farklılık meydana getirmektedir. Bu farklılık, yatay yüke maruz kalan dolgu duvarlarında ön görülemeyen davranışlara sebep olabilmektedir. Dolayısıyla dolgu duvar hasarını minimize edilmesi ve tasarım ile uygulama arasındaki farklılığın giderilmesi amacıyla, 1 Ocak 2019'da yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018 TBDY) [11] dolgu duvar-çerçeve arası esnek derzsiz/derzli durumlar önerilmiştir. Ayrıca bu durumlar için etkin görel kat öteleme sınırı güncellenmiştir. Esnek bağlantı yöntemi; dolgu duvarın gevrek ve çerçevenin sünek bağımsız hareketlerini yapabilmesi, depremde tasarım ile uygulamanın örtüşmesi ve yapısal/yapısal olmayan elemanlarda en az hasarın oluşması maksatlarıyla esnek derzsiz bağlantıya bir

alternatif olarak sunulmaktadır. 2018 TBDY – Bilgilendirme Eki 4C “Dolgu Duvarlar İçin Esnek Bağlantı Detayı Örneği” dikkatle incelendiğinde, esnek bağlantının sadece düzlem içi davranışta etkili olduğu, düzlem dışı hareketin kısıtlanmasının ise dolgu duvarın salt profil içinde kalacağı ve taşıyıcı eleman hareketiyle uyumlu olacağı görülmektedir. Ancak düzlem dışı davranışın, dolgu duvarlarda farklı hasarlara neden olabileceği düşünülmektedir.

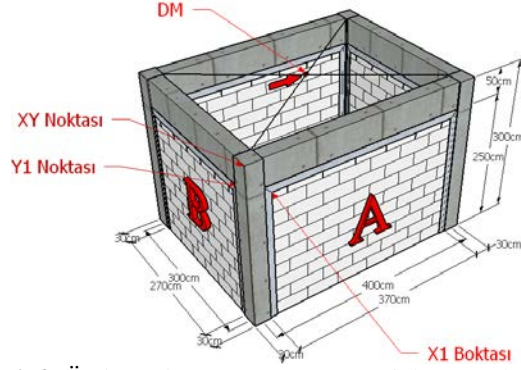
Bu çalışmada, 2018 TBDY’de seçenек olarak sunulan esnek derzli bağlantı, tek kat ve tek açıklık için, düzlemsel ve üç boyutlu çerçeve olarak Sap2000 yapı analizi programında modellenerek düzlem içi ve düzlem dışı davranışlar açısından incelenmiştir [12]. Modellenen çerçevelerin esnek bağlantı aparatları 2018 TBDY tarafından sınırlandırılan görel kat ötelemelerinin en büyük sınır değerini kapsayacak şekilde oluşturulmuş ve deplasman kontrollü analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler ile bağlantı aparatlı dolgu duvarlı çerçevelerde oluşabilecek gerilmeler ve ötelemeler değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Esnek derzli durum için, düzlemsel ve üç boyutlu iki adet çerçeve sistem incelenmiştir (Şekil 2, 3). Her iki betonarme çerçevede, beton sınıfı için C25/30, donatı sınıfı için S420 kullanılmıştır. Kolonları 30x30cm, kirişleri 25x50 olan çerçeve sistem arasına oluşturmak üzere uzunluğu 60 cm, yüksekliği 25 cm, kalınlığı 25 cm olan gaz beton seçilmiştir. Ayrıca TBDY’nde önerilmesi üzere dolgu duvar elastisite modülü 1000 MPa kabul edilmiştir.

