

# YÜKSEK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN (HDPE) BORULAR GENEL TEKNİK ŞARTNAMESİ

## İçindekiler

1.	GENEL .....	1
2.	HDPE BORU ve ÖZEL PARÇALARININ ÖZELLİKLERİ .....	3
2.1	Fiziksel Özellikler .....	3
2.2	Kimyasal Özellikler .....	4
2.3	Hammadde .....	4
2.4	Anma Basınçları .....	5
2.5	Özel Parçalar .....	5
3.	HDPE BORULARIN GENEL TESLİM ŞARTLARI .....	6
3.1	Boru ve Özel Parçalarının İşaretlenmesi .....	6
3.2	Muayene ve Deney Esasları .....	6
4.	BORU HATLARININ İNŞAASI .....	9
4.1	Boruların Taşınması ve Depolanması .....	9
4.2	Boruların Birleştirilmesi .....	10
4.3	Boruların Döşenmesi .....	11
5.	BORU HATTININ SIZDIRMAZLIK DENEYİ .....	15

## 1. GENEL

Bu şartname, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen işlerde kullanılmak üzere hazırlanmıştır.

Bu şartnamede, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (İdare) ihtiyacı için içmesuyu ve sulama suyu şebekelerinde kullanılmak üzere HDPE boru ve özel parçalarının yapılması ile ilgili teknik özelliklerin kontrol ve muayene yöntemleri ve kabul şartları belirlenmektedir.

HDPE borular, en az bu şartname ve eklerinde verilen esaslara, özel olarak şartname ve eklerinde numarası verilmiş olsun veya olmasın, konu ile ilgili TS veya ISO veya İdarece kabul edilecek eşdeğer standartlara göre imal edilecek ve deneyleri yapılacaktır. İdarece Standartların üzerinde kalite ve teknik özellikte HDPE boru ve özel parça istenebilecektir.

İmalatlar esnasında uygulanması gerekli olan bütün deney giderleri yüklenici tarafından karşılanacaktır.

HDPE boru üreticisi için gerekli olan asgari şartlar aşağıda belirtilmektedir:

Üretici,

(1.1) Türk Standartları Enstitüsünden alınmış, temin edilecek boru çap ve sınıfını kapsayan geçerli TS EN 12201-2 Standart Uygunluk Belgesine sahip,

(1.2) Akredite Kurumlar tarafından verilmiş, ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi, ISO 14001 Çevre Kalite Yönetim Sistemi, TS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi belgelerine sahip,

(1.3) Hammadde ve ürünlerinin içme suyuna uygun olduğunu gösteren uluslararası geçerliliği olan bir kurumdan (NSF - National Sanitation Foundation, WRAS - Water Regulations Advisory Scheme vb.)'den alınmış uygunluk sertifikasına sahip,

(1.4) Boruların başlangıç performanslarının tespiti hususunda standardın öngördüğü deneyleri yapabilecek yeterli kapasitede laboratuvara sahip,

(1.5) Borunun temel özellikleri, istiflenmesi ve döşenmesi konularında teorik ve uygulamalı eğitim verilebilecek alt yapıya sahip,

(1.6) Gerektiğinde İdarenin üretim aşamasında yapacağı denetim için görevlendirilen personelin çalışmak üzere ihtiyaç duyacağı tefrişatlı bir odaya sahip, olacaktır.

HDPE boru özel parçası üreticisi için gerekli olan asgari şartlar aşağıda belirtilmektedir:

Üretici,

(2.1) Türk Standartları Enstitüsünden alınmış, temin edilecek özel parça çap ve sınıfını kapsayan geçerli TS EN 12201-3 Standart Uygunluk Belgesine sahip,

(2.2) Akredite Kurumlar tarafından verilmiş, ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi, ISO 14001 Çevre Kalite Yönetim Sistemi, TS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi belgelerine sahip,

(2.3) Hammadde ve ürünlerinin içme suyuna uygun olduğunu gösteren uluslararası geçerliliği olan bir kurumdan (NSF - National Sanitation Foundation, WRAS - Water Regulations Advisory Scheme vb.)'den alınmış uygunluk sertifikasına sahip,

(2.4) Özel parçaların başlangıç performanslarının tespiti hususunda standardın öngördüğü deneyleri yapabilecek yeterli kapasitede laboratuvara sahip,

(2.5) Boru özel parçasının temel özellikleri, kaynak prosedürleri konularında teorik ve uygulamalı eğitim verebilecek alt yapıya sahip,

(2.6) Gerektiğinde İdarenin üretim aşamasında yapacağı denetim için görevlendirilen personelin çalışmak üzere ihtiyaç duyacağı tefrişatlı bir odaya sahip, olacaktır.

Çeşitli standartlar ve bu şartnamede verilen esaslar arasında çelişki olması halinde İdare, hangi esasın öncelikle tatbik edileceğine karar vermekte serbesttir.

Bir projede kullanılacak boru ve özel parçaları aynı nitelikteki hammaddeden imal edilmiş olacaktır.

Boru ve özel parça üreticilerinin geriye doğru izlenebilirliği olacaktır. Bu izlenebilirlik hammadde parti numarası, hammadde giriş kalite kontrol dokümanı, üretim kayıtları (iş emri, üretim, kalite kontrol aşamaları, üretim makinesi, üretim tarihi vb.) ve test kayıtlarını içeren bir süreç olacaktır.

Boruların ve özel parçalarının ilgili standartlara ve şartnameye uygunluğunu gösteren doküman ve katalog Yapı Denetim Görevlisine sunulacaktır.

Her bir boru ve özel parçası için; üretici adı, üretim tarihi, üretim numarası ile boru veya özel parça üzerinde yapılan ve/veya boru veya özel parça grubunu temsil eden numuneler üzerinde yapılan tüm testlerin sonuçlarını ve referans değerlerini gösterecek bir sicil tutulacak, bu siciller dosyalanarak bir takımı ödemenin yapılacağı hakedişe ek olarak İdareye sunulacaktır.

Yapı Denetim teşkilatı döşenen her bir boru ve özel parçanın üretim numarası ile döşendiği yeri tarifleyen koordinat bilgilerini kayıt altına alacaktır.

Yüklenicinin döşeme imalatını gerçekleştirecek tüm işçileri boru ve/veya özel parça üreticisinin tesislerinde beş günden az olmamak üzere boru ve/veya özel parçanın temel özellikleri, istiflenmesi, birleştirilmesi ve döşenmesi konularında teorik ve uygulamalı eğitime tabi tutulacak ve bu eğitimin yapıldığına ilişkin belge yapı denetim görevlisine sunulacaktır. Eğitim öncesi İdareye haber verilecek, İdarenin üç adet teknik personeli de bu eğitime katılabilecektir. Bu eğitimin bedeli yüklenici tarafından karşılanacaktır.

Yüklenicinin boru/özel parça birleştirme işlerini yapacak elemanları elektrofüzyon veya alın kaynağı kaynakçı sertifikasına sahip olacaktır. Bu sertifika, ISO 21307'ye göre eğitim veren bir belgelendirme kuruluşu tarafından verilmiş olacaktır. Bu sertifikaya sahip teknik elemanlar, fotoğraflı kaynakçı sertifikalarını yanlarında taşıyacaklar ve İdarenin talebi doğrultusunda ibraz edeceklerdir.

Üretici, imalata başlamadan önce üretime başlama ve bitiş tarihlerini İdareye bildirecektir. İdare, üretici tesislerinde, imalatın her aşamasında haber vermeksizin denetleme yapabilecektir.

İdare, gerektiğinde üretimin tamamını bağımsız denetim firmalarına da kontrol ettirebilecektir.

## **2. HDPE BORU ve ÖZEL PARÇALARININ ÖZELLİKLERİ**

HDPE boru ve özel parçaları PE100 olacak, yavaş ve hızlı çatlak ilerlemelerine karşı direnci yüksek olacaktır.

