



Cam Elyaf Takviyeli Plastik Borular



**ALTYAPIDA
KALİTEYİ
YÜKSELTİYORUZ!**



Manisa ve Adapazarı'nda kurulu tesisleriyle beton ve betonarme boru üretimindeki gücünü kanıtlayan ve bu alandaki 25 yıllık geçmişiyle sektörde kaliteye imza atan **Ece Şirketler Grubu**, teknolojiye paralel olarak altyapının gereksinim duyduğu hertürlü Polietilen (PE100, PE80, PE63, PE80 Gaz, Çelik Tel Takviyeli PE100, Koruge, Metal Takviyeli Koruge) ve CTP (Cam Elyaf Takviyeli Polyester) boru ve ek parçalarını EBS (Ece Boru Sistemleri) markasıyla üretmeye başlamıştır.

Manisa'da 7500 m² kapalı ve 50.000 m² açık alan üzerine kurulmuş, ileri teknoloji ile donatılmış olan modern üretim tesisleri ve hizmete girecek olan yeni ilave tesisleriyle EBS, üretim kapasitesini ve ürün çeşidini genişletme yolunda hızla ilerlemektedir.

Altyapı projelerinin ihtiyacı olan ürünlerin çeşidi bakımından Türkiye'de ilk ve tek olan EBS (Ece Boru Sistemleri), aynı zamanda Uluslararası alanda da bölgesinde tek firma konumunda olup her türlü Ulusal ve Uluslararası standartlarda boru ve ek parçaları üretimi yapmaktadır.

Özellikle yeni teknolojileri takip eden ve uygulayan dinamik yapısı ile Ece Şirketler Grubu; Türkiye'de bir ilk olan "Çelik Tel Takviyeli PE100" borular ile "Metal Takviyeli Polietilen Koruge" boruları EBS bünyesine katarak üretime başlamış olup, bu alanda altyapı projelerinin önemli bir ihtiyacını karşılamının gururunu yaşamaktadır.



CTP BORULAR

Cam Elyaf Takviyeli Plastik (CTP) Borular



İÇİNDEKİLER

Ürün Tanımı	6
Üretim Prosesi	6
Üstünlük ve Avantajlar	7
Mühendislik Formülleri	9
Taşıma ve Stok	15
Boru Hendeği	16
Hendek Kesitleri	17
Tespit Kütleleri	19
Vakum	20
Boru ve Ek Parça Boyutları	21
Kimyasal Madde Dayanımı	22

ÜRÜN TANIMI

ÜRETİM METODU

Sürekli Elyaf Sarma Metodu

NOMİNAL ÇAPLAR

DN 300 mm - DN2800 mm

BORU BOYLARI

Standart olarak 6 m-12 m. boylarda üretilmekte olup, ihtiyaca göre 1m ile karayollarının müsaade ettiği boylarda 15 m arasında istenilen boylarda üretilmektedir.

BASINÇ SINIFI

PN 1 bar-PN-40 bar

RİJİTLİK SINIFI

SN 2500 N/m², SN 5000 N/m², SN 10.000 N/m² standart üretilmekte olup, proje ihtiyacına göre istenilen rijitlik sınıflarında da üretilmektedir.

KULLANIM ALANI

- İçme suyu şebeke ve isale hatları
- Sulama şebekeleri ve sifon uygulamaları
- Kanalizasyon projeleri şebeke, kolektör hatları
- Kanalizasyon projeleri terfi hatları
- Hidroelektrik santrallerin cebri boru uygulamaları
- Yağmur suyu drenajı
- Enerji Santrallerinde soğutma suyu temini ve deşarj
- Kimyasal madde içerikli akışkanların taşınması
- Eskimiş boru hatlarının yenilenmesi (Re-Lining)
- Endüstriyel atıkların uzaklaştırılması
- Jeotermal suların taşınması
- Kimyasal madde ve içme suyu depoları
- Deniz deşarj uygulamaları

BAŞLICA HAMMADDELER

İzoftalik, ortoftalik polyeşter reçineler, E/ ECR glass elyaflar, kuvars kumu v.b. hammaddeler.

STANDARTLAR

TSE, ISO, BS, DIN, ASTM ve AWWA gibi her türlü Ulusal ve Uluslararası standartlara uygun üretim.

ÜRETİM PROSESİ

EBS (ECE BORU SİSTEMLERİ) tarafından üretilen CTP Borular “Sürekli Elyaf Sarma” metodu kullanılarak üretilmekte olup, boru bünyesine giren başlıca hammaddeler izo-ftalik reçine, orto-ftalik reçineler, E glass, ECR glass, kuvars kumu v.b. dir. Üretim tamamıyla bilgisayar kontrollü makineler ile yapılmakta olup, müşterilerimize standart ve tekrarlanabilir +kalitede CTP boru ve ek parçaları üretmekteyiz.

TÜRKİYE

TS4355

AMERİKA

AWWA M45

ASTM D 3517

ASTM D 3754

ASTM D 3262

ALMANYA

DIN 16 869 (I+2)

DIN 16 565 (I)

İNGİLTERE

BS 5480 (I+2)

İTALYA

UNI 9032

UNI 9033

JAPONYA

JIS A 5350

İSVEÇ

SS 3622

SS 3623

BELÇİKA

NBN T 41-101

NBN T 41-102

AVUSTURYA

ÖNORM B 5184

ÖNORM B 5182



TSE, ISO, BS, ASTM, DIN, AWWA v.b. hertürlü ulusal ve uluslararası standartlara uygun üretim.



ÜSTÜNLÜK ve AVANTAJLAR

ÜRETİM ve METODLAR

Üretim tümüyle bilgisayar kontrollü olarak yapıldığı için, sürekli ve tekrarlanabilir kalitede boru üretimi gerçekleştirilmektedir. TS 4355 CTP boru ve ek parçalar AWWA C950; basınçlı temiz su boruları, ASTM 3517; basınçlı temiz su boruları, ASTM 3262; cazibeli pis su boruları, ASTM 3754; basınçlı pis su boruları, BS 5480; CTP boru ve ek parçalar, DIN 16869; CTP boru ve ek parçalar ISO/DIS 10467.3; atık su boruları, ISO/DIS 10639.3; temiz su boruları, ISO/TR 10465-3; montaj kuralları esas alınan standartlardır.



UYGULAMA ALANI

Zemin altı uygulamaları, zemin üzeri uygulamaları, su altı uygulamaları, boru içine boru sürme (relining)

TAŞIMA ve STOK

Boruların içiçe konulma özelliği, taşıma ve stoklamada tasarruf sağlar.



HAFİFLİK

Beton boruların 1/10 katı, çelik boruların 1/4 katı, duktıl boruların 1/8 katı hafiftir.

BORU BOYU

Standart olarak 6 ve 12 metre boylarda üretilmekte olup, isteğe göre 0,5-16 metre (Kara yollarının müsaade ettiği boylarda) üretim.

BİRLEŞİM

%100 sızdırmazlık sağlayan contalar ile yapılan manşonlu birleşimler, mekanik kaplinli birleşimler, flanşlı birleşimler (başka cins borular ile birleşim, vana, vantuz v.b. parçalar ile birleşim)



HIZLI MONTAJ

EPDM contalı manşonlar ile hızlı ve güvenilir montaj. Boruların hafif ve boyca uzun oluşu nedeniyle, taşıma ve montajda hız ve ekonomi. Kendini tutamayan zeminlerde iksa kullanımını azaltır.



KESME ve TORNALAMA

İhtiyaç duyulması halinde CTP borular şantiye ortamında ve basit aletlerle, kesme-tornalama işlemleri uygulanarak istenilen ölçülere getirilip kullanılabilir.

DİZAYN

CTP borular kullanım amacına göre, taşıyacağı kimyasal maddeler, maruz kalacağı dış yük (rijitlik), taşıyacağı akışkanın sıcaklığı ve ek parçaların tipi v.b. alanlarda sayısız alternatifler sunar.