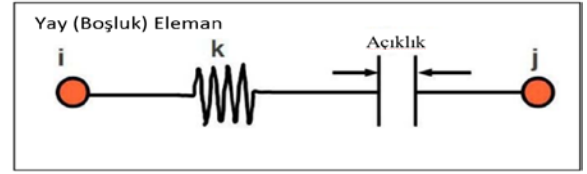


Şekil 2. Düzlemsel çerçeve boyutu ve en kesiti

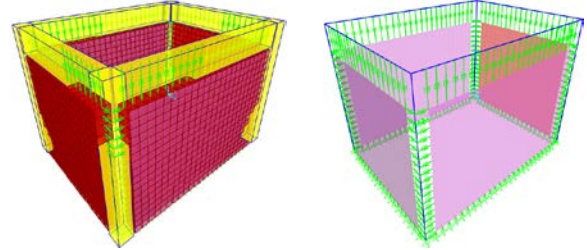


Şekil 3. Üç boyutlu çerçeve system ve izlenen noktalar

Şekil 3'te görüldüğü gibi çerçeve sistemler esnek derz ile birbirinden ayrılarak düzlem içi hareketi serbest bırakılıp düzlem dışı davranışı kısıtlanmıştır. Esnek derz miktarı, Erdem ve Bikçe tarafından yapılan çalışmadan elde edilmiştir [13]. Bu çalışmada, Türkiye için her ilde seçilen konumlara ait azaltılmış görelî kat öteleme sınırını inceleyerek izin verilen en büyük sınır değerin 2.7 cm ile Aksaray il merkezinde olduğunu belirtilmiştir. Ön görülemeyen etkilerinde düşünülmesiyle esnek derz aralığı 5 cm olarak seçilmiştir. Bu esnek malzemeler 27 cm C-profiller ile kolon ve kiriş iç yüzeylerine ankrajlanarak dolgu duvar çevrelenmiştir. Modellenen üç boyutlu çerçeve sistemin A yüzeyinin sol üst köşe noktası X1, B yüzeyinin sağ üst köşe noktası Y1 ve A-B kesişim kolonunun üst köşe noktası XY olarak adlandırıldığı Şekil 4'te görülmektedir. Rijit diyaframlı çerçeve sistemler Sap2000 yazılımında modellenerek DM noktasının A yüzeyi doğrultusunda 6 cm ötelenmesi ile deplasman kontrollü analiz gerçekleştirilmiştir. Kabuk olarak modellenen dolgu duvar ile çerçeve arası bağlantı sadece basınca çalışabilen yaylar (boşluk elemanlar) ile sağlanmıştır.(Şekil 4, 5). Boşluk elemanlar iki nokta arasında bağlantı kurmakta ve Şekil 4'te belirtilen açıklık değerine ulaştığı takdirde i ucundan j ucuna doğru k rijirliğinde basınç etkisi meydana getirmektedir.



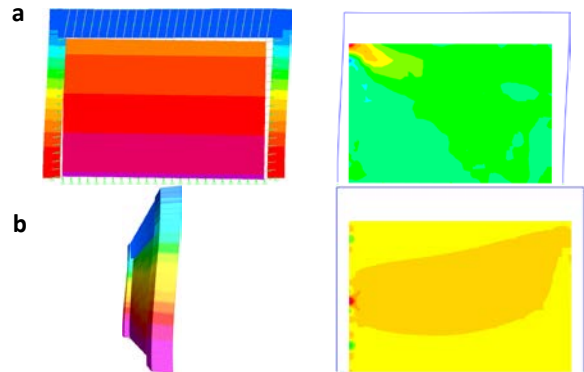
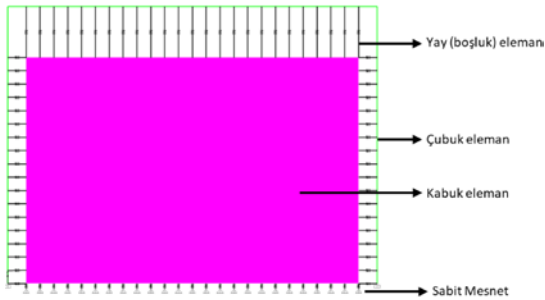
Şekil 4. Sap2000 modeli elemanları



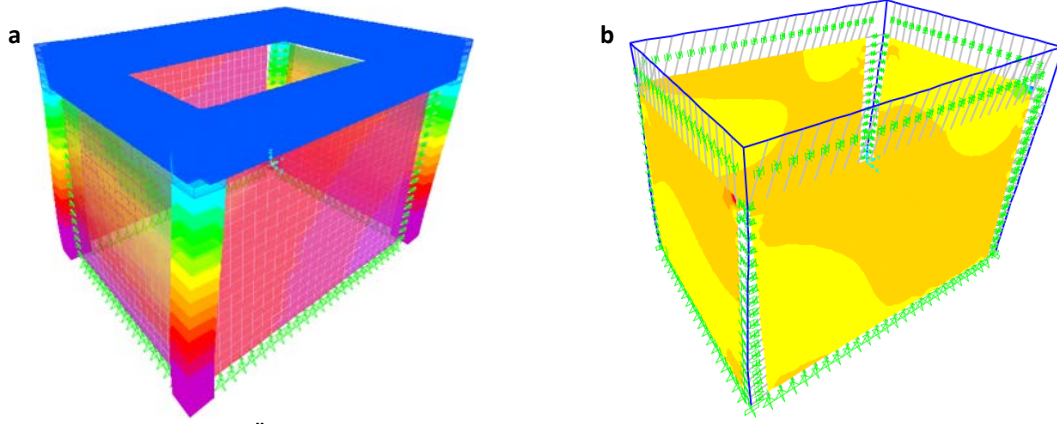
Şekil 5. Üç boyutlu çerçeve Sap2000 modeli

