Kaynaklı Kolon - Kiriş Birleşimlerinin TS 648 ve EC 3 Şartnamelerine Göre Karşılaştırılmalı Analizi

[1*]**Ahmet Necati Yelgin ve** [2]**Emrah Kaçmaz**
[1]Sakarya üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya, TURKEY
[2]Sakarya üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya, TURKEY

Abstract

The national building codes used in Turkey for designs of steel structures are exist code TS 648 and Eurocode 3.

Eurocode, being one of these alternatives and is a natural result of the establishment of the European Economic Community. Despite being prepared for common usage in European countries. There are still some other codes available. İn this study, Eurocode 3: Design of Steel Structures Part 1.1: General Rules and Rules for Buildings and TS 648: Building Code for Steel Structures is used for research.

In design practice welded connections the most commonly used connection typology due to their ability to reduce the relative rotation between the beam and the column allowing, in many cases, the simple modelling of the building structure as a continuous frame. İn fact, in the case of welded connections, the beam to column joint behaviour is very close to that of the ideally rigid one. Provided that the column web is stiffened by double plates or diagonal stiffeners.

This study ends with a comparative example using each of the three analysis codes mentioned above.

Key Words: Welded Connections, Beam to Column Joint, Eurocode 3, EC3, TS 648

ÖZET

Türkiye'de çelik yapıların boyutlandırılmasında yararlanılan şartnameler arasında TS 648 ve EUROCODE 3 önemli alternatifler olarak yer almaktadır.

Eurocode bu alternatiflerden biri olup, Avrupa Ekonomik Topluluğunun kurulması sonucunda ortaya çıkmıştır. Avrupa ülkelerinde ortak kullanıma uygun olarak hazırlanmış olmasına rağmen hala yararlanılabilecek başka şartnameler de mevcuttur. Bu araştırmada, Eurocode 3: Design Of Steel Structures Part 1.1: Genel Kurallar Ve Yapım İçin Kurallar ve TS 648: Çelik Yapıların Hesap Ve Yapım Kuralları normu incelenmiştir.

Kaynaklı birleşimlerin hesabında çoğunlukla kullanılan bağlantı tipleri belirlenerek kolon ve kiriş birleşimlerinde göreceli dönmeyi azaltmak için kullanılan bağlantılar seçilmiştir. Seçilen bu bağlantılar sürekli çerçeve yapılarında kullanılan basit modellerdir. Aslında kaynaklı birleşimler kolon kiriş düğüm noktaları için ideal rijid davranışa çok yakındır. Kolon gövdesine çift levhaları ve çapraz elemanlar konularak süreklilik sağlanmıştır.

Bu çalışmada kolon kiriş birleşimleri kaynaklı durumları için yukarıda bahsedilen iki şartnameye göre analiz edilerek karşılaştırılmıştır.

Türkiye'de çelik yapıların boyutlandırılmasında yararlanılan şartnameler arasında TS 648 ve EC 3 önemli alternatifler olarak yer almaktadır.

Anahtar kelimeler: Kaynaklı birleşimler, TS 648, EUROCODE 3, Çelik Birleşimlerin Tasarımı, EC3

*Corresponding author: Address: 1Sakarya üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya, TURKEY. E-mail address: ayelgin@sakarya.edu.tr

1. Giriş

TS 648 Standardı' nın Aralık 1980'de yayınlanmasına kadar ülkemizde çelik yapıların projelendirilmesi ile ilgili hesaplar genellikle DIN 1050 ve DIN 4114 Standartları uyarınca yapılmıştır. TS 648 Standardı' nın yürürlüğe girmesi ile birlikte ülkemizdeki çelik yapı projelerini yönlendirebilecek alternatif bir ulusal standart projecilerin hizmetine sunulmuştur.

Ülkemizdeki çelik yapılar giderek daha fazla ilgi görmekte ve yaygınlaşmaktadır. 1994 Northridge ve 1995 Kobe depremlerini izleyen yıllarda yapıların depremde sünek davranışı ön plana çıkmıştır. Doğal olarak ta çelik yapıların depremde de üstün davranış performansı gündeme gelmiştir. Ülkemizde 1999'da meydana gelen Kocaeli ve Düzce depremlerinin ardından aynı şeyler yaşanmıştır. Bu iki ardışık büyük afetin sonrasında 1997 yılında yürürlüğe girmiş olan "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" (ABYYHY) tekrar ele alınıp güncelleştirme çalışmaları yapılmıştır.

Euro Code bu alternatiflerden biri olup, Avrupa Ekonomik Topluluğunun kurulması sonucunda ortaya çıkmıştır. Avrupa ülkelerinde ortak kullanıma uygun olarak hazırlanmış olmasına rağmen hala yararlanılabilecek başka şartnameler de mevcuttur. Bu araştırmada, Eurocode 3: Design Of Steel Structures Part 1.1: Genel Kurallar ve Yapım İçin Kurallar ve TS 648: Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları normu incelenmektedir.

