



MAKÜ FEBED
ISSN Online: 1309-2243
<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/makufebed>

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 7(2): 133-143 (2016)
The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University 7(2): 133-143 (2016)

Araştırma Makalesi / Research Paper

Çelik Boru Kesitli Kiriş-Kolon Birleşimlerinde Başlık Levhasının Şekil Değiştirmeye Etkisi

Deniz BAYRAKTAR^{1*}, Zeki AY²

¹ Antalya Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Antalya
² Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Isparta

Geliş Tarihi (Received): 29.04.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 16.06.2016
✉ Sorumlu Yazar (Corresponding author)*: deniz_ceditoglu@hotmail.com
☎ +90 242 3218006 📠 +90 242 3217832

ÖZ

Çelik yapıların sünek davranışı, çelik malzemenin süneklik özelliği yanısıra tersinir tekrarlı yükler altında özellikle birleşim bölgelerinde plastik deformasyonların kirişlerde oluşacak şekilde birleşimlerin detaylandırılması ile gerçekleşmektedir. Kolon üzerinde oluşabilecek plastik deformasyonların kirişe aktarılması ve birleşim bölgelerinin moment kapasitelerinin artırılması, kolon-kiriş birleşim bölgelerine başlık levhası eklenmesi suretiyle sağlanmaktadır. Bu çalışmada, boru kesitli kaynaklı birleşimlerde eğilme etkisi altında oluşacak lokal deformasyon etkilerinin önlenmesi amacıyla düğüm noktasına eklenen farklı boyutlardaki başlık levhasının, birleşim bölgesi şekil değiştirmesine etkisi deneysel olarak incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Boru kesitli birleşimler, Başlık levhası, Şekil değiştirme, Kaynaklı birleşimler

End-Plate Effect on Strain of Steel Circular Hollow Section Beam-Column Connections

ABSTRACT

The ductility behaviour of steel structures takes place under the reversible iterative loads, besides the ductility feature of steel structure, with the elaboration of connections when plastic deformation taking place in beams especially in connection parts. Transferring a beam of plastic deformation that may occur on the column and to increase the moment capacity of the combination, the combination of beam-column is provided by the attached of the end-plate. In this study, in order to prevent the effects of local deformation occurring under the effect of circular hollow section connections by welding, the contribution of the end-plate attached to the nodal point with different sizes to effect on strain of connection has been examined experimentally.

Keywords: Circular hollow sections, End-plate, Strain, Welded connections

GİRİŞ

Yapıların deprem yüklerini güvenli bir şekilde karşılayabilmesi, yapıya ait taşıyıcı sistemin inşa edildiği yapı tekniğine (betonarme, çelik, ahşap vb.) ve taşıyıcı sistem elemanlarının (özellikle kiriş-kolon) birleşim noktalarındaki davranışa bağlıdır. Taşıyıcı sistemin çelik malzemeden oluşturulan yapılarda kiriş-kolon birleşim noktalarında gevrek kırılmaların olmaması bunun yerine, bu noktaların sistemin sünekliğine uygun bir davranış sergilemesi istenir. Ancak, bilim insanlarıncı 1994 yılında Northridge, Los Angeles, ABD ve 1995 yılında Kobe, Japonya'da meydana gelen depremler neticesinde çelik yapı tekniği ile inşa edilen yapılarda tamamen yıkım olmamasına rağmen birleşim bölgelerinde gevrek kırılmaların olduğu ve sistem sünekliğinin istenildiği gibi sağlanamadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, deprem esnasında malzeme bakımından yüksek süneklik özelliğine sahip çeliğin süneklik özelliklerinin sistem davranışına yansıtılabilmesi ve uygun birleşim detaylarının belirlenmesi amacıyla çok sayıda deneysel ve sayısal çalışma yapılmıştır.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelikte (DBYBHY-2007), çelik taşıyıcı sistemler süneklik düzeyi normal ve yüksek sistemler olarak belirtilmiştir. İlgili yönetmelikte, çelik taşıyıcı sistemlerin süneklik düzeyinin yüksek olarak tanınması için Bilgilendirme Eki 4A'da verilen moment aktaran kolon-kiriş birleşim detayları sadece I profillerini kapsamakta olup, boru ve kutu kesitli profiller için bu detaylar mevcut değildir (BİB, 2007).

Literatürdeki birçok örnek; boru profillerin basınç, çekme, eğilme ve burulma etkileri altında üstün davranış özelliklerine sahip olduğunu göstermektedir. Bunlara ek olarak boru profillerin özellikle kıyı yapılarında rüzgar, su ve dalga yüklerine karşı koyan en iyi kesit tipi olduğu da kanıtlanmıştır. Genel olarak, kutu ve boru profillerle yapılan konstrüksiyonlar, açık en kesitlere kıyasla daha az yüzey alanına ve daha az köşeye sahip olması nedeniyle korozyona karşı daha dayanıklıdır. Bu noktada birleşimin önemi ortaya çıkmaktadır. Uluslararası düzeyde çelik boru profiller üzerine bilimsel çalışmalar yürüten CIDECT (Comité International Pour Le Développement Et L'étude De La Construction Tubulaire) tarafından yayınlanan Design Guide 1'de, birleşimin taşıma gücü doğrudan birleşime giren elemanların en kesit özelliklerine bağlı olmasından ötürü eleman en kesitlerinin ön tasarım aşamasında belirlenirken tasarımcı tarafından birleşimde dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir (CIDECT, 2008).

Euro Code 3'ün 7. Bölümü ile Design Guide 1'in 4. Bölümde kaynaklı birleşimi sağlanmış boru profillerin tasarım formülleri hakkında detaylı bilgilere yer verilmiştir. Her iki tasarım kılavuzunda da boru profiller ile oluşturulan birleşimlere ait deformasyon durumları ve T tipi birleşimlere ait tasarım formülleri sunulmuştur (Eurocode, 2003; CIDECT, 2008).

