

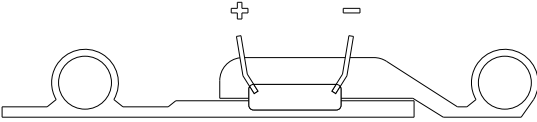
FKS Boru ve Ek Parçaları Birleştirme Yöntemleri

FKS boru ve menholler tüm farklı birleştirme tekniklerine uygun olarak tasarlanır ve üretilirler. FKS boruların uç kısımları, menhollerin giriş ve çıkış kısımları; amacına yönelik olarak farklı birleşim yöntemlerine göre üretilmektedir.

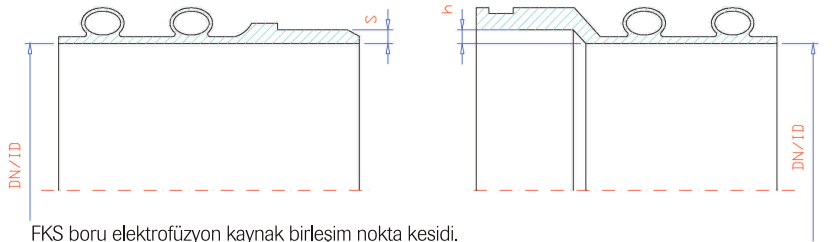
Elektrofüzyon Kaynaklı Birleştirme Yöntemi

Bu kaynak yöntemi ile üretilen borularda muf kısmının içi elektrofüzyon donatılı olarak hazırlanır. Elektrofüzyon donatı için kullanılan özel alaşımlı rezistans telleri, deformasyona uğramaması için muf içerisine gömülerek sabitlenir ve kaynak makinesine bağlanacak uçlar rahat kaynak yapımına uygun olacak şekilde serbest bırakılır. Büyük çaplı borularda borunun iç kısmında çalışarak kaynaklı birleştirme yapılabilir. FKS borular 3.600 mm iç çapa kadar elektrofüzyon kaynaklı olarak üretilirler.

Elektrofüzyon kaynak yöntemiyle birleştirilen FKS borular, gerekli dikkat gösterildiği takdirde 5 kez sökülüp, tekrar elektrofüzyon kaynak yöntemiyle birleştirilebilirler.



FKS boru elektrofüzyon kaynak donatılı muf yapısı



FKS boru elektrofüzyon kaynak birleşim nokta kesidi.

Borunun muf kısmına giren spigot ucu, muf kısmına rahat girecek şekilde ve sağlıklı bir kaynak için gerekli milimetrik hassasiyetle üretilmektedir. Borunun gerek muf kısmının iç çapı gerekse spigot ucunun dış çapı ve et kalınlıkları standart ölçülerdedir.

FKS Boru Elektrofüzyon Kaynak Makinası

İyi bir kaynak için kaynak donatısı ve kaynak operasyonu kadar, kaynak makinesinin özellikleri de çok önemlidir. FKS boruların kaynağı için aşağıdaki teknik özelliklere sahip kaynak makinesi kullanılabilir gibi, FKS boruların kaynağı için özel geliştirilmiş alternatif kaynak makineleri de kullanılabilir.

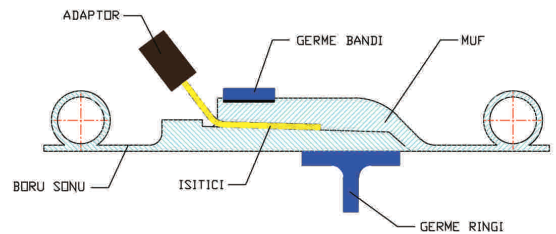


Giriş voltajı	: 380 Volt
Çıkış voltajı	: 8 – 48 Volt
Frekans	: 40 Hz – 70 Hz
Amper	: 16 A
Kaynak zaman aralığı	: Min. 20 dk. Max. 30 dk.

FKS Boru Elektrofüzyon Kaynak Parametreleri

FKS boruların elektrofüzyon yöntemi ile yapılacak kaynak işlemlerinde dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda belirtilmiştir.

