MEVCUT BETONARME YAPILARDA KISA KOLON DAVRANIŞLARININ İYİLEŞTİRİLMESİ

S. Demir[1], M. Hüsem[2], S. Altın[3], S. Pul[4], M. Bikçe[5] ve E. Emsen[6]

[1] *Araştırma Görevlisi, İnşaat Müh. Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon*
[2] *Profesör, İnşaat Müh. Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon*
[3] *Profesör, İnşaat Müh. Bölümü, Gazi Üniversitesi, Ankara*
[4] *Doçent Doktor, İnşaat Müh. Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon*
[5] *Doçent Doktor, İnşaat Müh. Bölümü, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay*
[6] *Yardımcı Doçent Doktor, İnşaat Müh. Bölümü, Akdeniz Üniversitesi, Antalya*
Email: mhusem@ktu.edu.tr

ÖZET:

Bu çalışmada, bodrum katı betonarme perde duvarlarında yüksekliğin 1/4' ü kadar bırakılan bant pencere ve havalandırma boşluklarının oluşturduğu kısa kolon etkisini azaltacak pencere boyutunun araştırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla, betonarme perdedeki pencere boşluğu, açıklığın 0.25 katı ve 0.375 katı betonarme kanat dolgu duvarlar kullanılarak güçlendirilmiş ve böylece kısa kolon etkisinin en az olduğu pencere boyutu deneysel olarak araştırılmıştır. Yapılan deneylere bağlı olarak, uygun pencere boyutlarını belirlemek için gerekli modellemeler yapılmıştır. Uygun modellemenin belirlenmesinden sonra, kısa kolon etkisini azaltacak uygun pencere boyutu (boşluk) belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Betonarme perde, bant pencere, kısa kolon, kanat duvar.

1. GİRİŞ

İnşaat mühendisliği için en önemli doğal afetlerden birisi olan depremler, yapılarda ağır hasarlara neden olabileceği gibi tamamen göçmelerine de neden olabilmektedir. Dolayısıyla da, depreme dayanıklı yapı tasarımı için yapıların davranışlarının iyi bilinmesi son derece önemlidir. Ülkemiz, dünyanın önemli deprem kuşaklarından birinin üzerinde yer almaktadır. Dolayısıyla da bugüne kadar farklı büyüklüklerde bir çok deprem olmuştur, olmaya da devam edecektir. Ülkemizde bulunan yapı stokunun büyük bir çoğunluğunun depreme dayanıklı yapı tasarımı ilkesine göre yapılmadığı, bugüne kadar meydana gelen depremlerin sonucunda, görülmüştür. Meydana gelen bu depremlerden gözlenen yapı hasarlarının en az % 90' ının mimari ve taşıyıcı sistem seçiminden, donatı detayı hatalarından, kötü malzeme ve denetimsizliklerden kaynaklandığı bilinmektedir. Ülkemizde meydana gelen 1992 yılında Erzincan, 1995 yılında Dinar, 1998 yılında Ceyhan, 1999 yılında Kocaeli, 2003 yılında Bingöl ve 2011 yılında Van depremleri sonucunda binlerce kişi hayatını kaybetmiş, yaralanmış veya sakat kalmıştır. Bunların dışında büyük ekonomik ve sosyal kayıplar meydana gelmiştir. Bu depremlerin büyüklüklerine bakıldığında birçoğunun yönetmeliklere göre, çok büyük hasara neden olacak depremler olmadığı anlaşılmaktadır. Ancak her depremde büyük hasarlara neden olan hataların bugün az da olsa yapılmaya devam ettiği de görülmektedir. Bununla birlikte, meydana gelen depremlerden dolayı, mevcut yapılarda oluşan hasarların başında kısa kolon etkisi bulunmaktadır.

Ülkemizdeki yapıların önemli bir bölümünde, bodrum katı dış duvarlarında havalandırma ve ışık ihtiyacını gidermek amacıyla, projede tasarlanmamış olsa dahi, uygulamada bant pencere boşlukları bırakılmaktadır. Bu bant pencereler perdede kolonların serbest yüksekliğini kısıtlamakta ve yatay deprem kuvvetleri etkisinde "kısa kolon" davranışına neden olmaktadır. Ülkemizde yaşanan depremlerde bodrum kat betonarme perdelerinde kısa kolon oluşumu nedeniyle tamamen göçmüş veya kullanılamayacak duruma gelmiş çok sayıda yapı gözlenmiştir. Günümüzde mevcut birçok yapının da benzer karakteristik özellikler gösterdiği, dolayısıyla gelecekte oluşabilecek depremlerde bu yapıların göçme riski taşıdığı bilinmektedir.

Kısa kolon etkisi ile ilgili çeşitli analitik ve deneysel çalışmalar yakın zamana kadar devam etmektedir [1-6]. Gülkan ve Wasti (1993), tek açıklık ve tek katlı bir çerçeve gözü ele alarak yaptıkları çalışmalarında; tuğla dolgu duvar yüksekliğinin, çerçeve yüksekliğinin üçte birini aştığında, çerçeve davranışının etkilenmeye başladığını göstermişlerdir. Ayrıca, kolon kesme kuvveti değerinin, sadece çerçevenin göz önüne alındığı hesaplarda verilen değere göre 4-5 misli arttığını ifade etmişlerdir [4]. Çağatay (2007), sabit genişlik ve yükseklikteki bir çerçevenin içindeki bant pencere yüksekliğinin kat yüksekliğine oranı sırasıyla; %17, 33, 50, 67, 83, 100 için tuğla dolgu duvar yüksekliğini değiştirerek, kesme kuvvet oranlarındaki değişimi incelemiş ve en büyük kesme kuvvet değerlerinin %17 boşluğa sahip olan yapıda meydana geldiğini belirtmiştir. Ayrıca, açıklık sayısı arttıkça kesme kuvveti oranı da artmaktadır [6]. Bikçe, bodrum katı betonarme dolgu duvarlı yapılarda kısa kolona etki eden parametreleri incelemiştir [7].