AŞIRI BASINÇLAR

Esnek boru duvarı sayesinde "Su Darbesi" adı verilen anlık basınç artışlarını önemli oranda sönümleme özelliğine sahiptir.

ÜSTÜNLÜK ve AVANTAJLAR

YÜKSEK KOROZYON DİRENCİ

CTP borular metal olmayan malzemelerden (cam elyafı, reçine v.b.) üretildiği için, çok yüksek korozyon direncine sahiptir. Bu özelliği sayesinde CTP boru hatları için katodik koruma sistemleri gerekmez.

HİDROLİK İLETKENLİK

CTP borular, mükemmel pürüzsüz iç cidar yapısına sahip olup, bu özelliği ile diğer cins borulara göre, boru çapı ve pompaj hatlarında elektrik enerjisi sarfiyatından tasarruf sağlar. (Colebrook White $k=0,001$; Hazen Williams $c=150$; Manning $n=0,008$)



EK PARÇA KALİTESİ

Ek parçalar, boru ile aynı malzemeden yapıldıkları için, CTP borunun sahip olduğu tüm üstün özelliklere sahiptir.

YALITKAN MALZEMEDİR

Elektrik akımını iletmez ve indüksiyon yer akımlarından etkilenmez.



ESNEKLİK

CTP boruların esneklik özelliği, borunun yer hareketlerine uyumunda kolaylık sağlar. Bu özelliği ile CTP borular deprem riski yüksek olan bölgelerde tercih edilir. Esneklik özelliği aynı zamanda projede ihtiyaç duyulan dirsek sayısını azaltır.



EKLERDE AÇISAL SAPMA

CTP boruların ekyerlerindeki açısall sapma toleransı, projelerde dirsek kullanım ihtiyacını önemli oranda azaltmaktadır. Ek yerlerinin açısall sapmaları: DN300-500 mm için 3°, DN600-900 mm için 2°, DN1000-1800 mm için 1° ve DN>1800 mm için 0,5°dir.



MÜHENDİSLİK FORMÜLLERİ

1. YÜK KAYIPLARI

Boru hattı boyunca oluşan “yersel” ve “sürekli” enerji kayıplarının hesabında yaygın olarak kullanılan denklemler Hazen-Williams, Manning ve Darcy-Weisbach dır.

1.1 Hazen-Williams bağıntısı;

Bütün akım koşullarında (basıncı ve cazibeli) diğer denklemler kadar hassas sonuçlar vermese de sadeliği nedeniyle su ve atıksu projelerinde yaygın olarak kullanılır.

Bu denklem tam türbülanslı akımlarda tercih edilir.

Birçok mühendisin tercih ettiği basitleştirilmiş şekliyle Hazen-Williams denklemi:

$$h_f = [3,35 \times 10^6 Q / (C d^{2,63})]^{1,852}$$

h_f : Sürtünmeden kaynaklanan enerji kaybı(m/100m),
(100 m uzunluğundaki hat için)

Q : Enkesitten geçen debi (lt/sn)

C : Hazen-Williams pürüzlülük katsayısı
(CTP borular için 150 alınır)

d : Boru iç çapı (mm)

Basınç kaybı olarak ifade edilirse;

$$p = [(h_f/100) L (SG)]$$

p : Basınç kaybı(ton/m²) **Not:** 1 ton/m² =9,81 kPa

L : Hat uzuluğu(m)

SG : Özgül kütle (birimsiz), (su için 1)

1.2 Manning bağıntısı;

Tam gelişmiş türbülanslı (hidrolik pürüzlü akımlar) için geçerli olup, bu özelliği ile kullanım amacı bakımından Hazen-Williams denklemine benzer özellik taşır. Manning denklemi ayrıca kısmen dolu boru akımlarında da sadeliği nedeniyle tercih edilir.

$$Q = (K/n) (S)^{0,5} (R_h)^{2/3} A$$

n : Cidar pürüzlülük katsayısı
(standart CTP borular için 0,009 alınır.)

K : Katsayı ($K=1,0$)

S : Hidrolik eğim $S=(H_1-H_2)/L$

H_1 : Memba kesitindeki enerji seviyesi (m)

H_2 : Mansap kesitindeki enerji seviyesi (m)

L : Enkesitler arasındaki uzaklık (m)

A : Boru kesit alanı (m²)

R_h : Hidrolik yarıçap (m), (A/W_p)

W_p : Islak çevre (m)

1.3 Darcy-Weisbach bağıntısı;

Bu denklem bütün akışkanlar için geçerli olup, her türlü akım koşullarında geçerlidir. Denklemdaki “f” katsayısı Reynold sayısı ile belirlenir.

$Re \leq 2000$ ise akım tipi “Laminer”

$2000 < Re < 4000$ ise akım tipi “Geçiş bölgesi”

$Re \geq 4000$ ise akım tipi “Türbülanslı”

$$h_f = (f/D) (V^2/2g) L$$

f : Darcy-weisbach sürtünme katsayısı

D : Boru iç çapı (m)

h_f : Boru hattında oluşan enerji kaybı (m)

g : Yerçekimi ivmesi (9,81 m/s²)

L : Boru uzunluğu (m)

V : Hız (m/s)

$Re \leq 2000$ ise, $f = 64/Re$

$Re \geq 4000$ ise, f katsayısı en sade olarak;

$$f = [1,8 \times \log (Re/7)]^{-2} \quad (\%1 \text{ hata ile})$$

1.4 Yersel yük kayıpları;

Boru hattının ekyerleri, dirsekler, vanalar redüksiyonlar v.b. elemanlarda hidrolik çevrıntiler nedeniyle ortaya çıkan enerji kayıplarına denir. Bir ekleme parçasının yersel yük kayıplarının hesabı, o parçaya ait “K” yersel yük kaybı katsayısı kullanılarak hesaplanır.

$$h_{ff} = K (V^2/2g)$$

h_{ff} : Yük kaybı (m)

Bazı ek parçalarının “K” değerleri;

