

8. BİRLEŞTİRME YÖNTEMLERİ

8.1 Kaynakla Birleştirme Yöntemi

8.1.1 Elektrofüzyon Kaynak

Polietilen boruların elektrofüzyon kaynak işlemi, DVS 2207 gibi uluslararası standardına uygun olarak yapılmaktadır.

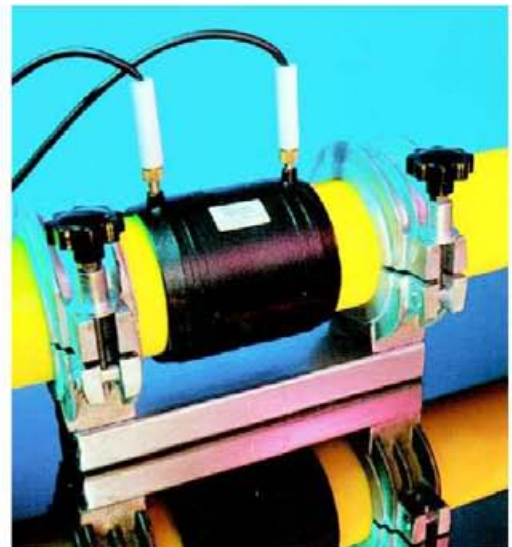
Elektrofüzyon kaynak yönteminde kaynak, manşon kısmındaki ısıtma rezistansları ile yapılır. Manşon içine borular yerleştirildikten sonra kaynak makinesinin uçları manşonun delik içerisindeki rezistans uçlarına bağlanarak rezistanslar akım ile ısıtılır. Rezistansların ısınması sonucu manşonun et kalınlığının borunun et kalınlığından daha çok olmasından dolayı, boru cidarının ısı, manşon cidarının ısısından daha yüksek olur. Bu ısı farkından dolayı boru içerisinde basınç oluşur. Boru üzerindeki basınç ile boru içerisinde oluşan basınç sayesinde kaynak işlemi gerçekleşir.

Bu kaynak işlemi için kullanılan elektrofüzyon kaynak makineleri hafif olduğu gibi, değişken kaynak parametreleri ile kaynak yapma ve gerekirse yapılan kaynakların bilgi dökümanlarının alınmasına da olanak verirler.

- Elektrofüzyon kaynak işleminde aynı hammaddeden yapılmış borular kaynatılabilir.
- Eriyik akış hızı HDPE-elektrofüzyon birleştirme için 0.2-1.3 gr/10 dk. (190°C/5 kg) aralığındadır. Kaynak yapılacak borular ve manşonun eriyik akış hızlarının bu değerler arasında olması gerekmektedir. Aynı eriyik akış hızına sahip borular kaynak yapılabilir.
- Kaynak yapılacak alanın kötü hava koşullarından etkilenmeyecek şekilde korunması gerekmektedir. (Örneğin: Kar, yağmur, rüzgar, etkili güneş ışınları vb.)
- Kaynak yapılacak ortamın ısı 5°C ile 50°C arasında olmalıdır.
- Genel olarak elektrofüzyon kaynak makineleri üzerinde barkod okuyucular ve elektrofüzyon ek parçalar üzerinde kaynak parametrelerini içerir barkodlar bulunmaktadır. Kaynak parametreleri barkod üzerinden makineye yüklenmekle birlikte, ek parça üzerinde yazan kaynak parametreleri manuel olarak da kaynak makinesine yüklenerek kaynak yapılabilir.

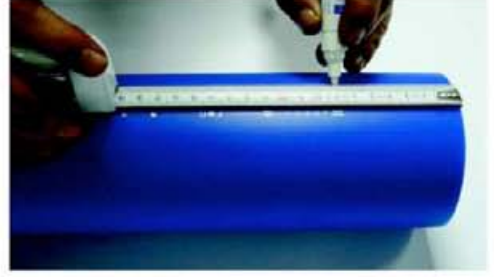
Kaynak Parametreleri

Son teknoloji kaynak makineleri üzerinde barkod okuyucu kalem bulunmaktadır. Kaynak yapılacak EF ek parçasının kaynak parametreleri, barkod ya da manşon üzerinde yapışık olarak veya paketin içerisinde bulunur.