- Kaynak sahası kirlenmeye ve güneş ışınlarına karşı korunmalı, kaynak işlemi 5°C ve üzeri ısı ortamlarında yapılmalıdır.
- Muf ve boru sonu kısımlarının ambalajı kaynak işleminden hemen önce çıkarılmalıdır. Ambalajın önceden çıkarılması kaynak yapılacak kısımların kirlenmesine neden olacaktır.
- Borunun kaynak yapılacak kısımları kaynaktan hemen önce temizleyici malzeme veya sanayi alkolü ile çok iyi temizlenmelidir.
- Boru sonunun muf kısmına geçme boyu mutlaka montajdan önce ölçülerek işaretlenmeli ve boruların uç kısımlarının birbirine geçmeleri ölçülen boya göre yapılmalıdır.
- Geçme noktasında boru yüzeylerinin birbirine paralel olması gerekmektedir. Boru dışından yapılan sıkma işleminin doğru yapıldığı kontrol edilmeli, geçme yüzeylerinde boşluk kalmamalı, rezistans uçları borunun üst kısmına gelmelidir.
- 800 mm. çap ve üzeri çaplarda boruların kaynak işleminde mutlaka boru içerisine germe ringi yerleştirilmelidir.
- Rezistans uçları dikkatlice adaptör içine tam oturtularak yerleştirilmeli ve vidalanarak sıkıştırılmalı, kaynak kabloları borunun üzerinde kalacak şekilde bırakılmalıdır.
- Kaynak operatörü, operatör kartını kaynaktan önce mutlaka kaynak makinesine okutturmalıdır.
- Germe bandı muf dış kısmında açılmış olan yuvasına tam oturtulmalı ve germe aparatı ile borunun kaynak yapılacak yüzeyleri birbirleriyle temas edecek şekilde sıkıştırılmalı, kaynak işlemi başladıktan sonra daha da sıkılarak kaynak noktalarının iyice yapışması sağlanmalıdır.
- Kaynak başlangıcında voltaj oranı ve kaynak süresi makinenin üzerinde ayarlanmalı veya barkot ile makine okutturulmalıdır.
- Kaynak işlemi bittikten sonra, kaynak makinesi adaptör kısmından yine özenle çıkarılmalıdır.
- Kaynak işlemi bittikten sonra soğuma süresi içerisinde germe bandı ve iç ringi kesinlikle çıkarılmamalıdır. Soğuma işlemi bitene kadar bu aparat boru üzerinde kalmalıdır.
- Boru kaynağının sızdırmazlık testi, DIN 1610 standardına uygun olarak, boru üst dolgusu dökülmeden önce yapılmalıdır.



FKS Boru ve Ek Parçaları Birleştirme Yöntemleri

FKS Borular Elektrofüzyon Kaynak Parametreleri

Çap	Kaynak Voltajı	Kaynak Süresi (saniye)				
		30°C	20°C	15°C	10°C	5°C
400	15	1605	1786	1965	2160	2235
500	17	1745	1938	2131	2340	2425
600	20	1688	1875	2065	2265	2345
700	22	1785	1985	2185	2400	2485
800	25	1725	1920	2110	2320	2400
900	28	1688	1875	2065	2265	2345
1.000	30	1760	1960	2150	2365	2445
1.100	35	1720	1910	2100	2305	2385
1.200	36	1688	1875	2065	2265	2345
1.300	40	1560	1730	1900	2090	2160
1.400	42	2115	2350	2590	2835	2940
1.500	42	2820	3135	3450	3785	3900
1.600	45	3075	3415	3755	4120	4270

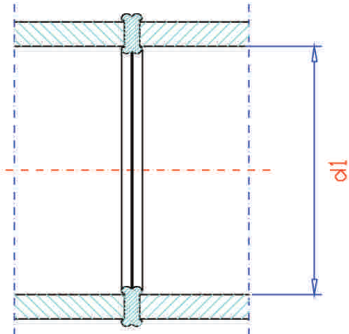
Olağanüstü koşullar haricinde 5°C'nin altında kaynak yapılması önerilmez. Sıcaklık 5°C'nin altında ve kaynak yapmak zorunlu ise yukarıdaki veriler ışığında ön ısıtma işlemi yapılmalıdır. Ön ısıtma işlemi bittikten sonra asıl kaynak işlemi yapılmalıdır.



