

Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÖZSOY

Abstract:

In this study, some problems in the plastic pipe welding in practice were investigated. During the welding, cross section area decreases when the welding length is too much. The variation of loss coefficient of fitting material because of narrowing influence was experimentally investigated. In addition, the influence of variation in the welding temperature on pressure endurance was investigated.

Key Words:

Plastic welding, Fusion welding, Pressure loss, Loss coefficient,

Plastik Boruların Birleştirilmesinde Kaynak Bölgesindeki Daralmanın Kayıp Katsayısına Etkisi

ÖZET

Bu çalışmada plastik tesisat borularının kaynağında uygulamada karşılaşılan bazı sorunlar incelenmiştir. Kaynak yapımı esnasında borudaki kaynak uzunluğunun fazla alınması ile boru kesit alanında daralma meydana gelmektedir. Daralma etkisi ile oluşan ek yerinin kayıp katsayısının değişimi deneysel olarak incelenmiştir. Ayrıca kaynak sıcaklığındaki değişimin basınç dayanımına olan etkisi de ayrıca incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Plastik kaynağı, Füzyon kaynağı, Kayıp katsayısı, Basınç kaybı, PPRC boru kaynağı

1. GİRİŞ

Sıhhi tesisat işlerinde galvanizli çelik boruların yanında polipropilen (PPRC) plastik borular da yaygın olarak kullanılmaktadır. Tesisatta bakır boruların kullanımı ise ülkemizde fazla yaygın değildir. Plastik borular korozyona dayanımları, hafif olmaları, kolay işlenebilirliği, uzun ömürlü olmaları gibi özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir. Ancak çabuk yapılan kaynak işlemleri sonucunda dikkatsizlik ve bilinçsizlikten tesisattaki bağlantı noktalarında kaçaklar oluşabilmekte veya büyük miktarda basınç kayıplarına neden olmaktadır. Plastik borularda kaynak ile yapılan bağlantılar aynı tip iki malzemenin birbirine karışması ile olur. İki parça arasındaki bağlantı herhangi bir katkı yapılmadan aynı hammaddeler ile yapılmaktadır. Kaynak işlemi füzyon kaynağı, elektro füzyon kaynağı veya alım kaynağı olarak yapılabilir[1-3]. Sıhhi tesisat işlerinde plastik boruların birleştirilmesinde füzyon kaynağı kullanılır. Füzyon kaynağında boru ve ek parçaları, herhangi bir ekstra kaynak maddesine ihtiyaç duyulmadan birbirine kaynatılmaktadır. İki borunun birbirine bağlantısı her zaman bir ek parça ile (manşon, dirsek, te vb.) yapılmaktadır.

Plastik boruların füzyon kaynağı ile birleştirilmesinde (örneğin bir boru ile manşonun birleştirilmesinde) borunun dış kısmından, manşonun ise iç kısmından eş zamanlı olarak ısıtılıp sonra birbirine takılarak yapışma/kaynak sağlanmaktadır. Kaynak yapılan kısım, kaynak boyu olarak adlandırılabilir. Kaynak boyunun istenilen miktar-

dan az olması kaynağın zayıf olmasına neden olur. Fazla olması ise kesitte daralmaya neden olur. Kaynak işlemi esnasında manşonun ve borunun kaynak ısıtıcısına (pafta) ne kadar girdiği önemlidir. Kaynak yapılırken manşonun kaynak paftasına girdiği kısım kaynak yapan kişi tarafından görülmekle birlikte, borunun üzerine kaynak boyu önceden işaretlenmemişse, borudaki giriş mesafesi kişinin tecrübesine ve el alışkanlığına göre değişir. Eğer borunun ısıtıcı paftaya girme mesafesi gereğinden fazla alınarak kaynak yapılırsa borunun alın kısmı ısıtıcı paftaya temas edeceği için burada malzemede erime meydana gelir. Eriyen malzeme nedeniyle kesitte daralma oluşur. Daralan kesit akış esnasında oluşan yerel basınç kayıplarının artışına, sonuçta da tesisattaki toplam basınç kayıplarının artmasına neden olur.