Boru özel parçaları, asgari şartlarda boruların fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerine sahip olacaktır.

Üretici, imalatını yaptığı boruların/özel parçaların tüm ölçülerini ve teknik resimlerini verecektir.

Borular en az 12 metre uzunluğunda olacak, Ø125 ve daha büyük çaplarda kangal halinde boru kullanılmayacaktır.

### **2.1 Fiziksel Özellikler**

HDPE borular ve özel parçaları; dış darbelere ve koç darbesine dayanıklı, iç ve dış yüzeyi pürüzsüz ve düzgün, esnek, çatlama ve darbe direnci yüksek, toprak altında asgari 50 yıl ömürlü olacaktır.

Boru ve özel parçalar, herhangi bir büyüteç kullanılmadan çıplak gözle muayene edildiğinde; iç ve dış yüzeyleri düzgün olacak ve herhangi bir çukur, çatlak, boşluk, derin

çizik, iz veya borunun bu standarda uygunluğuna engel oluşturacak benzeri diğer yüzey kusurları bulunmayacaktır. Boru uçları, boru eksenine dik olarak ve düzgün kesilecektir.

Boru ve özel parçaların rengi siyah olacak ve gözle kontrol edildiğinde gövdenin her yerinde renk ve görünüm homojen olacaktır. Boruların üzerinde mavi çizgiler bulunacaktır. Çizgiler üretim aşamasında yapılacaktır. Sonradan yapılan boyama veya işaretlemeler kabul edilmeyecektir.

Boruların ortalama dış çapları, ovallik, et kalınlığı ve diğer özellikleri TS EN 12201-2 standardına uygun olacaktır. Çap ve ovallik, HDPE boru boyunca aynı olacaktır.

Boru özel parçalarının ölçü ve toleransları TS EN 12201-3 standardına uygun olacaktır.

## 2.2 Kimyasal Özellikler

HDPE boru ve özel parçaları; UV dayanımı yüksek, açık havada depolandığında standart özelliklerini koruyan, toprak alkali metallerle karşı yüksek dirençli, kimyasal direnci yüksek, toprak altında nemden etkilenmeyecek, korozyona ve basınca karşı dirençli, hijyenik ve toksikolojik bakımdan Sağlık Bakanlığı Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne uygun olacaktır.

## 2.3 Hammadde

Boru ve özel parçaların imalatında kullanılacak hammadde orijinal siyah renkli ekstrüzyona, enjeksiyon ekleme parçası için enjeksiyona hazır granül şekilde olacak, sonradan karbon siyahı ilavesi yapılmayacaktır. Üretimde hurda malzeme kullanılmayacaktır. Hammadde antioksidanlar, UV stabilizatörü dışında katkı ihtiva etmeyecektir.

Karbon siyahı içeriği kütlece %2 - 2,5 arasında, karbon siyahı dağılım derecesinin aritmetik ortalaması en fazla 3,0, kül miktarı kütlece en fazla % 0,1 olacaktır.

Eriyik Akış Hızı, MFR değerı 190 °C'de 5 kg kütle altında 0,20 ~ 0,35 gr/10 dk, MFR testleri hammadde ve boru için ayrı ayrı yapılacak ve iki sonuç arasındaki fark hammaddeye göre en fazla ± %10 olacaktır.

Oksidasyon indüksiyon süresi (OIT) 200 °C'de en az 20 dakika olacaktır.

Kopma uzaması en az %500 olacaktır.

Hammaddenin yoğunluğu en az 950 kg/m<sup>3</sup>, TS EN ISO 12162'a göre 20 °C'de 50 yılsonunda MRS değerı en az 10 MPa olacaktır.

Üretici kullanacağı hammaddenin kaynağını ve tüm özelliklerini belirten bilgi ve belgeleri kayıt altında tutacak talep edilmesi halinde İdareye sunacaktır.

Boru ve özel parça üreticisi hammadde üretmeyecektir.

Hammadde, PE 100 Plus Association üyesi olan firmalardan alınacak, en az iki reaktörden geçmiş ve ISO 9080 analiz sertifikasına sahip olacaktır. Sertifika üzerinde yoğunluk, eriyik akış hızı (MFR), karbon siyahı miktarı ve oksidasyon indüksiyon süresi (OIT) değerleri belirtilecektir. Uluslararası kabul gören akreditasyon kurumu tarafından EN ISO/IEC 17025'e göre akredite olmuş deney laboratuvarlarının birinden test raporuna sahip olacaktır. Bu belgeler muayene heyetlerince oluşturulacak tutanakların ekinde yer alacaktır.

İdare, her aşamada üretimi kontrol edebileceği gibi gerekli gördüğünde hammadde üzerinde numune deneylerini yeniden yaptırabilecektir.

## 2.4 Anma Basınçları

Borunun Anma Basıncı, üretici tarafından 20° C'de elli yıllık kullanım ömrü baz alınarak hesaplanan maksimum işletme basıncı seviyesidir.

HDPE boru ve özel parçası anma basıncı Ø250'den küçük çaplarda en az 8 bar, Ø250 ve daha büyük çaplarda en az 6 bar olacaktır.

HDPE borular aşağıdaki anma basınçlarında sınıflandırılacaktır:

PN (bar); 6, 8, 10, 12,5, 16, 20, 25

TS EN 12201-2'ye göre MRS Sınıfı verilmiş malzemenin 20° C'de PN, S ve SDR değerleri arasındaki bağlantılar

Çizelge-1 : HDPE Boru Çeşitleri

SDR (Standart Boyut Oranı)	S (Boru Serisi)	PE 100 (PN, bar)
26	12,5	6
21	10	8
17	8	10
13,6	6,3	12,5
11	5	16
9	4	20
7,4	3,2	25

## 2.5 Özel Parçalar

HDPE Boru Özel (Ekleme) Parçaları aşağıdaki gibidir:

Dirsek: Boru hattının doğrultusunu değiştirmek için kullanılan parçadır.

Redüksiyon: Boru çapının daraltılması veya genişletilmesi için kullanılan bağlantı parçasıdır.

T-Parçası / İnegal T-Parçası: Boru hattını kollara ayırmak için kullanılan bağlantı parçasıdır.

Elektrofüzyon semer: Boru hattını kollara ayırmak için kullanılan parçadır.

Elektrofüzyon manşon: İki ayrı boru parçasını veya boru ile özel parçayı veya özel parça ile özel parçayı birleştirmek için kullanılan parçadır.

Flaş Adaptörü: Farklı cins boruların flaşla birbirine bağlanması için gereken parçadır.

Özel parçalar üzerinde birleştirme yöntemi ve gerekli teknik değerler belirtilecektir.

Flaş adaptörlerinde kullanılacak çelik flaşlar korozyona karşı epoksi boyalı olacaktır. Çelik flaşlar, su hatlarında kullanılacak çelik vanaların flaşlarına uygun basınç sınıfında ve uygun cıvata delikli olarak teslim edilecektir.

Özel parçaların üretiminde patlatma ve konfeksiyon yöntemleri kullanılmayacaktır.

HDPE özel parçalar sadece enjeksiyon yöntemi ile üretilecek olup özel parçanın iç çapı ve basınç sınıfı, boru iç çapı ve basınç sınıfı ile aynı olacaktır.

### 3. HDPE BORULARIN GENEL TESLİM ŞARTLARI

#### 3.1 Boru ve Özel Parçalarının İşaretlenmesi

Bütün boruların üzerine “DSİ” logosu, İdarenin adı, projenin adı, standart numarası, üretici adı, boru çapı, basınç sınıfı, SDR değeri, malzeme cinsi, imalat tarihi, hammadde üreticisinin ismi ve lot numaraları ile boru sicil numarası bilgileri yazılacaktır.