Kaynaklı birleşimlerin hesabında çoğunlukla kullanılan bağlantı tipleri belirlenerek kolon ve kiriş birleşimlerinde göreceli dönmeyi azaltmak için kullanılan bağlantılar seçilmiştir. Seçilen bu bağlantılar sürekli çerçeve yapılarında kullanılan modeller olarak seçilmiştir. Aslında kaynaklı birleşimler kolon kiriş düğüm noktaları için ideal rijit davranışa çok yakındır. Kolon gövdesine çift levhaları ve çapraz elemanlar konularak süreklilik sağlanmıştır.

Bu çalışmada kolon kiriş birleşimleri kaynaklı durumları için yukarıda bahsedilen iki şartnameye göre analiz edilerek karşılaştırılmaktadır.

Bu çalışmadaki deneylerde, kaynaklı kolon - kiriş birleşimlerinin, günümüzde kullanılan hesap yöntemlerine göre analiz edilmesiyle elde edilen sonuçların, gerçeğe en yakın değerler olan deneysel çalışma sonuçlarına göre karşılaştırması amaçlanmaktadır.

Deneysel sonuçlar olarak elde edilen bu değerler, sistemin güvenle taşıyabileceği en büyük gerilmeleri ve hesaplanan değerlere yakınlığı gösterilmiş olacaktır. Deney sonuçlarının ayrıntılı analizini sağlayabilmek amacıyla kaynaklı kolon - kiriş birleşimleri çeşitlendirmeye çalışılmaktadır. Bu nedenle birleşim bölgelerindeki berkitme levhalarının yerleşimleri değiştirilerek bu durum sağlanmaktadır.

Farklı Kolon - Kiriş birleşim çeşitlerini elde edebilmek için, kolon gövdesindeki çeşitli berkitme türleri incelenmektedir. Bu berkitme türleri belirlenirken projecilerin sıklıkla kullandıkları berkitme sistemlerinin seçilmesine özen gösterilmektedir.

2. Malzemeler ve Metot

Enkesitler basınca ve eğilmeye maruz kısımlarının boyut oranlarına bağlı olarak 4 sınıfa ayrılır.

1. **Sınıf (plastik) Enkesitler:** Yeterli dönme kapasiteli mafsallardan oluşurlar.
2. **Sınıf (kompakt) Enkesitler:** Maksimum plastik dayanıma ulaşırlar, fakat sınırlı dönme kapasitesine sahiptirler.
3. **Sınıf (yarı kompakt) Enkesitler:** En elverişsiz (en uçtaki) enkesit lifinde akma meydana gelir, fakat yerel buruşmalar nedeniyle plastik rezervler kullanılamaz.
4. **Sınıf (narin) Enkesitler:** Basınca maruz enkesit kısımlarında meydana gelen buruşmalar nedeniyle tam elastik dayanıma ulaşamaz, enkesit elastik bölgede göçer.

2.1. Teori/Hesaplamalar

Statikçe belirsiz sistemlerde iç kuvvetlerin hesaplanması elastik veya plastik analizle yapılır. Elastik analizde malzeme için lineer bir Gerilme – Şekil Değiştirme bağıntısı kullanılarak, birincil veya ikincil mertebe teorisine göre iç kuvvetler belirlenip enkesitlerin plastik dayanımıyla karşılaştırılır. Böyle bir durumda; iç kuvvetlerin enkesitin elastik dayanımıyla karşılaştırıldığı hale nazaran, malzemenin akma sınırının üzerinde plastik deformasyon yapabilme kapasitesinden yararlanılmaktadır. Plastik analiz ise plastik mafsal oluşan kesitlerde yeterli dönme kapasitesinin bulunması şartıyla birkaç türe ayrılmaktadır:

2.1.1. Rijit – Plastik Yöntemler:

Bu yöntemde taşıyıcı elemanlar ve temellerin elastik deformasyonunun ihmal edilebilecek kadar küçük olduğu, plastik deformasyonların plastik mafsallarda yoğunlaştığı varsayılır. Kolonlarında lastik mafsal oluşan yapılar için Rijit - Plastik analiz, mafsallarda yeterli dönme kapasitesinin olduğu ispatlanabilen hallerle sınırlandırılmıştır.

2.1.2. Elastik - Plastik Yöntemler:

Bu yöntem için yükler tasarım yüküne ulaşana kadar adım adım arttırılır. İşlem sonucunda elde edilen iç kuvvetler taşıyıcı elemanların burkulma ve enkesit dayanımlarının kontrolünde kullanılabilir.

a) Elastik - mükemmel plastik: Enkesitin plastik moment dayanımına ulaşana kadar elastik kaldığı, ondan sonra tamamen plastikleşeceği, plastik deformasyonların plastik mafsallarda yoğunlaştığı kabul edilir. Eksenel kuvvet ve kesme kuvvetinin ya da ikisinin aynı anda etki etmesi durumları için hesaplarda dikkate alınırlar.
b) Elasto – plastik: Malzeme için lineer gerilme-deformasyon bağlantıları kullanılır. Enkesitin en uç kısmındaki liflerin akmaya ulaşana kadar elastik kaldığı, moment arttıkça plastik deformasyonların enkesit ve eleman uzunluğu boyunca artarak yayıldığı kabul edilir.