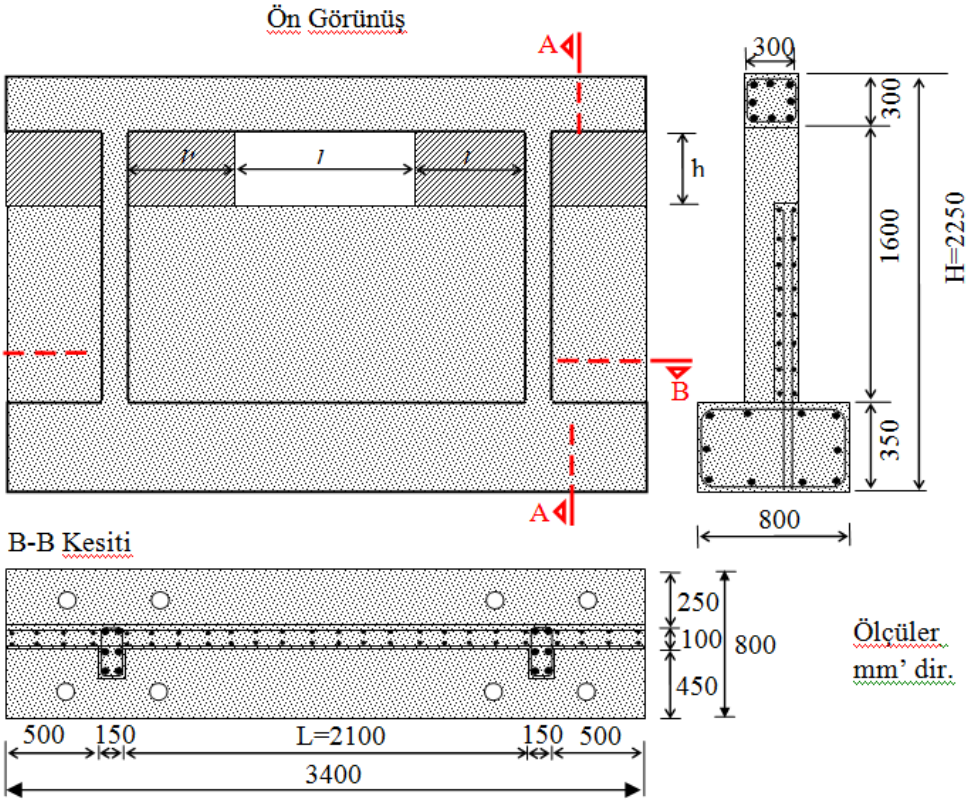
Bu çalışmada, bodrum katı betonarme perde duvarlarında yüksekliğin 1/4' ü kadar bırakılan bant pencere ve havalandırma boşluklarının oluşturduğu kısa kolon etkisini azaltacak pencere boyutunun araştırılması hedeflenmektedir. Bu amaçla, betonarme perdedeki pencere boşluğu, açıklığın 0.25 katı ve 0.375 katı betonarme kanat dolgu duvarlar kullanılarak güçlendirilmiş ve böylece kısa kolon etkisinin en az olduğu pencere boyutu deneysel olarak araştırılmıştır. Bu amaçla gerçekleştirilecek deneysel çalışmalar kapsamında betonarme kanat duvarlarla güçlendirilen 1/2 ölçekli 4 adet deney elemanı üretilmiş ve bu deney elemanları sabit eksenel yük ve depremi benzeştiren tersinir tekrarlanır yatay yük altında deneye tabi tutulmuştur.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

2.1. Deney Elemanları ve Özelikleri

Bu çalışma kapsamında, yapıların bodrum kat dış duvarlarında yer alan ve çerçeve iç dolgusu betonarme perdelerle oluşturulmuş bant pencere uygulamaları dikkate alınmıştır. Yanal toprak basıncının olmadığı kabul edilmiş, bütün deney elemanları sabit merkezi basınç etkisinde, tersinir tekrarlanır yatay yüke maruz bırakılmış ve yalnızca bir boyuttaki değişim incelenmiştir. Bütün deney elemanlarının boyutları ve donatı planı aynıdır. Deney elemanlarının boyutları ve donatıları ülkemizdeki mevcut binaların özelikleri dikkate alınarak belirlenmiş ve laboratuar imkanları dahilinde 1/2 ölçekli olarak üretilmiştir. Bu çalışmada bant pencere yüksekliği, serbest yüksekliğin 0.25 katı (0.25H) olacak şekilde sabit seçilmiş, bant pencere genişliğinin kısa kolon davranışına etkisi araştırılmıştır. Deney elemanlarının özelikleri Şekil 1 ve Tablo 1' de verilmiştir.

Deney elemanlarının malzeme özelikleri olarak; beton için dayanımın C12-C15 (12-15MPa) arasında olması hedeflenmiştir. Deney elemanlarında üretilen donatı çeliği, kolon enine donatılarında BÇIa (S220), diğer donatılar ise BÇIIIa (420MPa) seçilmiştir. Rijit temel sistemi ankastre mesnet şartlarını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır (Şekil 2).