Alın Kaynaklı (Butt Fusion) Birleştirme Yöntemi

FKS borular, uygulanacak projenin özelliğine göre alın kaynağı yöntemi ile bitleştirilmek üzere üretilebilirler. Ancak bu kaynak yöntemi ile birleştirmede gerek çap ve gerekse et kalınlığı için teknik kısıtlamalar olması nedeniyle bu kaynak yöntemi ile 300 mm. çaptan 1.600 mm. çapa ve maksimum 110 mm. et kalınlığına kadar kaynak yapılabilmektedir. Alın kaynak işlemi DVS 2207 standardına göre yapılmaktadır. FKS boruların alın kaynağı ile birleştirilmesinde dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıdadır.

- 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.
- Kaynak işlemi başlamadan önce kaynak yüzeyleri traşlanarak, oksidasyonu alınmalı ve kaynak yüzeylerinin tamamen birbiri ile teması sağlanmalıdır.
- Kaynak yapılacak yüzey, ütü ile ısıtılmadan evvel sanayi alkolü ile temizlenmelidir.
- Kaynak ütü sıcaklığı 200-220°C arasında olmalıdır. 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.
- FKS kanalizasyon boruları için kaynak basınç testi DIN 1610 standardına göre, basınçlı içme suyu hatlarında ise EN 805 standardına göre yapılmaktadır.



FKS boru alın kaynak birleşim nokta kesidi.

FKS Boru ve Ek Parçaları Birleştirme Yöntemleri

HDPE Boruların 20°C Ortam Isısında Optimum Kaynak Süreleri

Boru Et Kalınlığı (mm.)	Kaynak Basıncı 0.15 N/mm ² Dudak Yük. (mm.)	Isıtma Süresi 0.02 N/mm ² (sn.)	Isıtma Ütüsü Çıkarma Süresi (sn.)	Boru Birleş. 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

Boru Kaynak alanı Hesabı Formülü:

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

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

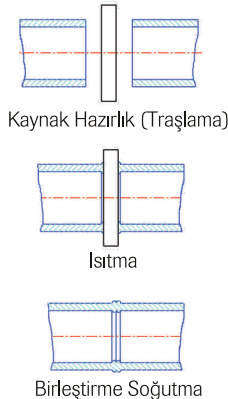
$$\text{veya } \approx dm \cdot \pi \cdot s \text{ (mm}^2\text{)}$$

Kaynak Sıkıştırma Kuvveti Hesabı:

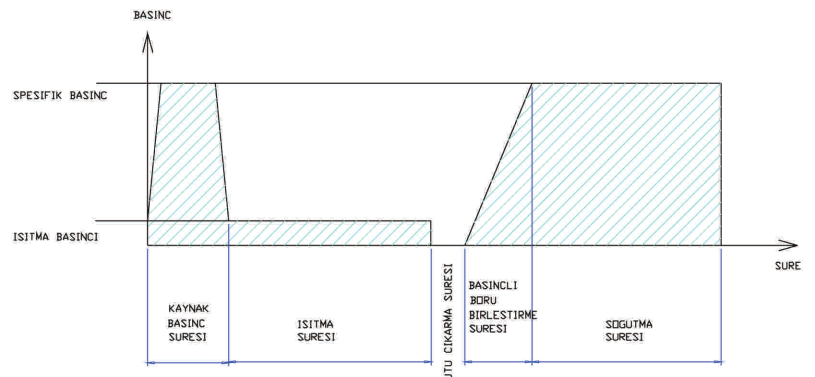
$$F = p_{\text{Spesifik}} \cdot A_{\text{Boru}} \text{ (N)}$$