Wang ve Chen, çelik dairesel kesitli kolon ve kiriş elemanın kaynaklı T tipi birleşiminin çevrimsel yükler altındaki davranışını incelemişlerdir. Çalışma kapsamında 8 adet deney yapılmış olup bu deneylerden 4 tanesi çevrimsel eksenel yüke, diğer 4 tanesi de çevrimsel düzlemde eğilme yüküne maruz bırakılarak dairesel kesitli profillerin yarı-statik deney çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışma deneysel ve sayısal olmak üzere iki aşamalı olarak yapılmıştır. Deney sonucunda, eksenel yüklü birleşimlerin göçme modlarının esas olarak çekme bölgesindeki kaynak çatlağı ve basınç bölgesindeki kiriş plastikleşmesini ihtiva ettiği, düzlemde çevrimsel olarak eğilmeye maruz kalan birleşimlerde ise, olağan göçme modu zımbalama durumu ve kolon plastikleşmesi ile beraber kaynaklarda kırılma olduğu görülmüştür (Wang ve Chen, 2007).

Sharaf ve Fam çalışmalarında, içinden gövde bulonları ile güçlendirilmiş dikdörtgen kesitli kutu profil kiriş-kolonun (RHS-RHS) T tipi birleşimlerini analiz etmek için lineer olmayan sonlu eleman modeli geliştirmişlerdir. Kiriş cidar kalınlığı ve kiriş gövdesi boyunca bulon düzenleri olmak üzere iki adet anahtar parametre araştırılmıştır. Güçlendirilmiş numuneler, kiriş elemanının iki yan gövdesine kolon yakınında çeşitli simetrik bulon düzenleri kullanılarak oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda, güçlendirmenin RHS kirişlerini tam plastik momentlerine ulaşmasını sağlayacak (h/b) ve (B/h) limitleri tesis edilmiş ve bulonların kiriş gövdesine kaynak yapılmasının sünekliği önemli oranda artırırken dayanıklılığa az derecede etki ettiği görülmüştür (Sharaf ve Fam, 2013).

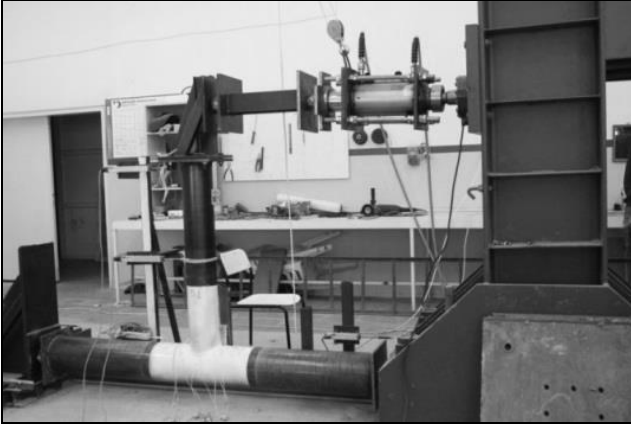
Lee ve Parry, deniz yapılarında sıklıkla kullanılan dairesel kesitli profillerde eğilme ve eksenel etkiyen yükler altında kolon ve kirişlerde meydana gelen deformasyonların önüne geçmek amacıyla bir güçlendirme yöntemi üzerine çalışma yapmışlardır. Dairesel kesitli elemanı içten saran bir ring eleman ile takviye edilmeye çalışılan birleşimler eksenel yükleme altında analiz edilmiştir. Analize tabi tutulan modeller sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak çözümlenmiştir. Çalışma sonucunda, kolon üzerine birleşimi sağlanan kiriş/çapraz elemana etki alanı içerisinde yerleştirilecek rijitleştirme levhalarının, düğüm noktası sismik performansını olumlu yönde etkilediği görülmüştür (Lee ve Parry, 1999).

Bu çalışmada; boru kesitli profiller yardımıyla kaynaklı şekilde oluşturulan kiriş-kolon birleşimlerinde, eğilme etkisi altında oluşacak lokal burkulma etkilerinin

önlenmesi amacıyla düğüm noktasına eklenen farklı boyut ve cidar kalınlığına sahip başlık levhalarının düğüm noktasında meydana gelen şekil değiştirmeye etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda, bir tanesi başlık levhasız ve altı adedi başlık levhali olmak üzere toplam 7 adet numune üzerinde deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir. Birleşimin düğüm noktasına eklenen başlık levhası yardımıyla kolon üzerinde oluşması muhtemel lokal deformasyonların önlenmesi ile düğüm noktası rijitliğinin ve moment kapasitesinin artırılması amaçlanmıştır. Deneyler sonucunda elde edilen veriler yardımıyla tüm numunelere ait yük-şekil değiştirme eğrileri oluşturularak sonuçlar irdelenmiştir.

DENEYSSEL YÖNTEM

Çalışma kapsamında, SDÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü Çelik Yapılar Laboratuvarı'nda oluşturulan deney düzeneği kullanılarak detayları aşağıda sunulan toplam 7 adet numune deneye tabi tutulmuştur. Deney çalışmasında kullanılan modeller Şekil 1'de gösterildiği şekilde düzenlenmiştir. Çalışmada yataydaki eleman kolon, düşeydeki eleman kiriş olarak tasarlanmıştır.



Şekil 1. Deney düzeneği

Kolon ve kirişlerin seçiminde güçlü kolon ve zayıf kiriş şartı gözetilmiştir. Bütün numunelerde kolon ve kiriş boyutları sabit tutulmuştur. Numuneler; kolonlarda $\varnothing 219,1$ mm ve cidar kalınlığı 5 mm, kirişlerde $\varnothing 168,3$ mm ve cidar kalınlığı 4 mm boyutlarında olan dairesel kesitli profillerden yararlanılarak oluşturulmuştur. Deneysel modellerde kullanılan kolon (yatayda) uzunluğu 1960 mm, kiriş (düşeyde) uzunluğu 980 mm olarak belirlenmiştir (Bayraktar, 2015).

