

# Kanalizasyon

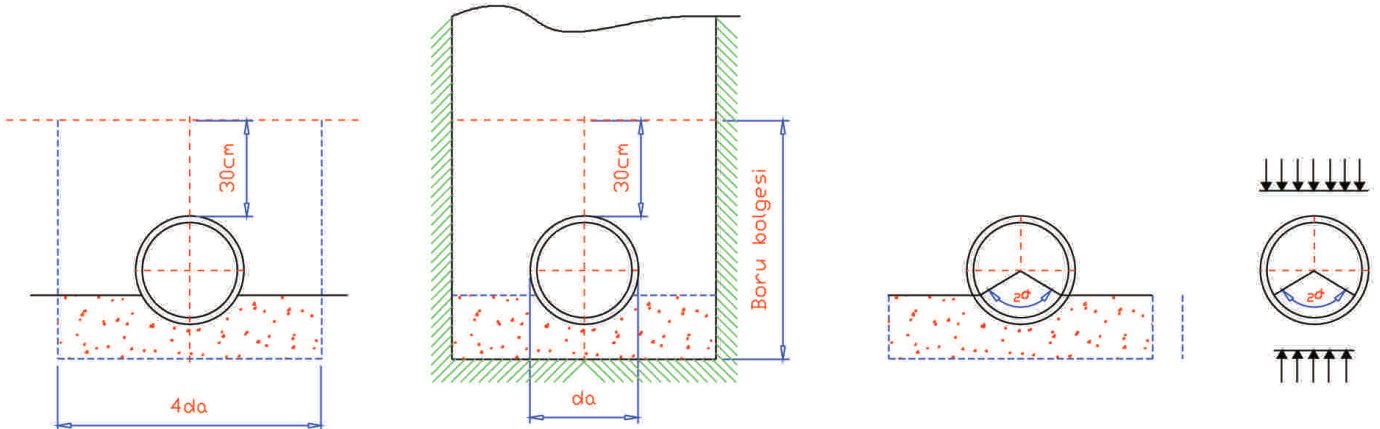
## Uygulama Teknikleri

### FKS Borularının Kanalizasyon Uygulama Tekniği

Kanalizasyon ve yağmur suyu hatları genel olarak üzerinde devamlı değişken trafik yüklerinin olduğu, yerleşim alanlarının cadde ve sokaklarından geçen, üzeri değişik malzemeler ile kaplanmış, ilk yatırım maliyeti de çok yüksek olan hatlardır. Konumu gereği bu hatlara sık müdahale edilemez ve müdahale maliyetleri de çok yüksektir. Bu nedenle kanalizasyon hatlarının çok uzun yıllar sağlıklı olarak hizmet verebilmesi için iyi bir projelendirme kadar, boruların seçiminin de çok iyi yapılmış olması büyük önem taşımaktadır.

Kanalizasyon hatlarında en çok karşılaşılan sorunlar, çökme ve kırılma, boru içine bitki köklerinin girmesi gibi çeşitli nedenlerle oluşan tıkanmalar ve zemin sularının boru içerisine sızmasıdır. Özellikle zemin suyunun boru içerisine sızması, kanalizasyon hatlarının kapasitesinin dolmasına neden olduğu gibi arıtma tesisi olan sistemlerde arıtmanın işletme maliyetini de artırmaktadır. Deniz kenarında olan hatlarda tuzlu suyun boru içerisine girmesi arıtma tesislerinde mekanik donanımın hızla korozyona uğramasına neden olduğu gibi, biyolojik arıtmalarda bakterileri yok ederek sistemin tamamen devre dışı kalmasına neden olmaktadır.

FKS borular hafif olduklarından küçük çaplı borular iş makinelerine gerek duyulmaksızın, büyük çaplı borular ise küçük iş makineleri ile halatla askıya alınarak çok kolaylıkla kanala indirilebilirler. Kural olarak tüm borular kanala düzgün bir hat olarak yerleştirilirler. Fakat FKS borular esnek yapıda oldukları için küçük çaplı borular sınırlı ölçüde bükülebildiği gibi büyük çaplı borulara muf kısmından bağlantı yapılırken 0,5°'lik bir eğim vermek mümkündür (Ör: 5 m. uzunluktaki bir boru için 5 cm.)