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

Alın Kaynak Aşamaları



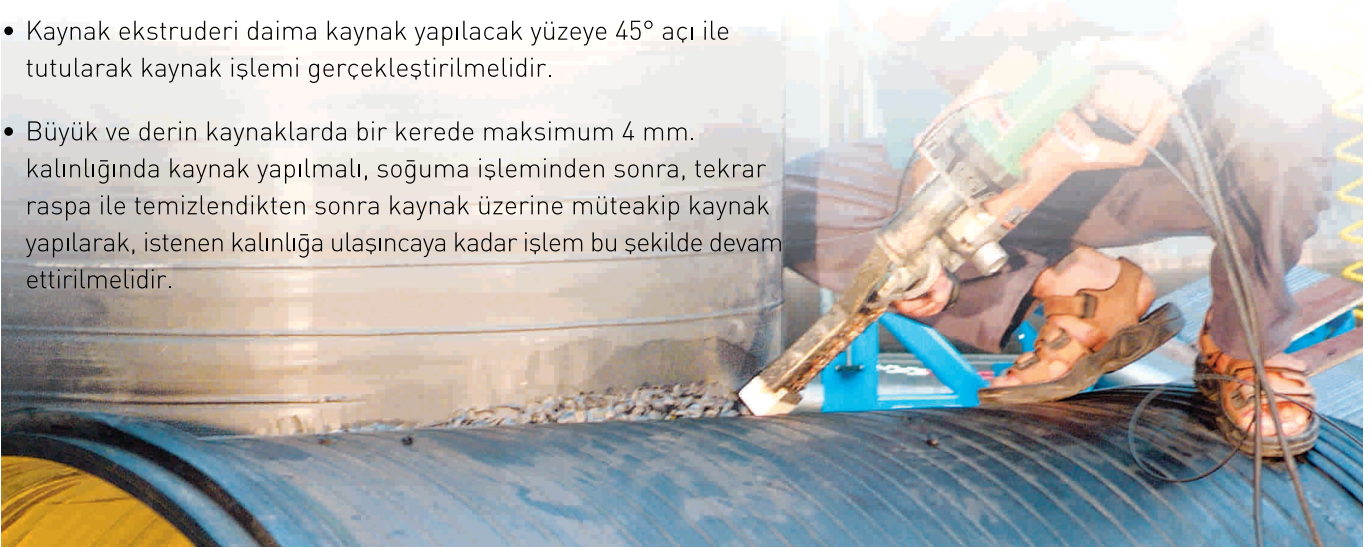
Alın Kaynak İşlem Süre Grafiği



Köşe Kaynaklı (Ekstrüzyon) Birleştirme Yöntemi

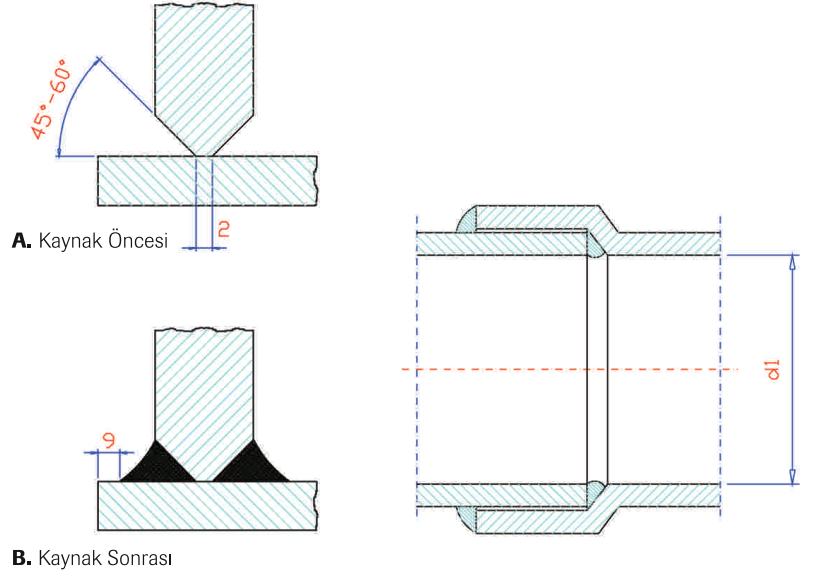
FKS borular muf geçme noktalarından içten ve dıştan köşe kaynağı ile birleştirilebilir. Mufsız olarak düz yapılan borularda da köşe kaynağı yapmak mümkün olmakla birlikte, bu kaynak yöntemi genel olarak özel projelerde FKS borulardan üretilen dirsek, çatal gibi ek parçaların üretiminde ve menhol, tank 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 üflemleri kaynak makineleri,
- Granül hammaddeyi ekstrude eden sıcak hava üflemleri kaynak makineleri, köşe kaynağı (Ekstrüzyon kaynak) DVS 2207 standardına göre yapılmaktadır.
- FKS 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 içme suyu 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 ekstruderi daima kaynak yapılacak yüzeye 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 temizlendikten sonra kaynak üzerine müteakip kaynak yapılarak, istenen kalınlığa ulaşıncaya kadar işlem bu şekilde devam ettirilmelidir.