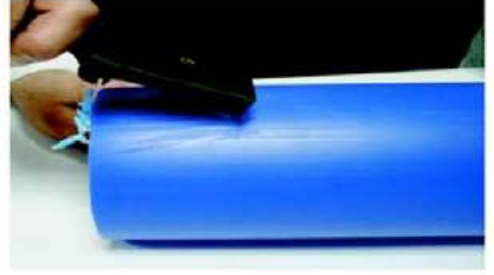


EF Kaynak Prosedürü

1 • Boruların kaynak yapılacak uçları düz ve pürüzsüz kesilerek, kaynak yapılacak ek parçanın içerisine dayanma sınırına kadar yerleştirilerek, boru üzerinde giriş sınırı işaretlenir.



2 • Kaynak yapılacak boru yüzeyi temizlenerek, kaynak öncesi raspa ile yüzey oksidasyonu alınmalıdır.



3 • Kaynak yapılacak ek parçalar ambalajından kaynak aşamasında çıkarılarak, kaynak yapılacak elektrofüzyon yüzeyleri sanayi alkolü ile temizlenmeli, borunun ve ek parçanın kaynak olacak yüzeyleri temizlendikten sonra elle temastan korunmalıdır.



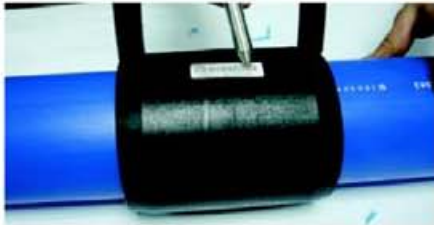
4 • Daha sonra kaynak yapılacak ek parça, borunun işaretli kısmına ek parçanın dayanma sınırına kadar yerleştirilir.



5 • Elektrofüzyon kaynak uçları yukarı gelecek şekilde boruyla birlikte düz olarak kontrol edildikten sonra sabitlenir. Kaynak makinesi soketleri, ek parçanın kaynak uçlarına yerleştirilir ve kaynağa hazır hale getirilir.



6 • Kaynak işlemi için makine hazır sinyalini verdikten sonra, barkod okutularak veya manuel kaynak parametreleri girilerek kaynak işlemi başlatılır. Genel olarak kaynak makineleri kaynak süresini ve voltajı ekranda göstererek kaynak işlemini otomatik olarak sonlandırarak bitiş sinyali verir.



8.1.2. Alın Kaynak (Butt Welding)

Polietilen borular, uygulanacak projenin özelliğine göre alın kaynağı yöntemi ile birleştirilmek üzere üretilebilirler. Ancak bu kaynak yöntemi ile birleştirmede gerek çap ve gerekse et kalınlığı için teknik kısıtlamalar bulunmaktadır. Bu kaynak yöntemi ile birleştirme, 50 mm. çaptan 1600 mm. çapa ve çaplara bağlı olarak minimum 5 mm. et kalınlığından 100 mm. et kalınlığına kadar yapılmaktadır. Alın kaynak işlemi DVS 2207 standardına göre yapılmaktadır.

PE boruların alın kaynağı ile birleştirilmesinde dikkat edilmesi gereken hususlar:

- Alın kaynağı yapılacak ortamın ısı 5°C'nin altında olmamalıdır.
- Birleştirilecek boruların et kalınlıkları eşit olmalı, fark bulunduğu takdirde iki borunun et kalınlığı farkı maksimum % 10'u geçmemelidir.
- Kaynakta kullanılacak alın kaynak makinesi sertifikalı olmalıdır.



