



XVIII. ULUSAL MEKANİK KONGRESİ  
26 - 30 Ağustos 2013, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa

## EKSENEL YÜKLÜ SOĞUK ŞEKİLLENDİRİLMİŞ ÇELİK ELEMANLARIN DAYANIMLARININ FARKLI ŞARTNAMELERE GÖRE İNCELENMESİ

Khalilullah Mojaddidy ve M. Tolga Göğüş

Gaziantep Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 27310 Gaziantep.

### ABSTRACT

In this study, strength and behavior of cold formed thin walled stiffened C section axially loaded members are investigated. The results obtained from different specifications will be compared and discussed.

### ÖZET

Bu çalışmada, soğukta şekil verilmiş ince cidarlı kenarları rijitleştirilmiş C kesitli elemanların aksenal kuvvet etkisi altında farklı ülke şartnamelerine göre dayanımları incelenmiştir. Elde edilen farklı şartname sonuçları karşılaştırılmış ve farkları tartışılmıştır.

### 1. GİRİŞ

Dünyada uzun yıllardır kullanılmakta olan ve oldukça başarılı sonuçların elde edildiği hafif çelik yapı sistemleri ülkemizde yakın sayılabilecek bir geçmişe sahiptir. İnce cidarlı çelik elemanlara ilişkin çalışmalar dünyada 1930'lu yıllarda başlamış, bu elemanların yapısal özellikleri ile kalıcı yapılar yapılması ise 1950'li yıllarda özellikle Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Kanada'da yaygınlaşmıştır. Ülkemizde kullanımı ise 1990'lı yıllarda başlamış ve 1999 Kocaeli ve Düzce Depremlerinin ardından alternatif yapı sistemi arayışları sonucunda kullanım oranı artış göstermiştir. Gelişmiş pek çok ülkede uzun süredir uygulanan bu sistem, ülkemizde halen daha tasarım ve üretim aşamalarında gerek yönetmelikler gerekse kontrol mekanizmaları açısından eksiklikleri barındırmaktadır.

Bu sistem et kalınlığı ile baslık yüksekliği oranı çok fazla olan ve soğukta çekme yöntemi ile şekil verilen galvanizli çelik profiller kullanılarak taşıyıcı duvar sistemleri kurgulanarak tam bir yapı sistemi oluşturulması fikri ile geliştirilen bir sistemdir. Genelde 0,5 – 2 mm arası kalınlıkta olan bu profiller ile geliştirilen yapı özellikle yapım hızı ve mimari avantajları ile ön plana çıkar.

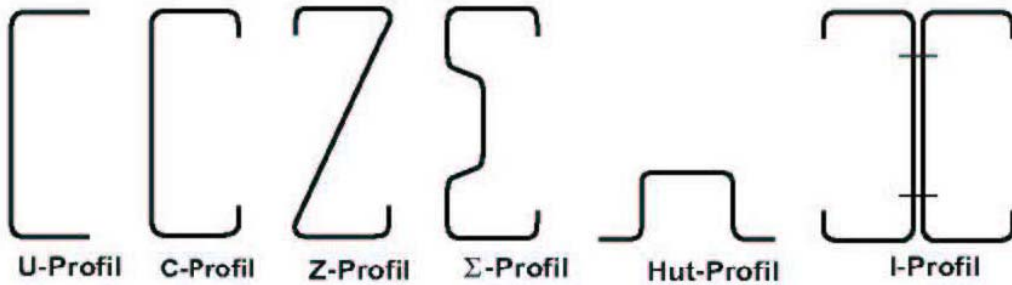
Hafif çelik yapı sistemi, özellikle üstyapı ağırlıklarının önemli ölçüde azalmasına olanak vermesi nedeniyle deprem riskinin yüksek olduğu ülkemizde depreme dayanıklı yapı üretiminde önemli bir rol üstlenme yetisine sahiptir. Bununla birlikte başta yapısal çelik olmak üzere diğer tamamlayıcı yapı elemanlarının kontrollü bir şekilde ön üretimli temin edilmesi çok hızlı konut üretimini aynı zamanda çok da sağlıklı bir şekilde başarılabilmesine olanak vermektedir. Özellikle yüksek deprem riski taşıyan bölgelerin kentsel dönüşüm

projeleri basta olmak üzere yapı geliştirme projelerinde bu tür sistemlerin göz önüne alınması uygun sonuçlar vermektedir. [1]

Bu çalışmada, soğukta şekil verilmiş ince cidarlı kenarları rijitleştirilmiş kesit elemanların aksenal kuvvet etkisi altında farklı ülke şartnamelerine göre dayanımları incelenmiştir. Elde edilen farklı şartname sonuçları karşılaştırılmış ve farkları tartışılmıştır.

