

FARKLI BURKULMAYI ENGELLEYEN MEKAN ZMAYA SAH P BURKULMASI ENGELLENM ÇELİK ÇAPRAZLAR

R. Özçelik¹, Y. Dikici², K.B. Civelek³

¹Yrd. Doç. Dr., İnşaat Müh. Bölümü, Akdeniz Üniversitesi, Antalya

²Doktora Öğrencisi, İnşaat Müh. Bölümü, Akdeniz Üniversitesi, Antalya

³Araştırma Görevlisi, İnşaat Müh. Bölümü, Akdeniz Üniversitesi, Antalya
Email: rozcelik@akdeniz.edu.tr

ÖZET:

Burkulması Engellenmiş Çelik Çaprazlar (BEÇÇ'ler) sismik bölgelerde yapılara gelen yatay istemlerin ve titreşime maruz kalan yapıların güvenli inşaatı için kullanılan yeni nesil yapısal elemanlardır. BEÇÇ'ler aksel çekme ve basınç kapasiteleri yaklaşık olarak birbirine eşittir. BEÇÇ'ler burkulmayı engelleyen mekanizma (BEM) ve çekirdek elemandan (ÇE'den) meydana gelmektedirler. ÇE genel olarak çelik plaka veya profillerden, BEM ise içine beton dökülmüş çelik kutu veya boru profilden, sargılı ve sargısız betondan ve çok parçalı basınç çubuğundan meydana gelebilmektedir. BEÇÇ'lere gelen aksel basma ve çekme istemleri altında BEM herhangi bir yük taşımayacak şekilde dizayn edilmektedir ve bütün aksel istemler ÇE elemanı tarafından taşınmaktadır. Dolayısıyla ÇE elastik ve plastik davranış gösterebilmektedir. BEM ise ÇE'nin elastik ve plastik davranış gösterdiği durumda burkulmasını engelleyerek ÇE'ye stabilite sağlamaktadır. Bu çalışmada kapsamında farklı BEM'lere sahip BEÇÇ'lerin aksel istemlerleri altında histeretik davranışları deneysel olarak incelenmiştir. Farklı BEM'lere sahip 6 adet BEÇÇ (1. – 6. BEÇÇ) test edilmiştir. Test edilen BEÇÇ'lerin ÇE'leri en kesit olarak aynıdır. Bu BEÇÇ'lerin BEM'leri içine beton dökülmüş çelik kutu profilden, sargısız ve sargılı betondan ve prekast beton bloklardan oluşmaktadır. Prekast betonlu BEÇÇ'lerin özellikle kusurlu mevcut betonarme binaların güçlendirilmesi için geliştirilmesi hedeflenmiştir. Deney sonuçları prekast betonlu BEÇÇ hariç diğer BEÇÇ'lerin % 2.0 ÇE plastik uzama değerine kadar histeretik olarak stabil davranışını göstermiştir. Prekast betonlu BEÇÇ'de ise prekast betonların çekme istemleri altında ezilmesi ve kırılmasından dolayı BEM'in yetersiz kaldığı görülmüştür. Ayrıca bu makale kapsamında deney elemanlarının yapım ve bağlantı detayları da verilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Burkulması Engellenmiş Çelik Çapraz, Enerji Sönümleyici, Histeretik Davranış, Çelik Yapılar

1. GİRİŞ

Çelik çaprazlar yapılara etkiyen rüzgar ve deprem kuvvetlerine karşı kullanılan yatay yük taşıyıcı elemanlardır. Bu çaprazların dizayn edilmesi esnasında karşılaşılan en büyük sıkıntılardan birisi, kullanılan çelik çaprazların yüksek aksel deformasyon istemleri esnasında çekme ve basınç kapasitelerinin eşit olmamasıdır. Yapılarda kullanılan çelik çaprazlar genel olarak aksel çekme deformasyonu etkisi altında plastiklenmekle (çeliğin akması) beraber, aksel basınç deformasyonu esnasında burkulmaktadır. Çaprazların burkulmasından sonra aksel yük taşıma kapasitelerinde büyük azalma meydana gelmektedir. Çelik yapı elemanlarının burkulmasının engellenmesi ile birlikte aksel yük taşıma kapasitesinde artış olacaktır. Gerçekleştirilen araştırmacıları bu konu üzerine yönlendirmiştir. BEÇÇ'ler bu araştırma fikri ile ortaya çıkmış ve elde edilen elemanların genel olarak aksel basma ve çekme kapasiteleri birbirine eşit seviyede olmaktadır. BEÇÇ'ler burkulmayı engelleyen mekanizma (BEM) ve çekirdek elemandan (ÇE'den) meydana gelmektedirler. ÇE genel olarak aksel basma kapasitesi çok