- Kaynak işlemi başlamadan önce kaynak yüzeyleri traşlanarak, oksidasyonu alınmalı ve kaynak yüzeylerinin tamamen birbirine teması sağlanmalıdır.

- Kaynak yapılacak yüzeyin traşlanmasından sonra herhangi bir nedenle kirlenmesi önlenmelidir. Tekrar kirlenme söz konusu ise traşlama işlemi yeniden yapılmalıdır.

- Kaynak yapılacak yüzey, ütü ile ısıtılmadan önce saf alkol ile temizlenmelidir.

- Kaynak ütü sıcaklığı 200-220 °C arasında olmakla birlikte, borunun üretildiği hammaddeye ve uygulama standardına göre belirlenmelidir. Et kalınlığı az olan borular için üst ısı değerleri, çok olan borular için alt ısı değerleri seçilmelidir.

- Kaynak işlemi başladıktan sonra, kaynak soğuma süresince boruların birleşme basınç değerleri eşit tutulmalıdır.

- Boru içerisinde oluşan hava sirkülasyonu yapılan kaynağın soğuma işlemini dengesiz olarak hızlandırdığı için kaynak esnasında boruların bir ucu kapatılmalıdır.

- Kaynak işlemine başlamadan önce makinenin ısı değerleri kontrol edilmeli ve istenen ısı değerine ulaşıldıktan 5 dakika sonra kaynak başlatılmalıdır.

- Makinenin ütü kısmı ve borunun kaynak yapılacak kısmı, kaynak öncesi temizlenmelidir.

- Basıncılı içmesuyu boruları için kaynak basınç testi EN 805 standardına göre yapılmaktadır.



Boru Kaynak Alanı Hesabı Formülü:

$$A_{\text{Boru}} = \frac{(d_a^2 - d_i^2) \cdot \pi}{4} (\text{mm}^2)$$

veya $\approx dm \cdot \pi \cdot s (\text{mm}^2)$

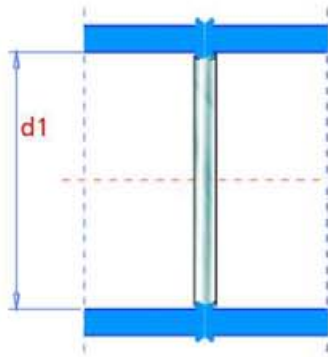
Aboru : Boru kaynak alanı
 da : Dış çap
 di : İç çap
 dm : Orta çap

Kaynak Sıkıştırma Kuvveti Hesabı:

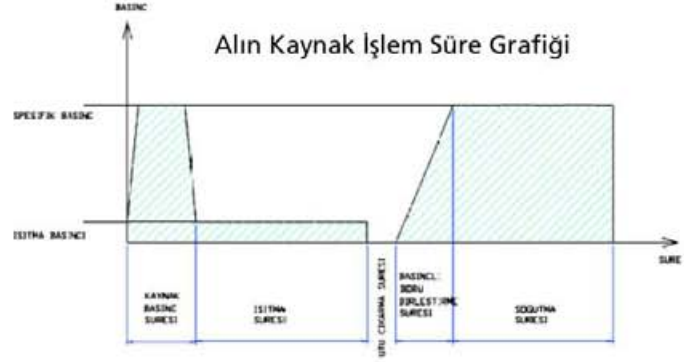
$$F = p_{\text{Spesifik}} \cdot A_{\text{Boru}} (\text{N})$$

Aboru : Boru kaynak alanı
 F : Sıkıştırma kuvveti
 Pspesifik : PE = 0.15 N/mm²
 : PP = 0.10 N/mm²

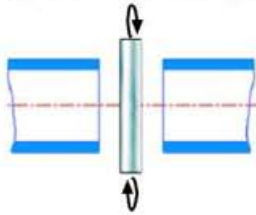
Alın Kaynak Aşamaları



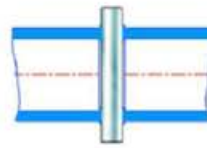
Alın Kaynak İşlem Süre Grafiği



Kaynak Hazırlık (Traşlama)