3. Deneysel Çalışma

Önceki bölümlerde kullanılan hesap yöntemlerini ve standartların sağladığı değerler çerçevesinde sistemin ne kadar dayanıma sahip olduğu görülmektedir. Bu değerlerin yakınsamalarını incelemek maksadıyla gerçeğe yakın olarak kabul edilen deneysel değerler elde etmeye çalışılacaktır.
Yapılan çalışmalarda, kolon gövdesinde yapılan çeşitli berkitme tipleri sayesinde ne kadar dayanım kazanılacağı incelenmiş olmaktadır.

3.1.1. Deneysel Çalışmanın Amacı

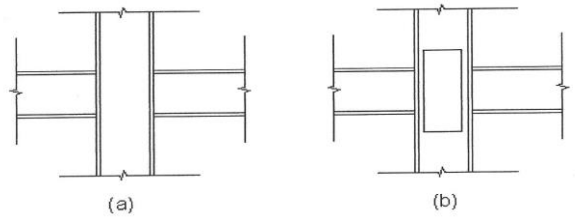
Bu deneyde, kaynaklı kolon kiriş birleşimlerinin, günümüzde kullanılan hesap yöntemlerine göre analiz edilmesiyle elde edilen sonuçların, gerçeğe en yakın değerler olan deneysel çalışma sonuçlarına göre karşılaştırması amaçlanmaktadır.

Deneysel sonuçlar olarak elde edilen bu değerler, sistemin güvenle taşıyabileceği en büyük gerilmeleri ve hesaplanan değerlere yakınlığı gösterilmiş olacaktır.

Deney sonuçlarının ayrıntılı analizini sağlayabilmek amacıyla kaynaklı kolon-kiriş birleşimleri çeşitlendirmeye çalışılmaktadır. Bu nedenle birleşim bölgelerindeki berkitme levhalarının yerleşimleri değiştirilerek bu durum sağlanmaktadır.

3.1.2. Deney Numunelerinin Bağlantı Türlerinin Belirlenmesi

Farklı kolon - kiriş birleşim çeşitlerini elde edebilmek için, kolon gövdesindeki çeşitli berkitme türleri incelenmektedir. Bu berkitme türleri belirlenirken projecilerin sıklıkla kullandıkları berkitme sistemlerinin seçilmesine özen gösterilmektedir. Seçilen berkitme türleri Şekil 3.1.‘ de gösterildiği gibi uygulanmaktadır.



Şekil 3.1 Kolon – Kiriş Birleşim Tipleri
a. 1 numaralı deney düzeneğinde kullanılan bağlantı şekli
b. 2 numaralı deney düzeneğinde kullanılan bağlantı şekli

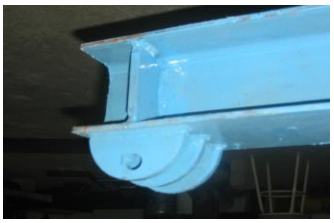
a) İlk olarak tercih edilen sistemde kolon gövdesine berkitme veya ilave plaka bulunmamaktadır. Kolon kirişe başlık ve gövde bölgelerinden kaynaklanmaktadır (Şekil 3.1.a).

b) İkinci birleşim detay için kolon gövdesine yapılan 8 mm. kalınlıktaki ilave levhalar sayesinde kolon gövdesindeki kayma gerilmelerinin alınması amaçlanmaktadır(Şekil 3.1.b). Bu sayede gövdedeki şekil değiştirmeler en aza indirgenmesi sağlanmış olmaktadır.

3.1.3. Deney Düzeneğinin Hazırlanması

Yapılacak deneyde en önemli etkenlerden biride mesnet şartlarının sağlanmasıdır. Hesaplanan değerler sistemin sadece basit mesnetmiş gibi olmasını gerektirmektedir. Bu nedenle mesnet teşkiline ayrı bir önem verilmesi gerekmektedir. Mesnetlerden biri sabit diğeri kayıcı olacak şekilde iki mesnet tasarlanmaktadır. Böylelikle birleşim bölgesinde sadece kuvvet kolundan meydana gelecek moment değerlerin etkimesi sağlanmış olacaktır.

Mesnet şartları bir tarafta sabit diğer tarafta kayıcı olacak şekilde tasarlanmaktadır. Her iki mesnette de dönmeler serbest bırakılmaktadır. Deneysel sonuçları irdeleyebilmek için dönme noktalarındaki yer değiştirmeler ölçülerek gerekli dönme açıları hesaplanmaktadır. Dönme ve hareketin sağlanması için sistemdeki mesnet bölgeleri Resim 3.1. deki gibidir.