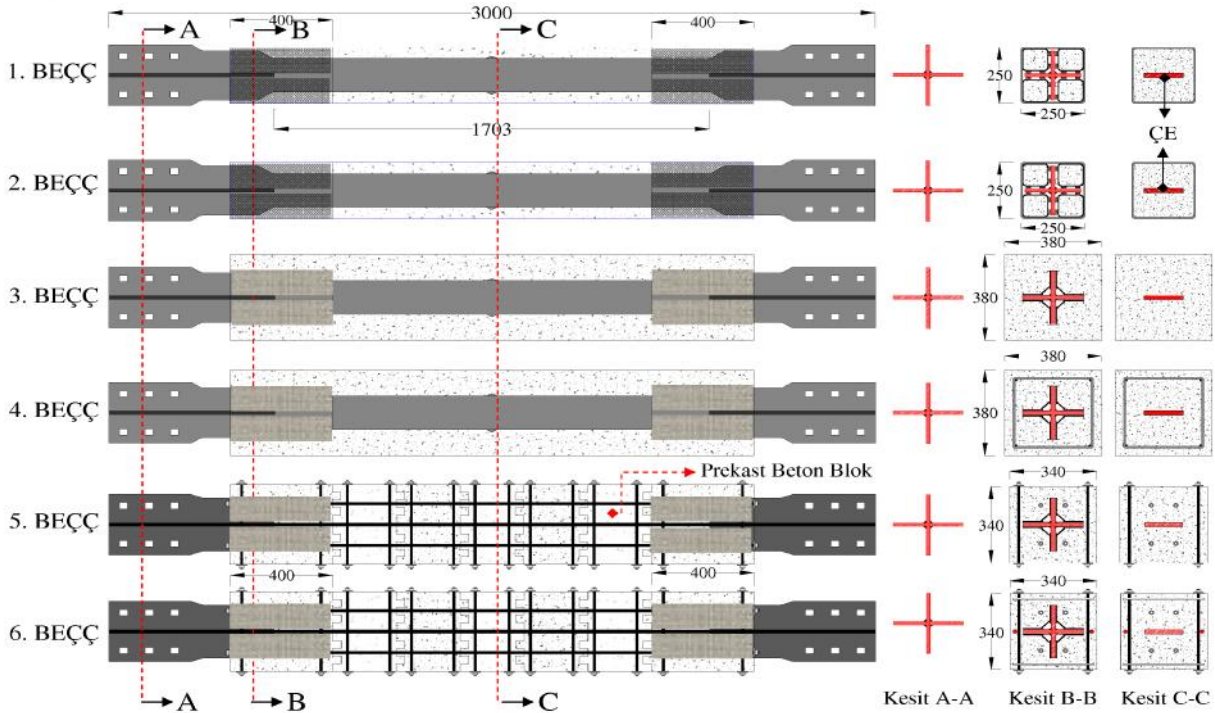
düük (ihmal edilebilir seviyede) olan çelik plaka veya profillerden meydana gelebilir. BEM ise içine beton dökülmü çelik kutu veya boru profilden, sargılı ve sargısız betondan ve çok parçalı basınç çubu undan meydana gelebilmektedir. BEÇÇ'lere gelen aksel basma ve çekme istemleri altında BEM herhangi bir yük ta ımayacak ekilde dizayn edilmekte ve bütün aksel istemler ÇE elemanı tarafından ta ınmaktadır. Dolayısı ile ÇE elastik ve plastik davranı gösterebilmektedir. BEM ise ÇE'nin elastik ve plastik davranı gösterdi i durumda burkulmasını engelleyerek ÇE'ye stabilite sa lamaktadır. BEÇÇ'ler hakkında detaylı bilgiler Özçelik (2015) ve Özçelik ve Dikicia ık (2015) literatür özeti çalı masında mevcuttur.

2. DENEYSEL PROGRAM

Test edilen BEÇÇ elemanlarının boyu; 600 cm açıklı nda ve 350 cm yüksekli inde bir çelik çerçeveye ters v çelik çapraz olacak ekilde ba lantısının yapılması durumunda elde edilen boy olarak alınmıştır (Özçelik ve Dikicia ık 2015). Dolayısı ile test edilen elemanların boyu 3000 mm'dir (ekil 1). BEÇÇ tasarımı kullanılan betonun hedef dayanımı 20 MPa'dır.

3. DENEY ELEMANLARI

Bu çalı ma kapsamında test edilen BEÇÇ elemanlarına ait kesit detayları ekil 1'de görülmektedir. BEÇÇ'lerin ÇE en kesit alanları e it olup plastik bölgedeki en kesit alanı 15x150 (2250 mm²) mm'dir (ekil 1). BEÇÇ'lerin birbirinden farkları genel olarak BEM, izolasyon malzemesinin kalınlı ı ve uç dönmelerin engellenmesi için kullanılan sistemlerdir. BEÇÇ'lerin yapımlı detayları ekil 2'de görülmektedir. BEÇÇ elemanlarının her iki ucunda bayrak levhasına ba lantının sa lanabilmesi için ek plakalar kaynaklıdır (ekil 2a, b). Bu sayede BEÇÇ elemanı ekil 3'de verilen kesit C-C'de görüldü ü gibi "+" eklini almıştır. ÇE elemanının orta açıklı nda BEM ve ÇE'nin göreceli hareketlerini (Christopoulos 2005) engellemek için en kesiti artırılmıştır (ekil 2c).



