



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Gaz Beton Dolgu Duvar Pencere Boşluklarının Betonarme Çerçeve Davranışına Etkilerinin Deneysel Olarak İncelenmesi

 Anıl ŞEN^b,  Batuhan AYKANAT^{a,*},  Mehmet Emin ARSLAN^a

^a İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE

^b İnşaat Mühendisliği Bölümü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: batuhanaykanat@duzce.edu.tr

DOI:10.29130/dubited.993756

ÖZ

Dolgu duvarlar, genel olarak iç mekânları bölmek, ısı ve ses yalıtımı sağlamak için betonarme yapılarda yaygın olarak kullanılan bir yapı elemanıdır. Taşıma kapasitelerinin düşük olması sebebiyle, yapısal olmayan bileşenler olarak kabul edilmekte ve sadece sabit yük olarak dikkate alınmaktadırlar. Ancak yapılan çalışmalar, dolgu duvarların yapı davranışını önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Bunun yanında, dolgu duvarlarda, havalandırma ve aydınlatma gereksinimleri için kapı ve pencere boşlukları bırakılmak zorundadır. Bu durumda, çerçeve davranışı da bununla paralel olarak değişiklik gösterecektir. Bu nedenle bu çalışmada, farklı boyutlarda pencere açıklıkları ve boşluklar içeren dolgu duvarlı betonarme çerçevelerin çevrimsel yükler altındaki yapısal davranışı deneysel olarak incelenmiştir. Bu amaçla 3 adet ½ ölçekli, betonarme çerçeve üretilmiştir. Bunlardan bir tanesi boşluksuz, diğer ikisi ise aynı duvar pencere boşluk alanında, farklı biçim ve boşluk konumu sahip olacak şekilde üretilmiştir. Üretilen çerçeveler, FEMA 461’de önerilen yükleme protokolü kullanılarak çevrimsel yükler altında deney tabii tutulmuşlardır. Deneylerden elde edilen bulgular kullanılarak dolgu duvarlı çerçevelerin taşıma kapasiteleri, enerji tüketme kapasiteleri ve kırılma biçimleri belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, dolgu duvar boşluklarının biçim ve konularının çerçeve davranışını önemli ölçüde değiştirdiğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Betonarme, Boşluklu çerçeveler, Çevrimsel yükleme, Yük taşıma kapasitesi, Enerji tüketme kapasitesi, Gaz beton

Experimental Investigation of the Effects of Aerated Concrete Filled Wall Window Spaces on Reinforced Concrete Frame Behavior

ABSTRACT

Infill walls are building elements that are commonly used in reinforced concrete structures to separate interior spaces and to provide heat and sound insulation. Due to their low carrying capacity, they are considered as nonstructural components and are only taken into account as dead loads. However, studies have shown that infill walls significantly affect the building behavior. In addition, door and window openings are essential in infill walls for ventilation and lighting requirements. In this case, the frame behavior will also change in parallel with this. For this reason, in this study, the structural behavior of RC frames with infill walls including window openings of different sizes and voids under cyclic loads was experimentally investigated. For this purpose, 3 reinforced concrete frames with ½ scale were produced. One of them was produced without an opening, and the other two were produced in the same wall-window opening area, with different shapes and opening positions. The produced frames were tested under cyclic loads using the loading protocol suggested in FEMA 461. By using the findings obtained from the experiments, the carrying capacities, energy dissipation capacities and failure patterns of the infilled wall frames were determined. The findings revealed that the shape and position of the infill wall openings significantly changed the frame behavior.

Keywords: Reinforced concrete frame, Infill with opening, Cyclic loading, Load carrying capacity, Energy dissipation capacity, Aerated concrete

I. GİRİŞ

Genel olarak iç mekanları bölmek, ısı ve ses yalıtımı sağlamak için, betonarme yapılarda yaygın olarak dolgu duvarlar kullanılmaktadır. Düşük taşıma kapasiteleri sebebiyle, tasarım aşamasında sadece sabit yük olarak dikkate alınmakta ve yapısal olmayan bileşenler olarak kabul edilmektedirler. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, dolgu duvarların yapı davranışını önemli ölçüde etkilediğini ve çerçevelerin davranışında farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir [1-4]. Deprem sonrası yapılan hasar araştırmalarının ve deneysel çalışmaların sonucuna göre, çerçeve sistemde meydana gelen ciddi hasarların, yapısal elemanlar ve dolgu duvarların arasındaki güçlü etkileşimden meydana geldiği, ayrıca depremden sonraki onarım maliyetlerinin büyük bir kısmının, duvarların onarımı için gerektiği tespit edilmiştir [5-7]. Dolgu duvarlar çerçeve elemanlarına bitişik olarak inşa edildiğinde, basınç etkisi altında çerçeve elemanından ayrılma eğilimindedirler ve artan sismik etkiler doğrultusunda duvarlar, zayıf noktalardan çatlayabilmekte, ezilmeler meydana gelebilmekte hatta göçmeler oluşmaktadır [8-12]. Tüm bunların yanında, havalandırma ve aydınlatma gereksinimleri için ihtiyaç duyulan kapı ve pencere açıklıklarının da duvar ve çerçeve davranışlarında dikkate alınması gerekmektedir. Bu yüzden son yıllarda birçok araştırmacı sismik aktivitesi yüksek bölgelerde, dolgu duvarlı çerçeve sistemlerin davranışlarını incelemeye odaklanmıştır [13].