Resim 3.1. Mesnet bölgesi detayı

Resim 3.2. Çerçeve sistem

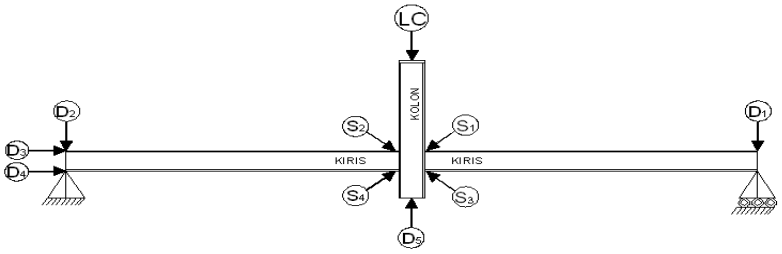
Sabit mesnetteki dönmelerin gerçekleşebilmesi için, mesnet ve deney numunesi arasındaki bağlantı bijonlar yardımıyla gerçekleştirilmektedir (Resim 3.1.). Deney düzeneğini ve mesnetleri için bir çerçeve sistemi kullanılmaktadır (Resim 3.2.). Bu sistem, altta ve üstte iki adet INP300 profil, dört boru profil ve UNP140 profiller yardımıyla birbirlerine sabitlenmesiyle teşkil edilmektedir. Alttaki profillerin uç kısımlarına konulan iki mesnet yardımıyla numune bu sistem üzerine bağlanmaktadır. Gerekli P basınç kuvveti, sistemin üst kısmına bağlanan aparatlara yerleştirilecek pompa yardımıyla sağlanmaktadır.

Deney numunelerinden yer değiştirmelerin okuna bilmesi için Strain Gauge adı verilen, bağlandığı noktadaki uzama ve kısalma değerlerini okuyan malzemeler kullanılmaktadır. Bu malzemeyi temiz ve pürüzsüz bir yüzeye özel yapıştırıcılarla bağlamak gerekmektedir. Bu nedenle önce deney numunesi üzerindeki boya malzemesi kazınacaktır. Yapılan kalın ve ince zımparalama işlemlerinden sonra bölge asetonla nemlendirilmiş bir bezle boya ve tozdan arındırılmalıdır.

Etkiyen P kuvvetini bilgisayar yardımıyla okuyabilmek için Loadcell adı verilen basınç okuma aleti kullanılmaktadır. Bu alet 15 ton kapasitesindedir. Yük oluşturacak olan pompa ile deney düzeneği arasına yerleştirilmelidir. Altta kesme ve dönme yüklerini almaması için ortasında bir bilye bulunan küçük bir mesnet üzerine oturtulmaktadır. Sistemde çökme ve dönme mesafelerini okumak için beş adet hem manüel hem dijital okuma yapabilen deplasman sensörleri kullanılmaktadır.

Son olarak düzeneğimizi tamamlamak için, Strain Gauge' den, deplasman sensörlerinden ve Loadcell' den gelen, elektriksel sinyallere dönüştürülmüş fiziksel nicelikleri veri toplama donanımı aracılığıyla bilgisayara aktarılmaktadır. Hepsi belli bir sıra ile veri toplama sistemine bağlanmaktadır. Oluşturulan sistemde kullanılması gerekli şema Şekil 3.3.'deki gibi yapılmaktadır. Bundan sonrada gerekli değerlendirmeler bu şema üzerindeki rakamlar yardımıyla yapılacaktır.

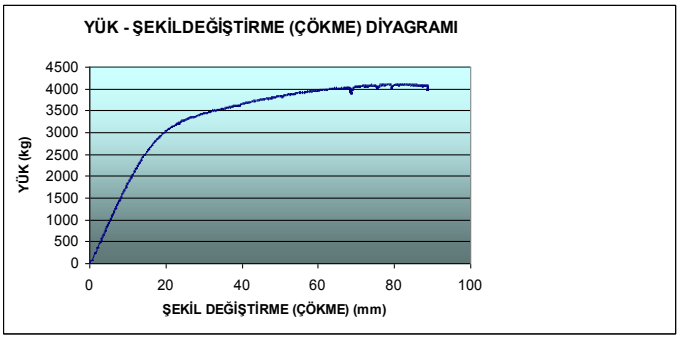
Burada; S_1=1 numaralı Strain Gauge, S_2 = 2 numaralı Strain Gauge, S_3 = 3 numaralı Strain Gauge, S_4 = 4 numaralı Strain Gauge, D_1 = 1 numaralı deplasman sensörünü, D_2 = 2 numaralı deplasman sensörünü, D_3 = 3 numaralı deplasman sensörünü D_4 = 4 numaralı deplasman sensörünü, D_5 = 5 numaralı deplasman sensörünü, LC = Load Cell (Basınç Ölçer) kısaltmaları kullanılarak gösterilmektedir. Deplasman sensörlerinin doğru verileri alabilmesi için, düz ve eğimsiz bir yer oluşturabilmek gerektiğinden bu bölgelere kaynaklarla plakalar ilave edilmektedir.



