

2 Şebeke Boru ve Ek Parçaları



DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

ÜRÜN KİMLİK KARTI

DİZAYN PE 100

Ürün ismi	DİZAYN HDPE 100 ŞEBEKE BORULARI
Malzemesi	HDPE 100 (=PE 100)
Ürün rengi	Siyah veya Mavi
Üretim standardı	TS 418 -2 EN 12201-2
Diğer standartlar	ISO 4427, DIN 8074 - EN 12201-2
Fiting standardı	TS 418 - 3 EN 12201 - 3
Dahil olduğu birim fiyat cetvelleri	KHGM Pos. No: 0.8 KH / 100 BBBF Pos. No: 04.768/8 İLBANK Pos. No: 36.02.100

ÜRÜN BOYUTLARI

Üretim aralığı	Ø25 - Ø3600 mm
Başınc aralığı	PN 2,5 - PN32
Boru boyları	Ø25 - Ø125 - (kangal) Ø110 - Ø1600 - (11,8 metre) Ø600 - Ø3600 - 6 m. (standart)

FİRMAMIZIN ÜRÜNLE İLGİLİ SAHİP OLDUĞU KALİTE BELGELERİ



Türkiye



Almanya



Almanya



Almanya



Rusya

TEKNİKSEL ÖZELLİKLER:

Fiziksel Özellikler	Değer	Birim	Test Methodu
Yoğunluk(23 °C)	0.955	g/cm ³	ISO 1183
Viskozite Sayısı	360	cm ³ /gr	ISO 1628-3
Eriyik Akış Hızı (190° / 5 kg)	0.22	g/10 dak.	ISO 1133
Eriyik Akış Hızı (190° / 25 kg)	6,6	g/10	ISO 1133
Mekaniksel Özellikler			
Akma Mukavemeti	23	MPa	ISO 527
Akmadaki Uzama	9	%	ISO 527
Çekme Modülü	900	%	ISO 527
Charpy Darbe Mukavemeti (Çentikli)			
+ 23 °C	26	kJ / m ²	ISO 179/1eA
- 20 °C	13	kJ / m ²	ISO 179/1eA
Diğer Özellikler			
(OIT) Oksijenle Yanıcılık Zamanı (210 °C'de)	≥20	min	ISO TR 10837
Karbon Siyahı Oranı	2,3±0,2	%	ISO 6964
Karbon Siyahı Dağılımı	≤ 3		ISO CD 11420
MRS (minimum gereken mukavemet)	< 10	MPa	ISO TR 9080
Yavaş Çatlak İlerlemesi Direnci Q=4,6 Mpa, 80 °C Çentikli	>3000	h	EN 33479
Hızlı Çatlak İlerlemesi Direnci) S4-testi 110/10 mm 0°C	<25	bar	ISO DIS 13477
Elongation at break	< 600	%	EN 638
Doğrusal Genleşme Katsayısı	1.8x10 ⁻⁴	°C ⁻¹	ASTM D 696 (20-60 °C)
Özgül Isı	1.9	J / g °C	BPCL
Elektriksel Özellikler			
Elektrik Mukavemeti	>20	kV / mm	BS 2782 201 B
Hacim Direnci	>10 ¹³	Ω m	BS 2782 230A
Yüzey Direnci	>10 ¹⁵	Ω	BS 2782 231A
Bağıl Geçirgenlik	2.6	-	BS 2067 (1 to 20 MHZ)
Kayıp Tanjant	3x10 ⁻⁴	-	BS 2067

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

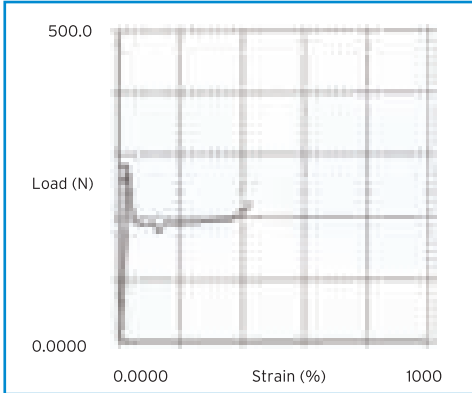
2.1 Dizayn PE 100 Boruların Özellikleri

- Basınç altında ek yerlerinden çıkma ve kopma olmaması, kesin sızdırmazlık.
- Birden fazla bağlantı şeklinin olması (alın kaynağı, elektrofüzyon kaynağı, itme soket vs).
- Kanal dışında birleştirilebilmesi.
- Boru malzemesinin kimyasal direnci yüksektir, korozyondan etkilenmez, çürümez, aşınmaz.
- Şantiye dışından daha az dolgu getirme ihtiyacı, daha az kazı.
- Rahatlıkla deniz, dere, nehir, göl ve bozuk zeminlerde, maden alanları gibi toprak hareketleri olabilecek yerlerde kullanılabilmesi
- Toprak hareketlerinden etkilenmemesi
- İç yüzeyi hidrolik pürüzsüzdür. Projelendirirken kullanılan boru çapı minimize edilir, işletirken daha az elektrik enerjisi tüketir. İşletme giderleri azalır.
- Daha az dirsek gerektirir. Çünkü boru çapının 20-35 katı radüsle dönüş yapılabilir.
- Sağlamlık (Firesiz döşeme ve taşıma).
- Üretim tesisleri mobil hale getirilebilir. Önemli projelerde yerinde üretim ile naklieden önemli miktarda tasarruf edilebilir.
- Asgari ömrü 50 yıldır, doğada ancak 1000 yılda bozulur. Bakım gerektirmedikinden işletme giderleri çok düşüktür.
- PE boruları döşemede dirsek, te gibi yerlerde beton kütle ihtiyacı

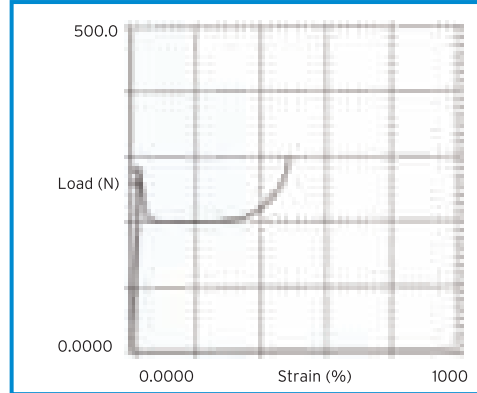
yoktur.

- Hafiftir, kolay ve çabuk döşenir. İnşaat sezonu kısa olan bölgelerde, yoğun trafikli yollarda büyük avantaj sağlar.
- İyi kaynak özellikleri.
- Esneklik
- Çatlama direnci, darbe direnci.
- Arazi şekline uyum.
- Bünyesinde karbon siyahı (karbon black) bulunması nedeniyle, güneş ışınlarından etkilenmemesi (UV dayanımı).
- Basınç sınıfında çeşitlilik. PN2,5'dan PN32 ye kadar 12 farklı basınç sınıfında üretilebilmesi.
- Toprak içindeki aşındırıcı maddelerden etkilenmediği için katodik koruma gibi döşeme esnasında tedbirler almak gerekmez.

2.1.1 Eklerin Sızdırmazlığı



şekil 2.1.1a - Alın kaynaklı numune (Çekme testi sonucu)



şekil 2.1.1b - Kaynaksız numune (Çekme testi sonucu)

Test numunelerinden görüldüğü gibi alın kaynaklı ve kaynaklı numune yapılan çekme testi sonucu olarak, elastik bölgedeki davranışı, kopmadaki uzama ve kopartmak için verilen enerji aynıdır (Resim 2.1.8 de numunesi görülmektedir).

Sonuç olarak: Alın kaynağı içme suyu sistemleri için güvenilir, sağlıklı bir kaynaklama işlemidir.

Alın Kaynağının Avantajları;

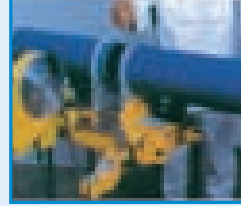
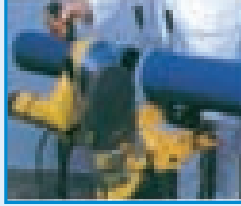
- Birleştirme için özel ekleme parçası gerektirmez.
- Alın kaynağı ile dirsek, te gibi ek parçaları üretebilmektedir.
- Kaynak makineleri temin etmek kolaydır. Çünkü üretimi ülkemizde yapılmaktadır.
- Ek parçaları daha ucuzdur.
- Her çapa ve basınç sınıfına rahatlıkla uygulanabilir (Et kalınlığı 3 mm'den büyük).
- Uygulama sonucu içte ve dışta oluşan dudaklar kaynak kesitini artırmaktadır, bu ise emniyeti artırır.
- Öğrenmesi kolaydır.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.1.2 Birden Fazla Bağlantı Şeklinin Olması

PE borular, baş bağlama teknikleri açısından en çok çeşitliliğe sahip borulardır. Bu tekniklerden biri boruların kullanılacağı yere göre tercih edilir.

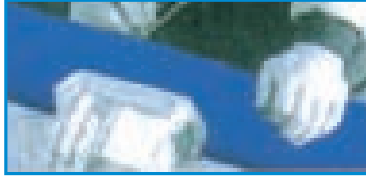
• Alın Kaynağı Metodu



Resim 2.1.1 - Alın kaynağı uygulaması

Bu metot genel kullanım şeklidir. Bunun uygulaması için alın kaynak makinesi bulunması yeterlidir.

• Elektrofüzyon Kaynak Metodu



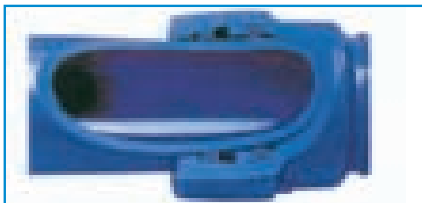
Resim 2.1.2 - Elektrofüzyon kaynağı uygulaması

Bu metot genellikle çok yüksek emniyet istenen sistemlerde kullanılır. Elektrofüzyon kaynak makinesi ve elektrofüzyon manşon bulunması gerekir. Bu sistemin alın kaynağına göre maliyeti yüksektir.

• İtme Soket Metodu



Resim 2.1.3 - İtme soket uygulaması



Resim 2.1.5 - İtme soket kesiti (boru girmiş kesit)

Bu sistem daha ziyade contalı birleştirmeye alışık kişiler için üretilen bir sistemdir. Diğer contalı geçen borulara olan üstünlüğü, çift conta kullanılması ve contalardan birinin sızdırmazlık, diğerinin borunun çıkmasını önleme görevi olmasıdır.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.1.3 Kanal Dışında Birleştirilebilmesi

Polietilen borular, esnek olduğu için kanal dışında birleştirildikten sonra kanala indirilebilir. Baş bağlaması yapılan borunun kanala indirirken ek yerinden çıkması, kırılması söz konusu olmaz. Bu yöntem büyük, küçük her çapa uygulanabilir.

2.1.4 Avantajları

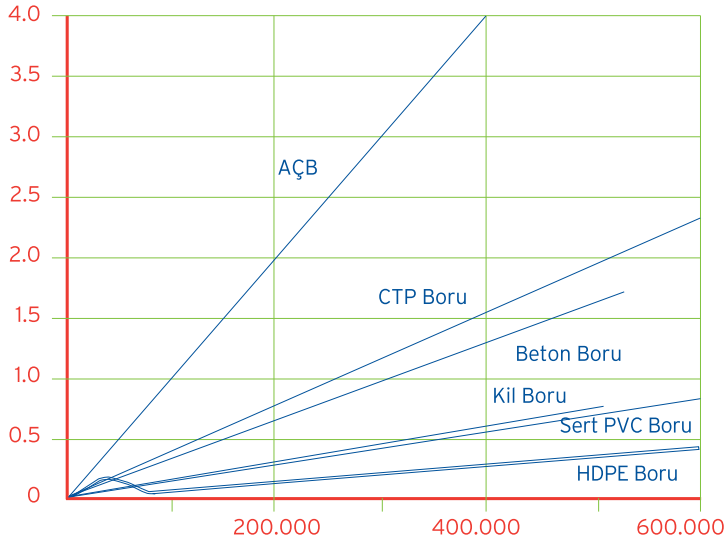
- Boru döşeyebilmek için hendeğin, boru çapından 5 cm daha geniş açılması yeterlidir. Bu ise daha az kazı, daha az dolgu demektir.
- Kanal içinde başbağlama işi yapmak zordur. Bu iş kanal dışında yapıldığında daha az ve kolay işçilik sağlar.
- Kanal açılmadan borunun baş bağlanması mümkündür. Önceden kanal açıldığında uzun bir süre kanal açık beklemesi gerekir, kanal kenarından çökmeler olabilir, bu nedenle tekrar kanalın temizlenmesi gerekir.



Resim 2.1.6 - Hendeğin dışında boru birleştirme ve hendeğe yerleştirme uygulaması

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.1.5 Dizayn PE borular Aşınmaz



Şekil 2.1.2- Darmstat Enstitüsü'nde yapılmış aşınma testi sonucu

Dizayn PE 100'de aşınma dayanımı boru çeşitleri içinde en yüksek olanıdır. Dizayn PE 100'ün etkileyici performansı yukarıdaki eğri ile belgelenmiştir. Dizayn PE 100'de ortalama ömrü boyunca aşınma sadece 0,09 mm'dir.

Yukarıdaki eğride, AÇB ve CTP boruların beton borudan daha çok aşındığı da görülmektedir. Aşınma direnci yanında, kimyasallara karşı direnci de yüksektir. Asidik, bazik ve tuzlu her türlü ortamlarda hizmet verebilir.

Kimyasal direnç tabloları Tablo 2.1.6'da verilmiştir.

2.1.6 Daha Az Şantiye Dışından Dolgulu Getirme İhtiyacı Daha Az Kazı, Daha Az Dolgu

Dizayn PE 100 boruları döşemek için hendek genişliği borunun iki tarafında kompaktör sıgacak boşluk bırakmak yeterlidir. Yatak için kum getirmeye gerek yoktur, sadece zemin yatağı 120° yatak olacak şekilde düzleştirilir. Dolgu olarak kazıdan çıkan toprak, keskin uçlu taşlar ayıklanarak kullanılabilir. Kayalık zeminlerde kayanın sivri ucu kapanacak şekilde kum döşenir.

Avantajları

- Dışardan dolgu getirilmediği, topraktan çıkan dolgu nakliyesi gerekmediği için dolgu maliyeti olmaz.
- Daha az kazı yapıldığı için, kazı ve doldurma maliyeti azalır.



Resim 2.1.7a - İstanbul-Büyükkçekmece deniz deşarjı uygulması (1600 PN4 boru)



Resim 2.1.7b - İstanbul-Büyükkçekmece deniz deşarjı uygulması (Ø 1600 PN4 boru)

2.1.7 Deniz, Göl, Nehir Geçişinde Kullanılabilmesi

Dizayn PE 100 borular esnek olması, kırılmaması, dış yükleri taşıyabilmesi, yüksek iç basınç dayanımı, çürümemesi gibi nedenlerle deniz deşarjında, nehir, göl, dere geçişlerinde, adalara su götürmede rahatlıkla kullanılmaktadır. İster komple batırılsın isterse 300-500 m'lik boylar halinde ayrı ayrı batırılsın, deniz altına en kolay döşenebilen borudur.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.1.8 Yer Hareketlerine Uyum, Sağlamlık, Kırılmazlık

1995 yılında Japonya - Kobe’de olan deprem sonucu boruda oluşan hasar oranları aşağıdadır. Aşağıdaki PE 100 boruların farklılığını açıkça ifade etmektedir.

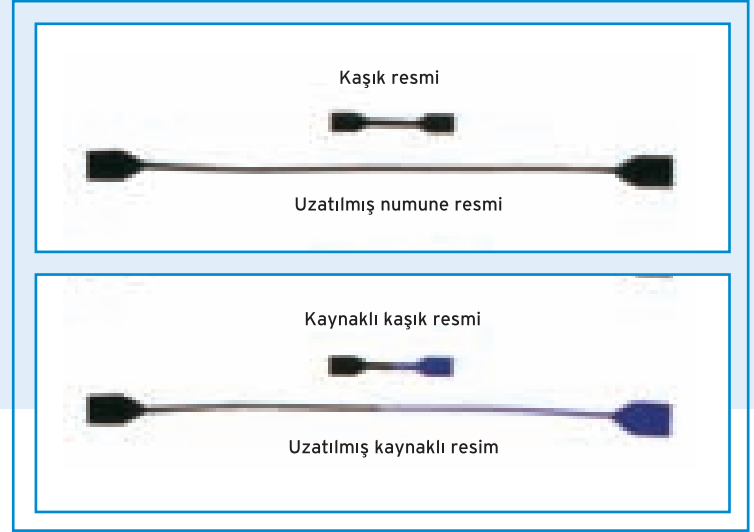
Boru Tipi	Hasar Oranı Adet/km
Duktil Dökme Demir Boru	0.488
Dökme Demir Boru	1.508
PVC Boru	1.430
Çelik Boru	0.437
AÇB Boru	1.782
PE Boru	0(sıfır)

Tablo 2.1.1 - İçme suyu hatlarında meydana gelen hasar oranları

	Çelik Boru	Duktil Dökme Demir Boru	PE Boru
Toplam uzunluk (km)	21,338	12,204	1,458
Hasar Sayısı	25,821	630	0 (sıfır)
Hasar Oranı (yer/km)	1,210	0,052	0,000 (sıfır)

Tablo 2.1.2 - Gaz dağıtım borusunda meydana gelen hasarlar

Deprem sonrasında Japonya’da PE 100 boru kullanımı artmıştır. Deprem kuşağında bulunan ülkemizde artık PE 100 boru kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Her koşulda, sorunsuz alt yapı için Dizayn PE 100 boru kullanılmalıdır.



Resim 2.1.8 - Standart boyuttaki kaşığa uygulanan çekme sonucu uzatılmış Dizayn PE 100 kopana kadar çekildiğinde uzama en az % 600'dür.

2.1.9 Su Darbesinden En Az Etkilenen Borudur

Hızlar	PE 100, DN140, D _{jnt} =123,4 mm				PVC mm DN140, D _{int} =126,6				Çelik 5" Dim= 123,4			
m/s	c/g	H _{max}	H _{iş}	H _{min}	c/g	H _{max}	H _{iş}	H _{min}	c/g	H _{max}	H _{iş}	H _{min}
	13,42				38,77				128,46			
1		11,34	10	8,65		19,88	10	6,12		22,84	10	-2,84
2		12,68	10	7,31		17,75	10	2,24		35,69	10	-15,69
3		14,03	10	5,74		21,63	10	-1,63		48,53	10	-28-53

Tablo 2.1.3 - Su darbesi karşılaştırması

Boru Malzemesi	K Cidar Esneklik Katsayısı
Demir ve Çelik Boru	0,5
Font Boru	1,0
Kurşun Boru	5,0
Asbestli Çimento Boru	4,4
PVC boru	33,3
Dizayn PE 100 boru	377

Dizayn PE 100 borular cidar esnekliği yüksek olduğu için su darbesinden en az etkilenen borudur. Bu nedenlerle bazı projeler için alternatif boruların bir alt basınç sınıfı kullanılabilir. Yukarıdaki tabloya bakıldığında 3 m/s hız için Dizayn PE 100 boruda maksimum basınç 14,03 bar olurken, aynı şartlarda PVC boruda 21,63, çelik borularda 48,53 bar olmaktadır.



Resim 2.1.9 - İç içe geçmiş borular

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.1.10 En Az Dirsekle Dönüş Yapabilir

Dizayn PE 100 borular esnek olması nedeniyle, çapının 20 - 35 katı radüsle dönüş yapabilir. Diğer borular için 11°, 22° gibi dirseklere ihtiyaç duyulurken, Dizayn PE 100 borular için ihtiyaç yoktur.

Aşağıdaki formülden çıkan yarıçapta dönüş yapıldığında 90° dirseğede ihtiyaç yoktur. Kangal boru kullanıldığında, bir kangal boyu dirseğe ve bağlantı elemanına ihtiyaç olmaz.

$$R = \frac{D_d}{1,12} (SDR-1)$$

R : Dönüş yarıçapı

D_d : Boru dış çapı

SDR: Standart boyun oranı



Resim 2.1.10 - Büyükçekmece deniz deşarjı için üretilen Ø 1600 mm PN4 borunun görünümü

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.1.11 Firesiz Döşeme ve Taşıma

Dizayn PE 100 borular darbelere dayanıklı olduğu için döşeme ve taşıma esnasında kırılması söz konusu olmaz. Kırılma nedeniyle fire vermez. Döşeme sırasında artan boru parçaları da daha sonra başka yerin döşenmesinde kullanılabilir. Parça zayıatı olmaz. Doğalgaz borularında gaz, boğma işlemi yapılarak durdurulabilir. Boğma yapıldıktan sonra, boru eski haline gelir.



Resim 2.1.11 - Polietilen boruya uygulanan boğma işlemi

2.1.12 Üretim Tesislerinin Taşınabilirliği

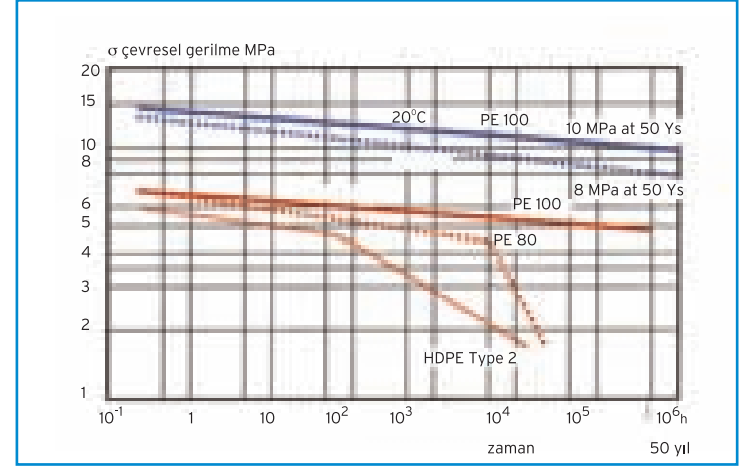
Üretim tesisleri mobil hale getirilerek, şantiyeye yakın yerde üretim yapılabilir. Tesis taşınabilirliği, büyük çaplı borular için çok önemli miktarda nakliye giderlerini azaltır.



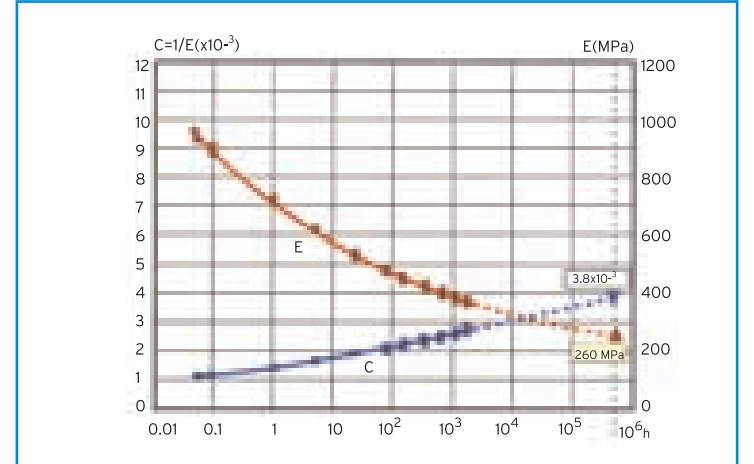
Resim 2.1.12 - Mobil üretim tesisi

2.1.13 En Az 50 Yıl Ömür

Aşağıdaki eğride DİZAYN PE100 boruların ömrü boyunca fiziksel özelliklerin değişimi görülmektedir. Boru dizaynı 50 yıl sonraki fiziksel özelliklere göre yapılmaktadır. Bu nedenle boruların ömrü en az 50 yıldır.