Isıtma



Birleştirme ve Soğutma



Şekil 8.1 Alın Kaynak Aşamaları

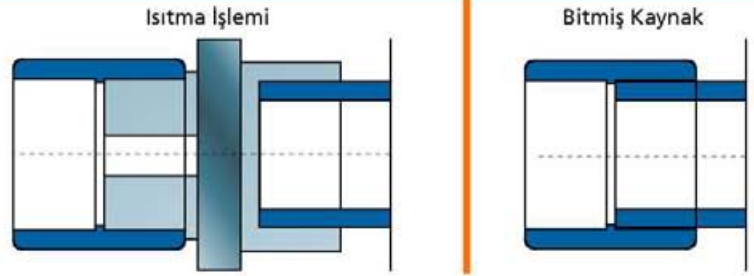
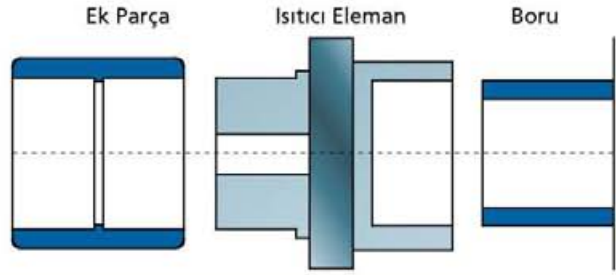
Tablo 8.1 HDPE Boruların 20°C Ortam Isısında Optimum Kaynak Süreleri

Boru Et Kalınlığı (mm.)	Kaynak Basıncı 0.15 N / mm ² Dudak Yüksekliği (mm.)	Isıtma Süresi 0.02 N / mm ² (sn.)	Isıtma Ütüsü Çıkarma Süresi (sn.)	Boru Birleştirme Basıncı Çalışma Süresi (sn.)	Soğuma Süresi (dk.)
.....4,5	0.545556
4,5.....7	1.0	45.....70	5.....6	5.....6	6.....10
7.....12	1.5	70.....120	6.....8	6.....8	10.....16
12.....19	2.0	120.....190	8.....10	8.....11	16.....24
19.....26	2.5	190.....260	10.....12	11.....14	24.....32
26.....37	3.0	260.....370	12.....16	14.....19	32.....45
37.....50	3.5	370.....500	16.....20	19.....25	45.....60
50.....70	4.0	500.....700	20.....25	25.....35	60.....80

8.1.3. Soket Füzyon Kaynak

Bu metotta, yapışkan olmayan alüminyum kalıplarla borunun dış yüzeyi ve aynı PE malzemeden yapılmış ek parçanın iç yüzeyi aynı anda ısıtılır. Yüzeyler yeterince eridikten sonra ısıtıcı kalıplar çıkarılarak, boru ve ek parça birbirine geçirilir. Erimiş yüzeylerin birbirine geçmesi sağlanır ve homojen birleşme için soğutulur.

Prensipite sadece aynı tip malzemeler birleştirilebilir (PE, PE ile). Bu yöntemle küçük çaplı boru ve ek parçalar birleştirilmekle birlikte genel olarak PPRC tesisat boru ve ek parçalarının birleşiminde kullanılır.



Şekil 8.2 Soket Füzyon Kaynak Tekniği

8.1.4. Ekstrüzyon Kaynak (Köşe Kaynak)

PE borular muf geçme noktalarından içten ve dıştan köşe kaynağı ile birleştirilebilir. Mufuz olarak yapılan düz borularda da köşe kaynağı yapmak mümkün olmakla birlikte, bu kaynak yöntemi genel olarak özel projelerde borulardan üretilen dirsek, çatal gibi ek parçaların üretiminde menhol ve tank gibi özel teknik uygulamalarda kullanılan bir kaynak yöntemidir.