Şekil 3.3. Deney düzeneğinde okuma yapılan bölgeler

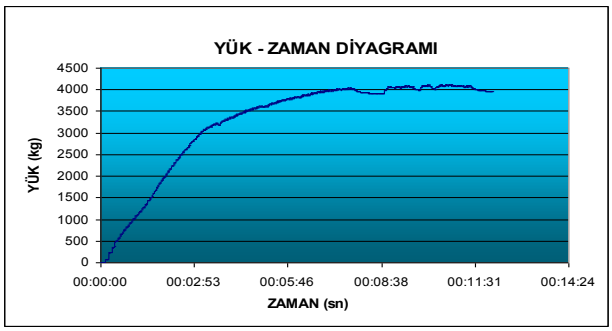
3.1.4 1 Numaraları Deneyin Uygulanması

Önceden belirlenmiş olan ve imalatı yapılmış deney numuneleri, çerçeve içine mesnet şartlarını sağlayacak şekilde yerleştirilmektedir. Sisteme giden bütün sensörlerin ve Strain Gauge' lerin veri transferinde bulunup bulunmadığı ve verileri doğru şekilde kayıt ettiği gözden geçirildikten sonra, pompa yardımıyla basınç uygulama işlemi başlatılmaktadır. Bu zaman içerisinde sistemin çökme eğrisi aşağıdaki gibi oluşmaktadır.



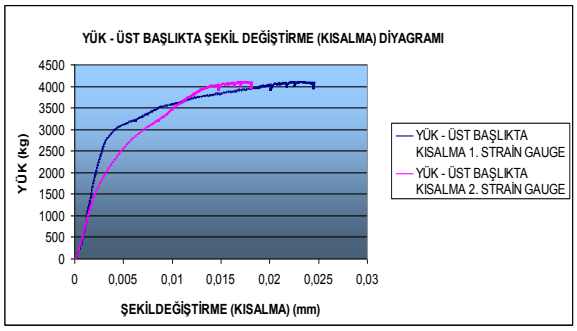
Şekil 3.4. 1 numaralı deney düzeneğinde yük – şekil değiştirme (çökme) diyagramı

Deney süreci içerisinde sisteme etkiyen yükleme şekildeki gibidir.

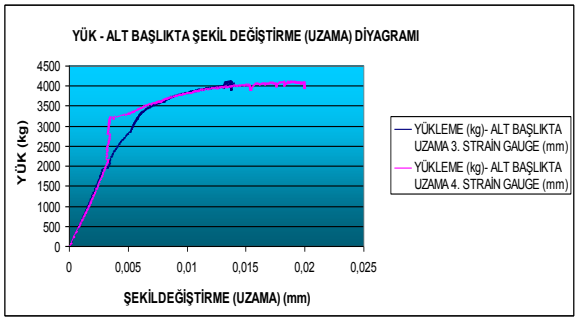


Şekil 3.5. 1 numaralı deney düzeneğinde yük – zaman diyagramı

Sisteme eklenilen Strain Gauge elemanlarından µm/m olarak okuma yapılmaktadır. Uzama değeri ise bu değerin, kullanılan elemanın özelliğine göre değişen, strain uzunluğuna çarpılarak elde edilmektedir. S1 ve S2 Strain Gauge değerleri göz önünde bulundurularak, üst başlıklardaki kısalmalar aynı grafiklerde gösterilir ise;



Şekil 3.6. 1 numaralı deney düzeneğinde yük – üst başlıkta şekildeğiştirme diyagramı

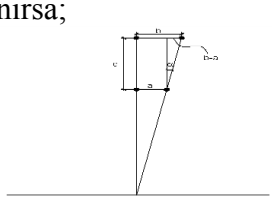


Şekil 3.7. 1 numaralı deney düzeneğinde yük – alt başlıkta şekildeğiştirme diyagramı

Alt başlıkta meydana gelen uzama değeri de; S3 ve S4 Strain Gauge değerlerinden elde edilen değerlerdir.

Sabit mesnet yan kenarına yerleştirilen deplasman sensörlerinin yapmış oldukları hareket mesafelerine göre dönmeler hesaplanmaktadır. İki deplasman sensörü arasındaki mesafe "c", D3

deplasman sensörünün hareket mesafesi “a” ve D4 deplasman sensörünün hareket mesafesi “b” olmak üzere (Şekil 3.8.) α açısı hesaplanırsa;

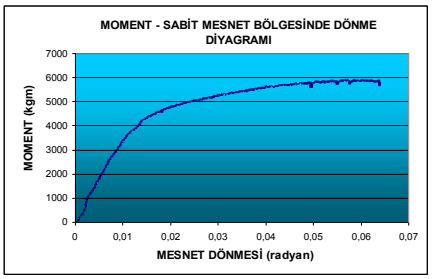


Şekil 3.8. Mesnette oluşan dönmelerde hesaplanan α açısının gösterimi

$$\tan \alpha = (b - a) / c \tag{3.1}$$

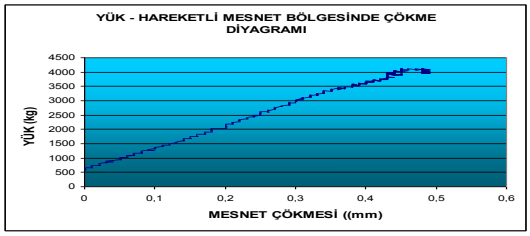
olarak hesaplanacaktır. Bu deney düzeneğimiz için “c” mesafesi; c = 104 mm’dir.