3. Bulgular ve Tartışma

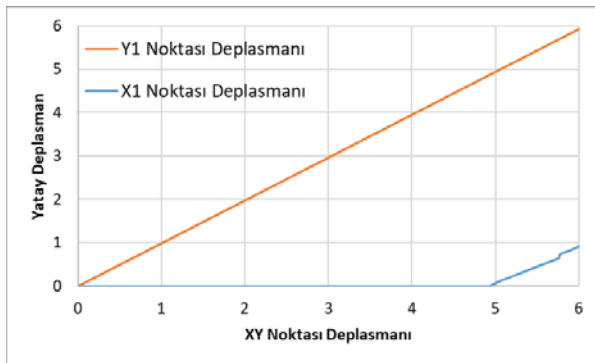
Yapılan deplasman kontrollü analiz ile düzlemsel dolgu duvarlı çerçeve sistemin şekil değıştirmesi ve dolgu duvarda meydana gelen gerilmeler Şekil 6 a, b'de gösterilmiştir. Üç boyutlu çerçeveye ait deplasman kontrollü analiz sonuçları Şekil 7 a,b'de verilmiştir. Çerçevelerin düzlem içi ve düzlem dışı davranışının incelenmesi amacıyla X1, Y1 ve XY noktası deplasmanları karşılaştırılmıştır (Şekil 8).



Şekil 6. Çerçeve deplasmanı ve dolgu duvar gerilmesi (a) düzlem içi, (b) düzlem dışı



Şekil 7. Üç boyutlu (a) Çerçeve deplasmanı ve (b) dolgu duvar gerilmesi



Şekil 8. X1, Y1 ve XY noktası deplasmanları

Literatürde duvar etkisinin çerçeve üzerindeki etkisini azaltmak amacıyla dolgu duvar - çerçeve arasında boşluk bırakılan çalışmalar bulunmaktadır [14]. Fakat, bu durumda duvarda devrilme tehlikesi meydana gelmiştir. Yöntemin eksikliğini gidermek üzere kolondan çıkan donatıların derz boşluğunu geçerek duvar içine gömülmesi [15, 16] tekniğinin uygulanması oldukça güçlenmiştir. Bununla birlikte çelik kolonlarda, köşebent ve içi straforlu U profil derz bağlantı uygulamaları deneysel olarak incelenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır [17]. Çalışmadan edilen bulgulardan, C-profil ve esnek derzin yaylarla modellendiği çerçevelerin 5 cm düzlem içi ötelenmesi ile dolgu duvarlara gerilme aktarmadığı görülmüştür. Buna karşın düzlem dışı hareket C-profiller ile kısıtlanarak bu doğrultuda esnek bir malzemenin bulunmaması durumunda, duvarlarda gerilmelerin oluşmasına neden olmuştur. Yapılan analizlerden, çerçevelerin kontrollü 5 cm düzlem içi ötelenmesi ile dolgu duvarlarda herhangi bir hasar beklenmezken düzlem dışı davranışta oluşacak gerilmelerden dolayı hasar oluşmasının olası bir durum olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda, düzlem dışı oluşabilecek gerilmelerin önüne geçilerek olası bir hasarın engellenmesi bir sonraki araştırma konusu olarak düşünülmektedir.