## Kanal Kazısı

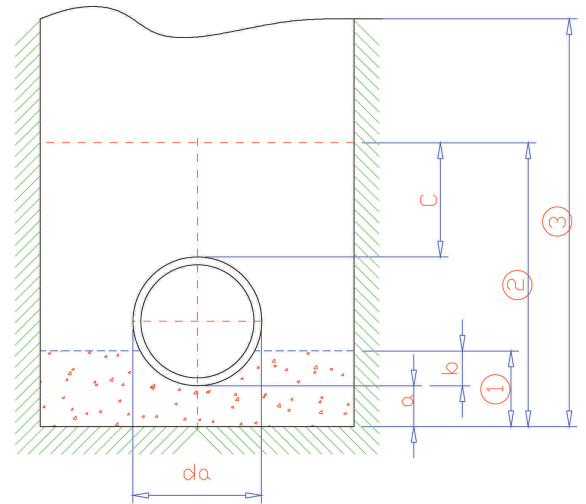
Minimum kanal genişliği iyi bir dolgu sıkıştırması yapabilmek için boru dış çapına göre her iki yandan 50 cm boşluk kalacak şekilde yapılmalıdır. Boru altına serilecek yatak tabakası DIN 4033 standardı gereği minimum "100 mm + 1/10 x boru nominal çapı" kadar olmalıdır. FKS borular için döşeme eğimi 120° ile 180° arasında olmalıdır. Gerek FKS boru seçiminde, gerekse kanal kazısı ve dolgu işleminde arazinin toprak yapısının bilinmesi gereklidir. ATV 127 standardına göre toprak tanımlamaları aşağıdaki gibidir.

**G 1:** Masif volkanik kayalar, ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar ve sert tortul kayalar. Çok sıkı kum çakıl, çok katı kil ve siltli kil.

**G 2:** Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksiz düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortu kayalar. Sıkı kum çakıl, çok katı kil ve siltli kil.

**G 3:** Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan, çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar. Orta sıkı kum çakıl, katı kil ve siltli kil.

**G 4:** Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları. Gevşek kum, yumuşak kil ve siltli kil.



**da** : Dış çap,

**a** : Alt yatak dolgu kalınlığı

**b** : üst yatak dolgu kalınlığı

**c** : üst dolgu kalınlığı

**1** : yastık dolgu kalınlığı

**2** : dolgu yüksekliği

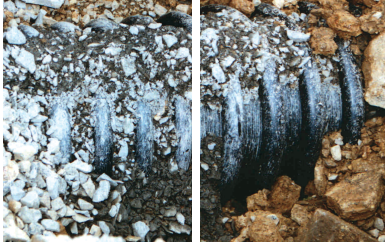
**3** : kanal derinliği

# Kanalizasyon

## Uygulama Teknikleri

### Kanal Dolgu Malzemesi

Kanal dolgu malzemesi, boruların sıkıştırma esnasında zarar görmesini engelleyecek şekilde, dayanıklı stabilite ve yeterli taşıma kabiliyeti olan malzeme sınıfından seçilmelidir. Donmuş malzemeler ve boruya zarar verebilecek keskin köşeli, sivri uçlu taşlar vs. dolgu malzemesi olarak kullanılamazlar. Aşağıda belirtilmiş olan malzemeler kanal dolgu malzemesi olarak uygundur.



Dolgu için uygun

Dolgu için uygun değil

- Yuvarlak kenarlı dolgu malzemesi.
- Tane çakıl.
- Çeşitli irilikteki çakıl taşı.
- Kum.
- Çakıllı kum (maksimum çap 20 mm).
- Kıрма taş (maksimum çap 11 mm).