Bilgisayar ortamında elde edilen veriler, radyan cinsinden yazılarak moment durumları ile ilişkisi Şekil 3.9.’daki gibi olduğu görülmektedir. Bu değerler D3 ve D4 deplasman sensörlerinden okunmaktadır.



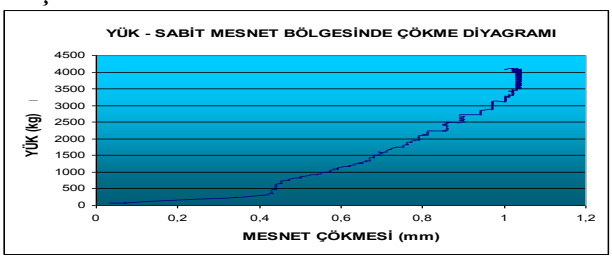
Şekil 3.9. 1 numaralı deney düzeneğinde sabit mesnetteki dönme değerleri diyagramı

Sistemdeki iki mesnetten hareketli olan mesnette çökme değerleri, D1 deplasman sensöründen gelen değerler ile okunmaktadır. Bu değerler ile yükleme durumu için alınan değerler arasındaki bağıntı Şekil 3.10.’deki gibidir.



Şekil 3.10. 1 numaralı deney düzeneğinde yük - hareketli mesnet bölgesinde çökme diyagramı

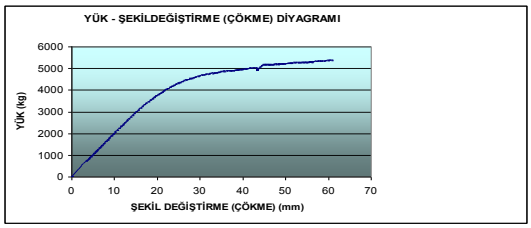
D2 sensöründen okunan değerler sabit mesnet bölgesindeki mesnet çökmesini gösterdiğine göre Şekil 3.11. grafiği elde edilmiş olur.



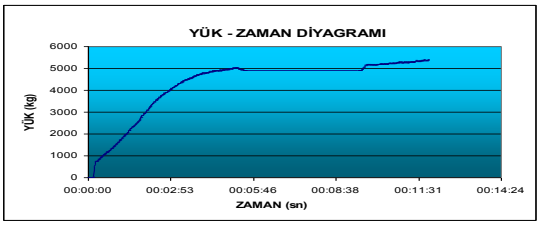
Şekil 3.11. 1 numaralı deney düzeneğinde yük - sabit mesnet bölgesinde çökme diyagramı

3.1.5 2 Numaralı Deneyin Uygulanması

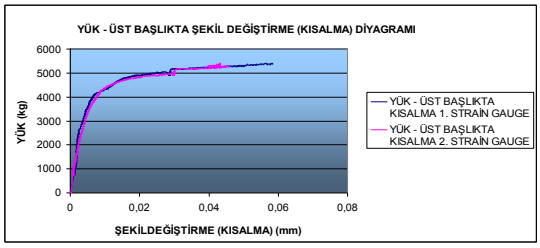
1 numaralı düzenekten farklı olarak, kolon gövdesine 8 mm kalınlığında, kolonun her iki tarafına takviye plakaları konulmaktadır. Deney esnasında alınan değerler aşağıdaki grafiklerde gösterilmektedir.



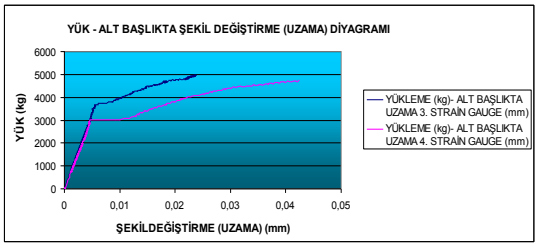
Şekil 3.12. 2 numaralı deney düzeneğinde yük – şekildeğiştirme (çökme) diyagramı