4. Sonuçlar

Dolgu duvarlı çerçevelerin 2018 TB DY'nde önerildiği şekliyle esnek derzli yapılması durumu için düzlemsel ve üç boyutlu olarak hazırlanan iki farklı modelin Sap2000'de deplasman kontrollü analizleri gerçekleştirilmiştir. Çerçeve ile dolgu duvar arasında bırakılan 5 cm esnek derz elemanının hesaplanan azaltılmış görelî kat ötelemeleri için yeterli olduğu anlaşılmıştır. Çerçevelerin düzlem içi hareketinin 5 cm ötelemeye kadar dolgu duvarlardan bağımsız olduğu, dolgu duvarda gerilme oluşturmadığı, ancak, düzlem dışı davranışta gerilmelerin meydana geldiği görülmüştür. 2018 TB DY'de sunulan esnek derzli bağlantı aparatının düzlem içi hasarların engellenmesinde önemi anlaşılmıştır. Ancak düzlem dışı davranışta dolgu duvarlarda hasarların oluşmasının muhtemel olacağı dikkat çekmiştir.

Teşekkür

Yazarlar, TÜBİTAK 118M317 nolu proje kapsamında yapılan çalışmalara, TÜBİTAK tarafından sağlanan destek için teşekkürü borç bilirlir.

Not: Bu çalışma, 13-15 Haziran 2019 tarihleri arasında İskenderun/Türkiye'de düzenlenen Uluslararası İnşaat Mühendisliği'nde İnovasyon, Sürdürülebilirlik, Teknoloji ve Eğitim Konferansında (iSTE-CE'2019) sunulmuştur.

Kaynakça

- [1] Asteris PG. Finite element micro-modeling of infilled frames, *Electronic Journal of Structural Engineering* 2008; 8(8): 1-11.

- [2] Tar İÖ. Dolgu duvarların modellenmesinde kullanılan eşdeğer basınç çubuğu yöntemlerinin karşılaştırılması, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 2010.
- [3] Zarnic R., Tomazevic M. An experimentally obtained method for evaluation of the behavior of masonry infilled RC frames, Proceedings of the 9th World Conference on Earthquake Engineering, 2-9 August 1988, pp:163-168, Tokyo.
- [4] Sevil T., Baran M., Canbay E. Tuğla dolgu duvarların B/A çerçevesi yapıların davranışına etkilerinin incelenmesi; deneysel ve kuramsal çalışmalar, Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi 2010; 2(2): 35-42.
- [5] Colangelo F. Pseudo-dynamic seismic response of reinforced concrete frames infilled with non-structural brick masonry, Earthquake Engineering & Structural Dynamics 2005; 34(10): 1219-1241.
- [6] Crisafulli FJ., Carr AJ., Park R. Analytical modelling of infilled frame structures-a general review, Bulletin-New Zealand Society for Earthquake Engineering 2000; 33(1): 30-47.
- [7] Karşlıoğlu Ö. Çok katlı binalarda bulunan tuğla dolgu duvarların yapı davranışına etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s:79, Kahramanmaraş.
- [8] Kanıt R., Erdal M., Işık NS., Can Ö., Yener MK., Serimer G., Uğur LO., Atımtay E. Düzlem dışı yüklenen yığma yapıların deneysel davranışı, Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı, 17 Şubat 2005, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- [9] Bayülke N. Betonarme yapının dolgu duvari. Türkiye Mühendislik Haberleri 2003; 426, 85-98.
- [10] Al Hanoun MH., Abrahamczyk L., Schwarz J. Macromodeling of in-and out-of-plane behavior of unreinforced masonry infill walls, Bulletin of Earthquake Engineering 2019; 17(1): 519-535.
- [11] Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, 2018.
- [12] Berkeley C. SAP2000 version 20.2. Computers and Structures. Inc., California, 2018.
- [13] Erdem MM., Bikçe M. Maksimum azaltılmış görelî kat ötelemelerinin güncel (DBYBHY2007) ve yeni yönetmelik taslağına (TBDY2016) göre mukayesesi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi 2017; 32(2): 253-262.
- [14] Riddington JR. The influence of initial gaps on infilled frame behaviour, Proc Instn Cio Engrs 1984; 2(77): 295-310.
- [15] Jiang H., Liu X., Mao J. Full-scale experimental study on masonry infilled RC moment-resisting frames under cyclic loads, Engineering Structures 2015; 91, 70-84.
- [16] Wang Z. Seismic performance and frame-infill interaction of masonry-infilled reinforced concrete frames, PhD thesis, The Hong Kong University of Science and Technology, pp:339, Hong Kong, 2015.
- [17] Ju RS., Lee HJ., Chen CC., Tao CC. Experimental study on separating reinforced concrete infill walls from steel moment frames, Journal of Constructional Steel Research 2012; 71, 119-128.