Şekil 2.1.3 - Çevresel gerilme - zaman eğrisi



Şekil 2.1.4 - Elastik modülünün zamanla değişimi

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

ÖZELLİKLERİ	BORU TİPİ	DİZAYN PE100	PVC	ÇELİK	DUCTİLE FONT	BETON	CTP	ASBEST	AÇIKLAMA
Üretim aralığı (mm)		Ø20 - Ø3600	Ø20 - Ø630	Ø15 - Ø4000	Ø50 - Ø2000	Ø200 - Ø3200	Ø20 - Ø1600	Ø... - Ø1600	PE 100 dışındaki borularda, garanti edilen servis ömrü kullanılan hammadde kalitesine, yataklamanın düzgünlüğüne ve pek çok parametreye bağlıdır.
Garanti edilen servis ömrü (yıl)		50	0-20	3-15	5-25	0-30	0-50	0-30	
Kırlıganlık özelliği		Çok Dayanıklı	Dayanıklı	Dayanıklı	Dayanıklı	Çok Dayanıklı	Kısmi Dayanıklı	Çok Dayanıklı	
Üretilebilir max. uzunluk (m)		500	6	12	6	4	6-12	4	
Standart Uzunluk (m)		12	6	6	6	2	6	2	
Korozyon direnci - Aşınma direnci									Bu değerlendirme kimyasalın cinsine bağlıdır. SO2, NOx, Klorin gibi.
Fittinglerinin üretilebilirlik kolaylığı		Çok Dayanıklı	Kısmi Dayanıklı	Çok Dayanıklı	Çok Dayanıklı	Kısmi Dayanıklı	Dayanıklı	Dayanıklı	
Döşeme kolaylığı (En kolay : 100 - En zor: 0)		Çok Kolay	Çok Kolay	Zor	Çok Zor	Çok Zor	Çok Zor	Çok Zor	
Hijyenik üstünlük		100	50	25	40	15	45	5	
Cidar pürüzlülük katsayısı (C)		Mükemmel	Endişeli	Endişeli	Endişeli	Endişeli	İyi	Sorunlu	Üretim kalitesine ve hammaddeye bağlı.
Fiting çeşitliliği ve ucuzluğu		149	149	120	130	100	145	130	
Kimyasallara dayanım		Mükemmel	Mükemmel	Kısıtlı- Pahalı	Kısıtlı- Çok pahalı	Kısıtlı- Pahalı	Kısıtlı- Pahalı	Kısıtlı- Pahalı	
Cidar esneklik katsayısı (C)		Mükemmel	Endişeli	Sorunlu	Endişeli	Endişeli	İyi	Doubtful	
Koç darbesi sönimleme kabiliyeti		377	33	0,5	1	4,4	>3	-0,5	
Şantiyede basınç testi uygulama kolaylığı		Mükemmel	Sorunlu	Sorunlu	Sorunlu	Sorunlu	Sorunlu	Sorunlu	Çelik ve PE haricindeki tüm borularda birleştirme conta ile olduğundan test basıncı esnasında conta yerinden çıkmaları ve sızmaları engelleme çok güçtür. İlave önlem almak gerekir.
Dönüşlerde dirsek ihtiyacı		Çok Az	Çok Fazla	Çok Fazla	Çok Fazla	Çok Fazla	Çok Fazla	Çok Fazla	PE 100'de boru çapının 25 katı çapında tam daire yapmak bile mümkündür.
Anlık maks. dayanım basıncı (PN10)		>28 bar	>16 bar	>40 bar	>40bar	>13bar	>18 bar	>13 bar	
Birleştirme Güvenliği (max.:100-min.:0)		100	0-50	0-80	0-80	0-30	0-70	0-40	Contalı birleştirmeler her zaman endişe vericidir. PE 100'de moleküler birleştirme söz konusudur.
Ekisi kotlarda (sulu ortamlarda verimlilik)		Mükemmel	Endişeli	Sorunlu	Endişeli	Sorunlu	Endişeli	Sorunlu	
İhtiyaç duyulan kanal genişliği (% boru çapı olarak)		%5-10 Fazlası	% 110 Fazlası	%200 Fazlası	% 110 Fazlası	%200 Fazlası	%200 Fazlası	%200 Fazlası	Ortalama 400 mm çapla boru için alınmıştır.
Boru etrafını yataklama zorunluluğu (max.:100-min.:0)		10	100	70	60	100	100	100	PE 100'deki toprakta sivri taşlar yoksa etrafını kumlamaya gerek yoktur.

Tablo 6.1.3- Şebeke boruların karşılaştırması

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

KİMYASALLAR	20 °C Dayanım			60 °C Dayanım		
	iyi	ılımlı	zayıf	iyi	ılımlı	zayıf
Acetaldehyde	X				X	
Acetate, amyl	X			X		
Acetate, butyl	X				X	
Acetone	X			X		
Acid, acetic (10%)	X			X		
Acid, acetic (100%)	X				X ^(D)	
Acids, aromatic	X			X		
Acid, benzoic*	X			X		
Acid, boric*	X			X		
Acid, butyric	X				X	
Acid, carbonic	X			X		
Acid, chromic (80%)	X					X ^(D)
Acid, citric	X			X		
Acid, dichloroacetic (50%)	X			X		
Acid, dichloroacetic (100%)	X				X ^(D)	
Acids, fatty, higher than C 6	X			X	X	
Acid, formic	X			X		
Acid, glycolic (55 and 70 %)	X			X		
Acid, hydrochloric (all cone.)	X			X		
Acid, hydrobromic (50%)	X			X		
Acid, hydrocyanic	X			X		
Acid, hydrofluoric (40 and 70%)	X				X	
Acid, lacti (96%)	X			X		
Acid, maleie	X			X		
Acid, monochloroacetic	X			X		
Acid, nitric (25%)	X			X		
Acid, nitric (50 and 70 %)						X ^(D)
Acid, oleic (cone.)	X				X	
Acid, oxalic (50%)	X	X		X		
Acid, perchloric (20 %)	X			X		
Acid, perchloric (50 %)	X				X	
Acid, perchloric (70 %)	X					X ^(D)
Acid, phosphoric (50 %)	X			X		
Acid, phosphoric (95 %)	X				X ^(D)	
Acid, phthalic (50 %)	X			X		
Acid, propionic (50 %)	X			X		
Acid, propionic (100 %)	X				X	
Acid, silicic	X			X		
Acid, stearic	X			X		
Acid, succinic (50 %)	X			X		
Acid, sulpho-chromic						X
Acid, sulphurous	X		X	X		
Acid, sulphuric (50 %)	X			X		
Acid, sulphuric (98 %)	X					X ^(D)
Acid, tartaric	X			X		
Acid, trichloroacetic (50 %)	X			X		
Acid, trichloroacetic (100 %)	X				X	X
Acrylonitril	X			X		
Acrylonitril, allyl	X			X		
Acrylonitril, ally	X			X		
Acrylonitril, benzyl	X			X		
Acrylonitril, butyl	X			X		
Acrylonitril, enthy (96%)	X			X		
Acrylonitril, furfuryl	X			X ^(D)		
Acrylonitril, isopropyl	X			X	X	
Acrylonitril, methoxybutyl	X				X	
Acrylonitril, methyl	X			X		
Aliphatic esters	X			X		
Alum	X			X		
Ammonia*				X		

Tablo 2.1.4 - Dizayn PE 100'den mamül ürünlerin kimyasallara karşı dayanımı

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

KİMYASALLAR	20 °C Dayanım			60 °C Dayanım		
	iyi	ılımlı	zayıf	iyi	ılımlı	zayıf
Anydride, acetic	X				X ^(D)	
Anydride, sulphuros	X			X		
Anydride, sulphuric		X			X	
Aniline	X				X	
Antimony trichloride	X		X	X		
Aqua regia		X				X
Benzaldehiyde	X			X		
Benzene					X	
Borax*	X			X		
Brine	X			X		
Bromine						X
Calcium hypochlorite*	X			X		
Camphor	X				X	
Carbon sulphide		X			X	
Carbon tetrachloride			X			X
Cetones	X			X		
Chlorine (liquide and gas)			X			X
Chlorobenzene						
Chloroethanol	X			X ^(D)		
Chloroform						X
Chloride, aluminium*	X			X		
Chloride, ammonium*	V			X		
Chloride, antimony*	X			X		
Chloride, calcium*	X			X		
Chloride, ferric*	X			X		
Chloride, magnesium*	X			X		
Chloride, mercury*	X			X		
Chloride, methylene			X			X
Chloride, potassium*	X			X		
Chloride, sodium	X			X		
Chloride, sulfuryl			X			
Chloride, thionyl			X			
Chloride, zinc	X			X		
Compote	X			X		
Copper salts*	X			X		
Cresol	X			X ^(D)		
Cydohexane	X			X		
Cyclohexanol	X			X		
Cyclohexanone	X				X	
Decaline	X				X	
Detergents	X			X		
Dibutyl phthalate	X				X	
P-dichlorobenzene		X				X
Dichloroethane		X				
Dichloroethylene			X		X	
Diethyl ether	X	X				
Dioxane	X			X	X	
Ether		X				
Fluorine			X		X	
Formaldehyde (40%)	X			X		X
Fruit juice	X			X	X	
Gasoline	X			X		
Gelatin	X			X		
Glycerin	X			X		
Glycerin chlorohydrin	X			X		
Glycol	X			X		
Glycol, butyl	X			X		
Glycol, methyl	X			X		
Hydrogen chloride gas (dry, wet)	X			X		
Hydrogen, peroxide (30%)	X			X		

Tablo 2.1.4 - Dizayn PE 100'den mamül ürünlerimizin kimyasallara karşı dayanımı

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

KİMYASALLAR	20 °C Dayanım			60 °C Dayanım		
	iyi	ılımlı	zayıf	iyi	ılımlı	zayıf
Hydrogen, peroxide (100%)	X					X
Hydrogen sulphide	X			X		
Iodine tincture	X				X(D)	
Isocane	X				X	
Mercury	X			X		
Metallic sulphates	X			X		
Methylethycetone	X				X	X
Molasses	X			X		
Morpholine	X			X		
Naphta (heavy petrol)	X				X	
Naphtalene	X				X	
Nickel salts*	X			X		
Nitrogen dioxide gas	X			X		
Oils, essential		X			X	
Oils, mineral	X			X		
Oils, paraffin	X			X		
Oils, silicone	X			X		
Oils, vegetable and animal	X		X	X	X	
Olleum		X				X
Ozone	X					
Petroleum	X				X	
Petroleum ether	X				X	
Phenols	X			X(D)		
Phosphates*	X			X		
Phosphorus oxychloride	X				X	
Phosphorus pentoxide	X			X		
Phosphorus trichloride	X			X		
Photographic developers	X			X		
Polyglycols	X			X		
Potassium bichromate (40%)	X			X		
Potassium hydroxide	X			X		
Potassium permanganate	X			X(D)		
Pyridine	X				X	
Sea water	X			X		
Silver nitrate	X			X		
Sodium benzoate	X			X		
Sodium borate	X			X		
Sodium carbonate (lyes)	X			X		
Sodium chloride (50%)	X			X		
Sodium hydroxide (lye)	X			X		
Sodium hypochlorite*	X			X		
Sodium nitrate*	X			X		
Sodium silicate*				X		
Sodium sulphide*	X			X		
Sodium thiosulphate	X			X		
Sugar syrup	X			X		
Sulphur	X			X		
Tallow	X			X		
Tetrahydrofuran		X			X	
Tetralin	X		X		X	
Thiophene		X			X	
Toluene		X				X
Trichloroethylene						X
Triethanolamine	X			X		
Turpentine	X				X	
Vaseline		X			X	
Yeast	X			X		
Xylene		X				X
Aqueous solutions, all concentrations. D= discolouration						

Tablo 2.1.4 - Dizayn PE 100'den mamül ürünlerimizin kimyasallara karşı dayanımı

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.1.14 Kalite ve Labaratuvar Testleri

Firmamız kalitenin sürekliliğini sağlamak amacı ile periyodik olarak testler yapmaktadır. Kaliteli malzeme üretmenin en önemli unsuru üretime giren ve üretimden çıkan mamülün kontrolüdür. Bu amaçla firmamız laboratuvarını oluşturmuş ve standartların öngördüğü tüm testleri yapabilecek seviyeye gelmiştir.

Firmamız kalite güvence elemanları, periyodik olarak aşağıdaki testleri yapmaktadır. Ayrıca sertifikasını almış oldukları yabancı kuruluşlar da (DVGW gibi) yılda iki kez kendi seçtikleri numunelere hem bizim laboratuvarımızda hem de kendi laboratuvarlarında testler yapmakta ve bizim yapmış olduğumuz testleri denetleyerek sertifika süresini uzatmaktadır.

2.1.15 Kalite Güvence İçin Yaptığımız Test ve Amaçları

1) MFI (Melt flow index=Eriyik akış hızı): Bu cihaz materyalin ekstrüderde ve enjeksiyon makinelerinde işlenmesinden önceki akış hareketini simüle etmek için kullanılmaktadır. Cihaz materyalin akış indisi konusunda birim sıcaklık ve zaman bazında bilgi verir. Bu bizim, materyalin üretim süreci esnasında olası davranışı hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. Test için kalite standardı ISO 1133'tür.

2) Yoğunluk Test Cihazı: MFI cihazından geçirilen materyalin ISO 1183 standardına göre ayrı ayrı havada ve yoğunluğu bilinen bir sıvıda, ağırlığı belirlenir. Bu ağırlık değerleri elde edildikten sonra, materyalin yoğunluğu yoğunluk yardımı ile belirlenir.

3) Darbe (İzod-Charpy) Test Cihazı: Bu testle farklı ağırlıklardaki materyallerle yapılan serbest düşüş metodu vasıtası ile enerji emiliminin miktarı ve birim alan üzerindeki muhtemel uygulanabilir kuvvet belirlenir. Bu testi yaparak, materyalin ani darbelerle sağlanan değişik büyüklükteki yükler altındaki davranışı hakkında bilgi ediniyoruz. Bu test için uygulanan standartlar: ISO 179 ve ISO 180.

4) Çekme-Basma cihazı: Bu cihazı kullanarak yapılan çekme testi ile ürünün, elastisite modülü (birim alanındaki maksimum dayanım), maksimum gerginlik, yüzde uzama, deformasyon, kırılma noktasında genleşme, kırılma noktasında gerginliği; basma testi ile de halka rijitliği değerleri belirlenir. Bu testler sayesinde materyalin çalışma şartlarındaki muhtemel davranışı hakkında bilgi ediniriz. Bu testlerde çekme testi için ISO R 527, ISO 6259 standardı; basma testi için ise DIN EN ISO 9969 testi uygulanır.

5) Hallow Die Punch (Numune alma cihazı): ISO 527'de belirtilen ölçülerde çekme cihazı için numune hazırlamada kullanılır.

6) Shore (Sertlik cihazı): Bu test materyalin sertliğini tespit etmek için uygulanır. Ürünün sertlik değerinin DIN 53505 numaralı standartta belirtilen sınırlar içerisinde olması gerekir.

7) Mikrotom cihazı: Ürünün iç yapısını görmek amacıyla mikroskop görüntü sistemi için parça kesmeye yaramaktadır.

8) Mikroskop görüntü sistemi: Mikroskop görüntü sistemi: Malzemenin

fibril yapısını görmek için kullanılan sistemdir. Testin amacı materyalin homojen bir yapısının olduğunu garantilemektir. Eğer liflerin yapısı lineer değilse üretim aşamasında ya da hammaddenin kalitesinden kaynaklanan bir sorun olduğu anlamına gelir.

9) Isıl uzama testi: Sıcaklık farklılıklarında dolayı malzemede oluşacak boyca değişimlerin standartların öngördüğü seviyede olup olmadığının kontrol edildiği testtir. Bu test için uygulanan standart EN 743'tür.

10) Basınç Testleri: Basınç testleri EN 921 standardındaki metoda göre hidrostatik olarak uygulanır. Zaman ve sıcaklık değerleri 20°C'de 1 saat; 95 °C'de 22 saat, 165 saat ve 1000 saat olarak belirtilmiştir.

11) Moment Dayanımı Testi: Sızdırma testine ilaveten metal bağlantı elemanlarıyla plastiğin tek parça gibi davranıp davranmadığını test etmek amacıyla dayanım testi uygulanır. Ek parçaya 95 °C sıcaklık uygulayabilmek için 4 kgm momente dayanabilmesi gerekir.

12) Crosslink Oranı Tesbit Deneyi : PEX boruların çapraz bağlanma derecesinin tayini amacıyla TSEN 579'a göre test yapılır ve PE-Xa için %75, PE-Xb için %65, PE-Xc ve PE-Xd içinse %60 minimum değerlerini sağlaması gerekir.

13) DSC - OIT Testi: DSC testi ile malzemenin homojen yapıda olup olmadığı, erime sıcaklığı ve kristallik oranı tayin edilir. OIT testi ile malzemenin oksijen geçirme zamanı ölçülür.

14) Isıtma kabinli çekme - basma cihazı : - 40 tan + 90 C'ye kadar farklı sıcaklıklarda atmosfer ortamında kaşık şeklindeki numuneye çekme - basma testi uygulanmaktadır.

15) Özel çekme cihazı : Sabit yük altında farklı sıcaklıklarda farklı kimyasallar içinde kaşık şeklindeki numuneye çekme testi uygulanmaktadır.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.2 Dizayn Esasları

2.2.1 Polietilen Boruların Sınıflandırılması

MRS (MPa)	Sınıf No	Adlandırma	Dizayn Gerilmesi
3,2	32	PE 32	2,5
4,0	40	PE 40	3,2
6,3	63	PE 63	5,0
8,0	80	PE 80	6,3
10,0	100	PE 100	8,0

Tablo 2.2.1- Polietilen boruların sınıflandırılması

Dizayn gerilmesi:

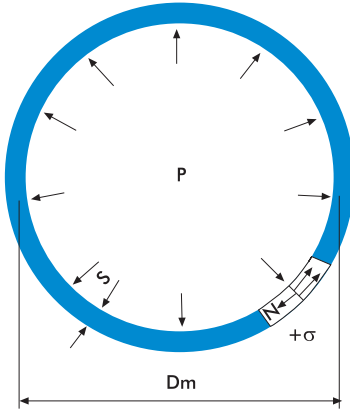
$$\sigma = \frac{MRS}{C}$$

C: Emniyet katsayısı (1, 25)



Resim 2.2.1- Alın kaynak uygulamasından bir görüntü

2.2.2 Boruların Et Kalınlığının Hesaplanması



Şekil 2.2 1- Boru içinde hidrostatik basınç

Şekil 2.2.1'de

$$N = \frac{pD_m}{2} \quad (2.2.2)$$

D = Ortalama çap

p = İç basınç

N = Kuvvet

$$D_m = \frac{D+d}{2} = D-s \quad (2.2.3)$$

Boru cidarındaki gerilme;

$$\sigma = \frac{pD_m}{2s} \quad (2.2.4)$$

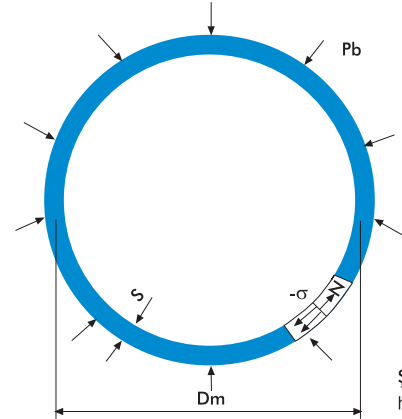
$$\text{Et Kalınlığı} \quad s = \frac{pD_m}{2\sigma} \quad (2.2.5)$$

Uluslararası standartlarda Pe borular dış çapla anıldığı için D_m yerine formül (2.2.3) konularak;

$$s = \frac{pD}{2\sigma + p} \quad (2.2.6)$$

elde edilir ve boru et kalınlığı hesabında kullanılır.

2.2.3 Dış Hidrostatik Basınç



Şekil 2.2 2- Dış hidrostatik basınç

Dış hidrostatik basınç durumunda,

$$N = \frac{P_b D_m}{2} \quad (2.2.7)$$

yük oluşur. Ve oluşan basma gerilmesi;

$$\sigma = \frac{P_b D_m}{2} \quad (2.2.8)$$

Dış basınç altında borular burkulma durumu için de incelenmelidir.

$$\sigma_b = \frac{E}{1-\nu^2} \left[\frac{s}{D_m} \right]^2 \quad (2.2.9)$$

(2.2.9) formülündeki gerilmeyi oluşturan basınç ise;

$$P_b = \frac{2E}{1-\nu^2} \left[\frac{s}{D_m} \right]^3 \quad (2.2.10)$$

Burada;

E: elastik modülü

ν : poisson oranı

s: et kalınlığı

Dm: ortalama çap.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

burada,

E_w : suyun elastiklik modülü

E_p : boru malzemesinin elastiklik modülü

γ : suyun özgül ağırlığı

D_m : ortalama çap

s : et kalınlığı

Ep: yerine gömülü borularda $\frac{E_p}{1 \cdot v^2}$ konmalıdır. Ayrıca $\frac{E_p}{E_w} \ll \frac{D_m}{s}$

olduğu için $\frac{E_p}{E_w}$ ihmal edilir. Bu durumda (2.2.15) formülü

aşağıdaki gibi olur.

$$c = \sqrt{\frac{E_p \cdot g / \gamma}{1 - v^2} \cdot \frac{s}{D_m}} \quad (\text{m/s}) \quad (2.2.16)$$

2.2.4 Su Darbesi

Boru içinde akan suyun hız değişimi basınçta dalgalanmaya yol açar. Basıncıdaki hız değişimi;

$$\Delta p = c \frac{\Delta v}{g} \quad (2.2.16)$$

Δp : basınç değişimi

g : yerçekimi ivmesi

c : sudaki ses hızı

Δv : hız değişimi

Süprasyon durumunda oluşan basınç

$$H_{\max} = H_{i\gamma} + \Delta p$$

Depresyon durumunda basınç

$$H_{\min} = H_{i\gamma} - \Delta p$$

C yi hesaplamak için

$$c = \sqrt{\frac{9900}{48,3 + K \frac{D}{s}}}$$

D : iç çap

S : et kalınlığı

K : cidar esneklik katsayısı

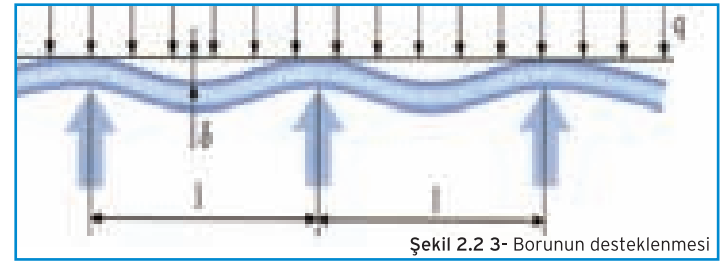
Tablo 2.2 3- Cidar esneklik katsayıları

Boru Malzemesi	K Cidar Esneklik Katsayısı
Demir ve Çelik Boru	0,5
Font Boru	1.0
Kurşun Boru	5.0
Asbestli Çimento Boru	4.4
PVC Boru	33,3
PE 100 Boru	377

Diğer su darbesi hesaplama metodunda, sudaki ses hızı

$$c = \sqrt{\frac{E_p \cdot g / \gamma}{\frac{E_p}{E_w} + \frac{D_m}{s}}} \quad (2.2.15)$$

2.2.5 Borunun Açıkta Geçmesi Durumu



Borunun açıktan geçmesi ve şekil 2.2.3 deki gibi desteklenmesi durumunda gerilme ve ϵ birim uzama yandaki gibidir.