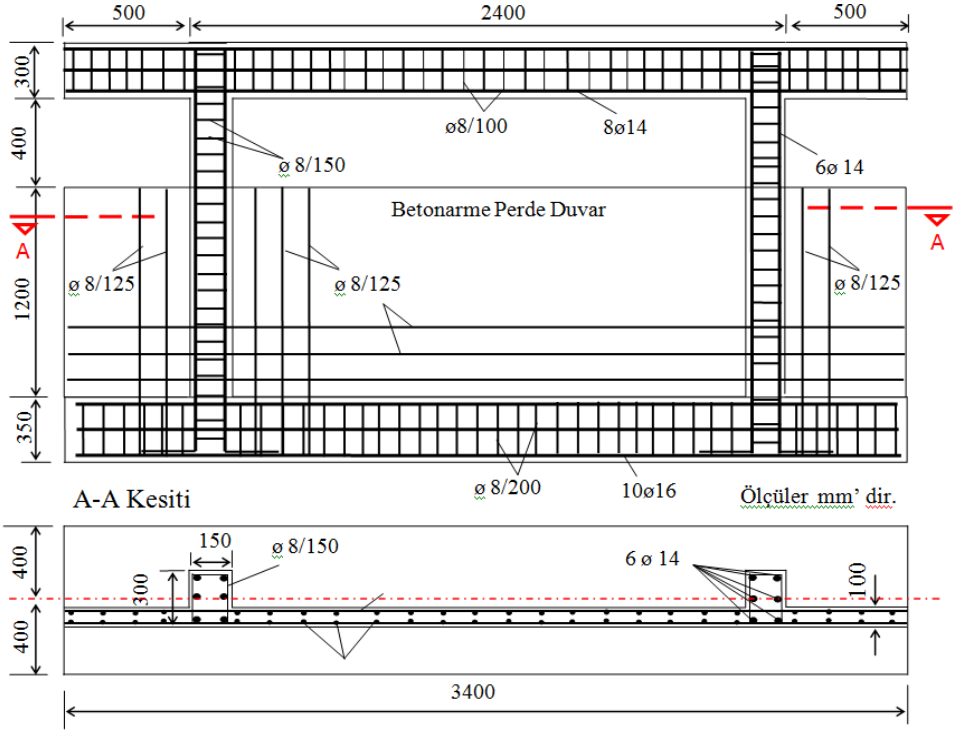


Şekil 1. Deney modelinin genel görünümü [8,9].

Tablo 1. Deney Elemanları ve Özelikleri.

Deney Elemanı No	Perdede Boşluk		Perde Donatısı Oranı $\rho_h = \rho_v$	f_{ck} (MPa)	Güçlendirme Kanat Duvar Uzunluğu (l')	Kalan Boşluk	
	Yükseklik (h)	Uzunluk (l)				Yükseklik (h)	Uzunluk (l)
DE-1	H	l = L	-	12-15 arası	Yok	-	-
DE-2	0.25H		0.025		Yok	0.25H	L
DE-3			0.025		2 x 0.25 L		0. 50 L
DE-4			0.025		2 x 0.375 L		0. 25L

Deney elemanlarının temellerinde boyuna donatı olarak, 10 adet 16 mm çapında, enine donatı olarak ise 200 mm ara ile 8 mm çapında nervürlü donatı kullanılmıştır. Kolon donatısı olarak, gerçek yapıda (300 mm x 600 mm en kesitte) minimum donatı oranını sağlayacak şekilde (1800 mm^2), 1/2 ölçeğine indirgenerek 900 mm^2'lik alanı sağlayacak boyuna donatı (6ø14) kullanılmıştır. Kolonlarda enine donatı olarak 8 mm çapında düz yüzeyli donatı 150 mm ara ile yerleştirilmiştir. Betonarme perdelerin enine ve boyuna donatılarında da 8 mm çapında donatı 125mm ara ile yerleştirilmiştir (Şekil 41). Çalışma kapsamında deney elemanları kiriş seviyesinde tekrarlı yatay yüke maruz bırakılacağından, sistemin uygulanacak yükü daha rijit bir şekilde aktarabilmesi için kirişlerde 8 adet 14 mm çaplı boyuna donatı ve 8 mm çaplı 100 mm ara ile enine donatı kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. DE-2 deney elemanı ve donatısı[8,9].

