



AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

---

# AKBOR BORU MONTAJ EL KİTABI

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

## Önsöz

Bu el kitabı, AKBOR borusunun en iyi şekilde taşınması ve gömülerek döşenmesi için gerekli prosedürlerin uygulayıcı tarafından anlaşılmasına yardımcı olmak üzere hazırlanmıştır. Bir tasarım rehberi veya sistem mühendisliği el kitabı olmamakla birlikte, proje mühendisleri için faydalı bir başvuru kitabı olabilir.

En önemlisi, bu el kitapçığı, mühendislik kabulünün veya sağduyunun, emniyet tedbirlerinin veya yerel yönetmeliklerin ve de işin tamamında en son yetkiye sahip işin sahibini temsil eden mühendisin belirlemelerinin ve talimatlarının yerine kullanılmak amacıyla hazırlanmamıştır. Burada verilen bilgilerin doğru olarak uygulanması konusunda tereddüt edilirse, herhangi bir hataya sebebiyet vermemek için bilgi almak üzere lütfen imalatçınıza ve kontrol Mühendisine danışınız.

### Saha Hizmet Sorumlusu

Saha Hizmet Sorumlusu, sahada uygulamayı yapana borunun iyi bir şekilde döşenmesi konusunda destek verecektir. Saha hizmet desteği, boru montajının başlangıcında verilir ve daha sonra iş süresince periyodik olarak devam edebilir. Hizmet süresi sürekli veya sahadaki iş programına, işin sıklığına ve döşeme sonuçlarına bağlı olarak geçici olabilir.

### Yangın emniyeti

Cam takviyeli polyester (CTP) boru, petrokimyasallardan üretilmiş diğer borular gibi yanabilir ve bu nedenle, yüksek sıcaklık veya ateş olan yerlerde kullanılması tavsiye edilmez. Döşeme esnasında, boru malzemesinin yanmasına neden olabilecek kaynak makinesi kıvılcımlarına, oksijen kaynağı ateşine veya diğer sıcak / ateşli / elektrikli kaynaklara maruz kalmamasına dikkat edilmelidir.

## Taşıma ve Depolama

### 1- Borunun kontrol edilmesi

Nakliye sırasında herhangi bir hasar oluşmadığından emin olunması için, tüm borular sahaya geldiğinde kontrol edilmelidir. Stok sahasının uzaklığı, sahada bir yerden başka bir yere nakledilme sıklığı ve boruyu etkileyen diğer faktörlere bağlı olarak montajdan önce cam takviyeli boruların tekrar kontrol edilmesi faydalıdır. Cam takviyeli boruların sahaya kadar nakliyesi sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır :

#### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

a-Yükün genel kontrolü yapılmalıdır. Eğer yük istifi bozulmamış ise indirme sırasında olağan bir denetleme borunun hasar görmediğinin anlaşılması için yeterlidir.

b-Eğer yük istifi bozulmuş veya hasar görmüş ise, hasar için her boru kesiti dikkatlice kontrol edilmelidir. Genellikle gözle dıştan yapılan bir kontrol hasar tesbiti için yeterlidir. Boru boyutlarının izin verdiği durumlarda, dışta görülen çizik bölgenin boru içerisine girilerek yapılan denetlemesi de borunun hasarlı olup olmadığının tespit edilmesine yardımcı olur.

c-Her tip malzemeye ait miktarlar irsaliyeden kontrol edilmelidir.

d-Nakliye sırasında meydana gelmiş hasar ve kayıpları irsaliye üzerine kaydedin ve sizde kalacak kopya üzerine nakliyecinin imzasını alın. Nakliyecinizden, kurallarına uygun olarak tazminat isteğinde bulunun.

e-Hasar görmüş malzemeleri zayi etmeyiniz. Nakliyeciniz, bu malzemelerin ne yapılacağı hakkında işletme prosedürlerine göre size bilgi verecektir.

f-Eğer herhangi bir hasar oluşmuş veya bozulma olmuş ise, derhal hasar görmüş boruyu ayırın ve üreticiniz ile temas kurunuz.Hasar görmüş veya kusurlu bulunan boruları kullanmayınız.

## 2 Hasar Gören Borunun Tamir Edilmesi

Genellikle, az hasar görmüş borular, uzman kişiler tarafından sahada hızla ve kolaylıkla tamir edilebilir. Eğer borunun durumundan şüphe edersiniz, o boruyu kullanmayınız.

Saha Hizmet Sorumlusu, tamir gerekip gerekmediği, mümkün olup olmadığı ve nasıl tamir edileceği konusunda size yardımcı olabilir. Uygun tamir şartnamesinin sağlanmasını, tamir için gerekli ekipmanların temin edilmesini ve istenirse uzman tamir teknisyenini sağlayabilir. Tamir şekilleri, boru kalınlığına, malzeme yapısına, uygulamaya, hasar tipi ve boyutuna bağlı olarak değişir. Bu nedenle, üreticinize danışmadan önce, hasar görmüş boruyu tamir etmeye yeltenmeyiniz. Gerekli gibi tamir edilmeyen borular, beklenen performansı sağlamazlar.

### 2.A- Boruların boşaltılması ve sahada taşınması

Akborun ürettiği CTP borularının indirilme işlemi müşterinin sorumluluğundadır. İndirme sırasında boru hareketini kontrol altında tutmaya dikkat ediniz. Boruya veya boru demetine bağlanan ipler kaldırma ve taşıma işlerinin kolayca yapılmasını sağlayacaktır. Üst üste istiflemenin gerektiği durumlarda, ayırıcı kalaslar kullanılabilir. Cam takviyeli boruyu düşürmemeye, vurmamaya ve özellikle uç kısımlarından bir noktaya çarpmamaya dikkat ediniz.

#### **Merkez Ofis :**

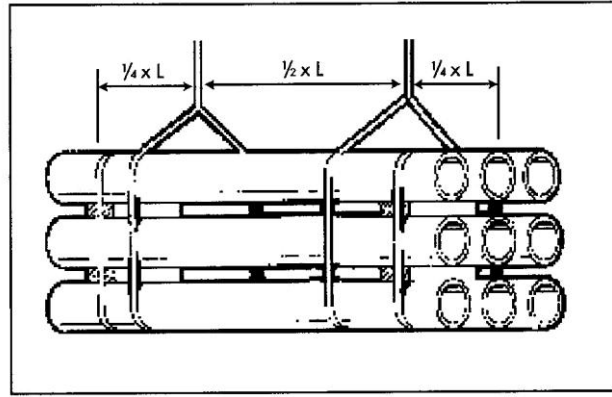
Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

## 2.B-Demet halinde yükleme

Genellikle, 600 mm ve daha küçük çaplı borular demet halinde yüklenirler. Demetlerin taşınmasında Şekil 2.1’de gösterilen askı takımları kullanılır. Büyük çaplı borular da, demet yapılarak teslim edilebilirler. Size ulaşan yükün ne şekilde yüklendiğinden şüpheye düşerseniz (tek veya demet halinde) üreticinize danışınız. Birleştirilmemiş boru yığınlarını tek bir demet gibi kaldırmayınız. Demet haline getirilmemiş borular ayrı ayrı indirilmeli ve taşınmalıdır.



**Figure 2.1**  
Lifting unitized package

Şekil-2.1  
Paket halindeki boruların kaldırılması

## 2.C-Tek borular

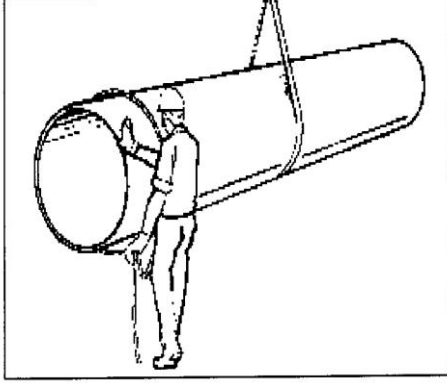
CTP boruların tek tek taşınmasında bükülebilir askılar, kemerler veya taşıma ipleri kullanınız. Cam takviyeli boruyu kaldırmak veya taşımak için çelik halat veya zincir kullanmayınız. Cam takviyeli borular bir noktadan bağlanarak kaldırılabilir (Şekil 2.2) fakat iki noktadan bağlanarak taşıma boruya daha kolay hakim olmayı sağlar (Şekil 2.3). **Cam takviyeli boruları içerisinden ip geçirerek kaldırmayınız.**

### **Merkez Ofis :**

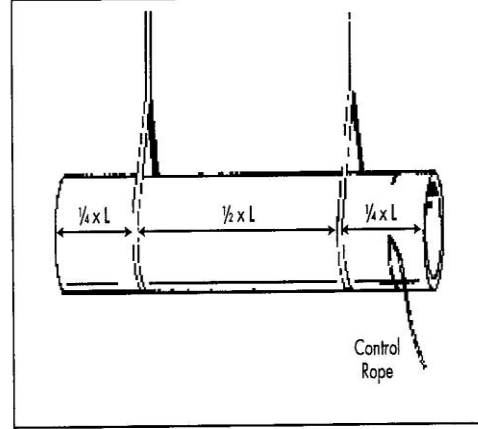
Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



**Figure 2.2**  
Lifting pipe at one support point



**Figure 2.3**  
Lifting pipe at two support points

Eğer borunun taşınması veya döşenmesi sırasında herhangi bir kırılma, çatlama, oyulma gibi bir hasar meydana gelirse, yerine yerleştirilmeden önce boru kesiti mutlaka tamir edilmelidir. Hasarın tesbit edilmesi ile tamir metodunun veya yönteminin önerilmesi hususunda Akbor ile temas kurunuz.

## 2.D- CTP boruların sahada istiflenmesi

Cam takviyeli boruların düz bir kalas üzerine istiflenmesi, kaldırma ve indirme için borunun etrafından taşıma iplerinin kolayca geçirilmesi açısından avantajlıdır.

Cam takviyeli boruların direkt olarak zemin üzerine istiflenmesi durumunda, yüzeyin mümkün olduğunca düz olduğundan, taş veya boru yüzeyine zarar verebilecek diğer çakıllardan arındırılmış olduğundan emin olunmalıdır. Tüm borular, kuvvetli rüzgarlarda yuvarlanmaması için takozlarla desteklenmelidir.

Cam takviyeli boruların üst üste istiflenmesi gerektiği durumlarda, araya konan yassı kalas (minimum 75 mm enli) açıklığı azami 6 metre (küçük çaplı borularda 3 metre) olmalı ve takozlarla desteklenmelidir. (Bakınız Şekil 2.4.)

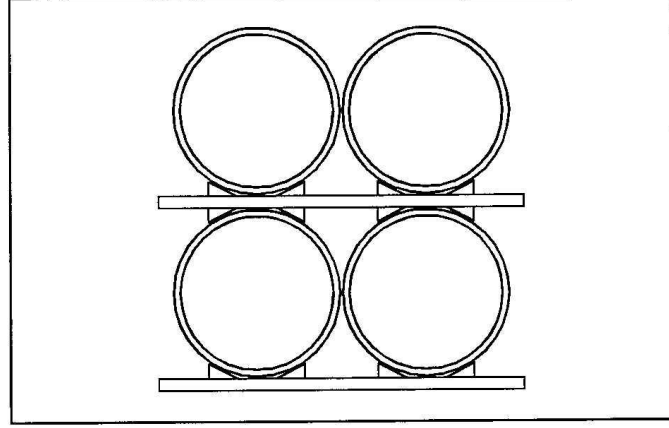
Cam takviyeli boru istifinin, kuvvetli rüzgar, istifleme yüzeyinin kayması ve diğer yatay yüklerin oluşturduğu etkilere karşı stabil (sabit) olduğundan emin olunmalıdır. Kuvvetli rüzgara maruz kalındığında borular, iplerle yere bağlanmalıdır. Azami istif yüksekliği üç metre olmalıdır. 1400 mm'den daha büyük çaplı boruların üstüste istiflenmesi tavsiye edilmez.

### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



**Figure 2.4**  
Storing pipe

#### Cam elyaf borunun istiflenmesi

Cam takviyeli borunun istiflenmesinde maksimum çapsal deformasyon (sehim) değeri Tablo 2.1’de verilen değerleri aşmamalıdır. Tümseklere, düz yüzeylere ve dairesellikteki ani değişimlere izin verilmez. Bu sınır değerlerin üzerinde istifleme, borularda hasara neden olabilir.

**Tablo 2.1 Maksimum istifleme sehim**

Rijitlik Sınıfı SN	Maksimum Deformasyon (Sehim) (Çapın %’si)
2500	2.5
5000	2.0
10000	1.5

#### 2.E- Contaların ve parafinin stoklanması

Kauçuktan mamul cam takviyeli manşon contası, manşona takılmadan sahaya getirildiğinde, orijinal paketi içerisinde gölgede saklanmalı, boruların birleştirilmesi aşaması dışında güneş ışığına maruz bırakılmamalıdır. Contalar, aynı zamanda gres ve petrol alaşımlı yağlardan, eritici ve diğer zarar verici maddelerden uzak tutulmalıdır.

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

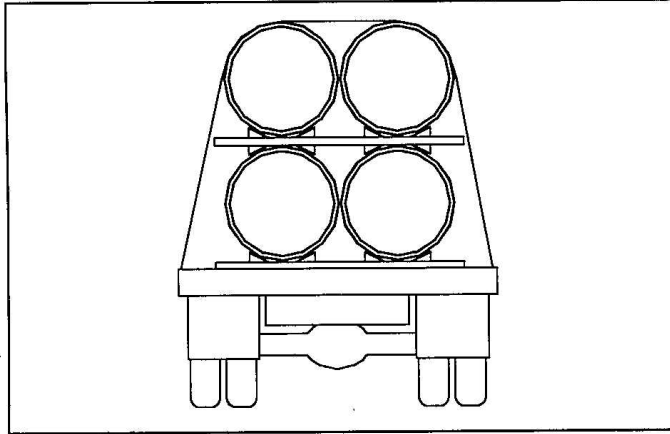
Contanın takılmasında kullanılan parafın, kabına zarar gelmeyecek şekilde dikkatlice yerleştirilmelidir. Kısmen kullanılan kutular, parafinin içine yabancı madde karışmasını önlemek için yeniden kapatılmalıdır.

Montaj sırasında sıcaklık 5°C altında ise conta ve parafin kullanım anına kadar korunmalıdır.

## 2.F- Cam takviyeli boruların taşınması

Kullanım sahasında cam takviyeli boruların taşınması gerekirse, araca yüklenirken kullanılan orijinal taşıma takozlarının kullanılması en ideal çözümdür. Bu malzeme mevcut değilse, tüm borular birbirine maksimum uzaklıkları 4 metre olan yassı tahtalar üzerinde (küçük çaplar için 3 metre) ve sarkan kısımlarının boyu 2 metreyi geçmeyecek şekilde yerleştirilmelidir. Gerekli ayırımı ve sabitliği sağlayabilmek için boruları takozlarla destekleyiniz. Boruların birbirine değmediğinden, dolayısı ile taşınma sırasında meydana gelecek sarsıntıların aşınmaya neden olmayacağından emin olunuz (Şekil 2.5).

Azami istifleme yüksekliği yaklaşık 2.5 metredir. Boruları bükülebilir yumuşak askılar veya ipler kullanmak suretiyle destek noktalarından asarak araca yükleyiniz. Boru yüzeyinin aşınmasını engelleyici keçeler olmadan çelik halat ve zincir asla kullanmayınız. Ayrıca, maksimum istifleme sehimini Tablo 2.1'de verilen değerleri aşmamalıdır. Tümseklere, düz yüzeylere ve dairesellikteki ani değişimlere izin verilmez. Bu sınır değerler aşılarak yapılan taşıma borularda hasara neden olabilir.



**Figure 2.5**  
Transporting pipe

Cam takviyeli borunun taşınması

### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

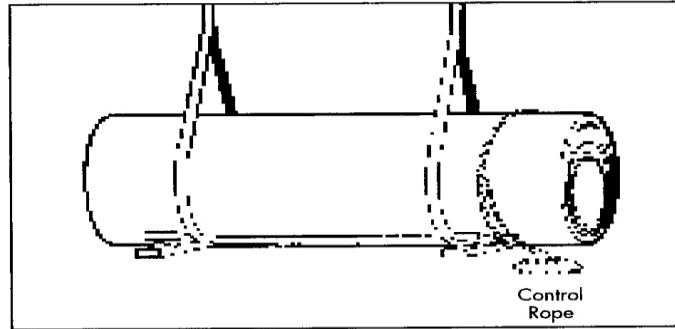
## 2.G İççe Geçirilmiş Boruların Taşınması

Uzun mesafeye taşınacak borular, nakliye maliyetini azaltmak amacıyla iç içe (küçük çaplı boru, büyük çaplı borunun içinde olacak şekilde) geçirilebilir. Bu tür borular genellikle özel ambalajlamaya sahiptir ve boşaltma, kaldırma, istifleme ve taşıma için özel prosedürler gerektirir. Bu özel uygulamalar, gerekirse, yükmeden önce üretici tarafından temin edilir. Ayrıca aşağıda belirtilen genel prosedürler her zaman izlenmelidir.

A-İç içe geçirilmiş borular mutlaka en az iki bükülebilir askı ile taşınmalıdır (Şekil 2.6). Her proje için gerekirse kaldırma noktaları ve askı aralığı sınır değerleri belirtilecektir. Taşıma halatlarının, iç içe geçirilmiş boruların ağırlığını taşıyabileceğinden emin olunuz. Bu durum Ek-A'da verilen, yaklaşık boru ağırlıkları ile hesaplanmak suretiyle tahkik edilebilir.

B- İç içe geçirilmiş boruların genellikle en iyi muhafaza biçimi nakliye ambalajıdır. Aksi belirtilmedikçe, iç içe geçirilmiş boruların üst üste yığılması tavsiye edilmez.

C- İç içe geçirilmiş borular sadece orijinal nakliye hali ile emniyetli bir şekilde taşınabilirler. Her proje için gerekirse mesnetleme, araç üzerine istifleme şekli ve/veya halat bağlantıları için özel hususlar belirtilecektir.



**Figure 2.6**  
Double support point

D-Cam takviyeli boruların hareket ettirilmesi ve boruların birbirinin içinden çıkarılması en iyi çekme istasyonlarında gerçekleştirilir. Genellikle bu işlem en dıştaki borunun dış çapına uygun 3-4 adet sabit beşik vasıtasıyla gerçekleştirilir. İçteki borular en küçük çaptan başlayarak yastıklanmış forklift bumunu borunun içine sokarak hafifçe kaldırmak ve diğer borulara değdirmeden dikkatlice dışarıya almak suretiyle çıkarılır (Şekil 2.7). Demetin ağırlığı, uzunluğu veya ekipmanların yetersizliği nedeniyle bu yöntem uygulanamazsa, her proje için, en içteki borunun dışarıya çekilmesi için gerekli prosedürler önerilecektir.

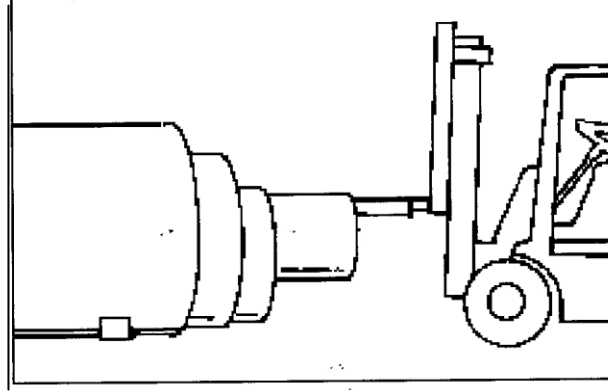
### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47





**Şekil 2.7** Forkliftin yastıklanmış burnu yardımı ile boruların çıkarılması

### **3-CTP Borularının Birleştirilmesi**

CTP borular çift taraflı elastomer contalı cam takviyeli manşonlar kullanılarak birleştirilir. Boru ve manşonlar ayrı ayrı, veya her boru bir ucuna manşon takılmış olarak temin edilebilirler.

Manşonlar orta kısımlarında elastomerden mamul stoper ile birlikte veya stoper takılmamış olarak temin edilebilirler. Manşon ve boru fabrikada birleştirilip teslim edilirse, stoper mutlaka takılmış olur.

Flanş, mekanik manşon ve el yatırması gibi diğer sistemler de cam takviyeli boruları birleştirmek için kullanılabilir.

#### **3.1 Çift taraflı elastomer contalı manşonlar**

##### **1. Aşama: Manşonun temizlenmesi**

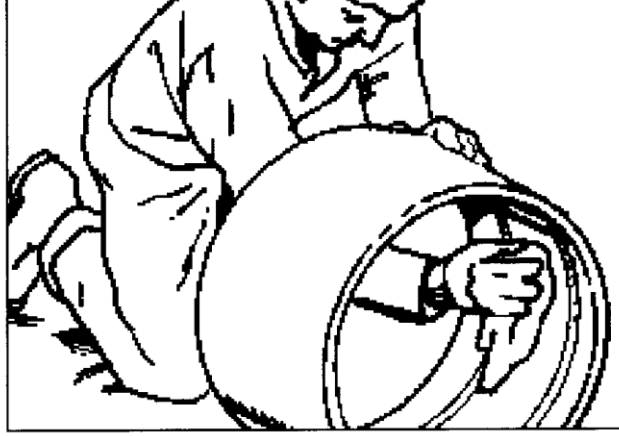
Çift taraflı elastomer contalı manşonların olukları ve olukların içerisine yerleştirilecek lastik contalar yağdan ve tozdan arındırılmış olduklarından emin olunacak şekilde iyice temizlenmelidir (Şekil 3.1).

##### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

##### **Fabrika :**

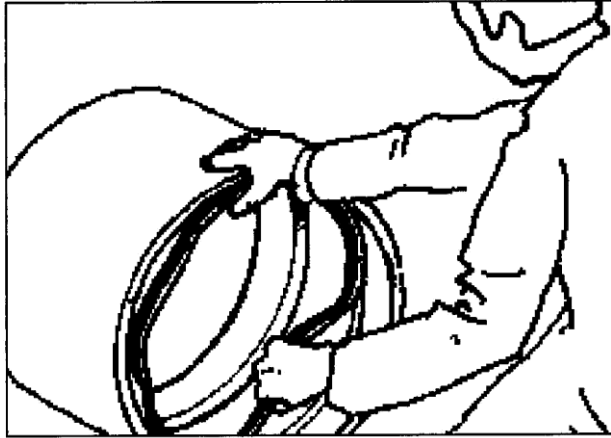
Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



Şekil 3.1 Manşonun temizlenmesi

## 2. Aşama: Contaların takılması

Elastomer conta, manşonun conta oluğuna lastik çıkıntıları oluktan dışarı dönük olacak şekilde yerleştirilir. Conta takma işlemi sırasında oluğun içerisine veya contanın üzerine parafin sürmeyiniz. Ancak contanın rahatça takılması ve ayarlanması amacıyla conta ve oluk su ile nemlendirilebilir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2  
Elastomer contanın takılması

Elastomer conta sabit basınçla contanın oluğu içerisine itilmelidir.

### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### **Fabrika :**

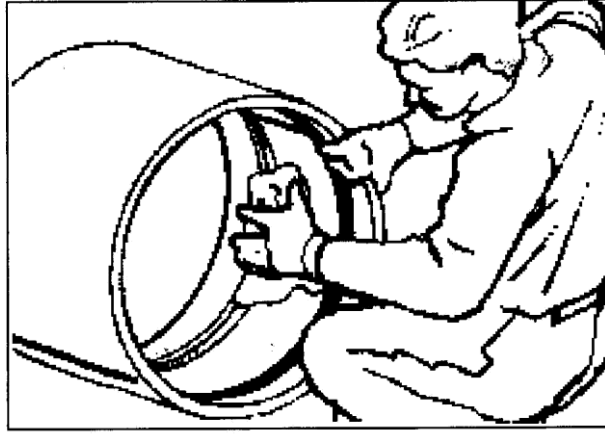
Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

Elastomer conta takma işlemi tamamlandıktan sonra, contanın basınç gerilimini düzgün dağıtmak için contayı çember yönünde döndürmeye çalışacak biçimde dikkatlice çekiniz.

Ayrıca contanın her iki yanının da oluktan eşit seviyede çıkıntı yaptığından emin olunuz. Bu, lastik çekiç ile vurularak sağlanabilir.

### 3. Aşama: Elastomer contanın kayganlaştırılması(parafinlenmesi veya arap sabunu sürülmesi)

Daha sonra temiz bir bezle, lastik contaya ince bir tabaka parafin sürünüz (Şekil 3.3)



Şekil 3.3

### 4. Aşama: Boru ucunun temizlenmesi ve parafinlenmesi

Manşonun içine geçecek boru uç kısmını ince çakıl, kum, toz ve yağdan iyice arındırınız. Borunun uç kısmından siyah bir şerit ile işaretlenmiş kısma kadar olan bölgeye, temiz bir bez ile, ince bir tabaka parafin sürünüz. Parafin sürdükten sonra manşonun ve borunun uç kısmının temiz kalmasına dikkat ediniz (Şekil 3.4).

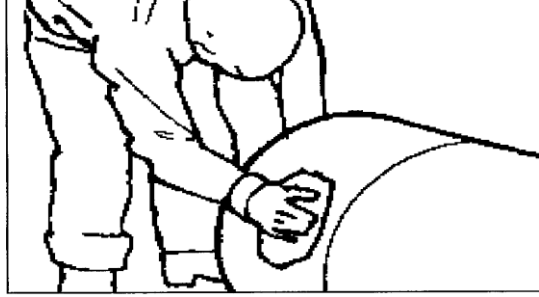
Dikkat : Uygun parafinin kullanılması çok önemlidir. Üreticiniz manşonlarla birlikte yeterli miktarda yağlayıcı temin edecektir. Parafin kalmazsa, ilave yağ temin etmek veya yerine kullanılabilecek başka bir yağı öğrenmek için üreticinizle temas kurunuz. Asla petrol esaslı bir yağ kullanmayınız.

#### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



**Figure 3.4**  
Cleaning spigot

### Ortasında stoper olmayan bağlantı yöntemi

Aşağıda belirtilen aşamalar (5-8) borular ile ortasında elastomer stoper olmayan ayrı manşonların birbirlerine bağlantı şekilleridir.

#### 5. Aşama: Kelepçelerin takılması

A kelepçesi ilk boru üzerinde herhangi bir yere bağlanır veya bir önceki bağlantı için sabitlendiği yerde bırakılır. B kelepçesi, bağlanacak boru üzerinde, borunun uç kısmındaki işaret şeritine göre, boruyu istenen yere kadar itip orada durduracak şekilde tutucu vazifesi göreceği biçimde sabitlenir (Şekil 3.5).

Not : Mekanik bağlantı kelepçesi hem manşonun doğru yerini sabitlemeyi hem de üzerine çekme krikosunun tutturulmasını sağlar. Bağlantı kelepçesinin boru ile temas noktası, borunun yüzeyine zarar vermemesi için ve boru yüzeyinde kuvvetli sürtünme oluşturacak biçimde yastıklanmalı veya diğer herhangi bir biçimde korunmalıdır. Kelepçeler mevcut değilse, naylon halat veya ip kullanılabilir (Şekil 3.6) ancak manşonun doğru hizalanmasına dikkat edilmelidir. Boru kelepçesinin bir avantajı, tutucu vazifesi görerek borunun manşona fazla sokulmasını engellemesidir. Kelepçe kullanılmıyorsa, borunun uç kısmını, işaret şeridi manşonun kenarı ile aynı hizaya gelinceye kadar itiniz.

**Merkez Ofis :**

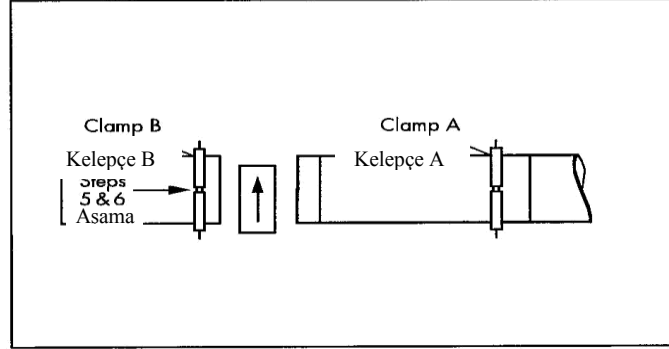
Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

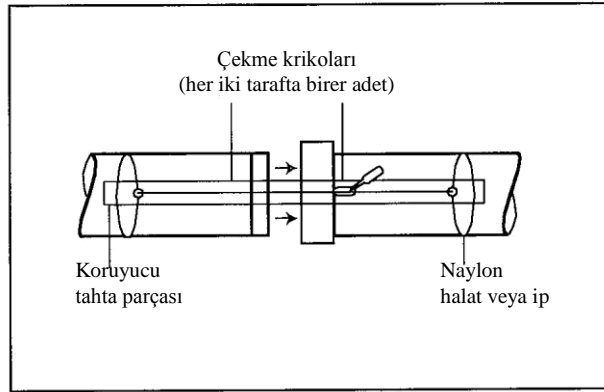
## 6. Aşama: Borunun yerleştirilmesi

Birleştirilecek boru yatak üzerine manşonun diğer boru ile aralarına rahat konulabileceği bir mesafede yerleştirilir.



**Figure 3.5**  
Clamp locations

## Şekil 3.5 Kelepçe yerleri



**Şekil 3.6**

Kelepçesiz boru bağlantısı yapılması

## 7. Aşama: Manşonun birleştirilmesi

Çekme krikoları kelepçelere bağlanır ve iki adet 10cmX10cm kesit ebadında kalas parçası veya benzeri boru ile manşon arasına konulur (Şekil 3.7).

### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

Bunların pozisyonu muhafaza edilirken yeni boru kelepçe manşona temas edinceye kadar manşonun içine itilir.

Çekme krikosunun boruya değmemesi için altına koruyucu bir tahta parçası koymak gerekebilir (Şekil 3.6).

Not : Uygulanacak yaklaşık birleştirme kuvveti çapın milimetresine karşılık 1 kg'dır.

Not : (100 mm – 250 mm) boru ile manşonu çekme krikosu kullanmadan birleştirmek

mümkün olabilir. Manivela kullanımı küçük çapları birleştirmek için olağan bir uygulamadır.

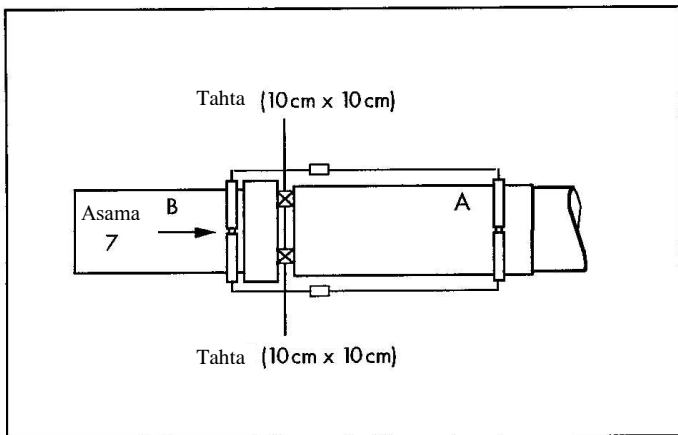
## 8. Aşama: Boruların birleştirilmesi

### 8.1 Merkezde stoper bulunmadığı hallerde birleştirme

Manşonu hatta daha evvel bağlanmış boruya geçirmek üzere sıkılmadan önce çekme krikoları gevşetilir ve tahtalar alınır. Manşonun işaret şeridine göre doğru pozisyonda olmasına dikkat edilmelidir (Şekil 3.8).

Bağlantı montajı bittikten sonra contaların doğru pozisyonda olduğu kontrol edilmelidir. Burada kullanılacak iyi bir yöntem olarak boru başı ile manşon arasına ince bir metal şerit yerleştirilir ve çevre boyunca bu şerit gezdirilerek contanın düzgün takılıp takılmadığı kontrol edilir.

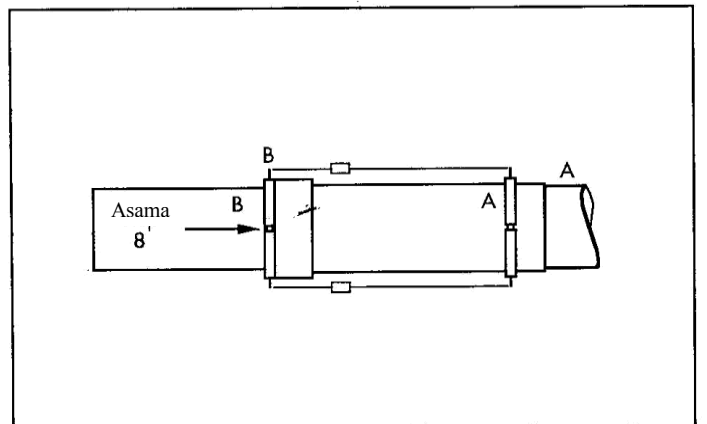
Not : 8. Aşama tamamlandığında B kelepçesi yerinde bırakılırken A kelepçesi birleştirilecek yeni boruya takılır.



Şekil 3.7

Manşon bağlantısı yapılması

Fax: 0 312 472 06 28



Şekil 3.8

Boru bağlantısı yapılması

Fax : 0 382 266 21 47

## 8.2 Merkezde stoper bulunduğu hallerde birleştirme

Aşağıdaki istisnalar dışında aynı temel birleştirme prosedürleri izlenir:

- B kelepçesinin pozisyonunun hassas şekilde ayarlanmasına gerek yoktur,
- Boru uçları her ikisi de stopere temas edinceye dek itilirler.

Stoper boru uçlarının işaret şeridine gerek kalmadan uygun pozisyona gelmesini temin eder.

NOT: Sıcaklık değişimlerinden dolayı boruların hareketini engellemek için, bağlantı montajı tamamlanmasında sonra en kısa sürede boruların üstü dolgu maddeleri ile kapatılmalıdır. Üstü kapatılmamış boruların bulunduğu ortamda 20°C gibi bir sıcaklık artışı söz konusu ise boruların muhtemel hareketini göz önüne alarak boru başları arasında **20 mm kadar aralık bırakılmalıdır.**

## 8.3 Hazır montajlı cam takviyeli manşonunun birleştirilmesi

Fabrikada monte edilen manşonlarda ortada stoper bulunur. Bu şekilde sahada manşonun boruya birleştirilmesi işlemine gerek kalmaz.

## 8.4 Cam takviyeli manşonlarının açısız sapmaları

Her manşon bağlantısında maksimum açısız sapma (dönme) Tablo 3.1 ve 3.2’de verilen değerleri aşmamalıdır. Borular tam düz bir hizada birleştirilmeli ve eğer açısız döndürme gerekiyorsa bu daha sonra yapılmalıdır. (Terimlerin tanımları için Şekil 3.9’a bakınız.)

**Tablo 3.1 Manşonlardaki açısız sapmalar (döndürmeler)**

Boru Anma Çapı (mm)	16'ya kadar	Basınç PN (bar)		
		20	25	32
Açısız sapma (derece)				
DN<500	3,0	2,5	2,0	1,5
500<DN<900	2,0	1,5	1,3	1,0
900<DN<1800	1,0	NA	0,5	0,5
1800>DN	0,5	NA	NA	NA

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

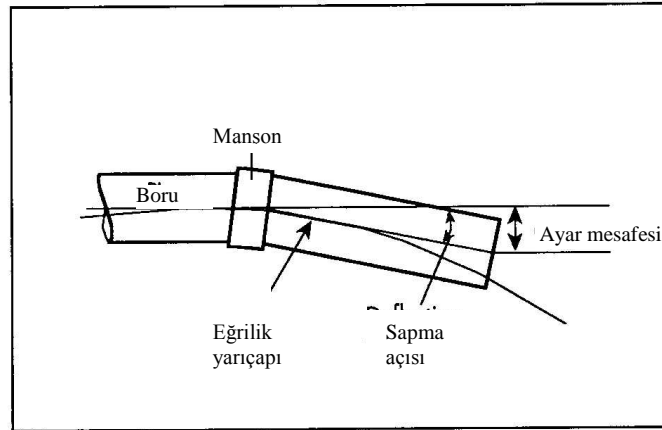
**Tablo 3.2 Döndürülen boru ucunun akstan mesafeleri ve kurb yarıçapları**

Deformasyon açısı derece	Boru ucu akstan mesafesi (mm)			Kurb yarıçapı (m)		
	Boru boyu			Boru boyu		
	3m	6m	12m	3m	6m	12m
3,0	157	314	628	57	115	229
2,5	136	261	523	69	137	275
2,0	105	209	419	86	172	344
1,5	78	157	313	114	228	456
1,3	65	120	240	132	265	529
1,0	52	105	209	172	344	688
0,8	39	78	156	215	430	860
0,5	26	52	104	344	688	1376

**Not:** Yukarıdaki tablo yalnızca bilgi amacıyla verilmiştir. İzin verilen minimum boy anma basıncı ile dolgu tipi ve sıkıştırma derecesinin bir fonksiyonudur.

Açısal döndürmeye uğratılan manşon bağlantıları boruyu ve manşonu çevreleyen toprağın rijitliği sayesinde stabilize edilirler. Basıncılı borularda (PN>1) açısal dönme bulunan ek yerlerinde dolgu %90 bağıl sıkıştırma derecesine sıkıştırılmalıdır.

Anma basıncı PN16 ve daha yüksek olan hatlarda manşonlu ek yerinde düşey yönde açısal döndürme uygulanacaksa boruyu örten dolgunun minimum kalınlığı 1.2 metre olmalıdır.



**Şekil 3.9** Çift taraflı elastomer contalı cam takviyeli manşonlu ek yerinde açısal döndürme

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

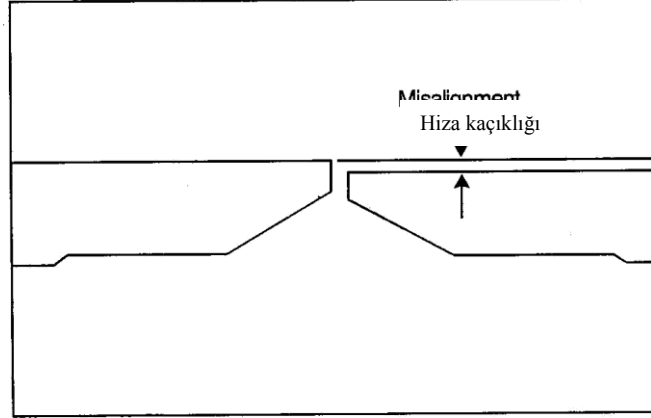
**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



## Boru ucu hiza kaçıklığı

Komşu boru uçlarının birbirlerine göre hizalarının izin verilen maksimum kaçıklığı 5 mm'dir (Şekil 3.10). Hiza kaçıklıklarının tespit blokları, vana odaları ve benzer yapılar ile hat kapama ve tamir noktalarında kontrol edilmeleri tavsiye edilir.



**Figure 3.10**  
Misalignment

## Şekil 3.10

*Boru ucu hiza kaçıklığı*

## Flanşlı bağlantılar

CTP flanşlar aşağıdaki prosedüre göre birleştirilmelidirler: (Şekil 3.11)

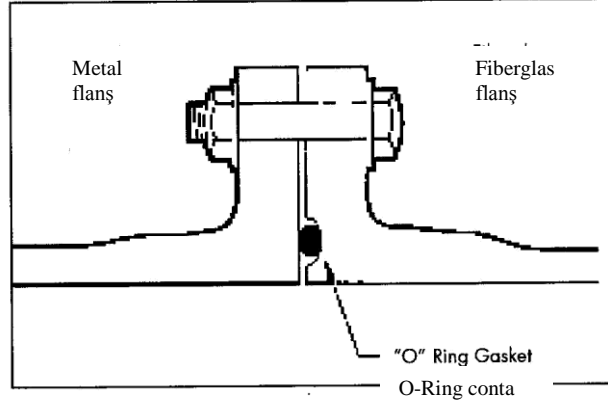
1. Flanş alını ve 'O'ring oluğu iyice temizlenir.
2. 'O'ring contanın temiz ve hasarsız olduğundan emin olunmalıdır. Kusurlu contalar kullanılmamalıdır.
3. 'O'ring conta oluğa yerleştirilir ve burada küçük yapışkan bant parçaları ile yerine tespit edilir.

### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



**Figure 3.11**

**Şekil 3.11**

*Flans eki*

4. Birleştirilecek flanslar hizalanır.
5. Cıvata, pul ve somunlar yerleştirilir. Bunlar temiz olmalı ve hatalı sıkıma engel olmak amacıyla yağlanmalıdırlar. Tüm CTP flanslarda pul kullanılmalıdır.
6. Bir tork anahtarı kullanılarak tüm cıvatalar standart flans cıvata sıkma sırasına göre 35 Nm torka sıkılır (küçük çaplar için 25 Nm).
7. Bu prosedür tekrarlanarak cıvatalar 70 Nm torka (küçük çaplar için 35 Nm) veya flans kenarları birbirine değinceye dek sıkılır. *Bu tork değeri aşılmamalıdır.* Yoksa CTP flanslarda hasar meydana gelebilir.
8. Cıvata torkları bir saat sonra kontrol edilmeli ve gerekiyorsa 70 Nm (küçük çaplar için 35 Nm) değere ayarlanmalıdır.

Not: İki CTP flans birbirine bağlanırken sadece birinde conta oluşu bulunmalıdır.

## **Diğer birleştirme yöntemleri**

### **Esnek çelik manşonlar**

(Straub, Tee Kay, v.b. – Şekil 3.12)

AKBOR boruları farklı çaptaki diğer malzemelerden yapılmış borular ile birleştirileceği zaman esnek çelik manşonlar, tercih edilenler arasındadır. Bu manşon çelik bir gömlek ile içinde lastik bir contadan oluşur. Bunlar aynı zamanda AKBOR borularını birleştirmek için kullanılabilir, örnek olarak sahada hat kapama ve tamir manşonu verilebilir.

Üç cinsi mevcuttur:

A. Epoksi veya PVC kaplı çelik gömlek

#### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

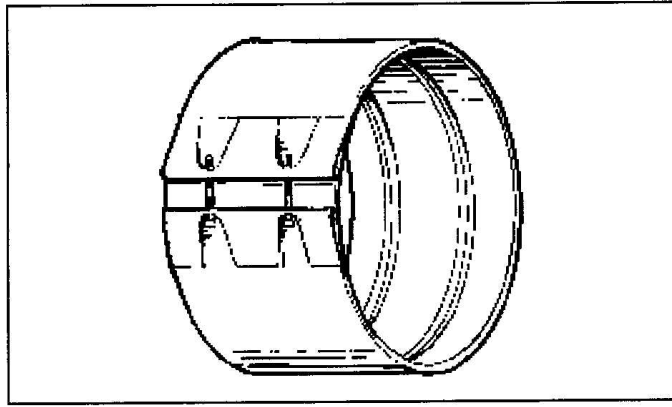
#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

B. Paslanmaz çelik gömlek

C. Sıcak daldırma metoduyla galvanizlenmiş çelik gömlek

Çelik gömleğin korozyona karşı korunması haricinde tüm manşonun da korozyona karşı olması gerekmektedir. Bunun içinde manşon üzerine sıkı geçme polietilen kaplama uygulanmalıdır.



**Şekil 3.12 Esnek çelik manşon**

Esnek çelik manşonlarda sıkma torkunun kontrolü çok önemlidir. Cıvataların yerleştirilip hafifçe sıkılmasından sonra contanın yerine iyice oturmasını temin için manşona lastik bir çekiçle hafifçe vurulmalıdır. Cıvatalar daha sonra uygun tork değerlerine sıkılmalıdırlar. Manşonun ebadına göre bu işlemi birkaç defa tekrarlamak gerekebilir. Cıvatalar aşırı gerilime maruz bırakacak şekilde fazla sıkılmamalıdırlar. Tavsiye edilen prosedürler için imalatçınıza danışınız.

**Mekanik çelik manşonlar**

(Viking Johnson, Dresser, v.b. – Şekil 3.13)

Mekanik manşonlar tipik olarak farklı cins ve çaptaki boruların bağlantısı için ve flanş çıkışlarına adaptör olarak kullanılırlar. Bu manşonların, cıvata sayısının ve ebadının değişken olması, conta tasarımı gibi sebeplerden dolayı ürün yelpazesinin geniş olması nedeniyle standart hale gelmesi mümkün değildir.

Sonuç olarak, AKBOR boruları ile mekanik manşonların kullanımı tavsiye edilmez. Montaj yapan firma özel tasarım manşon (marka ve model) kullanmak isterse, bunları satın almadan

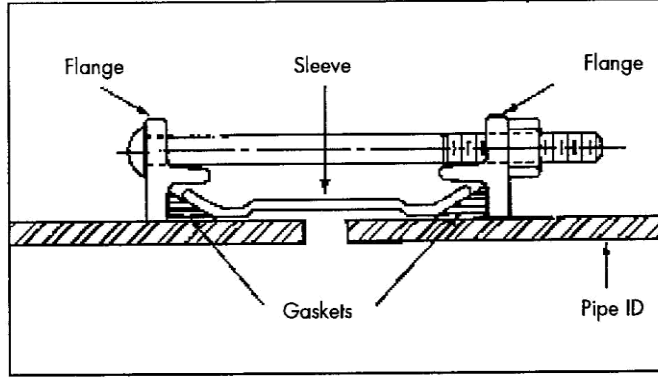
**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

önce AKBOR'a başvurması tavsiye edilir. Böylece AKBOR kullanım şartlarını göz önünde bulundurarak AKBOR boruları ile kullanılabilen en uygun tasarımı tavsiye edebilir.