Bu çalışmada plastik boruların kaynağında sıkça yapılan hatalar incelenmiştir. Uygulamada en çok yapılan hatalar; istenilen sıcaklığa ulaşılmadan kaynak yapılması, kaynak boyunun olması gerekenden az veya fazla olması olarak sıralanabilir.

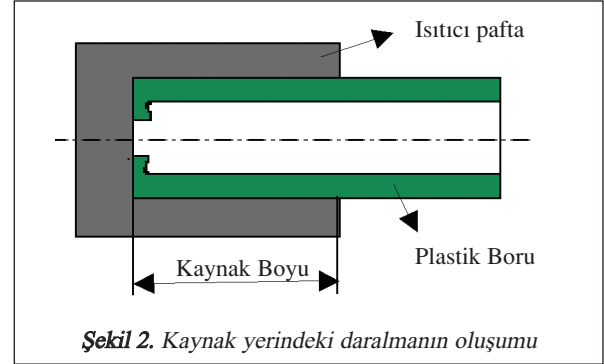
2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada kesit daralmasının basınç kaybına olan etkisini tespit etmek amacıyla iki plastik boru, plastik kaynağı ile farklı kaynak boylarında birleştirilmiştir. Çalışmada 20 mm lik boru ve manşonlar kullanılmıştır. 20 mm'lik plastik boru için kaynak boyunun 13 mm olması gerekmektedir. Bu çalışmada kaynak boyu 13, 15, 17 ve 19 mm olarak alınıp boru ile manşon kaynakla birleştirilerek birleşim yerinin neden olduğu basınç düşümü için deneyler yapılmıştır. Farklı her kaynak boyu için 3 numune hazırlanıp her biri için basınç kayıpları ölçülmüştür. Deneylerde kullanılan füzyon kaynak makinası Şekil 1'de görülmektedir.



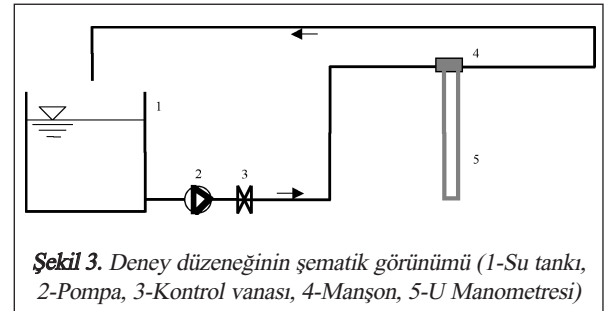
Şekil 1. Füzyon kaynak makinasının görünümü[3]

rılmektedir. Şekil 2'de kaynak işleminde kaynak boyunun fazla yapılması ile borunun ısıtıcı paftası içerisine fazla sokulması nedeniyle oluşan daralma şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2. Kaynak yerindeki daralmanın oluşumu

Yapılan deneylerde birleşme yerinin neden olduğu basınç kaybı bir civalı U manometresi ile ölçülmüştür. Devredeki suyun akışı üç farklı basınç kademesi bulunan bir pompa yardımıyla sağlanmıştır. Her numune, pompanın üç kademesi için basınç kaybı testine tabi tutulmuştur. Manşonun kaynatıldığı kısım, akışın tam gelişmiş olması için pompadan yeteri uzaklıkta seçilmiştir. Deney düzeneğinin şematik görünümü Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Deney düzeneğinin şematik görünümü (1-Su tankı, 2-Pompa, 3-Kontrol vanası, 4-Manşon, 5-U Manometresi)

1 no'lu depodan alınan su, 2 no'lu pompa yardımıyla 4 no'lu manşon üzerinden tekrar tanka geri gönderilmektedir. Manşonun neden olduğu basınç kaybı 5 nolu U manometresi ile ölçülmektedir. Manometrede akışkan olarak civa kullanılmıştır. Sistemde dolaşan akışkanın debisi ölçekli bir kap ve kronometre ile tespit edilmiştir.