ekil 1. BEÇÇ detayları

1. BEÇÇ: Bu eleman tipinde BEM kutu profil içerisine beton dökülmesi ile elde edilmiştir. Bu BEÇÇ’de ÇE ve BEM arasında izolasyon olarak ÇE’nin etrafını tamamlayacak şekilde 2 mm’lik lastik kullanılmış ve lastik üzerine sürtünmenin mümkün mertebe engellenebilmesi için gres sürülmüştür (ekil 2d). Üzeri lastik kaplı ve lastik üzeri gres sürülmüştür ÇE elemanı kutu profil içerisine yerleştirilmiştir (ekil 2e). Beton dökümünden önce 40 cm’lik 4 adet ek kutu profil BEÇÇ elemanının her iki ucuna yerleştirilmiştir (ekil 2e). Bu sayede BEÇÇ elemanlarında meydana gelen uç dönmelerin önlenmesi veya uç stabiliteilerinin artırılması hedeflenmiştir. Bu işlemden sonra kutu profil içerisine beton dökülmüştür (ekil 2f). Bayrak levhası ve ÇE arasındaki bağlantı yüksek mukavemetli bulonlar (M24 10.9) kullanılarak ön germe işlemi ile sağlanmıştır (ekil 2g).

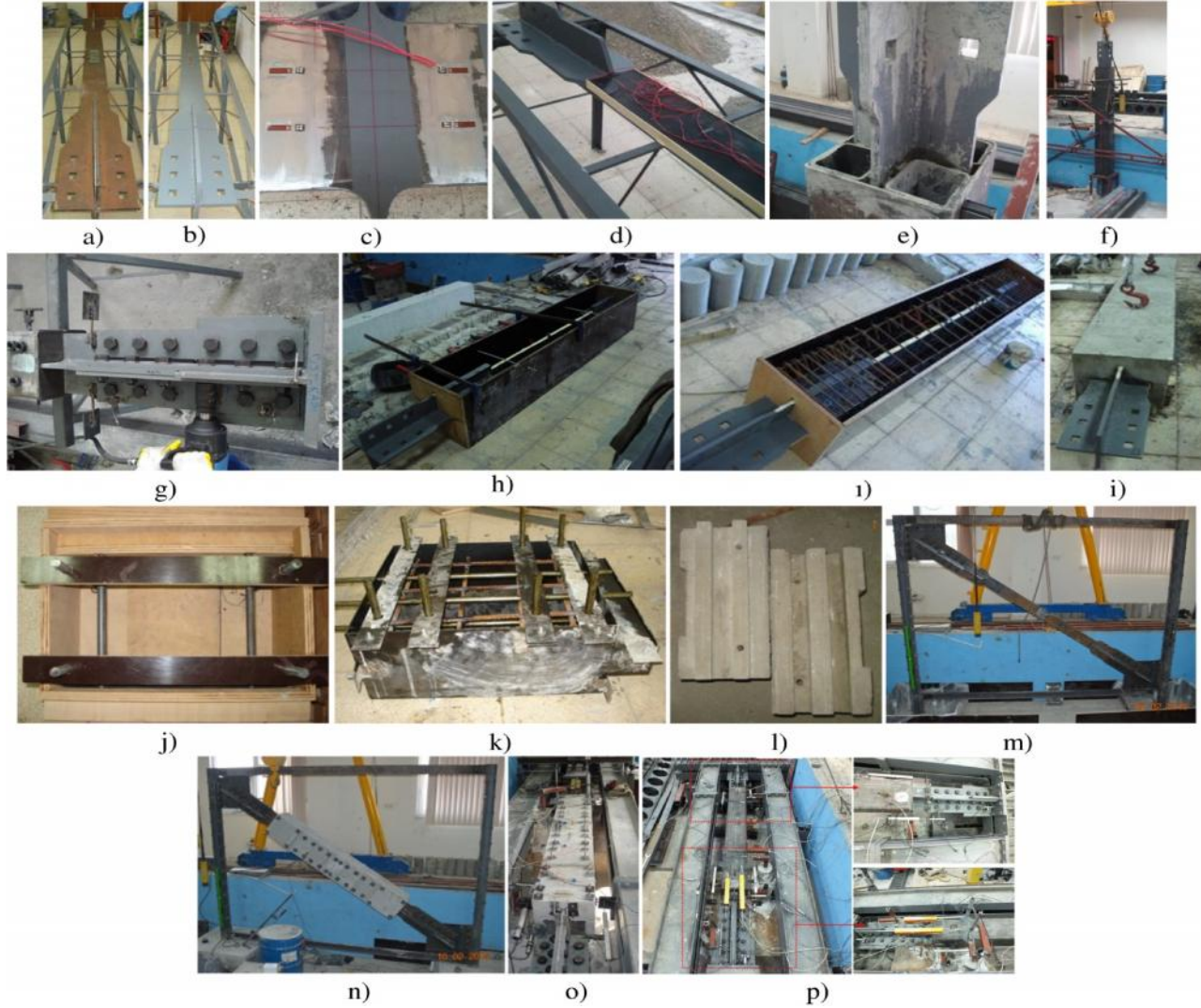
2. BEÇÇ: Bu deney elemanı 1. BEÇÇ ile aynıdır. Aralarında iki temel fark vardır. Bunlar; 2. BEÇÇ’de BEM ve ÇE arasındaki sürtünmenin engellenmesi için kullanılan lastik eritilerin kalınlığı 4mm’dir ve lastik üzerine gres uygulaması 2. BEÇÇ’de yapılmamıştır.