**Figure 3.13**  
Mechanical steel coupling

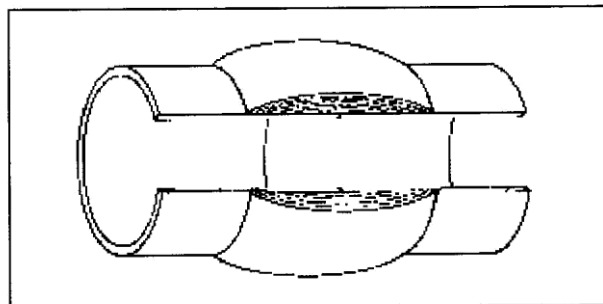
Sıkma torku tavsiye edilen maksimum değerleri aşmayacak şekilde kontrol edilmelidir. Aşırı tork boruya zarar verebilir. Cıvata torkunun saha basınç testi öncesinde ve sonrasında yeniden ayarlama gerekip gerekmediğinin anlaşılması amacıyla kontrol edilmesi önerilir.

1. Toprağa gömülü esnek veya mekanik çelik manşonlar sıklıkla korozyona karşı özel koruma gerektirirler. Bu büzülebilir polietilen bir gömlek veya İdare Mühendisince onaylanacak başka bir metotla gerçekleştirilir.
2. Montaj talimatı boru imalatçısı tarafından borunun tipine göre verilecektir.
3. Basınç ve açılma döndürme sınırları mekanik manşon imalatçısı tarafından verilecektir.

### El yatırması ekleri

Bu ekler, cam dokumalar ve polyester reçineden yapılıdır. Tamir metodu olarak veya ek yerinin aksenal kuvvetlere karşı koyması gerektiği yerlerde (BU AYRICA EKSENEL GERİLMELERE DAYANACAK ŞEKİLDE DİZAYN EDİLMİŞ BORULARIN KULLANIMINI GEREKTİRİR) uygulanır. El yatırması ekinin uzunluğu ve kalınlığı boru çapı ve basınç sınıfına bağlıdır (Şekil 3.14).

***Bu ek tipi temiz, kontrollü şartlar ve kalifiye eğitilmiş personel gerektirir. Bu ek tipi gerekli olduğunda özel talimat verilecektir.***



**Merkez Ofis :**  
Mustafa Kemal  
No: 18/8 Söğüt  
Çankaya- ANK/  
Tel: 0 312 472  
Fax: 0 312 472

Bölgesi  
Bulvarı No:11

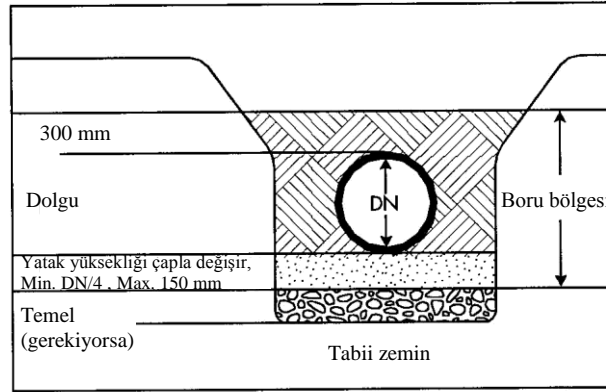
!66 2047  
!66 21 47

**Şekil 3.14** El yatırması eki

## Standart boru döşeme usulleri

CTP boruların uygun döşeme usulü, borunun rijitliğine, toprak örtüsü derinliğine, tabii zemin özelliklerine ve kullanılacak dolgu malzemelerine göre değişir.

Tabii zemin, borunun tam mesnetlenebilmesi için boru bölgesi dolgusunu uygun şekilde sarmalıdır (Şekil 4.1). Aşağıdaki prosedürler boru döşeme işleminin kabul edilebilir olması için yardımcı olmak amacıyla hazırlanmıştır. Bununla beraber, zemin şartları ve döşeme metodundan bağımsız olarak, ilk ve uzun dönem sehim değerleri Tablo 4.1’de verilen değerleri aşmamalıdır. Bu sınır değerlerin aşıldığı durumlarda borular istenilen performansı göstermeyebilir.



**Şekil 4.1 Boru dolgu adlandırmaları**

Tablo 4.2’de tabii zemin gruplarının kısa tanımları verilmiştir. Ek bölüm C’de bu tabii zemin grupları için detaylı tanımlar verilmiştir. Tabii zeminler özellikle değişimlerden şüphelenildiği yerlerde olmak üzere sıklıkla test edilmelidirler. Önemli kısımlar yatak ve boru bölgesi kesitleridir. Darbe sayıları veya zemin mukavemetleri belirli bir zaman dilimi içerisinde rastlanabilecek en düşük değerleri temsil etmelidirler. (Normal olarak bu yeraltı su seviyesinin en yüksek olduğu zamanlarda gerçekleşir.)

Ek bölüm C’den F’ye kadar olan kısımlarda hem tabii zeminler hem de dolgu malzemeleri hakkında detaylı bilgi verilmiştir.

**Ek Bölüm C** – Tabii zeminlerin sınıflandırması ve özellikleri

**Ek Bölüm D** – Dolgu malzemelerinin sınıflandırması ve özellikleri

**Ek Bölüm E** – Tabii zeminlerin sınıflandırmasına yardımcı saha testleri

**Ek Bölüm F** – Dolgunun sıkıştırılması

**Ek Bölüm G** – Tanımlar ve terminoloji

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

**Tablo 4.1 İzin verilen düşey deformasyon (sehim)**

	<b>Deformasyon Çapın yüzdesi olarak</b>
Büyük çaplı (DN ≥ 300)	
İlk	3.0
Uzun dönem	5.0
Küçük çaplı (DN ≤ 250)	
İlk	2.5
Uzun dönem	4.0

**Tablo 4.2 Tabii zeminlerin grup sınıflandırması**

<b>Zemin grubu</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
İnce daneli	Çok sert	Sert	Orta	Yumuşak	Çok yumuşak	Çok çok yumuşak
Kaba daneli	Sıkı	Hafif sıkı	Gevşek	Çok gevşek	Çok gevşek	Çok çok gevşek

#### **4. 1 Temel Montaj Kuralları**

AKBOR borularının uzun ömürlü olması ve iyi performans göstermesi, doğru taşıma ve montaj ile mümkündür. İş sahibinin, mühendislerin ve müteahhidin; cam takviyeli plastik (CTP) borunun montaj prosedüründe belirtilen yataklama ve dolgu maddeleri ile üzerinin örtülmesinin önemini anlaması gerekir. Boru ve dolgu malzemesi birleşerek montaja destek olan bir sistem meydana getirirler.

Mühendisler birçok tecrübeye dayanarak daneli malzemenin CTP borular için ideal bir dolgu maddesi olduğunu tespit etmişlerdir. Fakat maliyet göz önüne alınarak sık sık kazılan hendek toprağı dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır. Bunlar dikkate alınarak kırmataştan düşük plastisiteli ince daneli zemin malzemesine kadar 6 tip toprak çeşidi için gömme kısıtlamaları belirlenmiştir.

#### **Sadeleştirilmiş montaj prosedürleri**

Detaylı mühendislik çalışması gerektirmeyen veya kısa olan hatlar için aşağıdaki maddeler geçerlidir.

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

## Her rijitlikteki boru için

Dolgu maddesi : çakıl, % 70 bağıl sıkıştırılmalı veya kum, % 90 sıkıştırılmalı (Proctor yoğunluk)

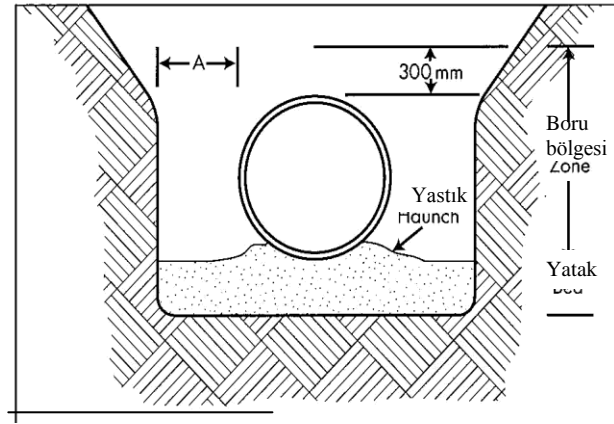
## Her iki malzemenin kullanımı da aşağıdaki gereksinimleri karşılar :

Gömme derinliği	:	$\geq 1$ m ve $\leq 9$ m
Hareketli yük	:	en fazla AASHO H2O
Basınç	:	$\leq 16$ bar
Negatif basınç	:	$\leq -0.25$ bar
Toprak	:	1., 2. veya 3. tip toprak
Hendek	:	Tip 1, standart genişlik

Uzun hatlı veya montajı zor olan boru sistemleri için bu bölümde ana hatları belirtilen metotlar kullanılır.

## Standart hendek

Genellikle “A” ölçüsü (bkz. Şekil4.2) minimum  $0.75DN/2$  olarak kabul edilir. Hendek her zaman boru alt kısmının yeterli dolgu malzemesi ile beslenebilmesini ve kompaksiyon ekipmanının rahatlıkla çalışabilmesini sağlayacak genişlikte olmalıdır. Bu, özellikle küçük çaplarda minimumdan geniş hendek gerektirebilir. Daha büyük çaplı borularda “A” ölçüsü için  $0.5DN/2$  değeri (toplam hendek genişliği  $1.5DN$ ) uygun olabilir. Özel tavsiye ve yapılması düşünülen değişiklikler için imalatçınıza başvurunuz.



Şekil 4.2

### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

Not : Hendek tabanında kaya, sert taş, yumuşak, gevşek, stabil olmayan veya genişleyen topraklara rastlanırsa, üniform (düzenli) aksnel mesnet sağlamak için yatak dolgusunun kalınlığını artırmak gerekebilir.

### **Dolgu malzemeleri**

Tablo 4.3 Dolgu malzemelerini kategoriler halinde gruplandırmaktadır. “A” grubu dolgu malzemeleri en kolay kullanılacak ve en az sıkıştırma emeği gerektirecek malzemelerken “F” grubu dolgu malzemeleri belli bir kompaksiyon (sıkışma) derecesine ulaşılabilmesi için en fazla güç sarfı gerektiren malzemelerdir.

Dolgu malzemesi gruplarından ve bu malzemenin taşıma yahut hendek kazısından çıkan tabii zemin malzemesi oluşundan bağımsız olarak dolgu için aşağıdaki genel sınırlamalar geçerlidir:

Maksimum dane ve taş parçası ebatları Tablo 4.4’de verilen limitleri aşmamalıdır.  
Maksimum dane çapının iki katından büyük toprak toprakları olmamalıdır.  
Donmuş malzeme olmamalıdır.  
Organik malzeme olmamalıdır.  
Atıklar (oto lastiği, şişeler, metaller v.b.) olmamalıdır

**Tablo 4.3**

<b>dolgu malzeme grubu</b>	<b>dolgu malzemelerinin tanımı</b>
A	Kırmataş, %12 ince daneli
B	Kum, <%12 ince daneli
C	Siltli kum, %12-35 ince daneli
D	Siltli killi kum, %35-50 ince daneli, LL<%40
E	Kumlu,killi silt, %50-70 ince daneli, LL<%40
F	Düşük plastisiteli ince daneli zemin, LL<%40

**Tablo 4.4 Maksimum dane ebadı**

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



**Boru bölgesindeki (boru üstünden 300 mm yüksekliğe kadar) maksimum dane ebadları aşağıdaki gibidir:**

DN (mm)	Max Ebad (mm)
450'ye kadar	13
500 – 600	19
700 – 900	25
1000 – 1200	32
1300 ve daha üstü	38

**Bunlara ilaveten 200 mm'den büyük taşlar boruyu örten 300 mm'lik tabaka üzerine 2 metreden fazla bir yükseklikten düşürülmemelidir.**

### **Dolgu malzemesi modülü (E'b)**

Dolgu malzemesinin boruya sağladığı desteğin ölçüsü dolgu modülü E'b olarak Mpa biriminden ifade edilir. Her dolgu malzemesi için sıkıştırma derecesi arttıkça dolgu modülü ve boruya verilen destek yükselir. Tablo 4.5 ve 4.6 doymuş ve doymamış malzemeler için Standart Proctor Testi bağıl sıkıştırma yüzdesine göre E'b değerlerini vermektedir.

Dolgu malzemesinin ve gereken bağıl sıkıştırma yüzdesinin belirlenmesi aşağıdaki faktörleri içeren proje koşullarına göre yapılır:

- Anma basıncı (PN)
- Anma rijitliği (SN)
- Anma çapı (DN)
- Gerekli gömme derinliği
- Sahadaki tabii zeminler ile uyum şartı
- Yeraltı suyu

Proje gerekliliklerini eldeki mevcut veya kullanılabilir dolgu malzemeleri ve ulaşılması gereken sıkıştırma derecesi ile karşılaştırarak en uygun (en düşük maliyetli) döşeme metodu bulunabilir.

**Hendekte su varsa D, E ve F dolgu malzeme grupları kullanılmamalıdır. Bu durumlarda A, B veya C grupları kullanılmalıdır. Bu malzemeler gözlenen su seviyesinin en az 150 mm üzerine kadar serilmelidir.**

**Not : Zeminlerin birbiri içerisine nüfuzu hakkındaki bunu izleyen bölümü inceleyiniz.**

#### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

Tablo 4.5 Pasif direnç dolgu modülü (doymamış)

Dolgu tipi	Bağıl sıkıştırma derecesinde E'b değerleri (Mpa) <sup>1</sup>			
	%80	%85	%90	%95
A	16	18	20	22
B	7	11	16	19
C	6	9	14	17
D	3	6	9	10 <sup>2</sup>
E	3	6	9	10 <sup>2</sup>
F	3	6	9 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>

1. % 100 bağıl sıkıştırma değeri en uygun nem oranında ulaşılan maksimum Standart Proctor yoğunluğudur.
  2. Bu değerler genellikle ulaşılmaması zor değerler olup referans amacıyla konulmuştur.
- Tablo 4.6 Pasif direnç dolgu modülü (doymuş)

dolgu tipi	Bağıl sıkıştırma derecesinde E'b değerleri (Mpa) <sup>1</sup>			
	%80	%85	%90	%95
A	12	13	14	15
B	5	7	10	12
C	2	3	4	4
D	1.7	2.4	2.8	3.1 <sup>2</sup>
E	NA <sup>3</sup>	1.7	2.1	2.4 <sup>2</sup>
F	NA <sup>3</sup>	1.4	1.7 <sup>2</sup>	2.1 <sup>2</sup>

1. % 100 bağıl sıkıştırma değeri en uygun nem oranında ulaşılan maksimum Standart Proctor yoğunluğudur.
2. Bu değerler genellikle ulaşılmaması zor değerler olup referans amacıyla konulmuştur.
3. Kullanılması tavsiye edilmez.

### Dolgu nüfuz kriteri

Dolgu malzemesi seçilirken, tabii zemin ile uyumuna dikkat edilmelidir. Boru bölgesi dolgusunun suyla akıp gitmemesi ve tabii zemin içerisine nüfuz etmemesi çok önemlidir. Aynı şekilde, tabii zeminin boru bölgesi dolgusunun içerisine nüfuz etmesi engellenmelidir.

#### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

Bu gerçekleşirse boru mesnedini kaybedip aşırı sehim alarak istenilen performansı sağlamayabilir. Tipik olarak, boru bölgesinde su akışı varsa ve dolgu toprağı ile tabii zemin arasında aşağıdaki ilişki mevcutsa nüfuz olayı gerçekleşir:

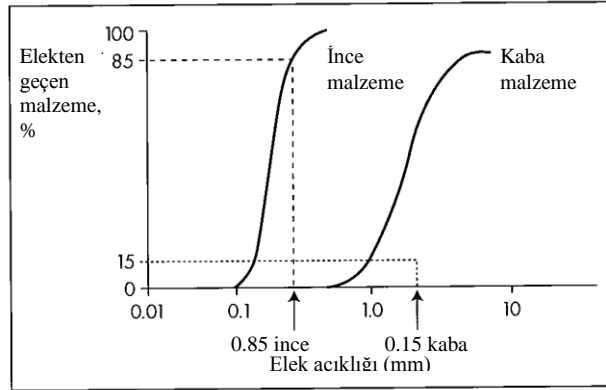
$$D_{85} \text{ ince} \leq 0.2D_{15} \text{ kaba}$$

Burada:

$D_{85}$  ince = ince malzemenin %85'ini geçiren elek açıklığı

$D_{15}$  kaba = kaba malzemenin %15'ini geçiren elek açıklığı (Şekil 4.3)

Birbiriyle uyumsuz malzemeler kullanılmak durumundaysa, bunlar su ile akıp gitme ve nüfuz olayını engellemek için boru hattının servis ömrü boyunca dayanacak bir jeotekstil ile birbirlerinden ayrılmalıdırlar. Jeotekstil yatak ve boru dolgu bölgesini tamamen sararak boru bölgesinin üzerini örtecek şekilde katlanmalıdır.



**Şekil 4.3**

## Gömme sınırlamaları - Maksimum

Cam takviyeli borular esnek olduklarından dolayı, üzerlerindeki yükleri taşıyabilmeleri için etraflarını saran zemin tarafından mesnetlenmelidirler. İzin verilen maksimum toprak örtüsü derinlikleri boru bölgesi dolgu malzemesinin tipine, sıkıştırma derecesine (yoğunluğuna), tabii zemin özelliklerine, hendek yapısına ve boru rijitliğine bağlıdır.

İki standart döşeme usulü mevcuttur (Şekil 4.4). Seçim tabii zemin özelliklerine, dolgu malzemesine, gereken gömme derinliğine ve boru hattı işletme şartlarına göre yapılır. Tip "2" ayırık döşeme usulü genellikle düşük işletme basıncı, hafif trafik yükleri ve sınırlı negatif basınçlar (vakum) söz konusu olduğunda uygulanır.

Tablo 4.7 aşağıdaki maksimum gömme derinliklerini verir:

### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

**Tablo 4.7A** – Döşeme usulü 1, trafik yükü yok

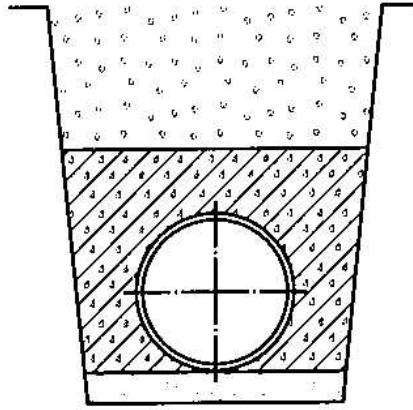
**Tablo 4.7B** – Döşeme usulü 1, trafik yükü var

**Tablo 4.7C** – Döşeme usulü 2, trafik yükü yok

**Tablo 4.7D** – Küçük çaplı borular

## Şekil 4.4

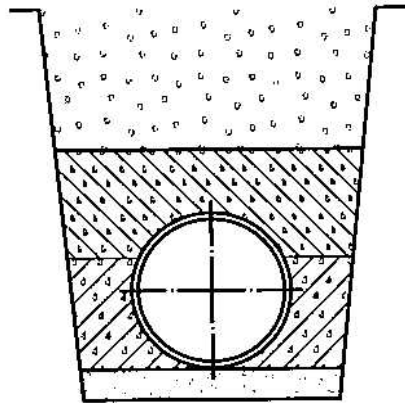
Boru döşeme usulleri



### Döşeme Tipi 1

- Boru yatağını Kısım 4.8'in talimatına göre hazırlayın.
- Boru bölgesini (boru üstünden 300 mm'ye kadar) öngörülen dolgu malzemesiyle doldurup gereken sıkıştırmayı (kompaksiyonu) uygulayın.

**Not : Basıncsız (PN≤1 bar) uygulamalar için borunun %60 seviyesinden borunun 300 mm üzerine dek olan kısım sıkıştırılmadan bırakılabilir.**



#### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

## **Döşeme Tipi 2**

- Boru yatağını Kısım 4.8'in talimatına göre hazırlayın.
- Boru çapının %60'ına dek olan seviyeye kadar öngörülen dolgu malzemesiyle doldurup gereken sıkıştırmayı (kompaksiyonu) uygulayın.
- Boru çapının %60 seviyesinden borunun 300 mm üzerine dek olan kısmı, en az 1.4 Mpa zemin modülü elde edecek şekilde sıkıştırarak doldurun.

Not : Tip 2 döşeme usulü küçük çaplı borular için pratik değildir.

Not : Tip 2 döşeme usulü ağır trafik yükü olan durumlarda pratik değildir.