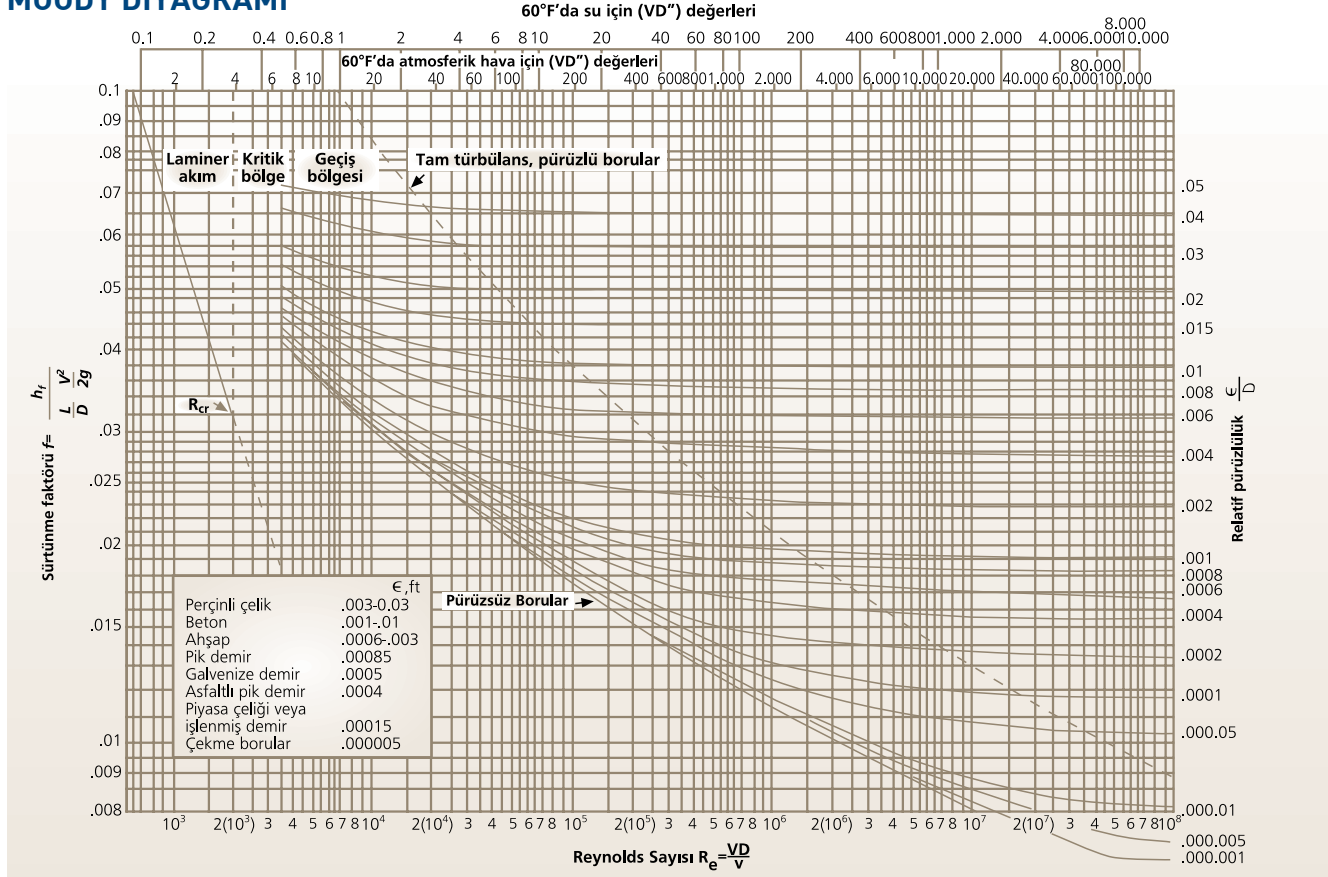
Ek Parça Tipi

K-Değeri

11,25° dirsek	0.09
15° dirsek-tek gönyeli	0.20
22,50° dirsek-tek gönyeli	0.12
30° dirsek-tek gönyeli	0.29
45° dirsek-tek gönyeli	0.50
90° dirsek-tek gönyeli	1.40
180° U parçası	1.30
T braşmandan ana boruya	1.70
Redüksiyon (ardışık çaplar için)	0.70
Redüksiyon (farklı çaplar için)	3.30

MÜHENDİSLİK FORMÜLLERİ

MOODY DİYAGRAMI



2. SU KOÇU BASINCI

Boru hatlarında, su darbesine bağlı olarak anlık aşırı basınçlar meydana gelir. Su koçu basıncı olarak da adlandırılan bu basınç; akışkanın özelliğine, akışkanı taşıyan boru malzemesinin elastisite modülüne ve et kalınlığına bağlı olduğu gibi boru hattının uzunluğuna ve akışkandaki momentum değişimine de bağlıdır. Su darbesi riskine karşı, elastik malzemelerden yapılan borular, boru hattında oluşacak hasarlara karşı çok daha mukavemetli olurlar.

$$P_s = a (SG) \Delta V$$

P_s : Su darbesinden kaynaklanan aşırı basınç (kPa)

SG : Özgül kütle (birimsiz), (su için 1)

ΔV : Akış hızı değişimi (m/s)

a : Dalga yayılma hızı (m/s)

$$a = 1 / [(\rho / g) (1 / 10^9 k + d / 10^9 E(t))]^{0.5}$$

ρ : Sıvı birim hacim ağırlığı (kg/m³)

g : Yerçekimi ivmesi (9,81 m/s²)

k : Hacimsel sıkışma katsayısı (su için 2 GPa)

d : Boru iç çapı (mm)

E : Elastisite modülü (GPa)

t : Boru et kalınlığı (mm)

Kullanılan borunun P_c basıncı, işletme basıncı ve su darbesi basıncı arasında aşağıdaki bağıntı sağlanmalıdır;

$$P_c \geq (P_w + P_s) / 1,4 \text{ (AWWA M45)}$$

P_w : İşletme basıncı

P_s : Su darbesinden kaynaklanan aşırı basınç

3. ÇEMBER EĞİLMESİ

çzin verilebilir maksimum uzun dönem düşey boru sehimi sonucunda oluşacak eğilme miktarı, borunun uzun dönem çember eğilme kapasitesinin belli bir emniyet faktörüne bölünmesiyle elde edilen değeri aşmamalıdır.

Bu şart aşağıdaki denklemle ifade edilebilir:

Gerilme için;

$$\sigma_b = 10^3 D_f E \left(\frac{\Delta y_a}{D} \right) \left(\frac{t_c}{D} \right) \leq 10^3 \frac{S_b E}{FS}$$

fiekil değiştirme için;

$$\epsilon_b = D_f \left(\frac{\Delta y_a}{D} \right) \left(\frac{t_c}{D} \right) \leq \frac{S_b}{FS}$$

MÜHENDİSLİK FORMÜLLERİ

- σ_b : Sehinden dolayı oluşan maksimum çember eğilme gerilmesi(MPa)
- D_f : fiekil faktörü(birimsiz)
fiekil faktörü, boru sehim ile eğilme gerilmesi veya eğilme miktarını ilişkilendiren, boru rijitliğinin, boru bölgesi dolgu malzemesinin ve sıkıştırılma derecesinin, tabii zemin özelliklerinin ve sehim düzeyinin bir fonksiyonudur. D_f tablodan okunur.
- E : Elastisite modülü(GPa)
- Δy_a : Maksimum izin verilebilir uzun dönem düşey boru sehim(mm)
- S_b : Borunun uzun dönem çember eğilme miktarı(mm/mm)
- D : Boru ortalama çapı (mm)
- FS : Dizayn faktörü (1,5)
- ϵ_b : Sehinden dolayı oluşan maksimum çember eğilme miktarı(mm/mm)
- t_t : Toplam et kalınlığı(mm)
 $t_t = t + t_L$

Şekil Faktörleri Tablosu

Boru bölgesi dolgu malzemesi ve sıkıştırma derecesi

Boru Rijitliği	Çakıl		Kum	
	Yok veya çok az	Orta veya Yüksek	Yok veya çok az	Orta veya Yüksek
kPa		fiekil Faktörü	Df (birimsiz)	
62	5,5	7,0	6,0	8,0
124	4,5	5,5	5,0	6,5
248	3,8	4,5	4,0	5,5
496	3,3	3,8	3,5	4,5

4. AŞINMA MUKAVEMETİ

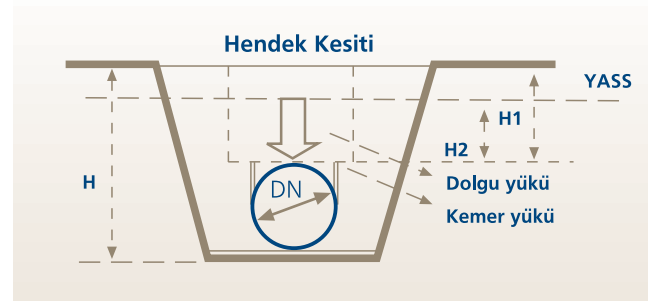
CTP Boruların su ile temas eden iç cidarının su içerisinde taşınan aşındırıcı maddelere karşı yüksek direnci sayesinde borularda zaman içerisinde sürtünme kayıplarında artış olmaz.

CTP Borularda 50 senelik tasarım ömrü ve 100 senelik servis ömrü boyunca malzeme yaşlanmasına bağlı olarak sürtünme kayıplarında artış olmaz

EBS/CTP Boruların cidarının 1/100 hassasiyetle ayna gibi pürüzsüz oluşu, pompaj hatlarında enerji tasarrufu sağlar.

