©2017 Published in 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science 29-30 September 2017 (ISITES2017 Baku - Azerbaijan)

İki Farklı Metodla Üretilen Çelik Boru Profillerin Mikroyapı Ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi

[1]Murat Dökmeci ve *[2]Serkan Apay
[1]Ağır Haddecilik A.Ş. Makineciler ve İmalatçılar O.S.B. Dilovası, Kocaeli, Türkiye
*[2] Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü Düzce Üniversitesi, Türkiye

Özet

Çelik boru ve profiller inşaat sektörü, otomotiv sektörü, mobilya ve makine sanayilerinde geniş kullanım alanlarına sahip malzemelerdir. Dolayısıyla bu yaygın kullanım çelik boru/profil üretimini daha da önemli hale getirmektedir. Çelik, özellikle demir ve karbon elementleriyle oluşan en önemli alaşım grubudur. Hammadde kaynaklarının çok ve ucuz olması, bilinen ve yaygın üretim teknolojileri ile düşük üretim maliyeti diğer metal ve alaşımlarına göre en büyük kullanım avantajlarını sağlamaktadır. Çelik aynı zamanda geri dönüşebilirlik, iyi kaynak kabiliyeti ve uygun maliyet avantajına sahiptir. Bu belirtilen özellikleri temsil eden en önemli çelikler ise yapı çelikleridir.

Çelik profiller, seri ve hızlı imalata uygun değişik kalitelerde ve kalınlıklardaki sıcak haddelenmiş yapısal çelik saclardan boyuna dikişli olarak yüksek frekans kaynak tekniği kullanılarak borudan profil ve direkt profil metotlarıyla imal edilmektedir. Farklı üretim metotları ile üretilen yapısal çelik profillerin, mikroyapı incelemeleriyle birlikte mekanik özelliklerin tespitinde yassıltma (TS EN ISO 8492), ağız genişletme (TS EN ISO 8493) ve çekme deneyi (TS 138 EN 10002-1) teknikleri kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, iki farklı üretim metodu ve yüksek frekans indüksiyon kaynak yöntemiyle, boyuna kaynaklı yapısal çelik profiller üretilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen çelik profil borulara tahribatlı ve tahribatsız testler uygulanarak mekanik özelliklerin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda yapısal çelik üretiminde kullanılan ve mekanik özellikleri en iyi olan üretim metodu belirlenmiştir.

***Anahtar Kelimeler*: :** Profil boru üretimi, Yapı çeliği, Yüksek frekans kaynağı.

1. Giriş

Çelik boru ve profiller inşaat sektörü, otomotiv sektörü, mobilya ve makine sanayilerinde geniş kullanım alanlarına sahip malzemelerdir. Dolayısıyla bu yaygın kullanım çelik boru/profil üretimini daha da önemli hale getirmektedir. Kare ve dikdörtgen kutu profiller, seri ve hızlı imalata uygun değişik kalitelerde ve kalınlıklardaki dekape edilmiş veya soğuk haddelenmiş çelik saclardan boyuna dikişli olarak yüksek frekans kaynak tekniği kullanılarak imal edilmektedirler[1-12].

Yüksek frekans kaynak yönteminde çelik sac bant kenarları ısı ve basınç etkisiyle herhangi bir ilave tel veya elektrot kullanmaksızın birleştirme işlemi gerçekleştirilmektedir. Yüksek hızda seri

*Corresponding author: Address: Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü Düzce Üniversitesi, 81620, Düzce TURKEY. E-mail address: serkanapay@duzce.edu.tr, Phone: +903805421133 Dahili:2307

bir üretime imkân vermesi, otomatik kontrollü birleştirme işlemine uygun olması, koruyucu gaz atmosferine ve ilave tele ihtiyaç duyulmaksızın kaynak işleminin gerçekleştirilebilmesi ve birleştirme kalitesinin istenilen niteliklerde olması sebebiyle yuvarlak, kare ve dikdörtgen kutu profillerin imalatında tercih edilen bir yöntem olmuştur [12].

Bu çalışmada, yüksek frekans indüksiyon kaynak tekniğinin profil imalatına elverişli ve seri üretimine olanak tanıyan ekonomik bir yöntem olması nedeniyle, yüksek frekans indüksiyon kaynak yöntemiyle boyuna kaynaklı çelik profiller iki farklı üretim metoduyla üretilmiştir.