## **Tablo 4.7 A**

**Standart hendek boru döşeme tipi 1 trafik yüksüz  
Maksimum gömme derinlikleri (metre)**

### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

E'b Mpa	Tabii zemin grubu					
	1	2	3	4	5	6
<b>2500 STIS</b>						
20,7	23,0	18,0	11,0	7,0	2,8	NA
13,8	18,0	15,0	10,0	6,0	2,6	NA
10,3	15,0	13,0	9,0	5,5	2,6	NA
6,9	11,0	10,0	7,5	5,0	2,4	NA
4,8	8,5	7,5	6,0	4,0	2,0	NA
3,4	6,0	5,5	5,0	3,8	1,8	NA
2,1	4,0	3,5	3,5	2,8	1,6	NA
1,4	2,6	2,6	2,6	2,2	1,4	NA
<b>5000 STIS</b>						
20,7	23,0	18,0	12,0	7,0	3,0	1,2
13,8	18,0	15,0	10,0	6,5	3,0	1,2
10,3	15,0	13,0	9,0	6,0	2,8	1,2
6,9	11,0	10,0	8,0	5,0	2,6	1,2
4,8	9,0	7,5	6,5	4,5	2,2	NA
3,4	6,0	6,0	5,0	4,0	2,0	NA
2,1	4,0	4,0	3,5	3,0	1,8	NA
1,4	3,0	3,0	3,0	2,6	1,6	NA
<b>10000 STIS</b>						
20,7	24,0	19,0	12,0	8,0	3,6	1,8
13,8	19,0	16,0	11,0	7,0	3,6	1,8
10,3	15,0	13,0	10,0	6,5	3,4	1,6
6,9	12,0	10,0	8,5	5,5	3,2	1,6
4,8	9,0	8,5	7,0	5,0	2,8	1,6
3,4	7,0	6,5	5,5	4,5	2,6	1,6
2,1	4,5	4,5	4,0	3,5	2,4	1,6
1,4	3,5	3,5	3,4	3,0	2,2	1,6

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

---

**Tablo 4.7 B**

**Standart hendek boru döşeme tipi 1 trafik yüküyle (AASHTO H20)  
Maksimum gömme derinlikleri (metre)**

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

E'b Mpa	Tabii zemin grubu					
	1	2	3	4	5	6
<b>2500 STIS</b>						
20,7	23,0	18,0	11,0	7,0	NA	NA
13,8	18,0	15,0	10,0	6,0	NA	NA
10,3	15,0	13,0	9,0	5,5	NA	NA
6,9	11,0	10,0	7,5	5,0	NA	NA
4,8	8,5	7,5	6,0	4,0	NA	NA
3,4	6,0	5,5	5,0	3,5	NA	NA
2,1	3,5	3,5	3,0	NA	NA	NA
1,4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>5000 STIS</b>						
20,7	23,0	18,0	12,0	7,0	3,0	NA
13,8	18,0	15,0	10,0	6,5	2,4	NA
10,3	15,0	13,0	9,0	6,0	2,4	NA
6,9	11,0	10,0	8,0	5,0	NA	NA
4,8	8,5	7,5	6,5	4,5	NA	NA
3,4	6,0	6,0	5,0	4,0	NA	NA
2,1	4,0	4,0	3,5	3,5	NA	NA
1,4	2,4	2,4	2,2	NA	NA	NA
<b>10000 STIS</b>						
20,7	24,0	19,0	12,0	8,0	3,5	NA
13,8	19,0	16,0	11,0	7,0	3,5	NA
10,3	15,0	13,0	10,0	6,5	3,0	NA
6,9	12,0	10,0	8,5	5,5	3,0	NA
4,8	9,5	8,5	7,0	5,0	2,5	NA
3,4	7,0	6,5	5,5	4,5	NA	NA
2,1	4,5	4,5	4,0	3,5	NA	NA
1,4	3,0	3,0	3,0	2,8	NA	NA

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47





AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

---

**Tablo 4.7 C**

**Standart hendek boru döşeme tipi 2 trafik yüksüz  
Maksimum gömme derinlikleri (metre)**

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

E'b Mpa	Tabii zemin grubu					
	1	2	3	4	5	6
<b>2500 STIS</b>						
20,7	16,0	13,0	9,0	5,5	2,6	NA
13,8	12,0	10,0	8,0	5,0	2,4	NA
10,3	10,0	8,5	7,0	4,5	2,2	NA
6,9	7,5	6,5	5,5	4,0	2,0	NA
4,8	5,5	5,5	4,5	3,5	1,8	NA
3,4	4,5	4,5	3,5	3,0	1,6	NA
2,1	3,0	3,0	2,8	2,6	1,4	NA
1,4	2,6	2,6	2,6	2,2	1,4	NA
<b>5000 STIS</b>						
20,7	16,0	13,0	9,5	6,0	3,0	1,2
13,8	12,0	11,0	8,5	5,5	2,6	1,2
10,3	10,0	9,0	7,5	5,0	2,4	1,2
6,9	7,5	7,0	6,0	4,0	2,2	NA
4,8	6,0	5,5	5,0	3,5	2,0	NA
3,4	4,5	4,5	4,0	3,0	1,8	NA
2,1	3,5	3,5	3,5	2,8	1,6	NA
1,4	3,0	3,0	3,0	2,6	1,4	NA
<b>10000 STIS</b>						
20,7	17,0	14,0	10,0	6,5	3,4	1,6
13,8	13,0	11,0	9,0	6,0	3,0	1,6
10,3	11,0	9,5	8,0	5,5	2,8	1,6
6,9	8,0	7,5	6,5	5,0	2,4	1,6
4,8	6,5	6,0	5,5	4,5	2,4	1,6
3,4	5,0	5,0	4,5	4,0	2,2	1,6
2,1	4,0	4,0	4,0	3,5	2,0	1,6
1,4	3,5	3,5	3,5	3,0	1,8	1,6

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

**Tablo 4.7 D****Küçük çaplı (DN ≤ 250) boru döşeme tipi 1**

E'b Mpa	Tabii zemin grubu					
	1	2	3	4	5	6
<b>10000 STIS Trafik yüksüz</b>						
20,7	18,0	14,0	9,5	6,0	2,8	1,2
13,8	14,0	12,0	8,0	5,0	2,6	1,2
10,3	12,0	10,0	7,5	5,0	2,6	1,2
6,9	9,0	8,0	6,5	4,5	2,4	1,2
4,8	7,0	6,0	5,5	4,0	2,2	1,2
3,4	5,0	5,0	4,5	3,5	2,0	1,2
2,1	3,5	3,5	3,5	2,8	1,8	1,2
1,4	2,6	2,6	2,6	2,4	1,8	1,2

<b>10000 STIS Trafik yüküyle (AASHTO H20)</b>						
20,7	18,0	14,0	9,5	6,0	2,6	NA
13,8	14,0	12,0	8,0	5,0	2,4	NA
10,3	12,0	10,0	7,5	4,5	2,2	NA
6,9	9,0	8,0	6,0	4,0	2,0	NA
4,8	7,0	6,0	5,0	3,5	1,2	NA
3,4	5,0	5,0	4,0	3,0	NA	NA
2,1	3,5	3,5	3,0	2,4	NA	NA
1,4	2,6	2,4	2,2	2,0	NA	NA

**4.7 Negatif basınç**

Negatif basınç (vakum) koşullarında, zeminin stabilize edici mesnedini sağlamak için boruyu minimum 1 metre derine gömmek önerilir.

**Döşeme Tipi 1**

Borudaki izin verilen maksimum negatif basınç (vakum), tabii zemin ve dolgu malzemesi rijitliklerine bağlıdır. 4.8A'dan 4.8D'ye kadar olan tablolar, 1.0, 0.75, 0.50 ve 0.25 bar olası negatif basınçlar için maksimum gömme derinliklerini vermektedir.

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

---

**Tablo 4.8A** – SN2500

**Tablo 4.8B** – SN5000

**Tablo 4.8C** – SN10000

**Tablo 4.8D** – Küçük çaplı boru

**Döşeme Tipi 2**

Tablo 4.9 Döşeme Tipi 2 için üç boru rijitlik sınıfına göre olası negatif basınçlardaki maksimum gömme derinliklerini vermektedir

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

---

**Tablo 4.8 A**

**Standart hendek boru döşeme tipi 1**  
**Maksimum gömme derinlikleri (metre)**

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

E'b Mpa	SN2500					
	Tabii zemin grubu					
	1	2	3	4	5	6
(-) 1.0 bar						
20,7	15,0	12,0	5,5	1,5	NA	NA
13,8	12,0	9,0	4,0	1,0	NA	NA
10,3	9,0	7,0	3,0	NA	NA	NA
6,9	5,0	4,0	1,8	NA	NA	NA
4,8	2,4	1,4	NA	NA	NA	NA
3,4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2,1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1,4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
(-) 0.75 bar						
20,7	17,0	13,0	8,0	3,5	NA	NA
13,8	14,0	11,0	6,5	2,6	NA	NA
10,3	11,0	9,0	5,5	2,4	NA	NA
6,9	7,5	6,5	4,0	1,6	NA	NA
4,8	4,5	4,0	2,4	1,0	NA	NA
3,4	2,4	2,4	1,4	NA	NA	NA
2,1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1,4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
(-) 0.50 bar						
20,7	18,0	15,0	10,0	5,5	1,0	NA
13,8	15,0	13,0	8,5	4,5	1,0	NA
10,3	13,0	11,0	7,5	4,0	1,0	NA
6,9	9,0	8,5	6,0	3,5	NA	NA
4,8	7,0	6,0	4,5	2,8	NA	NA
3,4	4,5	4,0	3,5	2,0	NA	NA
2,1	2,4	2,4	2,0	1,4	NA	NA
1,4	1,0	1,0	1,0	NA	NA	NA
(-) 0.25 bar						
20,7	19,0	16,0	11,0	7,0	2,8	NA
13,8	16,0	14,0	10,0	6,0	2,8	NA
10,3	14,0	13,0	9,0	5,5	2,6	NA
6,9	11,0	10,0	7,5	5,0	2,4	NA
4,8	8,0	7,5	6,0	4,0	2,0	NA
3,4	5,5	5,0	4,5	3,5	1,8	NA
2,1	4,0	3,5	3,0	2,5	1,6	NA
1,4	2,6	2,4	2,2	1,8	1,4	NA

**Merkez Ofis :** Mustafa Kemal Mah 2140 Sok. No: 18/8 Söğütözü Çankaya-ANKARA  
Tel: 0 312 472 0627  
Fax: 0 312 472 0628

**Fabrika :** Organize Sanayi Bölgesi Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11 AKSARAY  
Tel : 0 382 2662047  
Fax : 0 382 2662147



AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

**Tablo 4.8 B**

**Standart hendek boru döşeme tipi 1**  
**Maksimum gömme derinlikleri (metre)**  
**Olası negatif basınçlar için (bar)**

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

E'b Mpa	SN5000					
	Tabii zemin grubu					
	1	2	3	4	5	6
(-) 1.0 bar						
20,7	23,0	18,0	12,0	7,0	NA	NA
13,8	18,0	15,0	10,0	6,5	NA	NA
10,3	15,0	13,0	9,0	5,5	NA	NA
6,9	11,0	10,0	8,0	3,5	NA	NA
4,8	9,0	7,5	6,0	2,4	NA	NA
3,4	6,0	4,5	3,0	1,4	NA	NA
2,1	1,4	1,4	NA	NA	NA	NA
1,4	NA	NA	NA	NA	NA	NA

(-) 0.75 bar						
20,7	23,0	18,0	12,0	7,0	2,0	NA
13,8	18,0	15,0	10,0	6,5	1,6	NA
10,3	15,0	13,0	9,0	6,0	1,4	NA
6,9	11,0	10,0	8,0	5,0	1,2	NA
4,8	9,0	7,5	6,5	4,5	NA	NA
3,4	6,0	6,0	5,0	3,5	NA	NA
2,1	4,0	3,5	3,0	2,0	NA	NA
1,4	1,6	1,4	1,4	NA	NA	NA

(-) 0.50 bar						
20,7	23,0	18,0	12,0	7,0	3,2	NA
13,8	18,0	15,0	10,0	6,5	3,0	NA
10,3	15,0	13,0	9,0	6,0	3,0	NA
6,9	11,0	10,0	8,0	5,0	2,6	NA
4,8	9,0	7,5	6,5	4,5	2,4	NA
3,4	6,0	6,0	5,0	4,0	2,0	NA
2,1	4,0	4,0	3,5	3,0	1,4	NA
1,4	3,0	3,0	3,0	2,4	NA	NA

(-) 0.25 bar						
20,7	23,0	18,0	12,0	7,0	3,2	1,8
13,8	18,0	15,0	10,0	6,5	3,0	1,4
10,3	15,0	13,0	9,0	6,0	3,0	1,4
6,9	11,0	10,0	8,0	5,0	2,6	1,4
4,8	9,0	7,5	6,5	4,5	2,4	1,2
3,4	6,0	6,0	5,0	4,0	2,0	1,2
2,1	4,0	4,0	3,5	3,0	2,0	NA
1,4	3,0	3,0	3,0	2,6	NA	NA





AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

---

**Tablo 4.8 C**

Standart hendek boru döşeme tipi 1  
Maksimum gömme derinlikleri (metre)  
Olası negatif basınçlar için (bar)

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

E'b Mpa	SN10000					
	Tabii zemin grubu					
	1	2	3	4	5	6
(-) 1.0 bar						
20,7	24,0	19,0	12,0	8,0	3,5	NA
13,8	19,0	16,0	11,0	7,0	3,5	NA
10,3	15,0	13,0	10,0	6,5	3,0	NA
6,9	12,0	10,0	8,5	5,5	2,8	NA
4,8	9,0	8,5	7,0	5,0	1,6	NA
3,4	7,0	6,5	5,5	4,5	NA	NA
2,1	4,5	4,5	4,0	3,5	NA	NA
1,4	3,5	3,5	3,5	2,5	NA	NA

E'b Mpa	SN10000					
	Tabii zemin grubu					
	1	2	3	4	5	6
(-) 0.75 bar						
20,7	24,0	19,0	12,0	8,0	3,5	NA
13,8	19,0	16,0	11,0	7,0	3,5	NA
10,3	15,0	13,0	10,0	6,5	3,0	NA
6,9	12,0	10,0	8,5	5,5	3,0	NA
4,8	9,0	8,5	7,0	5,0	2,8	NA
3,4	7,0	6,5	5,5	4,5	2,6	NA
2,1	4,5	4,5	4,0	3,5	2,4	NA
1,4	3,5	3,5	3,5	3,0	1,4	NA

E'b Mpa	SN10000					
	Tabii zemin grubu					
	1	2	3	4	5	6
(-) 0.50 bar						
20,7	24,0	19,0	12,0	8,0	3,5	1,4
13,8	19,0	16,0	11,0	7,0	3,5	1,4
10,3	15,0	13,0	10,0	6,5	3,0	1,4
6,9	12,0	10,0	8,5	5,5	3,0	1,2
4,8	9,0	8,5	7,0	5,0	2,8	1,2
3,4	7,0	6,5	5,5	4,5	2,6	1,2
2,1	4,5	4,5	4,0	3,5	2,4	NA
1,4	3,5	3,5	3,5	3,0	2,0	NA

E'b Mpa	SN10000					
	Tabii zemin grubu					
	1	2	3	4	5	6
(-) 0.25 bar						
20,7	24,0	19,0	12,0	8,0	3,5	1,6
13,8	19,0	16,0	11,0	7,0	3,5	1,6
10,3	15,0	13,0	10,0	6,5	3,0	1,6
6,9	12,0	10,0	8,5	5,5	3,0	1,6
4,8	9,0	8,5	7,0	5,0	2,8	1,6
3,4	7,0	6,5	5,5	4,5	2,6	1,6
2,1	4,5	4,5	4,0	3,5	2,4	1,6
1,4	3,5	3,5	3,5	3,0	2,0	1,6

**Merkez Ofis :**  
Mustafa Kemal Mah. 2140. Sok  
No:14/8 Söğütözü,5  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**  
Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

---

**Tablo 4.8 D**

Standart hendek boru döşeme tipi 1  
Maksimum gömme derinlikleri (metre)  
Olası negatif basınçlar için (bar)

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

**Küçük çaplı borular (SN10000)**

E'b Mpa	Tabii zemin grubu					
	1	2	3	4	5	6
(-) 1.0 bar						
20,7	18,0	14,0	9,5	6,0	2,8	NA
13,8	14,0	12,0	8,0	5,0	2,6	NA
10,3	12,0	10,0	7,5	5,0	2,6	NA
6,9	9,0	8,0	6,5	4,5	2,4	NA
4,8	7,0	6,0	5,5	4,0	2,0	NA
3,4	5,0	5,0	4,5	3,5	NA	NA
2,1	3,5	3,5	3,5	2,8	NA	NA
1,4	2,6	2,6	2,6	2,4	NA	NA

(-) 0.75 bar						
20,7	18,0	14,0	9,5	6,0	2,8	NA
13,8	14,0	12,0	8,0	5,0	2,6	NA
10,3	12,0	10,0	7,5	5,0	2,6	NA
6,9	9,0	8,0	6,5	4,5	2,4	NA
4,8	7,0	6,0	5,5	4,0	2,2	NA
3,4	5,0	5,0	4,5	3,5	2,0	NA
2,1	3,5	3,5	3,5	2,8	1,8	NA
1,4	2,6	2,6	2,6	2,4	1,4	NA

(-) 0.50 bar						
20,7	18,0	14,0	9,5	6,0	2,8	1,2
13,8	14,0	12,0	8,0	5,0	2,6	1,2
10,3	12,0	10,0	7,5	5,0	2,6	1,2
6,9	9,0	8,0	6,5	4,5	2,4	1,2
4,8	7,0	6,0	5,5	4,0	2,2	1,2
3,4	5,0	5,0	4,5	3,5	2,0	1,2
2,1	3,5	3,5	3,5	2,8	1,8	NA
1,4	2,6	2,6	2,6	2,4	1,8	NA

(-) 0.25 bar						
20,7	18,0	14,0	9,5	6,0	2,8	1,2
13,8	14,0	12,0	8,0	5,0	2,6	1,2
10,3	12,0	10,0	7,5	5,0	2,6	1,2
6,9	9,0	8,0	6,5	4,5	2,4	1,2
4,8	7,0	6,0	5,5	4,0	2,2	1,2
3,4	5,0	5,0	4,5	3,5	2,0	1,2
2,1	3,5	3,5	3,5	2,8	1,8	1,2
1,4	2,6	2,6	2,6	2,4	1,8	1,2

**Tablo 4.9****Standart hendek boru döşeme tipi 2**  
**Maksimum gömme derinlikleri (metre)**  
**Olası negatif basınçlar için (bar)**

Olası negatif basınç (bar)	Tabii zemin grubu					
	1	2	3	4	5	6
<b>SN2500</b>						
(-) 1,00	NA	NA	NA	NA	NA	NA
(-) 0,75	NA	NA	NA	NA	NA	NA
(-) 0,50	1,0	1,0	1,0	NA	NA	NA
(-) 0,25	2,6	2,6	2,4	2,2	1,2	NA
<b>SN5000</b>						
(-) 1,00	NA	NA	NA	NA	NA	NA
(-) 0,75	1,6	1,4	1,4	NA	NA	NA
(-) 0,50	3,0	3,0	3,0	2,4	NA	NA
(-) 0,25	3,0	3,0	3,0	2,6	1,6	NA
<b>SN10000</b>						
(-) 1,00	3,5	3,5	3,5	2,5	NA	NA
(-) 0,75	3,5	3,5	3,5	3,0	1,4	NA
(-) 0,50	3,5	3,5	3,5	3,0	2,0	NA
(-) 0,25	3,5	3,5	3,5	3,0	2,0	1,6

**Gömülü olmayan boru kısımları**

Boru hattının vana odaları gibi toprak altına gömülü olmayan kısımlarında boruyu çevreleyen zemin desteğinin olmaması nedeniyle borunun negatif basınca karşı dayanımı da kısıtlanır. Tablo 4.10 'da 3, 6 ve 12 m 'lik uzunluktaki parçaların maksimum izin verilebilir negatif basınç değerleri bulunmaktadır.

**Tablo 4.10****Maksimum izin verilebilir negatif basınç (bar)**  
**Gömülü olmayan kısımlar için**  
**Boru uzunlukları 3 m / 6 m / 12 m****Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

PN	SN 2500			SN 5000			SN 10000		
	3m	6m	12m	3m	6m	12m	3m	6m	12m
6	.50	.25	.25	.75	.50	.50	1.0	1.0	1.0
10	.50	.25	.25	.75	.50	.50	1.0	1.0	1.0
16	.50	.25	.25	1.0	.50	.50	1.0	1.0	1.0
20	.50	.25	.25	1.0	.50	.50	1.0	1.0	1.0
25	NA	NA	NA	1.0	.50	.50	1.0	1.0	1.0
32	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.0	1.0	1.0

NA = mevcut değil

#### 4.8 Gömme sınırlamaları – Minimum

##### Trafik yükü

Borunun yol altına gömüldüğü veya sürekli trafik yükü öngörülen durumlarda, dolgu zemin yüzeyine kadar sıkıştırılmalıdır. Bu konuda yerel yönetmeliklere baş vurulmalıdır. Minimum gömme sınırlamaları, borunun üzerinin beton plaklarla kapatılması, borunun beton kanal veya kılıf içerisinde geçirilmesi gibi özel uygulamalar yapılması halinde azaltılabilir.

Gömme derinliği tablolarının hazırlanmasında, varsayılan AASHTO H20 yükü esas alınmıştır. Genelde trafik yükü için, boru bölgesi dolgu modülü (E'b) 6,9 Mpa veya daha yüksek kabul edilerek minimum 1 metre gömme derinliği tavsiye edilir. Tablo 4.11 diğer trafik yüklerine göre minimum gömme derinliklerini vermektedir.

Düşük dolgu modülü (E'b) için, trafik yükü altında düşük toprak rijitliğini telafi edebilmek amacıyla Tablo 4.12'de verildiği gibi boru üzeri toprak örtü kalınlığının artırılması tavsiye edilir.

**Tablo 4.11 Trafik yükleri**

Yük tipi	Trafik (tekerlek) yükü		Minimum gömme derinliği metre
	kiloNewton	kgf	
AASHTO H20 (C)	72	7200	1,0
BS 153 HA (C)	90	9000	1,5
ATV LKW 12 (C)	40	4000	1,0
ATV SLW 30 (C)	50	5000	1,0
ATV SLW 60 (C)	100	10000	1,5
Cooper E 80	Tren yolu		3,0

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

**Tablo 4.12 Düşük zemin modülü (E'b) durumunda trafik yükleri altında minimum gömme derinlikleri**

E'b (Mpa)	AASHTO H20	SLW 60
6,9	1,0	1,5
4,8	1,2	1,8
3,4	1,6	2,4
2,1	1,8	2,7
1,4	2,0	3,0

### İnşaat trafik yükü

Bazı durumlarda boru montajının yapıldığı yerlerde veya yakınında inşaat vinçleri veya zemin sarsıcı makineler bulunabilir. Bunlar boru yüzeyinde yüksek lokal yük oluşturur. Bu yüklerin etkileri gözden geçirilerek gerekli önlemler alınmalıdır.

### Yüksek basınç

Yüksek basınçlar ek yerlerinde yukarı yöndeki muhtemel kuvvetlerin işletme ve saha basınç testi sırasında göz önüne alınmasını gerektirir.

- 16 bar ve daha yüksek basınçlar söz konusuysa, DN300 ve daha büyük çaplı borular için minimum gömme derinliği 1,2 metre, DN300'den küçük çaplar içinse minimum gömme derinliği 0,8 metre olmalıdır.
- Saha basınç testi sırasında 16 bardan düşük basınçlarda manşonlar tepelerine kadar, borular ise gereken minimum toprak örtü kalınlığına göre doldurulmalıdır.
- Saha basınç testi sırasında 16 bardan yüksek basınçlarda:
  - Doğrusal hatta döşenen borularda basınç testine başlamadan önce manşonlar tepelerine kadar, borular ise gereken minimum toprak örtü kalınlığına göre doldurulmalıdır.
  - Açısal döndürme ile döşenen borularda basınç testine başlamadan önce hem manşonlar hem de borular gereken minimum toprak örtü kalınlığına göre doldurulmalıdır.

### Yüksek yeraltı su seviyesi

Boş bir borunun yüzmesini engellemek için, üzerinde minimum 0,75 boru çapı derinliğinde toprak örtüsü (minimum 1900 kg/m<sup>3</sup> kuru toprak yığın yoğunluğu) bulunmalıdır.

Alternatif olarak, döşeme boruları ankrajlamak suretiyle gerçekleştirilebilir. Bu öngörülüyorsa, bağlama kayışları en az 25 mm genişliğinde düz bir malzemedен olmalı ve

#### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

maksimum 4 metre aralıklarla yerleştirilmelidirler. Ankrajlama detayları ve ankrajlı durumda minimum toprak örtüsü derinliği için imalatçınıza danışınız.

#### **Don seviyesi**

Boru için minimum toprak örtüsü derinliği öngörülen don seviyesinin altında olmalıdır. Don etki seviyeleri için yerel inşaat yönetmeliklerine baş vurulmalıdır.