3. BEÇÇ: Bu BEÇÇ’de BEM sargısız betondan meydana gelmektedir. ÇE elemanı 4 mm lastik eritme yapıtırlıktan sonra ahap kalıp içine yerleştirilmiştir ve beton dökülmüştür (ekil 2h). Bu sayede daha pratik bir BEÇÇ üretimi hedeflenmiştir. ÇE elemanı her iki uç kısmında yani “+” kesitin olduğu bölgede 400 mm uzunluğunda çelik plakalar ile sarılmıştır. Bu sayede uç kısımlarda betonda meydana gelebilecek çekme istemlerinin kontrol edilmesi ve ÇE’nin basınç deformasyonları altında sargısız betonun içine doğru yaptığı hareketi kolaylaştırması hedeflenmiştir.

4. BEÇÇ: Bu deney elemanında BEM sargılı betondan oluşmuştur. Diğer bütün özellikler 3. BEÇÇ ile aynıdır (ekil 1 ve 2ı). BEM’i oluşturulan beton kesite yerleştirilecek olan etriye aralıkları uç bölgelerde 5 cm diğer kısımlarda ise 10 cm’dir (ekil 2ı). Etriye aralıkları Deprem Bölgelerinde Yapılacak Bina Türü Yapılar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) 2007’de belirtilen minimum ve maksimum aralıklar olup kullanılan etriye çapı 8 mm’dir. Etriyelerin montajını sağlamak için ise 4 adet 8 mm’lik boyuna donatı kullanılmıştır. 3. ve 4. BEÇÇ’lerin beton dökümünden sonraki hali ekil 2i’de görülmektedir.

5. BEÇÇ: BEÇÇ elemanında kullanılan BEM diğer BEÇÇ elemanlarından tamamen farklıdır. Bu eleman detayında BEM sargısız prekast beton blokların ÇE üzerinde ankraj yardımı ile birleştirilmesinden oluşmaktadır. Bu çalışmada kapsamında test edilen 1.- 4. BEÇÇ elemanının ağırlığı yaklaşık olarak 600 kg’dır ve bu ağırlıkta bir yapısal elemanın mevcut yapıların içinde güçlendirme amaçlı kullanılma istenildiği durumunda montajı hemen hemen imkansızdır. Dolayısıyla 5. BEÇÇ eleman detayı özellikle kusurlu mevcut betonarme ve çelik binaların güçlendirilmesi için geliştirilmesi hedeflenmiştir. Prekast beton bloklar ilk olarak ahap kalıplar kullanılarak elde edilmiştir (ekil 2j, l). Beton blokların üretiminden sonra ÇE elemanı çerçeve sisteminde mevcut olan bayrak levhasına bulon kullanılarak bağlanacaktır (ekil 2m). Daha sonra ÇE üzerine prekast beton bloklar (ekil 2l) yerleştirilmiştir (ekil 2n) ve bu bloklar enine ve boyuna 10mm’lik gijonlar vasıtasıyla sıkılarak birlikte çalışması sağlanmıştır (ekil 2o). BEÇÇ elemanın tüm modüllerinde 4 adet enine gijon ve BEM mekanizmasında yine 4 adet boyuna gijon kullanılmıştır. Parça parça birleştirilerek elde edilen BEÇÇ elemanı çerçeveden sökülmesi ve test edilmesi için deney düzeneğine yerleştirilmiştir (ekil 2o). Bu sayede elde edilen BEÇÇ’nin BEÇÇ’yi oluşturulan her bir beton blok ve ÇE elemanlarının yapı içerisinde taşıması mümkün hale getirilmiştir. Kullanılan prekast beton bloklarında herhangi bir donatılardırma yapılmamıştır.

6. BEÇÇ: Bu deney elemanı 5. BEÇÇ elemanına benzer özellikte olup aralarındaki fark; 6. BEÇÇ’de beton blokların içerisine donatı eklenmesidir (ekil 2k). Her bir beton bloka 8mm’lik ızgara donatı tasarlanarak BEM’in dış yüzeyine yakın yerleştirilmiştir ve yine beton blokların diğer kısımlarına 8mm’lik iki adet donatı yerleştirilmiştir. Diğer yapı detayları 5. BEÇÇ ile aynıdır.