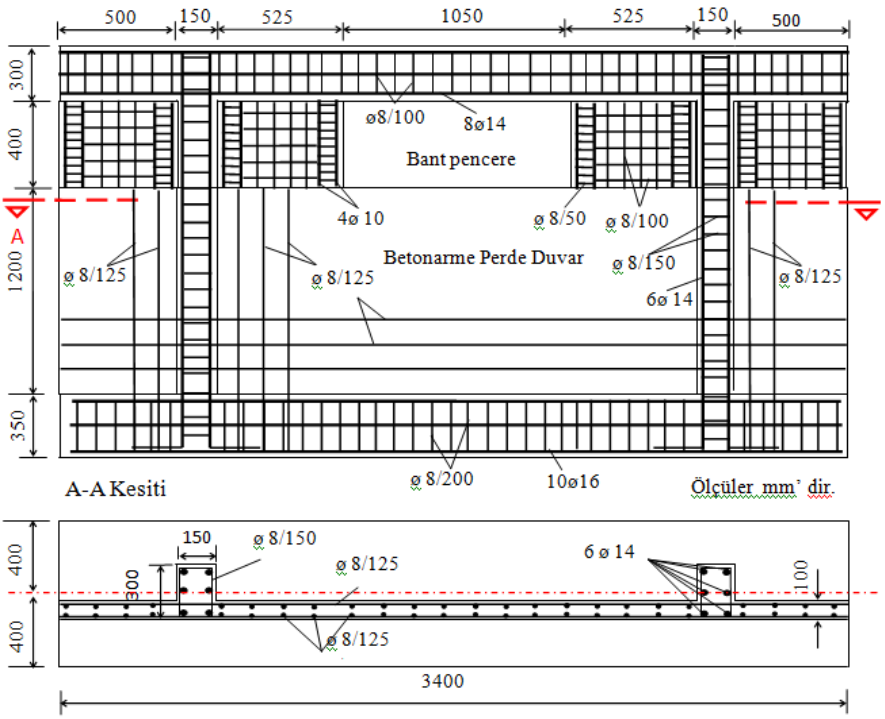
Kanat dolgu duvar ilave edilecek mevcut deney elemanının perde, kiriş ve kolonlarına, 150 mm arayla 10 mm çapında nervürlü donatı çubukları ile ankraj yapılmıştır. Bu amaçla kolon kiriş ve perdeler üzerinde belirlenen noktalarda 14 mm çapında ankraj delikleri açılmıştır. Delikler içerisinde kalan toz ve beton parçaları basınçlı hava yardımıyla temizlenerek, epoksi esaslı ankraj malzemesi ile donatı çubuklarının ankrajı yapılmıştır(Şekil 3). Bu çubukların serbest boylarının donatı çapının 20 katı (200 mm) olmasına dikkat edilmiştir. Kanat dolgu duvar ilave edilecek deney elemanlarından birinin donatı planı Şekil 4 de verilmiştir. Benzer şekilde deney planında verilen (bkz Tablo 1) deney elemanlarının boyut ve donatıları aynı özeliği taşımaktadır.

Şekil 3. Ankraj çubukları ve ilave kanat duvar donatısı

2.2. Deney Elamanlarının Üretimi ve Deney Düzeneği

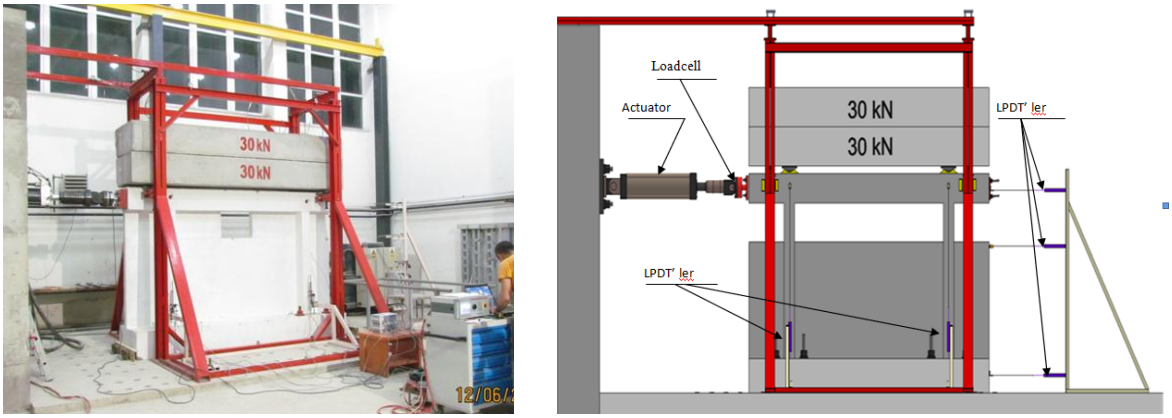
Betonarme perdelerde bırakılan bant tipi boşluklar nedeniyle depremde oluşan kısa kolon etkisinin iyileştirilmesi amacıyla yapılan bu çalışma kapsamında hazırlanan deney elemanlarının üretiminde maksimum agrega boyutu 12 mm olan, kalker agregası kullanılmıştır. Deney elemanlarının çerçeve ve perde duvarlarında C12-C15 arasında dayanım sınıfı beton hedeflenerek, belirlenen karışım oranlarındaki betonlar hazır beton tesisinden

temin edilmiştir. Deney elemanlarının üretiminde, öncelikle temel sisteminin betonları dökülmüştür. Bunun için hazırlanan temel donatıları kalıbına yerleştirilmiş ve temel sisteminin rijit döşemeye bağlanabilmesi için 60 mm çapında her bir tarafta 4 adet olmak üzere toplam 8 adet çelik boru ile ankraj delikleri bırakılmıştır. Daha sonra, kolon ve betonarme perde donatıları planlarına uygun olarak temel sistemine yerleştirilmiş ve temel sisteminin betonu dökülmüştür. Temel betonunun dökümünden bir gün sonra, kolon, perde ve kirişlerin betonları dökülmüştür. Deney elemanının üretiminden 28 gün sonra, kanat dolgu duvar ilave edilecek olanlara, perde uçlarında, 100x 150 mm boyutlarında, uç elemanları yerleştirilerek, ilave kanat duvarlara yatay ve düşey doğrultuda 100 mm ara ile 8 mm' lik perde donatısı yerleştirilmiştir. Filiz donatılarının ekimi ve uç elemanlarının yapımından sonra, ilave kanat duvarlara, dayanım sınıfı en az C25 olacak şekilde beton dökülmüştür.



Şekil 4. DE-3 deney elemanı ve donatısı [8,9].