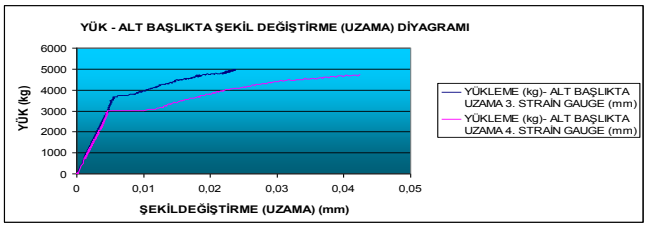
Şekil 3.13. 2 numaralı deney düzeneğinde yük – zaman diyagramı



Şekil 3.14. 2 numaralı deney düzeneğinde yük – üst başlıkta şekildeğiştirme diyagramı



Şekil 3.15. 2 numaralı deney düzeneğinde yük – alt başlıkta şekildeğiştirme diyagramı



Şekil 3.16. 2 numaralı deney düzeneğinde sabit mesnetteki dönme değerleri diyagramı

4. BULGULAR

4.1. Eurocode 3 ve TS 648 Standartlarına Göre Yapılan Analizlerin Karşılaştırılması

Deneyin uygulandığı sisteme göre yapılan dayanım değerleri dördüncü ve beşinci bölümlerde anlatılmaktadır. Bu bölümlerde elde edilen sonuçlara göre değerlendirmeler yapılacaktır.

4.1.1. Sistemin Enkesit Dayanımlarına Göre Karşılaştırılma

Öncelikle yapılan hesaplamalardan elde edilen değerler, deney düzeneğinde kullanılan profillerin dayanımlarına göre karşılaştırılacaktır.

Tablo 4.1. Eurocode 3'e göre hesaplanan enkesit dayanımları

Hesaplanan Enkesit Bölgesi	Hesap Değerleri (t)
Kolon Gövdesinde Kesme Dayanımı	6,71
Kolon Gövdesinde Basınç Dayanımı	8,62
Kolon Gövdesinde Çekme Dayanımı	8,62
Kolon Başlığında Eğilme Dayanımı	16,22
Kiriş Başlığında ve Gövdesinde Basınç Dayanımı	27,02

Tablo 4.1.' de görüldüğü gibi Eurocode 3 standardına göre kolon gövdesinde basınç ve çekme dayanımı 8,62 t olarak gösterilmektedir. Tablo 4.2.'de TS 648 standardına göre kolon gövdesindeki dayanım 13,72 t. dur. Ancak kolon ve kiriş gövdesinde kesme dayanım değeri TS 648 ' göre yapılan

hesaplama sonucunda 3,74 t olarak bulunmaktadır. Bu nedenle standardın izin verdiği en yüksek değer Eurocode 3'te 6,71t olurken, TS 648 standardında 3,74 t olarak hesaplanmaktadır. Böyle bir birleşimin tasarlanmasında Eurocode 3 ve TS 648 standartları arasında; (6,71-3,74=2,97) tonluk fark olarak bulunmaktadır.

Tablo 4.2. TS 648'e göre hesaplanan enkesit dayanımları

Hesaplanan Enkesit Bölgesi	Hesap Değerleri (t)
Kolon ve Kiriş Gövdesinde Kesme Dayanımı	3,74
Kolon Gövdesinde Basınç ve Çekme Dayanımı	13,72

4.1.2. Kaynak Dayanımlarına Göre karşılaştırma

Her iki standartta da kesme kuvvetlerinin gövdeye yapılan kaynaklar ile taşındığı kabulü yapılmaktadır. Bu kabule göre Eurocode 3 standardına göre sistem gövdesine yapılan kaynakla 4,764 t. taşınabilmektedir. TS 648 yönetmeliğinde ise aynı kaynağın 2,4 ton dayanıma sahip olduğu görülmektedir. TS 4561 standardındaki plastik hesap yöntemleri göz önüne alındığında gövdede bulunan kaynağın dayanımı 3,996 ton olarak bulunmaktadır. Eurocode 3' de plastik hesap yöntemleri kullanıldığı bilinmektedir. Bu nedenle bu iki yönetmelikçe hesaplanan değerler arasında da; (4,764-3,996 = 0,768) tonluk gibi bir fark bulunmaktadır. Ülkemizde kullanılan her iki yönetmelikte de hesaplanan değerler Eurocode 3 yönetmeliğince hesaplanan değerlerden küçük olduğu görülmektedir.

4.1.3. Berkitme Elemanlarının Kesme Kuvveti Dayanımlarına Etkisine Göre Karşılaştırma

Sisteme konulan süreklilik levhalarının kolon gövdesindeki kesme kuvveti dayanımlarına etkisi Tablo 4.3.'de gösterildiği gibidir.