#### **4.9 Boru yataklaması**

Yatak, hendek tabanı uygun mesnedi sağlayacak şekilde sıkıştırıldıktan sonra yerleştirilmelidir. Yatağın minimum sıkıştırma derecesi %90 bağıl sıkıştırma olmalıdır. Bitmiş yatak düz olmalı, minimum DN/4 derinliğinde (maksimum 150 mm yeterlidir) olmalı ve boruya düzenli ve devamlı mesnet sağlamalıdır. Yatak her ek yerinde manşonun yuvalanacağı ve bu sayede borunun manşonların üzerinde oturmayacağı biçimde biraz daha derin olmalıdır. Bununla beraber, bu kısımlar iyice yataklanmalı ve ek işlemi tamamlandıktan sonra uygun şekilde doldurulmalıdır. Doğru ve yanlış yatak mesnetlemeleri için Şekil 4.5 ve 4.6'ya bakınız.

Yatak hazırlandıktan ve düzlendikten sonra, yatağın ortasındaki 150 mm'lik kısım, boru alt kısmını sararak yumuşak bir temas alanı temin edecek şekilde 50 mm derinliği aşmamak kaydıyla hafifçe oyularak gevşetilebilir.

#### **4.10 Borunun (hendeğin) doldurulması**

Ekleme işlemi akabinde hendeğin zaman kaybetmeden doldurulması, borunun yüzmesi tehlikesini ve ısısal genleşmeleri önleyeceği için tavsiye edilir. Borunun yüzmesi boruya zarar verebilir ve gereksiz yeniden döşeme maliyeti doğurur. Isısal genleşmeler ise birçok borunun toplam hareketlerinin bir ek yerine yansımaları neticesi bu ek yerindeki sızdırmazlığın kaybıyla sonuçlanabilir.

Eğer birçok boru hendeğe yerleştirilmişse ve dolgu gecikecekse, her borunun orta kısmı hareketi ve hizadan kaçmayı en aza indirebilmek amacıyla tepesine kadar doldurulmalıdır.

Boru bölgesi dolgusunun doğru seçimi, doğru yerleştirilerek sıkıştırılması düşey deformasyonun (sehimin) kontrol edilebilmesi için önemli ve boru performansı için kritiktir. dolgu malzemesinin, boruya zarar verebilecek ve yanal mesnedin azalmasına sebep olabilecek çöp ve yabancı maddeler ihtiva etmemesine dikkat edilmelidir. Borunun alt kısmının dolgusunun yerleştirilmesi ve sıkıştırılması, yanal dolgu için olduğu gibi gereken bağıl sıkıştırma derecesini sağlamalıdır.

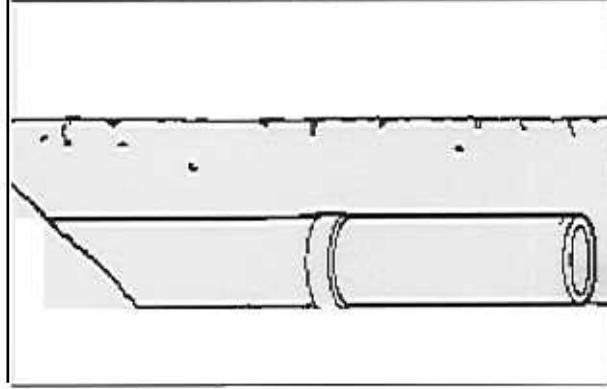
#### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47





Şekil 4.5  
Doğru yatak mesnetlemesi

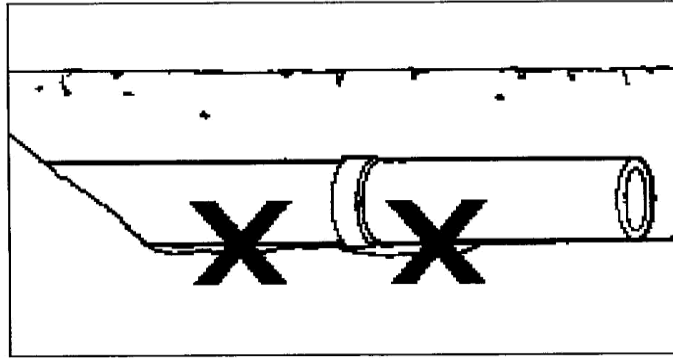
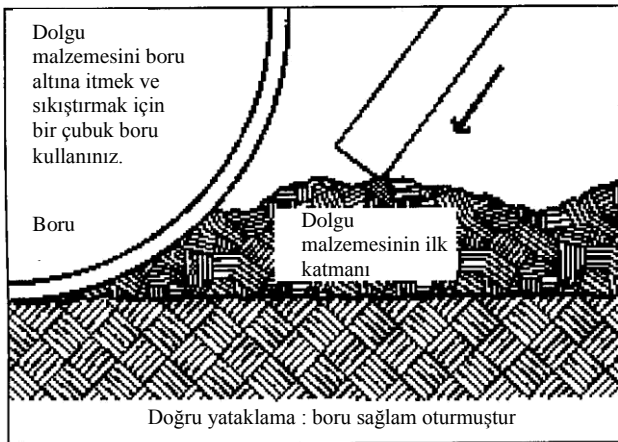


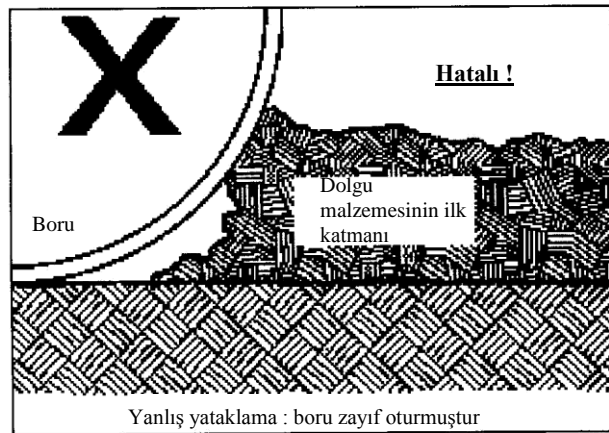
Figure 4.6  
Improper bedding support

Şekil 4.6 Uygunsuz yatak beslemesi



Şekil 4.7  
Sağlam boru yatak mesnedinin sağlanması

Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28



Şekil 4.8  
Uygunsuz boru alt kısmı yatak mesnetlemesi

AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

Sıkıştırma metodunda harcanan enerji miktarıyla beraber sıkıştırılan dolgu katmanının kalınlığı da kontrol edilmelidir. Ucu keskin olmayan bir çubuk boruyu kaldırmadan dolgu malzemesini boru altına iterek sıkıştırmakta verimli bir şekilde kullanılabilir. (Şekil 4.7 ve 4.8'e bakınız.)

Doğru dolgu işlemi, dolgu malzemesi ve sıkıştırma metoduna bağlı olarak 75 mm ile 300 mm arası kalınlıkta katmanlarla yapılmalıdır. Dolgu malzemesi olarak çakıl veya kırmataş kullanıldığı zaman, bu malzemelerin sıkıştırılması nispeten kolay olduğu için dolgu tabakası kalınlığı 300 mm olabilir. Daha ince daneli malzemeler daha fazla sıkıştırma enerjisi gerektirirler ve dolgu tabakası kalınlığı sınırlanmalıdır. Borunun iyi mesnetlenmesi için her dolgu katmanının iyice sıkıştırılmasına dikkat edilmelidir.

A ve B tipi malzemeler kolayca yerleştirilebilir ve boru için oldukça güvenilir dolgu malzemeleridirler. Bu malzemeler neme karşı az duyarlıdır. Dolgu, vibrasyonlu bir plaka kompaktör kullanılarak 200 300 mm kalınlığındaki katmanlar halinde kolayca sıkıştırılabilir. Gereğinde, boru mesnedinin kaybına neden olan nüfuz olayını önlemek için çakıl ve kırmataşla jeotekstil kullanılmalıdır.

C tipi malzemeler kolayca bulunabilen ve dolgu malzemesi olarak kabul gören malzemelerdir. Borunun içerisine döşendiği birçok yerel topraklar C tipi olup hendekten kazısından çıkan malzeme boru bölgesi dolgusu olarak kullanılabilir. Bu topraklar neme karşı duyarlı olabileceğinden ihtiyatla kullanılmalıdırlar. C tipi malzemelerin özellikleri sıklıkla içlerinde bulunan ince daneli kısmın özellikleri tarafından belirlenir. Makul bir sıkıştırma enerjisi kullanılarak kolayca istenilen yoğunluğa ulaşılabilmesi için, nem oranının kontrolü gerekebilir. Sıkıştırma, vibrasyonlu bir plaka kompaktör veya darbeli bir kompaktör kullanılarak 150 - 200 mm kalınlığındaki katmanlar halinde gerçekleştirilebilir.

D ve E tipi malzemeler birçok durumda kabul edilebilir dolgu malzemeleridir; bununla beraber göreceli olarak düşük rijitliklerinden dolayı bu malzemelerin derin döşeme işlerinde kullanılması doğru olmaz ve nem duyarlılıkları su bulunan hendeklerde kullanımlarını sınırlar. İstenilen bağıl sıkıştırma derecesine ulaşılabilmesi için, sıkıştırma sırasında nem oranı kontrolü gerekir. Sıkıştırma için 75 – 150 mm katman kalınlığı uygulanarak darbeli veya havalı bir kompaktör kullanılmalıdır. Periodik olarak, istenilen bağıl sıkıştırma derecesine ulaşılabilirdiğinden emin olmak için sıkıştırma testleri yapılmalıdır.

F tipi malzeme ancak aşağıdaki koşullarla boru bölgesi dolgu malzemesi olarak kullanılabilir:

- Yerleştirme ve sıkıştırma sırasında nem miktarı kontrol edilmelidir.
- Gevşek hendek tabanlarında veya hendekte su olduğu zaman kullanılmamalıdırlar.
- Sıkıştırma tekniği önemli miktarda enerji gerektirebileceğinden, bağıl sıkıştırma oranı ve bunun sonucu elde edilen toprak rijitliğinin sınırları göz önüne alınmalıdır.

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

- İstenilen bağıl sıkıştırma derecesine ulaşılabilmesi için nem oranı kontrol altında tutulmalıdır.
- Sıkıştırma için 75 – 150 mm katman kalınlığı uygulanarak darbeli veya havalı bir kompaktör kullanılmalıdır.
- Periyodik olarak, istenilen bağıl sıkıştırma derecesine ulaşılabilirdiğinden emin olmak için sıkıştırma testleri yapılmalıdır.

Daha detaylı bilgi için Ek Bölüm F'e bakınız.

İnce daneli malzemelerin sıkıştırılması en kolay bir şekilde malzeme en uygun nem oranında bulunduğu zaman gerçekleşir. Dolgu borunun orta kısmına ulaştığı zaman, sıkıştırma işlemine önce hendek kenarlarından başlayarak boruya doğru gitmek suretiyle devam edilmelidir.

Boru bölgesi dolgusu yapılırken, sıkıştırma işleminin boruyu hafifçe sıkıştırarak borunun düşey yönde biraz ovalleşmesine neden olacak şekilde yapılması salık verilir. Bununla beraber düşey ovalleşme dolgu borunun tepesine ulaştığında boru çapının %1.5'ünü geçmemelidir. Bu ovalleşme miktarı, istenilen bağıl sıkıştırma derecesine ulaşılabilmek için gereken enerji miktarına bağlı olacaktır. D, E ve F tipi dolgu malzemeleri için gereken yüksek enerji miktarları bu ovalleşme sınırının aşılmasına neden olabilir. Bu durumda daha yüksek rijitliğe sahip boru ve/veya başka dolgu malzemeleri kullanmak düşünülmelidir.

Tablo 4.13, çeşitli sıkıştırma ekipmanlarının boru üzerinde çalışabilmesi için gereken boru üzeri toprak örtüsü kalınlıklarını vermektedir. Boru tepe kısmında tümsek veya düz kısımlara sebep olabilecek derecede yüksek sıkıştırma enerjisi uygulamamaya dikkat edilmelidir. Bununla beraber bu kısımdaki malzeme de gevşek bırakılmamalı ve istenilen yoğunluğa ulaştırılmalıdır. Tablo 4.13 Boru üzerinde sıkıştırma yapılabilmesi için gereken minimum zemin örtüsü kalınlıkları

Ekipman ağırlığı (kg)	Boru üzeri minimum toprak örtüsü* (mm)	
	Tokmaktama	Vibrasyonlu
100 kg'dan az	250	150
100 - 200	350	200
200 - 500	450	300
500 - 1000	700	450
1000 - 2000	900	600
2000 - 4000	1200	800
4000 - 8000	1500	1000
8000 - 12000	1800	1200
12000 - 18000	2200	1500

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

\*Sıkıştırma daha kalın bir katmanla başlayarak sıkıştırma sonucunda katman kalınlığının minimumdan az olmamasını sağlamak gerekebilir.

## 5.2 Kalıcı iksa

Borunun yanal yüklerini dağıtmak için yeterli boyda (borunun üstünden en az 300 mm yukarıya kadar) ve borunun dizayn ömrü boyunca dayanacak evsafa kalıcı iksa kullanılmalıdır (Şekil 5.1'e bakınız).

Dolgu prosedürü ve maksimum toprak örtü kalınlıklarının standart döşeme usulleriyle aynı olduğu unutulmamalıdır. Kalıcı iksa Grup 1 tabii zemin olarak kabul edilebilir.

## 5.3 Stabilize edilmiş dolgu (çimento)

Genel olarak kumun bir tonu için 40 – 50 kg çimento kullanmak (%4 – 5 çimento) yeterli olacaktır. Kumun 200 numaralı elekten geçen maksimum kısmı %15 olmalıdır. Stabilize edilmiş malzemenin 7 günlük mukavemeti 690 – 1380 kPa olmalıdır.

Stabilize edilmiş malzeme 150 – 200 mm'lik katmanlarla %90 Standart Proctor değerine sıkıştırılmalıdır. Stabilize edilmiş malzeme, gereken ilk dolgu seviyesine ulaşıldıktan sonra 24 saat geçmeden arazi seviyesine kadar toprakla doldurulmamalıdır. Maksimum ilk dolgu yüksekliği:

SN 2500 için 1,0 metre

SN 5000 ve SN 10000 için 1,5 metredir.

Boru Şekil 5.2'de görüldüğü gibi stabilize edilmiş dolgu ile sarılmalıdır. Kullanılacak maksimum boru boyu 6 metredir.

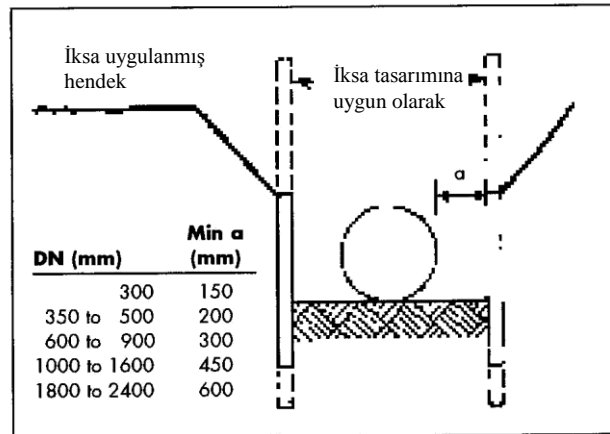
Fazla kazılmış kısımlar sıkıştırılmış stabilize edilmiş dolgu ile doldurulmalı ve geçici iksa çıkarılırken stabilize edilmiş dolgu boşluk kalmayacak şekilde hendek duvarına doğru sıkıştırılmalıdır. Maksimum toplam toprak örtüsü derinliği 5 metredir.

### Şekil 5.1

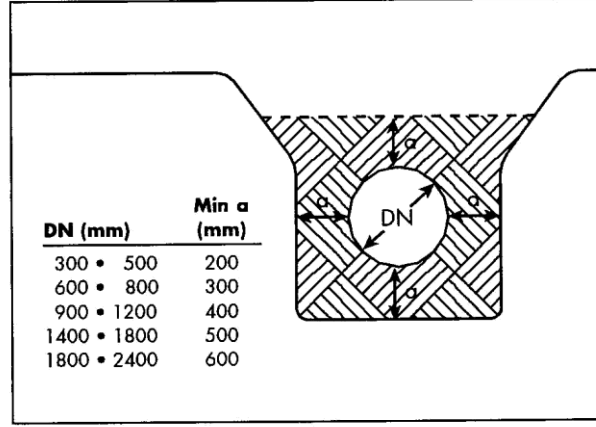
Kalıcı iksa uygulanmış hendek

#### Merkez Ofis :

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28



**Şekil 5.2**  
Stabilize edilmiş dolgu

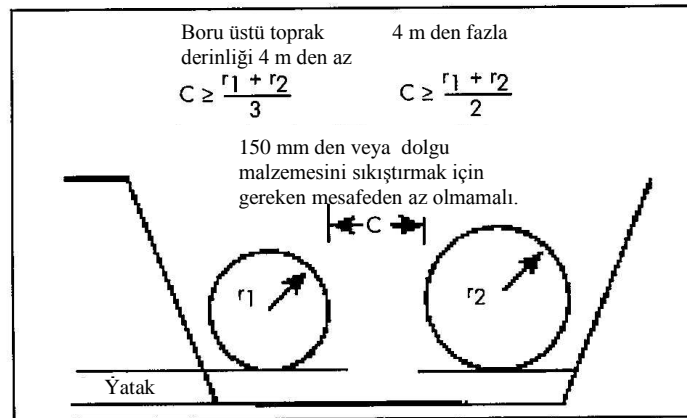


## Diğer Boru Döşeme Pros

### 6.1 Aynı hendekte birden çok boru döşenmesi

İki veya daha fazla boru aynı hendek içerisine paralel olarak döşendiği zaman, borular arası net açıklık Şekil 6.1'deki gibi olmalıdır. Boru ile hendek arasındaki açıklık ise Şekil 4.2'deki gibi olacaktır.

Farklı çaptaki boruları aynı hendek içerisine aynı taban kotunda döşemek tavsiye edilir. Bu mümkün değilse yüksekte kalan borunun taban seviyesine kadar seçilmiş dolgu malzemesi ile doldurmak gereklidir. Uygun sıkıştırma derecesine de ulaşılmalıdır.



### **Merkez Ofis**

Mustafa Kerem  
No: 18/8 Söğüt  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### **Şekil 6.1**

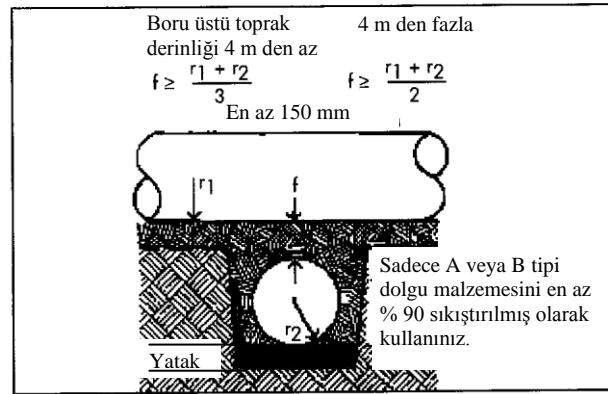
Aynı hendekteki borular arasındaki mesafe

ayrı Bölgesi  
...soy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

## 6.2 Kesişen hatlar

İki boru biri diğerinin üzerinden geçecek şekilde kesiştiği zaman, borular arasındaki dikey mesafe ve alttaki borunun yerleştirilmesi Şekil 6.2'deki gibi olmalıdır.

Bazı hallerde, mevcut bir boru hattının altından boru geçirmek gerekebilir. Mevcut boruya zarar vermemek için çok dikkat sarf edilmelidir. Bu boru hendeği geçen çelik bir putrele bağlanarak korunmalıdır. Ayrıca borunun darbelere karşı sarılarak korunması önerilir. Yeni boru yerleştirildiğinde seçilmiş dolgu malzemesi hendeğe konup el ile her iki boruyu da iyice saracak ve istenen yoğunluğa ulaşacak şekilde sıkıştırılmalıdır.



Şekil 6.2 Çapraz geçiş

## 6.3 Stabil olmayan hendek tabanı

Hendek tabanında yumuşak, gevşek veya genişleyen topraklar varsa hendek tabanı stabil değildir. Böyle bir hendek tabanı boru döşenmeden stabilize edilmeli veya hendek tabanında farklı oturumların önüne geçmek için bir temel inşa edilmelidir. Temel tabakası olarak çakıl veya kırmataş kullanılması tavsiye edilir.

Temel tabakası için kullanılan çakıl veya kırmataş malzemenin kalınlığı hendek tabanının durumuna göre değişmekle beraber 150 mm'den az olmamalıdır. Normal yatak bu temel tabakasının üzerine yerleştirilmelidir. Temel tabakasını tamamen saracak biçimde jeotekstil kullanılması, yatak ve temel tabakalarının birbiri içerisine nüfuz etmesinin önüne geçerek boru altında mesnedin zayıflamasını engeller. Ayrıca ek yerleri arasında maksimum boru boyu 6 metre olmalıdır.

### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

#### 6.4 Su altında kalan hendek

Yer altı su seviyesi hendek tabanının üzerindeyse yatak hazırlanmadan önce su seviyesi en azından hendek tabanına kadar (tercihen 200 mm daha aşağıya) düşürülmelidir. Tabii zeminin özelliğine göre değişik teknikler kullanılabilir.

Kumlu ve siltli zeminler için, ‘well-point’ sistemi ve pompa tavsiye edilir. Kuyu noktaları arasındaki mesafe ve bunların derinlikleri yer altı su tabakasına bağlıdır. Pompaj noktası etrafında sistem borularının ince malzeme ile tıkanmasına engel olmak için filtre (kaba kum veya çakıl) kullanılması önemlidir.

Tabii zemin kil veya kaya ise ‘well-point’ sistemi iş görmez. Yer altı su seviyesi yüksekse su çekme işi daha zordur. Bu durumda drenaj kuyuları ve pompalar kullanılması tavsiye edilir.

Eğer su seviyesi yatağın altına indirilemiyorsa, altkanallar sağlanmalıdır. Altkanallar tek ebatla (20 – 25 mm) bir agregayı jeotekstil içine sararak yapılmalıdır. Yatağın altındaki altkanalın derinliği hendekteki su miktarına bağlıdır. Eğer su seviyesi hala yatak altında tutulamıyorsa, yatak da (ve eğer gerekirse boru bölgesi de) tabii zeminin karışmasını engellemek için jeotekstil ile sarılmalıdır. Yatak ve dolgu için çakıl veya kırmataş kullanılmalıdır. Su çekerken aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir:

- Dolgu ve tabii zemin içerisinden uzun mesafe boyunca pompalama yapılmamasına dikkat edilmelidir. Bu, zemini yıkayarak daha evvel döşenmiş boruların mesnedinin zayıflamasına neden olabilir.
- Borunun yüzmemesi için boru üzerinde yeterli dolgu yüksekliği elde edilinceye kadar su çekme sistemi kapatılmamalıdır.