### Boruların Yataklanması

Kazı toprağı dolguya elverişli ise, yataklamaya gerek kalmadan boru doğrudan kanal tabanına yatırılabilir. Kazı toprağı dolguya elverişli değil ise (taşlı, sulu vs.) kanal derinliği artırılır ve kuru dolgu malzemesi ile (Ör: kum) yataklama yapıldıktan sonra boru yatak üzerine yerleştirilir. Dolgu malzemesi olarak yukarıda belirtilen malzemeler seçilerek yataklamanın kalınlığı minimum 100 mm. + 1/10 DN (mm.) olacak şekilde yapılır.

Açılan kanalda su mevcut ise yataklama işlemi yapılmadan önce su tamamen boşaltılarak yataklamanın yapılması gereklidir.



## Dolgu ve Sıkıştırma

FKS borular döşenip kaynak işlemi yapıldıktan sonra, dolgu işlemi yapılmadan önce sızdırmazlık testi yapılmalıdır. Dolgu malzemesi borunun her iki yanına 30 cm. kalınlığında döküldükten sonra hafif çalışan kompaktör ile % 95 mukavemet sağlanıncaya kadar sıkıştırılmalıdır. Bu işlem her 30 cm.'de bir boru üstünü 30 cm. geçinceye kadar devam etmelidir. Boru üzeri 30 cm. geçtikten sonra orta güçte kompaktör ile dolgu işlemi tamamlanmalıdır. Sıkıştırma derecesi statik hesaplamalara uymalı (minimum % 95 oranında olması gerekmektedir.) Dolgunun döşenmesi esnasında hangi tip kompaktörün kullanılması gerektiği, kompaktörün dolgu üzerinden kaç kez geçmesi gerektiği ve dolgu kalınlığı gibi bilgiler dolgu aşamalarına göre tabloda belirtilmiştir.



### Dolgu malzemesi sınıfları:

V 1 : Yapışık olmayan ya da hafif yapışık kum ve çakıl	Kullanıma uygun
V 2 : Yapışık, karışık taneli karma kum ve çakıl	Kullanıma çok uygun
V 3 : Yapışık, tanesiz toprak, çamur ve kil	Kullanılmaz

FKS boruların profilleri arasına giren dolgu malzemesi, iyi bir gömlekleme oluşturarak boruyla bütünleşerek borunun yük mukavemetini artırır.

### Toprak Sıkıştırma Oranı, Dolgu Kalınlığı ve Kompaktör Geçiş Sayısı Cetveli

Kompaktör tipi	Kompaktör ağırlığı kg	Kompaktörle Sıkıştırma İşlemi									
		V 1			V 2			V 3			
		Kullanıma uygun	Dolgu kalınlığı cm.	Geçiş sayısı	Kullanıma uygun	Dolgu kalınlığı cm.	Geçiş sayısı	Kullanıma uygun	Dolgu kalınlığı cm.	Geçiş sayısı	
<b>1. Hafif kompaktör (dolgu için)</b>											
Zıpzip	Hafif	max 25 kg	+	max 15	2-4	+	max 15	2-4	+	max 10	2-4
Kompaktör	Orta	25-60 kg	+	20-40	2-4	+	15-30	3-4	+	10-30	2-4
Yuvarlak											
Kompaktör	Hafif	max 100 kg	0	20-30	3-4	+	15-25	3-5	+	20-30	3-5
Kompaktör	Hafif	max 100 kg	+	max 20	3-5	0	max 15	4-6	-	-	-
	Orta	100-300kg	+	20-30	3-5	0	15-25	4-6	-	-	-
Silindir											
Kompaktör	Hafif	max 600 kg	+	20-30	4-6	0	15-25	5-6	-	-	-
<b>2. Orta ve ağır kompaktör (üst dolgu için)</b>											
Zıpzip	Orta	25-60 kg	+	20-40	2-4	+	15-20	2-4	+	10-30	2-4
Kompaktör	Ağır	60-200 kg	+	40-50	2-4	+	20-40	2-4	+	20-30	2-4
Yuvarlak	Orta	100-500 kg	0	20-40	3-4	+	25-35	3-4	+	20-30	3-5
Kompaktör	Ağır	max 500 kg	0	30-50	3-4	+	30-50	3-4	+	30-40	3-5
Kompaktör	Orta	300-750 kg	+	30-50	3-5	0	20-40	3-5	-	-	-
Silindir											
Kompaktör	Orta	600-8.000 kg	+	20-50	4-6	+	20-40	5-6	-	-	-