Bu işaretlemeler, her boruda en az bir defa olmak üzere silinmez ve en az bir metre uzaklıktan çıplak gözle kolaylıkla okunabilecek şekilde düzgün olarak üretim aşamasında yapılacaktır. DSİ logosu 50 punto olacaktır. Normal depolama şartları, hava şartları, dökme ve kullanım işlemleri, işaretlerin okunabilirliğine etki etmeyecektir. İşaretler, çatlamanın başlamasına veya benzeri hasara neden olmayacaktır.

İşaretleme baskı ile yapıldığında kullanılan renk, borunun ana renginden farklı olacaktır.

Boru özel parçalarının üzerinde ise, silinmeyecek şekilde üretici adı, SDR değeri, hammadde sınıfı (PE100), üretim tarihi ile özel parça sicil numarası yazılacaktır.

Elektrofüzyon kaynak ile birleştirme işlemi yapılacak ürünler için ise ayrıca barkod etiketi ve barkod üzerinde kaynak parametreleri bulunacaktır.

#### 3.2 Muayene ve Deney Esasları

İdare, yüklenici ve üretici temsilcisi ile birlikte şantiye sahasında TS EN 12201-1, TS EN 12201-2 ve özel parçaları için TS EN 12201-3’de belirtilen ve ilave olarak DSİ tarafından istenen her deney için numune alarak; DSİ laboratuvarları öncelikli olmak üzere İdarenin uygun göreceği TS EN ISO/IEC 17025 kapsamında TÜRKAK tarafından ilgili alanda akredite edilmiş laboratuvarlara göndererek şartnamede belirtilen teknik özelliklere göre deney yaptıracaktır. Bu durum tutanak altına alınacak tutanakta boru/özel parçanın sicil numarası bilgileri de olacaktır. Üretici tesislerinde ve akredite olsa bile boru/özel parça temin edilen üretici laboratuvarında deney yapılmayacaktır.

Deneyler için numune sayısı, çap ve basınç sınıfından bağımsız olarak toplam boru/özel parça sayısına göre Çizelge 2’den belirlenecektir.

Çizelge 2. Numune sayısı

Boru sayısı veya özel parça adedi	Numune sayısı
≤ 250	3
251 - 500	4
501 – 1.250	5
1.251 – 2.500	8
2.501 – 5.000	10
5.001 - 10.000	15
> 10.000	30

Üreticiden alınan hammadde numuneleri kapalı, işaretli ve açılmayacak şekilde muhafaza içinde Yüklenici tarafından İdareye teslim edilecek, boru ve özel parça numuneleri ile birlikte işaretli olarak İdare tarafından laboratuvara gönderilecektir.

Çizelge-2'ye göre belirlenen her bir numune üzerinde Çizelge 3'deki bütün deneyler yaptırılacaktır.

Çizelge 3. Boru/Özel Parça ve Hammadde İçin Yapılacak Deneyler

	Deney adı	Deney yöntemi	Aranan şartlar
1	Gözle muayene	TS EN 12201-2	Borular, herhangi bir büyüteç kullanılmadan çıplak gözle muayene edildiğinde; iç ve dış yüzeyleri düzgün olacak, herhangi bir çukur, çatlak vb. diğer yüzey kusurları bulunmayacaktır.
2	Et kalınlığı	TS EN ISO 3126	TS EN 12201-2 Çizelge-2'ye uygun olacaktır.
3	Dış çap	TS EN ISO 3126	TS EN 12201-2 Çizelge-1'e uygun olacaktır.
4	Ovallık	TS EN ISO 3126	TS EN 12201-2 Çizelge-1'e uygun olacaktır.
5	Yoğunluk	TS EN ISO 1183 -1	$\geq 950 \text{ kg/m}^3$ (23 °C)
6	Karbon siyahı miktarı	ISO 6964	$\%2 \leq (\text{kütlece } \%) \leq \%2,5$ Kül miktarı $\leq \% 0,1$ (kütlece)
7	Karbon siyahı dağılımı	TS ISO 18553	$\leq 3,0$ A1, A2, A3 veya B
8	Uçucu madde miktarı	EN 12099	$\leq 350 \text{ mg/kg}$
9	Oksidasyon indüksiyon süresi (OIT)	TS EN 728, TS EN ISO 11357-6	$\geq 20 \text{ dk}$ (200 °C, 15±2 mg)
10	Kütlesel eriyik akış hızı (MFR)	TS EN ISO 1133	$0,20 \text{ g/10 dk} \leq \text{MFR}$ (190 °C, 5 kg yük altında) $\leq 0,35 \text{ g/10 dk}$ (Hammadde - boru MFR değeri arasındaki fark maksimum $\pm \%10$ )
11	Kopma uzaması	EN ISO 6259-3	$\geq \%500$ (ekstansometre ile ölçülecektir) Tek parça halinde, liflenme veya yapraklanma olmadan kopacaktır
12	Hidrostatik basınç	EN ISO 1167-1, EN ISO 1167-2	80 °C, 5,4 MPa yük, 165 saat veya 20 °C, 12 MPa yük, 100 saat sonunda hasar meydana gelmeyecektir.

Hammadde için Çizelge 3'deki deneylerden sadece 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 sıra numaralı deneyler yapılacaktır.

Deney sonuçları Çizelge 3'e uygun olmayan boru/özel parçanın tümü reddedilecek ve bu malzeme yüklenici tarafından bedelsiz olarak araziden uzaklaştırılacaktır. Bu durumun sonuçlarından yüklenici sorumlu olacaktır.

Hammaddeye ait hijyen raporu, EN 12201-1'e uygunluk sertifikası/raporları, ISO 9080 analiz raporu, üreticinin TSE ve ISO belgeleri, hammadde üreticisinin ISO belgesi ödeme belgesine eklenecektir.

Bu Şartnamede belirtilen deneylerin yapılması için gereken her türlü nakliye, rapor ve deney ücretleri yükleniciye aittir.

Muayeneye tabi tutulan malzemeye bakıldığında yapısı homojen, iç/dış yüzeyleri düzgün ve temiz olacak, dalgalanma, çatlak, kabarcık, eziklik, çapak, yabancı madde vb. kusurlar bulunmayacaktır. Renk, matlık vb. fiziksel özellikler bakımından farklılık göstermeyecektir. Ürünün yüzeyindeki süreksizlikler, yapısal bozukluklar, yüzey durumu gibi kaliteyi etkileyen parametreler büyüteç gibi optik bir yardımcı kullanmaksızın çıplak gözle muayene edilecektir.

Et kalınlığı, kalibrasyonlu ultrasonik kalınlık ölçüm cihazı ile boru boyunca en az 6 noktada ölçülecektir. Ölçülen et kalınlığı değeri, standardında belirtilen sınırlar arasında olacaktır. Aksi durumda numunenin temsil ettiği boru/özel parçanın tümü reddedilecektir.

Çap ölçümü, boru ucundan en az 20 cm uzaklıktan başlayarak Çizelge 4'de belirtilen adette pi-metre kullanılarak yapılacaktır. Ölçümlerin aritmetik ortalaması çap olarak değerlendirilecektir. Bu değer standartta öngörülen sınırlar içerisinde olacaktır.

Çizelge 4. Çap ölçüm sayısı

Anma Çapı	Ölçüm sayısı
$\varnothing \leq 40$	4
$40 < \varnothing \leq 630$	6
$630 < \varnothing \leq 1600$	8

Ovallık, çap ölçümü sırasında ölçülen en büyük ve en küçük çap arasındaki fark bulunarak tespit edilecektir. Bu değer standartta öngörülenden fazla olmayacaktır.