2. Malzeme ve Metot

Çelik, özellikle demir ve karbon elementleriyle oluşan en önemli alaşım grubudur. Hammadde kaynaklarının çok ve ucuz olması, bilinen ve yaygın üretim teknolojileri ile düşük üretim maliyeti diğer metal ve alaşımlarına göre en büyük kullanım avantajlarını sağlamaktadır. Bu çalışmada klasik olarak bilinen borudan profil üretim metoduyla birlikte son zamanlarda ekonomiklik ve verimlilik nedenleriyle direkt profil üretimi de yeni bir metot olarak incelenmiştir.

Çelik boru ve profiller boyuna dikişli olarak yüksek frekans kaynak tekniği kullanılarak borudan profil ve yeni bir yöntem olan direkt profil metotlarıyla imal edilmektedir. İki farklı üretim metodunun incelenmelerinin yanı başında üretilen çelik profillerin mikroyapı incelemeleriyle birlikte mekanik özelliklerde (çekme, sertlik) ilgili test standartları kullanılarak araştırılmıştır. Deneylerde kullanılacak profillere ait deneysel veriler ve bant genişlik tablosu tablo 1'de verilmiştir. Kaynaklı kenarın malzemelerine uygulanan çekme deneyinde kullanılan numuneler resim 1'de verilmiştir. Kaynaksız kenarın malzemelerine uygulanan çekme deneyi numuneleri ise resim 4 'te verilmiştir. 40x40x2,00 mm profilerin kaynaklı kenar ve kaynaksız kenardan alınan çekme deneyi sonuçları resim 5 ve resim 6'da verilmiştir. Aynı zamanda profil üretiminde kullanılan kaynak makinesi parametreleri ve üretim tezgahı parametreleri resim 2 ve resim 3'de ayrıca verilmiştir.

Tablo 1. Bant Genişlik Tablosu

Cinsi	Kalıp Çapı (mm)	Ebat (mm)	Et Kalınlığı (mm)	Klasik Metod Bant Genişliği (mm)	Yeni Metod Bant Genişliği (mm)
Profil	51	40*40	1,50	157,0	152
Profil	51	40*40	2,00	156,0	149
Profil	51	40*40	2,50	155,0	146
Profil	51	40*40	3,00	153,0	144
Profil	51	40*40	4,00	151,0	141
Profil	63,5	50*50	1,50	197,0	192
Profil	63,5	50*50	2,00	196,0	190
Profil	63,5	50*50	2,50	195,0	186
Profil	63,5	50*50	3,00	193,0	184
Profil	63,5	50*50	4,00	191,0	178
Profil	76	60*60	1,50	237,0	232
Profil	76	60*60	2,00	236,0	229
Profil	76	60*60	2,50	235,0	226
Profil	76	60*60	3,00	233,0	224
Profil	76	60*60	4,00	231,0	218
Profil	76	60*60	5,00	229,0	212

Tahribatlı testler ile çelik profillerin kaynak bölgesinin davranış farklılığı gösterip göstermediği incelenmiştir. Bu incelemede numunelere; yassıltma (TS EN ISO 8492), ağız genişletme (TS EN ISO 8493) ve çekme deneyi (TS 138 EN 10002-1) işlemleri uygulanmıştır. Ağız genişletme testi sonuçları resim 7'de gösterilmiştir.

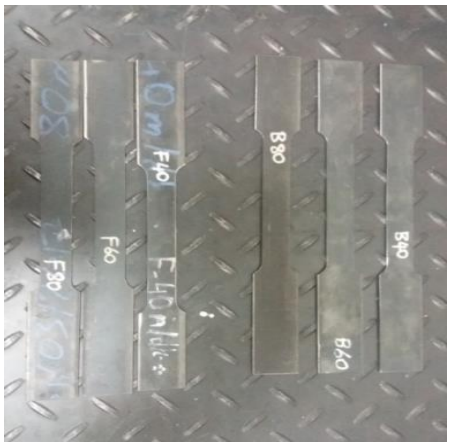
Resim 1. Çekme test numuneleri (Kaynaklı bölge)