Xuanhao Cheng ve diğ. [13] yaptıkları çalışmada; çelik bir çerçeve sistemde, yatay ve düşey bölme teknolojisi ile oluşturdukları dolgu duvarların, mekanik özelliklerini incelemişler ve benzer şekilde inşası yapılacak duvarların montajı ve uygulanması için rehberlik edecek önerilerde bulunmuşlardır. Sidi Shan [14] ve ekibi, kısmi dolgu duvarların, betonarme çerçeve sistemlerin göçme davranışı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Angelis ve Pecce [15]; yaptıkları çalışmada, dinamik testlere dayanan, basit ve uygun maliyetli yenilikçi bir yöntem kullanarak, dolgu duvarların düzlem dışı yapısal davranışının tanımlanması için bir yöntem önermektedir. Binici ve diğ. [16] gaz betondan yapılan dolgu duvarların sismik davranışlarını incelemiş ve sismik davranışlarının iyileştirilmesi için çalışmalar yapmıştır. Çalışmalarının sonucunda önerdikleri yöntemlerin depreme dayanıklı dolgu duvarlar üretmek için iyi bir alternatif olduğunu savunmuşlardır. Buirado ve arkadaşları [17], Betonarme yapıların sağlamlığına dolgu duvarların etkisini araştırabilmek için, 1/1 ölçekli amaca uygun olarak hazırlanmış iki katlı bir yapı üzerinde testlerini gerçekleştirmişlerdir. Köşede bulunan bir kolonun ani olarak sistemden çıkarılması senaryosuna dayanan testlerde, dolgu duvarların çerçeve performansına katkısı incelenmiştir. Prakash ve Satyanarayanan [18], köşe kolon kaldırma senaryosunu uyguladıkları çalışmalarında, beş katlı bir betonarme yapının göçme davranışını inceleyerek, dolgu duvarların uygun bir yük transferini sağladığının ve betonarme çerçevelerin kademeli göçme direncini arttırabileceğinin sonucuna varmıştır. Jalaeefar ve Zargar [19], depreme maruz kalan dolgu duvarlı betonarme çerçevelerin üzerinde oluşan etkileri incelemek amacıyla, 4,8 ve 12 katlı modeller oluşturarak sonlu elemanlar yöntemiyle analizlerini gerçekleştirmiştir.

Bu çalışmada, boşluksuz ve farklı boyutlarda pencere boşluklarına sahip gaz beton dolgu duvarlı betonarme çerçevelerin, çevrimsel yükler altında yapısal davranışları deneysel olarak incelenmiştir. Deneylerden elde edilen bulgular kullanılarak dolgu duvarlı çerçevelerin taşıma kapasiteleri, enerji tüketme kapasiteleri ve kırılma biçimleri belirlenmiştir.

II. MATERYAL METOT

A. MATERYAL ÖZELLİKLERİ VE DUVAR ÜRETİMİ

Çalışmada kapsamında üretilen ½ ölçekli betonarme çerçevelerde kullanılan donatı ve betona ait bazı mekanik özellikler Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Üretimde kullanılan donatı ve betona ait bazı özellikler.

Donatı		Beton	
Akma Dayanımı (N/mm^2)	494,03	Basınç Dayanımı (N/mm^2)	40,28
Çekme Dayanımı (N/mm^2)	624,21	Yoğunluk (kg/m^3)	2,31
Kopma Uzaması (%)	22,87		

Hazırlanan betonarme çerçevelerin dolgu duvarlarında, kolay temin edilmesi, kolay uygulanabilirliği, düşük maliyeti ve yaygın kullanımı sebebiyle gaz beton bloklar tercih edilmiştir. Gaz beton bloklara ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Gaz beton bloklara ait bazı özellikler.

Malzeme Özellikleri	
Boyut (cm)	60 x 19 x 25
Yoğunluk (kg/m^3)	400
Basınç Dayanımı (MPa)	2,5
Isıl İletkenlik Değeri (W/mK)	0,13

Gaz beton blokların örülmesinde kullanılan yapıştırma harcına ait özellikler Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Gaz beton yapıştırma harcına ait bazı özellikler.

Malzeme Özellikleri	
İşlenebilme Süresi ($dak.$)	240
Yoğunluk (kg/m^3)	1400 ± 100
Basınç Dayanımı (MPa)	5,0
Isıl İletkenlik Değeri (W/mK)	0,53

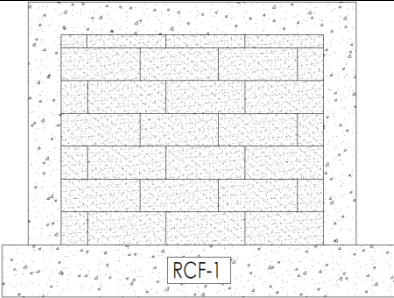
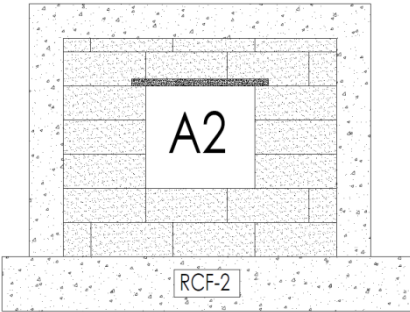
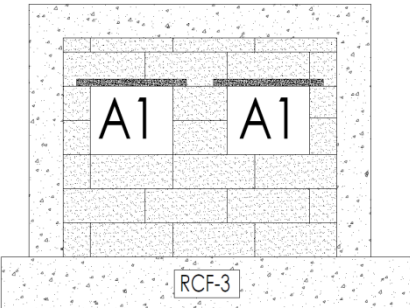
Gaz beton bloklar ile hazırlanan duvarların her iki yüzeyini, tamamen kaplayan 20 mm kalınlığında çimento esaslı hazır sıva uygulaması yapılmıştır. Kullanılan çimento esaslı hazır sıvanın özellikleri Tablo 4’de verilmektedir.