5. YÜZME TAHKİKİ

Henek içerisinde yerleştirilen boruların üzerleri, olası yüzme riskine karşı belli bir yükseklikte geri dolgu malzemesi ile doldurulmalıdır. Aksi takdirde zemindeki yeraltı suyu, yağmur ve sel sularının henek içerisinde birikmesi neticesinde, borularda yüzme olabilir. Yüzen boru hattında yatay ve düşey aşırı açısal sapmalar ile yatay düzlemde eksenden kaçmalar gözlenmekte olup, hattı yeniden eski haline sokmak zaman ve maliyet bakımından bazen oldukça külfetli olmaktadır. Bu gibi durumlara karşı boruların korunması için aşağıda minimum dolgu kriterlerini baz alan örnekler yer verilmiştir.



DN 700 mm çapında bir CTP boru için yüzme tahkiki;

Boru= 0.052 t/m; Su= 1 t/m³; Zemin= 1,80 t/m³.

Su kaldırma kuvveti; $V = (3.14 \times 0.70 \times 0.70 / 4) \times 1.00 = 0.384 \text{ t/m}$

Kemer yükü= $(0.70 \times 0.35 - 3.14 \times 0.70 \times 0.70 / 4 \times 2) \times (1.80 - 1.00) = 0.042 \text{ t/m}$

Dolgu yükü= $0.70 \times h \times (1.80 - 1.00) = 0.56 \times h$

Kaldırma kuvveti için güvenlik faktörü= 1.20 alınır ise;

$1.20 \times 0.384 = 0.042 + 0.56 \times h + 0.052$ den $h = 0,62 \text{ m}$.

(örneklerde $h_1 = h_2$ alınmıştır, yani yer altı su seviyesi zemin yüzeyinde)

DN 1000 mm çapında bir CTP boru için yüzme tahkiki;

Boru= 0.105 t/m; Su= 1 t/m³; Zemin= 1,80 t/m³

Su kaldırma kuvveti; $V = (3.14 \times 1.00 \times 1.00 / 4) \times 1.00 = 0.785 \text{ t/m}$

Kemer yükü= $(1.00 \times 0.50 - 3.14 \times 1.00 \times 1.00 / 4 \times 2) \times (1.80 - 1.00) = 0.086 \text{ t/m}$

Dolgu yükü= $1.00 \times h \times (1.80 - 1.00) = 0.80 \times h$

Kaldırma kuvveti için güvenlik faktörü= 1.20 alınır ise;

$1.20 \times 0.785 = 0.086 + 0.80 \times h + 0.105$ den $h = 0,94 \text{ m}$.

(örneklerde $h_1 = h_2$ alınmıştır, yani yer altı su seviyesi zemin yüzeyinde)

MÜHENDİSLİK FORMÜLLERİ

6. SEHİM

Boru yer altına döşenirken, dış yüklerden dolayı uzun dönemde borunun düşeyde ölçülen sehiminin aşağıda verilen değerler arasında kalması uygundur.

$$\Delta y/D \leq \delta d/D \leq \Delta y_a/D$$

$\Delta y/D$: Beklenen düşey boru sehim

$\delta d/D$: Malatçının öngördüğü uzun dönem düşey boru sehim

$\Delta y_a/D$: Maksimum izin verilebilir uzun dönem düşey boru sehim

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{(D_L W_c + W_L) K_x}{149 PS + 61000 M_s}$$

D_L : Zemin konsolidasyon hızına bağlı ileri sehim faktörü (birimsiz) Uzun dönem sehim tahmini için $DL > 1,00$ alınması uygundur

W_c : Boruya etkileyen düşey zemin yükü (N/m^2)

$$W_c = \gamma_s H$$

γ_s : Zemin birim hacim ağırlığı (N/m^3)

H : Boru üst noktasından itibaren gömme derinliği (m)

W_L : Boruya etkileyen trafik yükü (N/m^2)

K_x : Yataklama katsayısı (birimsiz)

Üniform olmayan boru yataklaması için 0,1;

üniform boru yataklaması için 0,083 alınır

$$W_L = \frac{M_p P I_f}{(L_1)(L_2)}$$

M_p : Çoklu etki faktörü (1,2)

P : Tekerlek yükü (HS-20 için; 71300 N, HS-25 için 89000

N)

I_f : Darbe faktörü

$$I_f = 1 + 0,33 [(2,44-h)/2,44] \geq 1,0$$

h : Dolgu yüksekliği (m)

L_1 : Harekete paralel doğrultudaki yük genişliği (m)

$$L_1 = t_1 + LLDF(h)$$

t_1 : Tekerlek iz boyu (0,25 m)

LLDF: Dolgu derinliğine bağlı hareketli yük faktörü (SC1 ve SC2 için 1,15 diğer tipler için 1,0 alınır)

L_2 : Harekete dik doğrultudaki yük genişliği (m)

$$h \leq h_{int}$$

$$L_2 = t_w + LLDF(h)$$

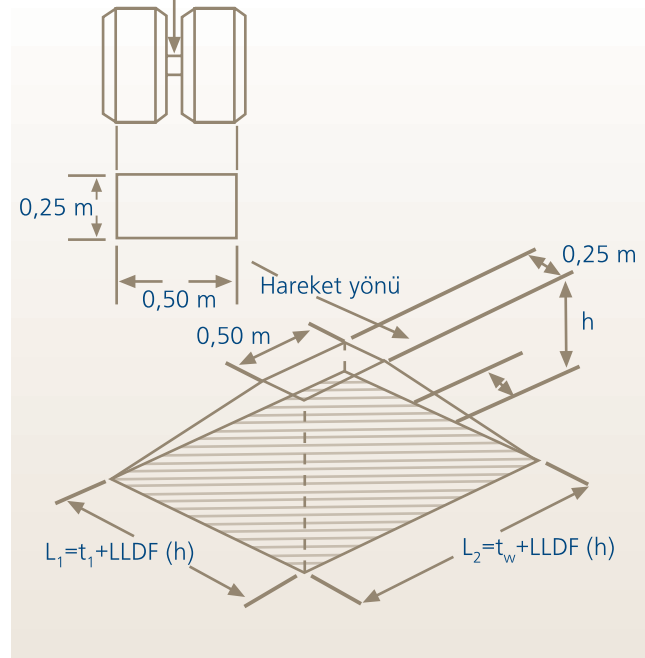
t_w : Tekerlek iz eni (0,5 m)

h_{int} : Tekerlek yükünün etkidiği derinlik

$$h_{int} = (1,83m - t_w) / LLDF$$

$$h > h_{int}$$

$$L_2 = [t_w + 1,83m + LLDF(h)] / 2$$



AASHTO HS-20 ve COOPER E-80 TRAFİK YÜKLERİ

HS-20		Cooper E-80	
Derinlik (m)	W_L (kPa)	Derinlik (m)	W_L (kPa)
0,6	92	0,9	110
0,8	67	1,2	97
0,9	51	1,5	84
1,2	32	1,8	72
1,5	23	2,1	62
1,8	18	2,4	53
2,4	11	3,0	39
3,0	7,6	3,7	32
3,7	5,5	4,6	23
4,6	4,1	6,1	15
6,1	2,8	7,6	10
8,5	1,4	9,1	7,6
12,2	0,7	12,2	4,1

MÜHENDİSLİK FORMÜLLERİ

PS: Boru rijitliği (kPa)

Cam Elyaf Takviyeli Polyester borularda dış yük taşıma ASTM D 2412 standartları ile belirlenir. "Paralel plaka ile yükleme metodu" boru numunesi üzerine kuvvet uygulanarak borunun sehime uğratılması esasına dayanır. %5 sehime karşılık gelen kuvvet değerleri alınarak uygulanır. Numune boyu; DN<1600 mm ise; L=300 mm alınır. DN≥1600 mm için ise L=1, 20xDN alınır.