Çizelge 3'deki deneylerden görsel ve geometrik özelliklerin tespiti için gereken 1, 2, 3 ve 4 sıra numaralı deneylerin ölçüm sonuçları, EK-1'deki "Ölçümler Çizelgesi"ne işlenecektir.

Çizelge 3'deki deneylerden 5 ~ 12 sıra numaralı deneylerde, deney numunelerinin ortalaması alınarak sonuç belirlenecektir. Deney sonuçları ortalaması, Çizelge 3'e uygun olan boru/özel parça grubu başarılı kabul edilecektir.



## 4. BORU HATLARININ İNŞAASI

### 4.1 Boruların Taşınması ve Depolanması

Yükleme, şantiyeye veya depolama yerine nakliye ve boşaltma ile ilgili tüm gerekli ekipman ve işçilik Yüklenici tarafından temin edilecektir.

Şantiyedeki tüm borular nakliye ve depolama esnasında olumsuz hava şartlarına ve kirlenmeye karşı korunacaktır. 30 gün içerisinde döşenmeyen boruların üzerinin; güneş ışınlarına karşı sundurma, file vb. ile örtülmesi sağlanacaktır. Kirlenen borular yerleştirilmeden önce temizlenecektir.

Boru ve özel parçaları, depolama koşulları iyi olsa bile üretim tarihinden itibaren 1 (bir) yıl içerisinde döşenecektir. Bu süreyi aşan malzemeler bedeli yükleniciye ait olmak üzere derhal şantiye sahasından uzaklaştırılacaktır.

Boruların ve özel parçaların nakliye, yükleme ve boşaltma esnasında herhangi bir tahribata uğramasını önlemek için gereken önlemler alınacak, yuvarlanmaya, kaymaya, eğilmeye ve titreşime karşı borular emniyete alınacaktır. Bu konudaki tüm sorumluluk Yükleniciye ait olacaktır.

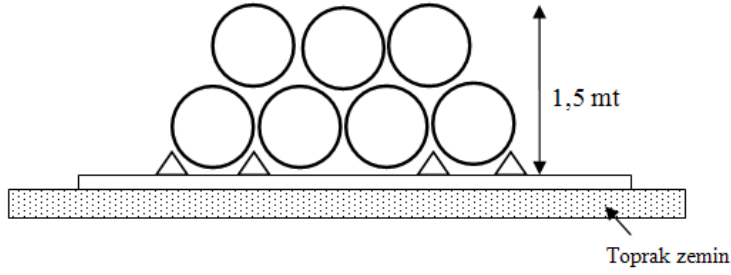
Borular hasarların olabildiğince önleneceği şekilde indirilip kaldırılacaktır. Yüklemesinde veya boşaltılmasında sadece ip veya lastik halatlar kullanılacaktır. Zincir veya çelik halat kullanılmayacaktır. Gözle görülür kusur ve hasarlar olması halinde borular ve özel parçalar bedeli yükleniciye ait olmak üzere derhal şantiye sahasından uzaklaştırılacaktır.

Borular arazide döşenmesi esnasında sürükleyerek taşınmayacak, hendek kenarında kaynak işlemleri uygulanırken ve sonrasında hendek içine yerleştirilirken zeminle temas ederek çizilme vb. oluşacak şekilde sürüklenerek çekilmeyecek, bu işlemler için uygun taşıma ve çekme araçları kullanılacaktır.

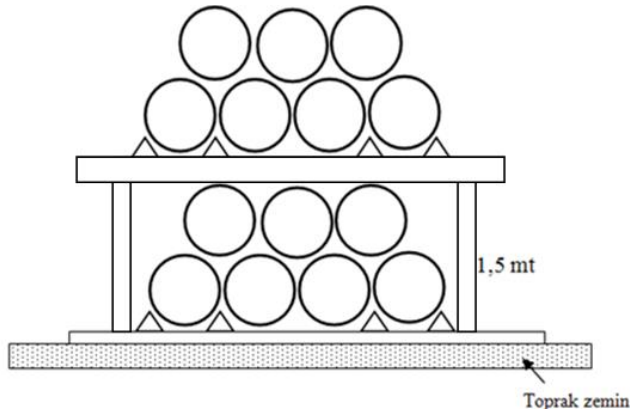
Boruların yere atılması, kaldırma bantlarının aniden çekilmesi, bırakılması veya boruların hızlı bir şekilde yere veya başka şeyler üzerine bırakılması vb. çarpma şeklindeki tesirlere karşı borular ve özel parçalar kesinlikle korunacaktır.

Bütün borular içlerine toprak, çamur, pis su vb. kirlenici unsurların girmesini önleyecek şekilde depolanacaktır. Yığılan borularda mesnetleme ve yığın yüksekliği 1,5 metreyi geçmeyecektir. Borular, 1,5 metreye kadar üst üste taşınabilir ve istiflenebilir (Resim 2). İstiflemenin 1,5 metreyi geçmesi istenirse, ranza sistemi oluşturularak 1,5 metrenin üzerindeki boruların yerden mesnet alması sağlanacaktır (Resim 3). Boru ve özel parçaların zarara uğraması veya kalıcı deformasyon almaları engellenecektir. Boru yığını, boruların yuvarlanmasını önleyecek şekilde tutturulacak, noktasal temaslar kesinlikle önlenecektir. Borular rasgele yığılmayacak, boruların birbiri ile teması üniform ve boydan boya olacaktır. Borular, toprak üzerine dizilmeyecek, 12 m'lik boru boyu için 4 adet 10x10 kalaslar konulmak suretiyle borular kalasların üzerine istiflenecektir (Resim 4).

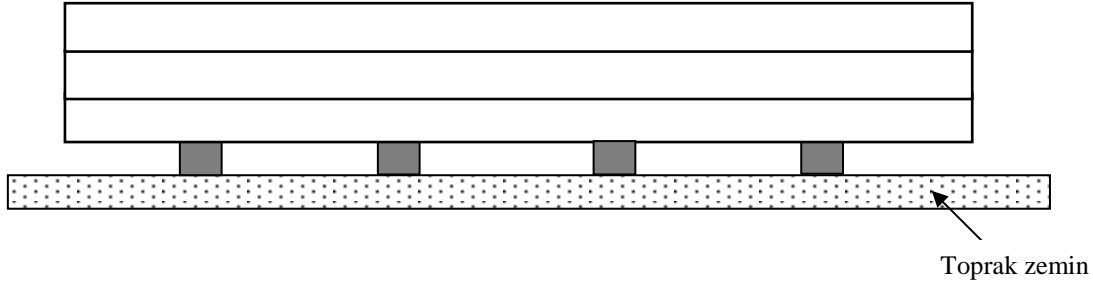
Resim 2. Boruların istiflenmesi



Resim 3. Boruların istif yüksekliğinin 1,5 metreyi geçmesi durumu



Resim 4. Kalas üzerine istifleme



Boruların, don tehlikesi olan yerlerde depolanması zorunlu olursa, borularla donan zemin kesinlikle birbirinden ayrılacak ve zemine yapışmaları önlenecektir.

Borular bir depolama sahasından alındığında Yüklenici kalan boruların kaymalarının önlenmesini sağlayacaktır. Depolama sahası boşaltıldığında Yüklenici, sahayı ve tüm giriş çıkış yollarını temizleyecek ve eski durumlarına getirecektir.

Borular yuvarlanmaya karşı korunacaktır.

Borular fabrika sahasında veya şantiyede en az iki anma çapı fark olacak şekilde iç içe geçirilerek nakledilebilecek, ancak iç içe depolanmayacaktır.

#### 4.2 Boruların Birleştirilmesi

Tüm birleştirme işlemleri alın kaynağı yöntemi ile ISO 21307'e göre yapılacaktır.

Özel durumlarda idarenin iznine tabii olmak ve detay projeleri verilmek suretiyle elektrofüzyon ile birleştirme işlemi yapılabilecektir.