FKS Boru ve Ek Parçaları Birleştirme Yöntemleri

Çift Taraflı Dik Köşe Kaynağı Görünümü

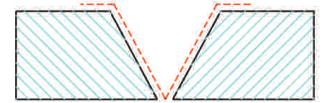
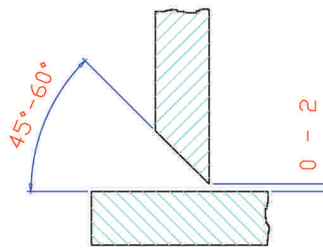


Köşe kaynağı dik parça kaynak şekilleri

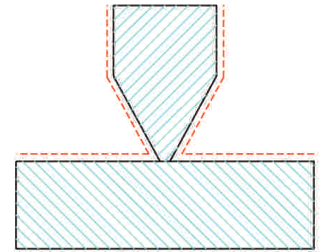
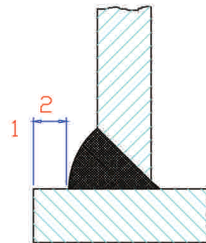
Köşe kaynak yapım şekilleri

Tek Taraflı Dik Köşe Kaynağı Görünümü

Köşe Kaynağı Hazırlık Detayları

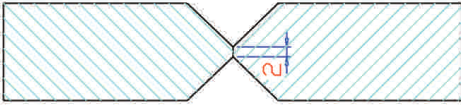


B. Kaynak Sonrası



Köşe kaynağı yatay parça kaynak şekilleri

Çift Taraflı Dik Köşe Kaynağı Görünümü

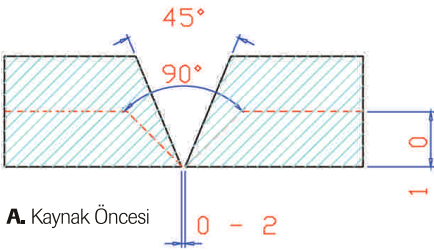


A. Kaynak Öncesi

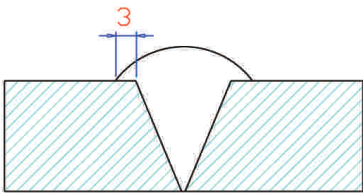


B. Kaynak Sonrası

Tek Taraflı Dik Köşe Kaynağı Görünümü



A. Kaynak Öncesi



B. Kaynak Sonrası

DVS 2207 Köşe Kaynağı Parametreleri (Ortam Isısı 20°)

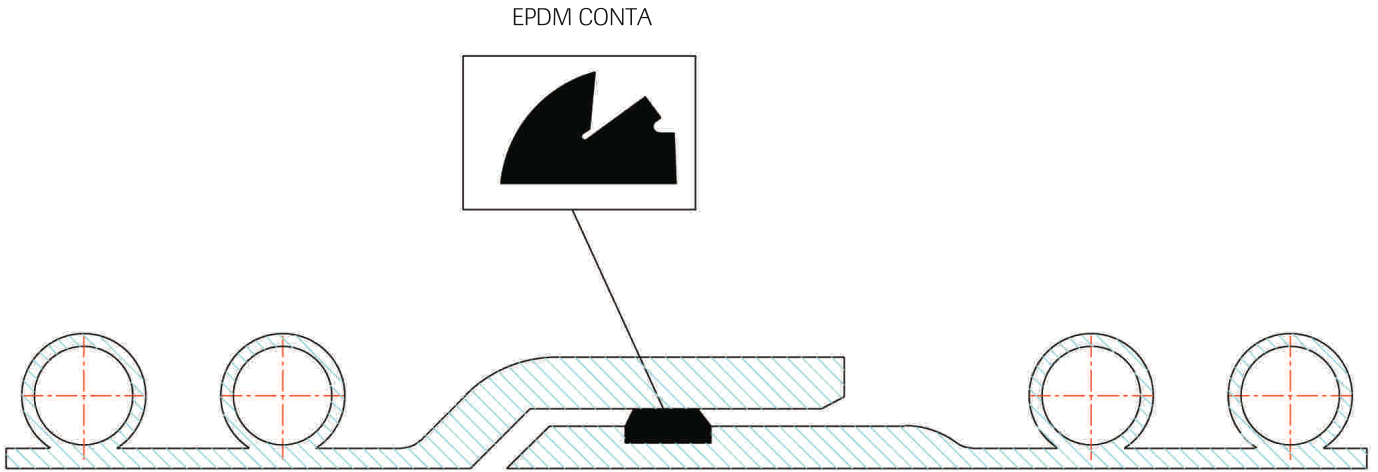
Kaynak yapılacak malzeme sınıfı	Kaynak kuvveti (N)		Kaynak ekstruderi sıcak hava ısı değeri (°C)	Sıcak hava debisi (l / min)
	3 mm. Elektrot	4 mm. Elektrot		
HDPE	10...16	25...35	300...350	40...60
PP	10...16	25...35	280...330	40...60