# Kanalizasyon

## Uygulama Teknikleri

### Üst Dolgu

Dolgu malzemesi kanala dökülürken boru hattının yer değiştirmesine sebebiyet vermemesi için, az miktarlarda dökülmeli ve stabilite emniyeti için sıkıştırmanın çizelgede belirtilen şartlara uygun yapılması gerekmektedir. Kompaktör, borular kaynatıldıktan ve dolgu, boru tavanını 1 m. geçtikten sonra borular üzerinden geçebilir. Dolgu, boru tavanını 1 m. geçmemiş ise kompaktör dahil olmak üzere ağır iş makineleri ve her türlü aracın boru üzerinden geçirilmesi sakıncalıdır. Sıkıştırma işlemi yapılırken mutlaka kompaktör kullanılmalıdır. Tokmak ile yapılacak sıkıştırma işlemi yeterli ve sağlıklı olmayacağından bu işlem için tokmak kullanımı uygun değildir.

Boru üzeri asgari 30 cm. dolgu malzemesi ile örtülüp gerekli sıkıştırma yapıldıktan sonra üzeri kazı toprağı ile örtülebilir. Eğer kanal üzerinde trafik yükü var ise bu malzeme de kompaktör ile mutlaka sıkıştırılmalıdır.

### FKS Borular Relining Uygulama Tekniğı

Altyapı uygulamaları zor ve zahmetli çalışmalardır. Uygulama safhasında belirsizliklerden kaynaklanan sürprizlerle karşılaşmak her zaman mümkündür. Çoğu zaman uygulamalar esnasında açık kazı yapılması mümkün olmayan dar ve kapalı alanlarda boru döşemesi gerekmektedir.

Bu tür sorunlar en çok yerleşim alanlarında altyapı yenilemesi yapılmadan, mevcut binaların yıkılarak içerisinde daha çok insanın yaşadığı çok katlı binaların yapıldığı birimlerde karşımıza çıkmaktadır. Zaman içerisinde mevcut altyapının çöküntü, tıkanma gibi nedenlerle kullanılamaz hale gelmesi veya kapasitesinin yetersiz hale gelmesi ile yenilenmeleri gerekir.

Bu gibi durumlarda FKS borular relining yöntemi ile eski hatların içerisinden çok rahatlıkla geçirilebilir. Özellikle beton boruya nazaran sürtünme katsayısının çok düşük olması nedeniyle mevcut beton borulardan bir alt çapı kullanabilme imkanı, beton boruların içerisinden FKS boruların geçirilerek çok büyük kazı yapılmadan sorunun kalıcı ve ekonomik olarak çözülmesini sağlar.