Çalışmada birleşime eklenen başlık levhası (rijitleştirme levhası) ile, eğilme etkisi altında kolon üzerinde oluşması muhtemel lokal deformasyonların önlenmesi başta olmak üzere, düğüm noktası rijitliğinin ve kapasitesinin artırılması amaçlanmıştır. Çalışmada 6 ve 8 mm olmak üzere 2 farklı başlık levhası kalınlığı kullanılmıştır. Başlık levhası boyu 300 mm, 350 mm ve 400 mm olarak belirlenmiştir. Başlık levhasının genişliği ise, Design Guide 1'de (CIDECT, 2008) yer alan hüküm gereği dairesel kolonun çevresinin $\frac{1}{2}$ sini sağlayacak şekilde 344 mm olarak öçeklendirilmiştir (Bayraktar, 2015). Buna göre, başlık levhasız bir numune (şahit numune) (Şekil 2), başlık levhali olarak da 6 numune (Şekil 3) oluşturulmuş olup, toplamda 7 farklı model üzerinde deneysel çalışma yapılmıştır. Tüm deney numuneleri tam ölçekli olarak dizayn edilmiştir.



Şekil 2. Şahit numune



Şekil 3. Başlık levhali numune

Deneysel modeller, numunelerde kullanılan başlık levhası boyutlarına göre isimlendirilmiştir. Deney numunelerinin ve başlık levhalarının boyutları ile isimlendirmelerini içeren Tablo 1 aşağıda sunulmuştur.

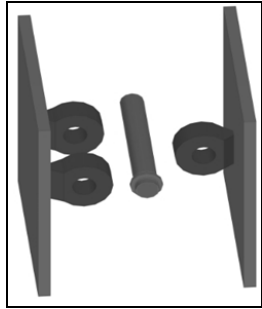
Tablo 1. Boru kesitli kolon ve kiriş birleşimi numune isimleri

Sıra	Deney No	Kolon Boyutları (mm)	Kiriş Boyutları (mm)	Başlık Levhası Boyutları
1	D-M0	219,1-5	168,3-4	YOK
2	D-M1	219,1-5	168,3-4	300*344*6
3	D-M2	219,1-5	168,3-4	350*344*6
4	D-M3	219,1-5	168,3-4	400*344*6
5	D-M4	219,1-5	168,3-4	300*344*8
6	D-M5	219,1-5	168,3-4	350*344*8
7	D-M6	219,1-5	168,3-4	400*344*8

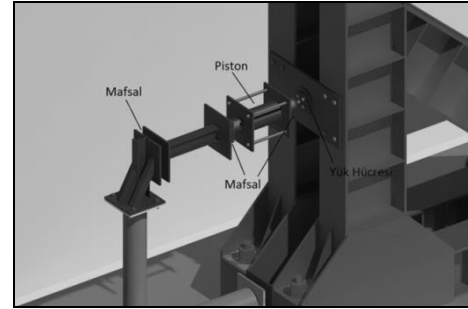
Çalışmada kolon ve kirişler, uç noktalarında kullanılan mesnet levhaları aracılığı ile üç yönde deplasman yapamayacak ancak tek yönde dönebilecek şekilde sabitlenmiştir. Mesnet levhaları 300*300 mm boyutlarında ve 15 mm kalınlığında olup kolon-mesnet birleşimleri sürekli bir kaynakla yapılmıştır (Şekil 4a). Reaksiyon duvarı kolon birleşimi ise moment kuvveti taşımayacak şekilde mafsallı olarak oluşturulmuştur.

Reaksiyon duvarı ile numune arasındaki bağlantılar mafsallı olarak tasarlanmıştır.

Deneyisel numunelere yük manuel pompa ile statik artımsal ve çevrimsel olarak uygulanmıştır. Hidrolik piston, yük hücresi bağlantısı ve sistem bağlantısı her iki noktada mafsallı olarak tasarlanmıştır (Şekil 4b).



a) Mesnet parçası genel görünüşü



b) Yükleme düzeneği ve piston genel görünümü

Şekil 4. Deney düzeneği

Deneyisel modellerde veriler; deplasman (mm), yük (kN) ve gerinim pulu (şekil değiştirme) okuması ile elde edilmiştir. Sistemde meydana gelen şekil değiştirme mekanizma durumlarını ve mafsallaşmaları tespit edebilmek için Şekil 5'te gösterilen yerleşim planı ile gerinim pulları yerleştirilmiştir.

Gerinim pulları, eğilme etkisine maruz birleşimde kolon üst başlığı, gövdesi, panel bölgesi ve kirişte oluşması muhtemel lokal burkulmaların tespit edilebileceği noktalara konumlandırılmıştır.