#### 6.5 Geçici hendek iksası

Eğer mümkünse boru seviyesinde geçici iksa veya palplanş kullanımından kaçınılmalıdır. Bunun sebebi, yatak ve boru bölgesi dolgusunun tabii hendek duvarına karşı iyice sıkıştırılması gereğidir. İksa veya palplanş dolgudan sonra çekilirse, boru bölgesi dolgu malzemesi geride kalan boşluğa akarak boru mesnedinin zayıflamasına ve sonuçta borunun aşırı sehim almasına sebep olabilir.

Geçici iksa ve palplanş kullanılması gereken durumlarda aşağıdaki şartlara riayet edilmelidir:

- İksa boru seviyesinden 300 mm yukarıya kadar yerleştirilmeli, boru bölgesinde hendek kenarları açıkta olmalıdır, veya
- Kademeler halinde geri çekilebilen veya alt panelinin üst panellerden bağımsız olarak geri çekilebildiği bir iksa sistemi kullanılmalıdır. İksa plaka veya panelleri, döşeme tipi 1 için borunun 300 mm yukarısına kadar, döşeme tipi 2 için de boru çapının %60 seviyesine

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

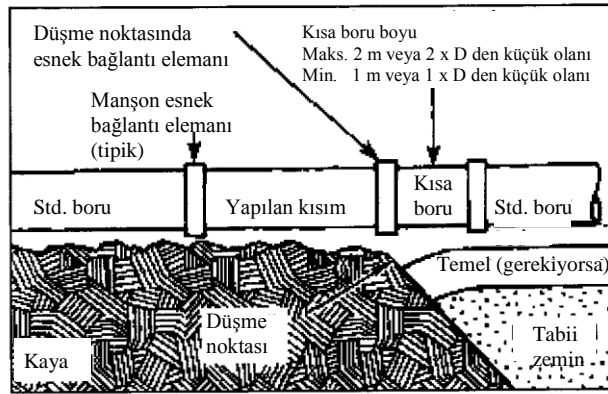
kadar yatak ve dolgusunun hendek duvarına karşı iyice sıkıştırılmasını mümkün kılacak şekilde aşamalı olarak çekilmelidir.

- Kutu şeklindeki hendek iksası - 'Trench boxes' - kullanılmalıdır. Bunları aşamalı olarak çekmek bir vinç veya ekskavatör yardımıyla oldukça kolaydır.

**Not : İksa plakalarının arasından su veya toprak sızıyorsa iksanın arkasında boşluklar oluşması ihtimali kuvvetlidir. Bu boşluklar sıkıştırılmış dolgu malzemesi ile doldurulmalıdır.**

## 6.6 Kayada hendek inşası

Kaya hendeklerinde boru döşeme için minimum ölçüler Şekil 4.2'deki gibidir. Kayanın sona erip borunun toprak hendekte devam ettiği yerlerde Şekil 6.3'de olduğu gibi esnek ekler oluşturulmalıdır. Hendek inşası tabii zemin koşullarına uygun bir metotla yapılacaktır.



Şekil 6.3 Kaya – toprak hendek geçişinde hendek inşası ve boru için özel uygulama

## 6.7 Gereğinden fazla hat

Boru yatağı veya boru bölgesi kısımlarında hendek duvarları veya tabanının gereğinden fazla kazılması halinde buralar dolgu malzemesi ile doldurulacak ve en az %90 bağıl sıkıştırma derecesine sıkıştırılacaktır.

## 6.8 Şevlerde boru döşenmesi

### Genel

- Şevlerin stabiliteelerini kaybedebilecekleri açı, toprağın niteliğine göre değişir. Açı ile birlikte risk de yükselir.

#### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



- Genelde, 15 dereceden dik veya stabilitesinden şüphe edilen şevlerde jeoteknik araştırma yapılıp durum değerlendirilmeden boru döşenmemelidir.

### **Toprak üstü boru döşenmesi**

- Dik şevlerde borunun toprak üstünde döşenmesi tercih edilen metottur. Bunun sebebi boru döşeme kalitesinin daha iyi kontrol edilebilir ve oturmaların daha kolay fark edilebilir olmasıdır.
- Toprak üstü boru döşenmesi için 5-PS22150 no'lu (Ekim 1997) yayına bakınız.

### **Toprak altına döşeme**

Aşağıdaki koşulların sağlanması halinde borular 15 dereceden daha dik şevler üzerinde döşenebilir:

- Doğru bir jeoteknik dizaynla hattın uzun dönem jeoteknik stabilitesi sağlanmalı,
- Borular Döşeme Tipi 1'e uygun olarak ve yüksek kesme mukavemetine sahip kaba daneli dolgu malzemesi kullanılarak (no 200 eleği geçen malzeme miktarı %12'den az olarak) döşenmeli veya dolgunun kesme mukavemeti başka yöntemle artırılmalı,
- Borular tam düz bir hat üzerinde (artı eksi 0,2 derece) ve uç noktaları arasında minimum aralıkla döşenmeli,
- Boru eksenini boyunca dolgunun hareketi uzun dönemde 20 mm'den az olmalı,
- Hendek malzemenin suyla akıp gitmesini ve kesme mukavemetini kaybetmesini önleyecek şekilde drene edilmeli,
- Boruların tek tek stabilitesi inşa ve işletmenin ilk safhasında kontrol edilmeli (bu boru uç noktaları arasındaki açıklığı kontrol ederek yapılabilir),
- Özel bir boru dizaynı gerekebilir; boru imalatçısına danışınız.

### **Deprem yükleri**

Deprem etkilerinin analizi karmaşık bir konudur ve anma basıncı (PN), anma çapı (DN), anma rijitliği (SN), boru boyu, gömme derinliği ile dolgu malzemesi özelliklerine bağlıdır. Analiz ayrıca toprak ivmesi dizayn değerine bağlıdır ve yerel dizayn yönetmelikleri değişebilir. Özel dizayn hususları ve analiz konusunda boru imalatçısına danışınız.

#### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

## Tespit Blokları, Betona Gömme, Rijit Bağlantılar

### 7.1 İtki kontrolleri

Boru hattı basınca maruz kaldığında, dirsekler, redüksiyonlar, T parçaları, çatallar ve hat istikametindeki diğer değişikliklerde dengelenmemiş itki kuvvetleri meydana gelir. Bu kuvvetler ek yerlerinin ayrılmasını engellemek için bir şekilde dizginlenmelidirler. Çevredeki toprak bunu sağlayamazsa tespit blokları kullanılmalıdır. Bu bloklara olan ihtiyacın tespiti ve bunların dizaynları İdare mühendisinin görevidir. Dizaynda aşağıdaki sınırlamalar geçerlidir:

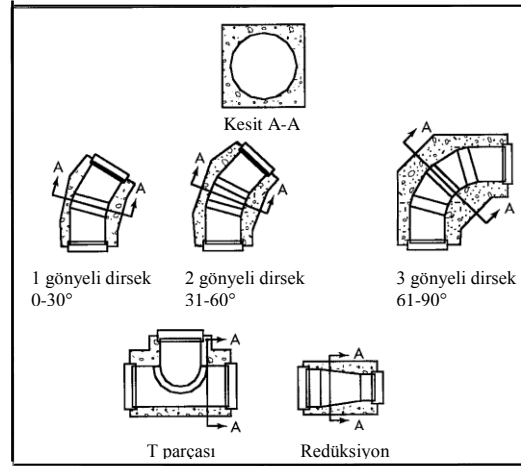
### Tespit blokları

Tespit blokları bağlantı parçasının hareketini, çapın %0,5'i veya 6 mm değerlerinden küçük olanına sınırlamalıdır. Blok bağlantı parçasının etrafını tüm boyu ve çevresince sarmalı (Şekil 7.1) ve örselenmemiş zemine dayanmalı veya tabii zemine uyumlu dolgu malzemesiyle doldurulmalıdır. Boru döşemesi ve sistem planı için *Rijit bağlantılar ve betona gömme* ile ilgili kısma bakınız.

Bu bloklar hat basıncı 1 barı (100 kPa) aştığında aşağıdaki bağlantı parçaları için gereklidir:

1. Tüm dönüşler, redüksiyonlar ve kör flanşlar.
2. T parçaları<sup>1</sup>, branşman ana boruyla eşmerkezli olduğu zaman.

<sup>1</sup> Eşmerkezli kör flanşlar için gerekmez.



Şekil 7.1 Tesbit blokları

#### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

Not : Görülen tespit bloğu şekilleri tipik olarak resmedilmiştir. Gerçek şekil dizayna ve proje gerekliliklerine bağlı olarak değişir.

### **Tespit / gerilme blokları**

Tespit / gerilme blokları bağlantı parçasının hareketini, çapın %0,5'i veya 6 mm değerlerinden küçük olanına sınırlamalıdır. Bunlar ayrıca bağlantı parçasının radyal deformasyonunu da boru yarıçapının %0,1'ine sınırlamalıdır. Blok bağlantı parçasının etrafını tüm boyu ve çevresince sarmalı (Şekil 7.1) ve örselenmemiş zemine dayanmalı veya tabii zemine uyumlu dolgu malzemesiyle doldurulmalıdır.

Bu bloklar hat basıncı 1 barı (100 kPa) aştığında aşağıdaki bağlantı parçaları için gereklidir:

1. T parçaları, bransman ana boruyla eşmerkezli olmadığı zaman.
2. Yanal W'lar.
3. Çatallar.
4. Özel talimatı bulunan isteğe göre yapılmış bağlantı parçaları.

### **Vanalar**

Vanalar basınç itki kuvvetini karşılayacak biçimde yeterince ankrajlanmalıdırlar.

### **Nozullar**

Nozullar aşağıdaki kriterlere uyan T parçalarıdır:

1. Nozul çapı  $\leq 300$  mm.
2. Ana boru çapı  $\geq 3$  nozul çapı.

Not : Nozul bağlantılarını betona gömmek gerekli değildir.

### **7.2 Betona gömme**

Boruların tespit bloğu, gerilme bloğu inşası veya alışılmadık yükler için betona gömülmesi gerektiği zaman, döşeme prosedürlerindeki özel eklemelere dikkat etmek gereklidir.

### **Boru ankrajlanması**

Beton dökülmesi esnasında boş boru yüksek kaldırma (yüzdürme) kuvvetlerine maruz kalır. Boru bu kuvvetlerin oluşturabileceği hareketlere karşı ankrajlanmalıdır. Bu normal olarak boruyu kayışlarla bir temel döşemesine veya başka ankrajlara bağlamak suretiyle

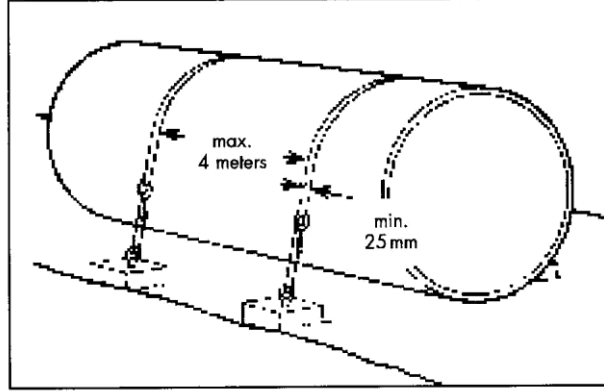
#### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

gerçekleştirilir. Kayışlar minimum 25 mm eninde düz bir malzemeden yapılmış, kaldırma kuvvetlerini karşılayabilecek kadar sağlam olmalı, 4 metre aralığı geçmeyecek ve kesit boyunca en az bir adet olacak şekilde yerleştirilmelidir. Kayışlar borunun yüzmesini önleyecek fakat boruyu deforme etmeyecek derecede gerilmelidirler (Şekil 7.2).



Şekil 7.2  
Boru ankrajlanması

## Boru destekleri

Boru, beton tamamen borunun altına girerek boruyu saracak şekilde yataklanmalıdır. Ayrıca mesnetler kabul edilebilir bir boru şekline izin vermelidir (%3'ten az düşey sehim, tümsek veya düz yerler yok). Destekler normal olarak kayış bağlantı noktalarında yer alır (4 metre aralığı geçmeyecek biçimde) (Şekil 7.3).

## Beton dökülmesi

Beton, tabakalar halinde dökülmeli, bir tabaka dökülmeden evvel alttakinin priz alması beklenmeli, böylelikle kaldırma kuvveti azaltılmalıdır. Maksimum tabaka kalınlığı boru anma rijitliğine bağlı olarak değişir:

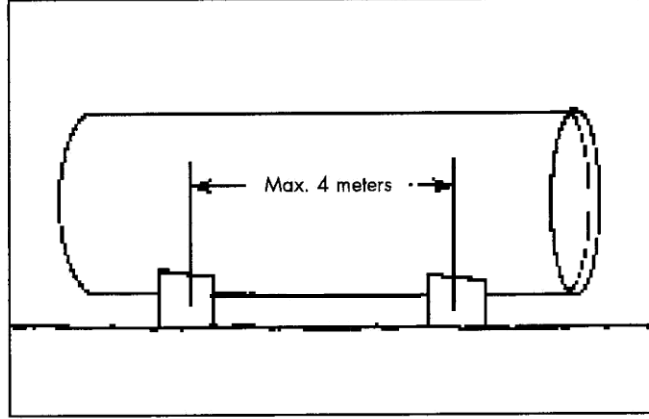
- SN2500 - 300 mm veya 1/4 çaptan daha büyük olanı
- SN5000 - 450 mm veya 1/3 çaptan daha büyük olanı
- SN10000 - 600 mm veya 1/2 çaptan daha büyük olanı

### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



Şekil 7.3  
Boru desteklenmesi

### 7.3 Rijit bağlantılar

Boru bir duvardan geçtiği, betona gömüldüğü, bir menhole bağlandığı veya bir pompaya, vanaya v.s. flanşla birleştiğinde, boru ile rijit bağlantı yapısı arasında farklı oturmalar meydana gelirse boruda aşırı eğme gerilmeleri oluşabilir.

Tüm rijit bağlantılarda kayma gerilmeleri oluşmasına mahal vermemek için tertip alınmalıdır.

Bunun için iki alternatif mevcuttur. Alternatif A'da (tercih edilen) bağlantı noktasında beton içine gömülü manşonlu bir ek yeri bulunur. Alternatif B'de boru geçişi kolaylaştırmak için lastik içine sarılır.

#### Standart

Mümkün olan yerlerde betonu manşon bağlantı yerinde beton içinde kalacak şekilde dökünüz (Şekil 7.4); böylece beton dışındaki ilk boru hareket serbestisine sahip olur (ek yeri sınırları içinde).

#### Dikkat:

- Beton içinde bir manşon dökerken, ekin kolayca yapılabilmesi için manşonun yuvarlaklığını muhafaza etmesine dikkat ediniz. Ya da, eki beton dökmeden önce yapınız.**
- Betonun içinde kalan manşon rijit olduğu için buna bağlanan borunun düşey sehimini ve deformasyonunu en aza indirmek çok önemlidir.**

#### **Merkez Ofis :**

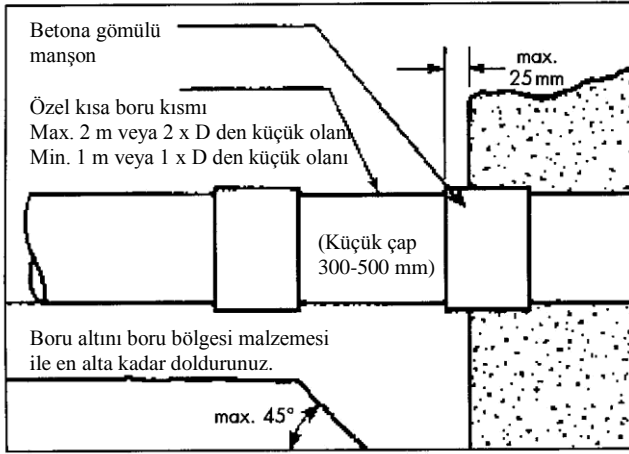
Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

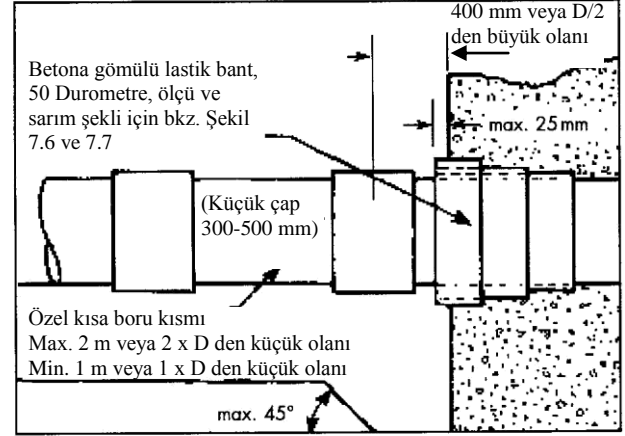
Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

## Alternatif A

Standart metodun mümkün olmadığı yerlerde, beton dökmeden önce boruyu lastik bir bantla (Tablo 7.1 ve Şekiller 7.6 & 7.7), bant betondan 25 mm kadar dışarıda kalacak şekilde sarımsız (Şekil 7.5). Hattı dışarıdaki ilk manşon Şekil 7.5'deki gibi olacak şekilde planlayınız.



Şekil 7.4  
Standart



Şekil 7.5  
Alternatif A

## Beton yapı inşaatının ana noktaları

1. Beton yapının dizaynında yapının boruya nazaran aşırı oturmasının boru hattı için büyük problem olacağı gözden kaçırılmamalıdır.
2. Boru hattı planı rijit yapıya bağlanan ilk borunun kısa boru olması şeklinde yapılmalıdır. Bu borunun boyu aşağıdaki gibi olmalıdır (Şekil 7.4 ve 7.5'e bakınız):

**Minimum** : 1 metre veya 1 çaptan daha küçük olanı  
**Maksimum** : 2 metre veya 2 çaptan daha küçük olanı

Küçük çaplı borular ( $DN \leq 250$  mm) için kısa borunun boyu 300 ile 500 mm'dir.

Bu kısa boru parçası meydana gelebilecek farklı oturmaları karşılamak amacıyla kullanılır. Kısa boru parçası, payı azaltmadan sonradan oluşabilecek hareketler için maksimum serbesti sağlamak amacıyla yerleştirme sırasında beton yapı ile tam düzlemde bulunmalıdır.

### Merkez Ofis :

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### Fabrika :

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

Arka arkaya birçok kısa boru parçası, manşonlar arasındaki kısa mesafeler dengesiz bir duruma yol açabileceği için kullanılmalıdır. Hiza kaçıklıkları kısa boruya bağlanan borular yeniden yataklanarak giderilmelidir.

3. Beton yapı yanındaki dolgunun iyice sıkıştırılmasına özen gösterilmelidir. Beton yapı inşası sırasında genellikle kalıp vs. için fazla kazı yapılır. Fazla kazılan yerler tabii zemin orijinal birim hacim ağırlığına sıkıştırılmalıdır; aksi halde deformasyon veya yapıya bitişik ek yerinde dönme meydana gelebilir. İstenmeyen hareketlerin önüne geçmek için dolgu modülünün (E'b) en az 6,9 MPa değerine ulaşması tavsiye edilir. Büyük beton yapılara bitişik olarak stabilize edilmiş dolgu (çimento) kullanımının bu hareketleri önlemede çok büyük çaplarda (DN > 1600 mm) çok etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

**Merkez Ofis :**

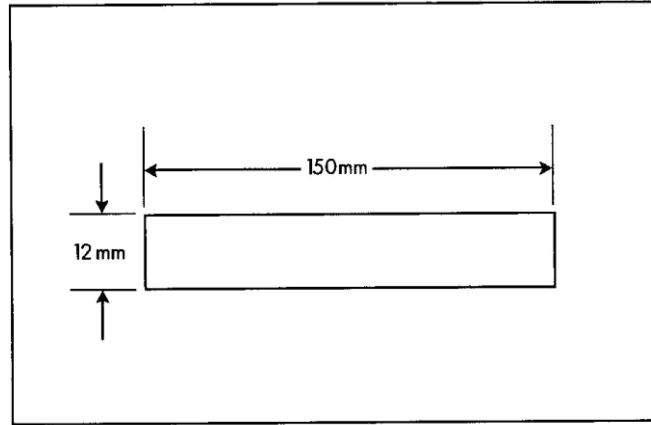
Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

Tablo	7.1	Lastik sarguların					miktarı	ve
		STIS 2500 Basınç (kPa)						
Çap (mm)	100	250-300	600	900-1000	1200	1500-1600		
100	A	A	A	A	A	A	A	
150	A	A	A	A	A	A		
200	A	A	A	A	A	A		
250	A	A	A	A	A	A		
300	A	A	A	A	A	A		
350	A	A	A	A	A	A		
400	A	A	A	A	A	A		
450	A	A	A	A	A	A		
500	A	A	A	A	A	A		
600	A	A	A	A	A	A		
700	A	A	A	A	A	A		
800	B	B	B	B	B	B	B	
900	B	B	B	B	B	B		
1000	B	B	B	B	B	B		
1100	B	B	B	B	B	C		
1200	B	B	B	B	B	C		
1300	B	B	B	B	C	-		
1400	B	B	B	B	C	-		
1500	D	D	D	E	-	-	D	
1600	D	D	D	E	-	-		
1800	D	D	D	-	-	-		
2000	D	D	E	-	-	-		
2200	D	D	-	-	-	-		
2400	D	D	-	-	-	-		

düzeni



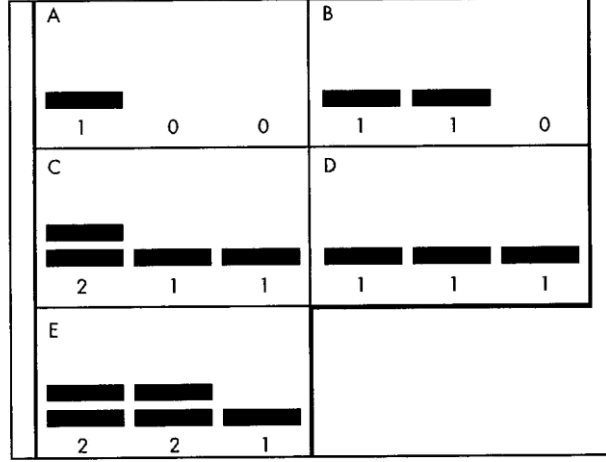
**Merkez Ofis :**  
Mustafa Kemal I  
No: 18/8 Söğütç  
Çankaya- ANKA  
Tel: 0 312 472 0  
Fax: 0 312 472 0

**Şekil 7.6**  
Tek lastik bant ölçüleri (kesit)

Bölgesi  
Bulvarı No:11

!66 2047  
z 266 21 47





Şekil 7.7  
Lastik bant düzenlemeleri

## Lastik bant sarımı

1. Şekil 7.6 ve 7.7’de görüldüğü gibi yerleştirin.
2. Lastik bant kenarlarını içine beton sızmayacak şekilde bantlayın.

## 7.4 Kılıflamalar (tüneller)

Boru bir kılıf içine yerleştirildiğinde aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir.