$$PS = 1000F / \Delta y_c$$

F: Birim uzunluğa etkiyen yük(N/mm)

Δy_c : Düşey yönde sehime (ASTM D2412'ye göre %5 defleksiyon için)

Boru rijitliği, boru ölçüleri ve malzeme özelliklerine göre de hesaplanabilir;

$$PS = \frac{E I 10^6}{0,149 (r + \Delta y_c/2)^3}$$

E: Elastisite modülü(GPa)

I: Atalet momenti(mm⁴/mm) ($I = t_c^3/12$)

t_c : toplam cidar kalınlığı

r: Boru iç yarıçapı(mm)

CTP BORU RİJİTLİK SINIFLARI

ASTM	ISO
9psi-62kPa	1250 Pa
18psi-124kPa	2500 Pa
36psi-248kPa	5000 Pa
72psi-496 kPa	10000 Pa

M_s : Birleşik zemin reaksiyon modülü (MPa)

$$M_s = S_c M_{sb}$$

S_c : Birleşik zemin mesnet faktörü (birimsiz)

M_{sb} : Boru bölgesi dolgu malzemesi reaksiyon modülü (MPa)

S_c değeri için tabloda gerekli olan değerler:

M_{sn} : Tabii zemin reaksiyon modülü (MPa)

B_d : Boru merkezine denk gelen hendek genişliği (mm)



BİRLEŞİK ZEMİN MESNET FAKTÖRLERİ

M_{sn}/M_{sb}	B_d/D 1,25	B_d/D 1,5	B_d/D 1,75	B_d/D 2	B_d/D 2,5	B_d/D 3	B_d/D 4	B_d/D 5
0,005	0,02	0,05	0,08	0,12	0,23	0,43	0,72	1,00
0,01	0,03	0,07	0,11	0,15	0,27	0,47	0,74	1,00
0,02	0,05	0,10	0,15	0,20	0,32	0,52	0,77	1,00
0,05	0,10	0,15	0,20	0,27	0,38	0,58	0,80	1,00
0,1	0,15	0,20	0,27	0,35	0,46	0,65	0,84	1,00
0,2	0,25	0,30	0,38	0,47	0,58	0,75	0,88	1,00
0,4	0,45	0,50	0,56	0,64	0,75	0,85	0,93	1,00
0,6	0,65	0,70	0,75	0,81	0,87	0,94	0,98	1,00
0,8	0,84	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,00
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,5	1,40	1,30	1,20	1,12	1,06	1,03	1,00	1,00
2	1,70	1,50	1,40	1,30	1,20	1,10	1,05	1,00
3	2,20	1,80	1,65	1,50	1,35	1,20	1,10	1,00
≥5	3,00	2,20	1,90	1,70	1,50	1,30	1,15	1,00

ZEMİN TİPİNE ve SIKIŞMA KOŞULUNA BAĞLI M_{sb} DEĞERLERİ

Düşey Gerilme kPa	Derinlik (m) 18,8 kN/m ² yoğunluğundaki zemin için	Rijitlik Kategorileri 1 ve 2 (SC1, SC2)			
		SPD100 MPa	SPD95 MPa	SPD90 MPa	SPD85 MPa
6,9	0,4	16,2	13,8	8,8	3,2
34,5	1,8	23,8	17,9	10,3	3,6
69	3,7	29	20,7	11,2	3,9
138	7,3	37,9	23,8	12,4	4,5
276	14,6	51,7	29,3	14,5	5,7
414	22	64,1	34,5	17,2	6,9

Rijitlik Kategorisi 3 (SC3)

6,9	0,4	9,8	4,6	2,5
34,5	1,8	11,5	5,1	2,7
69	3,7	12,2	5,2	2,8
138	7,3	13	5,4	3
276	14,6	14,4	6,2	3,5
414	22	15,9	7,1	4,1

Rijitlik Kategorisi 4 (SC4)

6,9	0,4	3,7	1,8	0,9
34,5	1,8	4,3	2,2	1,2
69	3,7	4,8	2,5	1,4
138	7,3	5,1	2,7	1,6
276	14,6	5,6	3,2	2
414	22	6,2	3,6	2,4

SPD: Standart proktor sıklığı (%)

MÜHENDİSLİK FORMÜLLERİ

BORU BÖLGESİNDEKİ TABİİ ZEMİN REAKSİYON MODÜL DEĞERLERİ

Tabii Zeminler				
Granüler		Kohezyonlu		
Darbe (0,3m)	Açıklama	q _u (kPa)	Açıklama	M _{sn} (MPa)
>0-1	çok çok gevşek	0-13	çok çok yumuşak	0,34
1-2	çok gevşek	13-25	çok yumuşak	1,4
2-4		25-50	yumuşak	4,8
4-8	gevşek	50-100	orta	10,3
8-15	hafif sıkı	100-200	sıkı	20,7
15-30	sıkı	200-400	çok sıkı	34,5
30-50	yoğun	400-600	sert	69,0
>50	çok yoğun	>600	çok sert	138,0

ZEMİN RİJİTLİK KATEGORİLERİ

Zemin Rijitlik Kategorisi	Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırması Sistemi Zemin Grupları
SC1	Kırmataş ≤15 kum, maksimum %25 3/8-in. elekten geçen ve maksimum %5 No.200 elekten geçen
SC2	Temiz, iri daneli zeminler SW, SP, GW, BP veya bu sembollerle başlayan %12 veya daha azı No.200 elekten geçen zeminler
SC3	İnce dane içeren iri daneli zeminler GM, GC, SM, SC veya bu sembollerle başlayan %12 den fazla ince daneli zeminler Kumlu veya çakıllı ince daneli zeminler CL, ML (veya CL-ML, CL/ML, ML/CL) %30 veya daha fazlası No.200 elekten geçmeyen
SC4	İnce daneli zeminler CL, ML (veya CL-ML, CL/ML, ML/CL) %30 veya daha azı No.200 elekten geçmeyen
SC5	Yüksek plastik ve organik zeminler MH, CH, OL, OH, PT

7. BİRLEŞİK YÜKLEME

İç basınç ve sehmin bir arada etkisinden doğan maksimum şekil değiştirme ve gerilme denklemleri;

Gerilme için;

$$\frac{\sigma_{pr}}{HDB} \leq \frac{1 - \left(\frac{\sigma_b r_c}{S_b E \times 10^3} \right)}{FS_{pr}}$$

$$\frac{\sigma_b r_c}{S_b E \times 10^3} \leq \frac{1 - \left(\frac{\sigma_{pr}}{HDB} \right)}{FS_b}$$

şekil değiştirme için;

$$\frac{\epsilon_{pr}}{HDB} \leq \frac{1 - \left(\frac{\epsilon_b r_c}{S_b} \right)}{FS_{pr}}$$

$$\frac{\epsilon_b r_c}{S_b} \leq \frac{1 - \left(\frac{\epsilon_{pr}}{HDB} \right)}{FS_b}$$

FS_{pr} : Basınç dizayn faktörü (1,8)

FS_b : Eğilme dizayn faktörü (1,5)

σ_{pr} : İç basınca bağlı gerilme (MPa)

$$\sigma_{pr} = P_w D / 2t$$

P_w : Çalışma basıncı (kPa)

D : Ortalama çap (mm)

t : Et kalınlığı (mm)

σ_b : İzin verilen maksimum sehime göre eğilme gerilmesi (MPa)

$$\sigma_b = D_f E (\delta d / D) (t_c / D)$$

r_c : Yeniden şekillenme katsayısı (birimsiz)

$$P_w \leq 3000 \text{ kPa} \Rightarrow r_c = 1 - P_w / 3000$$

ε_{pr} : İç basınca bağlı şekil değiştirme (mm/mm)

$$\epsilon_{pr} = P_w D / 2 t E H$$

ε_b : İzin verilebilir maksimum sehindeki eğilme miktarı (mm/mm)

$$\epsilon_b = D_f (\delta d / D) (t_c / D)$$

δd : İzin verilebilir maksimum uzun dönem sehimi (mm)