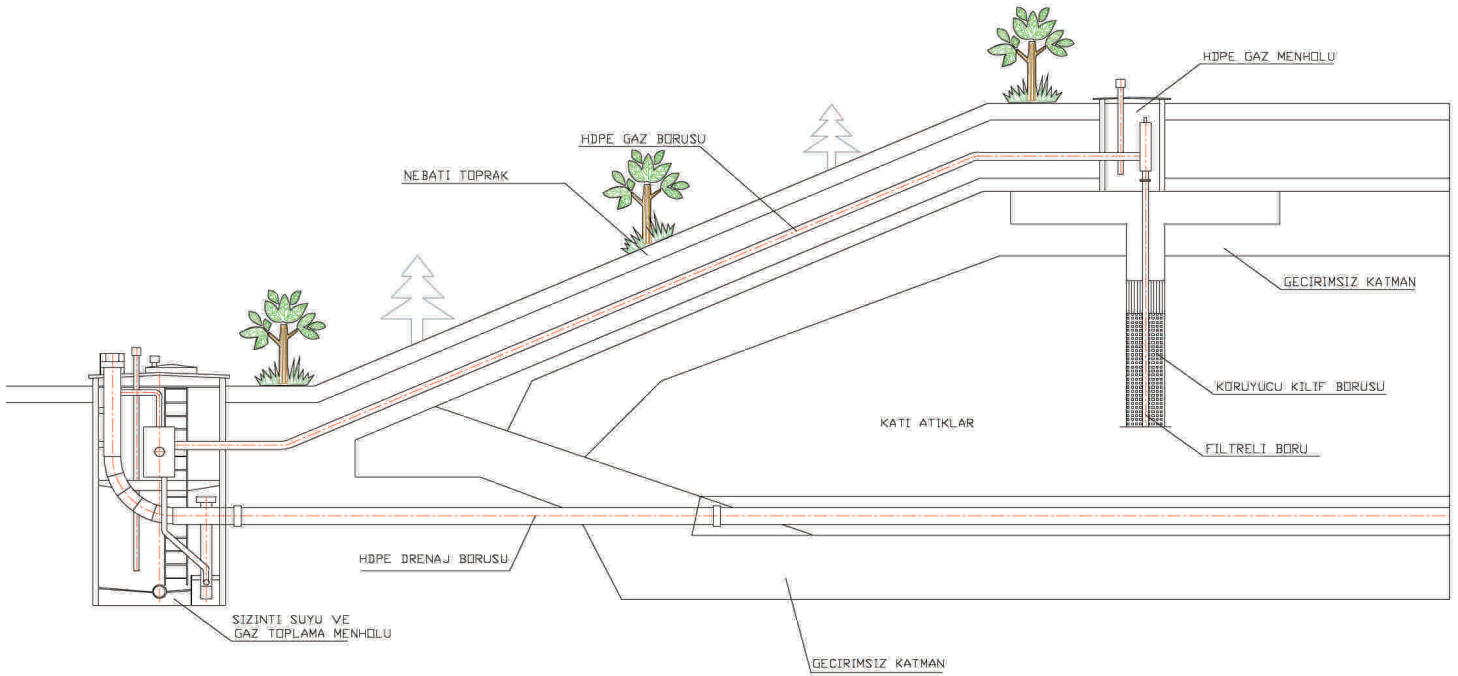
Relining yönteminde FKS boru geçirilecek tünel veya boru başlangıç noktasında açılacak kanal içerisinde borular birbirine kaynatılarak devamlı itme veya çekme yöntemi ile mevcut arızalı hattın içerisine sürülür. Burada en önemli nokta işlem tamamlandıktan sonra sistemin uzun yıllar sağlıklı hizmet verebilmesi için, mevcut boru ile FKS boru arasındaki boşluğun beton enjekte edilerek iyi bir gömlekleme işleminin yapılmasıdır.



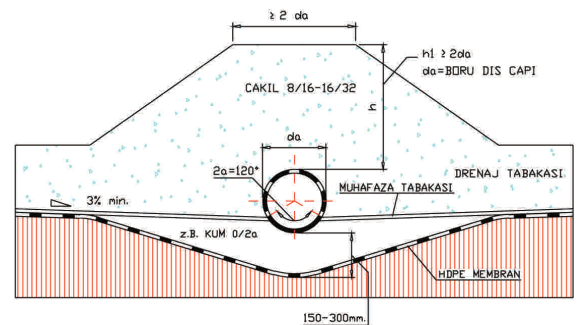
## FKS Borularla Katı Atık Projeleri Uygulama Tekniği

Günümüz teknoloji toplumunda sanayinin hızla geliştiği, nüfusun giderek arttığı, dolayısıyla evsel ve sanayi atıklarının yerleşme alanlarının yakınlarında dev çöp dağları oluşturduğu bilinen bir gerçektir. Oluşan bu çöp yığınlarının toplum sağlığına büyük tehdit oluşturmasının yanında en büyük sorunlardan biri de her geçen gün azalan yeraltı su kaynaklarında neden olduğu kirliliktir.