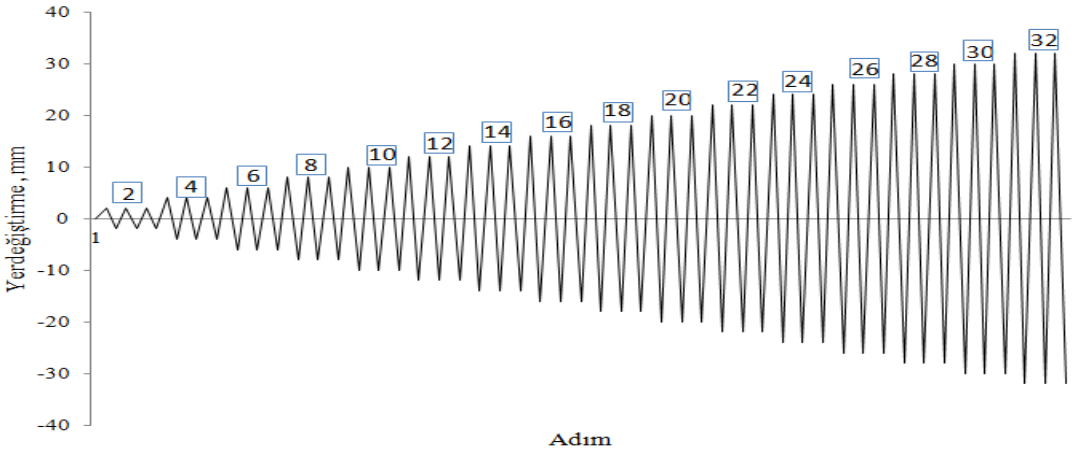
Bütün deney elemanları Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Mekaniği laboratuarında üretilmiş ve deneyler burada bulunan 600 mm kalınlığındaki rijit yükleme duvarında gerçekleştirilmiştir. Bütün deney elemanlarına sabit eksenel düşey yük ve tersinir tekrarlanır yatay yük uygulanmıştır. Deneye tabi tutulan betonarme çerçeveler rijit duvarın döşemesine yüksek mukavemetli 8 adet gijon ile bağlanarak ankastre mesnet şartları sağlanmıştır. Deney elemanlarına uygulanacak olan düşey yükün kolonların üzerine emniyetli bir şekilde uygulayabilmesi ve deney elemanının uygulanacak yatay yük altında düzlem dışı hareket etmesine engel olabilmek amacıyla laboratuarda yapılan yardımcı çelik çerçeve de rijit duvarın döşemesine bağlanmıştır. Deney elemanlarına, laboratuar imkanları dahilinde, her bir kolona 30 kN etkiyecek şekilde 60 kN' luk düşey yük uygulanmıştır. Bunun için kolonların üzerine yerleştirilen, kolon enkesitinde ve 30 mm kalınlığında çelik plakalara, daha önce üretilen ve her birinin ağırlığı 30 kN olan 2 adet beton blok serbest oturacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu bloklar içinde bırakılan boşluklardan, deney sonrasında deney elemanının göçmesi durumunda herhangi bir devrilme tehlikesinin olmaması için, çelik halatla üstten çelik çerçeveye, yatay hareketi kısıtlamayacak şekilde bağlanmıştır. Deney düzeneği ve deney boyunca yapılacak ölçümler ve yerleri Şekil 5' te verilmiştir.



Şekil 5. Deney düzeneği ve ölçüm yerleri [8,9].

2.3. Deney Numunelerine Uygulanan Yatay Yük

Tersinir tekrarlanır yatay yük uygulanması için yukarıda anlatıldığı gibi hazırlanan deney elemanları üzerinde, önceden tanımlanan bir yükleme senaryosu bilgisayar yardımıyla uygulanmıştır. Rijit duvar ve deney elemanı arasında bulunan hidrolik silindirin hareketi bilgisayarla kontrol edilmiştir. Deplasman kontrollü olarak yapılan deneylerde yatay yük, iki yönlü giderek artan yerdeğiştirme çevrimleri şeklinde verilmiştir (Şekil 73). Her bir çevrim 3 kez uygulanmıştır. Hasar durumunun sağlıklı bir şekilde takip edilebilmesi ve çatlakların detaylı olarak gözlemlenebilmesi için yüklemeler belirli bir zaman dilimine yayılmıştır (Şekil 6).

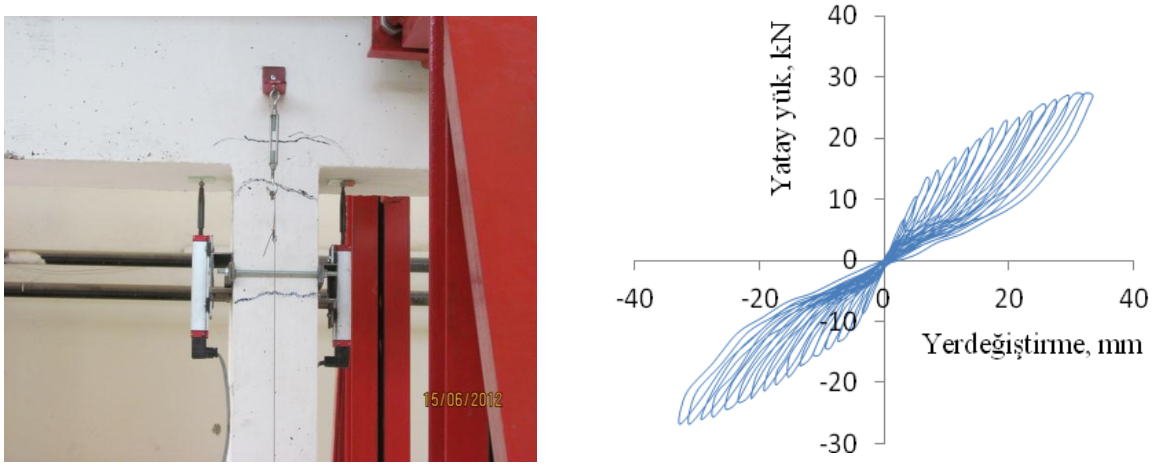


Şekil 6. İki yönlü giderek artan yerdeğiştirme çevrimleri [8].