8. BURKULMA

Dış yüklerin toplamı izin verilebilir burkulma basıncına eşit veya daha az olmalıdır. <zin verilebilir burkulma basıncı;

$$q_a = \frac{(1,2 C_n) (EI)^{0,33} (\varphi_s 10^6 M_s k_v)^{0,67} R_h}{(FS)r}$$

q_a : <zin verilebilir burkulma basıncı (kPa)

FS : Dizayn faktörü (2,5)

C_n : Lineer olmayan etkileri hesaplamak için dizayn faktörü (0,55)

φ_s : Sıkıştırılmış zemin rijitliği ile ilgili değişkenlik faktörü (önerilen değer 0,9 dur)

k_v : Zemin poison oranı düzeltme faktörü

$k_v = (1+\nu)(1-2\nu)/(1-\nu)$ (Genel olarak; $\nu=0,3$ ve $k_v=0,74$ değerleri kullanılır)

R_h : Dolgu yüksekliği düzeltme faktörü
 $11,4/(11+D/1000 h)$

h : Boru üst noktasından itibaren zemin yüzeyine kadar olan yükseklik (m)

Burkulma için alternatif denklem;

$$q_a = \left(\frac{1}{FS} \right) [1,2 C_n (0,149 PS)^{0,33}] (\varphi_s 10^6 M_s k_v)^{0,67} R_h$$

Standart boru döşeme tiplerinde burkulma aşağıdaki denklem ile değerlendirilebilir:

$$[\gamma_w h_w + R_w (W_c)] \times 10^{-3} + P_v \leq q_a$$

γ_w : Suyun özgül ağırlığı (9800N/m³)

P_v : <ç vakum basıncı (kPa)

R_w : Su kaldırma faktörü

$$R_w = 1 - 0,33(h_w/h) [0 \leq h_w \leq h]$$

Trafik yükleri de hesaba katılacak olursa aşağıdaki denklem kullanılabilir:

$$(\gamma_w h_w + R_w (W_c) + W_L) \times 10^{-3} \leq q_a$$

TAŞIMA ve STOK

- CTP borular içiçe konulmak suretiyle teleskobik yüklemeye uygundur.
- Hafif malzemeler oldukları için yatay ve düşey taşımalarda büyük iş makinelerine ihtiyaç duyulmaz.



- Teleskobik yükleme olanağı naklieden ve stok sahası kullanımından ekonomi sağlar.
- Boruların bir ucuna manşonlar takılı olarak sevkedildikleri için ilave manşon nakliyesi gerekmediği gibi, sahada hızlı montaj yapımına olanak sağlar.
- Borular ultraviyole ışınlarına karşı dayanıklı üretildikleri için, açık sahada stoklanabilir.
- Borular şantiyede askıya alınarak taşınacak ise, halat ile boru ucu arasındaki mesafe $L' < L/4$ oranını geçmemelidir (L: boru boyu)
- Borular halat ile tek noktadan tutularak kaldırılacak ise, emniyet bakımından denge için uçlardan biri kesinlikle elle tutulmamalı buraya kement atılmalıdır.



- Yatay ve düşey taşımalarda boru sert ve sivri bir cisim üzerine düşürülürse, boru içten ve dışarıdan gözle kontrol edilmeli, yıldız çatlakların oluşmadığı gözlenmelidir.
- Borular arasında kalaslar ile mesnetleme yapma zorunluluğu olması halinde, kalaslar arasındaki mesafe 6 metreyi geçmemelidir.

Maksimum istifleme sehim:

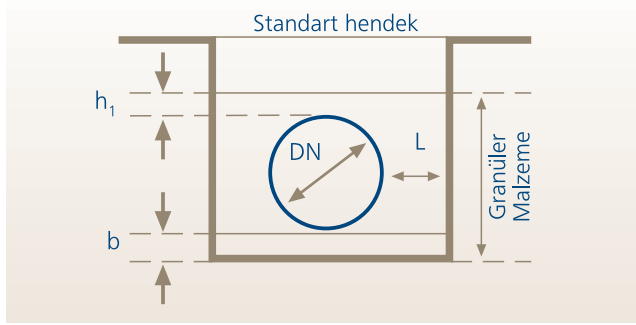
SN2500 borularda: %2,5

SN5000 borularda: %2,0

SN10000 borularda: %1,5

BORU HENDEĞİ

CTP boruların montajı için oluşturulacak standart tip boru hendeği, şematik olarak verilmiştir. CTP borular SN2500, 5000 ve 10000 N/m² rijitlik değerlerinde üretilmekte olup, şantiye uygulamalarında, boru üzerine gelecek yüklere (trafik, dolgu yükü v.b.) göre çeşitli alternatifli montaj seçenekleri sunulmaktadır.



$$h_1 = D/2 \text{ (max.300 mm)}, b = D/4 \text{ (min. 150 mm)}$$

DANE ÇAPLARI

DN (mm)	a (mm)
<300	10
300-600	15
700-1000	20
>1000	30

YASTIK TABAKASI

DN	b (mm)
300	75
350-500	100
600-2500	150

ÇALIŞMA ALANI

DN (mm)	L (mm)
200-350	150
400-500	200
600-900	300
1000-1600	450
1800-2600	600

Hendekten çıkarılan toprak, boru bölgesi dolgu malzemesi olarak kullanılacak ise, maksimum dane çapları tablosundaki değerlerin iki katına çıkamaz.

BORU BÖLGESİ DOLGU MALZEMESİ (ASTM D2487)

ÇAKIL	GW, GP, GW-GC GW, GM, GP-GC GP-GM
TEMKZ KUM	SW, SP, SW-SC SW-SM, SP-SC SP-SM
KUM	SW, SP, SW-SC SW-SM, SP-SC SP-SM, SM*, SC* GM*, GC*



Zemin altına döşenmiş olan CTP borularda başlangıç sehim limitleri; Basıncılı borularda DN≥300 mm için %3. Basıncısız borularda DN≥300 mm için %6'dır.

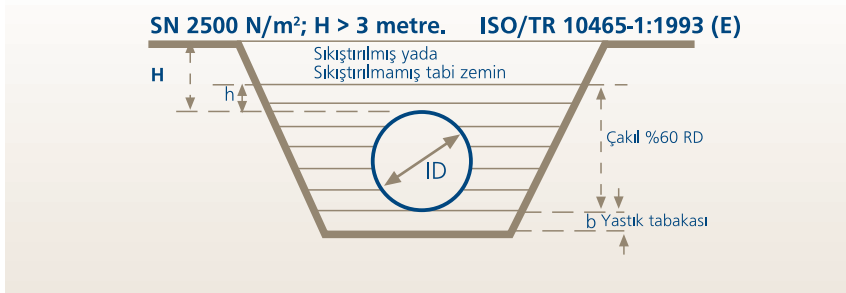
HENDEK KESİTLERİ



SPD: Standart proktor sıklığı

RD: Rölatif yoğunluk

Boru dış çapının % 70 lik kısmına kadar granüler malzeme ile dolgu yapılır.



Borunun tepesinden itibaren (h) mesafesine kadar granüler malzeme ile dolgu yapılır. Bu yükseklik (h) min. 100 mm max. 300 mm dir.