## 2. İNCE CİDARLI ÇELİK ELEMANLAR ve ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Hafif çelik sistemlerde kullanılan profiller, biçimlerine göre isimlendirilirler. C, U ve  $\Sigma$  çoğunlukla olmak üzere çeşitli biçimlerde soğuk şekillendirilmiş profiller kullanılır. C profiller dikme, başlık kirişi veya açıklık kirişi (döşemelerde kirişleme) olarak kullanılırken U profiller düşey yükleri transfer eden elemanlarda (dikmelerde) kullanılmazlar [2].



Şekil 1. Hafif çelik yapılarda kullanılan çelik profiller [10]

İnce cidarlı çelik elemanların soğuk şekillendirilmesinde kullanılan yöntemler genel olarak iki gruba ayrılır [1]. Soğuk haddeleme yaygın olarak kullanılan üretim şeklidir. Bu yöntemde birçok disk çifti serisinin bulunduğu “Rolling Machines” olarak bilinen hadde makineleri kullanılır. Seri ve toplu imalatlar için uygundur. Çelik taşıyıcı eleman kesit tiplerinin üretiminde ve çatı, döşeme, duvar panelleri ve oluklu levhaların üretiminde kullanılır. Sac levha rulo halinde makineye sokulan eleman küçük adımlarla değiştirilir ve son adımda istenilen kesit şekli elde edilir.

Presle bükülerek soğuk şekil verme işlemi, yalnızca standart bir baskı tezgahı, kalıplar ve bazı yardımcı aparatların gerektiği, kısıtlı üretim kapasiteli manuel kontrol edilen eğme-bükme işleminden ibarettir. Presle bükme işleminde kullanılan ekipmanlar, hareket edebilen bir üst giriş ve istenilen kesit şeklini elde edebilmek için kullanılacak olan kalıpların yerleştirilebilmesi için hazırlanmış bir sabit alt yataktan oluşur.

## 3. HAFİF ÇELİK YAPILARIN TASARIMINDA KULLANILAN YÖNETMELİKLER

Ülkemizde soğukta şekil verilmiş yapısal çelik elemanlar kullanılarak yapı inşa edilmesi için kullanılmak üzere 28 Nisan 1994 tarihinde TS 11372 “Çelik Yapılar Hafif-Soğukta Şekil Verilmiş Profillerle Oluşturulan-Hesap Kuralları” yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Yönetmeliğin kapsamı ise levha formundaki yapı çeliğinin soğukta şekillendirilmesi yoluyla üretilen ince cidarlı elemanların, önemli oranda darbeli yüklere maruz kalmayan taşıyıcı sistemlerin, taşıyıcı elemanı olarak kullanılmaları için boyutlandırılmasına ilişkin elastik teoriye dayalı hesap kurallarını içerir [3].

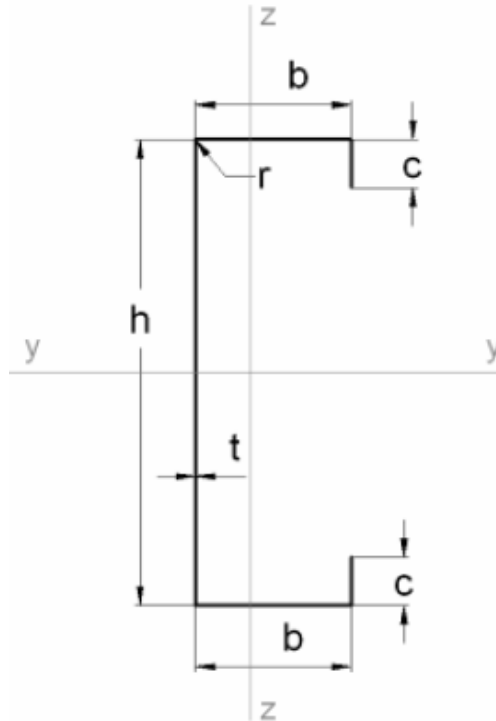
American Iron and Steel Institute (AISI) tarafından ilk çalışmaları 1930’lu yıllarda başlamış soğukta şekil verilmiş çelik elemanların yapılarda kullanımı ile ilgili tasarım yönetmeliğidir. Yakın dönemde Kanada’da hafif çelik yapı tasarımı için kullanılan ve Canadian Standards Association (CSA) tarafından hazırlanan CSA S136 standardı ile birleştirilerek AISI – North

American Standard (NAS) adıyla kullanılmaktadır. Tasarımda hem emniyet gerilmeleri yönteminin hem de taşıma gücü yönteminin kullanılması mümkündür. Bu yöntemlerin yanı sıra Kanada'daki yapılar için önerilen tasarım yöntemi ise limit durum tasarımıdır. Dünyada söz konusu sistemle ilgili yönetmeliği bulunmayan ülkelerde hafif çelik yapıların tasarımında referans alınan bir yönetmeliktir [4].