Tablo 4. Kullanılan hazır sıvaya ait fiziksel ve mekanik özellikler.

Malzeme Özellikleri	
Kuru Birim Hacim Ağırlık (kg/m^3)	1450 ± 100
Yaş Birim Hacim Ağırlık (kg/m^3)	1800 ± 100
Ortalama Basınç Dayanımı (MPa)	2,7
Ortalama Eğilme Dayanımı (MPa)	1,1
Aderans Dayanımı / Kuru Ortamda (MPa)	0,2
Elastikiyet Modülü (MPa)	4750 ± 100
Isıl İletkenlik Katsayısı (W/mK) 23.0 °C	0,420 ± 0,02

Dolgu duvarlar oluşturulurken, uygulamada sıklıkla karşılaşılan, havalandırma ve aydınlatma ihtiyacını gidermek amacıyla bırakılan pencere boşluklarını temsil etmesi amacıyla, farklı boyutlarda pencere boşlukları bırakılmıştır. Dolgu duvarlı betonarme çerçevelere ait görseller ve kullanılan kısaltmalar Tablo 5’de verilmektedir.

Tablo 5. Numune Kodlamaları ve Boşluk Ölçüleri.

Numune	Numune Kodlaması	Açıklama	Boşluk Ölçüleri
	RCF-1	Referans Çerçeve	-
	RCF-2	Tek Pencere Boşuklu Çerçeve	A2= 75 x 80 cm
	RCF-3	İki Pencere Boşuklu Çerçeve	A1= 50 x 60 cm

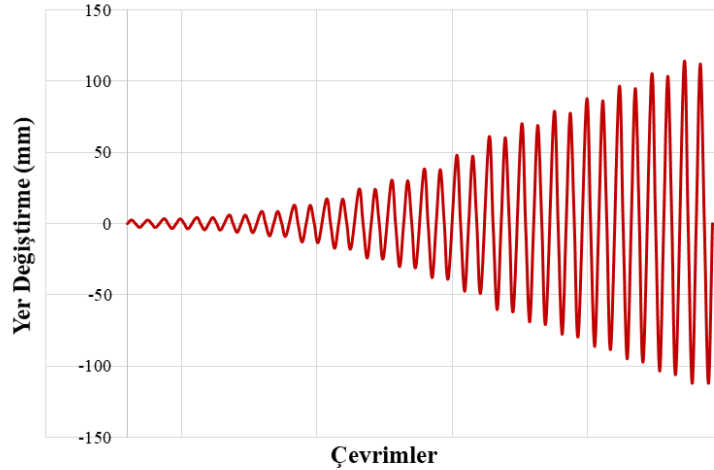
B. TEST DÜZENEGİ VE YÜKLEME PROTOKOLÜ

Çalışmanın temel amacı, betonarme dolgu duvarlı çerçevelerdeki boşluk alanı ve konumlarının, çevrimsel yük altındaki çerçeve davranışına etkilerinin karşılaştırılması olarak incelenmesidir. Bu amaçla, 250x225x20cm boyutlarında 3 adet dolgu duvarlı betonarme çerçeve üretilmiştir. Pencere boşluğu bulunan çerçevelerde boşluk konumları değişirken, toplam boşluk alanı sabit tutulmuştur. Çerçevelere ait görseller Şekil 1’de verilmiştir. Deneyler sonunda elde edilen çevrimsel yük eğrileri kullanılarak, deney elemanlarının, yük taşıma kapasiteleri, enerji tüketme kapasiteleri ve kırılma biçimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



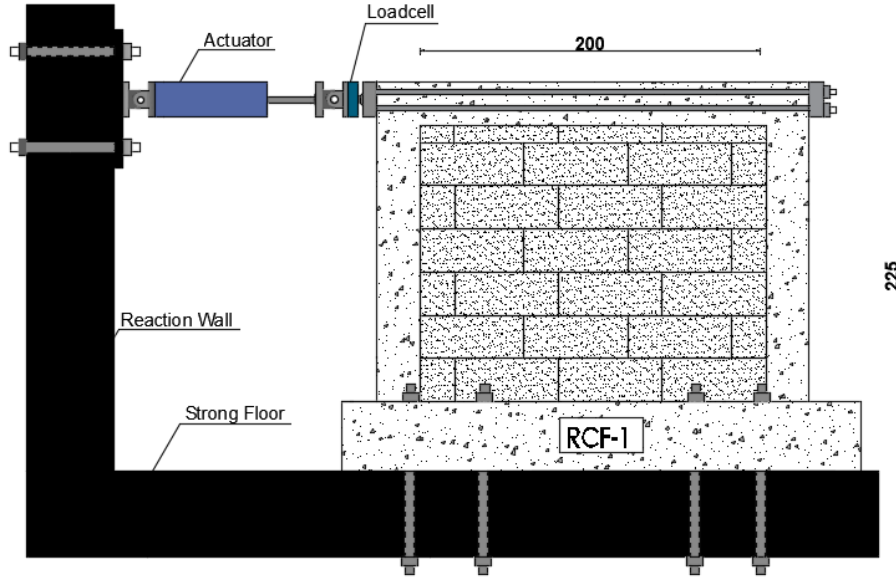
Şekil 1. Dolgu duvarlı çerçevelere ait görseller.