a) Plan görünümü



b) Genel görünüm



c) Yan görünüş

Şekil 5. Gerinim pulları yerleşim planı

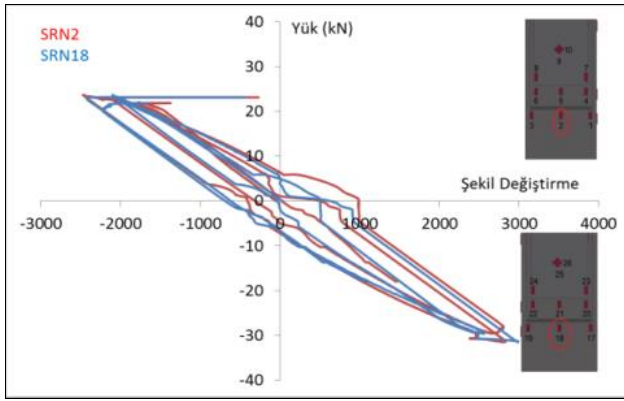
ARAŞTIRMA VE BULGULAR

DeneySEL Modellere Ait Şekil Değiştirme Eğrilerinin Değerlendirilmesi

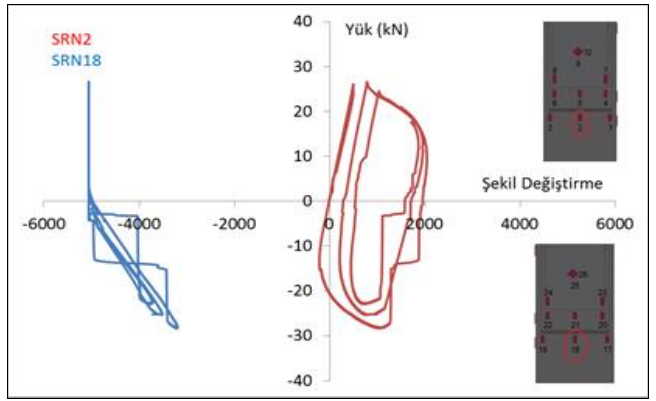
Çevrimsel olarak etkiyen statik artımsal yüklemeye altında deneysel analizi yapılan D-M0 nolu şahit numunede, birleşime eklenen herhangi bir başlık levhası olmaması nedeniyle kirişe gelen yük aracısız olarak kolona aktarılmaktadır. D-M0 nolu numunedeki kiriş üzerinde herhangi bir deformasyon meydana gelmezken, kolon üzerinde lokal deformasyonların olduğu görülmüştür. Bu durum kolon üst başlığında meydana gelen şekil değiştirmelerin düğüm noktası kapasite kaybına etkisini dü-

şük düzeyde tutmasını sağlamış olmasına rağmen güçlü kolon zayıf kiriş prensibinin sağlanması ve rijitliğin korunmasına katkı sağlamamıştır.

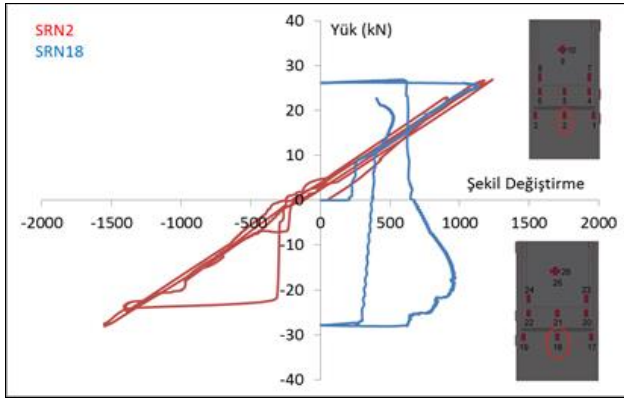
Başlık levhalı D-M1, D-M2, D-M3 ve D-M4 nolu numunelerde kolon üzerinde görsel bir deformasyon tespit edilmemesine rağmen, numuneye yerleştirilen gerinim pulları sayesinde yapılan okumalardan başlık levhası ve kolon üzerinde şekil değiştirmeler tespit edilmiştir. Kolon üzerine yerleştirilen Srn 2-18 nolu gerinim pullarında şekil değiştirmelerin D-M1, D-M3 ve D-M4 deneylerinde elastik sınır içerisinde kaldığı görülmüştür (Şekil 6).



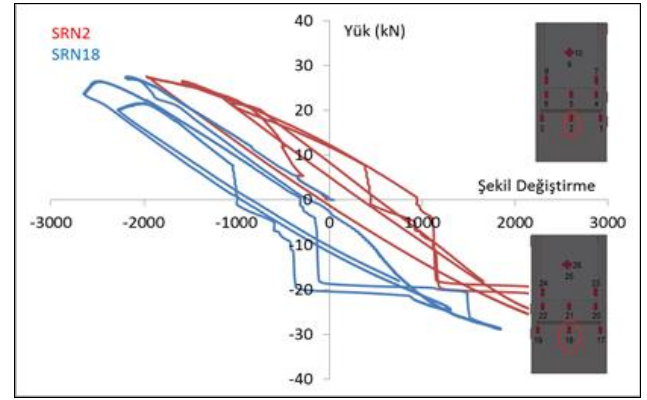
a) D-M1 (300X344X6)



b) D-M2 (350X344X6)



c) D-M3 (400X344X6)

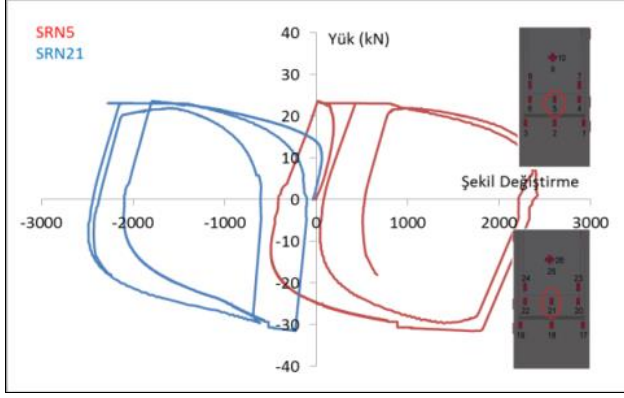


d) D-M4 (300X344X8)

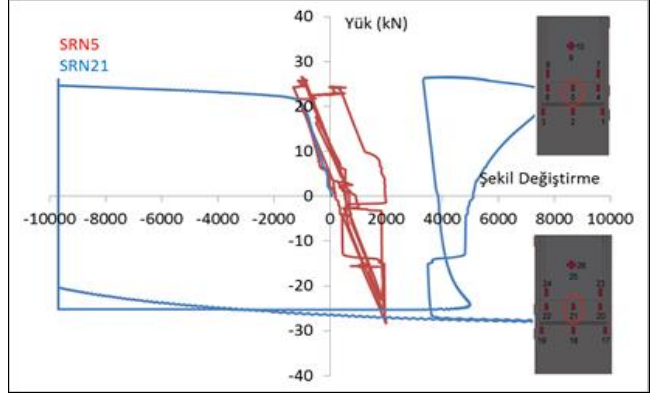
Şekil 6. Srn 2-18 nolu gerinim pullarına ait yük-şekil değiştirme eğrileri