Hızlar	PE 100, DN140, Dinternal=123,4 mm				PVC mm DN140, Dinternal= 126,6				Çelik 5" Dinternal= 123,4			
m/s	c/g	H _{max}	H _{work}	H _{min}	c/g	H _{max}	H _{work}	H _{min}	c/g	H _{max}	H _{work}	H _{min}
	13,42				38,77				128,46			
1		11,34	10	8,65		19,88	10	6,12		22,84	10	-2,84
2		12,68	10	7,31		17,75	10	2,24		35,69	10	-15,69
3		14,03	10	5,74		21,63	10	-1,63		48,53	10	-28-53

Tablo 2.2.2 - Su darbesi karşılaştırması

$$\delta = \frac{\sigma}{16E} \cdot \frac{l^2}{D} = \frac{\epsilon}{16} \cdot \frac{l^2}{D}$$

ve

(2.2.17)

$$q = \frac{6\pi E(D^4 - d^4)}{l^4} \delta \quad (2.2.18)$$

δ : çökme

E : elastiklik modülü

D : dış çap

d : iç çap

l : mesnet aralığı

ϵ : birim uzama

q : yayılı yük

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.3 Hidrolik Hesap Esasları

2.3.1. Pürüzsüzlük Katsayıları

William - Hazzen : 149

Colebrooke - White : 0,02 mm

Darcy - Weissbach : 0,02 mm

(2.3.1)

2.3.2 William - Hazzen Formülü

(2.3.2)

$$v = 0,85CR^{0,63}J^{0,54}$$

$$Q = 0,278748CD^{2,63}J^{0,54}$$

burada,

v : hız (m/s)

Q : debi (m³/s)

C : William-Hazzen katsayısı

R : hidrolik yarıçap (D/4' eşit) (m)

J : hidrolik eğim (m/m)

2.3.3 Colebrooke-White Formülü

$$\frac{1}{\lambda} = -2 \log \left[\frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{k / D_i}{3,72} \right] \quad (2.3.2)$$

Reynolds sayısı: $Re = \frac{vD_i}{\nu}$

(2.3.3)

burada,

λ : pürüzsüzlük katsayısı

Re: reynolds sayısı

k : pürüzsüzlük (m)

Dj : iç çap (m)

v : hız (m/s)

u : kinematik vizkosite (m²/s)

2.3.4. Darcy - Weisbach Formülü

$$J = \lambda \frac{L}{D_i} \frac{v^2}{2g}$$

J : hidrolik kayıp

K : pürüzsüzlük katsayısı

Dj : iç çap (m)

v : hız (m/s)

g : yer çekimi ivmesi (9,81 m/s²)

(2.3.4)

2.3.5 Örnek Hesaplama

Verilenler:

Boru çapı: Ø 110 PN10

Debi: 10 lt/s= 0.010 m³/s

Formül: William - Hazzen

Hesaplama: Ø110 PN10 pipes wall thickness (s) = 6.6 mm

İç çap = 110 - 2x6.6 = 96.8 mm = 0.0968 m

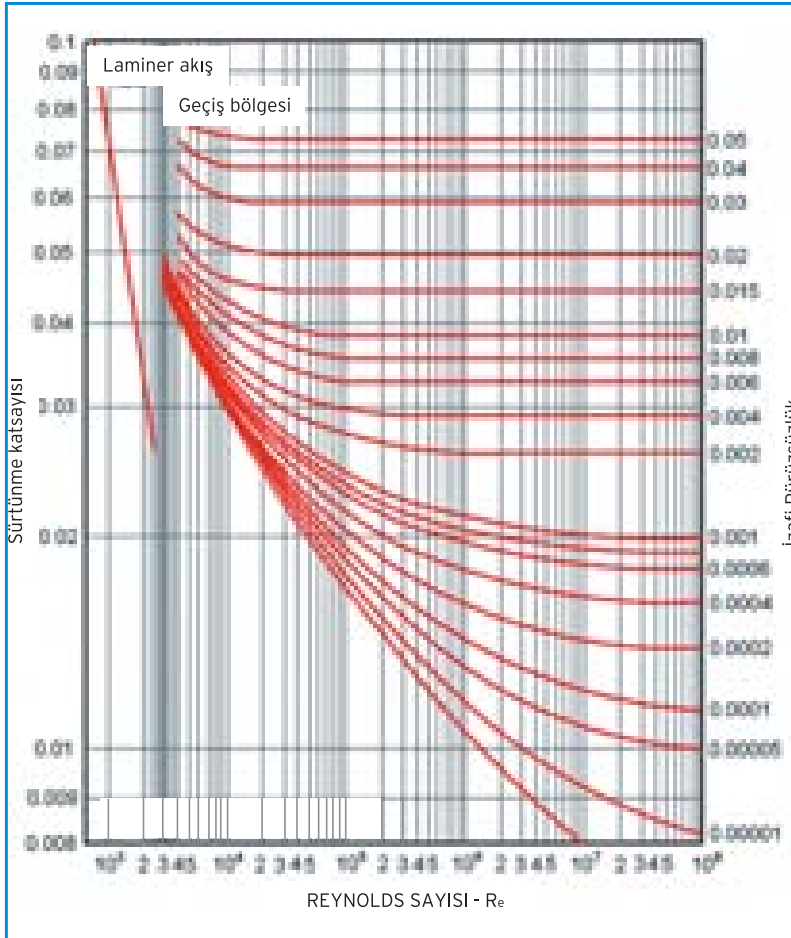
C= 149 / PE için William - Hazzen katsayısı

formül 2.3.2 den

$$0.010 = 0.2878748 \times 0.0968^{2,63} \times J^{0,54} \text{ den}$$

Sürtünme basınç kaybı

$$J = 0.01731 \text{ m/m}$$



Şekil 2.3.1 - Moody Diyagramı

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

D s DI63 mm 3,8 mm 55,4 mm				75 mm 4,5 mm 66,0 mm			90 mm 5,4 mm 79,2 mm			110 mm 6,6 mm 96,8 mm		
Vort m/s	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m
0,5	1,21	4,36	0,005554	1,72	6,20	0,004470	2,47	8,90	0,003569	3,68	13,25	0,002788
0,6	1,45	5,22	0,007712	2,06	7,42	0,006211	2,96	10,66	0,004961	4,42	15,92	0,003878
0,7	1,69	6,09	0,010192	2,40	8,64	0,008211	3,45	12,42	0,006562	5,16	18,58	0,005131
0,8	1,93	6,95	0,012987	2,74	9,87	0,010467	3,95	14,22	0,008367	5,89	21,21	0,006546
0,9	2,17	7,82	0,016094	3,08	11,09	0,012975	4,44	15,99	0,010375	6,63	23,87	0,008119
1,0	2,42	8,72	0,019510	3,43	12,35	0,015732	4,93	17,75	0,012584	7,36	26,50	0,009850
1,1	2,66	9,58	0,023232	3,77	13,58	0,018738	5,42	19,52	0,014991	8,10	29,16	0,011737
1,2	2,90	10,44	0,027258	4,11	14,80	0,021989	5,92	21,32	0,017595	8,84	31,83	0,013779
1,3	3,14	11,31	0,031585	4,45	16,02	0,025484	6,41	23,08	0,020395	9,57	34,46	0,015975
1,4	3,38	12,17	0,036214	4,79	17,25	0,029222	6,90	24,84	0,023390	10,31	37,12	0,018323
1,5	3,62	13,04	0,041141	5,14	18,51	0,033202	7,39	26,61	0,026579	11,04	39,75	0,020824
1,6	3,86	13,90	0,046366	5,48	19,73	0,037423	7,89	28,41	0,029962	11,78	42,41	0,023477
1,7	4,10	14,76	0,051887	5,82	20,96	0,041884	8,38	30,17	0,033537	12,52	45,08	0,026281
1,8	4,34	15,63	0,057705	6,16	22,18	0,046584	8,87	31,94	0,037303	13,25	47,70	0,029236
1,9	4,58	16,49	0,063817	6,51	23,44	0,051523	,37	33,74	0,041262	13,99	50,37	0,032342
2,0	4,83	17,39	0,070224	6,85	24,66	0,056700	9,86	35,50	0,045411	14,72	53,00	0,035597
2,1	5,07	18,26	0,076925	7,19	25,89	0,062114	10,35	37,26	0,049751	15,46	55,66	0,039002
2,2	5,31	19,12	0,083918	7,53	27,11	0,067766	10,84	39,03	0,054281	16,20	58,32	0,042556
2,3	5,55	19,98	0,091205	7,87	28,34	0,073654	11,34	40,83	0,059001	16,93	60,95	0,046259
2,4	5,79	20,85	0,098783	8,22	29,60	0,079778	11,83	42,59	0,063910	17,67	63,62	0,050111
2,5	6,03	21,71	0,106653	8,56	30,82	0,086138	12,32	44,36	0,069009	18,40	66,24	0,054112
2,6	6,27	22,58	0,114814	8,90	32,04	0,092734	12,81	46,12	0,074296	19,14	68,91	0,058261
2,7	6,51	23,44	0,123266	9,24	33,27	0,099565	13,31	47,92	0,079773	19,88	71,57	0,062558
2,8	6,75	24,30	0,132009	9,58	34,49	0,106631	13,80	49,68	0,085438	20,61	74,20	0,067004
2,9	7,00	25,20	0,141042	9,93	35,75	0,113932	14,29	51,45	0,091291	21,35	76,86	0,071597
3,0	7,24	26,07	0,150365	10,27	36,98	0,121467	14,78	53,21	0,097332	22,08	79,49	0,076338
3,2	7,72	27,80	0,169881	10,95	39,42	0,137240	15,77	56,78	0,109979	23,55	84,78	0,086262
3,4	8,20	29,52	0,190554	11,64	41,91	0,153950	16,76	60,34	0,123376	25,03	90,11	0,096777
3,6	8,68	31,25	0,212382	12,32	44,36	0,171594	17,74	63,87	0,137523	26,50	95,40	0,107880
3,8	9,16	32,98	0,235366	13,01	46,84	0,190712	18,73	67,43	0,152419	27,97	100,70	0,119570
4,0	9,65	34,74	0,259502	13,69	49,29	0,209682	19,71	70,96	0,168063	29,44	105,99	0,131849
4,2	10,13	36,47	0,284791	14,37	51,74	0,230124	20,70	74,52	0,184454	30,91	112,8	0,144714
4,4	10,61	38,20	0,311232	15,06	54,22	0,251498	21,68	78,05	0,201592	32,39	116,61	0,158165
4,6	11,09	39,93	0,338823	15,74	56,67	0,273801	22,67	81,62	0,219477	33,86	121,90	0,172203

D s DI125 mm 7,4 mm 110,2 mm				140 mm 8,3 mm 123,4 mm			160 mm 9,5 mm 141,0 mm			180 mm 10,7 mm 158,6 mm		
Vort m/s	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m
0,5	4,77	17,18	0,002378	5,98	21,53	0,002071	7,81	28,12	0,001760	9,88	35,57	0,001525
0,6	5,73	20,63	0,003309	7,18	25,85	0,002882	9,37	33,74	0,002450	11,86	42,70	0,002124
0,7	6,68	24,05	0,004380	8,38	30,17	0,003816	10,94	39,39	0,003245	13,83	49,79	0,002813
0,8	7,64	27,51	0,005589	9,57	34,46	0,004870	12,50	45,00	0,004142	15,81	56,92	0,003592
0,9	8,59	30,93	0,006933	10,77	38,78	0,006043	4,06	50,62	0,005141	17,79	64,05	0,004459
1,0	9,54	34,35	0,008413	11,96	43,06	0,007333	15,62	56,24	0,006239	19,76	71,14	0,005413
1,1	10,50	37,80	0,010026	13,16	47,38	0,008740	17,18	61,85	0,007438	21,74	78,27	0,006453
1,2	11,45	41,22	0,011771	14,36	51,70	0,010263	18,74	67,47	0,008735	23,71	85,36	0,007579
1,3	12,40	44,64	0,013649	15,55	55,98	0,011901	20,30	73,08	0,010130	25,69	92,49	0,008790
1,4	13,36	48,10	0,015657	16,75	60,30	0,013653	21,87	78,74	0,011622	27,66	99,58	0,010086
1,5	14,31	51,52	0,017795	17,94	64,59	0,015519	23,43	84,35	0,013212	29,64	106,71	0,011466
1,6	15,27	54,98	0,020064	19,14	68,91	0,017499	24,99	89,97	0,014898	31,61	113,80	0,012931
1,7	16,22	58,40	0,022462	20,34	73,23	0,019591	26,55	95,58	0,016681	33,59	120,93	0,014479
1,8	17,17	61,82	0,024989	21,53	77,51	0,021797	28,11	101,20	0,018560	35,57	128,06	0,016111
1,9	18,13	65,27	0,027645	22,73	81,83	0,024114	29,67	106,82	0,020535	37,54	135,15	0,017826
2,0	19,08	68,69	0,030429	23,92	86,12	0,026544	31,23	112,43	0,022605	39,52	142,28	0,019624
2,1	20,03	72,11	0,033341	25,12	90,44	0,029085	32,80	118,08	0,024770	41,49	149,37	0,021505
2,2	20,99	75,57	0,036381	26,32	94,76	0,031739	34,36	123,70	0,027031	43,47	156,50	0,023468
2,3	21,94	78,99	0,039549	27,51	99,04	0,034503	35,92	129,32	0,029387	45,44	163,59	0,025514
2,4	22,90	82,44	0,042843	28,71	103,36	0,037379	37,48	134,93	0,031837	47,42	170,72	0,027643
2,5	23,85	85,86	0,046265	29,90	107,64	0,040366	39,04	140,55	0,034382	49,39	177,81	0,029853
2,6	24,80	89,28	0,049815	31,10	111,96	0,043463	40,60	146,16	0,037022	51,37	184,94	0,032146
2,7	25,76	92,74	0,053490	32,30	116,28	0,046672	42,16	151,78	0,039756	53,35	192,06	0,034521
2,8	26,71	96,16	0,057293	33,49	120,57	0,049991	43,73	157,43	0,042585	55,32	199,16	0,036978
2,9	27,66	99,58	0,061222	34,69	124,89	0,053420	45,29	163,05	0,045507	57,30	206,28	0,039517
3,0	28,62	103,04	0,065278	35,88	129,17	0,056960	46,85	168,66	0,048524	59,27	213,38	0,042137
3,2	30,53	109,91	0,073768	38,28	137,81	0,064371	49,97	179,90	0,054840	63,22	227,60	0,047624
3,4	32,43	116,75	0,082762	40,67	146,42	0,072222	53,09	191,13	0,061531	67,17	241,82	0,053436
3,6	34,34	123,63	0,092260	43,06	155,02	0,080513	56,22	202,40	0,068597	71,13	256,07	0,059574
3,8	36,25	130,50	0,102262	45,45	163,62	0,089244	59,34	213,63	0,076037	75,08	270,29	0,066038
4,0	38,16	137,38	0,112766	47,84	172,23	0,098413	62,46	224,86	0,083852	79,03	284,51	0,072827
4,2	40,06	144,22	0,123772	50,24	180,87	0,108021	65,59	236,13	0,092041	82,98	298,73	0,079941
4,4	41,97	151,10	0,135280	52,63	189,47	0,118066	68,71	247,36	0,100603	86,93	312,95	0,087379
4,6	43,88	157,97	0,147290	55,02	198,08	0,128550	71,83	258,59	0,109538	90,88	327,17	0,095141

Tablo 2.3.1- PN 10 Dizayn PE 100 boru basınç kayıp tablosu (Colebrooke-White formülü ile hesaplanmıştır. k=0,020mm)

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

D s DI200 mm 11,9 mm 176,2 mm				225 mm 13,4 mm 198,2 mm			250 mm 14,8 mm 220,4 mm			280 mm 16,5 mm 245,8 mm		
Vort m/s	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m
0,5	12,20	43,92	0,001342	15,43	55,55	0,001163	19,08	68,69	0,001023	23,92	86,12	0,000892
0,6	14,64	52,71	0,001869	18,52	66,68	0,001621	22,90	82,44	0,001426	28,71	103,36	0,001244
0,7	17,07	61,46	0,002477	21,60	77,76	0,002148	26,71	96,16	0,001890	33,49	120,57	0,001649
0,8	19,51	70,24	0,003163	24,69	88,89	0,002744	30,53	109,91	0,002415	38,28	137,81	0,002108
0,9	21,95	79,02	0,003927	27,77	99,98	0,003407	34,34	123,63	0,002999	43,06	155,02	0,002618
1,0	24,39	87,81	0,004767	30,86	111,10	0,004137	38,16	137,38	0,003642	47,84	172,23	0,003179
1,1	26,83	96,59	0,005684	33,94	122,19	0,004934	41,97	151,10	0,004343	52,63	189,47	0,003792
1,2	29,27	105,38	0,006676	37,03	133,31	0,005796	45,79	164,85	0,005102	57,41	206,68	0,004456
1,3	31,70	114,12	0,007744	40,11	144,40	0,006723	49,60	178,56	0,005919	62,20	223,92	0,005169
1,4	34,14	122,91	0,008887	43,20	155,52	0,007716	53,42	192,32	0,006794	66,98	241,13	0,005933
1,5	36,58	131,69	0,010104	46,28	166,61	0,008773	57,23	206,03	0,007725	71,76	258,34	0,006747
1,6	39,02	140,48	0,011395	49,37	177,74	0,009894	61,05	219,78	0,008713	76,55	275,58	0,007611
1,7	41,46	149,26	0,012760	52,46	188,86	0,011080	64,86	233,50	0,009758	81,33	292,79	0,008524
1,8	43,90	158,04	0,014198	55,54	199,95	0,012330	68,68	247,25	0,010859	86,11	310,00	0,009486
1,9	46,33	166,79	0,015710	58,63	211,07	0,013644	72,49	260,97	0,012017	90,90	327,24	0,010498
2,0	48,77	175,58	0,017295	61,71	222,16	0,015022	76,31	274,72	0,013230	95,68	344,45	0,011559
2,1	51,21	184,36	0,018954	64,80	233,28	0,016463	80,12	288,44	0,014500	100,47	361,70	0,012669
2,2	53,65	193,14	0,020685	67,88	244,37	0,017967	83,94	302,19	0,015826	105,25	378,90	0,013827
2,3	56,09	201,93	0,022489	70,97	255,50	0,019535	87,75	315,90	0,017207	110,03	396,11	0,015035
2,4	58,53	210,71	0,024366	74,05	266,58	0,021156	91,57	329,66	0,018644	114,82	413,36	0,016291
2,5	60,96	219,46	0,026316	77,14	277,71	0,022860	95,38	343,37	0,020137	119,60	430,56	0,017596
2,6	63,40	228,24	0,028337	80,22	288,80	0,024517	99,20	357,12	0,021685	124,39	447,81	0,018949
2,7	65,84	237,03	0,030432	83,31	299,92	0,026437	103,01	370,84	0,023289	129,17	465,02	0,020351
2,8	68,28	245,81	0,032598	86,39	311,01	0,028319	106,83	384,59	0,024948	133,95	482,22	0,021801
2,9	70,72	254,60	0,034837	89,48	322,13	0,030265	110,64	398,31	0,026663	138,74	499,47	0,023300
3,0	73,16	263,38	0,037148	92,56	333,22	0,032273	114,46	412,06	0,028432	143,52	516,68	0,024847
3,2	78,03	280,91	0,041986	98,73	355,43	0,036478	122,09	439,53	0,032138	153,09	551,13	0,028086
3,4	82,91	298,48	0,047112	104,91	377,68	0,040933	129,72	467,00	0,036063	162,66	585,58	0,031518
3,6	87,79	316,05	0,052525	111,08	399,89	0,045537	137,35	494,46	0,040210	172,22	620,00	0,035142
3,8	92,66	333,58	0,058225	117,25	422,10	0,050591	144,98	521,93	0,044576	181,79	654,45	0,038959
4,0	97,54	351,15	0,064212	123,42	444,32	0,055795	152,61	549,40	0,049161	191,36	688,90	0,042968
4,2	102,42	368,72	0,070486	129,59	466,53	0,061247	160,24	576,87	0,053967	200,93	723,35	0,047169
4,4	107,29	386,25	0,077045	135,76	488,74	0,066949	167,87	604,34	0,058991	210,50	757,80	0,051561
4,6	112,17	403,82	0,083891	141,93	510,95	0,072899	175,50	631,80	0,064235	220,06	792,22	0,056146

D s DI125 mm 7,4 mm 110,2 mm				140 mm 8,3 mm 123,4 mm			160 mm 9,5 mm 141,0 mm			180 mm 10,7 mm 158,6 mm		
Vort m/s	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m
0,5	30,27	108,98	0,000774	38,43	138,35	0,000671	48,83	175,79	0,000581	61,77	222,38	0,000504
0,6	36,32	130,76	0,001080	46,11	166,00	0,000936	58,59	210,93	0,000810	74,13	266,87	0,000704
0,7	42,37	152,54	0,001432	53,80	193,68	0,001241	68,36	246,10	0,001075	86,48	311,33	0,000934
0,8	48,42	174,32	0,001830	61,48	221,33	0,001586	78,12	281,24	0,001375	98,83	355,79	0,001195
0,9	54,48	196,13	0,002273	69,17	249,02	0,001971	87,89	316,41	0,001708	111,19	400,29	0,001485
1,0	60,53	217,91	0,002762	76,85	276,66	0,002394	97,65	351,54	0,002075	123,54	444,75	0,001804
1,1	66,58	239,69	0,003294	84,54	304,35	0,002856	107,42	386,72	0,002476	135,90	489,24	0,002153
1,2	72,63	261,47	0,003871	92,22	332,00	0,003357	117,18	421,85	0,002910	148,25	533,70	0,002530
1,3	78,69	283,29	0,004491	99,91	359,68	0,003895	126,94	456,99	0,003377	160,60	578,16	0,002937
1,4	84,74	305,07	0,005156	107,59	387,33	0,004472	136,71	492,16	0,003877	172,96	622,66	0,003372
1,5	90,79	326,85	0,005863	115,27	414,98	0,005086	146,47	527,30	0,004410	185,31	667,12	0,003835
1,6	96,84	348,63	0,006614	122,96	442,66	0,005737	156,24	562,47	0,004976	197,66	711,58	0,004327
1,7	102,90	370,44	0,007408	130,64	470,31	0,006426	166,00	597,60	0,005573	210,02	756,08	0,004847
1,8	108,95	392,22	0,008245	138,33	497,99	0,007153	175,77	632,78	0,006204	222,37	800,54	0,005396
1,9	115,00	414,00	0,009125	146,01	525,64	0,007916	185,53	667,91	0,006866	234,72	845,00	0,005972
2,0	121,05	435,78	0,010047	153,70	553,32	0,008717	195,30	703,08	0,007561	247,08	889,49	0,006577
2,1	127,11	457,60	0,011012	161,38	580,97	0,009554	205,06	738,22	0,008288	259,43	933,95	0,007209
2,2	133,16	479,38	0,012020	169,07	608,66	0,010429	214,83	773,39	0,009047	271,79	978,45	0,007870
2,3	139,21	501,16	0,013070	176,75	636,30	0,011340	224,59	808,53	0,009838	284,14	1022,91	0,008558
2,4	145,26	522,94	0,014162	184,44	663,99	0,012289	234,36	843,70	0,010661	296,49	1067,37	0,009274
2,5	151,32	544,76	0,015297	192,12	691,64	0,013274	244,12	878,84	0,011515	308,85	1111,86	0,010018
2,6	157,37	566,54	0,016474	199,81	719,32	0,014295	253,88	913,97	0,012402	321,20	1156,32	0,010790
2,7	163,42	588,32	0,017693	207,49	746,97	0,015354	263,65	949,14	0,013321	333,55	1200,78	0,011589
2,8	169,47	610,10	0,018954	215,17	774,62	0,016449	273,41	984,28	0,014271	345,91	1245,28	0,012416
2,9	175,53	631,91	0,020258	222,86	802,30	0,017580	283,18	1019,45	0,015253	358,26	1289,74	0,013271
3,0	181,58	653,69	0,021603	230,54	829,95	0,018748	292,94	1054,59	0,016267	370,61	1334,20	0,014153
3,2	193,68	697,25	0,024420	245,91	885,28	0,021194	312,47	1124,90	0,018389	395,32	1423,16	0,016001
3,4	205,79	740,85	0,027405	261,28	940,61	0,023785	332,00	1195,20	0,020638	420,03	1512,11	0,017958
3,6	217,89	784,41	0,030558	276,65	995,94	0,026521	351,53	1265,51	0,023013	444,74	1601,07	0,020026
3,8	230,00	828,00	0,033877	292,02	1051,28	0,029403	371,06	1335,82	0,025515	469,44	1689,99	0,022203
4,0	242,10	871,56	0,037364	307,39	1106,61	0,032431	390,59	1406,13	0,028142	494,15	1778,94	0,024490
4,2	254,21	915,16	0,041018	322,76	1161,94	0,035603	410,12	1476,44	0,030896	518,86	1867,90	0,026886
4,4	266,31	958,72	0,044839	338,13	1217,27	0,038920	429,65	1546,74	0,033775	543,57	1956,86	0,029392
4,6	278,42	1002,32	0,048826	353,50	1272,60	0,042382	449,18	1617,05	0,036780	568,27	2045,78	0,032008

Tablo 2.3.1- PN 10 Dizayn PE 100 boru basınç kayıp tablosu (Colebrooke-White formülü ile hesaplanmıştır. k=0,020mm)