Ekstruderin sıcak hava üfleme ucunun çıkış çapı 5 mm. olmalıdır

FKS Boru ve Ek Parçaları Birleştirme Yöntemleri

Contalı Birleştirme Yöntemi

FKS boruların contalı birleştirme yöntemine uygun olarak da üretimi yapılmaktadır. Akışkanların naklinde borulardan beklenen başlıca özelliklerden biri de sızdırmazlıktır. Özellikle kanalizasyon hatlarında sızdırmanın yanında bitki köklerinin boru içerisine girerek tıkanmalara neden olması da söz konusudur. Akışkanların naklinde kullanılan borularda zemin hareketleri oluşumunda borular farklı hareket etmektedirler. Bu farklı çalışmalarda boruların gerek contalı birleşim noktalarından sızdırma riski taşımaları ve gerekse bu noktalardan bitki köklerinin boru içerisine girme riski taşımaları sebebiyle zorunlu kalmadıkça contalı birleştirme yöntemi pek önerilmemektedir. Contalı birleştirmede kullanılan contalar EN 681 standartlarına göre üretilmektedir.



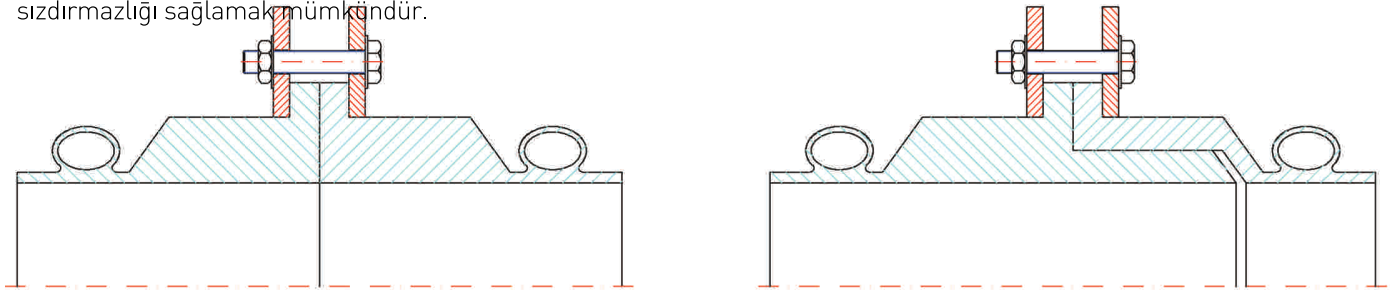
FKS boruların contalı birleşim kesit resmi.



Flanşlı Birleştirme Yöntemi

FKS boruların bir diğer birleştirme yöntemi de DIN 16963'de belirtilen flanşlı birleştirme yöntemidir. Bu yöntem genellikle deniz deşarj uygulamalarında ve tank bağlantılarında, farklı malzemedен üretilmiş boruların FKS boruyla birleştirme noktalarında tercih edilmektedir. Flanşlı bağlantının en büyük avantajı demonte olmasıdır.

Flanşlı bağlantıda kullanılan flanşlar DIN 2501'ya uygun galvaniz çeliktendir. Projenin özelliğine göre paslanmaz çelik olarak da üretilmektedir. Flanş adaptörleri FKS boru ile bir bütün olarak üretilmekle birlikte gerekirse adaptör borudan bağımsız olarak üretilerek şantiye sahasında boruya kaynakla birleştirilebilmektedir. FKS boruların flanşlı bağlantı uçları projenin niteliğine göre merkezlemeli geçme muflu olarak üretilbildiği gibi, düz uçlu da üretilmektedir. Düz uçlu üretimde boru birleşim noktasında sızdırmazlığı sağlamak için EN 681 standartlarında belirtilen düz conta kullanılabilirken, merkezlemeli flanşlı birleştirmede aynı özellikte conta kullanılmakla birlikte, conta kullanılmadığı takdirde boru içerisinden birleşim noktasını ekstruzyon kaynak ile kaynak yaparak sızdırmazlığı sağlamak mümkündür.



FKS boruların flanşlı birleşim kesit resmi.