Başlık levhası üzerine yerleştirilen Srn 5-21 nolu gerinim pullarında (Şekil 7) ise elastik ötesi deformasyon değerleri tespit edilmiştir. Bu durum başlık levhalarının kolon yüzeyine sadece kenarlarından kaynaklı olarak birleştirilmesi neticesinde meydana gelmiştir. Bu sayede eğilme etkisi altında basınç bölgesinde levha ve ko-

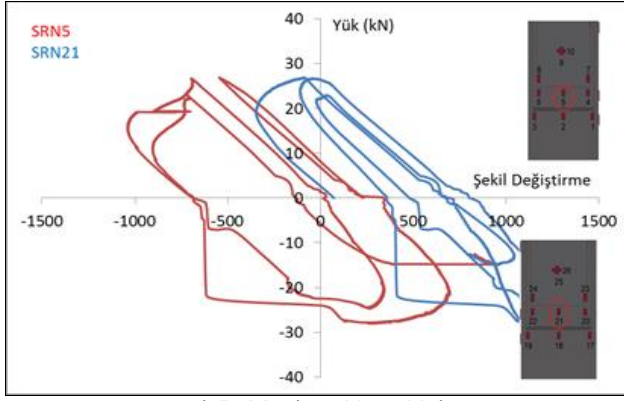
lon birlikte çalışmakta iken çekme bölgesinde birbirinden bağımsız davranmaktadır. Bu davranış, levhanın kolon yüzeyine göre deformasyon kabiliyetini arttırmakta ve levhanın plastik şekil değiştirerek gerilme yığılmalarının üzerinde toplanmasına sebep olmaktadır.



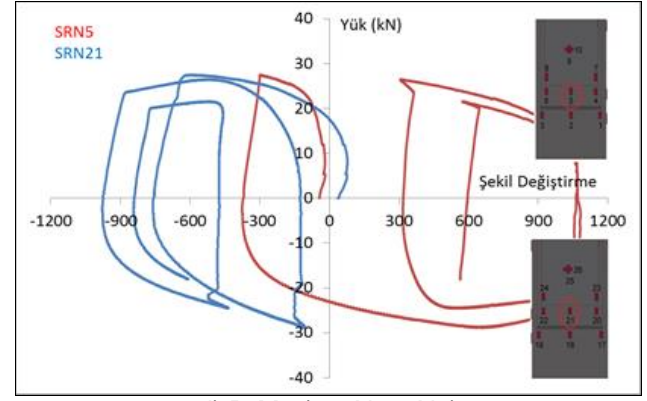
a) D-M1 (300X344X6)



b) D-M2 (350X344X6)



c) D-M3 (400X344X6)



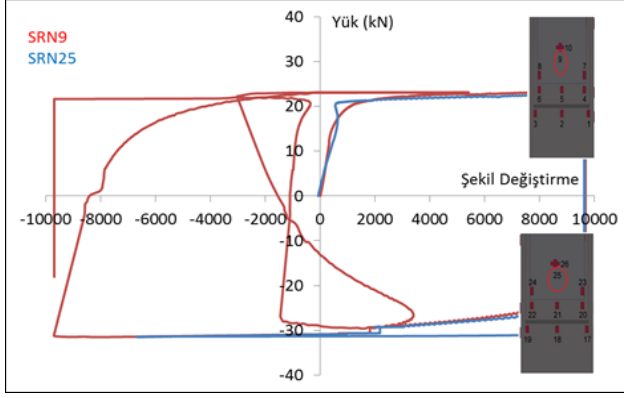
d) D-M4 (300X344X8)

Şekil 7. Srn 5-21 nolu gerinim pullarına ait yük-şekil değiştirme eğrileri

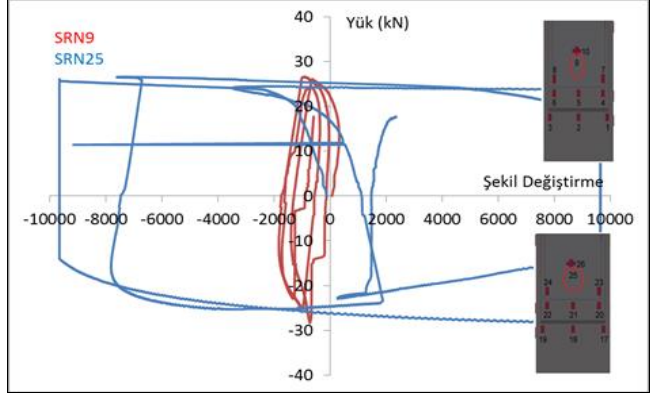
Srn 9-25 nolu gerinim pulları kiriş başlığında şekil değiştirmenin gerçekleştiği noktada yer almaktadır. Srn 25 nolu gerinim pulundan alınan verilere göre plastik mafsal oluşumu anında yük artımı meydana gelmeden şekil değiştirme -10000 değerinden +10000 değerine ulaşmış ve şekil değiştirme lokal burkulma durumuna bağlı olarak ilerlemiştir. Düğüm noktasına yerleştirilen başlık levhası sayesinde gerilme yığılmaları kiriş üzerinde yoğunlaşmış olup, bu sayede kiriş kolundan daha önce deforme olmuş ve birleşim rijitliği korunmuştur.

D-M4 numunesinde başlık levhası cidar kalınlığının artmasıyla levhada kaydedilen şekil değiştirme değerlerinin D-M1 numunesine göre bir miktar azaldığı, buna bağlı olarak kolon üzerindeki şekil değiştirmelerin ise bir miktar arttığı ancak, bu durumun kirişte meydana gelen elastik ötesi şekil değiştirme değerlerinde herhangi bir değişiklik meydana getirmediği görülmektedir (Şekil 8).