Kaynak işlemi, ISO 21307'ye göre eğitim almış sertifikalı kişiler tarafından yapılacaktır. İdare, kaynak kontrolünü bağımsız bir laboratuvarında yaptırabilecektir. Eğer kaynak yeterlilik alamaz ise kaynak operatörü derhal yüklenici tarafından değiştirilecektir.

Boruların alın kaynağı yapılırken dış ortam şartlarından ve tozdan etkilenmemesi için gereken tedbirler alınacaktır.

Her iki yöntemin kullanılması sırasında TS EN 12201-3 standardının gerekleri sağlanacaktır.

Eritmeli ekleme parçaları üzerinde kaynak parametrelerini içeren bilgilendirme etiketi bulunacaktır.

Kaynak makinesinin sıcaklık sensörlerinin kalibrasyonu akredite bir laboratuvarında yapılmış olacaktır. Kalibrasyon sertifikası, kaynak yapan personelin kaynakçı sertifikası, kalite kontrol görevlisinin yetkinlik belgesi ve kaynak makinesinin işlevsellik kontrol belgesi işe başlamadan önce yapı denetim görevlisine verilecektir.

Kaynak makinesinin teflon başlıklarında aşınma yırtılma veya hasar olmayacaktır.

Her kaynak işlemi sırasında EK-2'deki "HDPE Boru Kaynağı Formu" doldurulacaktır.

300 mm'den büyük çaplardaki borularda tüm kaynak noktaları yüklenici tarafından tahribatsız muayene yöntemlerinden biriyle kontrol edilecek, sonuçları ödeme emri belgesi eki olarak İdareye sunulacaktır. İdare kaynak kontrolü için TS EN ISO 17020'ye göre üçüncü taraf gözlemci kullanabilecektir.

En fazla 500 metrenin hendek kenarında birleştirilmesinden sonra borular hendeğe indirilecektir.

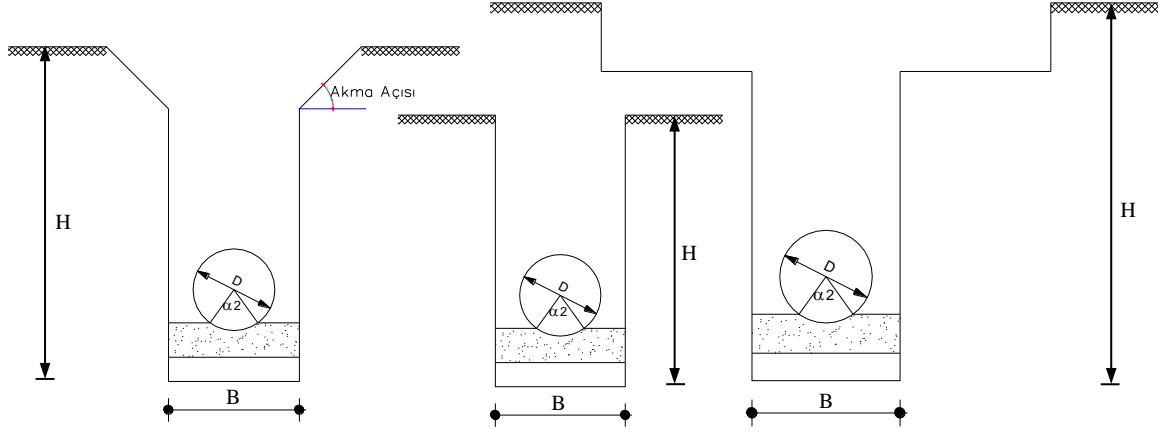
## **4.3 Boruların Döşenmesi**

### **4.3.1 Hendek Kazısı**

Yüklenici zemin malzemesinin durumuna uygun hendeği açacak gereken destekleme tedbirlerini alacaktır. Takviyelendirilmemiş, desteksiz hendek kazılarında hendek kenarları güvenli bir açı ile yatırılacak ve yerel iş güvenliği kurallarına uyulacaktır.

Hafriyat işleri DSİ Kazı İşleri Teknik Şartnamesi'nde tariflendiği şekilde yapılacaktır.

Resim 5. Hendek kazı kesitleri (3 farklı tipte)



Minimum hendek genişliği (B), Çizelge 4'e göre olacaktır.

Çizelge 5. Minimum Hendek Genişliği

Boru Anma Çapı (mm)	Minimum Hendek Genişliği (mm)	Paralel Boru Ara Mesafesi (mm)
110 – 600	Boru Dış Çapı + 300	150
601 – 1600	Boru Dış Çapı + 600	300

Hendek derinliği 150 cm'den büyük ise minimum hendek genişliği 80 cm olacaktır.

Hendek içindeki su, boru alt kotu altında kalacak şekilde boşaltılacaktır.

Boru güzergahında hendek kazısının yapıldığı kesim, boru montajının yapıldığı yerden en fazla 2.000 m ileride olacaktır.

Borular, hendek tabanı tamamen düzleştirilerek yastık malzemesi serilip sıkıştırıldıktan sonra hendek içine yerleştirilecektir.

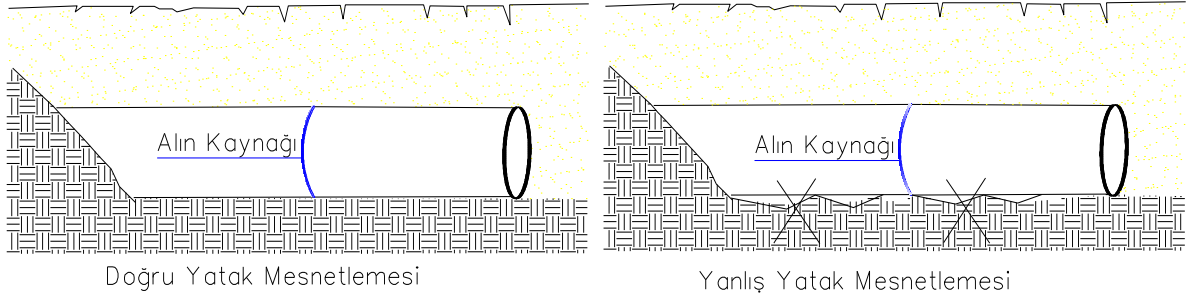
#### 4.3.2 Hendek Dolgusu

Temel iyileştirmesi gerekmeyen, kayalık olmayan ve boru hendeğinde düzgün, ondülasyonsuz bir yüzey oluşturulabilen zeminlerde 15 cm yatak tabakası teşkil edilecektir.

Hendek temeli sağlam olmayan, oynak, çürük vb. bir zemin ise, düzgün bir yüzey oluşturulamıyorsa, temel islahı yapılacaktır. Yatak tabakasının altında kaya veya kaya ufağı basmak suretiyle kalınlığı 20 cm'den az olmayacak bir hendek temeli teşkil edilecektir.

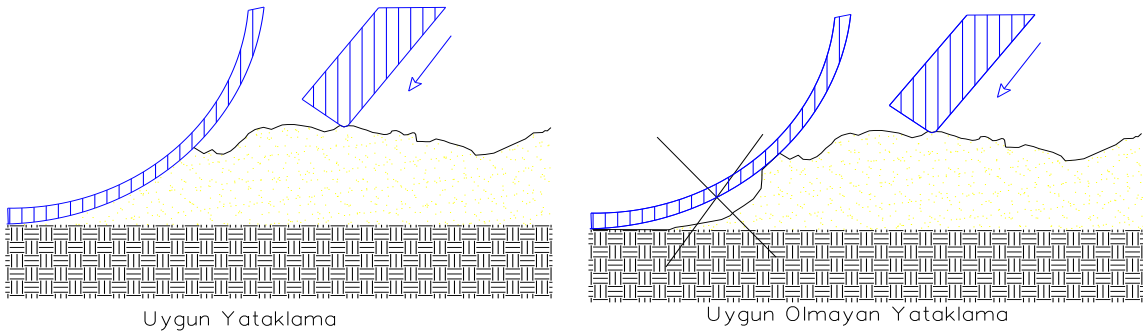
Boşluk kalmadan düzgün bir şekilde dolgu malzemesi yerleştirilecektir (Resim 6).