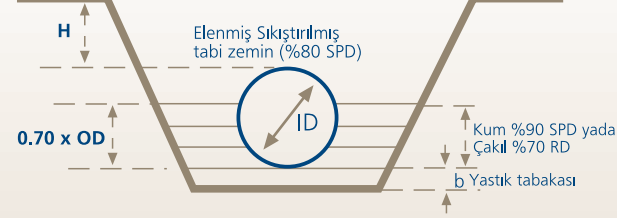
Montajı yapılmış olan CTP borularda sehim limitleri

Sehim (%)	Zemin Grupları				
	1	2	3	4	5
DN ≥ 300 mm (başlangıç)	4	3,5	3	2,5	2
DN < 300 mm (başlangıç)	2,5	2,5	2	1,5	1,5
Uzun dönem	6	6	6	6	6

Zemin Grupları	1	2	3	4	5
İnce daneli zeminler	çok sert	sert	orta sert	yumuşak	çok yumuşak
Kaba daneli zeminler	çok yoğun	yoğun	orta sert	gevşek	çok gevşek

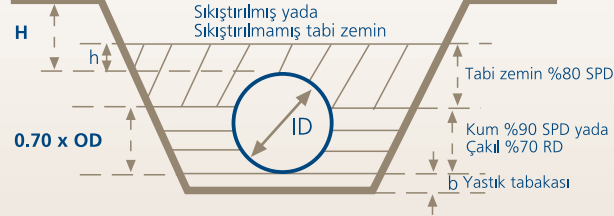
HENDEK KESİTLERİ

SN 5000 N/m²; H ≤ 3 metre ISO/TR 10465-1:1993 (E)



Boru dış çapının % 70 lik kısmına kadar granüler malzeme ile dolgu yapılır.

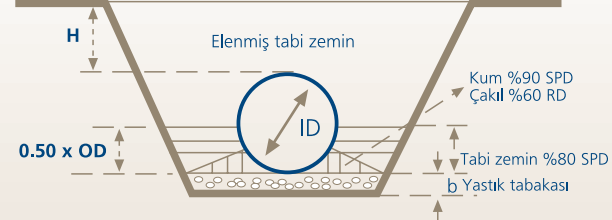
SN 5000 N/m²; H > 3 metre. ISO/TR 10465-1:1993 (E)



Borunun çapının %70 lik kısmına kadar granüler malzeme ile dolgu yapıp buradan itibaren (h) mesafesine kadar elenmiş sıkıştırılmış tabii zemin ile dolgu yapılır. Burada (h) mesafesi min. 100 mm maksimum 300 mm alınır.

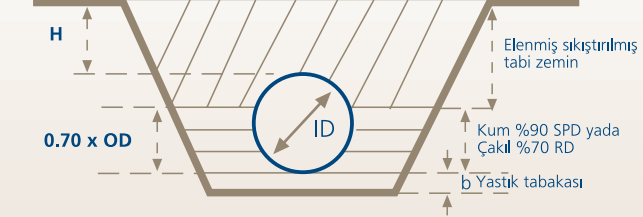


SN 10000 N/m²; H ≤ 3 metre ISOTR 10465-1:1993 (E)



Boru dış çapının % 25 lik kısmına kadar granüler malzeme ile dolgu yapılır.

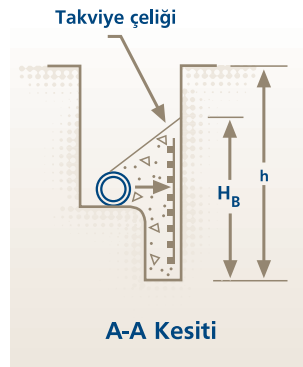
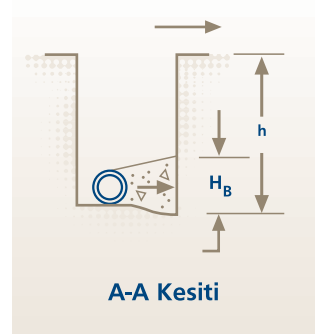
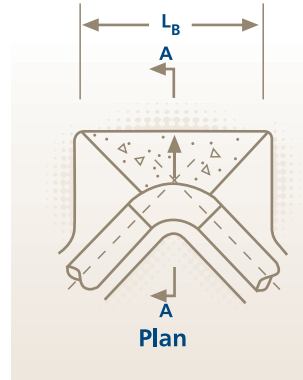
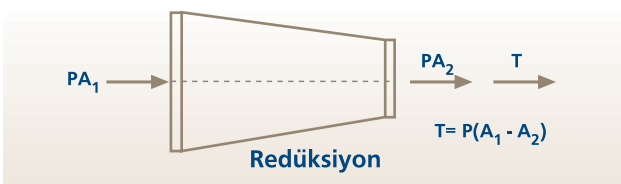
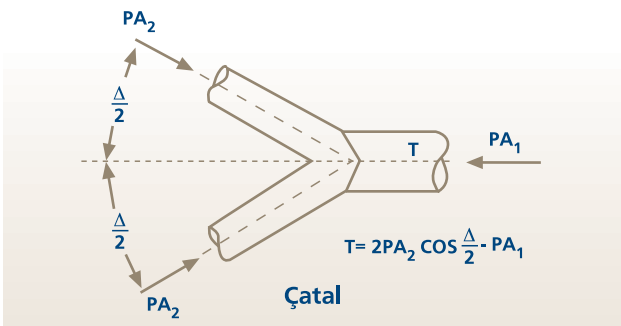
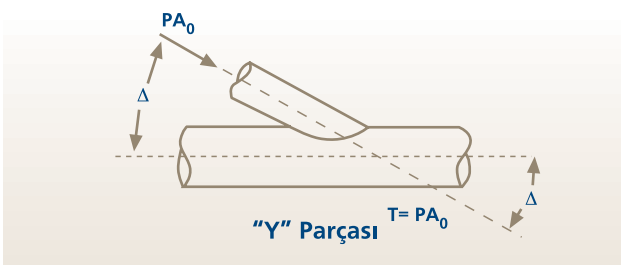
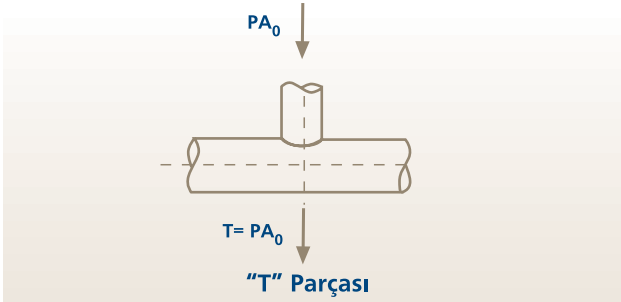
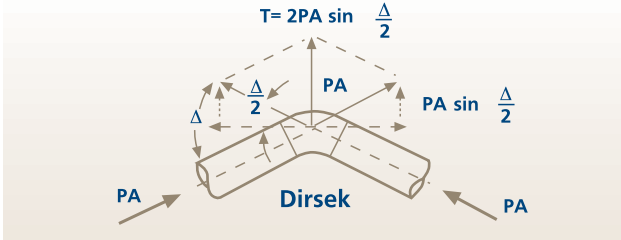
SN 10000 N/m²; H > 3 metre. ISO/TR 10465-1:1993 (E)



Borunun çapının %70'lik kısmına kadar granüler malzeme ile dolgu yapılır.