Köşe kaynağı, yüksek basınçlı hatlarda kullanılacak boruların birleşiminde uygulanamaz, sadece düşük basınçlı cazibeli hatlarda kullanılacak boru ve menhollerde uygulanabilir. Ekstrüzyon kaynak makineleri, aynı yöntemle çalışmakla birlikte iki türdür.

- Elektrotla çalışan sıcak hava üflemeli kaynak makineleri
- Granül hammaddeyi ekstrüde eden sıcak hava üflemeli kaynak makineleri

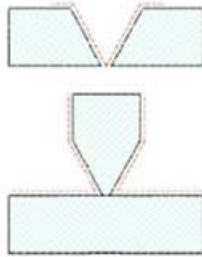
Köşe kaynağı (ekstrüzyon kaynak) DVS 2207 standardına göre yapılmaktadır.



PE boruların köşe kaynağı ile birleştirilmesinde dikkat edilmesi gereken hususlar:

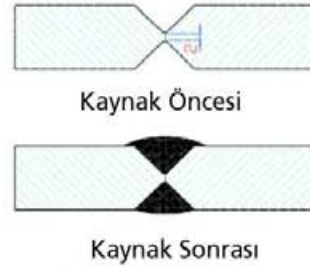
- Köşe kaynağı yapılacak ortamın ısı 5°C'nin altında olmamalıdır.
- Köşe kaynağı, gaz borularında ve basınçlı içmesuyu hatlarında kullanılmamalıdır.
- Kaynak yapılacak parçalar ile kaynak elektrotlarının malzemesi aynı sınıf olmalı ve kullanılan kaynak elektrotlarının çapları 3 veya 4 mm olmalıdır.
- Kaynak yapılacak yüzeyler çok temiz olmalı, kaynaktan hemen önce raspa ile yüzey oksidasyonu alınarak kaynak yapılmalıdır.
- Kaynak ekstruderini kaynak yapılacak yüzeye daima 45° açı ile tutularak kaynak işlemi gerçekleştirilmelidir.
- Büyük ve derin kaynaklarda bir kerede maksimum 4 mm kalınlığında kaynak yapılmalı, soğuma işleminden sonra, tekrar raspa ile temizlenip kaynak üzerine bir daha kaynak yapılarak, istenen kalınlığa ulaşıncaya kadar işlem bu şekilde devam ettirilmelidir.

Köşe Kaynağı Hazırlık Detayları



Şekil 8.3 Köşe Kaynak Yapım Şekilleri

Çift Taraflı Yatay Köşe Kaynağı Görünümü



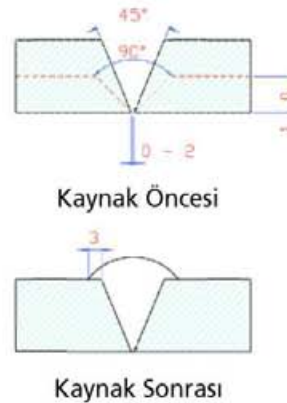
Şekil 8.4 Köşe Kaynağı Yatay Parça Kaynak Şekilleri