ekil 2. BEÇÇ yapım detayları

5. YÜKLEME VE ÖLÇÜM SİSTEMİ

BEÇÇ elemanlarının test edilmesi için ekil 3p'de gösterilen deney düzeneği kullanılmıştır. BEÇÇ elemanları deplasman kontrollü piston ve piston hareketini kontrol edildiği kontrol paneli kullanılarak artan deplasman istemleri altında test edilmiştir. Yükleme protokolünü oluşturulan artan deplasman istemleri şu şekildedir; (1/3) y, (2/3) y, (1.0) y, (1/3) str, (0.5) str, (1.0) str, (1.5) str, (2.0) str, (2.5) str, (3.0) str. Protokolde kullanılan y and str ifadeleri sırasıyla ÇE'nin akma deplasman deferi ve ÇE'nin %1.0 birim deferi anlamına gelir. Protokolde verilen deplasman istemlerinin her birinde iki kez ters çevrimli yükleme yapılmıştır. BEÇÇ'lerin protokolde verilen istemler altında gösterdiği davranışın izlenebilmesi için 1000 kN'luk yük hücresi BEÇÇ ve piston arasında yerleştirilmiştir (ekil 3l). ÇE'de meydana gelen uzama ve kısalmaları ölçmek için 4 adet LVDT kullanılmıştır. ÇE'de meydana gelen birim uzamaları ölçmek için ÇE orta bölgesine birim uzama ölçerler yerleştirilmiştir. BEM'de meydana gelen istemler ise BEM'e yapıya tırlanan birim uzama ölçerler ve LVDT'ler kullanılarak belirlenmiştir.

6. DENEY SONUÇLARI VE YORUMLAR

Deneysel elemanların aksel yük karşılıklı aksel deplasman davranışları ekil 3'de gösterilmektedir. Deneysel esnasında BEÇÇ'lerin gösterdiği maksimum çekme ve basınç kapasiteleri Tablo 1'de verilmektedir. Ayrıca Tablo 1'de BEÇÇ elemanları tarafından sönmülenen enerji miktarları da verilmiştir. Tablo 1'de verilen sönmülenen enerjisi ekil 3'de verilen aksel yük-aksel deplasman grafiğinin altında kalan alan olarak ÇE'nin %2,0 birim ekil deplasmanına kadar hesaplanmıştır. Hesaplanan enerji miktarı ÇE'nin akma kapasitesine bölünerek normalize edilmiştir. ekil 4'de BEÇÇ uçlarına dikey ve yatay yönde yerleştirilen LVDT'lerden elde edilen yatay düzlemdeki deplasman (YDDD) ve dikey düzlemdeki deplasman (DDDD) grafikleri görülmektedir. ekil 5'de BEÇÇ elemanlarında meydana gelen hasarlar görülmektedir.

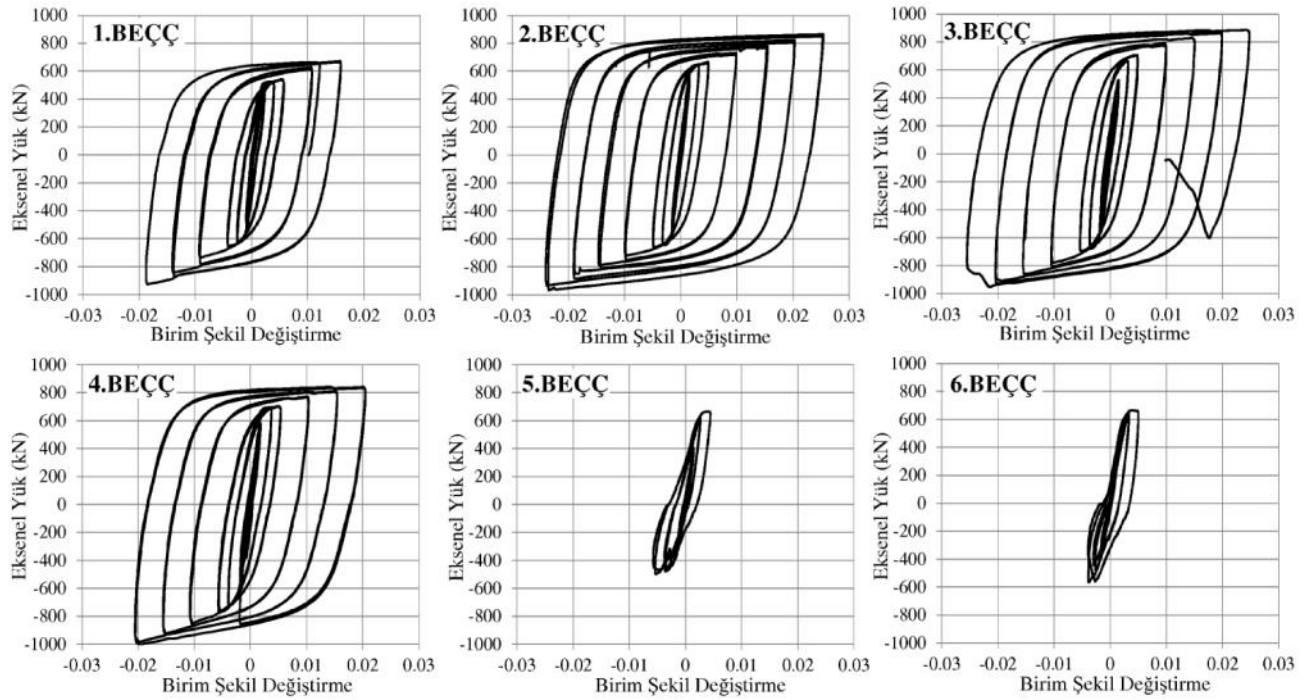
Tablo 1'de görüldüğü gibi 1. BEÇÇ elemanının aksel basınç kapasitesinin (-926 kN) aksel çekme kapasitesinden (671 kN) daha fazladır. Bu değerlere göre basma ve çekme kapasiteleri arasındaki oran yaklaşık 1,38'dir (AISC 2005'e göre bu oran maksimum 1,3 olmalıdır). Bu oranın büyük olmasının sebebi ÇE'nin BEM'den yeterli derecede izole edilemeyerek ÇE ve BEM arasında sürtünmenin meydana gelmesi olmasıdır. 1. BEÇÇ elemanında ÇE ve BEM arasında sürtünmenin engellenmesi için ÇE 2 mm kalınlığında lastik eritile sarılmıştır. Bu lastik kalınlığının ÇE ve BEM arasındaki sürtünmenin engellenmesi için yeterli olmadığı 1. BEÇÇ deneyi sonucunda görülmektedir. 1. BEÇÇ elemanı basma ve çekme kapasiteleri arasındaki oranın yüksek olmasından dolayı daha büyük deplasman istemlerine kadar test edilmemiştir. Ayrıca 1. BEÇÇ deneyi sonunda elemanın içi açıldıığında ÇE'yi saran gresin tamamen yok olduğu görülmüştür. Dolayısıyla gres uygulamasının BEÇÇ tasarımında gerçekçi bir tasarım olmadığı 1. BEÇÇ deney elemanı testinden anlaşılmaktadır.