Bir boru üzerine takılan fitting malzemesinin neden olacağı yük kaybı;

$$h_k = \Delta P_k / \rho g \quad (1)$$

eşitliği ile bulunur. Fitting malzemesinin kayıp katsayısı (direnç katsayısı) ise;

$$k = \frac{2gh_k}{U^2} \quad (2)$$

eşitliği ile bulunur[4]. Genelde kayıp katsayısı borulardaki sürtünme faktöründe olduğu gibi elemanın şekline ve Reynolds sayısına (Re) bağlıdır. Fakat çoğunlukla Re sayısından bağımsız olarak kabul edilir. Çünkü uygulamadaki çoğu akışın Re sayıları büyüktür ve büyük Re sayılarında kayıp katsayısı, Re sayısından bağımsız olmaya eğilimlidir[4].

Kaynak yerinde meydana gelen basınç kayıplarının tespitinde pompanın üç farklı konumunda tespit edilen her kaynak boyu için üç deney numunesi kullanılmıştır. Bu çalışmada debi 0,031-0,33 l/s aralığında, boru içindeki akışın Re sayısı 3033-32288 aralığında ve suyun hızı ise 0,23-2,48 m/s aralığında değişmektedir.

Plastik boruların füzyon kaynağı ile birleştirilmesinde makinenin kaynak sıcaklığının 260 °C olması gerekmektedir. Tesisatın döşenmesi esnasında, füzyon kaynak makinasının yeterli sıcaklığa ulaşmasını beklemeden kaynak yapılması veya ısıtıcı termostatının çalışmaması gibi nedenlerle istenilen sıcaklıktan az veya fazla bir sıcaklıkta kaynak yapılması durumunda kaynak kalitesinin gözlenmesi için de bir dizi deney yapılmıştır.

Bu deneylerde 20 mm çaplı, 7 farklı marka boru ve fitting malzemesi kullanılmıştır. Kaynak işleminde sıcaklığı termostat vasıtasıyla ayarlanabildiği bir kaynak makinası kullanılmıştır. Bu makina ile termostat ayarı 200 ile 300 °C aralığında 20 °C aralıklarda artırılarak boru ile manşon kaynatılmıştır. 200 °C sıcaklığında kaynak yapılması yeterli yumuşama sağlanamadığı için kaynak yapımı çok zor olmaktadır. Diğer sıcaklıklarda kaynak işleminde herhangi bir zorluk yaşanmamıştır. Sıcaklığın kaynak kalitesine etkisini test etmek için, bir test pompası ile 20 bar

hidrolik basınç altında bir saat süre ile kaynaklanan borular bekletilmiştir.

Kaynak boyunun istenilen 13 mm den az olması durumunda kaynak kalitesine, dolayısıyla basınç dayanımına etkisini gözlemek için 2 mm den başlayarak ikişer mm artırılarak 12 mm ye kadar boylarda kaynak yapıp yine hidrolik basınç testine tabi tutulmuştur.