Tek Taraflı Dik Köşe Kaynağı Görünümü



Şekil 8.5 Köşe Kaynağı Dik Parça Kaynak Şekilleri

Tek Taraflı Yatay Köşe Kaynağı Görünümü



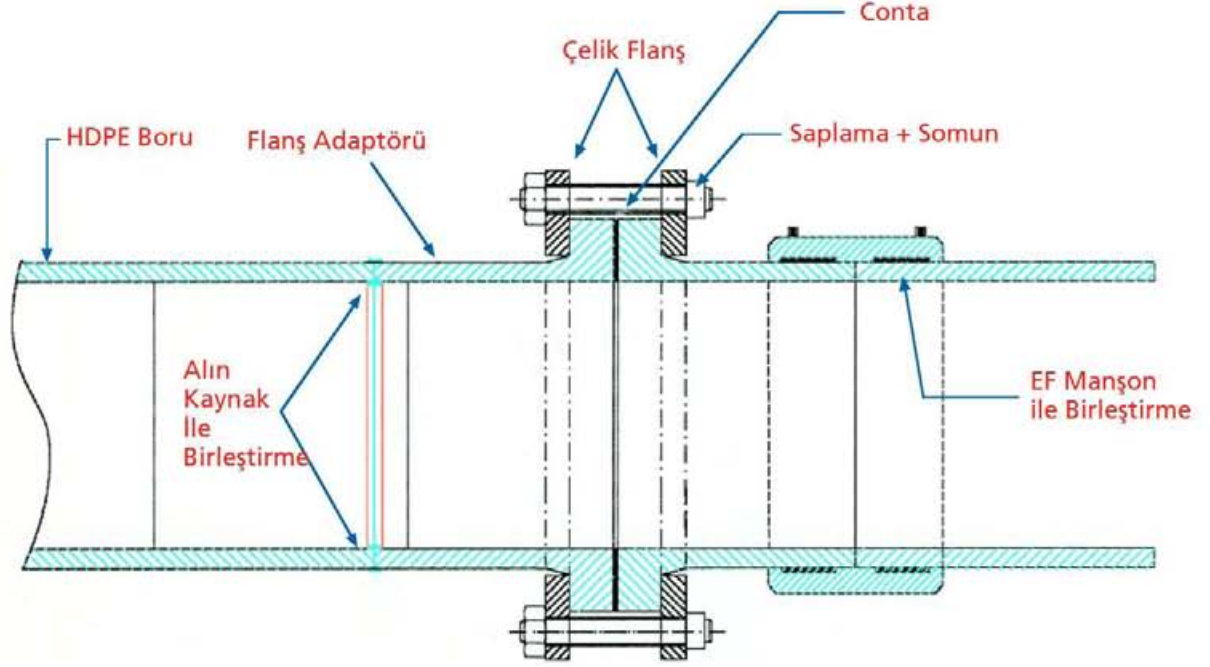
Şekil 8.6 Köşe Kaynağı Yatay Parça Kaynak Şekilleri

Tablo 8.2 DVS 2207 Köşe Kaynağı Parametreleri (Ortam Isısı 20°C)

Kaynak Yapılacak Malzeme Sınıfı	Kaynak Kuvveti (N)		Kaynak Ekstruderisi Sıcak Hava Isı Değeri (°C)	Sıcak Hava Debisi (l/min)
	3 mm Elektrot	4 mm Elektrot		
HDPE	10...16	25...35	300...350	40...60
PP	10...16	25...35	280...330	40...60

Ekstruderin sıcak hava üfleme ucunun çıkış çapı 5 mm olmalıdır.