3. BULGULAR

Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Mekaniği Laboratuarında gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında, yaklaşık 1/2 ölçekli olarak üretilen, biri çerçeve olmak üzere 4 farklı deney elemanı, depremi benzeştiren tersinir tekrarlanır yatay yük altında deneye tabi tutulmuştur. Mevcut betonarme yapılarda kısa kolon davranışlarının iyileştirilmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, elde edilen bulgular doğrultusunda deney elemanlarının yük-yerdeğiştirme ilişkileri, dayanım zarfı eğrileri elde edilmiştir.

Betonarme çerçeve olarak hazırlanan bu deney elemanında ilk çatlaklar yaklaşık 10 kN yük seviyesinde ve 6 mm' lik yatay yerdeğiştirmeden sonra, kolon kiriş birleşim bölgesinde meydana gelmiştir. Kolon-kiriş ve kolon temel birleşim bölgelerinde oluşan mafsallaşmadan sonra deney sonlandırılmıştır. Deney sonrası bir görünüm ile yatay yük-yerdeğiştirme eğrisi Şekil 7' de verilmiştir.

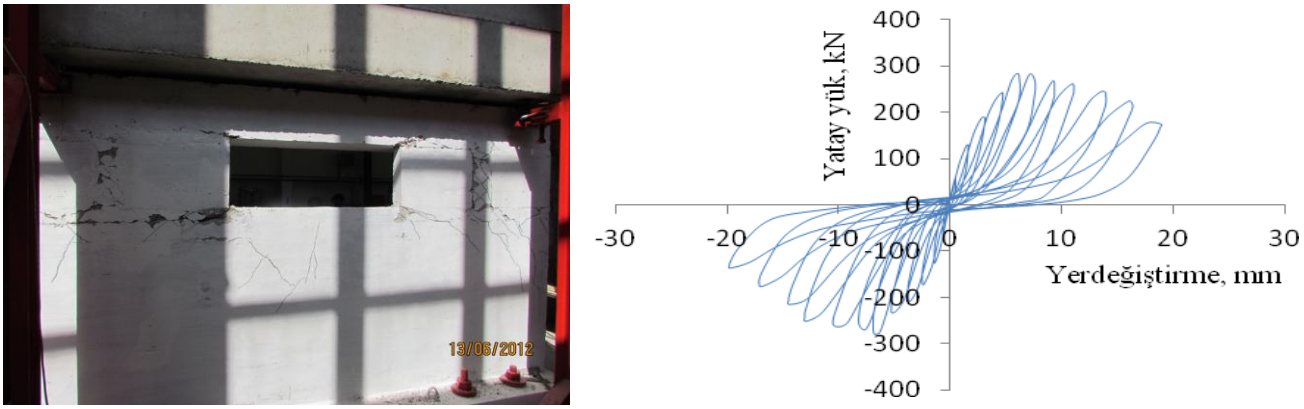


Şekil 7. DE-1 deney elemanı ve yatay yük-yerdeğiştirme eğrisi [8,9].

DE-2 deney elemanında, yüksekliğin 0.25 katı bant pencere bırakılacak şekilde betonarme perde yapılmıştır. Bant pencere uzunluğu L açıklığına eşit alınmıştır (bkz. Şekil 1). Bant pencere yüksekliği 0.25H olan bu deney elemanda oluşan ilk çatlaklar kolon serbest boyunda diyagonal doğrultuda (kesme çatlakları) oluşmuştur. İlerleyen çevrimlerde her iki doğrultuda yerdeğiştirmelerin artmasıyla birlikte kolonlarda X şeklinde diyagonel çatlaklar artmıştır. Yükleme boyunca bu çatlakların açıklıkları ve sayıları artarak kolon taşıma gücünü kaybetmiştir. Bu deney elemanında, betonarme perdede ve kirişte herhangi bir hasar gözlenmemiştir. Bant pencere bırakılmasıyla oluşan kısa kolon davranışı nedeniyle kolon taşıma gücünü kaybetmiştir (Şekil 8).