Çerçevelerin tümüne servohidrolik aktivatör yardımıyla yatay çevrimsel yük uygulanmıştır. Yapılan testlerde FEMA 461 [20] tarafından önerilen yükleme protokolü uygulanmıştır. Test örneklerine uygulanan ötelenme oranı (δ/H) sırasıyla, 0.15%, 0.20%, 0.25%, 0.35%, 0.50%, 0.75%, 1.00%, 1.40%, 1.75%, 2.20%, 2.75%, 3.50%, 4.00%, 4.50%, 5.00% oranlarındadır. Ötelenme oranının 3,5%’dan daha fazla uygulanmasının nedeni duvarların nihai durumlarını görmektir. Test sırasında her ötelenme oranı için yer değiştirme döngüsü iki kez tekrarlanmıştır. Yükleme ait protokol Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Yükleme Protokolü.

Test düzeneğinde 500 kN kapasiteli bir yük hücresi ile buna karşılık gelen tepe yer değiştirmesi ise aktivatöre yerleştirilmiş 500 mm ölçüm kapasiteli bir LVDT ile ölçülmüş ve veriler bilgisayara 0.125s aralıklarla kaydedilmiştir. Test düzeneğine ait detaylı görünüm Şekil 3’de verilmiştir.

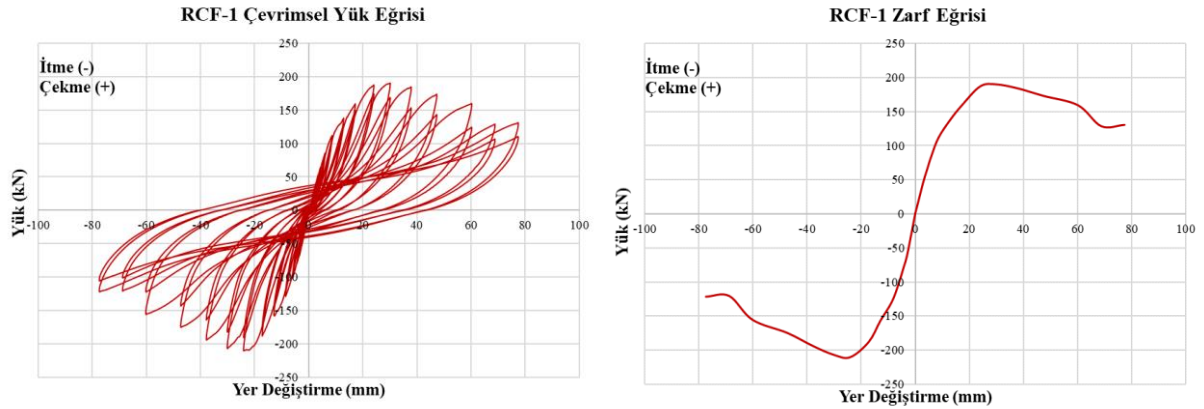


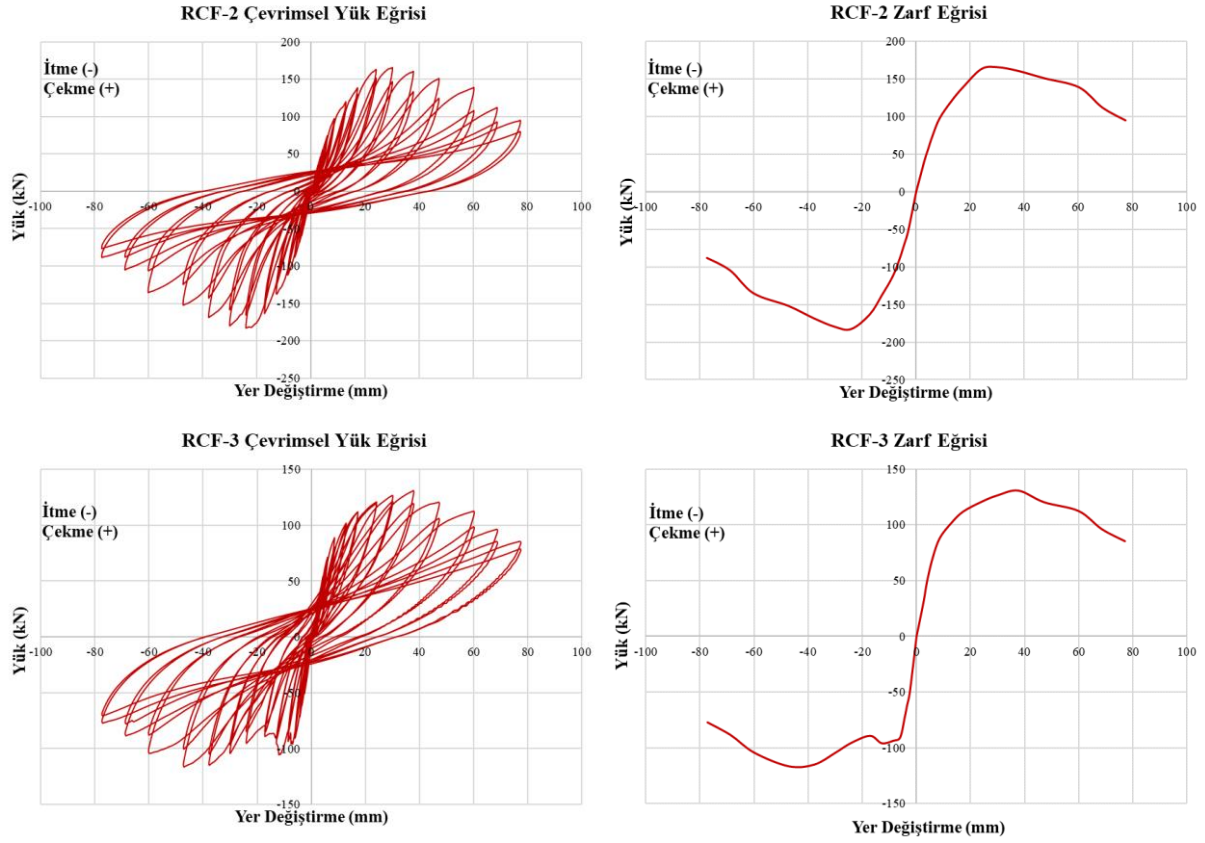
Şekil 3. Çevrimsel yük uygulaması için kullanılan test düzeneği.