Tablo 4.3. Euro Code 3 ve TS 648'e göre hesaplanan kesme kuvveti değerleri

Yönetmelik	Hesap Değerleri(t)
Eurocode 3 Part 1.1.	12,22
TS 648	14,60

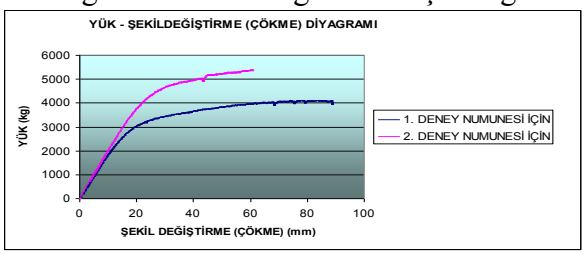
Tablodan da anlaşılacağı gibi TS 648 yönetmeliği Eurocode 3'e göre berkitme elemanları açısından daha yüksek gerilmelere izin vermektedir. Burada berkitme elemanının, kolon gövdesindeki kesme kuvveti dayanımına etkisinin TS 648 standardına göre daha fazla kuvvet aktardığının kabul edildiği görülmektedir.

5. Sonuçlar

Deney numunelerinden alınan Yük – Şekil Değiştirme (çökme) diyagramlarını göz önüne alındığında, tüm deney numuneleri için yük eğrisi bir noktada sabit kalmakta ancak buna bağlı olan çökme değerlerinin arttığı görülmektedir. Yani sistem belli bir yük kapasitesine kadar sehim oranlarında lineer denecek bir artış yaparken yük artışı azalmakta fakat şekil değiştirmeler artmaktadır. Elastik hesaba göre bakıldığında, yük ve şekil değiştirmelerin lineer arttığı bölgede olacaktır.

1. deney numunesinden alınan sonuçlara bakıldığında, sistemdeki çökmelerin yüke oranla daha fazla artış gösterdiği bölgenin, yük 3,5 tonda iken çökme miktarının ise 22 mm olduğu durumda gözlenmektedir. Aynı durum 2. deney numunesinde, yük 4,5 tona çıkarken çökme miktarı da 27 mm. olmaktadır (Şekil 5.1.). Bu durumda kolon gövdesine eklenilen plakanın, sistemdeki şekil değiştirmeleri azaltma yönünde çok önemli etkisi olduğu görülmektedir.

Yük miktarının yatay eğiminin azalmasıyla, yani yükteki değişimlerin azalmasıyla şekil değiştirme miktarları artmaktadır. Böylelikle sistem gelen kuvvetleri şekil değiştirerek sönümlemeye çalışmaktadır. Şekil değiştirmeler gerekli sehim değerlerini aşmadığı sürece kabul edilebilmektedir.



Şekil 5.1. 1 ve 2 numaralı deney düzeneklerinde yük – şekildeğiştirme (çökme) diyagramı

TS 648 yönetmeliğince yapılan analizlerde ortaya çıkan sistem dayanımları bütün deney numuneleri için elverişli sonuçlar vermektedir. Ancak bu durumun ekonomik olmayacağı da ortadadır.

5. Kaynaklar

[1] Euro Code 3: Design of Steel Structures, Part 1.1: General Rules and Rules for Buildings, ENV 1993-1-1.

[2] YURTSEVER, M., Çelik Çerçevelerin Euro Code 3' e Gore Boyutlandırılmasında Kullanılan Plastik Hesap Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Mayıs 2005.

[3] BAYRAM, H., Code Comparison Of TS 648, Euro Code 3: Part 1.1. And Load And Resistance Factor Design - AISC For Steel Connections, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 2001.

[4] KUYUCAK, A.O., Comparison Of TS 648, Load And Resistance Factor Design and Euro Code 3: Part 1.1. For Design Fundamentals and Structural Members, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 1999.

[5] BULUT, S. Z., Çelik Yapıların Plastik Analizi Ders Notları, Sakarya, 2005.

[6] TS 4561 Çelik Yapıların Plastik Teoriye Göre Hesap Kuralları,1985.

[7] ECCS Handbook for Braced Or Non-Sway Steel Buildings According To Euro Code 3,1996.

[8] Profil – Arbed, General Catalog For Structural Steels Conforming to Euro Code 3, 2001.

[9] FAELLA, C., PILUSO, V., RIZZANO, G., Structural Steel Semi Rigid Connections, CRC Press LLC, 85-134, Florida, 2000.

[10] TS 648 Çelik Yapıların Yapım Ve Hesap Kuralları,1980.

[11] DEREN, H., UZGIDER, E., PIROĞLU, F., Çelik Yapılar, Çağlayan Kitapevi, Beyoğlu-İstanbul, 2005.

[12] ODABAŞI, Y., Ahşap ve Çelik Yapı Elemanları, Beta Basım A.Ş., İstanbul,2000.

[13] PETERS, J. W. ve DRISCOLL, G. C. Jr., A Study of the Behavior of Beam-to-Column Connections, Fritz Laboratory, Report 333.2, Lehigh University, Bethlehem,1968.

[14] GUISSE, S. ve JASPART, J.P., Influence Of Structural Frame Behavior On Joint Design, Third International Workshop On Connections In Steel Structures, Trento, 1995.

[15] JASPART, J.P., STENHUIS, M. ve WEINAND, K., The Stiffness Model Of Revised Annex J Of Euro Code 3, Third International Workshop On Connections in Steel Structures, Trento,1995.