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

D s DI500 mm 29,7 mm 440,6 mm				560 mm 33,2 mm 493,6 mm			630 mm 37,4 mm 555,2 mm			710 mm 42,1 mm 625,8 mm		
Vort m/s	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m
0,5	76,24	274,47	0,000445	95,68	334,45	0,000388	121,05	435,78	0,000338	153,80	553,68	553,68
0,6	91,49	329,37	0,000621	114,82	413,36	0,000542	145,26	522,94	0,000471	184,55	664,38	664,38
0,7	106,73	384,23	0,000824	133,95	482,22	0,000720	169,47	610,10	0,000626	215,31	775,12	775,12
0,8	121,98	439,13	0,001054	153,09	551,13	0,000921	193,68	697,25	0,000801	246,07	885,86	885,86
0,9	137,23	494,03	0,001310	172,22	620,00	0,001144	217,89	784,41	0,000995	276,83	996,59	996,59
1,0	152,47	548,90	0,001592	191,36	688,90	0,001391	242,10	871,56	0,001210	307,59	1107,33	1107,33
1,1	167,72	603,80	0,001900	210,50	757,80	0,001660	266,31	958,72	0,001444	338,15	1218,06	1218,06
1,2	182,97	658,70	0,002233	229,63	826,67	0,001952	290,52	1045,88	0,001698	369,30	1328,76	1328,76
1,3	198,21	713,56	0,002592	248,77	895,58	0,002265	314,73	1133,03	0,001971	399,86	1439,50	1439,50
1,4	213,46	768,46	0,002976	267,90	964,44	0,002601	338,94	1220,19	0,002264	430,62	1550,24	1550,24
1,5	228,71	823,36	0,003385	287,04	1033,35	0,002959	363,15	1307,34	0,002575	461,38	1660,97	1660,97
1,6	243,95	878,22	0,003820	306,17	1102,22	0,003339	387,36	1394,50	0,002906	492,14	1771,71	1771,71
1,7	259,20	933,12	0,004279	325,31	1171,12	0,003741	411,57	1481,66	0,003256	522,89	1882,41	1882,41
1,8	274,45	988,02	0,004764	344,44	1239,99	0,004165	435,78	1568,81	0,003625	553,65	1993,14	1993,14
1,9	289,69	1042,89	0,005273	363,58	1308,89	0,004610	459,99	1655,97	0,004012	584,41	2103,88	2103,88
2,0	304,94	1097,79	0,005807	382,72	1377,80	0,005077	484,20	1743,12	0,004419	615,17	2214,62	2214,62
2,1	320,19	1152,69	0,006365	401,85	1446,66	0,005566	508,41	1830,28	0,004845	645,93	2325,35	2325,35
2,2	335,43	1207,55	0,006949	420,99	1515,57	0,006076	532,62	1917,44	0,005289	676,69	2436,09	2436,09
2,3	350,68	1262,45	0,007557	440,12	1584,44	0,006608	556,83	2004,59	0,005752	707,44	2546,79	2546,79
2,4	365,93	1317,35	0,008189	459,26	1653,34	0,007161	581,04	2091,75	0,006234	738,20	2657,52	2657,52
2,5	381,18	1372,25	0,008846	478,39	1722,21	0,007736	605,25	2178,90	0,006734	768,96	2768,26	2768,26
2,6	396,42	1427,12	0,009528	497,53	1791,11	0,008332	629,46	2266,06	0,007254	799,72	2879,00	2879,00
2,7	411,67	1482,02	0,010234	516,66	1859,98	0,008950	653,67	2353,22	0,007792	830,48	2989,73	2989,73
2,8	426,92	1536,92	0,010965	535,80	1928,88	0,009589	677,88	2440,37	0,008348	861,23	3100,43	3100,43
2,9	442,16	1591,78	0,011720	554,93	1997,75	0,010249	702,09	2527,53	0,008923	891,99	3211,17	3211,17
3,0	457,41	1646,68	0,012499	574,07	2066,66	0,010931	726,29	2614,65	0,009517	922,75	3321,90	3321,90
3,2	487,90	1756,44	0,014131	612,34	2204,43	0,012359	774,71	2788,96	0,010760	984,27	3543,38	3543,38
3,4	518,40	1866,24	0,015860	650,61	2342,20	0,013871	823,13	2963,27	0,012078	1045,78	3764,81	3764,81
3,6	548,89	1976,01	0,017686	688,88	2479,97	0,015469	871,55	3137,58	0,013469	1107,30	3986,28	3986,28
3,8	579,38	2085,77	0,019609	727,15	2617,74	0,017152	919,97	3311,90	0,014934	1168,82	4207,76	4207,76
4,0	609,88	2195,57	0,021630	765,43	2755,55	0,018919	968,39	3486,21	0,016474	1230,33	4429,19	4429,19
4,2	640,37	2305,34	0,023747	803,70	2893,32	0,020771	1016,81	3660,52	0,018087	1291,85	4650,66	4650,66
4,4	670,86	2415,10	0,025961	841,97	3031,10	0,022708	1065,23	3834,83	0,019774	1353,37	4872,14	4872,14
4,6	701,36	2524,90	0,028271	880,24	3168,87	0,024730	1113,65	4009,14	0,021534	1414,88	5093,57	5093,57
D s DI600 mm 47,1 mm 705,2 mm				900 mm 53,3 mm 793,4 mm			1000 mm 59,3 mm 881,4 mm			1200 mm 70,6 mm 1058,8 mm		
Vort m/s	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m	Debi l/s	Debi m³/s	J m/m
0,5	553,68	703,08	0,000254	247,20	889,92	0,000221	305,08	1098,29	0,000195	440,24	1584,87	0,000157
0,6	664,38	843,70	0,000355	296,64	1067,91	0,000309	366,09	1317,93	0,000273	528,29	1901,85	0,000220
0,7	775,12	984,28	0,000471	346,08	1245,89	0,000410	427,11	1537,60	0,000362	616,34	2218,83	0,000292
0,8	885,86	1124,90	0,000603	395,52	1423,88	0,000525	488,12	1757,24	0,000464	704,39	2535,81	0,000374
0,9	996,59	1265,51	0,000750	444,96	1601,86	0,000653	549,14	1976,91	0,000577	792,43	2852,75	0,000465
1,0	1107,33	1406,13	0,000912	494,40	1779,84	0,000794	610,15	2196,54	0,000701	880,48	3169,73	0,000565
1,1	1218,06	1546,74	0,001089	543,84	1967,83	0,000947	671,17	2416,22	0,000837	968,53	3486,71	0,000675
1,2	1328,76	1687,36	0,001280	593,28	2135,81	0,001114	732,18	2635,85	0,000985	1056,58	3803,69	0,000794
1,3	1439,50	1827,94	0,001486	642,72	2313,80	0,001294	793,20	2855,52	0,001143	1144,62	4120,64	0,000922
1,4	1550,24	1968,56	0,001707	692,16	2491,78	0,001486	854,21	3075,16	0,001313	1232,67	4437,62	0,001059
1,5	1660,97	2109,17	0,001942	741,60	2669,76	0,001691	915,23	3294,83	0,001494	1320,72	4754,60	0,001205
1,6	1771,71	2249,79	0,002192	791,04	2847,75	0,001908	976,24	3514,47	0,001687	1408,77	5071,58	0,001360
1,7	1882,41	2390,40	0,002456	840,48	3025,73	0,002138	1037,25	3734,14	0,001890	1496,81	5388,52	0,001524
1,8	1993,14	2531,02	0,002735	889,92	3203,72	0,002381	1098,27	3953,78	0,002104	1584,86	5705,50	0,001698
1,9	2103,88	2671,60	0,003027	939,36	3381,70	0,002636	1159,29	4173,45	0,002330	1672,91	6022,48	0,001880
2,0	2214,62	2812,22	0,003335	988,80	3559,68	0,002903	1220,30	4393,08	0,002566	1760,96	6339,46	0,002070
2,1	2325,35	2952,83	0,003656	1038,23	3737,63	0,003183	1281,32	4612,76	0,002814	1849,01	6656,44	0,002270
2,2	2436,09	3093,45	0,003991	1087,67	3915,62	0,003476	1342,33	4832,39	0,003072	1937,05	6973,38	0,002479
2,3	2546,79	3234,06	0,004341	1137,11	4093,60	0,003780	1403,35	5052,06	0,003342	2025,10	7290,36	0,002696
2,4	2657,52	3374,68	0,004705	1186,55	4271,58	0,004097	1464,36	5271,70	0,003622	2113,15	7607,34	0,002923
2,5	2768,26	3515,30	0,005083	1235,99	4449,57	0,004427	1525,38	5491,37	0,003913	2201,20	7924,32	0,003158
2,6	2879,00	3655,88	0,005475	1285,43	4627,55	0,004768	1586,39	5711,01	0,004215	2289,24	8241,27	0,003402
2,7	2989,73	3796,49	0,005882	1334,87	4805,54	0,005122	1647,41	5930,68	0,004528	2377,29	8558,25	0,003654
2,8	3100,43	3937,11	0,006302	1384,31	4983,52	0,005488	1708,42	6150,32	0,004852	2465,34	8875,23	0,003916
2,9	3211,17	4077,72	0,006736	1433,75	5161,50	0,005867	1769,44	6369,99	0,005187	2553,39	9192,21	0,004186
3,0	3321,90	4218,34	0,007185	1483,19	5339,49	0,006258	1830,45	6589,62	0,005532	2641,43	9509,15	0,004465
3,2	3543,38	4499,54	0,008124	1582,07	5695,46	0,007076	1952,48	7028,93	0,006256	2817,53	10143,11	0,005049
3,4	3764,81	4780,77	0,009119	1680,95	6051,42	0,007943	2074,51	7458,24	0,007023	2993,62	10777,04	0,005668
3,6	3986,28	5062,00	0,010170	1779,83	6407,39	0,008858	2196,54	7907,55	0,007832	3169,72	11411,00	0,006322
3,8	4207,76	5343,20	0,011287	1878,71	6763,36	0,009823	2318,57	8346,86	0,008685	3345,82	12044,96	0,007011
4,0	4429,19	5624,43	0,012440	1977,59	7119,33	0,010836	2440,60	8786,16	0,009581	3521,91	12678,88	0,007734
4,2	4650,66	5905,66	0,013659	2076,46	7475,26	0,011898	2562,63	9225,47	0,010520	3698,01	13312,84	0,008492
4,4	4872,14	6186,86	0,014934	2175,34	7831,23	0,013008	2684,66	9664,78	0,011502	3874,10	13946,76	0,009285
4,6	5093,57	6468,09	0,016264	2274,22	8187,20	0,014167	2806,69	10104,09	0,012527	4050,20	14580,72	0,010113

Tablo 2.3.1- PN 10 Dizayn PE 100 boru basınç kayıp tablosu (Colebrooke-White formülü ile hesaplanmıştır. k=0,020mm)

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.4 Polietilen Boru ve Ek Parçaları

2.4.1 Polietilen Borular

PE borular boyutları ve basınç sınıflarına bağlı ve kangal olarak veya 11,8m boyutunda boy boru olarak üretilirler. Özel talep olmadığı sürece 3 mm'den daha ince et kalınlığında üretim yapılmaz. Bu nedenle 20-25-32 mm çaplarındaki borular 3 mm et kalınlığında üretilir.

D mm	SDR 17 PN 10		SDR 11 PN 16		SDR 9 PN 20		SDR 7.4 PN 25	
	S mm	kütle kg/m	S mm	kütle kg/m	S mm	kütle kg/m	S mm	kütle kg/m
20	-	-	-	-	-	-	3,0	0,17
25	-	-	-	-	3,0	0,22	3,5	0,25
32	-	-	3,0	0,29	3,6	0,34	4,4	0,40
40	-	-	3,7	0,45	4,5	0,53	5,5	0,63
50	3,0	0,47	4,6	0,70	5,6	0,83	6,9	0,98
63	3,8	0,76	5,8	1,10	7,1	1,32	8,6	1,54
75	4,5	1,07	6,8	1,54	8,4	1,85	10,3	2,20
90	5,4	1,53	8,2	2,23	10,1	2,66	12,3	3,15
110	6,6	2,28	10,0	3,30	12,3	3,96	15,1	4,72
125	7,4	2,90	11,4	4,27	14,0	5,12	17,1	6,08
140	8,3	3,64	12,7	5,34	15,7	6,43	19,2	7,65

Tablo 2.4.1 - Dizayn 100 serisi boru boyutları

Boru Anma Çapı (mm)	Kangal İç Çapı (cm)	Kangal Dış Çapı (cm)	Kangal Genişliği (cm)	Stokta Bulunan Uzunluk (m)
20	70	115	32	200
25	70	115	32	200
32	70	115	32	200
40	80	116	52	200
50	80	116	52	200
63	130	190	52	200
75	170	250	81	200
90	170	250	81	200
110	220	300	100	200
125	240	330	100	200

Tablo 2.4.2 - Ürettiğimiz dairesel sarımlı (kangal) boru boyut ve metrajları

Not: Kangal borular **100 m** uzunluğunda da üretilmektedir.



Resim 2.4.1b. Örnek kangal açma uygulaması

SDR	S	PN (bar)				
		Raw Material Type				
		PE 32	PE 40	PE 63	PE 80	PE 100
41	20	-	-	2,5	3,2	4
33	16	-	-	3,2	4	5
27,6	13,3	-	-	-	-	6
26	12,5	-	2,5	4	5	-
22	10,5	-	-	-	6	-
21	10	2,5	3,2	5	-	8
17,6	8,3	-	-	6	-	-
17	8	3,2	4	-	8	10
13,6	6,3	4	5	8	10	12,5
11,6	5,3	-	6	-	-	-
11	5	5	-	10	12,5	16
9,4	4,2	6	-	-	-	-
9	4	-	8	12,5	16	20
7,4	3,2	8	10	16	20	25
6	2,5	10	12,5	20	25	32

Tablo 2.4.3 - Dizayn PE boruların MRS and SDR oranları

$$SDR = \frac{D}{S} \quad \begin{array}{l} D: \text{Dış çap} \quad S: \text{Et kalınlığı} \\ SDR: \text{Standart boyun oranı} \end{array}$$

$$SDR = \frac{\sigma}{PN} \quad \begin{array}{l} \sigma: \text{Dizayn gerilmesi} \\ PN: \text{Anma basıncı} \end{array}$$

$$S_R = \frac{EI}{r_m^3} \quad \begin{array}{l} E: \text{Elastiklik Modülü} \quad I: \text{Kesitin atalet momenti} \\ r_m: \text{Ortalama yarıçap} \quad S_R: \text{Halka rijitliği} \end{array}$$

$$\text{formülünden içme suyu boruları için,} \quad S_R = \frac{2}{3} \frac{E}{(SDR-1)^3}$$

$$\text{basitçe} \quad S_R = 0.66 \frac{E}{(SDR-1)^3}$$

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

Tablo 2.4.4-HDPE Dizayn PE 100 Boruları

[illegible]

SDR: STANDARD BOYUT ORAN (=DIŞ ÇAP/ET KALINLIĞI)

ON : ANMA ÇAPI (DIŞ ÇAP)

5 : ET KALINLIĞI

Sr24=24 SAATLIK HALKA RIJITLIĞI

Sr24=24 SAA T L I K H A L K A R I J I T L I Ğ I
Sr50= Y I L L I K H A L K A R I J I T L I Ğ I

Standart Üretim

Siparişe göre özel üretim

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

Tablo 2.4.6-MDPE Dizayn PE 80 Boruları

[illegible]

SDR:STANDART BOYUT ORAN (=DIŞ ÇAP/ET KALINLIĞI)

DN : ANMA ÇAPI (DIŞ ÇAP)

DİN : ANMA ÇAPID
S : ET KALINLIĞI

Sr24=24 SAATLIK HALKA RIJITLIĞI

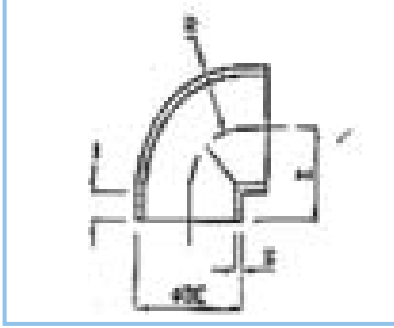
Sr50= YILLIK HALKA RIJITLIGI

Standard Üretim
Siparişe göre özel üretim

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

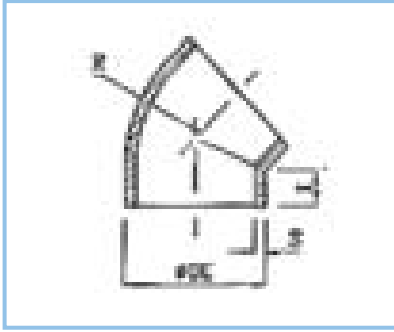
Tablo 2.4.7. Alın kaynaklı ek parçaları tablosu

PN (10-12,5) SDR (17-13,6) DİRSEK 90°



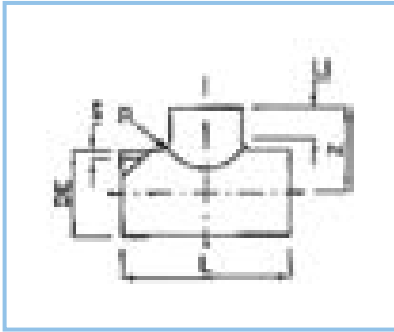
DE	Z	R	S	I	L	L1	d1	d2	h
Ø110	95	55	8,1	40	-	-	-	-	-
Ø125	12,5	62,5	9,2	40	-	-	-	-	-
Ø140	120	70	10,3	50	-	-	-	-	-
Ø160	130	80	9,5	50	-	-	-	-	-
Ø180	140	90	10,7	50	-	-	-	-	-
Ø200	150	100	11,9	50	-	-	-	-	-
Ø225	162,5	112,5	13,4	50	-	-	-	-	-
Ø250	508	375	11,04	200	-	-	-	-	-
Ø280	545	420	11,86	200	-	-	-	-	-
Ø315	688	472,5	17,57	300	-	-	-	-	-
Ø355	737	532,5	22,35	300	-	-	-	-	-
Ø400	792	600	28,25	300	-	-	-	-	-
Ø450	854	675	35,80	300	-	-	-	-	-
Ø500	916	750	44,10	300	-	-	-	-	-

PN (10-12,5) SDR (17-13,6) DİRSEK 45°



DE	Z	R	S	I	L	L1	d1	d2	h
Ø110	-	55	8,1	40	-	-	-	-	-
Ø125	-	62,5	9,2	40	-	-	-	-	-
Ø140	-	70	10,3	50	-	-	-	-	-
Ø160	-	80	9,5	50	-	-	-	-	-
Ø180	-	90	10,7	50	-	-	-	-	-
Ø200	-	100	11,9	50	-	-	-	-	-
Ø225	-	112,5	13,4	50	-	-	-	-	-
Ø250	305	375	11,04	200	-	-	-	-	-
Ø280	313	420	11,86	200	-	-	-	-	-
Ø315	434	472,5	17,57	300	-	-	-	-	-
Ø355	449	532,5	22,35	300	-	-	-	-	-
Ø400	470	600	28,25	300	-	-	-	-	-
Ø450	490	675	35,80	300	-	-	-	-	-
Ø500	510	750	44,10	300	-	-	-	-	-

PN (10-12,5) SDR (17-13,6) TE



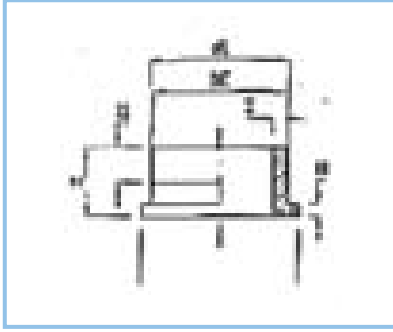
DE	Z	R	S	I	L	L1	d1	d2	h
Ø110	105	10	8,1	-	210	40	-	-	-
Ø125	112,5	10	9,2	-	225	40	-	-	-
Ø160	140	10	9,5	-	280	50	-	-	-
Ø180	150	10	10,7	-	300	50	-	-	-
Ø200	167,5	17,5	11,9	-	352	50	-	-	-
Ø225	180	17,5	13,4	-	360	50	-	-	-
Ø250	-	-	11,04	-	650	200	-	-	-
Ø280	-	-	13,86	-	680	200	-	-	-
Ø315	-	-	17,57	-	915	300	-	-	-
Ø355	-	-	22,25	-	955	300	-	-	-
Ø400	-	-	28,35	-	1000	300	-	-	-
Ø450	-	-	35,80	-	150	300	-	-	-
Ø500	-	-	44,10	-	1100	300	-	-	-

Dizayn Grup gerekli gördüğü takdirde ölçü ve şekilleri habersiz değiştirme hakkını saklı tutar.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

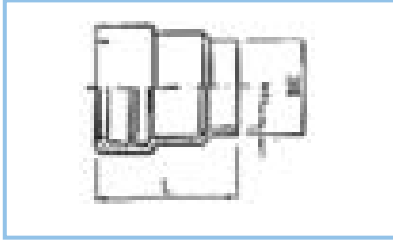
Tablo 2.4.8. Alın kaynaklı ek parçaları tablosu

PN (10-12,5) SDR (17-13,6) FLANŞ ADAPTÖRÜ



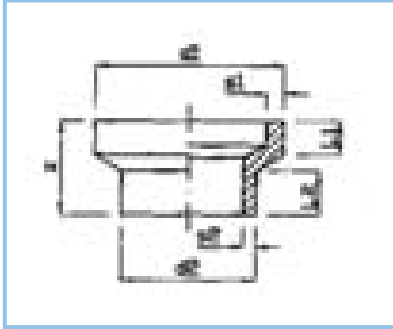
DE	Z	R	S	I	L	L1	d1	d2	h
Ø110	77	-	5.4	-	-	40	105	138	17
Ø125	87	-	8.1	-	-	40	125	158	22
Ø160	89	-	9.2	-	-	40	132	158	33
Ø180	103	-	10.3	-	-	50	155	188	25
Ø200	103	-	9.5	-	-	50	175	212	25
Ø225	110	-	10.7	-	-	50	181	212	30
Ø250	102	-	11.9	-	-	50	232	268	32
Ø280	112	-	13.4	-	-	50	235	268	32
Ø315	125	-	14.8	-	-	50	285	320	35
Ø355	115	-	16.6	-	-	50	291	320	35
Ø400	145	-	18.7	-	-	70	335	370	35
Ø450	161	-	23.7	-	-	70	427	482	46
Ø500	170	-	29.6	-	-	70	530	585	60

PN (10-12,5) SDR (17-13,6) MUF



DE	Z	R	S	I	L	L1	d1	d2	h
Ø90	-	-	6.6	-	160	-	-	-	-
Ø110	-	-	6.6	-	180	-	-	-	-
Ø125	-	-	7.4	-	180	-	-	-	-
Ø160	-	-	9.5	-	230	-	-	-	-
Ø225	-	-	13.4	-	324	-	-	-	-
Ø280	-	-	16.6	-	403	-	-	-	-

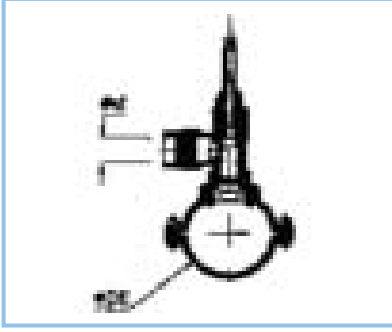
PN 10 SDR 17 REDÜKSİYON



DE	Z	R	S	I	L	L1	L2	d1	d2
-	160	-	-	-	-	80	70	90	75
-	185	-	-	-	-	90	70	110	75
-	172	-	-	-	-	90	80	110	90
-	185	-	-	-	-	90	90	125	110
-	204	-	-	-	-	95	80	140	90
-	198	-	-	-	-	95	90	140	110
-	198	-	-	-	-	95	90	140	125
-	100	-	-	-	-	20	20	160	110
-	50	-	-	-	-	20	20	160	125
-	210	-	-	-	-	103	95	160	140
-	233	-	-	-	-	105	90	180	125
-	226	-	-	-	-	105	95	180	140
-	220	-	-	-	-	105	103	180	160
-	240	-	-	-	-	115	103	200	160
-	240	-	-	-	-	115	105	200	180
-	60	-	-	-	-	20	30	225	160
-	250	-	-	-	-	118	105	225	180
-	250	-	-	-	-	118	115	225	200
-	150	-	-	-	-	50	60	250	200
-	155	-	-	-	-	60	60	250	225
-	135	-	-	-	-	20	35	280	160
-	75	-	-	-	-	20	35	280	225
-	130	-	-	-	-	50	60	280	250
-	90	-	-	-	-	35	456	315	280
-	130	-	-	-	-	50	55	355	315
-	190	-	-	-	-	35	45	400	280
-	100	-	-	-	-	45	45	400	315
-	130	-	-	-	-	40	50	400	355
-	130	-	-	-	-	40	50	450	400
-	130	-	-	-	-	40	45	500	450