III. BULGULAR

A. ÇEVİRİMSEL YÜK EĞRİLERİ

Referans olarak üretilen boşluksuz RCF-1, tek pencere boşluklu RCF-2 ve iki pencere boşluklu RCF-3 kodlu dolgu duvarlı çerçevelere ait çevrimsel yük-yer değiştirme eğrileri ve zarf eğrileri Şekil 4’de verilmiştir. Zarf eğrileri her çevrimde elde edilen maksimum yükler ve bunlara karşılık gelen yer değiştirmeler kullanılarak çizilmektedir. Şekillerden de görüldüğü gibi, boşluksuz ve boşluklu çerçevelerin çevrimsel yük eğrileri simetriğe yakındır. Boşlukların simetrik oluşu bu bulguları desteklemektedir.



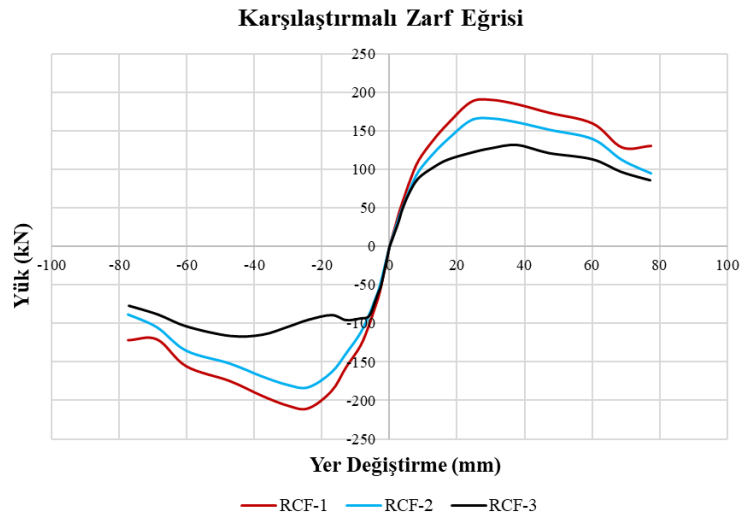


Şekil 4. Dolgu duvarlı çerçevelerin çevrimsel yük-yer değiştirme eğrileri.

IV. TARTIřMA

A. YÜK TAşIMA KAPASİTELERİ

Çevrimsel yükleme sonucu elde edilen zarf eğrileri karşılaştırılmalı olarak Şekil 5’de verilmiştir. İtme ve çekme yönlerinde elde edilen maksimum yük ve bu yüke karşılık gelen yer değiştirmeler ise Tablo 6’da verilmektedir.

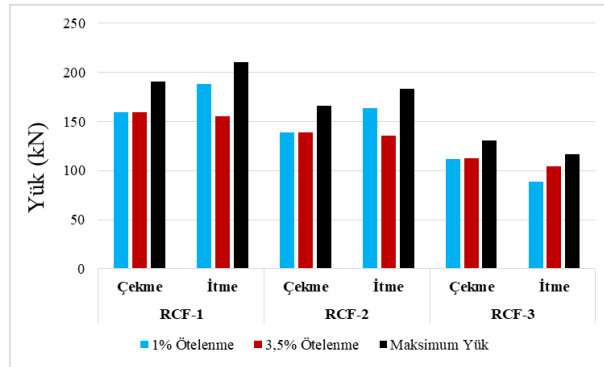


Şekil 5. Dolgu duvarlı betonarme çerçevelerin karşılaştırılmalı zarf eğrisi.

Tablo 6. Maksimum yük ve maksimum yüke karşılık gelen yer değiştirme değerleri.

Yüklemeye Yönü	RCF-1		RCF-2		RCF-3	
	İtme	Çekme	İtme	Çekme	İtme	Çekme
Maksimum Yük (kN)	210,454	190,413	183,004	165,576	116,339	130,460
Yer Değiştirme (mm)	24,127	30,048	24,074	30,108	47,158	37,744