3. DENEY SONUÇLARI

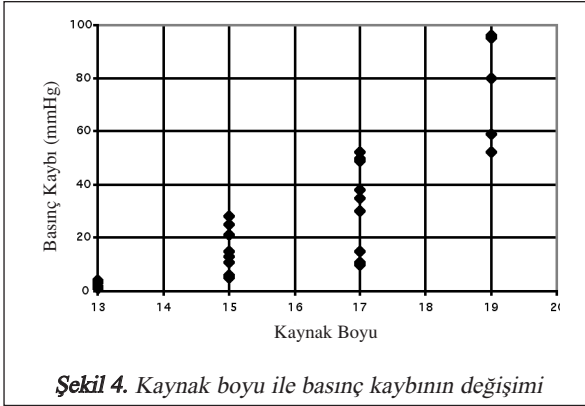
Temiz su tesisatında kullanılan plastik boruların füzyon kaynak makinası ile birleştirilmesinde kaynak boyunun gereğinden fazla olarak yapılması durumunda, birleşme yerindeki daralma nedeniyle yerel basınç kayıplarının tespiti için yapılan deney sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tabloda verilen değerler aynı şartlarda yapılan farklı üç deney numunesinden elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması olarak alınmıştır. Tabloda görüldüğü gibi aynı kaynak boyunda pompa basıncının artırılması ile fitting malzemesinin oluşturduğu kayıp da artmaktadır. Kaynak boyunun 13 mm’den 19 mm’ye doğru artırılması ile fitting malzemesinin neden olduğu basınç kaybı da 1,5-2 mmHg seviyelerinden 96 mmHg’ye doğru hızla yükselmektedir.

Deneyler sonucunda farklı kaynak boyları için oluşan basınç kayıpları Şekil 4’te verilmiştir.

Tablo 1. Deneylerde elde edilen verilerin ortalamaları

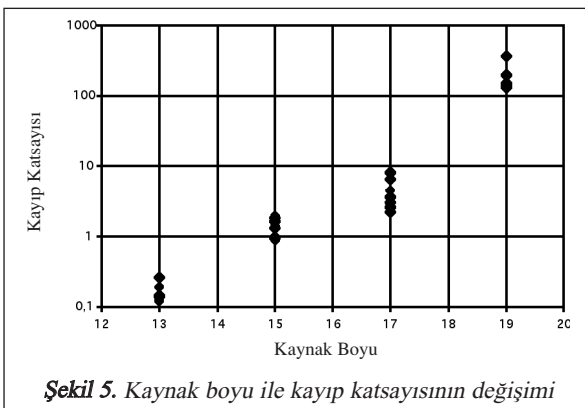
Kaynak Boyu	Pompa Basınç Kademesi	Basınç Kaybı (mmHg)	Debi (l/s)
13	1	1,5	0,176
	2	2	0,250
	3	4	0,317
15	1	6	0,143
	2	13	0,200
	3	25	0,283
17	1	12	0,118
	2	34	0,197
	3	50	0,262
19	1	64	0,036
	2	96	0,050
	3	Ölçülemedi	0,064



Şekil 4. Kaynak boyu ile basınç kaybının değişimi

Kaynak boyunun gereğinden fazla alınması durumunda oluşan kesit daralması nedeniyle oluşan basınç kayıp katsayısındaki artış Şekil 4'te görülmektedir. Şekilden de açıkça görüldüğü gibi kaynak boyunun artmasıyla birleşme noktasındaki daralma oluşmasından yerel basınç kayıpları da artmaktadır.

Örneğin pompanın 1. kademesinde tesisat üzerindeki boru ve manşonun birleşimi sonucunda oluşan kayıp 2 no'lu numune için 2 mm civa sütunu olarak okunmuştur. Bu durumda sistemdeki suyun debisi 0,183 l/s ölçülmüştür. Kaynak boyunun 17 mm olarak alındığı durumdaki basınç kaybı (yine pompanın aynı basınç konumu için) 15 mm civa sütunu ve debi ise 0,09 l/s olarak ölçülmüştür. Kaynak boyunun 13 mm'den 17 mm'ye çıkarılması ile yerel basınç kayıp katsayısı 0,25'ten 8,04'e yükselmiştir.