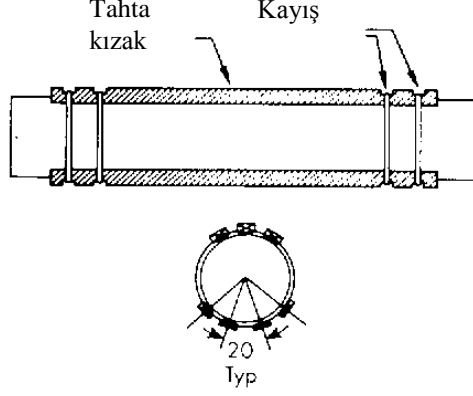
1. Borular kılıf içine çekerek veya iterek yerleştirilebilir.
2. Borular kaydırma sırasında meydana gelebilecek hasardan Şekil 7.8’de görüldüğü gibi boruya kayışla bağlanan tahta kızaklarla korunmalıdırlar. Kızaklar manşonun kılıf içerisine geçebileceği şekilde mesafe bırakacak yükseklikte olmalıdırlar; bunun için plastik mesafeleyiciler de kullanılabilir (Şekil 7.9’a bakınız).
3. Kılıf içine yerleştirme kızaklarla kılıf arasında bir yağlayıcı kullanılarak daha kolaylaştırılabilir. Bazı contalara zararlı olabileceğinden petrol bazlı yağlar kullanılmamalıdır.

### **Merkez Ofis :**

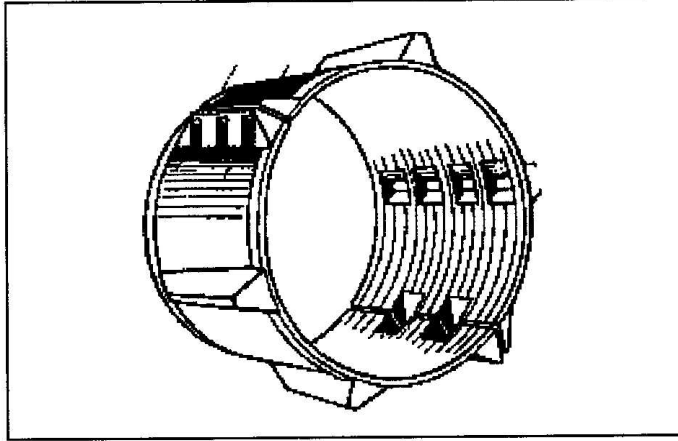
Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



Şekil 7.8 Kızak



Şekil 7.9  
Plastik mesafeleyici

4. Boru ile kılıf arasında kalan boşluk kum, çakıl veya çimento enjeksiyonuyla doldurulabilir. Bu esnada özellikle enjeksiyon yapılıyorsa boruyu sıkıştırmamaya ve kırmamaya dikkat edilmelidir. Maksimum enjeksiyon basıncı Tablo 7.2’de verilmiştir.

Boruyu üzerinde yoğunlaşan noktasal yükler oluşturacak şekilde takozlamayınız veya bağlamayınız. Seçilen metodun uygunluğu konusunda boru imalatçınıza danışınız.

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

**Not : boru negatif basınca maruz kalacaksa, boru rijitliği - yerleştirme kombinasyonu yüke dayanabilecek yeterlilikte olmalıdır. Tavsiye için imalatçınıza danışınız.**

**Tablo 7.2 Maksimum enjeksiyon basıncı**

SN	Maksimum enjeksiyon basıncı (kPa)
2500	27
5000	54
10000	108

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

## Saha Uyarlamaları

### 8.1 Boy ayarlaması

1. Gereken boru belirleyip seçilen boru üzerinde dik kesim yerini işaretleyin.
2. Kesim yerinde boru çapını PI bandı ile ölçün.
3. Bu ölçüyü Tablo 8.1’de verilen uç kısım tolerans aralığıyla karşılaştırın. (Not: imalatçılar tüm boru boyunca dış çapının uç kısım toleransının içinde olduğu borulara {Ayar borusu} özel işaret koyarlar.) Eğer sahada mevcutsa sahada kalibrasyona gerek kalmaması için böyle bir boru seçiniz.
4. Boruyu uygun yerinden dairesel bir kesme taşıyla (spiral motoru) kesiniz. Bu işlem sırasında gözler, kulaklar için ve toza karşı gerekli korumayı sağlamaya dikkat ediniz. Tavsiye için boru imalatçısına danışınız.
5. Boru çapı uç kısım toleransı içindeyse, ek yerinde yüzeyi temizleyip pürüzlü noktaları zımparalayınız ve ekleme işlemi kolaylaştırmak için taşlama makinesi (spiral motoru) ile borunun pahını kırınız. Daha fazla taşlama gereksizdir.
6. Boru çapı uç kısım toleransı içinde değilse, bir saha tornası veya taşlama motoru kullanarak uç kısmı Tablo 8.1’de verildiği gibi toleransa kadar kalibre ediniz. Borunun pahını kırınız (Şekil 8.1’e bakınız).

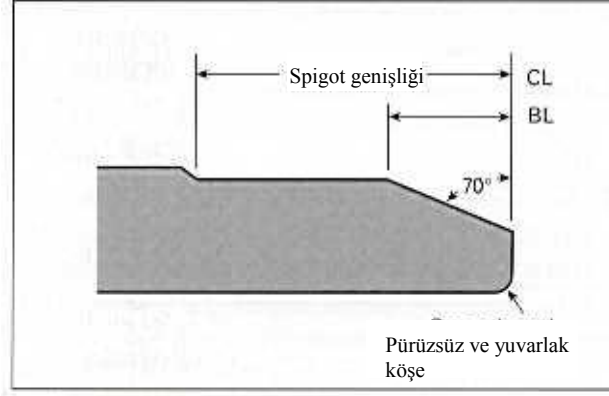
**Tablo 8.1 Boru uç kısmı ölçüleri ve toleransları**

<b>Çap seriler</b>	<b>DN (mm)</b>	<b>Minimum (mm)</b>	<b>Maksimum (mm)</b>	<b>CL (mm)</b>
B <sub>2</sub>	100	115,5	116,0	107,0
	150	167,5	168,0	107,0
	200	220,0	220,5	109,0
	250	271,6	272,1	109,0
	300	323,4	324,5	159,0
	350	375,4	376,4	161,0
	400	426,3	427,3	162,0
B <sub>1</sub>	500	529,1	530,1	166,0
	600	616,0	617,0	170,0
	700	718,0	719,0	172,0
	800	820,0	821,0	172,0
	900	922,0	923,0	172,0
	1000	1024,0	1025,0	172,0
	1200	1228,0	1229,0	172,0
1400	1432,0	1433,0	172,0	
1600	1636,0	1637,0	172,0	

**İka :**  
Sanayi Bölgesi  
Altınsoy Bulvarı No:11  
ARAY  
0 382 266 2047  
: 0 382 266 21 47

## Notlar :

1. B<sub>2</sub> serisi düktil font boru uç dış çapına uyar.
2. B<sub>1</sub> serisi CTP dış çap serisidir.
3. Bazı ülkelerde B<sub>2</sub> serisi düktil font boru kullanılmıyor olabilir.



**Şekil 8.1**

Manşonlu ekler için boru uç kısmı ve pah ölçüleri tanımları.

Not : sahada hat kapatma için uç kısım (CL) genişliğini iki katına çıkarınız.

## 8.2 Sahada kesilen kanalizasyon borusunun uç kaplaması

Eğer kanalizasyon borusunun ileride yüksek basınçlı su jeti ile temizlenmesi muhtemelse, imalat sırasında özel bir uç koruması uygulanmalıdır. Müşterilerin boruları ısmarlarken bu hususu belirtmeleri yerinde olur. Boruyu döşeyen yüklenicinin de sahada kesilen tüm boruları aynı işleme tabi tutması gereklidir. Özel kaplama maddesini ihtiva eden setler boru imalatçısından temin edilebilir. Her sette verilen karıştırma ve uygulama talimatını takip ediniz. Alternatif olarak sahada kesime gerek bırakmamak için 1, 2, 3 metrelik özel kısa borular boru imalatçısına sipariş edilebilir. Bu özel boylar orijinal siparişle beraber ısmarlanmalıdır.

## 8.3 Cam takviyeli manşonlarla sahada hatların birleştirilmesi

1. Hatları birleştirecek borunun yerleştirileceği yeri dikkatlice ölçünüz. Birleştirme parçası mevcut yerden 50 mm daha kısa olmalıdır. Birleştirme parçası iki hat ucu arasında eşit mesafede merkezlenmelidir.

### **Merkez Ofis :**

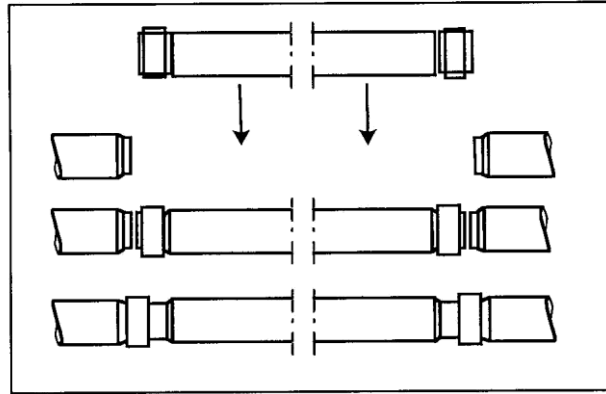
Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

2. Özel olarak sipariş edilen veya bu iş için hazırlanan uzun kalibreli uç kısımlara sahip bir boru kullanınız.
3. Merkez contası (stoper) olmayan manşonlar kullanınız.
4. Birleştirme borusunun uçlarını ve contayı iyice yağladıktan sonra manşonu birleştirme borusunun kalibre edilen uçlarına geçirerek geriye çekiniz. Manşonun ikinci contasını borunun pahlı uç kısmından geçirmek için biraz çaba sarfetmek gerekebilir.
5. Hattın birleştirilecek iki borusunun uçlarını temizledikten sonra iyice yağlayınız.
6. Birleştirme borusunu son pozisyonuna yerleştirerek manşonu çizgiye dek diğer borunun üzerine geçirin (Şekil 8.2, adımlar 2 ve 3).
7. Hat birleşimi etrafındaki dolgunun kompaksiyonu çok önemlidir. Sıklıkla, birleştirme borusunun civarı daha rahat çalışabilmek için fazla kazılır. dolgunun uygun mesnetleme sağlaması esastır. Birleştirme bölgesinde aşırı hareketi ve ek yerlerinin dönmesini engellemek için en az 6,9 Mpa'lık bir dolgu modülüne (E'b) ulaşılması tavsiye edilir.

**Not : Manşon son pozisyonunu aldıktan sonra contanın yönünün doğru olup olmadığını kontrol etmek için bir alet kullanılabilir.**



**Şekil 8.2**  
Birleştirme parçası bağlantısı

#### 8.4 AKBOR dışındaki manşonlarla sahada hat ucu kapatılması

8.3'ün genel prosedürünü takip ediniz. Burada birleştirme borusunun uçlarının uzun kalibreli olmasına ihtiyaç yoktur. Bu özel manşon için önerilen montaj prosedürü uygulanmalıdır. Kısım 3.3'e bakınız.

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

## **Döşeme Sonrası Safhası**

### **9.1 Döşenmiş borunun kontrolü**

Gereklilik: Döşenmiş halde boru çapının ilk veya uzun dönem maksimum düşey sehimi tablo 9.1’de verilen değerleri aşmamalıdır. Tümsekler, düz alanlar veya boru cidarı yuvarlaklığında ani değişikliklere izin verilmez. Bu sınır değerlerin aşıldığı durumlarda borular istenilen performansı göstermeyebilir.

İlk düşey sehim kriterinin kontrolü kolaydır ve her boru için döşendikten hemen sonra (tipik olarak tam dolgu yüksekliğine ulaşıldıktan sonra 24 saat içinde) yapılmalıdır.

Çoğu döşeme uygulamaları için Tablo 4.7’de verilen maksimum toprak örtüsünde beklenen boru düşey sehimi yaklaşık olarak %2’dir ve daha ince toprak örtüsüyle oransal olarak düşer. Bundan dolayı, Tablo 9.1’de verilen ilk düşey sehim değerleri boru performansı için kabul edilebilir olmakla beraber, bekleneni aşan bir değer amaçlanan döşeme performansına ulaşamadığını ve sonraki uygulamalarda düzeltme (boru bölgesi dolgusunun kompaksiyonunun artırılması, daha kaba daneli boru bölgesi dolgu malzemeleri veya daha geniş hendek gibi) gerektiğini gösterir.

Düşey sehim kontrolleri ilk döşenen boruların üzeri doldurulduğunda yapılmalı ve tüm proje boyunca periyodik olarak devam etmelidir. Boru döşeme uygulamasının kalitesini kontrol etmeden önce çok sayıda boru döşemeyiniz. Bu uygunsuz durumların erken fark edilmesi ve düzeltilmesini sağlayacaktır.

**TABLO 9.1’DE VERİLEN İLK DÜŞEY SEHİM DEĞERLERİ AŞILARAK DÖŞENMİŞ BORULAR BU DEĞERLERİN ALTINA İNİLECEK ŞEKİLDE YENİDEN DÖŞENMELİDİRLER.** Bu işlemin kısıtlamaları için “Aşırı sehimlenen borunun düzeltilmesi” hakkındaki kısma bakınız.

Döşenmiş boruların ilk çapsal düşey sehimini kontrol etmek için prosedür aşağıdaki gibidir:

1. Normal arazi seviyesine kadar dolguyu tamamlayınız.
2. Geçici iksayı (eğer kullanılıyorsa) çıkarınız.
3. Su çekme sistemini (eğer kullanılıyorsa) durdurunuz.
4. Borunun düşey çapını ölçüp kaydediniz.

Not: küçük çaplı borular için bir deflektometre veya benzeri bir cihaz borular içinden

geçirilmek suretiyle düşey çap ölçülebilir.

#### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

5. Düşey sehim hesaplayınız:

$$\% \text{ Düşey sehim} = \frac{\text{Gerçek iç çap} - \text{Döşenmiş halde iç çap}}{\text{Gerçek iç çap}} \times 100$$

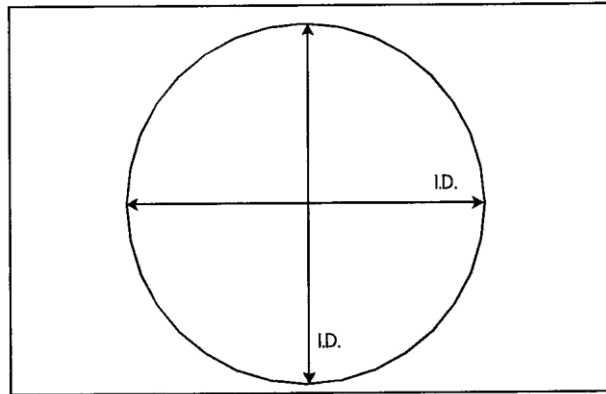
Gerçek iç çap döşenmemiş halde yerde duran (üzerinde başka boru bulunmayan) borunun çaplarını makul derecede düz bir satır üzerinde ölçerek bulunur. Gerçek iç çapı aşağıdaki gibi hesaplayınız:

$$\text{Gerçek iç çap} = \frac{\text{Dikey iç çap} + \text{Yatay iç çap}}{2}$$

(Şekil 9.1'e bakınız.)

**Tablo 9.1 İzin verilen düşey sehim**

	<b>Düşey sehim Çapın %'si</b>
Büyük çaplı (DN ≥ 300)	
İlk	3.0
Uzun dönem	5.0
Küçük çaplı (DN ≤ 250)	
İlk	2.5
Uzun dönem	4.0



**Şekil 9.1**

Döşenmemiş boruda gerçek çapın belirlenmesi

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal I  
No: 18/8 Söğütçü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Bölgesi**

Mustafa Kemal Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



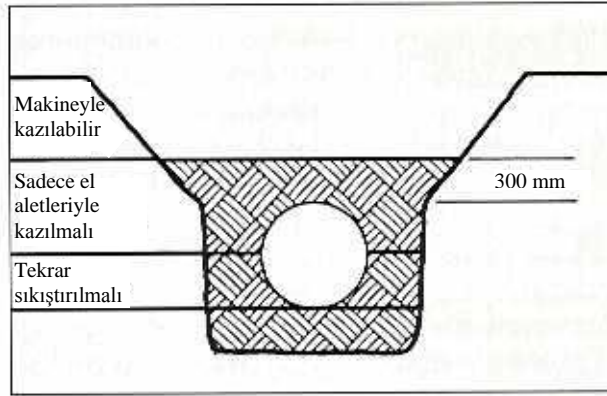
## 9.2 Aşırı sehmlenen borunun düzeltilmesi

Tablo 9.1’de verilen ilk çapsal düşey sehmleri aşan değerlerde döşenen borular, borunun uzun dönem performansını garantilemek için düzeltilmelidir.

### Prosedür aşağıdaki gibidir:

Çapın %8’ine kadar deforme olan borular:

1. Boru çapının yaklaşık %85’ine dek kazınız. Borunun hemen üzeri ve kenarları elle kazılmalı, ağır iş makineleriyle boruya darbe vurulmamalıdır (Şekil 9.2).
2. Borunun hasar görüp görmediğini tespit ediniz. Hasar gören boru tamir edilmeli veya değiştirilmelidir.
3. Boru alt kısım dolgusunu tekrar sıkıştırınız. dolgu kabul edilemez maddelerle karışmış olmamalıdır.
4. Boru bölgesini katmanlar halinde uygun malzeme ile doldurarak her katmanı gereken bağıl kompaksiyon birim hacim ağırlığına sıkıştırınız.
5. Normal arazi seviyesine kadar dolguyu tamamlayınız ve boru sehmlerinin Tablo 9.1’deki değerleri aşıp aşmadığını kontrol ediniz.



**Şekil 9.2**

Fazla deforme olan borunun kazısı

Çapın %8’inden fazla deforme olan borular:

1. %8’den fazla deforme olan borular başkasıyla değiştirilmelidir.

**Dikkat: fazla deforme olan boruyu kama takoz veya krikodan yararlanarak tekrar yuvarlak hale getirmeye uğraşmayınız. Bu boruya zarar verebilir.**

### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

Yan yana döşeli birkaç boruyu kazarken bir boru üzerinden çıkan toprağı diğerinin üzerine yığmamaya dikkat edilmelidir. Bu ekstra yük ve yanal desteğin azalması boru düşey sehimini arttırabilir.

### 9.3 Saha hidrotesti

Bazı iş şartnameleri hattın kabul edilip işletmeye açılmasından önce hidrostatik olarak test edilmesini gerektirirler. Bu, bazı hataların, kusurlu parçaların v.b. erken teşhis ve düzeltilmesini sağladığı için iyi bir uygulamadır. Saha hidrotesti öngörülmüşse boru döşeme işlemi devam ettikçe düzenli olarak yapılmalıdır. Boru döşeme testten 1 kilometreden fazla ileriye gitmemelidir. Bu işteki rutin tedbirler ve tipik prosedürlere ilaveten aşağıdaki öneriler dikkate alınmalıdır:

- 1. Test öncesi hazırlık** - Tamamlanan boru hattı kısmında tüm işlerin bitirildiğinden emin olun. Kritik öneme haiz noktalar şunlardır:
  - Boru düşey sehimini Tablo 9.1'deki değerler içinde olmalıdır.
  - Ekler doğru yapılmış olmalıdır.
  - Sistem tespitleri (tespit blokları ve diğer ankrajlar gibi) tamamlanmış ve prizini almış olmalıdır.
  - Flanş cıvataları talimatında verilen tork değerlerine sıkılmış olmalıdır.
  - dolgu tamamlanmış olmalıdır. MİNİMUM GÖMME DERİNLİĞİ İLE YÜKSEK BASINÇ VE TEST SINIRLAMALARI İÇİN KISIM 4.7'YE BAKINIZ.
  - Vanalar ve pompalar yerlerine iyice tespit edilmiş veya ankrajlanmış olmalıdır.
  - Hat birleşim yerleri ve sanat yapıları yanında dolgu yapılması gerektiği gibi yapılmış olmalıdır. Kısım 7.3 ve 8.3'e bakınız.
- 2. Hattı su ile doldurma** - Doldurma sırasında havanın dışarı çıkması için vanaları ve vantuzları açın, ve ani basınç yükselmelerini önleyin.
- 3. Hatta yavaşça basınç uygulayın.** Basınç altındaki bir boru hattında önemli derecede enerji yüklüdür ve bu küçümsenmemelidir.
- 4. Ölçümü almak için hattın basıncının en yüksek olduğu noktayı seçmiş olmaya dikkat edin.** Hat boyunca alçak noktalarda basınç daha yüksektir.
- 5. Maksimum test basıncının aşılmasına dikkat edin.** (Tablo 9.2'ye bakınız.) Bu tehlikeli olabilir ve hatta zarar verebilir.
- 6. Kısa bir dengelenme süresinden sonra hat sabit basıncı tutamıyorsa, sebebin termal etki (sıcaklık değişimi), boru genleşmesi<sup>1</sup> veya hatta hapsolmuş hava olup olmadığını kontrol ediniz.** Hat sızdırıyorsa ve yeri belli değilse, aşağıdaki metodlar problemin kaynağının yerini keşfetmekte faydalı olabilir:
  - Flanş ve vanaları kontrol edin.
  - Hat dağıtım bağlantı yerlerini kontrol edin.
  - Sonik detektör kullanın.

#### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

- Sızıntı yerini bulmak için hattı daha kısa parçalar halinde test edin.
7. Cam takviyeli boru basınç altında genişler. Bu genişlemeyi telafi etmek için ilave su gereklidir.

**Tablo 9.2 Maksimum saha test basınçları**

Basınç sınıfı	Maksimum saha test basıncı
100 kPa	150 kPa
250 kPa	375 kPa
600 kPa	900 kPa
1000 kPa	1500 kPa
1600 kPa	2400 kPa

**Not: Birçok projede test için maksimum basınç kaybı veya maksimum kaybedilen su hacmi verilir. Bu değerler projeden projeye değişir. Özel tavsiye ve yardım için boru imalatçısına danışınız.**

#### 9.4 Saha ek yeri test ekipmanı

Taşınabilir hidrolik saha ek yeri test ekipmanı 700 mm ve üstü çaplar için kullanılmak üzere sipariş verilebilir.

Bu ekipman dolgudan önce veya sonra boru ek yerlerini içten test etmek için kullanılabilir. Detaylar imalatçının saha hizmet sorumlusundan elde edilebilir.