TESPİT KÜTLELERİ



Boruların kuvvet bölgelerinden çıkmaması için beton tespit kütleleri içerisine alınması gerekir. Bu amaçla kullanılan formüller aşağıda verilmiştir.

$$L_b \times H_b = \frac{(T \times FS)}{1000 \sigma}$$

$$T = 2000 P \times A \times \sin(\Delta/2)$$

$L_b \times H_b$ = Tespit bloğunun yaslanma alanı (m²)

T = tme kuvveti (N)

σ = Zemin emniyet gerilmesi (kPa)

FS = Dizayn faktörü (1,5)

P = iç basınç (kPa)

A = Boru kesit alanı (m²)

$A = (\pi/4) (D_j/1000)^2$

D_j = Birleşim yeri çapı (mm)

Δ = Eğim açısı (derece)



VAKUM

Negatif iç basınç (vakum) değerleri

DÖŞEME TİPİ	SN 2500 N/m ² *	SN 5000 N/m ²	SN 10000 N/m ²
1	-1.00	-1.00	-1.00
2	-0.25/-0.50 (4mt)**	-0.75/1.00 (6mt)**	-1.00
3	-0.25	-0.50/-0.75 (4 mt)**	-1.00
4	-	-0.25/-0.50 (4 mt)**	-1.00

* Minimum gömme derinliği 0.50 x DN

** Maksimum gömme derinliği değerleri tablodan alınacak.

Vakum, rijitlik, dolgu derinliği ilişkisi

DÖŞEME TİPİ	TABİİ ZEMİN GRUPLARI TRAFİK YOK					DÖŞEME TİPİ	TABİİ ZEMİN GRUPLARI TRAFİK VAR (AASHTO-H20)				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
	SN 2500						SN 2500				
1	14	8	6	5	NR	1	14	8	6	5	NR
2	9	5	4	3	NR	2	8	4	3	2.5	NR
3	6	4	3	NR	NR	3	6	4	2	NR	NR
4	NR	NR	NR	NR	NR	4	NR	NR	NR	NR	NR

DÖŞEME TİPİ	TABİİ ZEMİN GRUPLARI TRAFİK YOK					DÖŞEME TİPİ	TABİİ ZEMİN GRUPLARI TRAFİK VAR (AASHTO-H20)				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
	SN 5000						SN 5000				
1	16	10	8	6	2.5	1	16	10	8	6	2
2	10	6	5	4	1.5	2	10	5	4	3	NR
3	8	5	4	3	NR	3	8	4	3	2	NR
4	6	4	2	NR	NR	4	6	3	2	NR	NR

DÖŞEME TİPİ	TABİİ ZEMİN GRUPLARI TRAFİK YOK					DÖŞEME TİPİ	TABİİ ZEMİN GRUPLARI TRAFİK VAR (AASHTO-H20)				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
	SN 10000						SN 10000				
1	18	12	11	9	4	1	18	12	11	9	4
2	15	9	7	6	2.5	2	15	9	7	5	2
3	14	8	6	5	2	3	14	8	6	4	1.5
4	12	7	5	4	1.5	4	12	7	5	3	1

ZEMİN GRUBU

Kohezyonlu zeminler

Granüler zeminler

1	2	3	4	5
Çok sert	Sert	Orta	Yumuşak	Çok Yumuşak
Çok Yoğun	Yoğun	Orta	Gevşek	Çok Gevşek

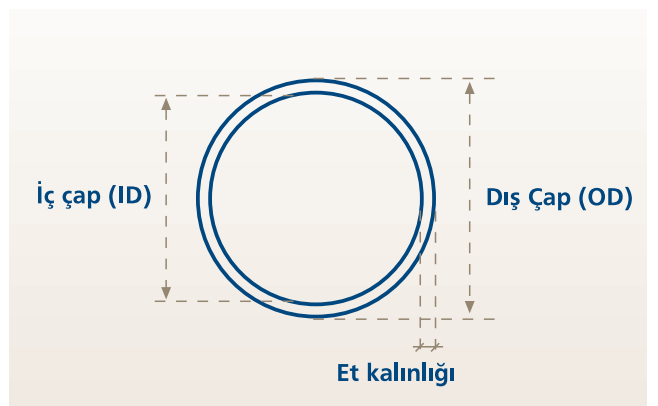
BORU ve EK PARÇA BOYUTLARI

Boru

DN Nominal çap (mm)	OD PN6 dış çap (mm)	OD PN10 dış çap (mm)	OD PN16 dış çap (mm)	OD PN25 dış çap (mm)	OD PN32 dış çap (mm)
300	310	310	310	310	310
400	412	412	412	412	412
500	514	514	514	514	514
600	616	616	616	616	616
700	718	718	718	718	718
800	820	820	820	820	820
900	924	924	924	924	924
1000	1026	1026	1026	1026	1026
1200	1229	1229	1229	1229	1229
1400	1434	1434	1434	1434	1434
1600	1638	1638	1638		
1800	1842	1842	1842		
2000	2046	2046	2046		
2200	2250	2250	2250		
2400	2453	2453			
2600	2658	2658			
2800	2861	2861			

Manşon

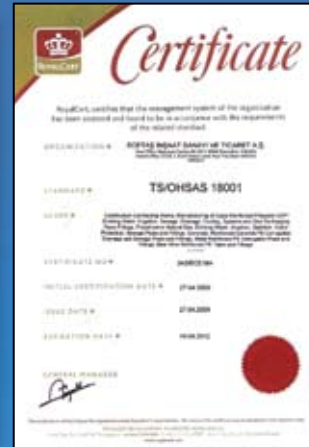
DN Nominal (mm)	ID İç çap (mm)	GENİŞLİK (mm)
300	313	250 mm.
400	415	250 mm.
500	517	250 mm.
600	619	250 mm.
700	721	250 mm.
800	823	300 mm.
900	927	300 mm.
1000	1028	300 mm.
1200	1232	300 mm.
1400	1436	300 mm.
1600	1640	300 mm.
1800	1844	300 mm.
2000	2048	300 mm.
2200	2252	300 mm.
2400	2456	300 mm.
2600	2660	300 mm.
2800	2865	300 mm.



KİMYASAL MADDE DAYANIMI

Kimyasallar	Dayanım	Kimyasallar	Dayanım
Etil alkol	x	Magnezyum klorür	x
İzopropil alkol	x	Magnezyum sülfat	x
Alüminyum oksit	x	Civa	x
Alüminyum klorür	x	Merkuris klorür	x
Alüminyum florür	x	Ferro klorür	x
Baryum klorür	x	Ferro nitrat	x
Kalsiyum nitrat	x	Ferro sülfat	x
Amonyum klorür	x	Flobonik asit	x
Amonyum nitrat	x	Fluosilik asit	x
Amonyum fosfat	x	Formik asit	x
Amonyum sülfat	x	Stearik asit	x
Asitferik klorür	x	Sodyum bisülfat	x
Asitferik nitrat	x	Sodyum bromit	x
Asitferik sülfat	x	Sodyum klorür	x
Baryum sülfat	x	Sodyum nitrat	x
Sodyum sülfat	x	Sodyum nitrit	x
Bakır nitrat	x	Sülfirik asit	x
Tuzlu su	x	Sirke	x
Glikoz	x	Gliserin	x
Alüminyum nitrat	x	Potasyum nitrat	x
Potasyum sülfat	x	Nikel klorür	x
Karbondioksit	x	Nikel nitrat	x
Karbonmonoksit	x	Nikel sülfat	x
Bakır klorür	x	Fosforik asit	x
Potasyum bikarbonat	x	Malt	x
Potasyum klorür	x	Kalsiyum klorür	x
Kalsiyum sülfat	x	Ham petrol	x
Bakır sülfat	x	Etilen glikol	x
Sıvı hidrojen sülfür	x		

x: Dayanıklı



EBS®
ECE BORU SİSTEMLERİ



MERKEZ OFİS

Meşrutiyet Caddesi No: 28/11 06640
Bakanlıklar / ANKARA
Tel: +90 (312) 418 92 16 Faks: +90 (312) 425 24 07

İSTANBUL OFİS

36. Ada Ata 2/2 Blok D:89 Ataşehir
İSTANBUL, TÜRKİYE
Tel: +90 (216) 456 96 62-63 Faks: +90 (216) 456 96 48

FABRİKA

3. Organize Sanayi karşı, Mercan Mevkii,
Gürle Yolu Üzeri 45020 MANİSA
Tel: +90 (236) 213 07 87 Faks: +90 (236) 213 07 86

www.ebsboru.com | ecetasas@ecegrup.com.tr