Şekil 5 ve Tablo 6 incelendiğinde, gaz beton dolgu duvarlı çerçevelerin, simetriye yakın bir davranış gösterdiği görülmektedir. RCF-1, RCF-2 ve RCF-3 çerçevelerinin maksimum yüke karşılık gelen yer değiştirme değerlerinin, sırasıyla itme yönünde 210,454kN – 24,074mm, 183,004kN – 24,074mm, 116,339kN – 47,158mm olduğu ve çekme yönünde 190,413kN – 30,108mm, 165,576kN – 30,108mm, 130,460kN – 37,744mm olduğu tespit edilmiştir. RCF-1 ve RCF-2 çerçeveleri itme yönünde maksimum yüke 8. çevrimde, çekme yönünde ise 9. çevrimde ulaşmıştır. Maksimum yükler göz önüne alındığında, RCF-2 çerçevesinin yük taşıma kapasitesinin, RCF-1 çerçevesine göre itme yönünde ve çekme yönünde %13 azaldığı görülmektedir. RCF-1 çerçevesinin RCF-3 çerçevesine göre yük taşıma kapasitesi ise itme yönünde %45 ve çekme yönünde %31 daha fazladır. Bu durum dolgu duvar boşluklarının taşıma kapasitesini önemli ölçüde etkilediği sonucunu ortaya koymaktadır. Ayrıca RCF-2 ve RCF-3 çerçevelerinde boşluk alanlarının aynı olmasına rağmen, biçim ve konumlarının farklı olması RCF-3'nin RCF-2'e göre daha düşük bir taşıma kapasitesi oluşmasına sebep olmuştur. Ötelenme oranlarına göre (%1 ve %3,5) karşılık gelen yükler ve maksimum yükler Şekil 6'da verilmiştir.

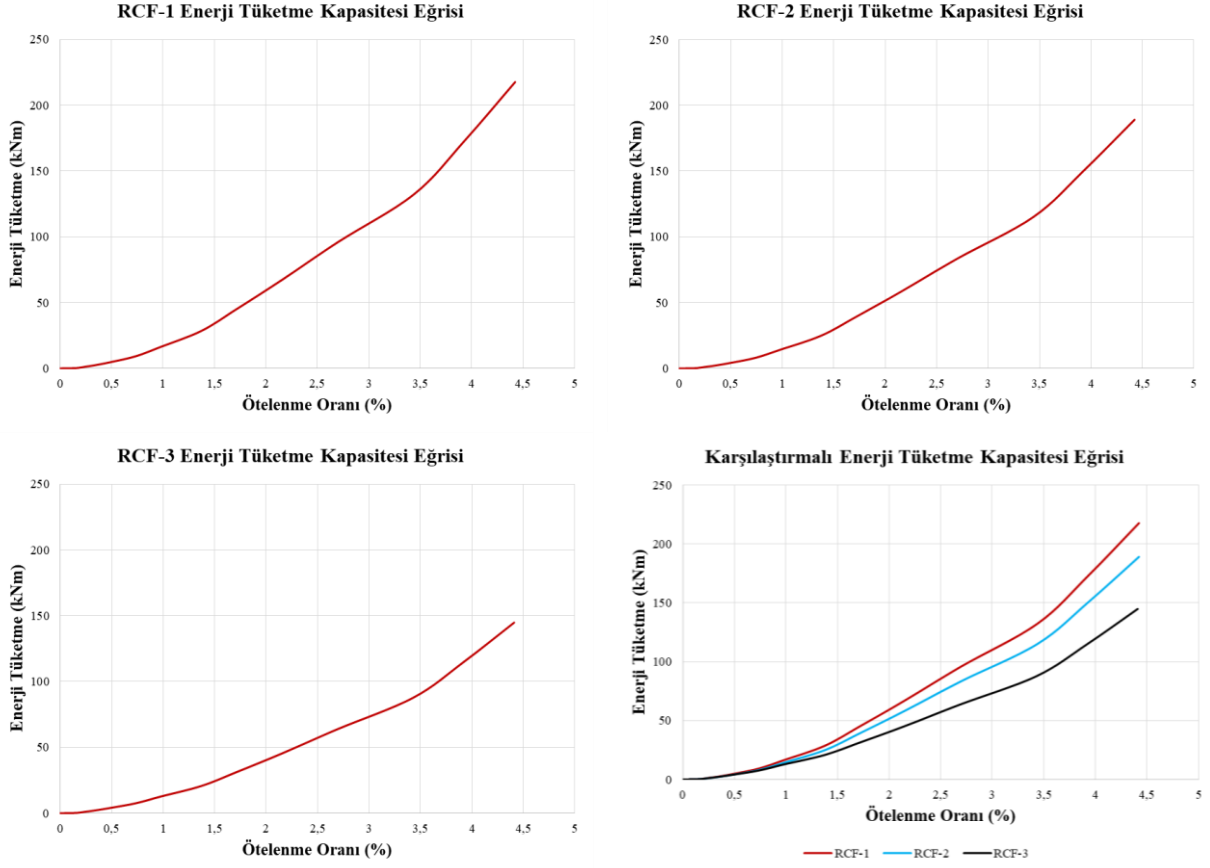


Şekil 6. Ötelenme oranlarına karşılık gelen yükler.

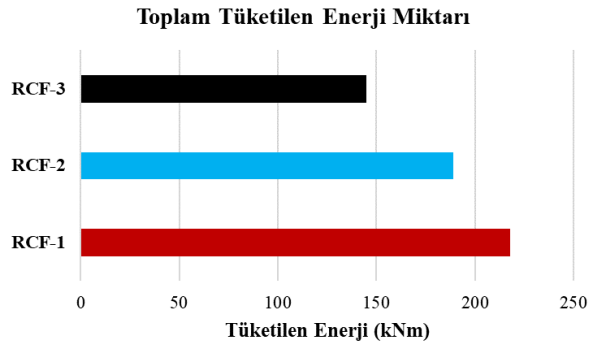
Şekilden de görüldüğü gibi, dolgu duvarlardaki pencere boşlukları yük taşıma kapasitesini etkilemektedir. Bunu yanında, pencere boşluk alanları aynı olmasına karşılık, RCF-3 çerçevesinin taşıma kapasitesindeki önemli düşüş, boşluk sayısının önemini ortaya koymuştur. Zira boşluk miktarının artmasıyla kritik kesitlerin daha fazla oluşması bu sonucu ortaya çıkarmaktadır.