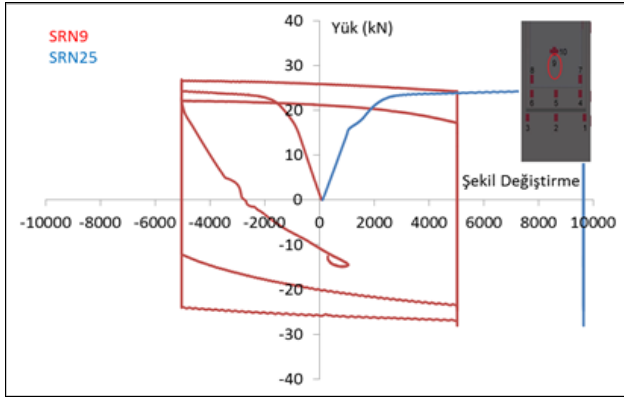
Çelik Boru Kesitli Kiriş-Kolon Birleşimlerinde Başlık Levhasının Şekil Değiştirmeye Etkisi



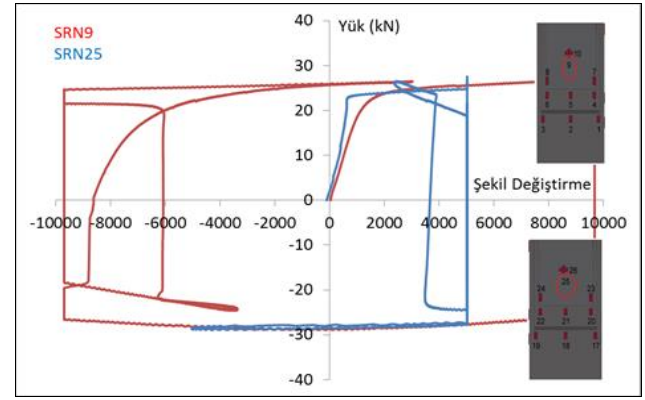
a) D-M1 (300X344X6)



b) D-M2 (350X344X6)



c) D-M3 (400X344X6)



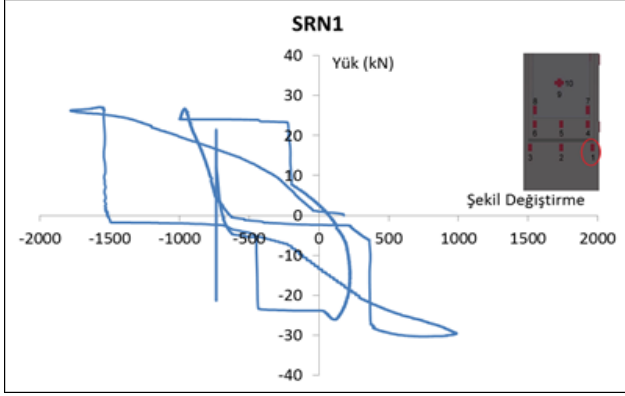
d) D-M4 (300X344X8)

Şekil 8. Srn 9-25 nolu gerinim pullarına ait yük-şekil değiştirme eğrileri

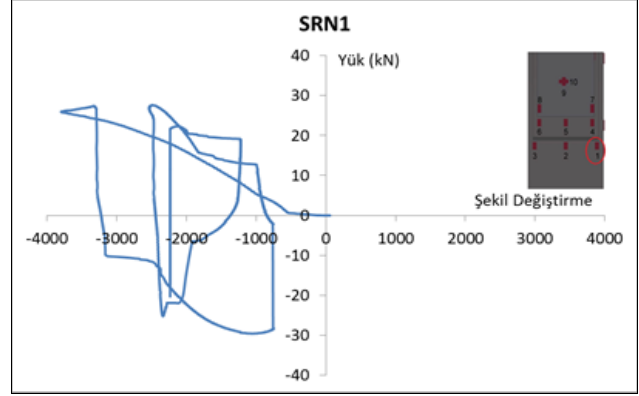
Deney numunelerinin her iki yüzüne simetrik olarak yerleştirilen gerinim pullarından elde edilen şekil değiştirme değerlerinin birbiriyle paralellik göstermesi nedeniyle, D-M5 ve D-M6 deney numunelerinde gerinim pulları numunenin bir yüzüne yerleştirilmiş olup, öncekilerden farklı olarak kolona Srn 1 nolu ikinci bir gerinim pulu yerleştirilmiştir.

D-M5 ve D-M6 numunelerinde 8 mm cidar kalınlığındaki başlık levhasının rijit kaldığı, kolonda meydana gelen şekil değiştirmelerin ise lineer sınırlar içerisinde kaldığı

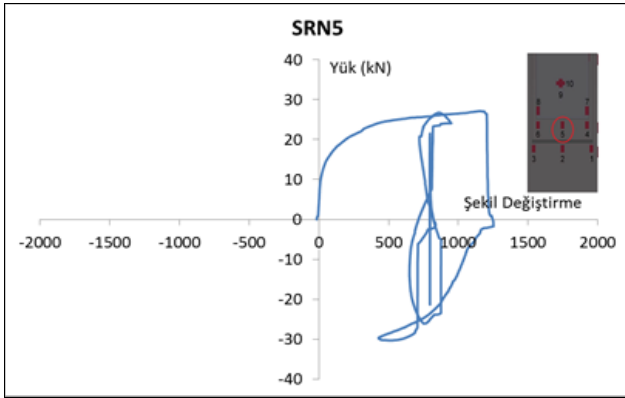
tespit edilmiştir. Buna karşın, kolon yüzeyindeki gerinim pullarından elde edilen veriler (Srn 1), sönümlenmenin kolon yüzeyinde karşılandığını göstermiştir. Srn 9 nolu gerinim pulu giriş başlığında şekil değiştirmenin gerçekleştiği noktada yer almakta olup, bu gerinim pulundan alınan verilere göre plastik mafsals oluşum anında yük artımı meydana gelmeden şekil değiştirmenin -1000 değerinden -4000 değerine ulaştığı ve şekil değiştirmenin lokal burkulma durumuna bağlı olarak ilerlediği görülmektedir (Şekil 9).