1. BEÇÇ'de kullanılan BEM ve ÇE arasındaki boşluk miktarının yetersiz olduğu 1. BEÇÇ deneyinde görülmesinden sonra 2. BEÇÇ elemanında ÇE 4 mm lastik eritile kaplanmıştır. 2. BEÇÇ elemanının deney sonuçlarına bakıldığında söz konusu eleman % 2,50 ÇE birim uzama deplasmanına kadar stabil davranış gösterdiği görülmüştür (ekil 3). Basma (-966 kN) ve çekme (865 kN) kapasiteleri arasındaki oran ise 1,12 civarındadır (Tablo 1). 2. BEÇÇ elemanı deney düzeneğinde kullanılan yük hücresinin kapasitesinin (1000 kN) aşılması nedeniyle dolayısıyla daha ileri deplasman istemlerine kadar test edilmemiştir. Deneyden sonra 2. BEÇÇ elemanında herhangi bir hasar gözlemlenmemiştir. ekil 4'de görüldüğü gibi deney esnasında BEÇÇ elemanlarında YDDD ve DDDD olmasına rağmen 2. BEÇÇ elemanının histeretik davranışında stabilite oldukça karardır. Bunun en önemli sebeplerinden birisi BEÇÇ detaylarında da verildiği gibi BEÇÇ'nin her iki ucuna yerleştirilen kutu profillerin uç stabilite kontrol edilebilmesidir.

3. BEÇÇ elemanının %2,0 ÇE birim uzama deplasmanına kadar stabil davranış gösterdiği görülmüştür (ekil 3). Basma (-948 kN) ve çekme (886 kN) kapasiteleri arasındaki oran ise 1,07 civarındadır (Tablo 1). 3. BEÇÇ elemanı %2,0 ÇE birim uzama deplasmanını geçemez BEM'i oluşturulan sargısız betonda çatlaklar meydana gelmiştir. BEM özelliğini yitirmeye başlayan sargısız beton ÇE'ye yeterli stabilite sağlayamaz hale gelmiş ve aksel basınç kapasitesinde düşülmüştür (ekil 3). Çekme istemi altında %2,5 ÇE birim uzama deplasmanından sonra tekrar basınç istemine maruz kalan BEÇÇ elemanı BEM'i oluşturulan sargısız betonun ÇE tarafından oluşturulan çekme istemlerini karşılayamamış ve BEM ortadan ikiye ayrılmıştır (ekil 5). Bu ani kırılmadan sonra 5. BEÇÇ elemanının basınç altında aksel yük taşıma kapasitesi düşmüştür (ekil 3).

3. BEÇÇ elemanında BEM olarak kullanılan sargısız betonun ani olarak ortadan yarılmasından sonra sargısız betonun sarılması gerektiği sonucu ile sargılı betondan oluşan BEM'e sahip 4. BEÇÇ elemanı test edilmiştir. 4. BEÇÇ elemanının %2,5 ÇE birim uzama deplasmanına kadar stabil davranış gösterdiği görülmüştür (ekil 3). Basma (-1005 kN) ve çekme (842 kN) kapasiteleri arasındaki oran ise 1,19 civarındadır (Tablo 1). 4. BEÇÇ elemanı deney düzeneğinde kullanılan yük hücresinin kapasitesinin (1000 kN) aşılması (%1 oranında aşılması meydana gelmiştir) nedeniyle dolayısıyla daha ileri deplasman istemlerine kadar test edilmemiştir. Test sonunda 4. BEÇÇ elemanında herhangi bir hasar gözlemlenmemiştir.