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

BRANSMAN AYIRICI



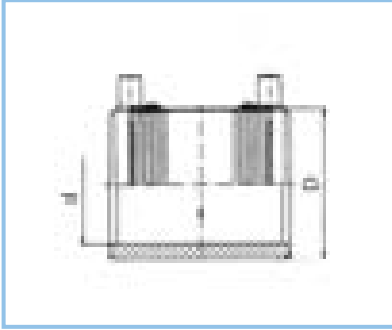
DE	Z	R	S	I	L	L1	d1	d2	d
Ø90	-	-	-	-	-	-	-	-	32
Ø90	-	-	-	-	-	-	-	-	40
Ø110	-	-	-	-	-	-	-	-	32
Ø110	-	-	-	-	-	-	-	-	40
Ø125	-	-	-	-	-	-	-	-	32
Ø125	-	-	-	-	-	-	-	-	40
Ø160	-	-	-	-	-	-	-	-	32
Ø160	-	-	-	-	-	-	-	-	40
Ø225	-	-	-	-	-	-	-	-	32
Ø225	-	-	-	-	-	-	-	-	40
Ø280	-	-	-	-	-	-	-	-	32
Ø280	-	-	-	-	-	-	-	-	40



KESME APARATI

DE	Z	R	S	I	L	L1	d1	d2	d
Ø90-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ø160-315	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PE 100 SDR 11 (16 Bar Su, 10 Bar Gaz)



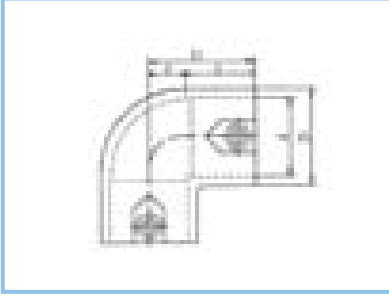
d	g	L	L1	z	z1	t	D	d1	d2
20	40	68	-	-	-	-	31	-	-
25	47	68	-	-	-	-	36	-	-
32	64	72	-	-	-	-	44	-	-
40	89	80	-	-	-	-	54	-	-
50	126	88	-	-	-	-	66	-	-
63	188	96	-	-	-	-	81	-	-
75	268	110	-	-	-	-	96	-	-
90	411	125	-	-	-	-	113	-	-
110	700	145	-	-	-	-	138	-	-
125	925	158	-	-	-	-	155	-	-
140	1300	170	-	-	-	-	175	-	-
160	1721	180	-	-	-	-	197	-	-
180	2450	194	-	-	-	-	220	-	-
200	3200	208	-	-	-	-	245	-	-
225	4200	224	-	-	-	-	276	-	-
250	6700	225	-	-	-	-	325	-	-
280	8400	225	-	-	-	-	356	-	-

Tablo 2.4.8a.Elektrofüzyon Manşon

Dizayn Grup gerekli gördüğü takdirde ölçü ve şekilleri habersiz değiştirme hakkını saklı tutar.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

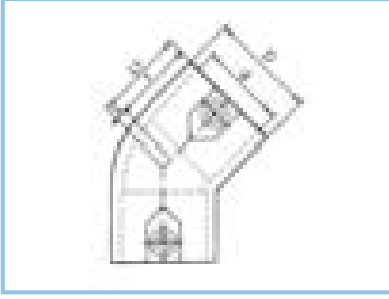
PE 100 SDR 11 (16 Bar Su 10 Bar Gaz)



d	g	L	L1	z	z1	t	D	d1	d2
32	85	-	53	17	-	36	44	-	-
40	130	-	62	23	-	39	54	-	-
50	210	-	71	28	-	43	66	-	-
63	328	-	81	32	-	48	81	-	-
90	710	-	110	48	-	62	113	-	-
110	1330	-	132	61	-	71	136	-	-
125	1560	-	142	68	-	74	151	-	-
160	3520	-	178	86	-	92	196	-	-

Tablo 2.4.8b. Elektrofüzyon 90° Dirsek

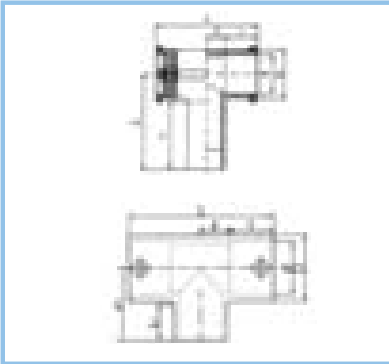
PE 100 SDR 11 (16 Bar Su 10 Bar Gaz)



d	g	L	L1	z	z1	t	D	d1	d2
32	54	-	44	8	-	36	44	-	-
40	88	-	50	11	-	39	54	-	-
50	140	-	56	13	-	43	66	-	-
63	240	-	63	15	-	48	81	-	-
90	610	-	85	23	-	62	112	-	-
110	900	-	103	32	-	71	136	-	-
125	1240	-	107	33	-	74	151	-	-
160	2300	-	134	42	-	92	196	-	-

Tablo 2.4.8c. Elektrofüzyon 45° Dirsek

PE 100 SDR 11 (16 Bar Su, 10 Bar Gaz)

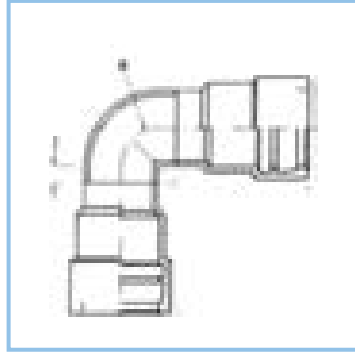


d	g	L	L1	z	z1	t	D	d1	d2
32	107	102	74	15	100	36	44	-	-
40	166	120	82	21	114	39	54	-	-
50	254	135	90	24.5	126	43	66	-	-
63	416	152	102	28	150	48	81	-	-
90	910	202	84	41	146	61	112	-	-
110	1420	242	88	56	161	65	136	-	-
125	1980	256	92	53	174	75	151	-	-
160	3520	325	103	71	206	92	196	-	-

Tablo 2.4.8d. Elektrofüzyon Te

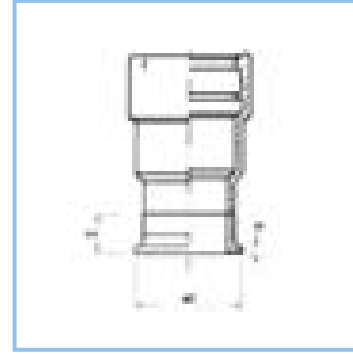
DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

Tablo 2.4.9. İtme soket ek parçaları tablosu



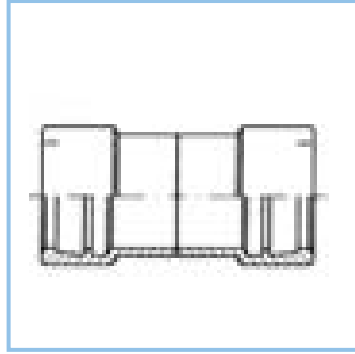
ÇİFT TARAFLI İTME
SOKET 90° DİRSEK

D
Ø110
Ø125
Ø160
Ø225



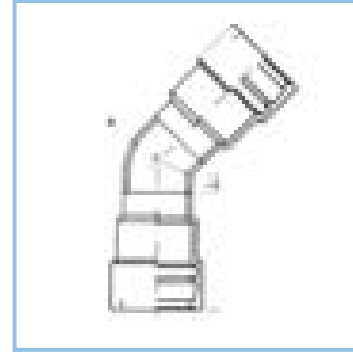
FLANŞLI İTME SOKET
MANŞON

D
Ø110
Ø125
Ø160
Ø225



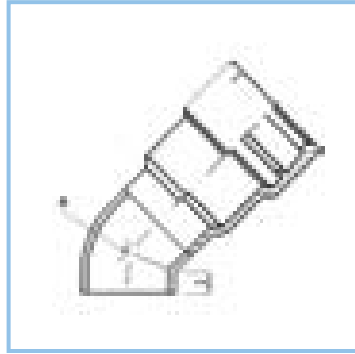
İTME SOKET
KAYAR MANŞON

D
Ø110
Ø125
Ø160
Ø225



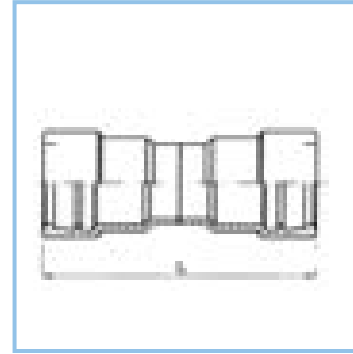
ÇİFT TARAFLI İTME SOKET
45° DİRSEK

D
Ø110
Ø125
Ø160
Ø225



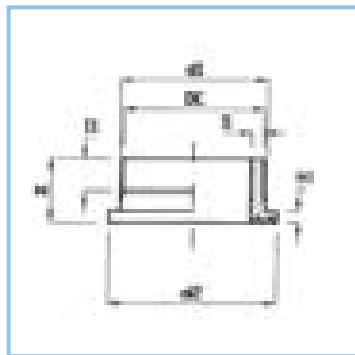
TEK TARAFLI İTME SOKET
45° DİRSEK

D
Ø110
Ø125
Ø160
Ø225



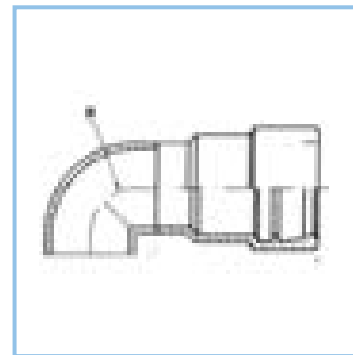
DUBLE İTME SOKET
MANŞON

D
Ø110
Ø125
Ø160
Ø225



FLANŞ

D
Ø110
Ø125
Ø160
Ø225

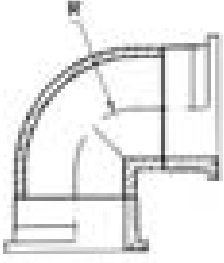


TEK TARAFLI İTME SOKET
90° DİRSEK

D
Ø110
Ø125
Ø160
Ø225

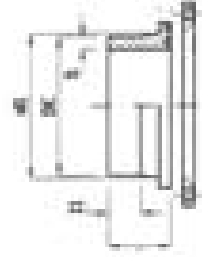
DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

Tablo 2.4.10. İtme soket ek parçaları tablosu



FLANŞLI 90° DİRSEK

D
Ø110
Ø125
Ø160
Ø225



KÖR PLAKA

D
Ø110
Ø125
Ø160
Ø225



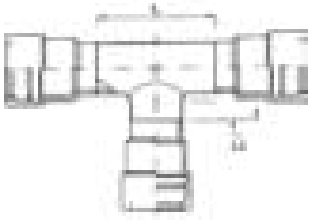
FLANŞLI 45° DİRSEK

D
Ø110
Ø125
Ø160
Ø225



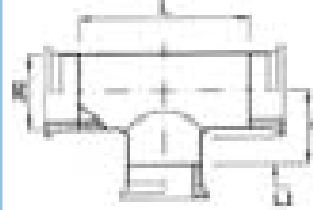
ÇİFT TARAFLI İTME SOKET REDÜKSİYON

D	D1
Ø110	Ø110
Ø160	Ø110
Ø160	Ø125
Ø225	Ø100
	Ø125
Ø225	Ø160



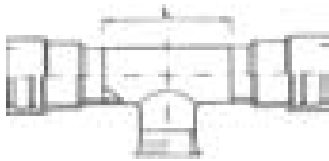
ÜÇ TARAFLI İTME SOKET TE

D
Ø110
Ø125
Ø160
Ø225
Ø280
Ø160*110*160
Ø160*110*160
Ø225*100*225
Ø225*125*225
Ø225*160*225



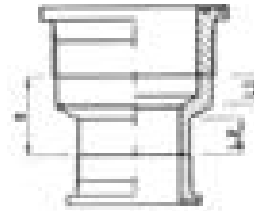
ÜÇ TARAFLI FLANŞLI TE

D
Ø110
Ø125
Ø160
Ø225
Ø280
Ø160*110*160
Ø160*110*160
Ø225*100*225
Ø225*125*225
Ø225*160*225



TEK TARAFA FLANŞLI İTME SOKET TE

D
Ø110
Ø125
Ø160
Ø225
Ø280
Ø160*110*160
Ø160*110*160
Ø225*100*225
Ø225*125*225
Ø225*160*225



İKİ TARAFLI FLANŞLI REDÜKSİYON

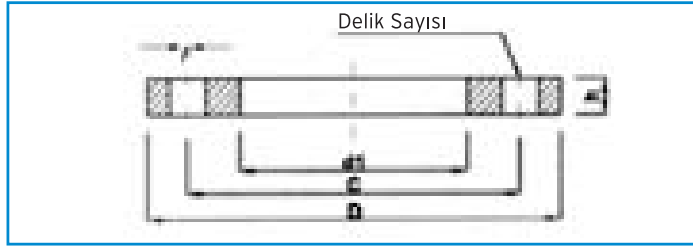
D	D1
Ø125	Ø110
Ø160	Ø110
Ø160	Ø125
Ø225	Ø100
Ø225	Ø125
Ø225	Ø160

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI



Resim 2.4.2. Santo Domingo temizsu projesi için üretilen 1600 mm PE100 basınçlı borular

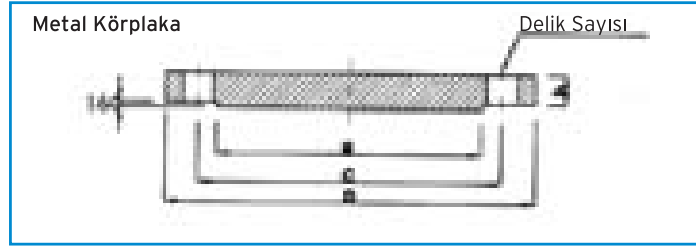
DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI



Stubend DN	DN	PN bar	d1	C	D	h	Delik Sayısı	F	Screw
50	40	10	62.0	110.0	150.0	15.0	4	19.0	M 16
		16	62.0	110.0	150.0	15.0	4	19.0	M 16
		25	-	-	-	-	-	-	-
63	50	10	78.0	135.0	175.0	15.0	4	19.0	
		16	78.0	135.0	175.0	15.0	4	19.0	
		25	-	-	-	-	-	-	
75	65	10	92.0	145.0	185.0	15.0	4	19.0	M 16
		16	92.0	145.0	185.0	15.0	4	19.0	M 16
		25	-	-	-	-	-	-	-
90	80	10	108.0	160.0	200.0	19.0	8	19.0	
		16	108.0	160.0	200.0	19.0	8	19.0	
		25	-	-	-	-	-	-	
110	100	10	128.0	180.0	220.0	19.0	8	19.0	M 16
		16	128.0	180.0	220.0	19.0	8	19.0	M 16
		25	-	-	-	-	-	-	-
125	100	10	135.0	180.0	220.0	19.0	8	19.0	
		16	135.0	180.0	220.0	19.0	8	19.0	
		25	-	-	-	-	-	-	
140	125	10	158.0	210.0	250.0	19.0	8	19.0	M 16
		16	158.0	210.0	250.0	19.0	8	19.0	M 16
		25	-	-	-	-	-	-	-
160	150	10	178.0	240.0	285.0	19.0	8	23.0	
		16	178.0	240.0	285.0	19.0	8	23.0	
		25	-	-	-	-	-	-	
180	150	10	188.0	240.0	340.0	19.0	8	23.0	M20
		16	188.0	240.0	340.0	19.0	8	23.0	M20
		25	-	-	360.0	-	-	-	-
200	200	10	235.0	295.0	340.0	20.0	8	23.0	
		16	235.0	295.0	340.0	20.0	12	23.0	
		25	235.0	310.0	360.0	22.0	12	28.0	
225	200	10	238.0	295.0	400.0	20.0	8	23.0	M20
		16	238.0	295.0	400.0	20.0	12	23.0	M24
		25	238.0	310.0	425.0	22.0	12	28.0	M27
250	250	10	288.0	350.0	400.0	22.0	12	23.0	
		16	288.0	355.0	400.0	22.0	12	28.0	
		25	288.0	370.0	425.0	24.5	12	31.0	
280	250	10	294.0	350.0	455.0	22.0	12	23.0	M20
		16	294.0	355.0	455.0	22.0	12	28.0	M24
		25	294.0	370.0	485.0	24.5	12	31.0	M27
315	300	10	338.0	400.0	505.0	24.5	12	23.0	
		16	338.0	410.0	520.0	24.5	12	28.0	
		25	238.0	430.0	555.0	27.5	16	31.0	
355	350	10	376.0	460.0	565.0	24.5	16	23.0	M24
		16	376.0	470.0	580.0	26.5	16	28.0	M27
		25	376.0	490.0	620.0	30.0	16	34.0	M33
400	400	10	430.0	515.0	670.0	24.5	16	28.0	
		16	430.0	525.0	-	28.0	16	31.0	
		25	430.0	550.0	-	32.0	16	37.0	
450	500	10	517.0	620.0	670.0	26.5	20	28.0	M24
		16	-	-	-	-	-	-	-
		25	-	-	-	-	-	-	-
500	500	10	533.0	620.0	670.0	26.5	20	28.0	
		16	-	-	-	-	-	-	
		25	-	-	-	-	-	-	

Tablo 2.4.11. DIN standardına göre flanş ölçüleri.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI



Stubend DN	DN	PN bar	C	D	h	g	Delik Sayısı	Screw
50	40	10	110.0	150.0	15.0	88.0	4	19.0
		16	110.0	150.0	15.0	88.0	4	19.0
		25	-	-	-	-	-	-
63	50	10	135.0	175.0	15.0	102.0	4	19.0
		16	135.0	175.0	15.0	102.0	4	19.0
		25	-	-	-	-	-	-
75	65	10	145.0	185.0	15.0	122.0	4	19.0
		16	145.0	185.0	15.0	122.0	4	19.0
		25	-	-	-	-	-	-
90	80	10	160.0	200.0	19.0	133.0	8	19.0
		16	160.0	200.0	19.0	133.0	8	19.0
		25	-	-	-	-	-	-
110	100	10	180.0	220.0	19.0	153.0	8	19.0
		16	180.0	220.0	19.0	153.0	8	19.0
		25	-	-	-	-	-	-
125	100	10	180.0	220.0	19.0	153.0	8	19.0
		16	180.0	220.0	19.0	153.0	8	19.0
		25	-	-	-	-	-	-
140	125	10	210.0	250.0	19.0	183.0	8	19.0
		16	210.0	250.0	19.0	183.0	8	19.0
		25	-	-	-	-	-	-
160	150	10	240.0	285.0	19.0	209.0	8	23.0
		16	240.0	285.0	19.0	209.0	8	23.0
		25	-	-	-	-	-	-
180	150	10	240.0	340.0	19.0	209.0	8	23.0
		16	240.0	340.0	19.0	209.0	8	23.0
		25	-	360.0	-	-	-	-
200	200	10	295.0	340.0	20.0	264.0	8	23.0
		16	295.0	340.0	20.0	264.0	12	23.0
		25	310.0	360.0	22.0	274.0	12	28.0
225	200	10	295.0	400.0	20.0	264.0	8	23.0
		16	295.0	400.0	20.0	264.0	12	23.0
		25	310.0	425.0	22.0	274.0	12	28.0
250	250	10	350.0	400.0	22.0	319.0	12	23.0
		16	355.0	400.0	22.0	319.0	12	28.0
		25	370.0	425.0	24.5	331.0	12	31.0
280	250	10	350.0	155.0	22.0	319.0	12	23.0
		16	355.0	455.0	22.0	319.0	12	28.0
		25	370.0	485.0	24.5	331.0	12	31.0
315	300	10	400.0	505.0	24.5	367.0	12	23.0
		16	410.0	520.0	24.5	367.0	12	28.0
		25	430.0	555.0	27.5	389.0	16	31.0
355	350	10	460.0	565.0	24.5	427.0	16	23.0
		16	470.0	580.0	26.5	432.0	16	28.0
		25	490.0	620.0	30.0	446.0	16	34.0
400	400	10	515.0	670.0	24.5	477.0	16	28.0
		16	525.0	-	28.0	484.0	16	31.0
		25	550.0	-	32.0	503.0	16	37.0
450	500	10	620.0	670.0	26.5	582.0	20	28.0
		16	-	-	-	-	-	-
		25	-	-	-	-	-	-
500	500	10	620.0	670.0	26.5	582.0	20	28.0
		16	-	-	-	-	-	-
		25	-	-	-	-	-	-

Tablo 2.4.12. DIN standardına göre körplaka ölçüleri.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.5 Baş Bağlama Teknikleri

Dizayn PE 100 borular değişik şekillerle baş bağlaması yapılır. Bunlar;

- Alın kaynak metodu,
- Elektrofüzyon metodu,
- İtme soketli bağlantı,
- Flanşlı bağlantı

2.5.1 Çevre Şartları

Rüzgar kaynak kalitesini bozucu etki sağlar, ısıtma plakasının soğumasına ve bozuk ısı dağılımına yol açar. Güneşten, rüzgardan ve tozdan korunmak için kaynak alanı etrafının tenteye kapatılması tavsiye edilir. Boru uçlarının ve ısıtma plakasının toz, taş ve bunun gibi kirlere arındırılması çok önemlidir. Açık olan boru uçları türbülans olmaması için örtülerek kapatılmalıdır. Kaynak yapılacak bölgenin kirlenmesi onun dayanıklılığını büyük ölçüde azaltır.

2.5.2 Alın Kaynak Metodu

Alın kaynağı et kalınlığı 3mm'den, çapı 63 mm'den büyük borulara yapılması tavsiye edilmektedir. Şekil. 2.5.1'de şematik görülmektedir.

- a) Alın kaynak makinesi ile yapılır. Kaynağın aşamaları aşağıdaki gibidir.
- i) Elektrik jeneratör ile sağlanacak ise jeneratör voltaj regülatörlü ve

gücü en az 4 kW olmalıdır.

- ii) Boru, alın kaynak makinesine ovalleşmeyecek şekilde yerleştirilir.
- iii) Tıraşlayıcı ile iki boru alını düzleştirilir.

- iv) Tıraşlayıcı iki boru arasından kaldırılır ve borular alın altına getirilerek eksen kontrolü yapılır, boruların alın altına geldiği kontrol edilir.

- v) Kaynak yapılacak boruların arasına 200 - 230 °C arasında sıcaklığa sahip teflon kaplı ütü yerleştirilir.

- vi) Tablo 2.5.1 'deki alın kaynak parametrelerinde istenilen dudak yüksekliği olana kadar 0,18-0,22 MPa basınç uygulanarak beklenir.

- vii) İstenilen dudak yüksekliği oluşunca uygulanan basınç kaldırılır ve parametre listesinde belirtilen süre kadar serbest ısıtma devam eder.

- viii) Süre bitiminde boru geri çekilerek ütüden ayrılır ve parametrede belirtilen süre içinde alınları ısıtılmış boru alınları 0,18-0,22 MPa basınçla birleştirilir.

- ix) Parametrelerde belirtilen süre kadar basınç altında soğuma devam eder. Süre bitiminde basınç kaldırılır.

- b) Rüzgar ve yağış olan durumlarda önlem alınmalıdır.

- c) Alın kaynağı yapılabilecek çap ve et kalınlıkları için Tablo 2.5.1 'deki değerler dikkate alınmalıdır. Bu tabloda yer almayan çaplar için elektrofüzyon kaynağı ile baş bağlama önerilmektedir.