B. ENERJİ TÜKETME KAPASİTELERİ

Gaz beton dolgu duvarlı betonarme çerçevelerin yığılımlı enerji tüketme kapasiteleri, her bir çevrimde yük-yer değiştirme eğrisinin altındaki alanların yığılımlı olarak toplanmasıyla elde edilmektedir. Betonarme çerçevelere ait yığılımlı enerji tüketme kapasiteleri Şekil 7'de ve toplam tüketilen enerji miktarları Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 7. Dolgu duvarlı betonarme çerçevelerin yığılımlı olarak tüketilen enerjileri



Şekil 8. Dolgu duvarlı betonarme çerçevelere ait toplam tüketilen enerji miktarları

Şekil 7 incelendiğinde, en yüksek enerji tüketme kapasitesine, yük taşıma kapasitesinde de göstermiş olduğu performansla birlikte RCF-1 kodlu betonarme çerçeve ulaşmıştır. Dolgu duvarlarda bırakılan boşluk şekillerine göre enerji tüketme kapasitelerinde düşüşler meydana gelmiştir. Şekil 7’den de görüldüğü gibi, özellikle %1.00 ötelenme oranından sonra, RCF-2 ve RCF-3 deney çerçevelerinin tükettikleri enerjilerin azalarak arttığı görülmektedir. Bu durum lokal hasarlardan dolayı, duvarların çerçevelerden ayrılması ve farklı bloklar halinde çalması ile açıklanabilir.

C.KIRILMA BİÇİMLERİ

Çevrimsel yükler altında davranışları incelenen dolgu duvarlı betonarme çerçevelerin deney başlangıcı anındaki görüntüleri Şekil 9'da, %1 ötelenme oranına gelindiğindeki görüntüleri Şekil 10'da, %3,5 ötelenme oranına gelindiğindeki görüntüleri Şekil 11'de ve deney sonundaki görüntüleri Şekil 12'de verilmiştir.



Şekil 9. Deney Başlangıcında betonarme çerçevelerin dolgu duvarları.



Şekil 10. %1 ötelenme oranında, dolgu duvarlarda meydana gelen hasarlar.



Şekil 11. %3,5 ötelenme oranında, dolgu duvarlarda meydana gelen hasarlar.



Şekil 12. Deney sonunda meydana gelen hasarlar ve dolgu duvarlara ait kırılma biçimleri.

Şekillerden de görüldüğü gibi, hasar biçimleri dolgu duvar boşluklar da bulunan boşluklara göre değişiklik göstermektedir. RCF-1 deney çerçevesinde, duvar boyunca her iki köşegen doğrultusunda diyagonal çatlaklar oluşmuştur. Kolonlarda eğilme çatlakları, kolon diplerinde yaklaşık kolon uzun boyutunun yarısı yüksekliğinde oluşmaya başlamıştır. İlerleyen yükleme adımlarında, temel diplerinden mafsallaşmanın oluşmasıyla taşıma kapasitesine ulaşılmıştır. RCF-2 çerçevesinde çatlaklar

boşluk köşelerinde yoğunlaşmıştır. Pencere boşluklarının her iki tarafındaki duvar elemanlarının ayrılmasıyla, kolonda pencere boşluk seviyesinde eğilme çatlakları görülmüştür. İlerleyen yükleme adımlarında RCF-2 çerçevesine benzer şekilde kolon diplerinde mafsallaşma oluşmuştur. Son olarak RCF-3 çerçevesinin kırılma biçimi incelendiğinde, duvar ortasında bulunan blok ilk yüklemde üst parçadan ayrılarak ayrı çalışmaya başlamıştır. Yüklemin ilerlemesiyle orta blokta çapraz çatlaklar oluşmuş ve duvar üst ve alt blok olarak ayrı olarak çalışmaya başlamıştır. Yine kolonda pencere alt seviyesinde belirgin kesmeli-eğilme çatlakları oluşmuştur. Diğer çerçevelerde olduğu gibi kolonların diplerinde mafsallaşma ile taşıma kapasitesine ulaşılmıştır.

V. SONUÇ

Boşluksuz ve farklı boyutlarda pencere boşluklarına sahip gaz beton dolgu duvarlı betonarme çerçevelerin, çevrimsel yükler altında yapısal davranışlarının incelendiği bu deneysel çalışmanın tamamından çıkarılacak başlıca sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Maksimum yükler göz önüne alındığında, en yüksek taşıma kapasitesine sahip olan çerçevenin RCF-1 olduğu görülmektedir. Bırakılan boşlukların taşıma kapasitesini düşürdüğü belirlenmiştir. Taşıma kapasitesini, boşluk alanından daha çok, boşluk adedinin daha fazla düşürdüğü tespit edilmiştir.
- En yüksek enerji tüketme kapasitesine, yük taşıma kapasitesinde de olduğu gibi RCF-1 kodlu betonarme çerçeve ulaşmıştır.
- Enerji tüketme kapasiteleri karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, RCF-2 ve RCF-3 çerçevelerinin %1 ötelenme oranından sonra enerji tüketmelerinde azalmalar meydana geldiği tespit edilmiştir.
- Çerçevelerde oluşan hasar biçimlerinin, boşluk alanı ve yerine göre değişiklik göstererek enerji tüketme kapasitesi ve yük taşıma kapasitesini değiştirdiği gözlemlenmiştir.
- Boşluklu çerçevelerde, boşluk seviyelerinde kesmeli eğilme çatlaklarının görülmesi, kısa kolon oluşumunu hatırlatmaktadır. Bu sebeple kolonların donatılmasına daha fazla önem verilmelidir.
- Tüm çerçevelerde taşıma kapasitesine ulaşıldıktan sonra kolon diplerinde mafsallaşmalar meydana geldiği görülmüştür.