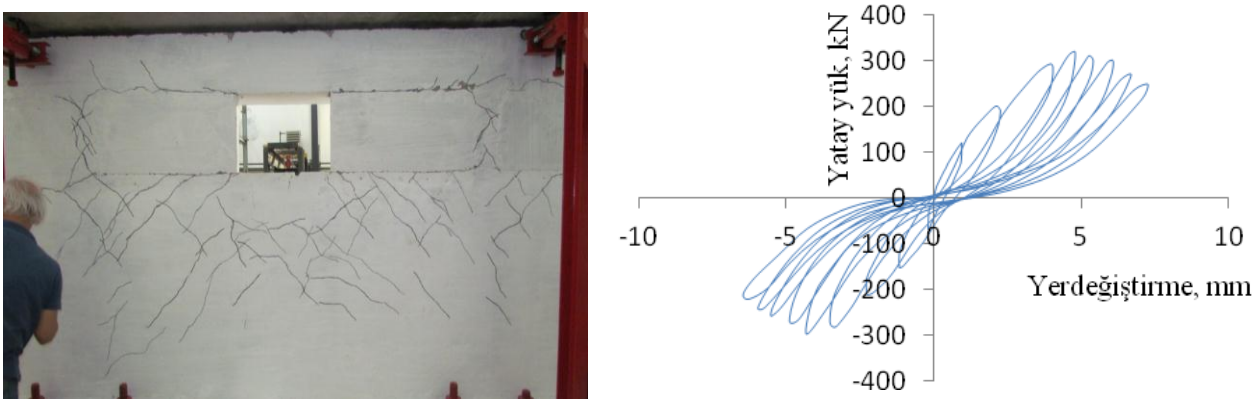
DE-3 deney elemanı, yüksekliğin 1/4' ü kadar (0.25H) bant pencere bırakılarak üretilen DE-2 numaralı deney elemanlarının birisine, kolonların her iki tarafında açıklığın 0.25 katı (l'=0.25L) kanat dolgu duvar ilave edilerek oluşturulmuştur. Deneylerde ilk çatlaklar, 120 kN' luk yük düzeyinde, kanat dolgu duvar ile çerçeve arasında oluşmuştur. Kanat dolgu duvarın uç kısmı ile perdenin birleştiği yerden 45 derece eğimle eski perdede çatlak oluşmaya başlamıştır. Daha sonra kanat-perde birleşiminden itibaren mevcut perdede ve kolonda kesme çatlakları daha da belirginleşmiştir. Yaklaşık 240 kN' luk yük düzeyinde kanat duvar-kiriş arasında açılma oluşmuş ve kirişte diyagonal çatlaklar meydana gelmiştir. Bu aşamada kolonda belirgin kesme çatlakları oluşmuş ve bu çatlaklar kolonun perde ile birleşen yüzünde yoğunlaşmıştır. Ankrajların, kanat dolgu duvarların kolondan ayrılmasına engel olduğu görülmüştür. Yüklemeye devam edildiğinde mevcut perdede, yaklaşık 11 mm' lik çevrime ulaşıldığında, ankraj yerlerinde büyük açılmalar oluşmuştur. Kanat dolgu duvarlarda ancak bu aşamadan sonra kılcal düzeyde çatlaklar meydana gelmiştir (Şekil 9).

Şekil 8. DE-2 deney elemanı ve yatay yük-yerdeğiştirme eğrisi [8,9].

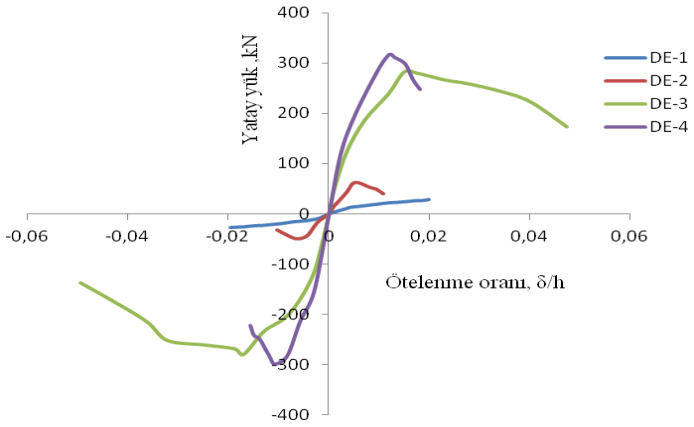


Şekil 9. DE-3 deney elemanı ve yatay yük-yerdeğiştirme eğrisi[8,9].

DE-4 deney elemanı, yüksekliğin 1/4 ' ü kadar (0.25H) bant pencere bırakılarak üretilen DE-2 numaralı deney elemanlarının birisine, kolonların her iki tarafında açıklığın 0.375 katı (l'=0.375L) kanat duvar ilave edilerek oluşturulmuştur.). Deney elemanına tanımlanan iki yönlü çevrimsel yük uygulanmaya başladığında 190 kN'luk yük düzeyine kadar herhangi bir hasar oluşmamıştır. Bu yük düzeyinde kiriş ile kanat dolgu duvar arasında ayrılma başlamıştır. Bunu takiben perde duvar ile kanat duvar arasında da ayrılma gözlenmiştir. Deney elemanında meydana gelen ilk çatlaklar mevcut perde üzerinde oluşmaya başlamıştır. Kanat duvarın alt ve üstten çatlamasına rağmen, konumunu koruduğu, dolayısıyla da ankrajların iyi çalıştığı görülmüştür. İlerleyen çevrimlerde yerdeğiştirmelerin artması ile ankraj yerlerinde çatlaklar oluştuğu, daha sonra da mevcut perde duvarda eğik (her iki yönde de 45 derece) çatlakların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu aşamada, kanat dolgu duvarlarda hasar gözlenmemiştir. Kolon-kanat dolgu duvar arasında bir ayrılma oluşmamıştır. Yük düzeyi 250 kN' a ulaştığında kanat duvarların perde üzerinde kaymaya başlaması ile kolonlarda ani kesme çatlakları oluşmuş ve kolon üst ucu ezilmeye başlamış, kanat dolgu duvarlarda herhangi bir hasar gözlenmezken kolonda ve perde duvarda çatlakların sayısı ve açıklığı artmıştır (Şekil 10). Mevcut betonarme yapılarda kısa kolon davranışlarının iyileştirilmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında deneye tabi tutulan elemanların yatay yük- ötelenme oranı zarf eğrileri Şekil 11' de verilmiştir.