5. BEÇÇ elemanının histeretik davranışı beton blokların bir bütün olarak sağladığı global ve lokal stabiliteye bağlı olarak görülmüştür. Bu eleman deneyinde yükleme protokolünün ilk adımlarında BEÇÇ uç bloklarında ÇE'den kaynaklanan ve beton bloklarda oluşan eilme istemleri beton blokların çatlamasına sebep olmuştur. Etilik 5'de de görüldüğü üzere beton bloklarda meydana gelen kılcal çatlakların daha da genişlemesi ile BEM özelliğini yitiren beton bloklar ÇE'ye yeterli stabilite sağlayamamıştır. Yeterli burkulma stabilitesi sağlayamayan ÇE'de ise aksenal basınç kapasitesinde düşme meydana gelmiştir. Ayrıca beton bloklar ÇE'ye yeterli stabilite sağlayamadığından BEÇÇ elemanında global eilme meydana gelmiştir (Etilik 5). Hem global eilme hem de beton bloklarda meydana gelen lokal deformasyon (Etilik 5) sebebiyle BEÇÇ elemanının basınç yüklemesi altında aksenal rijitlik kaybı da olmuştur. 5. BEÇÇ elemanının testinden sonra beton blokların donatılandırılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

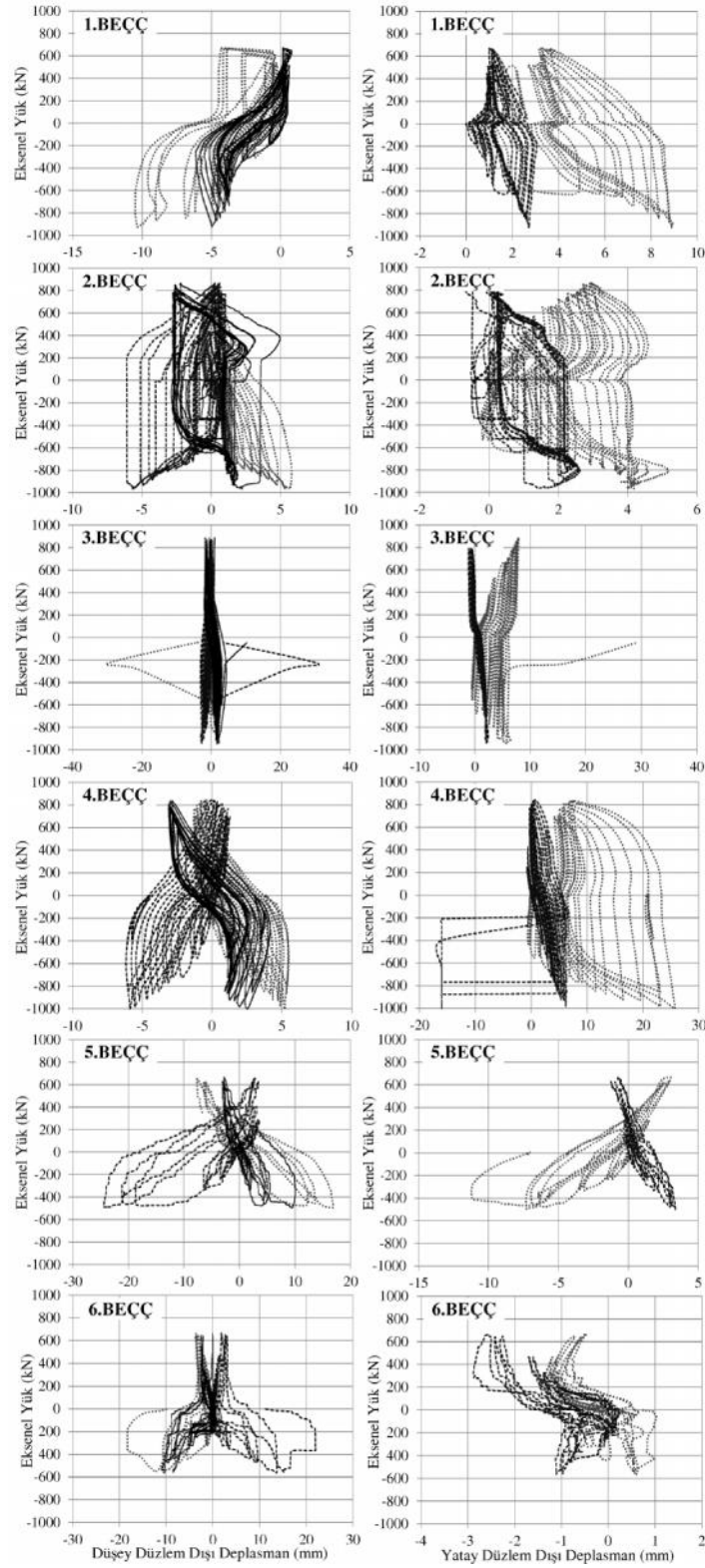


Etilik 3. BEÇÇ'lere ait histeretik davranışları .