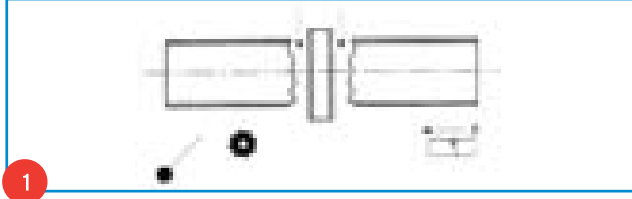
Resim 2.5.1 Şantiyede alın kaynağı uygulaması.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

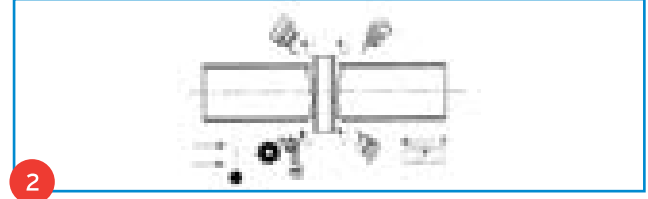
Anma Çapı	Et kalınlığı	Basınç sınıfı	Basınç altında dudak yüksekliği	Serbest Isıtma süresi	Isıtıcının geri çekilme süresi	Kaynak basıncına ulaşma süresi	Basınç altında soğuma süresi	Toplam kaynak süresi
mm	mm	bar	mm	s	s	s	dakika	saat
75	4.5	10	1.00	45	5	5	6	0.12
	6.8	6	1.00	68	6	6	10	0.18
90	3.3	6	0.50	33	5	5	6	0.11
	5.4	10	1.00	54	5	5	7	0.14
	8.2	16	1.50	82	6	6	11	0.21
110	4.0	6	0.50	40	5	5	6	0.11
	6.6	10	1.00	66	6	6	9	0.18
	10.0	16	1.50	100	6	6	13	0.25
125	4.5	6	1.00	45	5	5	6	0.12
	7.4	10	1.50	74	6	6	10	0.20
	11.4	216	1.50	114	6	6	14	0.28
140	5.1	6	1.00	51	5	5	7	0.13
	8.3	10	1.50	83	6	6	11	0.21
	12.7	16	2.00	127	8	8	17	0.32
160	5.8	6	1.00	58	6	6	8	0.15
	9.5	10	1.50	95	6	6	13	0.24
	14.6	16	2.00	146	8	8	19	0.36
180	6.5	6	1.00	65	6	6	9	0.17
	10.7	10	1.50	107	6	6	14	0.26
	16.54	16	2.00	164	8	8	20	0.39
200	7.2	6	1.50	72	6	6	10	0.19
	11.9	10	1.50	119	6	6	15	0.28
	18.2	16	2.00	182	8	8	22	0.43
225	8.2	6	1.50	82	6	6	11	0.21
	13.4	10	2.00	134	8	8	17	0.33
	20.5	16	2.50	205	10	10	26	0.49
250	90.1	6	1.50	91	6	6	12	0.23
	14.8	10	2.00	148	8	8	19	0.36
	22.7	216	2.50	227	10	10	28	0.53
280	10.1	6	1.50	101	6	6	13	0.25
	16.6	10	2.00	166	8	8	21	0.39
	25.4	16	2.50	254	10	10	30	0.58
315	11.4	6	1.50	114	6	6	14	0.28
	18.7	10	2.00	187	8	8	23	0.43
	28.6	16	3.00	286	12	12	35	0.66
355	12.9	6	2.00	129	8	8	17	0.32
	21.1	10	2.50	211	10	10	26	0.50
	32.2	16	3.00	322	12	12	38	0.73
400	14.5	6	2.00	145	8	8	19	0.35
	23.7	10	2.50	237	10	10	29	0.55
	36.3	16	3.00	363	12	12	42	0.81
450	16.3	6	2.00	163	8	8	20	0.39
	26.7	10	3.00	267	12	12	33	0.63
	40.9	16	3.50	409	16	16	45	0.87
500	18.1	6	2.00	181	8	8	22	0.42
	29.7	10	3.00	297	12	12	36	0.68
	45.4	216	3.50	454	16	16	46	0.89
560	20.3	6	2.50	203	10	10	25	0.48
	33.2	10	3.00	332	12	12	39	0.75
	50.8	16	4.00	508	20	20	61	1.17

Tablo 2.5.1 Dizayn PE 100 Boru Alın Kaynak Parametreleri

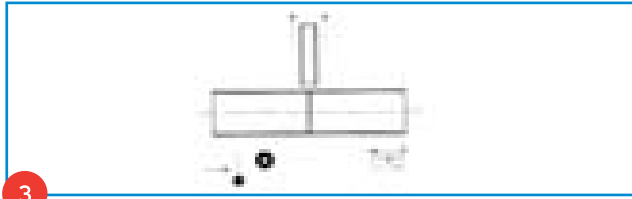
DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI



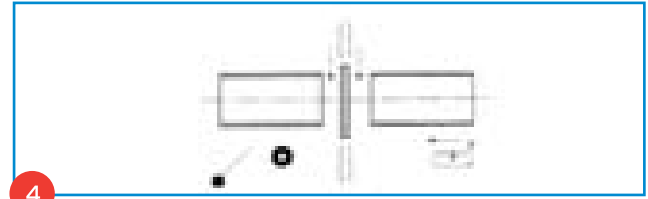
1 Tıraşlayıcı kaynak edilecek boruların arasına yerleştirilir.



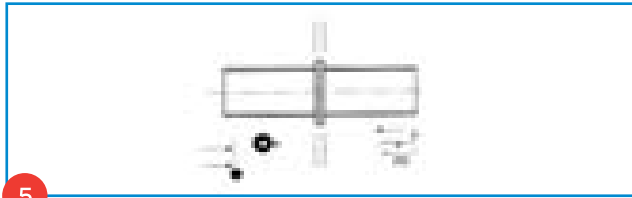
2 Kaynak yapılacak boruların alın yüzeyleri eksene dik olacak şekilde tıraşlanır. Bu tıraşlama işlemi aynı zamanda okside olmuş tabakayı alır.



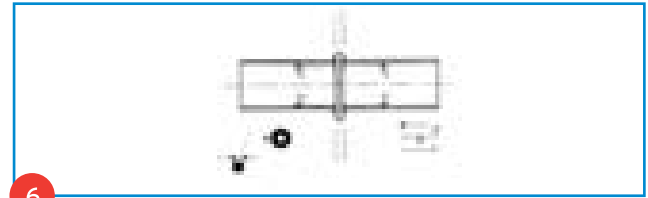
3 Tıraşlayıcı dışarıya alınır ve alın yüzeyleri temizlenen borular uc uca getirilerek eksen kontrolü yapılır.



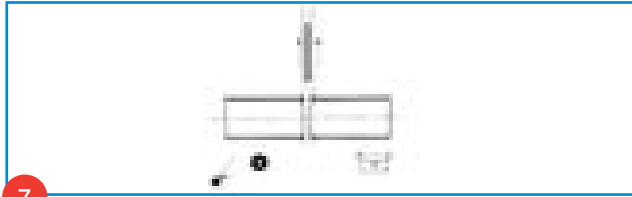
4 Kaynak yapılacak boruların arasına 200 ile 230 °C arasında ısıya sahip olan teflon kaplı ütü yerleştirilir.



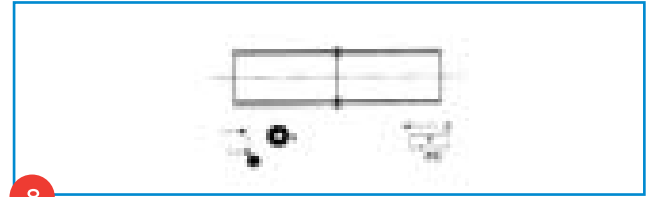
5 Alın kaynağı parametreleri cetvelinde istenen dudak yüksekliği oluşana kadar sıkıştırma kolu yardımıyla borular ütüye yapıştırılır ve kol yıldız kavramıyla kilitlenir. Basınç, göstergeden izlenir (P2)



6 Cetvelde belirtilen dudak yüksekliği oluşana kadar (t1) beklendikten sonra basınç kaldırılır ve ısının boru kesitinde ilerlemesi sağlanır (serbest ısıtma süresi). Bu esnada borular ile ütü yüzeyi arasında boşluk kalmamasına dikkat edilmelidir (t2).



7 Cetvelde belirtilen serbest bekleme süresi dolduktan sonra ütü aradan kaldırılır (t3).



8 Alın yüzeyleri erimiş olan borular sıkıştırma kolu vasıtasıyla uc uca getirilene yavaşça artan bir şekilde (t4) sıkıştırılır ve kilitlenir. Kaynak için gerekli olan basınç göstergeden okunur (P2) bu halde, cetvelde verilmiş olan soğuma süresi kadar beklenir (t5) ve kaynak tamamlanır.

Şekil 2.5.1 Alın kaynağı yapılışı.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI



Resim 2.5.2 Alın Kaynak Makinesi

Boyut (mm)	Kaynak sayısı >SDR26	Kaynak sayısı >SDR22
1600	2 -3	-
1400	2 -3	-
1200	3-4	3 -4
1000	3-4	3 -4
900	4-5	4-5
800	4-5	4-5
710	5-6	5-6
630	6-8	6-8
560	7-9	7-9
500	1- 10	7- 10
450	7- 10	8- 11
400	10- 13	10- 13
355	10- 13	10- 13
280	14- 17	14- 17
250	16-20	16-20
225	18-22	17-22
200	20- 25	18-25
180	22 -27	18 -27
160	22-27	20-27
140	22 - 28	20- 28
125	25 -30	22 - 30
110	25-30	25-30
90	25-30	25-30
75	26-30	25-30

Tablo 2.5.2 Alın kaynak kapasitesi

* 8 saatlik çalışmada yapılan kaynak sayısı.



Resim 2.5.3. PE 100 özel üretimlerimizden "manifold"un görüntüsü.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI



Resim 2.5.4- İzmir doğalgaz santrali projesinden görüntüler.

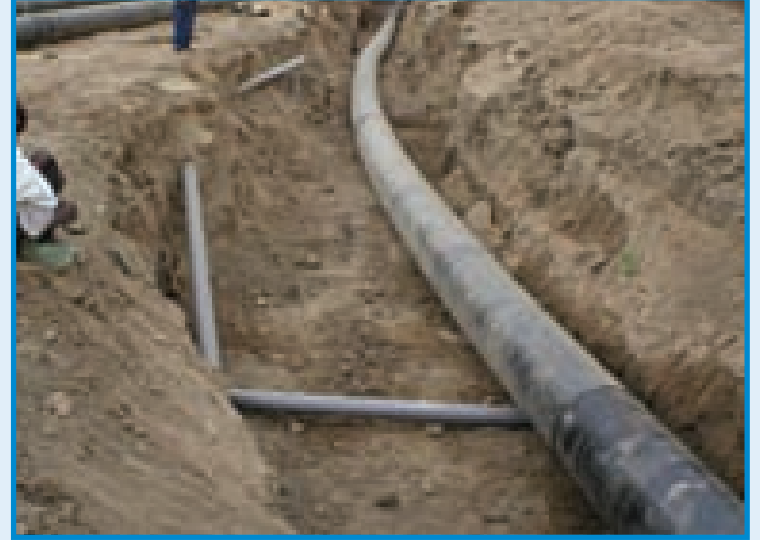


Resim 2.5.5- Şebeke boru uygulamalarından görüntüler.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI



Resim 2.5.6- Hartum Temiz Su Şebekesi



Resim 2.5.7- Bechtel Enka MTO



DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.5.3 Elektrofüzyon Kaynak Tekniği

Elektrofüzyon kaynak tekniğinin küçük çaplı borulara (Ø20 - 110 mm) uygulanması ekonomiktir.

a) Elektrofüzyon kaynağı yapılacak fitting iki şekilde temin edilebilir.

i) Kendinden elektrofüzyon (EF) kuşaklı fittingler.

ii) Elektrofüzyon (EF) manşonla birleştirilebilen fittingler (Bu fittinglerin her birleşim ucu için bir adet manşona ihtiyaç vardır).

b) İlk önce kaynak yapılacak boru uçları düzgün olarak ince dişli testere ile kesilir.

c) EF Manşona girecek boru ucu ölçülerek işaretlenir. İşaretlenen kısmın tüm yüzeyindeki oksitlenmiş tabaka kazıma aparatı ile talaş kaldırarak şekilde kazılacak ve alkol ile temizlenecektir. Elektrofüzyon manşonun içi de alkol ile silinecektir.

d) (c) bendinde tarif edilen şekilde hazırlanmış uçlar manşonun iki tarafına sokulur. Borular standardın öngördüğü değerlerde oval olabilir. Oval borular için ovallik alıcı pense kullanılmalıdır.

e) EF Manşon parça ile birlikte barkod etiketi bulunmalıdır. İki tip elektrofüzyon kaynak makinası vardır.

i) Barkod okuyabilen tip; parça ile birlikte gelen barkot etiketi okutulur, makine kaynak süresini dış hava sıcaklığına bağlı olarak otomatik ayarlar. Bu tip makinelere süre istenirse manuel olarak girilebilir.

ii) Manuel tip; Barkod etiketinde yazan süre el ile hava sıcaklığına bağlı olarak girilir. Etiketle hava sıcaklığına bağlı süreler yazılıdır.

f) Kaynak makinalarına gelen elektrik en az 220, en fazla 240 V arası olmalı ve kaynak süresince voltaj kesinlikle 220 V dan düşük olmamalıdır. Elektrik enerjisi jeneratör ile sağlanacak ise voltaj regülatörlü ve en az 3,5 kw gücünde olmalıdır.

g) Kaynak olan boru soğuyana kadar oynatılmamalı ve kesinle su ile temas ettirilmemelidir.

DN mm	Tolerans mm	DN mm	Tolerans mm	DN mm	Tolerans mm	DN mm	Tolerans mm
20	1,2	63	1,5	140	2,8	250	5,0
25	1,2	75	1,6	160	3,2	280	9,8
32	1,3	90	1,8	180	3,6	315	11,1
40	1,4	110	2,2	200	4,0	355	12,5
50	1,4	125	2,5	225	4,5	400	14,0

Tablo 2.5.3 - Dizayn PE 100 ve Dizayn PE 80 borular için ovallik toleransları (ISO 11922-1'e göre)

2.5.3.1 Elektrofüzyon Kaynak Makinesinin Çalıştırılması

1) On/Off düğmesi açılır.

2) Start düğmesine basılır (bu durumda cihaz "tık" diye sinyal verir).

3) Barkod okutulur (bu durumda cihaz "tık" diye sinyal verir).

4) İki defa start düğmesine basılır. (Her düğmeye basılıştan sonra cihaz 1 defa "tık" diye sinyal verir).

5) Kaynak işlemi için gerekli süre ekranda görülür ve bu süre geri sayımla sıfırlanır. Soğumadan sonra kaynak tamamlanmıştır.

Önemli Not: Çeşitli şantiye uygulamalarında görülmüştür ki;

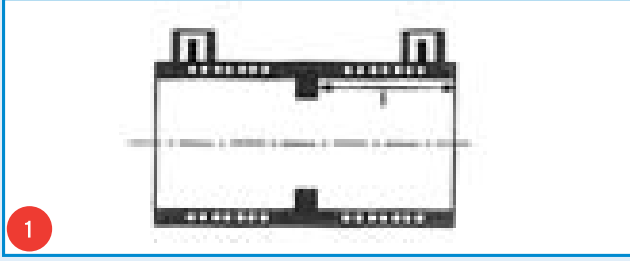
a) Makina giriş gerilimi beklenenden (220V) düşük olması halinde kaynak süresi geri sayımı başlar ve süre sayımı kilitlenir.

1) Bu durumda ya besleme hattı üzerindeki ek yükler devre dışı bırakılmalı,

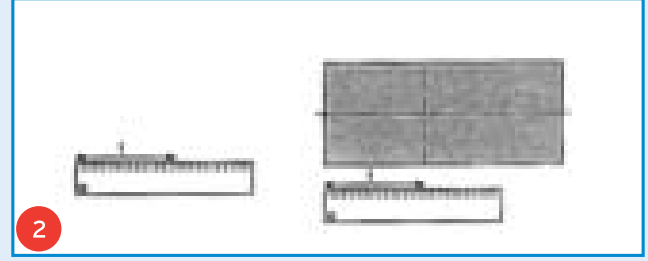
2) Ya da makina güç beklentisini karşılayacak bir müstakil jeneratör ile beslenmelidir.



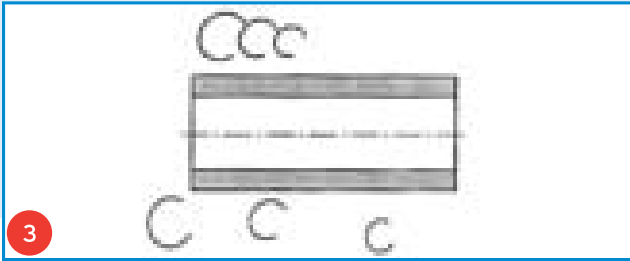
DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI



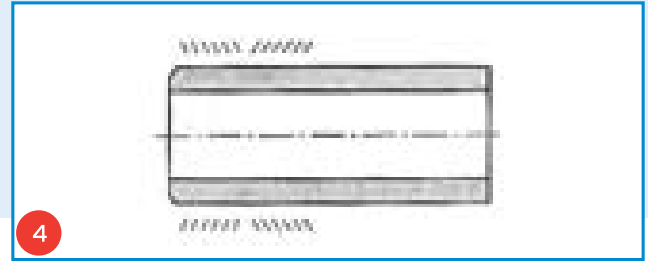
1 Bir cetvel yardımıyla manşondaki girme derinliği tespit edilir.



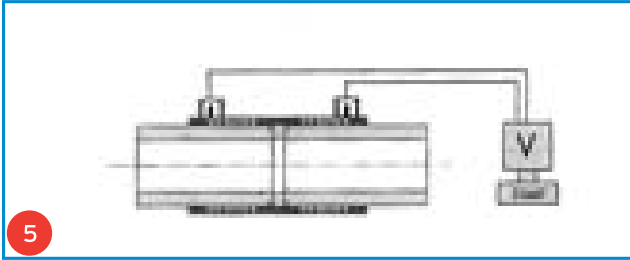
2 Tespit edilen girme derinliği boru üzerinde işaretlenir.



3 Boru üzerinde oksitlenmiş tabaka kazınarak temizlenir.

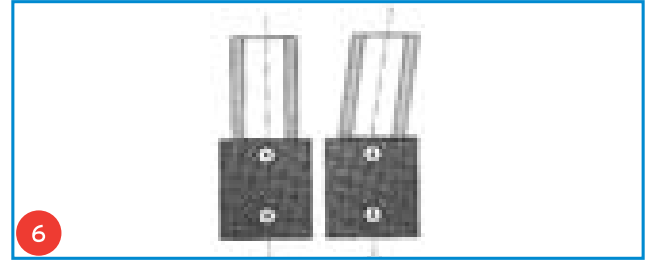


4 Tıraşlanan parçanın üzerindeki talaşlar temizlenir ve ağızları dışarıdan yuvarlatılır.



5 Daha sonra birleştirilecek borular (veya diğer parçalar) elektrofüzyon manşon içerisine dik yerleştirilir ve kaynağı yapılacak olan parça üzerindeki girme derinliği işareti yardımıyla manşonun tam olarak oturup oturmadığı kontrol edilir. Daha sonra akım uçları elektrofüzyon fittinge takılarak kaynak başlatılır.

Şekil 2.5.2 Elektrofüzyon kaynağının yapılışı.



6 Borunun manşon içerisine yerleştirilmesi.

Elektrofüzyon fittinglerin depolanması esnasında dikkat edilmesi gereken hususlar;

- 1) Hasara yol açacak hareketlerden kaçınınız.
- 2) Isı ve UV ışınlardan uzak tutunuz.
- 3) Füzyon kuşaklarını su ve yağlardan koruyunuz.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.5.4 İtme Soketli Bağlantı

Dizayn PE 100 borular contalı birleştirmeye uygun olarak da üretilebilir. İtme soket'te çift conta vardır. Birincisi sızdırmazlık sağlar, ikincisi ise kilitleme görevi yaparak borunun muttan çıkmasını engeller. Dikkat edilmesi gereken hususlar, boru ucu düzgün kesilmeli ve pahlanmalı mufa kolay geçirmek için kaydırıcı silikon ve gerekli ise çekirtme aparatı kullanılmalıdır. Bu işlemin yapılışı Şekil 2.5.3'de şematik görülmektedir.

2.5.5 Flanşlı Bağlantı

Dizayn PE 100 flanş adaptörü üzerine çelik flanşlar geçirilir ve birleştirilecek uçlara adaptör alın kaynağı ile kaynatılır. Alın kaynağında madde 2.5.2 deki kurallar geçerlidir.

2.5.6 Abone Bağlantısının yapılması

Dizayn PE 100 borularda abone bağlantısı için branşman ayırıcı kullanılır. Bu işlem için gerekli ekipman şunlardır: Şekil 2.5.4'te şematik abone bağlantısı görülmektedir.

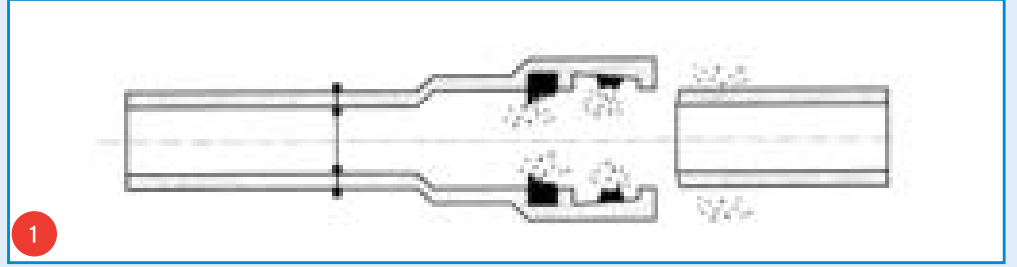
- 1) Branşman ayırıcı (semer ve vanadan oluşmaktadır),
- 2) Yeteri kadar aboneye gidecek boru,
- 3) Elektrofüzyon manşon,
- 4) Su sayacına bağlantı için polietilen iç dişli veya dış dişli nipel adaptör (Puşvit adaptör de kullanılabilir. Ancak puşvit yüksek kalitede olmalıdır),
- 5) Elektrofüzyon kaynak makinası,
- 6) Yakınında elektrik yok ise jeneratör,
- 7) Boru yüzeyini temizlemek için alkol,
- 8) Boru üzerindeki oksitlenmiş yüzeyi temizlemek için kazıma aparatı,

Abone bağlantısı işleminin yapılması:

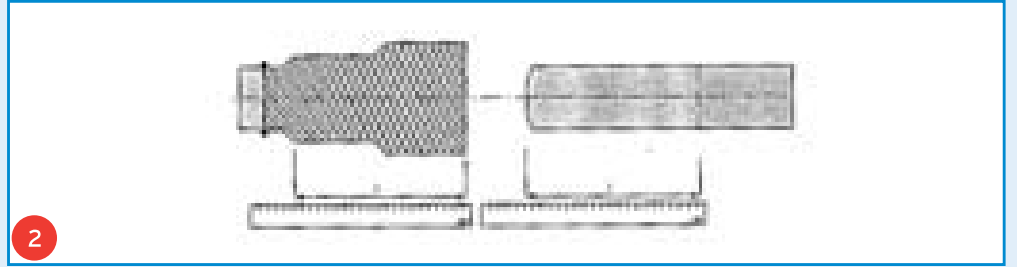
- 1) Elektrofüzyon kaynağı prosedürlerine uyulmalıdır.
- 2) Aboneye giden Dizayn PE 100 boru döşenir.
- 3) Branşman ayırıcı semerinin oturacağı yüzey kazınarak oksitlenmiş tabaka kaldırılır.
- 4) Semer paketinden çıkarılır.
- 5) Semerin içine vananın ucuna ve boru yüzeyine alkol sürülür.
- 6) Vana semere oturtulur.
- 7) Vanalı semer boru üzerine oturtularak vananın ucu gelen hatta göre ayarlanır.
- 8) Semer üzerindeki elektrik uçlarına elektrotlar bağlanır.
- 9) Elektrofüzyon yapılmasındaki işlemler uygulanır.
- 10) Abone borusunun vanaya bağlantısı için elektrofüzyon manşon kullanılır.
- 11) Manşon oturacak yüzey kazınarak alkolle temizlenir.
- 12) Elektrofüzyon kaynağındaki işlemler tekrar uygulanır ve boru abone bağlantısı tamamlanmış olur.
- 13) Borunun sayaç tarafına ise elektrofüzyon dış dişli veya iç dişli nipel kullanılarak yapılır. Bu nipel üzerinde elektrofüzyon manşon vardır. Buna da yukarıdaki kaynaklama prosedürü uygulanır.
- 14) Semeri boru üzerine kaynatırken boru önceden delinmez. Boru delme işlemi vananın ucundaki kesici ile olacaktır. Vana ilk kez kapatılır. Bu kapatma işlemi aynı zamanda delme işlemini de yapacaktır.
- 15) Abone hattı artık servise hazırdır.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

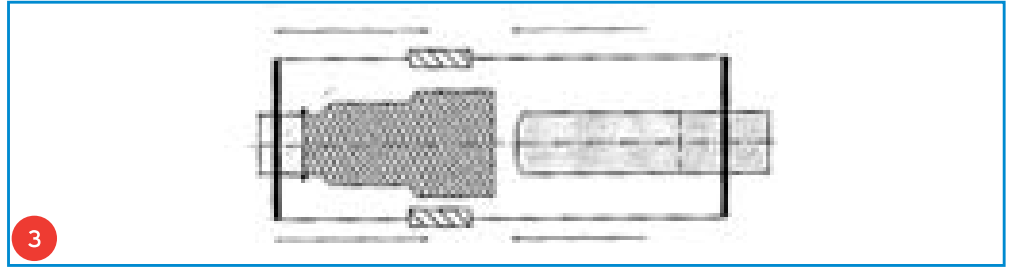
Borunun mufa kolay geçmesi ve bu geçiş esnasında contalara zarar vermemesi için muf içindeki contaların üzerine uygun bir kaydına (arap sabunu) sürülür. Bu işlem borunun mufa geçecek kısmına da uygulanır.