Şekil 10. DE-4 deney elemanı ve yatay yük-yerdeğiştirme eğrisi [8,9].



Şekil 11. Deney elemanlarına ait dayanım zarfı eğrileri [9].

Bu şekilden görüldüğü gibi, DE-1 numaralı deney elemanın serbest boyu kısaltılarak üretilen ve kısa kolon davranışı gösteren DE-2 numaralı deney elemanı, çerçeve elemana göre (DE-1 numaralı deney elemanı) % 130 oranında daha fazla yük taşımış ancak deney elemanında kesme davranışının hakim olması nedeni ile yeterli ötelenme yapamadan gevrek kırılma göstermiştir. DE-2 numaralı deney elemanına farklı uzunluklarda kanat duvarların ilave edilmesi ile elde edilen DE-3 ve DE-4 numaralı deney elemanları DE-2 numaralı deney elemanına göre sırasıyla % 350 ve % 400 oranında daha fazla yük taşımış aynı zamanda daha fazla ötelenme yapabilmişlerdir. Kanat duvar ilavesi yapılan deney elemanları kendi aralarında incelendiğinde DE-4 numaralı deney elemanı DE-3 numaralı deney elemanına göre % 12 oranında daha fazla yatay yük taşımasına rağmen daha az ötelenme yapmıştır.

4. SONUÇLAR

Çalışmanın bütününden çıkarılabilecek başlıca sonuç ve öneriler aşağıda özetlenmektedir:

- Gerçekleştirilen deneylerden bant pencere nedeniyle oluşan kısa kolon davranışının kanat dolgu duvar ilavesi ile önemli oranda iyileştirilebildiği ortaya konmuştur. Bant pencere yüksekliğinin 0.25H olması durumunda açıklığın 0.25 katı kadar kanat dolgu duvar ilavesiyle yatay yük taşıma kapasitesi 4.5 kat, açıklığın 0.375 katı kanat dolgu duvar ilavesiyle de 5 kat artmıştır.

- Yüksekliğin 0.25 katı bant pencere bırakılan ve bu bant pencerelere açıklığın 0.25 katı kadar kanat dolgu duvar yapılan deney elemanının maksimum yüke karşılık gelen yerdeğiştirmesi, L açıklığı boyunca kanat dolgu duvar yapılmayan elemanınkine göre % 34 oranında azalmıştır. Yerdeğiştirmedeki bu azalma açıklığın 0.375 katı kanat dolgu duvar olan elemanlarda % 54 oranına ulaşmıştır. Bu da bant pencere uzunluğunun artmasıyla yatay yük taşıma kapasitesinin arttığını ancak yerdeğiştirme kapasitesinin azaldığını göstermektedir.

- Betonarme kanat dolgu duvar uzunluğunun açıklığın 0.25' i olması durumunda yatay yük taşıma kapasitesi ile açıklığın 0.375 katı kanat dolgu duvar yapılması durumundaki yatay yük taşıma kapasitesi arasında % 12 oranında bir artış olmuş, yerdeğiştirmeler arasında ise % 30' luk bir azalma olmuştur.

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Gazi Üniversitesi, Mustafa Kemal Üniversitesi ve Akdeniz Üniversitesi' nin içinde bulunduğu, 111M792 numaralı TÜBİTAK projesi kapsamında yürütülmüştür.

KAYNAKLAR

[1]: Çağatay, İ.H.(2005). Failure of an Industrial Building During a Recent Earthquake in Turkey. *Engineering Failure Analysis*, **12**, 497-507.

[2]: Sezen, H., Elwood, K.J., Whittaker, A.S., Mosalam, K.M., Wallace, J.W. ve Stanton, J.F.(2000). Structural Engineering Reconnaissance of the August 17, 1999 Earthquake: Kocaeli (Izmit) Turkey, PEER 2000/09, University of California, Berkeley, A.B.D.

[3]: Umehara, H. ve Jirsa, J.(1984). Short Rectangular Reinforced Concrete Columns Under Bidirectional Loading. *Journal of Structural Engineering*, **110:3**, 605–618.

[4]: Gülkan, P. ve Wasti, T.(1993). Interaction Between Frame and Infill: A Non-linear Investigation, *Turkish Civil Engineers XII. Book for bulletins of Technical Congresses.* Ankara, 39-52.

[5]: Guevara, L.T. ve Garcia, L.E.(2005). The Captive- and Short Column Effects. *Earthquake Spectra*, **21:1**, 141-160.

[6]: Cağatay, İ.H. (2007). Investigation of Parameters Affecting Short Column of Buildings. *Sixth National Conference on Earthquake Engineering*, İstanbul, 3, 229-236.

[7]: Bikçe, M.(2011). How to reduce short column effects in buildings with reinforced concrete infill walls on basement floors. *Structural Engineering and Mechanics*, **38:2**, 249-259.

[8]: Hüsem, M., Altın S., Pul, S., Bikçe M., Emsen E.(2013). Betonarme Perdelerde Bırakılan Bant Tipi Boşluklar Nedeniyle Depremden Oluşan Kısa Kolon Etkisinin İyileştirilmesi. TÜBİTAK, 111M792 Araştırma Projesi, 70s. Ankara.

[9]: Demir, S. (2013). Mevcut Betonarme Yapılarda Kısa Kolon davranışlarının İyileştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.