Tablo 1. Deney sonuçları

Deney Elemanı	Max. Aksenal Kuvvet (kN)		Kuvvet Oranı*	Sönümlenen Enerji (kN.mm)	Normalize Edilmiş Enerji
	Çekme	Basınç			
1. BEÇÇ	671	-926	1.380	268846	512
2. BEÇÇ	865	-966	1.117	395021	612
3. BEÇÇ	886	-948	1.070	425085	607
4. BEÇÇ	842	-1005	1.194	441187	649
5. BEÇÇ	666	-497	0.746	17118	27
6. BEÇÇ	665	-565	0.850	16919	26

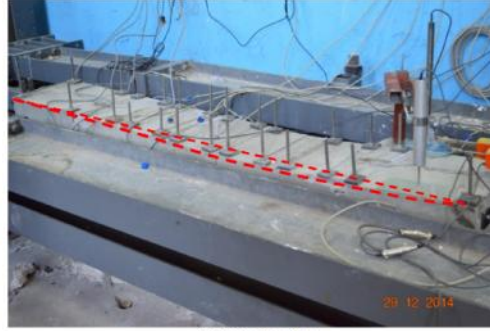
*: Maksimum basınç ve çekme kapasiteleri arasındaki oran



ekil 4. BEÇÇ'lerin uç kısımlarında meydana gelen yatay ve dü ey dü zlem dı ı deplasmanlar.



3.BEÇÇ



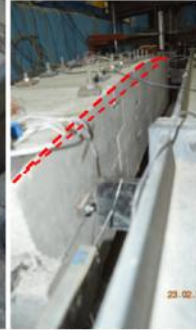
5.BEÇÇ (a)



5.BEÇÇ (b)



5.BEÇÇ (c)



6.BEÇÇ (a)



6.BEÇÇ (b)



6.BEÇÇ (c)

ekil 5. 2., 5. ve 6. BEÇÇ'lerde meydana gelen hasarlar.

6. BEÇÇ elemanında beton blokların içine eklenen donatıların bloklarında meydana gelen lokal çatlakları kontrol edilemediği görülmüştür. Ancak beton bloklarda meydana gelen global çatlakları kontrol edilememiştir. Her ne kadar 6. BEÇÇ'de, 5. BEÇÇ'ye göre daha stabil yük-deformasyon davranışı elde edilse de 1-4. BEÇÇ'lerde elde edilen histeretik davranış beton bloklulu BEM sisteminden olmuştur her iki BEÇÇ'den elde edilememiştir. Bu deneylerin sonucunda 5. ve 6. BEÇÇ'lerde kullanılan ve BEM sistemini oluşturan beton bloklardan olmuştur BEÇÇ'lerin geliştirilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

7. SONUÇLAR

Bu çalışmada kapsamında 6 adet BEÇÇ eleman bazında test edilmiştir. Bu BEÇÇ testlerinden elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

BEM sisteminin kutu profilden ve betondan oluşturan BEÇÇ'lerde BEM ve ÇE arasındaki boşluğun sürtünmeden kaynaklı kapasite artışlarının önüne geçilebilmesi için yaklaşık 4mm olması gerektiği görülmüştür. BEM ve ÇE arasındaki boşluk veya izolasyon lastik eritiler ile sağlanabilmektedir. Lastik eritilerin üzerine ÇE ve BEM etkileşimini azaltmak için gres sürülmesi gerçekçi bir BEÇÇ tasarımı olarak görülmüştür. 2. BEÇÇ elemanında uç stabilite arttırılması için kullanılan ek kutu profiller BEÇÇ'lerde görülen uç stabilite problemlerini önleyebileceği görülmüştür. Sargısız betondan oluşturan BEM sistemi oldukça ekonomik ve pratik bir uygulama olsada sargısız betonun ani kırılması güvenli bir BEM tasarımı olmasını engellemektedir. Sargılı betondan oluşturan BEM'in sargısız betondan oluşturan BEM'de görülen ani kırılmayı engellemiştir. Dolayısıyla ile sargılı beton prensibine dayalı bir BEM tasarımının BEÇÇ tasarımlarında kullanılabilir olduğu görülmüştür. BEM sistemi beton bloklardan oluşturan BEÇÇ'lerin histeretik davranışlarının yetersiz olduğu ve söz konusu tasarımın geliştirilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

TEŞEKKÜR: Yazarlar 112M820 sayılı projeye destek veren TÜBİTAK'a teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

AISC (American Institute of Steel Construction). (2005). Seismic Provisions for Structural Steel Building, AISC, Chicago, Illinois.

Christopoulos, A. S. (2005). Improved Seismic Performance of Buckling Restrained Braced Frames. Master of Science, Civil Engineering Division, University of Washington.

DBYBHY (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik). (2007). T. C. Bayındırlık ve Şehircilik Bakanlığı, Afet ve Acil Durumlar Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi, Ankara.

Ozcelik, R. (2015). Burkulması engellenmiş çelik çaprazlar. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, doi: 10.5505/pajes.2015.92668.

Ozcelik, R. ve Dikiciasik, Y. (2015). Buckling Restrained Braces With Different Casing Systems, Digital Proceeding of ICOCEE, Kapodokya.