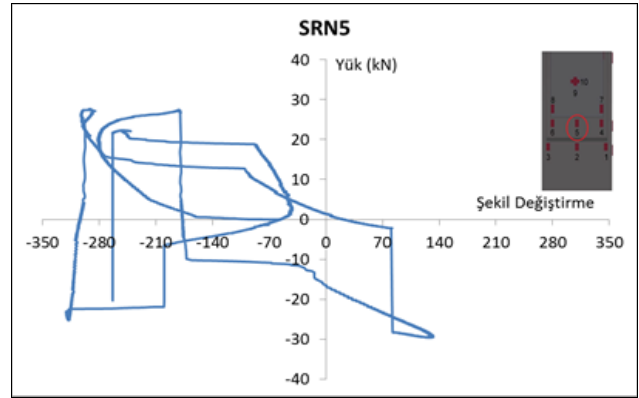
a) D-M5 (350X344X8)



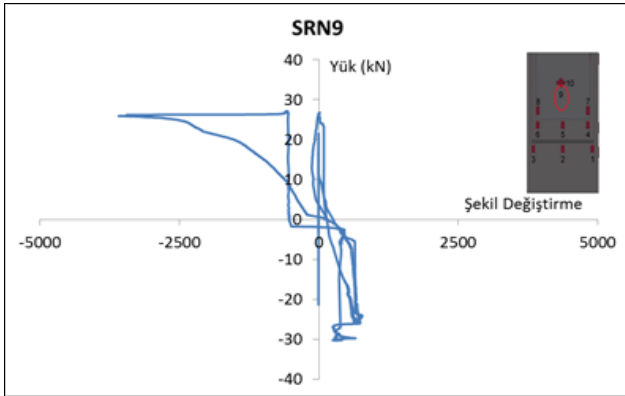
b) D-M6 (400X344X8)



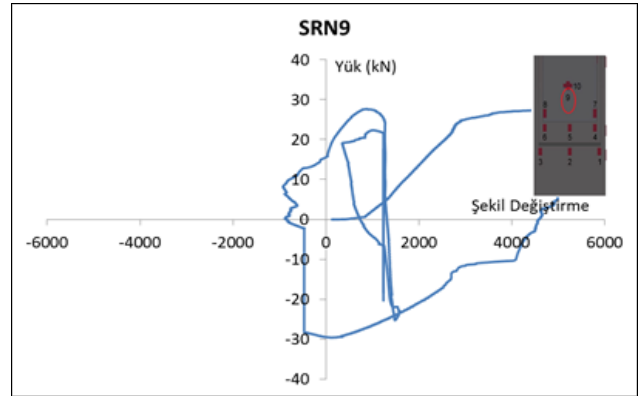
c) D-M5 (350X344X8)



d) D-M6 (400X344X8)



e) D-M5 (350X344X8)



f) D-M6 (400X344X8)

Şekil 9. Srn 1-5-9 nolu gerinim pullarına ait yük-şekil değiştirme eğrileri

Şekil 10'da deneye tabi tutulan numunelere ait deney sonrası görünüşler sunulmuştur. Şekil 10a ve b'de görüleceği üzere; başlık levhasız olarak hazırlanan şahit numunede (D-M0) deney sonrasında plastik deformasyonun kolon üzerinde olduğu görülmektedir. Başlık levhalı olarak dizayn edilen diğer numunelerde ise, ko-

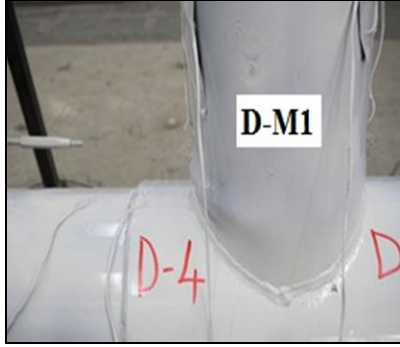
lon üzerinde herhangi bir deformasyona rastlanmamış olup güçlü kolon zayıf kiriş prensibine uygun olarak kirişte plastik mafsallık durumu gerçekleşmiştir (Şekil 10c-d-e-f-g-h).



a) D-M0 (şahit numune)



b) D-M0 (şahit numune)



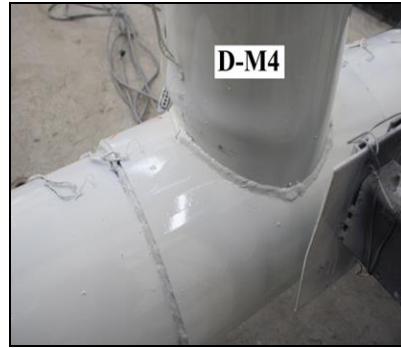
c) D-M1 (300X344X6)



d) D-M2 (350X344X6)



e) D-M3 (400X344X6)



f) D-M4 (300X344X8)



g) D-M5 (350X344X8)



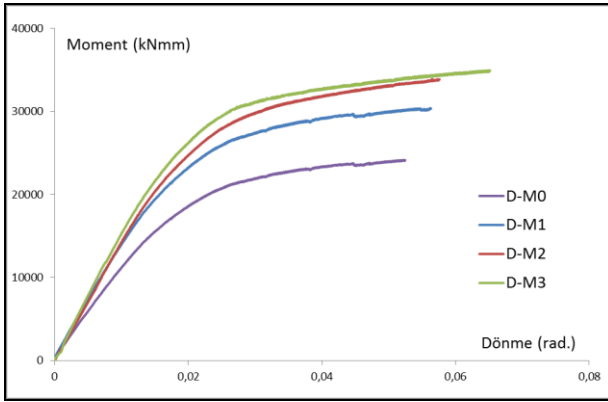
h) D-M6 (400X344X8)