Resim 6. Yatak mesnetlemesi



Yastık dolgu malzemesi, ahşap şişle (kürek sapı vb.) şişlenerek boşluk kalmayacak şekilde sıkıştırılacaktır (Resim 7).

Resim 7. Yastık şişilmesi



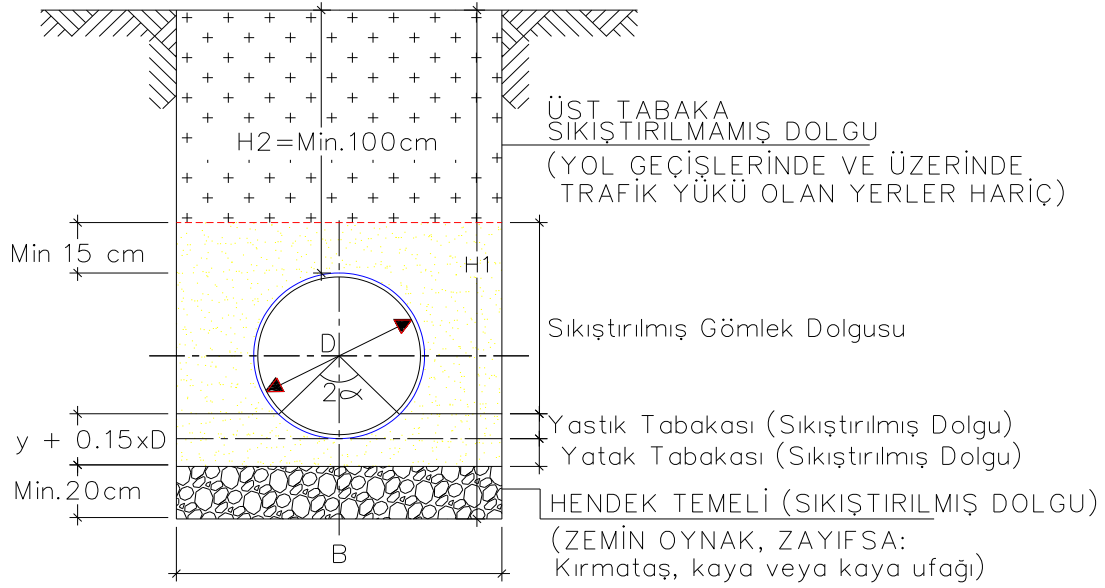
Yatak, yastık ve gömlek malzemesi siltli kum veya killi kum içeren kum-çakıl veya kırmataş olacaktır. Malzeme boyutları, Çizelge 6'da yer alan dane çapı boyutlarını geçmeyecektir. En büyük dane boyutundaki malzeme, dolgu hacminin %5'ini geçmeyecektir.

Çizelge 6. Yatak, yastık ve gömlek malzemesi dane boyutları

Boru Anma Çapı (mm)	Dane boyutu (mm) (kum-çakıl)	Dane boyutu (mm) (kırmataş)
$\varnothing \leq 110$	$\leq 10$	$\leq 5$
$110 < \varnothing \leq 200$	$\leq 25$	$\leq 10$
$\varnothing > 200$	$\leq 38$	$\leq 16$

Dolgu malzemesi 15 cm tabakalar halinde serilecek ve mekanik kompaktörle standart proktor yoğunluğunun %85'i kadar sıkıştırılacaktır. Cadde ve yol geçişlerinde, sıkıştırma standart proktor yoğunluğunun %95'i olacaktır.

Resim 8. Hendek Tip Kesiti



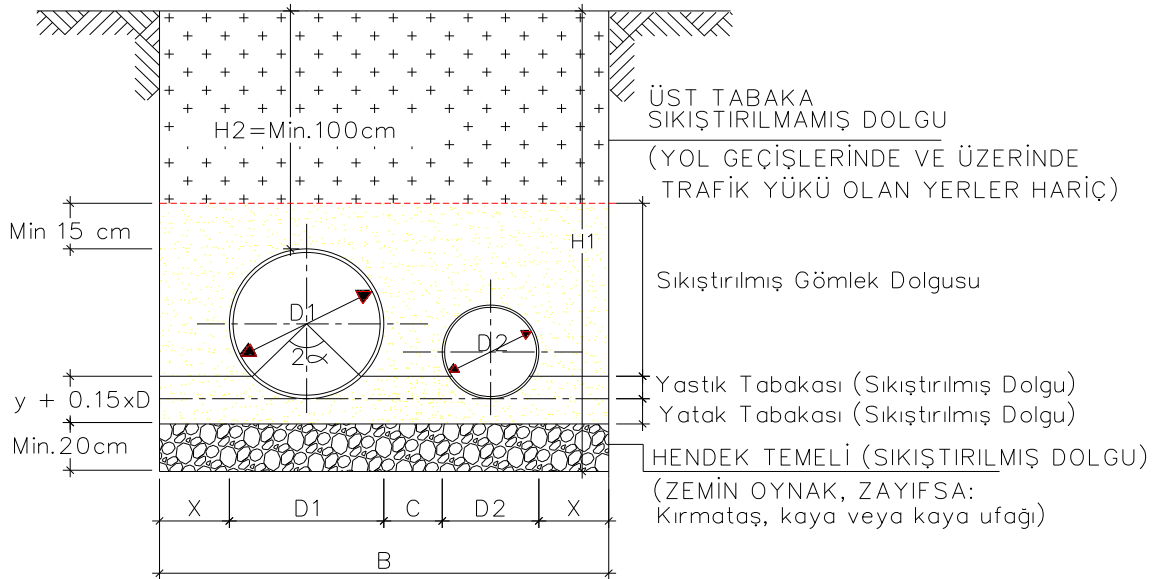
H1: Hendek derinliği (mm), H2: Boru üst kotu ile tabii zemin arası mesafe (cm), D: Boru iç çapı (cm),  $2\alpha$ : Yataklama açısı (derece), y: yataklama yüksekliği (cm), B: Hendek genişliği (mm)

Borunun alt bölümünü çevreleyen ve boru üzerinden en az 15 cm yukarıya kadar yükselen gömlek dolgusu sıkıştırılmış dolgu olarak teşkil edilecektir.

Üst tabaka dolgusunun, gömlek dolgusu kalitesinde olması zorunlu değildir. Ancak; bu dolguda boruya binecek üst yükleri azaltmak, boruya gelebilecek hasarları önlemek açısından iri kayalar, organik malzemeler ve molozlar, donmuş materyaller, inşaat atıkları, ağaç parçası, kök ve diğer 10 cm'den büyük malzemelerden arındırılmış kazıdan çıkan malzeme kullanılacaktır.

Kazıdan çıkan malzemenin boru üst tabaka dolgusunda kullanılabilmesi İdarenin onayına bağlıdır.