Resim 2. Makine üretim parametreleri

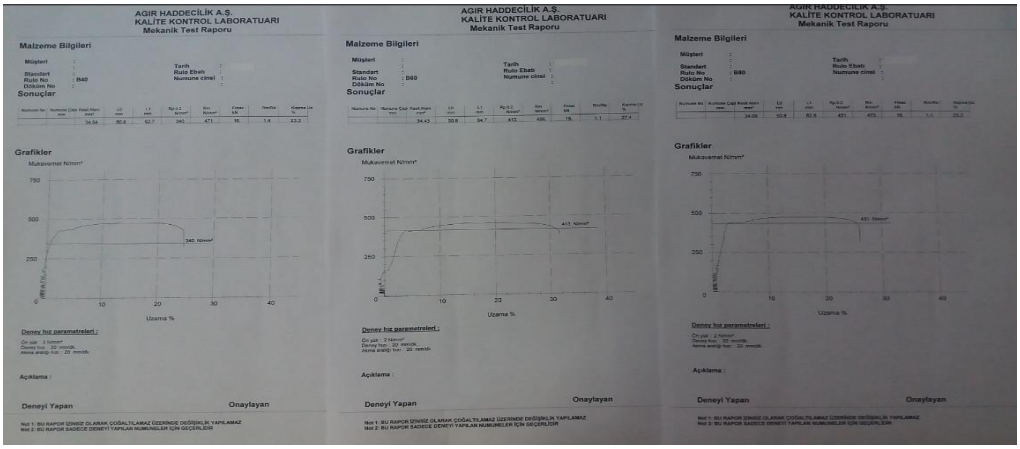
Resim 3. Makine kaynak parametresi

3. Bulgular

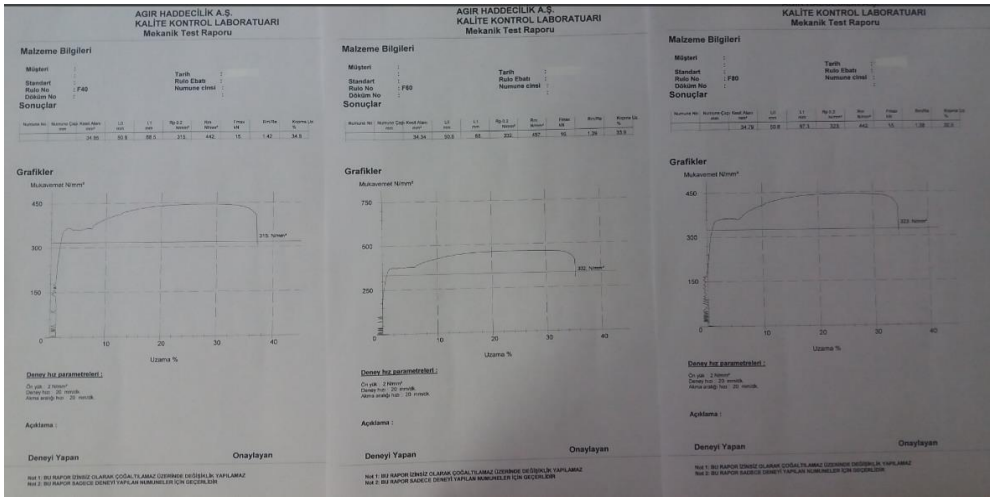
Farklı üretim hattı hızı ve kaynak parametrelerine göre alınan üretimlerden çekme testi numuneleri alınmıştır. Kaynak bölgesinden yapılan çekme testi sonuçlarına göre akma ve çekme değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Tekrarı yapılacak çekme testi numuneleri profilin kaynaksız kenarından alınıp, değerler karşılaştırılmıştır. Yapılan deney sonucu çıkan mekanik değerler Tablo 2' de belirtilmiştir. Çelik profillerin kaynaksız bölgesinin tahribatlı testlerde davranış farklılığı gösterip göstermediği incelenmiştir. Ağız genişletme testi sonuçları resim 7 ve resim 8'de gösterilmiştir.



Resim 4: Çekme test numuneleri (kaynaksız bölge)



Resim 5: Klasik metodla üretilen profilin kaynaksız bölge çekme testi sonuçları



Resim 6: Yeni metodla (Direk profil) üretilen profilin kaynaksız bölge çekme testi sonuçları

Tablo 2 . Kaynaksız bölge numuneleri mekanik test sonuçları

Malzeme	Malzeme Kodu	Metod	Akma dayanımı (N/mm²)	Çekme dayanımı (N/mm²)	% Uzama
Sac hali			314	430	35
40x40x2,00	B40	Klasik Metod	340	471	23,3
40x40x2,00	B60	Klasik Metod	431	473	23,3
40x40x2,00	B80	Klasik Metod	413	456	27,2
40x40x2,00	F40	Yeni Metod	315	442	34,8
40x40x2,00	F60	Yeni Metod	332	457	33,9
40x40x2,00	F80	Yeni Metod	323	442	32,5