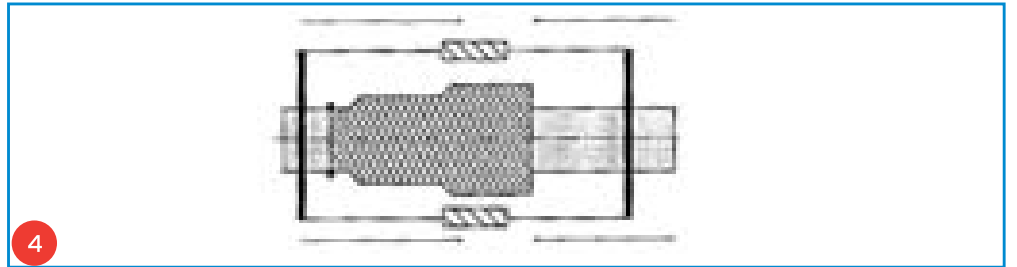
Muf içerisindeki girme derinliği ölçülür ve bu mesafe boru üzerine işaretlenir.



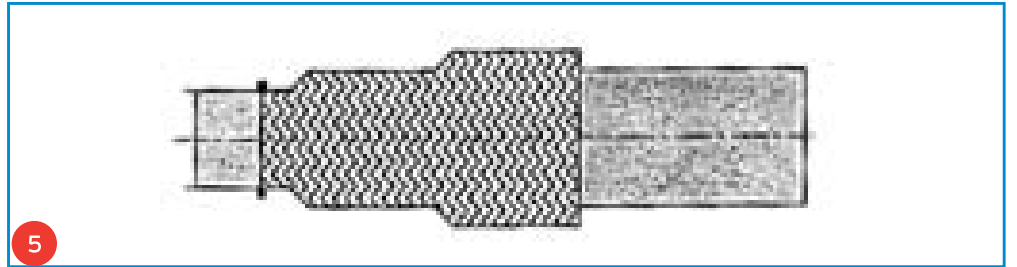
Muf ve boru aynı eksende uç uca getirilir. Mufa geçirilecek boru çapına uygun olan çekirme aparatları boru ve muflu kısmın üzerine monte edilir.



Çekirme aparatının kolları yardımıyla boru ve muf montajı gerçekleştirilir. Çekirme esnasında mufa geçecek olan borunun muf ile muhakkak aynı eksende iken çektirilmesine özen gösterilmelidir. Aksi takdirde conta zarar görebilir. Boru üzerine işaretlenmiş olan girme derinliği çizgisi muf ağzına geldiğinde çekirme işlemi bitirilir.



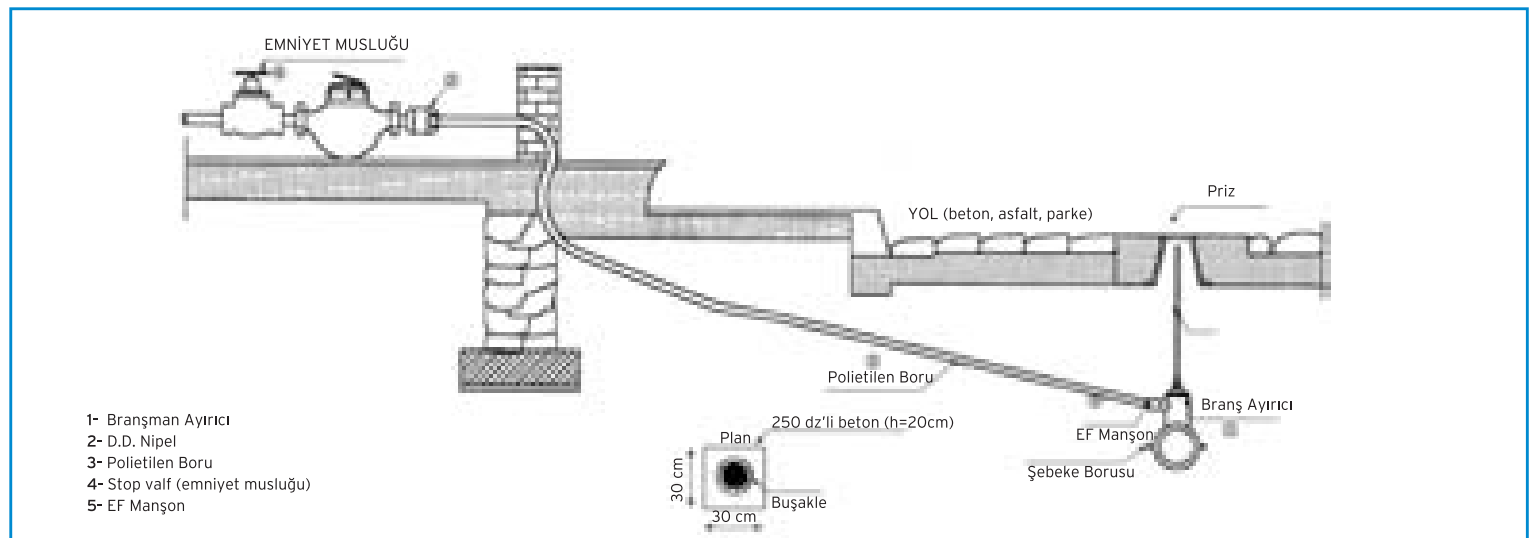
Montaj işlemi tamamlanan boru ve mufun üzerindeki çekirme aparatları sökülerek yeni bir birleştirmeye geçilir.



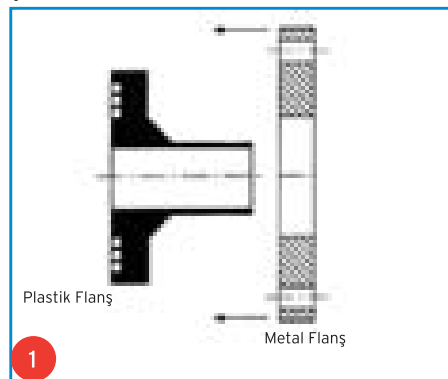
Şekil 2.5.3 İtme soketli bağlantı

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

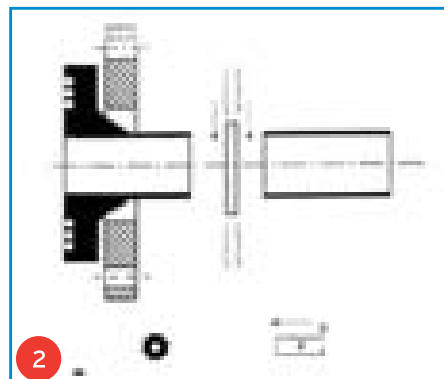
Şekil 2.5.4 Şube yolu tesis planı



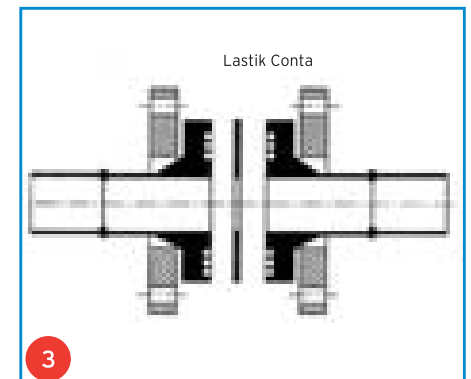
Şekil 2.5.5- Dizayn 100 temiz su boruları flanşlı birleştirme tekniği



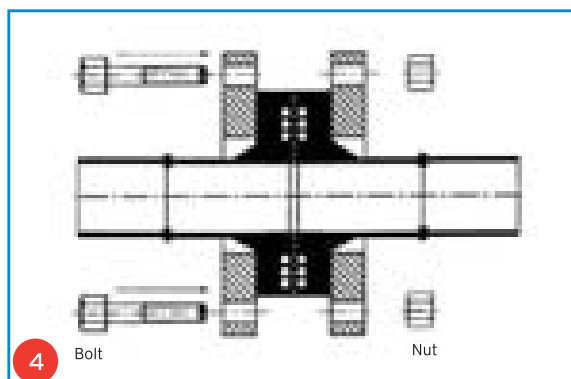
Metal flanş, plastik flanşa geçirilir.



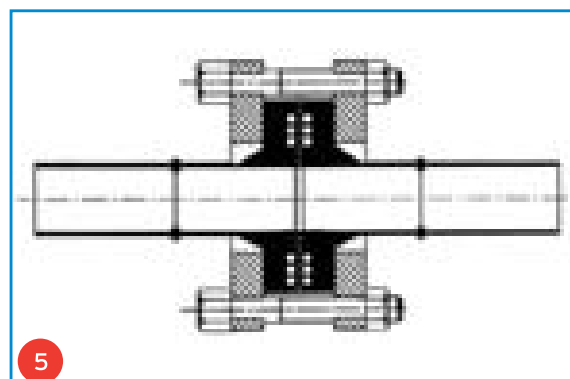
Metal flanş ile plastik flanş, bağlantısı yapılacak olan boru ucuna alın kaynağı ile kaynatılır.



Boruya kaynatılmış olan flanşın karşısına aynı şekilde flanşlı olan parça (boru, fitting, hidrant vs.) getirilir ve birleşecek olan bu iki parça arasına lastik conta merkezlenerek yerleştirilir.



Sistemin birleşimini sağlamak amacıyla cıvata ve somunlar metal flanşlardan geçirilerek sıkılır ve conta plastik flanşlar arasında ezilerek sızdırmadık görevini yapması sağlanır.



Montajı yapılan cıvatalar bir kaç tur fazladan sıkılarak oluşan boşluklar alınır. Bu aşamadan sonra sistem kullanılmaya hazırdır.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI



Resim 2.5.11 Abone bağlantısının yanlış (üstte) ve doğru (altta) uygulaması

Üstteki resimde branşman ucu, elektrot ucu ile aynı hizaya gelmiş. Bu durumda branşman ayırıcının ucuna manşon girecek kısım kısa kalır. Branşman semeri boru üzerine oturtulurken, elektrot ucu ile manşon girecek uç farklı yöne bakması sağlanmalıdır.

2.5.7 Hasar Görmüş PE Boru Tamiri

Herhangi bir nedenle PE boru hasar görmüş olabilir. Tamir yapmak için birkaç metod vardır. Hasarın cinsine, bulunduğu yere bağlı olarak bunlardan birine karar vermek gerekir.

2.5.7.1 Flanş Kullanarak Tamiratı Yapmak

Hasar görmüş borunun üstü hasar gören yerden itibaren her iki tarafa doğru borunun rahat esneyebileceği mesafe kadar açılır.

Bu bağlantıyı yapmak için gerekli ekipmanlar şunlardır:

- Alınkaynak makinası
- İki adet flanş (plastik + çelik)
- Flanş contası
- Yeteri kadar civata ve somun
- Elektrik temin edilemiyorsa jeneratör.

Flanş kullanarak tamiratin aşamaları:

- Farklı firmaların ürettiği flanş ölçüleri de farklıdır. Bu sebeple iki adet flanş adaptörü araya conta yerleştirilerek boyu ölçülür. Ölçülen boy kadar boru kesilir. Burada dikkat edilmesi gereken, kesilen boru alını düzgün olmadığı için kaynak öncesi boru alını tıraşlanacaktır. Borunun kesileceği mesafeyi belirlerken tıraşlayıcının keseceği mesafeyi ve kaynaktaki erimeyi de hesaba katmak gerekir.
- Alın kaynak prosedürleri uygulanarak borunun her iki ucuna flanş adaptörü kaynatılır.
- Her iki flanşın ucuna conta konulur.
- Kaynağın tamamen soğuması beklenir.
- Civatalar takılarak sıkılır ve işlem tamamlanır.
- Hat servise açılır.
- Kaynaklama bitene kadar kaynak bölgesine su gelmemelidir.

2.5.7.2 Elektrofüzyon Manşon Kullanarak Tamir Yapmak

Bu metod hasarın onarılması zor olan bölgelerde kolaylıkla uygulanır. Hasar görmüş borunun üstü hasar görmüş yerden itibaren boru esneyebilecek kadar açılır.

Gerekli ekipmanlar:

- Elektrofüzyon kaynak makinası
- Hasar küçük ise bir adet, büyük ise iki adet elektrofüzyon manşon
- Yakınında elektrik yok ise jeneratör
- Boru yüzeyini temizlemek için alkol
- Boru yüzeyini temizlemek için kazıma aparatı
- Gerekli ise kısa boru parçası

Elektrofüzyon manşon kullanarak tamir yapımının aşamaları:

- 1) Hasar küçük ise hasar gören yerden boru kesilir. Büyük ise hasarlı parça kesilerek atılır. Yerine kesilip atılan boru boyu kadar kullanılır.
- 2) Manşon kayar manşon gibi kullanılması için, içinde bulunan stoplayıcı uçlar kırılır. Elektrofüzyon kaynak prosedürleri uygulanır.
- 3) Kesilen yerin tam ortasına gelecek şekilde manşon yerleştirilir.
- 4) Elektrofüzyon kaynak prosedürleri uygulanarak işlem tamamlanır.
- 5) Kaynağın tamamen soğuması beklenir ve hat servise açılır. Kanallın üstü örtülür.
- 6) Kaynaklama bitene kadar kaynak bölgesine su gelmemelidir.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.5.7.3 Kayar Manşon Kullanarak Tamirat

Hasar görmüş borunun üstü, borunun esneyebileceği kadar açılır. Gerekli ekipmanlar;

- Contalı PE kayar manşon,
 - Rahat kaydırma yapabilmek için kaydırıcı silikon veya arap sabunu,
 - Hasar büyük ise kısa boru parçası, bu durumda kayar manşon 2 adet gereklidir,
 - Gerekli ise kolay kaydırma yapabilmek için çekirme aparatı.
- Kayar manşon kullanarak tamir yapımının aşamaları;
- Boru hasar gören yerden kesilir. Boru üzerine ve manşon içine kaydırıcı silikon sürülür. Boru ucu yukarı kaldırılır,
 - Manşon her iki conta girecek şekilde boruya sokulur,
 - Boru uç uca getirilir,
 - Manşon, yarısı diğer boruya geçecek şekilde kaydırılır,
 - Sisteme su verilip kanalın üzeri kapatılır,

2.6 Şartnameler

2.6.1 Dizayn PE 100 Borular İçin Şartname

Bu şartname, basınçlı temiz su (içme suyu, sulama, vb.) hatlarında kullanılmak üzere gereksinim duyulan PE 100 hammaddeden üretilmiş polietilen boru ve ekleme parçalarını kapsar.

Teknik Özellikleri:

- 1) Dizayn PE 100 borular TS 418-2 EN 12201-2 standardına uygun olacak ve boru dizayn gerilmesi 8 N/mm² olacaktır.
- 2) Boru ve ekleme parçalarının kabulünde deney ve testler ISO ve EN standartları çerçevesinde yapılacaktır.
- 3) Boru, uluslararası içme suyu borusu rengi olarak kabul edilen orijinal koyu mavi veya siyah renkli, güneş ışınına dayanıklılığı arttırmak için UV-katkılı olacaktır.
- 4) Granül halindeki hammadde içine, imalatçı firma tarafından, boru ve ekleme parçalarının imali sırasında hiçbir yabancı madde katılmayacak ve hammadde orijinal haliyle kullanılacaktır.
- 5) Hammadde aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır.

- a) Yoğunluğu, TS 1310 test metoduna göre ölçüldüğünde 950 kg/m³ den az olmamalıdır.
- b) Eriyik akış hızı ISO 1133 test metoduna göre ölçüldüğünde 190°C sıcaklık ve 5 kg yük altında 0.40 - 0.70 gram /10 dakika arasında bulunmalıdır.
- c) Kopma anındaki uzaması, ISO 6259 test metoduna göre ölçüldüğünde %600 den az olmamalıdır.
- d) Akma noktasındaki gerilme mukavemeti, ISO 6259 test metoduna göre ölçüldüğünde 25 ± 2 N/mm²
- e) Uzunlamasına genleşme katsayısı, ASTM 696 test metoduna göre ölçüldüğünde 20 ile 90 °C sıcaklık aralığında yaklaşık 0.2 mm/m°C bulunmalıdır.

- 6) İmalatçı firma, ihale makamına, teklif ile birlikte istendiği takdirde kullandığı hammaddenin tüm özelliklerini vermek zorundadır.
- 7) Üretilen boru üzerine hangi lot numaralı hammaddeden üretildiği yazılacaktır.
- 8) Boru ve ekleme parçalarının içinden, 20°C sıcaklıkta ve nominal iç basınçta su geçirildiğinde min. 50 sene ömürlü olmalıdır.
- 9) Boru ve ekleme parçalarının -40°C sıcaklıkta standartlarında belirtilen dayanımı mutlaka sağlamalıdır.
- 10) Boru ve ekleme parçaları kimyasallara karşı yüksek dirence sahip olmalıdır. Kimyasallara karşı dirençleri imalatçı firma tarafından,hammadde özellikleri ile birlikte ihale makamına sunulmalıdır.
- 11) Hijyen ile ilgili, renk, bulanıklık, koku, 20°C de koku dalgalanma değeri, tad, 20°C de tad dalgalanma değeri, köpüğe dönüşme meyli (en az bir haftalık) deneyleri yapılmalı ve üretici firma, Hıfzıssıhha Enstitüsünden alınmış raporu malzeme kabulü sırasında ürün talep eden kuruluşa verilmelidir.
- 12) Ürün talep eden kuruluş gerekli gördüğü takdirde, masrafları imalatçıya ait olmak üzere boru ve ekleme parçalarının deney ve testlerini yaptırmaya yetkilidir.
- 13) İmalatçı firma, üretimini yaptığı bütün çaplardaki borulara ait ekleme parçalarına sahip olduğunu taahhüt etmek zorundadır.
- 14) Boruların üzerlerine üretim standardı, borunun anma çapı, et kalınlığı, olduğu normların numaraları, imalatçı firmanın ismi yazılı olmalıdır.
- 15) Borular 11,80 m boyunda ve alın kaynağına uygun olacaktır. 125 mm (125 mm dahil)'e kadar çaplarda borular talep edilmesi durumunda kangal olarak verilebilmelidir.
- 16) Dizayn PE 100 boru ve ek parçalarının kabulünü üretici firma ile ürün talep eden kuruluş temsilcileri birlikte yapacaktır. Ürün talep eden kuruluş üretimi her aşamada kontrol edebileceği gibi gerekli görüldüğünde kullanılan malzemeyi nitelikleri bakımından konuda uzman kuruluşlara tetkik ettirebilir.
- 17) Üretici firma kullanacağı hammaddenin kaynağını ve tüm özelliklerini belirten bilgi ve teklifi ile birlikte verecektir.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.6.2 İçme Suyu Hatlarında Kullanılmaya Uygun Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE) Borunun Ek Parçaları Teknik Şartnamesi

1) Kapsam

Bu şartname TS 6270 / DIN 16963 / TS 418-prEN 1 2201 -3 standartlarına veya muadili uluslararası standartlara uygun üretilmiş ve içme suyu hatlarında kullanılmaya uygun ek parçalarında aranacak asgari şartları kapsar.

2. Hammadde

- 2.1. Kullanılan hammaddenin yoğunluğu 950 gr/cm'den büyük olacaktır.
- 2.2. Granül halindeki hammadde içine imalatçı firma tarafından fittinglerin imali sırasında hiçbir yabancı madde katılmayacaktır.
- 2.3. İmalatçı "Çevresel Gerilme Mukavemeti (MRS)" değeri 8 N/mm'nin altında polietilen malzeme kullanmayacaktır. İmalatçı firma istendiğinde, ihale makamına, teklif ile birlikte kullandığı hammaddenin tüm özelliklerini vermek zorundadır.
- 2.4. Ürün talep eden kuruluş gerekli gördüğü takdirde masrafları imalatçıya ait olmak üzere ürünle ilgili testleri yaptırmaya yetkilidir.
- 2.5. Ek parçaları imalatında kullanılan hammadde siyah ve/veya mavi renkli olacak ve renk dağılımı fittinglerin her yerinde homojen olacaktır.
- 2.6. Kullanılan hammadde ve üretilen fittingler fizyolojik ve toksikolojik bakımdan gıda maddeleri tüzüğüne uygun olacak, ayrıca içinden geçecek içme suyuna koku ve kötü tat vermeyecektir.

3. Beklentiler:

- 3.1. Dizayn PE 100 malzemeden imal edilmiş ek parçaları ilgili standartlar gereği kullanılacak birleştirme yöntemine (alın kaynağı ve/veya elektrofüzyon) uygun olacaktır.
- 3.2. Ek parçaları yine ilgili standartlar gereği enjeksiyon ve/veya konfeksiyon yöntemiyle imal edilmiş olacaktır.
- 3.3. Ek parçaları birleştirilecekleri borularla en az aynı basınç dayanımına sahip olacaktır.
- 3.4. Elektrofüzyon ek parçaları ile birlikte üzerinde kaynak bilgileri içeren barkot etiketleri de verilecektir. Bu etiketler beynelmilel elektrofüzyon kaynak makineleri tarafından okunabilecek formatta olacaktır.
- 3.5. Abone bağlantılarında, semer (tapping tee) türü ek parçaları kullanılacak ve bu ek parçaları elektrofüzyon birleşim metodu için kuşak içerecektir. Bu ek parçalarının bransman ucu EF manşon ve/veya kaplin manşon birleşimine uygun olacaktır. Semerler basınçlı ana hatta, basınç altında kaynatılabilir ve delme işlemi yapılabilir özellikte olacaktır. Semerler kullanım amacına uygun olarak vanalı ve/veya vanasız olacaktır. Vanalı semer kullanıldığında bina girişine ek bir vana kullanma mecburiyeti ortadan kalkar.
- 3.6. İmalatçı, imalatı gereği TSE belgesini ibraz etmekle yükümlüdür.
- 3.7. Ek parçalarının ölçü, boyut ve toleransları kapsam kısmında anılan standartlar dahilinde olacaktır.
- 3.8. Ek parçaları ile ilgili test, ölçüm ve beklentiler kapsam kısmında anılan standartlar dahilinde olacaktır.
- 3.9. Te, dirsek 90°, dirsek 45°, flanş adaptörü, kep, kör flanş, redüksiyon parçaları birleştirme yöntemine uygun olarak (alın kaynağı ve /veya elektrofüzyon) ya spigot ve/veya kendinden elektrofüzyon kuşaklı olacaktır.
- 3.10. Manşonlar, semerler kendinden elektrofüzyon kuşak içerecek ve spigot ek parçalarının çıkış uçlarına veya ana boru hatlarına elektrofüzyon birleştirmeye uygun olacaktır.

- 3.11. Flanş adaptörlerinde kullanılacak çelik flanşlar ihtiyaca göre galvanizli çelik ve/veya korozyona karşı muayyen bir kaplama ile kaplı olacaktır.
- 3.12. Çelik flanşlar, su hatlarında kullanılacak çelik vanaların flanşlarına uygun PN sınıfında ve uygun civata delikli olarak teslim edilecektir. Ancak, emniyet gereksinimi olarak şebeke işletme basıncının üzerinde bir basınç sınıfında seçilen vanalara gerekli çelik flanşlar için imalatçı önceden uyarılacaktır.