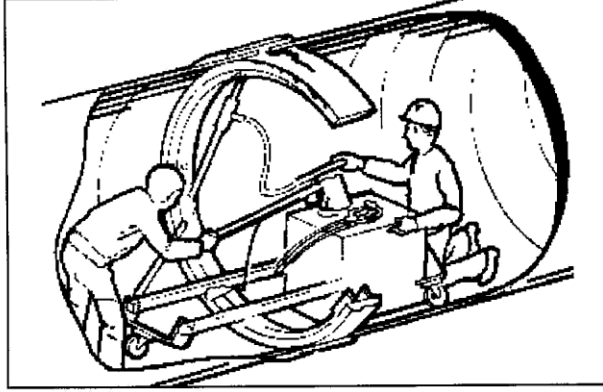
**Dikkat: Bu ekipman ek yerini contaların doğru yerleştirilip yerleştirilmediğini kontrol ederek test üzere dizayn edilmiştir. Bu ekipman maksimum 6 bar test basıncıyla sınırlanmıştır.**

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



**Figure 9.3**  
Field joint tester

### 9.5 Saha hava testi

Cazibeli boru sistemleri ( $PN \leq 1$  bar) için alternatif bir sızdırma testi su yerine hava basıncıyla yapılabilir. Bu işteki rutin tedbirler ve tipik prosedürlere ilaveten aşağıdaki öneriler dikkate alınmalıdır:

1. Hidrotestte olduğu gibi hat kısa parçalar halinde test edilmelidir. Bu genellikle menholler arası olur.
2. Tüm boru hattı ile çıkışların ağızlarının kapalı olduğundan emin olunuz.
3. Sisteme yavaşça 24 kPa basınç veriniz. Basınç aşırıya kaçmayacak şekilde ayarlanmalıdır (maksimum 35 kPa).
4. Basıncı 24 kPa'da birkaç dakika sabit tutarak hava sıcaklığının dengeye gelmesine müsaade ediniz.
5. Bu dengelenme süreci sırasında tüm kapatılmış çıkışların sızıntıyı kontrol için sabun köpüğüyle test edilmesi önerilir. Herhangi bir yerde sızıntı bulunursa basıncı düşürüp sızıntıyı gidererek prosedüre adım 3'ten devam ediniz.
6. Dengelenme süreci sonunda hava basıncını 24 kPa'a ayarlayıp hava kaynağını kapatınız veya kesiniz.
7. Tablo 9.3'te verilen süreler içerisinde basınç düşüşü 3,5 kPa veya daha az ise boru sistemi bu testten geçmiş sayılır.
8. Test edilen hat kısmı testten geçmezse, hava tıkaçları birbirlerine oldukça yakın konumlandırılarak hat boyunca yukarı veya aşağı götürülürler ve sızıntı bulunana kadar test her konumda tekrarlanır. Bu metot oldukça hassas olup sızıntı noktasının bir iki metre hatayla bulunmasını sağlar. Sonuç olarak tamir için kazılması gerekli alan küçültülerek tamir maliyeti ve harcanan zaman azaltılır.

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

**Dikkat : Basınç altındaki bir boru hattında önemli miktarda potansiyel enerji saklıdır. Bu özellikle test için hava (düşük basınçta olsa dahi) kullanılıyorsa doğrudur. Boru hattının yön değişikliklerinde gereğince tespit edilmiş olmasına çok dikkat ediniz ve hava tıkaçları gibi parçalar için imalatçının güvenlik tedbirlerini uygulayınız.**

**Tablo 9.3 Test zamanı - Saha hava testi**

<b>Çap (mm)</b>	<b>Süre (dakika)</b>	<b>Çap (mm)</b>	<b>Süre (dakika)</b>
100	2 1/2	1000	25
150	3 3/4	1100	27 1/2
200	5	1200	30
250	6 1/4	1300	32 1/2
300	7 3/4	1400	35
350	8 3/4	1500	37 1/2
400	10	1600	40
500	12 1/2	1800	45
600	15	2000	50
700	17 1/2	2200	55
800	20	2400	60
900	22 1/2		

**Not :**

- 1. Bu test boru hattının izole edilmiş bir kısmından basınç altındaki havanın kaçış hızını belirleyecektir. Boru hasarı veya hatalı ek yerlerinin bulunması için uygundur.**
- 2. Bu test su sızıntısı limitlerini hesaplamak için yapılmamaktadır. Boru eğer bu testten geçmezse bir hidrotest yapılmadan reddedilmemelidir.**

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

## Ek Bölümler

### Ek Bölüm A

#### Tabii zeminlerin sınıflandırılması ve özellikleri

Boru davranışının analizi için tabii zeminler 6 grupta sınıflandırılmış ve bu gruplar ASTM D1586'de tarif edilen standart penetrasyon testinin darbe sayılarıyla ilişkilendirilmiştir. Hendek duvarlarını oluşturan bu tabii zeminler çok sağlam sıkı kaba daneli ve sert ince daneli topraklardan göreceli olarak zayıf ince daneli topraklara kadar dağılım gösterirler. Aynı tabii zeminlerin dolgu malzemesi olarak da kullanılması düşünülebilir.

Tablo A1'de tabii zeminlerin AWWA M45 manüelinin genel tavsiyelerine göre betimlemesi verilmiştir. Kullanılacak darbe sayısı boru bölgesinde uzun bir zaman dilimi boyunca rastlanabilecek en düşük değer olarak alınmalıdır. Normal olarak zeminin en zayıf durumu uzunca bir süre ıslak (su altında) kaldığı sürenin sonunda ortaya çıkar.

**Tablo A1 : Tabii zemin grup sınıflandırması**

Tabii zemin grubu	Darbe Sayısı <sup>1</sup>	E'n değeri (MPa)	Kaba daneli zeminler		İnce daneli zeminler	
			Tanımlama	İşsel sürtünme açısı (derece)	Tanımlama	Unc. Comp. Str. (kPa)
1	> 15 <sup>2</sup>	34,5	Sıkı	33	Çok sert	192 - 384
2	8 - 15	20,7	Hafif sıkı	30	Sert	96 - 192
3	4 - 8	10,3	Gevşek	29	Orta sert	48 - 96
4	2 - 4	4,8	Çok gevşek	28	Yumuşak	24 - 48
5	1 - 2	1,4	Çok gevşek	27	Çok yumuşak	12 - 24
6	0 - 1	0,34	Çok çok gevşek	26	Çok çok yumuşak	0 - 12

1. ASTM D1586 Standart penetrasyon testi darbe sayısı/30 cm
2. Daha yüksek darbe sayıları için E'n değeri kaya için 345 MPa'a yükselir.
3. Boru bölgesinde jeotekstil kullanımı muhtemelen E'n değerini yukarıda verilenlerin üzerine çıkarır.
4. Boru bölgesinde kalıcı iksa varsa : E'n=E'b, Sc=1.

#### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

**Ek Bölüm B****Dolgu malzemelerinin sınıflandırılması ve özellikleri**

Boru dolgusu olarak kullanılabilmesi için, zemin boru/zemin sistemine rijitlik sağlamalı ve bu rijitliği uzun süre muhafaza etmelidir. Potansiyel olarak boru bölgesi dolgusu olarak kullanılabilen zeminlerin çeşitliliği sınırsızdır. Boru bölgesi dolgusu hendekten kazılarak çıkarılan malzeme olabileceği gibi bu malzeme dolgu olarak kullanılmaya müsait değilse dışarıdan iş sahasına özel malzeme getirilmesi gerekebilir. Pratikte, boru bölgesi dolgu malzemesinin seçimi istenilen rijitliğe ulaşmak için gereken kompaksiyon kolaylığına ve malzemenin bulunabilirliğine bağlıdır. Dolgu için uygun zeminlerin sınıflandırılması Tablo B1’de verilmiştir. Zeminlerin sınıflandırılması zemin tipi, birim hacim ağırlığı ve doymun hale gelme potansiyeline göre yapılmıştır. Bir araya getirildiğinde bu kriterler tipik olarak zeminin modülünü (rijitliğini) ve boruyu mesnetleme kabiliyetini belirler. Zemin tipi esas olarak elek analizinden belirlenir (ASTM C136). Sınıflama zeminin ince daneli kısmının (200 nolu elekten geçen zemin tanecikleri, 75 mikrondan küçük) yüzdesi esasına göre yapılır; çünkü zeminin davranışı ve kompaksiyon kolaylığı zeminin ince daneli kısmı tarafından belirlenir. Likit limit sınırlaması rijitliğini muhafaza ederek güvenle sıkıştırılabilecek dolgu malzemelerini ayırt etmek için verilmiştir.

**Tablo B1 : dolgu malzemesi sınıflandırması**

<b>Geri dolgu malzemesi tipi</b>	<b>Tanım</b>	<b>Birleşik zemin sınıflandırması ASTM D2487</b>
A	Kırmataş ve çakıl, < %12 ince daneli	GW, GP, GW - GM, GP - GM
B	Kumlu çakıl, < %12 ince daneli	GW - GC, GP - GC, SW, SP, SW - SM, SP - SM, SW - SC, SP - SC
C	Siltli çakıl ve kum, %12-35 ince daneli, LL<%40	GM, GC, GM - GC, SM, SC, SM - SC
D	Siltli killi kum, %35-50 ince daneli, LL<%40	GM, GC, GM - GC, SM, SC, SM - SC
E	Kumlu, killi silt, %50-70 ince daneli, LL<%40	CL, ML, CL - ML
F	Düşük plastisiteli ince daneli zeminler, LL<%40	CL, ML, CL - ML

Boru bölgesi dolgusunun pasif direnç modülünün yaklaşık değerlerinin seçiminde yardımcı olmak için Tablo B2 ve B3 verilmiştir. Bu tablolar zemin modülü, tipi ve bağlı kompaksiyon arasındaki temel ilişkileri kurmak için AWWA M45 manüelinde önerilen özellikleri ana referans olarak alırlar. Pasif direnç modülü ASTM D2435’de belirtildiği gibi ölçülen tek boyutlu zorlamalı zemin modülüne<sup>1,2,3</sup> yaklaşık olarak eşit kabul edilebilir. Bağlı sıkılıklar için, ASTM D698’de tarif edilen Standart Proktor testinde elde edilen maksimum kuru birim hacim ağırlıkları esas teşkil eder. Tablo B2 ve B3’ü karşılaştırırken, suyun etkisinin ince dane oranı arttıkça arttığına dikkat ediniz.

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

Tablo B2 Pasif direnç dolgu modülü (doymamış)

Geri dolgu tipi	Bağıl kompaksiyonda E'b değerleri (MPa) <sup>1</sup>			
	%80	%85	%90	%95
A	16	18	20	22
B	7	11	16	19
C	6	9	14	17
D	3	6	9	10 <sup>2</sup>
E	3	6	9	10 <sup>2</sup>
F	3	6	9 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>

1. %100 bağıl kompaksiyon değeri en uygun nem oranında ulaşılan maksimum Standart Proctor birim hacim ağırlığıdır.
2. Bu değerler genellikle ulaşılmaması zor değerler olup referans amacıyla konulmuştur.

Tablo B3 Pasif direnç dolgu modülü (doymuş)

Geri dolgu tipi	Bağıl kompaksiyonda E'b değerleri (MPa) <sup>1</sup>			
	%80	%85	%90	%95
A	12	13	14	15
B	5	7	10	12
C	2	3	4	4
D	1,7	2,4	2,8	3,1 <sup>2</sup>
E	NA <sup>3</sup>	1,7	2,1	2,4 <sup>2</sup>
F	NA <sup>3</sup>	1,4	1,7 <sup>2</sup>	2,1 <sup>2</sup>

1. %100 bağıl kompaksiyon değeri en uygun nem oranında ulaşılan maksimum Standart Proctor birim hacim ağırlığıdır.
2. Bu değerler genellikle ulaşılmaması zor değerler olup referans amacıyla konulmuştur.
3. Kullanılması tavsiye edilmez.

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



## Ek Bölüm C

Tabii zeminlerin sınıflandırılmasına yardımcı saha testleri

### Tablo C1 Zemin sınıfını belirlemek için basit saha testi<sup>1</sup>

Tabii zemin grubu	Ölçülebilir karakteristik
1	Başparmak zorla girebilir
2	Başparmak 4 mm girebilir
3	Başparmak 10 mm girebilir
4	Başparmak 25 mm girebilir
5	Başparmak 50 mm girebilir
6	Yumruk 25 mm girebilir

1. Peck, Hanson ve Thornburn, “Temel mühendisliği” 2. Basım, John Wiley and Sons, Inc., 1974 ve ASTM D2488’e göre.

## Ek Bölüm D

Dolgunun sıkıştırılması

Bu ek bölüm çeşitli dolgu malzemelerinin sıkıştırılması için yardımcı bilgiler vermektedir. Maksimum ve minimum gömme derinlikleri boru bölgesi dolgu malzemesinin seçimi ve bağıl kompaksiyonuna bağlıdır. Zemin rijitliği arttıkça boru düşey sehim sınırı ve vakum şartı aşılmadan daha derine gömülebilir. Bu rehber boru döşeme kriterlerimizin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olmak amacıyla zeminlerin davranışı hakkında temel bilgi vermektedir. Tabii ve dolgu zeminlerin su muhtevası potansiyellerini değerlendirirken mevsimlik değişimleri hesaba katınız. Bir zemin modülü değeri elde etmek için verilen bağıl kompaksiyon değerleri minimum değerler olarak kabul edilmeli ve sahadaki değerler bu değere eşit veya daha yüksek olmalıdır.

Bir döşeme metodunun belli bir dolgu malzemesine göre uyarlanması için, sahada döşeme işleri ilk başladığında kompaksiyon teknikleri ve bağıl kompaksiyon sonuçlarına özel dikkat sarf edilmesini öneririz. Elde edilen bağıl kompaksiyon sonucunu zemin tipi, dolgu malzemesini boru alt ve yan kısımlarına yerleştirme metodu, boru alt ve yan kısımlarına uygulanan kompaksiyon metodu, dolgu katmanı yükseklikleri, su muhtevası ve kompaksiyon geçişlerinin adediyle ilişkilendirerek uygun döşeme metodu hakkında iyi bir sezi oluşturulabilir. Bu ilk borular döşendiğinde, bağıl kompaksiyon ve boru düşey sehimi kriterlerinin sağlandığından emin olmak için sıklıkla test yapılmalıdır. Bu ilişkilendirmeye belirli bir zemin tipini sıkıştırma tekniği hassas uyarlanabilir (kalibre edilebilir) ve test sıklığı düşürülebilir. Aynı şekilde bu ilişkilendirmeye işçiler istenilen şartlara uygun belli bir dolgu

#### **Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

#### **Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

malzemesi kullanılırken doğru boru dōşeme uygulamasının gerekliliklerini iyi kavrarlar. (ASTM D5080 zeminlerin birim hacim ağırlığı ve su muhtevalarının çabuklukla ölçülebilmesini anlatan makul bir metot vermektedir.) Sıkıştırılmış dolgunun birim hacim ağırlığının ölçülebilmesi için birçok metot mevcuttur.

Borunun düşey olarak çapının büyümesinin ölçümü harcanan kompaksiyon enerjisinin (çabasının) makul bir göstergesidir ve ayrıca iyi bir uyarılama (kalibrasyon) ölçütüdür. Eğer dolgu borunun alt kısmında doğru yerleştirilmiş ve sıkıştırılmışsa, kompaksiyonu değerlendirmenin iyi bir metodu dolgu borunun tepesine ulaştığında (veya sürekli olarak gözlemleniyorsa her hangi bir aşamada) borunun düşey çapını ölçmektir. Bununla beraber yüksek kompaksiyon enerjisinin borunun aşırı düşey sehime uğramasına yol açabileceğine dikkat ediniz. Bu gerçekleşirse boru imalatçısına danışınız ve bu duruma yol açan metotla dōşemeye devam etmeyiniz.

Boru bölgesi dolgu malzemeleri borunun her iki yanında üniform katmanlar halinde yerleştirilmeli ve sıkıştırılmalıdır. Boru alt kısmında dolgu yerleştirme ve kompaksiyon için sıkıştırmaya boru altından başlayın ve borudan uzağa devam edin. Yan dolgu için kompaksiyon en iyi hendek duvarından başlayarak boruya doğru yapılır. Genellikle geçiş adedi veya kompaksiyon ekipmanının tekrarlanan geçişleri (sabit bir hareket hızında) bağıl kompaksiyonu artırır. Belirli bir kompaksiyon aletinin geçiş sayısının bir fonksiyonu olarak bağıl kompaksiyonu veya diğeri ölçmek yeterli bir kompaksiyon metodu belirlemek için iyi bir yoldur. Geçiş adedi ile su muhtevası ve düşey sehim gibi diğeri kriterleri dōşeme metodunu kontrol vasıtası olarak kullanınız. Kompaksiyon ekipmanı değışirse, istenilen bağıl kompaksiyona ulaşmak için gereken geçiş adedi de değışebilir. Daha ağır ve daha geniş plaka kompaktörler hafif ve dar olanlara göre genellikle daha derin ve iyi sıkıştırırlar. Aynı şekilde küçük ve hafif darbeleri kompaktörlerin etkili olabildiğı derinlik büyük ve ağır olanlarına göre daha sınırlıdır.

Boru üzerinde kompaksiyon yaparken, borunun üstünde boruya darbe etkisinin ulaşmamasını sağlayacak kadar malzeme olduğundan emin olunmalıdır. El plakalı vibratörü veya kompaktörü kullanılıyorsa en az 150 mm toprak örtüsü yeterli olurken darbeleri bir el kompaktörü kullanılıyorsa 300 mm örtü kalınlığı tavsiye edilir. Boru üstündeki 300 mm'lik katmanı sıkıştırırken %85 bağıl Standart Proktor kompaksiyonuna ulaşılabilir.

Kaba daneli zeminler daha yüksek rijitliğe sahip olup daha az kompaksiyon enerjisi gerektirirler. Sıkı kaba taneli zeminlerin zamanla sünme ve konsolide olma eğilimi azdır. Doldurulma anında ve uzun dönemde suya karşı daha az duyarlıdırlar. İnce daneli zeminler dolgu olarak kullanıldığında boruya verdikleri mesnet daha azdır. Ağırlıkça %12'den fazla ince daneler (dane ebadı 75 mikrondan daha küçük) ihtiva eden kaba daneli zeminler bu ince malzemenin karakteristik özelliklerince etkilenirler. Eğer ince malzeme esas olarak siltse (37 - 7 mikron) zemin suya karşı duyarlıdır, akan suyla sürüklenmeye eğilimlidir ve sıkıştırma

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47

için daha fazla enerji gereklidir. İnce malzeme esas olarak kilse (7 mikrondan az ve kohezyonlu) zemin suya karşı daha da duyarlı ve daha az rijit olup zamanla sünme yapar. Genellikle istenilen birim hacim ağırlığına ulaşmak için daha fazla kompaksiyon enerjisi gerekir. Zeminleri likit limitleri %40 olacak şekilde sınırlandırmakla suya karşı fazlaca duyarlı ve plastik olan malzemelerin kullanımının önüne geçilmiştir.

A ve B tipi dolgu malzemelerinin kullanımı kolay olup boru için güvenilir mesnet sağlayıcı malzemedirler. Bunlar suya karşı duyarlı değildirler. Dolgu plakalı bir vibratör kullanılarak 200 - 300 mm kalınlığındaki katmanlar halinde sıkıştırılabilir. Boru alt kısımları plakanın kenarları veya Pogo stick darbeli kompaktörler kullanılarak sıkıştırılabilir. Çakıl dolgu kullanılıyorsa, gereğinde zeminlerin birbiri içine nüfuzunu önlemek için jeotekstil kullanılmalıdır.

C tipi malzemeler kabul edilebilir ve kolayca bulunan dolgu malzemeleridir. Borunun içine döşendiği birçok tabii zemin C tipidir ve böylelikle hendek kazısından çıkan toprak boru bölgesi dolgusu olarak tekrar kullanılabilir. Bu zeminler suya karşı duyarlı olabileceğinden ihtiyatla kullanılmalıdır. C tipi bir zeminin karakteristik özellikleri genellikle içindeki ince daneli kısımca belirlenir. Makul bir kompaksiyon enerjisi harcanarak istenilen birim hacim ağırlığına ulaşmak için su muhtevasının kontrolü gerekebilir. Genellikle istenilen bağıl kompaksiyon derecesine 125 - 200 mm katman kalınlığında darbeli bir kompaktör kullanılarak erişilebilir fakat plakalı bir vibratör de iş görebilir. Pogo stick darbeli kompaktörü boru alt kısmı için kullanılabilir. Kürek kullanımı boru alt kısım dolgusunu yerleştirmekte yararlı olabilir. Döşeme işlemini mevcut koşullara uyarlamaya dikkat ediniz.

D ve E tipi malzemeler birçok durumda kabul edilebilir dolgu malzemeleridir; bununla beraber göreceli olarak düşük rijitliklerinden dolayı bu malzemelerin doymun hale gelebilecek zeminlerde derin döşeme işlerinde kullanılması doğru olmaz, ve su bulunan hendeklerde gerektiği gibi sıkıştırılamazlar. Boru alt kısmı dolgusunu yerleştirmek ve sıkıştırmak için özel dikkat göstermek gerekir. İstenilen bağıl kompaksiyon derecesine ulaşılabilmesi için, kompaksiyon sırasında su muhtevası kontrolü gerekir. Kompaksiyon için 75 – 150 mm katman kalınlığı uygulanarak Pogo stick darbeli veya havalı bir kompaktör kullanılmalıdır. Periyodik olarak, istenilen bağıl kompaksiyon derecesine ulaşılabilmişinden emin olmak için kompaksiyon testleri yapılmalıdır. Döşeme işlemini mevcut koşullara uyarlamaya dikkat ediniz.

F tipi malzeme ancak aşağıdaki koşullarla boru bölgesi dolgu malzemesi olarak kullanılabilir:

- Yerleştirme ve kompaksiyon sırasında su muhtevası kontrol edilmelidir.
- Gevşek hendek tabanlarında veya hendekte su olduğu zaman kullanılmamalıdır.
- Boru alt kısmı dolgusunu yerleştirmek ve sıkıştırmak için daha fazla çaba gerekir.

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47



AKBOR BORU SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.  
AKBOR PIPE INDUSTRY AND TRADE INC.

---

- Kompaksiyon tekniği önemli miktarda enerji gerektirebileceğinden, bağıl kompaksiyon oranı ve bunun sonucu elde edilen toprak rijitliğinin sınırları göz önüne alınmalıdır.
- Kompaksiyon için 75 – 150 mm katman kalınlığı uygulanarak darbeli veya havalı bir kompaktör kullanılmalıdır.
- Boru alt kısmı dolgusu azar azar yerleştirilerek bir ‘Pogo stick’ darbeli kompaktörle sıkıştırılmalıdır.
- Perodik olarak, istenilen bağıl kompaksiyon derecesine ulaşılabildiğinden emin olmak için kompaksiyon testleri yapılmalıdır.
- Kullanılan yüksek kompaksiyon enerjisinin borunun dikey çapının fazla arttırması durumuna karşı dikkatli olunmalıdır.

**Merkez Ofis :**

Mustafa Kemal Mah 2140 Sok.  
No: 18/8 Söğütözü  
Çankaya- ANKARA  
Tel: 0 312 472 06 27  
Fax: 0 312 472 06 28

**Fabrika :**

Organize Sanayi Bölgesi  
Mehmet Altınsoy Bulvarı No:11  
AKSARAY  
Tel : 0 382 266 2047  
Fax : 0 382 266 21 47