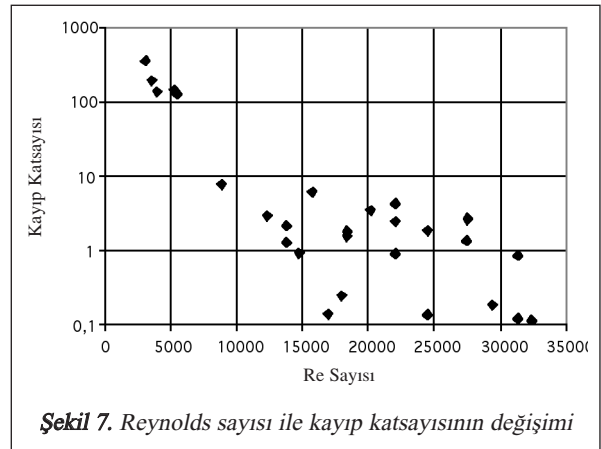
Şekil 5. Kaynak boyu ile kayıp katsayısının değişimi

Şekil 6'da kaynaklanan borulardan bazı örnek kaynak kesitleri görülmektedir. Şekil 6.a. 13 mm, b ve c'de ise 17 mm kaynak boyu alınarak kaynak işlemi yapılmıştır. Kaynak boyu nedebiyile oluşan daralma b ve c'de açıkça görülmektedir.



Şekil 6. Örnek kaynak kesitleri

Şekil 7'de deneylerden elde edilen verilerle akışın Reynolds sayısı ile kayıp katsayısının değişimi görülmektedir. Kaynaklarda da belirtildiği gibi[4], düşük Reynolds sayıları hariç olmak üzere kayıp katsayısı ile Reynolds sayısı arasında bir ilişki gözlenmiştir.



Şekil 7. Reynolds sayısı ile kayıp katsayısının değişimi

4. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada 7 farklı markadaki plastik tesisat borularının füzyon kaynak makinası ile birleştirilmesinde kaynak sıcaklığının 200-300 °C ve kaynak boyunun 2-12 mm aralığında çalışılmasında, kaynak sıcaklığının ve kaynak boyunun değişiminin basınç dayanımına olumsuz bir etkisi gözlenmemiştir. Ancak kaynak boyu uzunluğunun 15 mm'den fazla olması durumunda kesitte daralmanın başladığı ve bu daralmanın miktarına bağlı olarak yüksek basınç kayıplarına neden olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak tesisatta yaygın olarak kullanılan plastik boruların kaynak işleminin basite alınmaması gerektiği, özellikle kaynak uzunluğunun fazla yapılması durumunda tesisattaki yerel basınç kayıplarının çok büyük değerlere çıkabileceği görülmüştür. Özellikle kaynak boyunun 17 mm ve daha fazla olduğu

durumlarda akış kesitinin önemli derecede daraldığı ve 21 mm kaynak boyu yapılması durumunda boru kesitinin tamamen kapandığı görülmüştür. Bu şekilde yapılmış tesisatlarda özellikle çalışmaları esnasında basınç gerektiren elektrikli ve gazlı su ısıtıcıları kullanılırken, eş zamanlı olarak aynı tesisat üzerinden su kullanılması durumunda tesisattaki yüksek basınç düşümü ile cihazların sıcak su üretememesi gibi sorunlar yaşanmaktadır.

SEMBOLLER

U	Hız (m/s)
k	Kayıp katsayısı
h_k	Yük kaybı (Pa)
g	Yerçekimi ivmesi (m/s ²)

ΔP_k Basınç kaybı (Pa)

ρ Yoğunluk (kg/m³)

KAYNAKLAR

- [1] Özsoy A., “Sıcak Eleman Yöntemiyle Plastiklerin Kaynağı”, II. Ulusal Kaynak Sempozyumu, 13-15 Kasım 1989, 296-302, İstanbul.
- [2] Ezdeşir A., Erbay E., Taşkırıran İ., Yağcı M.A., Cöbek M., Bilgiç T., “Polimerler”, Pagev Yayınları, Pagev Yayıncılık, İstanbul, 1999.
- [3] <http://www.gelisimteknik.com.tr>
- [4] Çengel Y., Cimbala J.M., “Akışkanlar Mekaniği, Temelleri ve Uygulamaları” (Çev: T. Engin, H.R. Öz, H. Küçük, Ş. Çeşmeci), İzmir Güven Kitabevi, İzmir, 2008.