Bugün modern toplumlarda ve ülkemizde de kabul görmüş bulunan en sağlıklı çözüm, bu çöp birikintilerini, oluşturulan bir çöp havzasında toplayarak, sızıntı sularını drene ederek arıtmak, oluşan metan gazlarını tahliye etmek veya sıvılaştırarak enerji kullanımına sunmaktır. Kapasitelerini tamamlayan çöp havzalarının üzeri geçirimsiz toprak katmanı ile kapatılıp, üzerleri tekrar nebati toprakla kaplanarak yeşil alanlar haline dönüştürülüp görüntü kirliliğini de önlemek mümkün



Katı atıklar mevcut bir çok kimyasalı içerdiği gibi, bozunum yoluyla da sürekli bir çok kimyasalın oluşumuna neden olurlar. Bu süreç uzun yıllar devam eder. Bu nedenle ağır çöp yığınlarının yüküne ve oluşan kimyasallara çok uzun yıllar mukavemet gösterecek en ideal malzeme HDPE borulardır. Gerek sızıntı suyu drenajında ve gerekse metan gazı tahliyelerinde kullanılan FKS borular DIN 16961 standardının öngördüğü koşullarda güvenlikle kullanılmalıdır. Drenaj maksatlı kullanılacak boruların döşeme şartları ve çalışma sistemleri ve testleri DIN 4266 standartlarına göre yapılmaktadır.



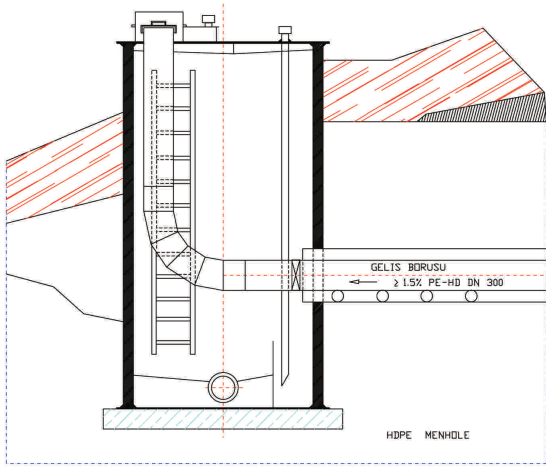
# Kanalizasyon

## Uygulama Teknikleri



### FKS Menhol ve Uygulama Tekniği

FKS borulardan aynı zamanda 3.600 mm. iç çapa kadar her türlü silindirik menhol ve tanklar üretmek mümkündür. Özellikle katı atık projelerinde drenaj suyu ve gaz toplama menholleri için sistem bütünlüğü açısından en sağlıklı çözümdür. Arıtma tesislerinde yeraltı tankları, dinlendirme ve çökelti havuz bağlantılarında kesin sızdırmazlık sağlayan, korozyona mukavim ideal üründür.



FKS sistemi, üretildiği hammaddenin özelliği nedeniyle kolay işlenebilen, her türlü birleştirme yöntemine uygun bir malzeme olduğundan kritik projelere, pratik, ekonomik ve kalıcı çözümler getirir.

### FKS Borularının Diğer Uygulamaları

FKS borular ile karayolları, demiryolları gibi ulaşım hatlarının menfez geçişi ve her türlü drenaj işlemi yapılabildiği gibi, yaya geçişi güvenliği açısından hemzemin geçit yapmakta mümkündür.