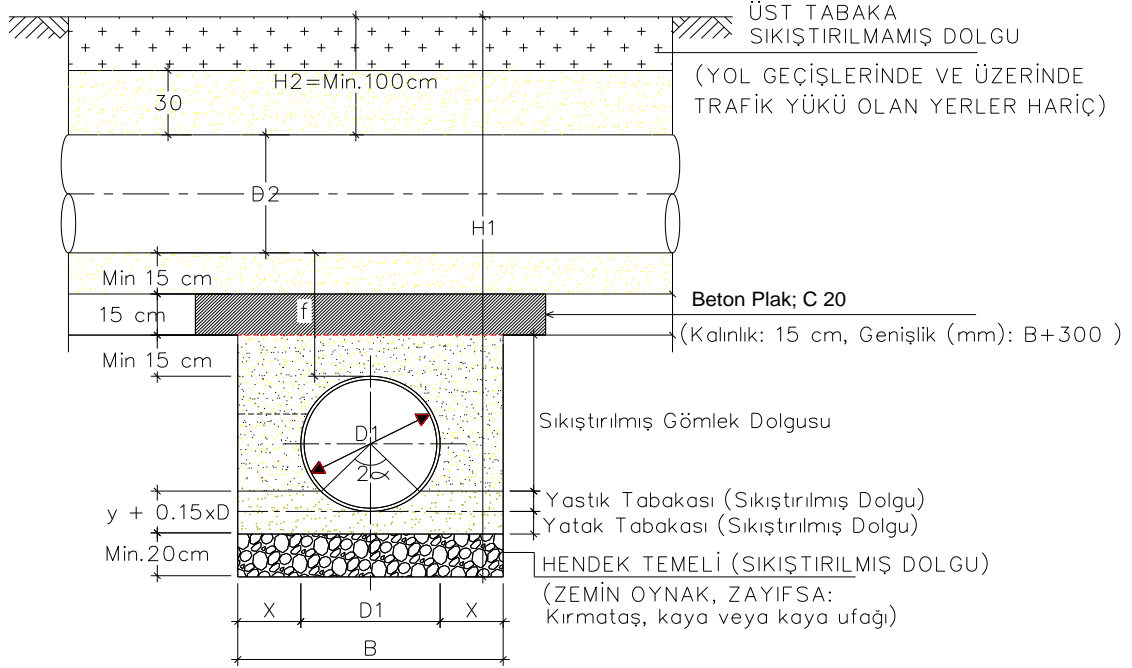
Resim 9. Aynı hendek içerisinde iki boru bulunması durumunda hendek tip kesiti



Çizelge 7. Minimum Hendeğin Genişliği

Boru Anma Çapı (mm)	Minimum Hendeğin Genişliği (mm)	Paralel Boru Ara Mesafesi (mm)
110 – 600	$D1 + D2 + C + 300$	150
601 – 1600	$D1 + D2 + C + 600$	300

Resim 10. Kesişen boru hatlarında hendeğin tip kesiti



Gömme Derinliği; ( $f \geq 450$  mm) ve 4 m'ye kadar  $f \geq (D1 + D2) / 6$   
 4 m'den fazla ise  $f \geq (D1 + D2) / 4$

#### 4.3.3. Hendeğin Kazısı, Dolgusu ve Boru Döşenmesi Arazi Kontrolü

Proje tip kesitine göre HDPE boru döşenmesi işinde, hendek kazısı, yastık dolgusunun teşkili ve sıkıştırılması, borunun birleştirilerek hendeğe indirilmesi, gömlek dolgusunun teşkili, sıkıştırılması ve hendeğin tamamen geri dolgu malzemesi ile kapatılması işlemleri için yüklenici, laborant ve yapı denetim görevlisinin imzalarını havi tutanak tutulacak ve ödeme emri belgesine eklenecektir. Bu tutanak her 250 m'lik imalat için düzenlenecektir.

### 5. BORU HATTININ SIZDIRMAZLIK DENEYİ

Sızdırmazlık deneyi, 500 m'yi geçmeyecek şekilde montaj süresince düzenli olarak yapılacaktır. Deney yapılacak bölümde farklı basınç sınıfında boru olmayacaktır.

Deneye başlamadan önce, deneyi yapılacak kısmın montajının doğru olarak yapıldığından emin olmak için kontroller aşağıdaki sırayla yapılacaktır:

- Bağlantı elemanlarının doğru olarak takılıp takılmadığı tekrar kontrol edilecektir.
- Boru hattı, tespit kitlesi veya diğer ankrajlarla yerinde ve doğru olarak sabitlenecektir.
- Flanş civataları belirtilen tork değerlerine sıkılacaktır.

- Boru hattı dolgusu tamamlanacaktır.
- Test için kullanılacak pompalar ve vanalar ankrajlanacak veya uygun şekilde sabitlenecektir.
- Deney yapılan hatta, borunun aksenal yönde hareketini önlemek için boru son noktası mesnetlenecektir.

Vantuzların sürgülü vanaları açılmak suretiyle hatta su verilecektir. Döşenmiş boru hattı, hat debisinin en fazla 1/10'u kadar debiyle su verilerek doldurulacaktır. Boru hattı su ile dolarken hattın içerisindeki tüm havanın çıkması için vantuzların çalışıp çalışmadığı kontrol edilecek, çalışmayan vantuz tespit edildiği takdirde hatta su verilmesi durdurularak çalışmayan vantuzlar çalışır hale getirildikten sonra hatta su vermeye devam edilecektir.

İki adet manometre, deney yapılacak boru hattındaki en yüksek basınç değerinin okunabileceği (en düşük kottaki) yere yerleştirilecektir.

Arazideki sızdırmazlık deneyi, boru anma basıncına göre yapılacaktır.

Su doldurulduktan ve vanalar kapatıldıktan sonra, 10 dakika içinde uygun bir pompa ile hat, boru anma basıncına kadar basınçlandırılacaktır. Boru anma basıncına ulaşıldıktan sonraki 10 dakika boyunca basıncı sabitlemek amacı ile pompalamaya devam edilecektir. Pompalama işlemi durdurularak boru hattı 30 dakika boyunca gözlemlenecektir. Basıncı düşme olduğu takdirde su takviyesi yapılarak istenilen anma basıncı sağlanacaktır. Sonraki 90 dakika boyunca anma basıncının %5 inden daha az sapma olmadığı takdirde hat, sızdırmaz kabul edilecektir.

Bu deneyin kabul edilebilir olması için borularda, özel parçalarda, armatürlerde ve her çeşit bağlantı yerinde su kaçağı olmayacaktır.

Deney sırasında su kaçakları (damlama, su sızdırma, vb.) tespit edilirse; deneye ara verilerek su kalmayacak şekilde boru hattı yavaş yavaş boşaltılacaktır. Deney yapılacak hat daha kısa bölümler halinde ve kaçaklar tamamen giderildikten sonra deney tekrar yapılacaktır.

Deneyin sonucunda EK-3'deki "Sızdırmazlık Deney Tutanağı" düzenlenecek ve ödeme belgesine eklenecektir.

Hava ile sızdırmazlık deneyi yapılmayacaktır.

Deney işlemi esnasında oluşabilecek her türlü zarar ve ziyan ile deneyi geçemeyen güzergâh üzerindeki bütün tamirat işlerinden yüklenici doğrudan sorumlu olacaktır.