Resim 7: Ağız genişletme testi sonucu numune resimleri

4. Sonuçlar ve Tartışma

İki farklı üretim metoduyla imal edilen profillere uygulan mekanik testlerden çekme testi sonuçlarına göre sacın orijinal değerlerine en yakın sonuçlar yeni medodla alınan numunelerden çıkmıştır. Özellikle sacın işlendikten sonra mekanik özelliklerin orijinal değerlere göre çok fazla değişmemesi amaçlanmaktadır. Yapılan çalışmayla görülmüştürki klasik (borudan profil) metodla üretilen malzemelerdeki mekanik değerler yeni metodla (direk profil) üretilene göre çok daha fazla değişkenlik göstermiştir. Bu profil imalat sanayisinde amaçlanan sonuçlarla uyum göstermemektedir.

Profil köşelerinde iç gerilmeler ve dislokasyon hareketlerinin yoğunluğunun malzemeye etkisinin bir göstergesi de yapılan tahribatlı testlerden ağız genişletme testidir. Yeni metodla üretimin kenardan bükerek şekillenmesinin, klasik metodla borudan profile geçişe göre profilin köşelerinde bir dezavantaj oluşturup oluşturmadığı ağız genişletme testi ile görülmüştür. Standardın verdiği ebatın %18 kadar ağız genişletme ile iki metod arasında bir farklılık çıkmamıştır. Test sonuçları iki metod içinde başarılıdır.

İki farklı üretim metodunun aynı ebat için kalıp değiştirme süreleri arasında büyük farklılıklar vardır. Yeni metot olan direk profil üretimde kalıp değişmemektedir. Sadece ebatta bağlı kalıpların yer konumlanmaları vardır. Dolayısıyla aynı ebat için yeni metotla üretim yapmanın kalıp değişim süresi kazancı %60-%80 arasındadır. Bu zaman kazancın üretim verimliliğine katkısı ise %10-15 aralığındadır.

İki farklı üretim metoduyla üretimde kullanılan hammadde miktarında da farklılıklar vardır. Table1 de görüleceği üzere yeni metot olan direk profil üretiminde kullanılan hammadde miktarı klasik yöntemle çelik profil üretimine göre %3-9 arasında daha azdır. Buda çelik profil üretiminde yeni metodun özellikle tercih nedenidir.

Yaygın kullanımı olan çelik boru ve profillerin üretim metodu farklılıklarıyla elde edilişlerinde üretim maliyetleri açısından hem hammadde kazancı hem de üretim verimliliği bakımından ve en önemlisi mekanik testlerden başarılı bir şekilde çıkmış olması yeni yöntem olan direk profil üretimini öne çıkartıp, tercih nedenleri olmuştur.

Teşekkür
Bu çalışmanın tamamlanmasında emeği geçen Ağır Haddecilik A.Ş. firmasına teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar
[1] http://www.e-pipe.co.kr – Mart 2015.
[2] Borusan Boru Ürün Kataloğu, 2016.
[3] TS 5317 27.10.1987 Çelik Borular Dikişli, Kare ve Dikdörtgen Kesitli Profiller.
[4] http://www.vanleeuwenbuizen.com – Mart 2015.
[5] http://www.cinarboru.com – Mart 2015.
[6] İŞERİ, U., Kare ve Dikdörtgen Profil Boruların İmalatı ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi, Bitirme Ödevi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya,2003.
[7] ÖZSOY, N., YÜKSEL, E., Birlik Makina San.& Tic. Ltd. Şti., 150-350 kW HF Welder, Empeder & İndüktör Dizaynı - 2006
[8] Karadeniz Boru Profil San.ve Tic. Ltd. Şti., Çalışan Personeller ile Yapılan Görüşmeler, Mart 2008
[9] Mannesmann Sümerbank Boru Endüstrisi A.Ş., Genel Tanıtım ve El Kitabı, 2004.
[10] Paul F. Scott, An Introduction To High-Frequency Solid-State Pipe And Tube Welders, Thermatool Corp, East Haven, CT, USA.
[11] htp://www.twi.co.uk – Mart 2008.
[12] ORHAN, S., "Yüksek Frekans Kaynağı İle Birleştirilen Çelik Profillerin Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi" Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mayıs 2008