Sınırlı sayıda deney elemanı ile elde edilen bu sonuçlar, gaz beton dolgu duvar boşluklarının çerçeve davranışını değiştirdiğini ortaya koymaktadır. Buradan çıkan sonuçların, genelleştirilebilmesi için farklı konfigürasyonlara sahip betonarme boşluklu çerçevelerin test edilmesi gerekmektedir.

VI. KAYNAKLAR

[1] Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2021, 18 Haziran). *Türkiye bina deprem yönetmeliği* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1-2.htm>.

[2] S. Hak, P. Morandi, and G. Magenes, "Prediction of inter-storey drifts for regular RC structures with masonry infills based on bare frame modelling," *Bulletin of Earthquake Engineering*, vol. 16, no. 1, pp. 397-425, 2018.

- [3] P. Ricci, M. T. De Risi, G. M. Verderame, and G. Manfredi, "Influence of infill distribution and design typology on seismic performance of low- and mid-rise RC buildings," *Bulletin of Earthquake Engineering*, vol. 11, no. 5, pp. 1585-1616, 2013.
- [4] F. Braga, V. Manfredi, A. Masi, A. Salvatori, and M. Vona, "Performance of non-structural elements in RC buildings during the L'Aquila, 2009 earthquake," *Bulletin of Earthquake Engineering*, vol. 9, no. 1, pp. 307-324, 2011.
- [5] A. T. Council, "*Reducing the risks of nonstructural earthquake damage*," Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., Rep. ATC-69-1, 2012.
- [6] Earthquake Engineering Research Institute. (2021, June 18) *The M_w 6.3 Abruzzo, Earthquake of April 6; 2009 (EERI Special Earthquake Report)* [Online]. Available: http://www.reluis.it/doc/pdf/Aquila/EERI_L_Aquila_report.pdf.
- [7] A. T. Council, "*Evaluation of earthquake damaged concrete and masonry wall buildings*," Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., Rep. ATC-43, 2012.
- [8] I. S. Misir, "Potential use of locked brick infill walls to decrease soft-story formation in frame buildings," *Journal of Performance of Constructed Facilities*, vol. 29, no. 5, pp. 04014133, 2015.
- [9] B.S. Smith, "Lateral stiffness of infilled frames.," *Journal of the Structural Division*, vol. 88, no. 6, pp. 183-99, 1962.
- [10] V. V. Bertero and J. W. Axley, "*Infill panels: Their influence on seismic response of buildings*," Earthquake Engineering Research Center, Berkeley, California, Rep. UCB/EERC-79/28, Sep. 1979.
- [11] S. K. Jain and C. V. R. Murty, "Beneficial influence of masonry infill walls on seismic performance of RC frame buildings," *12th World Conference on Earthquake Engineering*, 2000, pp. 1790-1796.
- [12] M. S. Gunay and K. M. Mosalam, "*Structural engineering reconnaissance of the April 6, 2009, Abruzzo, Italy, earthquake, and lessons learned*," University of California, Berkeley, Rep. 2010/105, 2010.
- [13] X. Cheng, Z. Zou, Z. Zhu, S. Zai, S. Yuan, Y. Mo, W. Chen, and J. He, "A new construction technology suitable for frame partitioned infill walls with sliding nodes and large openings: Test results," *Construction and Building Materials*, vol. 258, pp. 119644, 2020.
- [14] S. Shan, S. Li, M. M. Kose, H. Sezen, and S. Wang, "Effect of partial infill walls on collapse behavior of reinforced concrete frames," *Engineering Structures*, vol. 197, pp. 109377, 2019.
- [15] A. De Angelis and M. R. Pecce, "Out-of-plane structural identification of a masonry infill wall inside beam-column RC frames," *Engineering Structures*, vol. 173, pp. 546-558, 2018.
- [16] B. Binici, E. Canbay, A. Aldemir, O. İsmail, U. Uzgan, Z. Eryurtlu, K. Bulbul, and A. Yakut, "Seismic behavior and improvement of autoclaved aerated concrete infill walls," *Engineering Structures*, vol. 193, pp. 68-81, 2019.
- [17] M. Buitrago, E. Bertolesi, J. Sagaseta, P. A. Calderón, and J. M. Adam, "Robustness of RC building structures with infill masonry walls: Tests on a purpose-built structure," *Engineering Structures*, vol. 226, pp. 111384, 2021.

- [18] M. Prakash and K. S. Satyanarayanan, "Experimental study on progressive collapse of reinforced concrete frames under a corner column removal scenario," *Materials Today: Proceedings*, vol. 40, pp. 569-574, 2020.
- [19] A. Jalaefar and A. Zargar, "Effect of infill walls on behavior of reinforced concrete special moment frames under seismic sequences," *Structures*, vol. 28, pp. 766-773, 2020.
- [20] A. T. Council, "*Interim testing protocols for determining the seismic performance characteristics of structural and nonstructural components*," Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., Rep. ATC-58, 2007.