Amerika kıtasına göre nispeten hafif çelik yapılara daha az rağbetin olduğu Avrupa'da çelik yapı tasarımı için hazırlanan Eurocode 3, üçüncü bölümünü soğukta şekillendirilmiş çelik yapı tasarımı için ayırmıştır. Amerikan normlarına göre daha teorik ve karmaşık kriterleri ile önemli bir farklılık yaratır. Bu yönetmelik ayrıca hafif çelik elemanların plastik tasarımı ile ilgili kavramları da içermektedir [5]. Avrupa ülkelerinin yanı sıra Afrika ve bazı Ortadoğu ülkelerinin referans kabul ettiği bir yönetmeliktir.

#### 4. SAYISAL ÖRNEK

İnce cidarlı soğuk şekillendirilmiş çelik elemanların aksenal yük kapasiteleri iki farklı şartname olan AISI-NAS ve Eurocode 3 (EC3) ile hesaplanacaktır. Hesaplarda kullanılan malzeme özelliği  $E=210000 \text{ N/mm}^2$  ve akma gerilmesi  $f_y=350 \text{ N/mm}^2$  olarak alınmıştır. Kesit yüksekliği  $b=100\text{mm}$ , flanş genişliği  $b=40\text{mm}$ , takviye uzunluğu  $c=15\text{mm}$ , plak kalınlığı  $t=0.96\text{mm}$  ve köşelerdeki yarıçap  $r=3\text{mm}$ 'dir. Hesaba konu olan aksenal yüklü elemanın boyu ise  $2750\text{mm}$  ve her iki ucuda ankastre mesnetlidir. Bunun sebebi ise birçok yerel ve global burkulma modlarının birlikte etkin olabileceği uzunluktur. Hesapları yapılan elemanlara ait kesit Şekil 1'de verilmiştir. Hesap yapılan ince cidarlı kenarları rijitleştirilmiş C kesitli eleman için AISI-NAS şartnamesine göre  $24.36 \text{ kN}$ , Eurocode 3 şartnamesine göre ise  $25.87\text{kN}$  aksenal yük kapasitesi hesaplanmıştır. Eurocode 3 şartnamesi AISI-NAS şartnamesine göre %6.1 daha fazla kapasite vermiştir.



Şekil 1. Geometrik kesit boyutları

#### 4. SONUÇLAR

İnce cidarlı soğuk şekillendirilmiş kenarları rijitleştirilmiş C kesitli çelik elemanların aksenal yük kapasiteleri iki farklı şartnameye göre incelenmiştir. Eurocode 3 şartnamesi AISI-NAS şartnamesine göre daha yüksek değer vermiştir. Her iki şartnamede kabul gören şartnameler olmasına rağmen; Eurocode 3 şartnamesindeki hesap zorluğu, karmaşıklığı ve kolay takip edilememesi özelliklerinde dolayı ince cidarlı soğuk şekillendirilmiş çelik elemanların tasarımında pek tercih edilmemektedir.

#### KAYNAKÇA

- [1.] Yu, W.W., “Cold-Formed Steel Design” Wiley, New York, 2000..
- [2.] Peköz, T., “Soğukta Sekil Verilmiş Çelik Elemanların Boyutlandırılması ve Uygulaması” 3.Ulusal Çelik Yapılar Sempozyumu,Gaziantep, 2006.
- [3.] TS 11372, “Çelik Yapılar-Hafif-Soğukta Sekil Verilmiş Profillerle Olusturulan-Hesap Kuralları”, Türk Standardları Enstitüsü,Ankara 1994.
- [4.] AISI STANDARD, ”North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members”, American Iron and Steel Institute, 2007.
- [5.] ENV 1993-1-3: 1996, “Eurocode 3:Design of Steel Structures, Part 1.3: General Rules-Supplementary Rules for Cold-Formed Thin-Gauge Members and Sheeting” European Committee for Standardization, 1996.