4. Ambalajlama:

- 4.1. Ek parçaları ambalajlanmış halde teslim edilecektir. Ambalaj üzerinde imalatçı firma ve varsa tescilli markası, anma çapı, anma basıncı, birleştirme yöntemi (EF fittingler için), fitting SDR'si yazılacaktır.
- 4.2. Ambalajlamada imalatçı serbesttir.

2.6.3 Dizayn PE 100 Basınçlı Boru Hatlarında İç Basınç Testi

2.6.3.1 Test Akışı

Kontraksiyon Yöntemi:

- Tüm PE malzemeler için kullanılır.
- Boyu 30 m ve çapı 63 mm'den küçük olan tek bir boru sisteminde işletme basıncı ile görsel bir basınç testi yapılır. Özellikle bağlantı bölgelerinde bir saatte iki görsel inceleme kaydedilir.
- Ölçüm için kullanılacak teçhizat:
- Skalalı ölçüm kabı (skala bölümleri azami ölçüm hacminin %5'i olmalı).
 - DİN 16070 uyarınca 0.6 hassasiyet grubuna ait basınç ölçüm cihazları.
- Basınç oranları test süresince sürekli olarak kaydedilecektir.

Hava nüfuzunu engellemek için basınçlı boru hattı test başlamadan önce iyice yıkanmalıdır (yıkamada su hızı >1 m/s). Çok az eğimi olan ve çapı 110 mm'den büyük boru hatlarında havanın boru hattı dışarısına çıkarılması gerekebilir.

2.6.3.2 Hazırlık testi

- Hazırlık testi ana testin ön koşuludur. Hazırlık testinin amacı, iç basınca, zamana ve ısıya bağlı hacim değişikliklerinin, ana test sırasında test edilen hattın sızdırmazlığı konusunda kesin bir olguya varılmasını sağlayacak kadar durdurulmasını sağlamaktır. Bu test hatalı test sonuçlarını engellemek için aşağıda belirtildiği şekilde yapılacaktır.
- En üst noktada kilitleme armatürünün açılması ile dolumdan sonra bir saatlik dinlendirme aşaması. Bu işlem esnasında hatta hava girmemelidir.
 - Test edilecek basınçlı boru hattı kapatılır.
 - Pt test basıncı, 10 dakika içinde uygulanacaktır. Test basıncı, nominal basınç PN6'dan küçüklerde PNx1.5, PN 6'dan büyüklerde ise PN+5 bar olarak hesaplanır.
 - Pt test basıncı, sürekli pompalanarak 10 dakika boyunca muhafaza edilir.
 - Daha sonra, borunun viskoelastik olarak deformasyona uğradığı bir saatlik dinlendirme aralığı verilir. Dinlendirme süresi içerisinde p basıncı, PE-HD (PE100 ve PE80)'den mamul basınçlı boru hattında en fazla test basıncının %30'u kadar bir düşüş gösterebilir ($\Delta P < 0.3P_j$).
- Daha yüksek basınç düşüşlerinde bir kaçak mevcuttur veya basınçlı boru hattı bir sıcaklık artışına maruzdur.
- Hazırlık testi tekrarlandığında, bir saatlik dinlendirme süresine mutlaka uyulacaktır. Ana testler, ancak hazırlık testleri başarılı bir şekilde tamamlandıktan sonra gerçekleştirilebilir.

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.6.3.3 Ana Test

Basıncı boru hattı, hazırlık testinde bir saat boyunca basınca maruz kalmasına rağmen genişlemeye devam eder. Basıncı boru hattının genişlemesi Pab basınç düşüşü ile kesilebilir: basınç düşüşü basınçlı boru hattında kontraksiyona neden olur. Kontraksiyon süresi (tk) yaklaşık yarım saatlik bir süredir. Bu süreç içerisinde boru hattının sızdırmazlığı güvenli bir şekilde değerlendirilebilir.

Buna göre hazırlık testinden hemen sonra aşağıdaki test aşamaları gerçekleştirilecektir:

- Tablo 2.6.3.1'de gösterilen değer oranında hızlı bir basınç düşüşü Pab yapılır ve boşaltılan Vab ölçülür (basınç düşürme testi).

Tablo 2.6.3.1 : HDPE'den imal hatlarda kontraksiyon oluşumu için basınç düşümü Pab değerleri

Boru Maddesi	Basınç Sınıfı	Basınç Düşüşü Pab (bar)
HDPE	PN10	2,0
HDPE	PN16	3,0

- Yarım saatlik bir kontraksiyon süresi tk tanınır.
- Basınç artışı gözlenir (sızdırmazlık testi).

2.6.3.4 Basınç Düşürme Testi

Boşaltılan su hacmi Vab, izin verilmiş azami su hacmi Vem'den küçük ise test koşulları yerine getirilmiş olur. Vem formül 2.6.3.1 ile hesaplanır.

$$Vem = 0.15 \times \frac{\pi D_i^2}{4} \cdot l \cdot Pab \left(5 + 12,5 \frac{D_i}{s} \right) \quad (2.6.3.1)$$

Di: Boru iç çapı (m)

S: Boru et kalınlığı

Pab: Basınç düşüşü (bar)

l: Test edilen hattın uzunluğu (m)

Vem: İzin verilen azami su hacmi (litre)

2.6.3.5 Sızdırmazlık Testi

Kontraksiyon süresi tk boyunca ortaya çıkan basınç çizgisi artan ya da sabit bir eğilim gösterdiği takdirde basınçlı boru hattı sızdırmaz kabul edilir.

Şüpheli durumlarda test süresi 1,5 saat kadar uzatılabilir. Basınç düşüşü kontraksiyon aşamasındaki en yüksek basınç değerinden azami 0,25 bar daha düşük olabilir. Basınç beklenenden daha fazla düşmüşse sistemde bir kaçak var demektir.

Açıklamalar

Burada kontraksiyon metodunun anlaşılması için genel bilgiler ve örnekler verilmiştir.

2.6.3.6.1 Genel

Plastik boruların viskoelastik özellikleri nedeniyle basınç testlerinde zamana bağlı bir genişleme gözlenir. Sürünme olarak adlandırılan bu hacim artışı, basınç testleri esnasında çok uzun süreler sonra sabit olabilecek sürekli bir basınç düşüşüne neden olur. Basınç ve zaman arasındaki ilişki sıcaklık ve yükleme koşullarından etkilenir.

2.6.3.6.2. Sıcaklık ve Basınç

Basınç testi yapılırken boru cidar sıcaklığı mümkün olduğunca sabit tutulacak ve standart altında belirtilen dinlendirme aşamasına uyulacaktır. Ölçüm sonuçları olumsuz etkilenebileceğinden test edilecek basınçlı boru hattı doğrudan güneş ışınlarına maruz bırakılmayacaktır. Test basıncı 10 dk. boyunca sabit tutulacak ve gerekirse pompa kullanılacaktır.

2.6.3.6.3 Hava

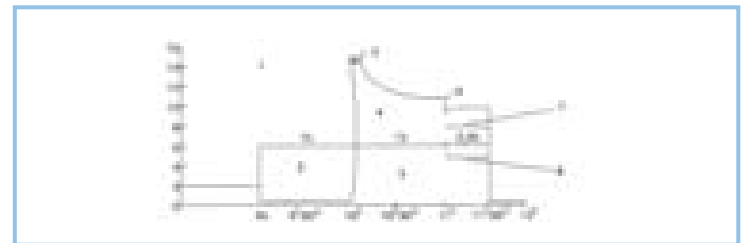
Basınçlı boru hatlarında yapılan basınç testlerinde boru hattının havadan arındırılmış olması gerekir.

- 1- Yazıcı
- 2- Hassas basınç ölçüm cihazı
- 3- İnce ayar valfi
- 4- Ölçüm silindiri
- 5- Kilitleme armatörü
- 6- Basınçlı boru hattı
- 7- Giriş valfi
- 8- Pompa
- 9- Motor



Şekil 2.6.3.6.1 Basınç testi için kullanılan cihazların düzeni

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| 1- test basıncı | 1- dinlenme aralığı |
| 2- dinlendirme aşaması | 2- basınç düşüşü |
| 3- basınç dondurma (10dk) | 3- ana test |
| 4- hazırlık testi | 4- kontraksiyon |



Şekil 2.6.3.6.2 Yapılan basınç testi sırasında basınç değişimi

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.6.3.6.4 Örnek

125 mm x 11.4 mm (PN10) 320 mt ME100 basınçlı borunun testi aşağıdaki gibi yapılacaktır.

- Boru hattı su ile doldurulacak ve 1 saat dinlendirilecektir. Bu aşamada hatta hava girmeyecektir.

-15 barlık basınç 10 dakika sürekli pompalanarak uygulanacaktır.

- Vanalar kapatılacak ve 1 saatlik dinlenmeye alınacaktır. Dinlenmeden sonra basınç %30 düşebilir. Dinlenme sonunda basınç manometreden okunur. Bu basınç $15 \times 0.7 = 10.5$ bar'dan büyük olmalıdır. Test başarılı ise ana teste geçilir.

- Ana testte hazırlık testinin devamı olarak, $P_{ab}=2$ bar basınç düşürülür ve akan su dereceli bir kaba doldurulur.

- Yarım saatlik bir dinlenme daha yapılır. Bu yarım saatlik dinlendirmede basınç artışı gözlenir.

- Bu testlerin sonucunda hattın sızdırmaz kabulü için basınç düşürme esnasında kaba doldurulan suyun miktarı formül 2.6.3.1'den çıkan sonuçtan küçük olmalıdır.

$$V_{em} = 0.015 \cdot \frac{\pi \cdot 0.125^2}{4} \cdot 320.2 \cdot \left(5 + 12.5 \cdot \frac{125}{11.4} \right)$$

$V_{em} = 16.7$ litre

Adı	Gösterilişi	Sembolü
Flanş		F
Tee		B
Flanşlı Tee		A
Dirsek		K
Dirsek 90°		Q
Kör Flanş		O
Bransman Ayırıcı		BRO
Redüksiyon		R
Hidrant Bağlantısı		N
Adaptör		S

Tablo 2.6.1 - Düşüm nokta sembolleri

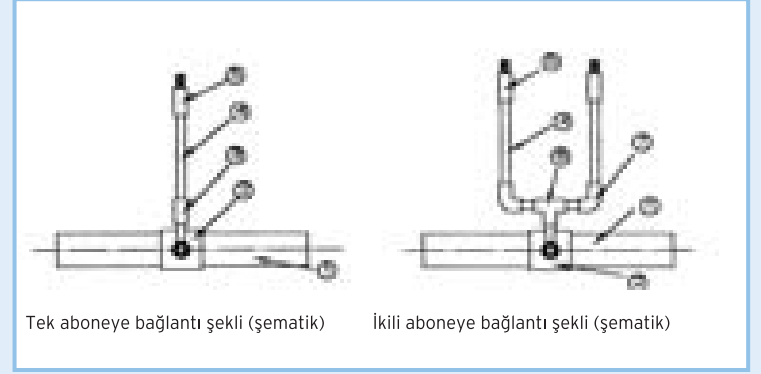
Font Boru

Dizayn PE 100 Boru



Şekil 2.6.1. Örnek düşüm nokta detayı

Abone Bağlantı Şekli (Şematik)



Şekil 2.6.2. Örnek düşüm nokta detayı

- 1) Ana boru
- 2) Vanalı Braşman ayırıcı (Elektrofüzyon)
- 3) Elektrofüzyon manşon
- 4) Abone'ye giden boru
- 5) DD veya İD adaptör (elektrofüzyon veya kablın)
- 6) Elektrofüzyon Tee veya kablın Tee
- 7) Elektrofüzyon dirsek veya kablın dirsek

2.7. Gömülü borularda negatif basınç durumunda flambaj hesabı

Negatif basınç durumunda gömülü borularda flambaj kontrolü ATV 127'ye göre yapılır. Bu hesaplama aşağıdaki sıra ile yapılır.

2.7.1. ATV127'ye göre toprak sınıfları;

Group 1: Kohezyonsuz (kum, çakıl)

Group 2: Çok az kohezyonlu (üniform olmayan kum veya çakıl)

Group 3: Karışık kohezyonlu (taş unu, parçalanmış kaya, killi kum)

Group 4: Kohezyonlu, killi toprak

Grup	Yoğunluk kN/m³	İç Sürtünme angle Ø	Sıkıştırma derecesinde Dpr bağlı E- değerleri MPa					
			85	90	92	95	97	100
G1	20	35	2	6	9	16	23	40
G2	20	30	1.2	3	4	8	11	20
G3	20	25	0.8	2	3	5	8	13
G4	20	20	0.6	1.5	2	4	6	10

Tablo 2.7.1. Toprak özellikleri

Sıkıştırma proktor indisi Dpr ye bağlı toprak elastiklik modülü

$$E = \frac{2.74 \cdot 10^{-7}}{G} e^{0.188 Dpr} \quad (2.7.1)$$

DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.7.2. Toprak Yükü

Silo teorisine göre toprak yükünün hesaplanması

$$P_E = x \cdot \gamma_B \cdot h$$

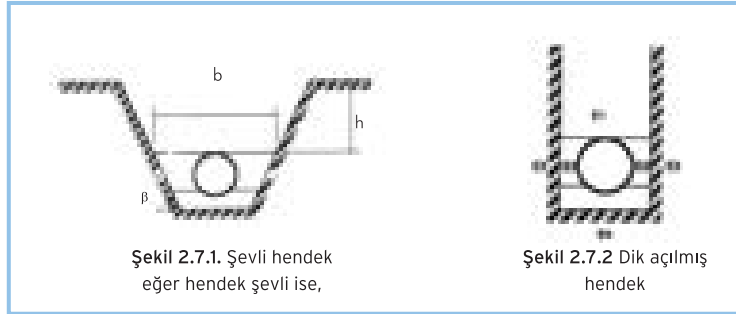
x : Yük azaltma faktörü

γ_B : Toprak özgül ağırlığı

h : Dolgu yüksekliği

(2.7.2)

$$x = \frac{1 - e^{-\left[-2 \frac{h}{b} K_1 \tan \delta \right]}}{2 \frac{h}{b} K_1 \tan \delta} \quad (2.7.3)$$



$$x_\beta = 1 - \frac{\beta}{90} + x \frac{\beta}{90} \quad (2.7.3a)$$

$$\beta = \text{şev açısı} \quad (2.7.4)$$

$$K_1 = 0,5 \quad (2.7.5)$$

$$\delta = 2 / 30$$

2.7.3. Flambaj Emniyet Değerinin Hesaplanması

Flambaj emniyet değeri aşağıdaki formülle hesaplanır ve 2'den büyük olmalıdır.

$$\gamma = \frac{1}{\frac{q_v}{q_{vkrit}} + \frac{P_a}{P_{akrit}}} \quad (2.7.6)$$

q_v : dikey toprak yükü (MPa)

q_{vkrit} : kritik dikey toprak yükü (MPa)

P_a : dış basınç (MPa)

P_{akrit} : kritik dış basınç (MPa)

P_a toprak içinde dış su var ise bunun basıncı, ani boşalmada oluşacak vakum basıncı da bu basınca ilave edilir. Yani vakum basıncı dıştan uygulanan basınç gibi alınır.

Bu formül içindeki değişkenleri hesaplamak için sayfanın sağındaki sıra takip edilir.

2.7.3.1. Kritik q_v hesabı

Yatay yatak rijitliği S_{Bh}

$$\Delta f = \frac{\frac{b}{d_a} - 1}{1,154 + 0,444 \left(\frac{b}{d_a} - 1 \right)} \leq 1,44 \quad (2.7.7)$$

$$\zeta = \frac{1,44}{\Delta f + (1,44 - \Delta f) \frac{E_2}{E_3}} \quad (2.7.8)$$

$$S_{Bh} = 0,6 \cdot \zeta \cdot E_2 \quad (2.7.9)$$

$$q_{vkrit} = 2 \sqrt{S_R \cdot S_{Bh}}$$

S_R : Halka rijitliği (MPa)

S_{Bh} : Yatay Yatay rijitliği (MPa) (2.7.10)

2.7.3.2. Dikey Dolgu Yükü hesabı q_v

Dikey dolgu yükünü hesaplamak için aşağıdaki işlemler yapılır;

$$a' \frac{E_2}{E_3} > 0,25 \quad \text{eğer } a' < 0,251 \text{ ise } a' = 0,251 \quad (2.7.11)$$

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} (a' - 0,25)} + \left(\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} (a' - 0,25)} \right) \frac{h}{d_a}} \quad (2.7.12)$$

$$\lambda_R = \frac{\max \lambda \cdot V_s + a' \cdot \frac{4 \cdot K_2}{3} \cdot \frac{\max \lambda - 1}{a' - 0,25}}{V_s + a' \cdot \frac{3 + K_2}{3} \cdot \frac{\max \lambda - 1}{a' - 0,25}} \quad (2.7.13)$$

$$1 \leq b / d_a \leq 4 : \lambda_{RG} = \frac{\lambda_{RG} - 1}{3} \cdot \frac{b}{d_a} + \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (2.7.14a)$$

$$4 \leq b / d_a \leq \infty : \lambda_{RG} = \lambda_R = \text{sabit} \quad (2.7.14b)$$

$$q_v = \lambda_{RG} P_E \quad (2.7.15)$$

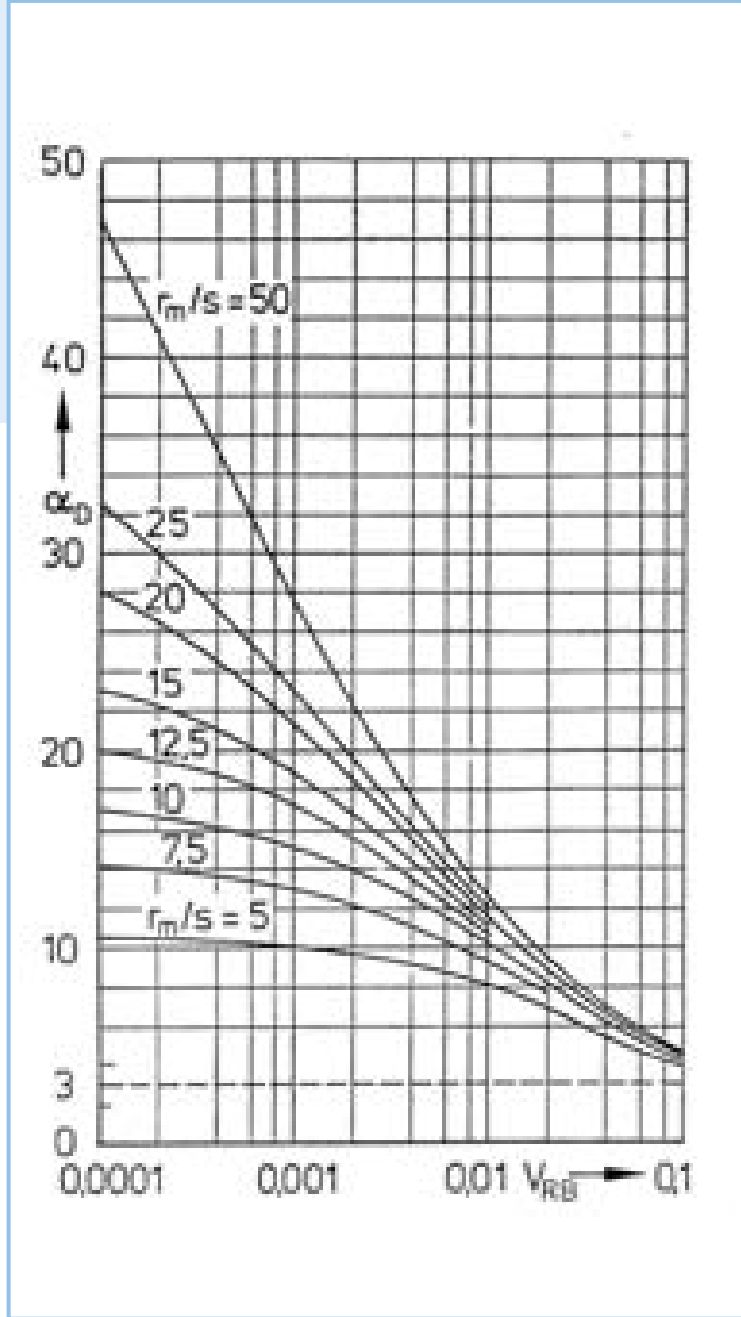
DİZAYN ŞEBEKE BORU VE EK PARÇALARI

2.7.3.3. Kritik Pa Hesabı

$$P_{krit} = \alpha_D S_R$$

α_D Şekil 2.7.3'ten bulunur. α_D 'yi bulmak için v_{RB} hesaplanmalıdır. S_R ise boru halka rijitliğidir.

(2.7.16)



Şekil 2.7.3. α_D eğrisi

$$v_{RB} = \frac{S_R}{S_{Bh}} \quad (2.7.17)$$

2.7.3.4. Sr Halka Rijitliğinin Hesaplanması

Basınçlı hatlarda halka rijitliği, ortalama yarıçap, boru et kalınlığı ve malzemenin modülüne bağlıdır.

$$S_R = \frac{EI}{r_m^3} \quad (2.7.18)$$

E: Boru elastiklik modülü (Pa)

I: Boru kesitinin atalet momenti (m⁴/m)

r_m : Ortalama yarıçap (m)

S_R : Halka rijitliği (Pa)

Boru kesitinin atalet momenti ise,

$$I = \frac{s^3}{12} \quad (2.7.19)$$

s: Boru et kalınlığı (m)

ortalama yarıçap

$$R_m = \frac{r_d + r_i}{2} \quad (2.7.20)$$

r_i : İç yarıçap (m)

r_d : Dış yarıçap (m)

2.7.4. Örnek Hesaplama

Ø800 PN10 boru için kontrol yapalım. Bunun için aşağıdaki kabulleri yaptık. Toprak G3 tipi ve $E_1=3,58$ MPa, $E_2=10,86$ MPa, $E_3=5,21$ MPa, $E_4=35,8$ MPa ve Dolgu yüksekliği 3m, hendek genişliği ise 1m alalım.

Tablo 2.7.1'den $\phi = 25^\circ$, $\lambda = 20\,000$ N/m³

formül 2.7.5'ten $\delta = 16,667^\circ$ ve formül 2.7.4'ten $K_1=0,5$ formül 2.7.3'ten

$x = 0,660$ ve formül 2.7.2'den

$$P_E = 0,660 \cdot 20\,000 \cdot 3 = 39600 \text{ Pa} = 0,0396 \text{ MPa}$$

Formül 2.7.7, 2.7.8 ve 2.7.9'dan sırasıyla işlem yapılarak S_{Bh} bulunur.

$$S_{Bh} = 0,6 \cdot 0,5169 \cdot 10,86 = 3,368 \text{ MPa}$$

Formül 2.7.18 den halka rijitliği S_R hesaplanır. Bunun için formül 2.7.19, 2.7.20'den $S_R = 42\,435 \text{ Pa} = 0,0424 \text{ MPa}$ bulunur.

Formül 2.7.10'dan $q_{vkrit} = 2 \cdot V \cdot 3,368 \cdot 0,0424 = 0,756 \text{ MPa}$ bulunur.

Formül 2.7.11, 2.7.12, 2.7.13 ve 2.7.14 sırasıyla uygulanır. Buradan

$$\lambda_{RG} = 0,971$$

bulunur.

$$q_v = 0,971 \cdot 0,0396 = 0,0384 \text{ MPa}$$

2.7.16 formülünden kritik Pa hesaplanır. Bu formüldeki α_D şekil 2.7.3 teki eğriden ölçülür. α_D 'yi bulmak için formüller 2.7.17'den v_{RB} bulunur. Bulunan $v_{RB} = 0,0126 \text{ MPa}$, eğriden $\alpha_D = 8,81$ kritPa = $0,373 \text{ MPa}$ Mutlak vakum durumunda oluşacak iç basınç en fazla -1 bar = $0,1 \text{ MPa}$ olabilir. Biz hesabımızda bunu kullanalım.

Bu durumda flambaj emniyet değeri. Formül 2.7.6 kullanılarak

$$\gamma = \frac{1}{\frac{0,384}{0,756} + \frac{0,1}{0,373}} = 3,13 \geq 2$$

olduğundan emniyetlidir.