8.2 Flanşlı Birleştirme Yöntemi

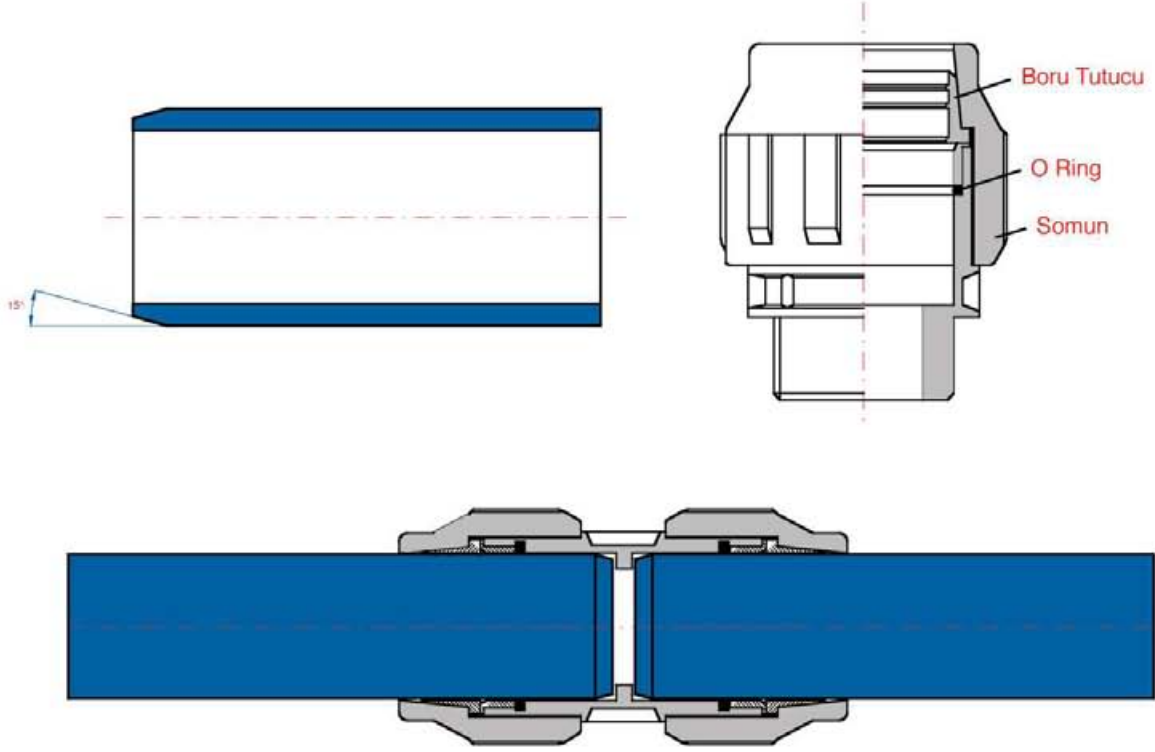


Şekil 8.7 Flanşlı Birleştirme Yöntemi

Flanşlı birleştirme yöntemi, PE boruların çelik boru, vana, pompa, kompensatör gibi ekipmanlarla birleştirilmesi gerektiğinde, veya boru hattının ileriki dönemlerde belli noktalarda demonte edilmesi gerektiği durumlarda kullanılan bir yöntemdir. Flanş olarak adlandırılan çelik bir çember PE boru hattının üzerine geçirildikten sonra, boru hattının ucuna "flanş adaptörü" olarak adlandırılan ve uç kısmında çelik çemberi tutacak şekilde bir yakası bulunan PE parça, alın kaynağı ile kaynatılır. Flanş ile birleştirilecek olan iki boru hattı karşı karşıya getirilir ve iki yaka arasına conta yerleştirildikten sonra, civata ve somun ile flanşların bağlantısı yapılır. Dikkat edilmesi gereken husus, civataları dairesel sıra ile değil, karşılıklı sıra ile sıkmaktır. Civataları sıkarken, boru hatlarını çektirmemek, aşırı yüklenmeleri önlemek açısından önemli bir husustur.



8.3 Kaplin Adaptörlü Birleştirme Yöntemi



Şekil 8.8 Kaplin Adaptörlü Birleştirme Yöntemi



Kaplin adaptör ile birbirine bağlanacak olan borular, eksenlerine dik olarak kesildikten sonra, uçları yaklaşık 15°'lik bir açı ile konikleştirilir ve boru çevrilerek kaplinin iç kısmındaki çıkıntıya kadar itilir. Her iki boru da iyice yerleştirildikten sonra somunlar elle sıkılarak bağlantı tamamlanmış olur. Eğer boru çapı 40 mm veya üzerinde ise, somunun el ile değil de, özel anahtar ile sıkılması daha doğru olacaktır. Kaplin adaptörler 20 Atmosfer basınca dayanıklıdır, ancak çapı 110 mm'yi geçen boruların bağlantısı için tavsiye edilmemektedir.