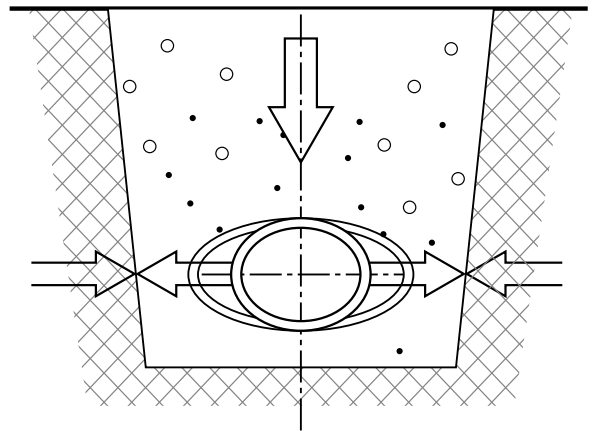
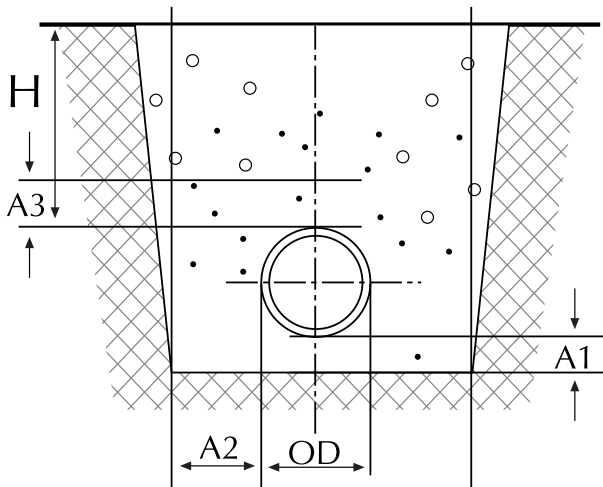


## FKS Boru Döşenmesinde Dikkat Edilecek Hususlar

FKS borular yüksek hidrostatik basınç içermeyen, tamamen dış yük mukavemeti ön plana alınarak tasarlanan borular olduğu için başlıca kullanım alanları, kanalizasyon ve deniz deşarjı gibi cazibeli akışkanların ön plana çıktığı projelerdir.

Tasarlanan her projeden istenen verimin alınabilmesi için uygulamada kullanılacak boruların ve uygulama esaslarının önceden çok iyi bilinmesine ihtiyaç vardır. Bu nedenle proje aşamasında ve uygulama esnasında tüm detaylar göz önüne alınarak, sistem bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Çünkü FKS borular projelere bir sistem bütünlüğü içerisinde kalıcı ve köklü çözümler getirmektedir.

- 1 Sağlıklı dolgu sıkıştırma işlemi yapılabilmesi için, kazı genişliğinin boru dış çapından minimum 100 cm fazla olması gerekmektedir. Bu şekilde kazı alanına merkezlenerek yerleştirilen borunun her iki yandan kazı duvarlarına asgari  $A_2 = 50$  cm mesafesi kalmaktadır.
- 2 Boru altına serilecek taban dolgusu, kazı zemininden asgari olarak  $A_1 = OD/10 + 10$  cm yükseklikte olmalıdır. (Ancak  $A_1$  min. 15 cm'dir. (OD: Boru dış çapı). Dolguda kullanılacak malzeme maksimum %20 nem ihtiva eden sıkıştırmaya elverişli, 0-20 mm çaplı taneli malzeme olmalıdır. Bu malzeme boru üzerine yerleştirilmeden önce minimum %95 oranında kompaktör ile sıkıştırılmalıdır. (EN 1610). Kanal zemininin dolgu malzemesi boruların zarar görmesini engelleyecek şekilde dayanıklı stabilize ve yeterli taşıma kabiliyetinde olmalıdır.



Kanal İçinde Borunun Yerleşimi



- 3 Zemin şartlarının uygun olmadığı durumlarda kanal tabanında ihtiyaca göre jeotekstil, elek üstü iri çakıl/kırma taş, betonarme yataklama veya bunların kombinasyonu ve de yeterince kompaksiyon işlemi ile zemin iyileştirmesi yapılabilir.
- 4 Yan dolgu yapılırken boru ile kanal duvarı arasında kompaktör rahat çalışacak şekilde minimum 50 cm boşluk olmalıdır. Yan dolgu, zemin dolgusundan itibaren her 30 cm dolguda bir, yukarıda belirtildiği gibi, bir kompaktör ile min. %95 sıkıştırma oranı sağlanacak şekilde sıkıştırılmalıdır. Bu işlem aynı malzeme ile boru üzerine kadar tekrarlanarak dolgu işlemi tamamlanmalıdır. (İlgili Standart ATV A 127 ve EN 1610).