**EK-1**  
**Ölçümler Çizelgesi**

Boru özellikleri ve cinsi :		Üretici :	
Toplam boru/özel parça sayısı :		Tarih :	
Numune sayısı :		Sayfa No:	/

Ölçümler	Numune numarası							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Anma çapı								
SDR								
Dış çap								
Ovallık								
Et Kalınlığı								
Gözle Muayene								
Markalama kontrolü								

Tespiti Yapanlar		
Adı Soyadı / İmzası	Adı Soyadı / İmzası	Adı Soyadı / İmzası

Referans Değerler							
Anma çapı	Et kalınlığı (mm)						
	Çap (mm)	Ovallık	SDR11	SDR13,5	SDR17	SDR21	SDR26
20	20 ~	1,2 ≥	3,0 ~ 3,4	2,0 ~ 2,3	-	-	-
25	25 ~	1,2 ≥	3,0 ~ 3,4	2,0 ~ 2,3	-	-	-
32	32 ~	1,3 ≥	3,0 ~ 3,4	2,4 ~ 2,8	2,0 ~ 2,3	-	-
40	40 ~	1,4 ≥	3,7 ~ 4,2	3,0 ~ 3,5	2,4 ~ 2,8	2,0 ~ 2,3	-
50	50 ~	1,4 ≥	4,6 ~ 5,2	3,7 ~ 4,2	3,0 ~ 3,4	2,4 ~ 2,8	2,0 ~ 2,3
63	63 ~	1,5 ≥	5,8 ~ 6,5	4,7 ~ 5,3	3,8 ~ 4,3	3,0 ~ 3,4	2,5 ~ 2,9
75	75 ~	1,6 ≥	6,8 ~ 7,6	5,6 ~ 6,3	4,5 ~ 5,1	3,6 ~ 4,1	2,9 ~ 3,3
90	90 ~	1,8 ≥	8,2 ~ 9,2	6,7 ~ 7,5	5,4 ~ 6,1	4,3 ~ 4,9	3,5 ~ 4,0
110	110 ~	2,2 ≥	10,0 ~ 11,1	8,1 ~ 9,1	6,6 ~ 7,4	5,3 ~ 6,0	4,2 ~ 4,8
125	125 ~	2,5 ≥	11,4 ~ 12,7	9,2 ~ 10,3	7,4 ~ 8,3	6,0 ~ 6,7	4,8 ~ 5,4
140	140 ~	2,8 ≥	12,7 ~ 14,1	10,3 ~ 11,5	8,3 ~ 9,3	6,7 ~ 7,5	5,4 ~ 6,1
160	160 ~	3,2 ≥	14,6 ~ 16,2	11,8 ~ 13,1	9,5 ~ 10,6	7,7 ~ 8,6	6,2 ~ 7,0
180	180 ~	3,6 ≥	16,4 ~ 18,2	13,3 ~ 14,8	10,7 ~ 11,9	8,6 ~ 9,6	6,9 ~ 7,7
200	200 ~	4,0 ≥	18,2 ~ 20,2	14,7 ~ 16,3	11,9 ~ 13,2	9,6 ~ 10,7	7,7 ~ 8,6
225	225 ~	4,5 ≥	20,5 ~ 22,7	16,6 ~ 18,4	13,4 ~ 14,9	10,8 ~ 12,0	8,6 ~ 9,6
250	250 ~	5,0 ≥	22,7 ~ 25,1	18,4 ~ 20,4	14,8 ~ 16,4	11,9 ~ 13,2	9,6 ~ 10,7
280	280 ~	5,8 ≥	25,4 ~ 28,1	20,6 ~ 22,8	16,6 ~ 18,4	13,4 ~ 14,9	10,7 ~ 11,9
315	315 ~	6,6 ≥	28,6 ~ 31,6	23,2 ~ 25,7	18,7 ~ 20,7	15,0 ~ 16,6	12,1 ~ 13,5
355	355 ~	7,5 ≥	32,3 ~ 35,6	26,1 ~ 28,9	21,1 ~ 23,4	16,9 ~ 18,7	13,6 ~ 15,1
400	400 ~	8,4 ≥	36,4 ~ 40,1	29,4 ~ 32,5	23,7 ~ 26,2	19,1 ~ 21,2	15,3 ~ 17,0
450	450 ~	9,3 ≥	40,9 ~ 45,1	33,1 ~ 36,6	26,7 ~ 29,5	21,5 ~ 23,8	17,2 ~ 19,1
500	500 ~	10,2 ≥	45,5 ~ 50,1	36,8 ~ 40,6	29,7 ~ 32,8	23,9 ~ 26,4	19,1 ~ 21,2
560	560 ~	11,1 ≥	50,9 ~ 56,0	41,2 ~ 45,5	33,2 ~ 36,7	26,7 ~ 29,5	21,4 ~ 23,7
630	630 ~	12,0 ≥	57,3 ~ 63,1	46,3 ~ 51,1	37,4 ~ 41,3	30,0 ~ 33,1	24,1 ~ 26,7

**EK-2**  
**HDPE Boru Kaynağı Formu**

Kaynak yapılan noktanın yeri;	Birinci borunun sicil numarası :
	İkinci borunun sicil numarası :
Borunun apı ve et kalınlığı :	

Kaynak;

Tarihi ve saati :	
Ekipmanlarının tipi ve modeli :	
Metodu :	
Basınçları;	Hesaplanan :
	Uygulanan :
Isınma süresi :	
Soğuma süresi :	
Ortam sıcaklığı :	
Ölçülen ovallik :	
Topuk genişliği :	

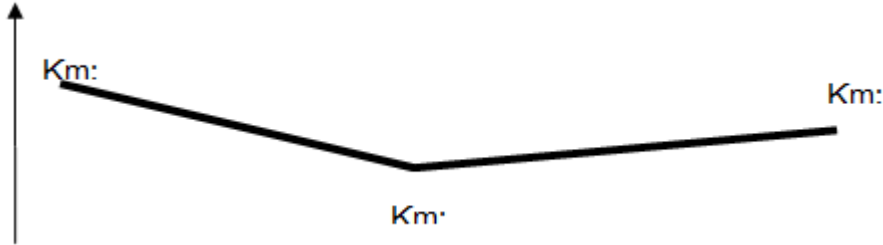
Isıtıcı yüzeyinin temiz ve pürüzsüz olduğu kontrol edildi mi?	
Kaynak yapılacak yüzeyin temizliği ve pürüzsüzlüğu kontrol edildi mi?	
Isıtıcının her iki yüzeyi kalibrasyonlu termometre ile farklı noktalardan kontrol edildi mi?	

Kaynak operatörünün;

Adı Soyadı :	
Sertifika numarası :	
İmzası :	

**EK-3**  
**Sızdırmazlık Deney Tutanağı**

Tutanak numarası :  
İşverenin adı :  
Yüklenici adı :  
İşin adı :  
Deney yapılan kısmın;  
Hattın Adı :  
Başlangıcı, km :  
Bitimi, km :  
Uzunluğu (m) :  
Borunun imal edildiği malzemenin cinsi :  
Boru üreticisinin adı :  
Deney basıncı seçimine esas alınan boru anma çapı :  
Maksimum statik basıncı :  
Maksimum işletme basıncı :  
Boruların eklenme şekli :  
Boru ek yeri sayısı :  
Armatürlerin cinsi ve sayısı :  
Özel parçaların cinsi ve sayısı :  
Manometrelerin yeri (başlangıca mesafesi), km :  
Deney yapılan kısımda en alçak noktanın yeri (başlangıca mesafesi), km :  
Manometrelerde okunması gereken deney basıncı, (10 dakika sonunda) :  
İç basınç deneyi uygulanacak boru hattı kısmının krokisi ;



Kayıt çizelgesi;	Tarihi	Saati	Hava Sıcaklığı (°C)	Su Sıcaklığı (°C)	Basınç (bar)
Deney başlangıcı					
10. dakika sonunda					
20. dakika sonunda					
50. dakika sonunda					
140. dakika sonunda					

Deney sırası gözlemleri;

a) Manometrelerde; süre sonunda en düşük kotta yer alan manometrede ... bar basınç tespit edildi. Buna göre manometrede ... bar düşme tespit edildi. Bu değer kabul edilebilir sınırlar içerisinde.

b) Boru ve özel parçalarda;

c) Boru birleşimlerinde;

ç) Dolgu ve ankrajlarda;

d) Diğer;

Değerlendirme;

Deneyi Yapanların;

Adı Soyadı	Unvanı	İmza
İdare		
İdare		
Yüklenici Temsilcisi		

2 (iki) sayfadan oluşan bu tutanak .../.../... tarihinde 5 (beş) suret olarak hazırlanmıştır