Şekil 10. Şahit numune ve başlık levhalı numunelere ait deney sonrası görünüm

Deneysel Modellere Ait Moment-Dönme Eğrilerinin Değerlendirilmesi

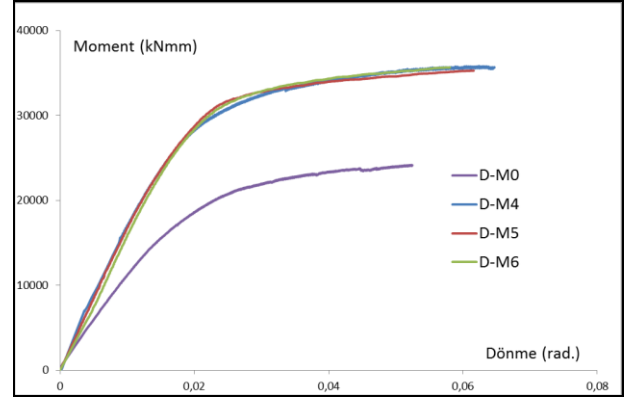
Çalışma kapsamında yapılan deneyler sonucunda elde edilen yük (kN) ve deplasman (mm) verileri kullanılarak tüm numunelere ait moment-dönme eğrileri oluşturulmuştur. Moment-dönme eğrileri, başlık levhasının cidar kalınlığına göre tasnif edilerek Şekil 11 ve 12'de sunulmuştur.

6 mm cidar kalınlığına sahip başlık levhası ile güçlendirilmiş numunelere ait moment-dönme eğrileri, Şekil 11'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde; tüm başlık levhalı durumlarda kapasite artışının sağlandığı görülmektedir. Başlık levhası boyutları kıyaslandığında kapasitedeki en büyük artışın en büyük levha boyutuna sahip numunede elde edildiği ifade edilebilir.



Şekil 11. Şahit numune ve 6 mm cidar kalınlığında başlık levhalı numunelere ait moment-dönme eğrileri

8 mm cidar kalınlığında başlık levhasına sahip numunelere ait moment-dönme eğrileri, Şekil 12'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde; 6 mm cidar kalınlığına sahip başlık levhalı numunelerde olduğu gibi tüm başlık levhalı numunelerde şahit numuneye kıyasla kapasite artışının sağlandığı görülmektedir. Ancak, levha boyutu değişmesine rağmen kapasite eğrisi değişiminin etkilenmediği, en küçük ve en büyük boyutlara sahip başlık levhalı numunelere ait kapasite eğrilerinin aynı düzlemde sonuçlar verdiği görülmektedir.



Şekil 12. Şahit numune ve 8 mm cidar kalınlığında başlık levhalı numunelere ait moment-dönme eğrileri

SONUÇLAR

Boru kesitli kaynaklı birleşimlerde eğilme etkisi altında oluşacak lokal burkulma etkilerinin önlenmesi amacıyla düğüm noktasına eklenen farklı boyutlardaki başlık levhalarının birleşim düğüm noktasında meydana gelen şekil değiştirmelere etkilerinin incelendiği bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışmada başlık levhasız olarak tasarlanan şahit numunede; eğilme etkisi altında kolonda deformasyon meydana gelmiş ve beklenen güçlü kolon-zayıf kiriş davranışı sergilenememiştir.

Başlık levhalı tüm numunelerde, kolon üzerindeki deformasyon engellenmiştir. Buna bağlı olarak da kolonda yeterli rijitlik sağlanarak, gerilme yığılmalarının kolon üzerinden kiriş üzerine kaydırılması tespit edilmiştir. Başlık levhalı numunelerde, kiriş üzerinden kolona aktarılması gereken iç kuvvetler, levha üzerinde sönmülerek, kolon üzerindeki gerilmeler azaltılarak daha geniş bir alanda karşılanmıştır. Başlık levhası sayesinde kolon üzerindeki plastik şekil değiştirmelerin önüne geçilmiş, plastik mafsallık kiriş üzerinde meydana gelmiş ve güçlü kolon zayıf kiriş prensibi sağlanmıştır.

Başlık levhalarının kolon yüzeyine sadece kenarlarından kaynaklı olarak birleştirilmesi neticesinde, başlık levhalarında kolon yüzeyine göre deformasyon kabiliyeti artmıştır. Başlık levhaları plastik şekil değiştirerek gerilme yığılmalarının üzerinde toplanmasına neden olmuştur.

Düğüm noktasına eklenen başlık levhalarının, birleşimin moment kapasitesine katkı sağladığı görülmüştür. Ancak, 6 mm kalınlığa sahip başlık levhalı numunelerde levha boyutları arttıkça kapasitede de artış olduğu görülmeye rağmen 8 mm kalınlığa sahip başlık levhalı

numunelerde ise levha boyutlarına bağlı bir artış gözlemlenmemiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar, dairesel kesitli kolon ve kiriş birleşiminin eğilme etkisi altındaki sınırlı sayıda ki numuneye ait davranışını temsil etmektedir.

TEŞEKKÜR

3672-D1-13 No'lu Proje ile bu çalışmayı destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Bayraktar D. (2015). Eğilme Etkisi Altında Çelik Boru Kiriş ve Kolonun Kaynaklı Kurtağzı Birleşiminde Dönme Kapasitesinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

- Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007). T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara.
- Design of Steel Structures – Part 1-8: Design of Joints, Eurocode 3 (2003). European Committee For Standardization.
- For Circular Hollow Section (Chs) Joints Under Predominantly Static Loading, Design Guide 1 (2008). Comité International Pour Le Développement Et L'étude De La Construction Tubulaire.
- Lee M. M., Parry A. L. (1999). Strength of Ring-Stiffened Tubular T-Joints in Offshore Structures - A Numerical Parametric Study. *Journal of Constructional Steel Research* 51: 421-430.
- Sharaf T., Fam A. (2013). Finite Element Analysis of Beam-Column T-Joints of Rectangular Hollow Steel Sections Strengthened Using Through-Wall Bolts. *Thin-Walled Structures* 64: 31-40.
- Wang W., Chen Y. Y. (2007). Hysteretic Behaviour of Tubular Joints under Cyclic Loading. *Journal of Constructional Steel Research* 63: 1384-1395.