

BETONARME BORU İMALATI, UYGULAMASI VE KALİTE KONTROL DENETİMLERİ

Kemalettin YILMAZ

*Sakarya Üniversitesi
Adapazarı*

Mansur SÜMER

*Sakarya Üniversitesi
Adapazarı*

ÖZET

1989 Yılında İller Bankası ile Ecetaş A.Ş. arasında yapılan sözleşme gereği, tüm Adapazarı (merkez) kanalizasyon inşaatı, Sakarya (Kumköy) mevkiinde 50 dönümlük bir arazi üzerine kurulan Ecetaş firması tarafından yapılmaktadır. Tamamı 95 km den oluşan ve 10 senede bitirilmesi planlanan hattın bugün itibariyle (1996 Haziran) 12 km lik kısmı tamamlanmıştır.

Borular, çaplarına göre donatısız, tek donatılı ve çift donatılı olarak üretilmektedir. Ayrıca konik ızgara, pik muayene bacası ve baca kapağı sistemi bütünleyen parçalar olarak üretilmektedir. Projeyi üstlenen firma kendi şantiyesinde kurduğu beton tesisi ile betonu üretmekte ve hasır çelik de aynı tesiste hazırlanmaktadır. Arazideki çalışmaları da yürüten firma, gerekli kalite kontrol deneyleri kendi laboratuvarlarının yanı sıra, Sakarya Üniversitesi İnşaat Laboratuvarlarından yararlanarak yapmaktadır.

1.GİRİŞ

Kolektör hattına ait boru ihaleleri genellikle nakliye ve montajı da kapsıyacak şekilde yapılmaktadır. Gerçekten de bu tip bir ihaleyi üstlenen firmanın çalışma yöntemleri, ana hatları ile diğer sanayi mamulü üreten firmalarınkinden pek farklı değildir.

Adapazarı (merkez) kanalizasyon inşaatını içeren proje, çok kapsamlı grup proje üzerinde 6 tane terfi merkezi bulunmaktadır. Terfi merkezleri kirliliğin ve atıkların en fazla olduğu bölgelerden seçilmiştir. Şehir, genelde düz bir arazi olduğundan belirli bir eğim verilerek suyun akışı sağlanmaktadır. Ayrıca terfi merkezine yerleştirilen pompalar sayesinde suyun akış hızı artırılmaktadır.

Adapazarı Belediyesi-İller Bankası işbirliği ile kanalizasyon borularının geçeceği arsalar üzerinde istimlak işleri gerçekleştirilip, o dönemde meydana gelen ürün zarar-zıyan bedeli ile kamulaştırma bedelleri İller Bankası tarafından hak sahiplerine ödenmiştir. Kanalizasyon kollektör ve toplayıcı

hatlarda tarım arazileri için her 150 m de, şehir hattında ise her 60 m de bir muayene bacaları konmaktadır. Boruların zamanla tıkanıp çalışamaz durumda kalmaması ve ani basınçtan dolayı meydana gelecek arızaların onarılması maksadıyla bu bacalar konmaktadır.

Fabrikada kalite denetimleri üç safhada gerçekleştirilmektedir. Bunlar imalattan önce, imalat sırasında ve imalat sonrasındadır. İmalattan önce yapılan kontrolde, üretimde kullanılan agregalar, çimento, çelik hasır ve beton bileşimi teknik şartnamelere ve ilgili standartlara uygunluğu kontrol edilerek denetlenmektedir. İmalât sırasında yapılan kalite kontrollerde, imalatta kullanılan betonun kalitesi üretimin tüm kademelerinde kontrol edilmektedir. İmalattan sonraki kontrollerde ise üretilmiş olan elemanların sızdırmazlık, basınç dayanımı ve tepe basıncı deneyleri yapılmaktadır. Her kademe sürecindeki laboratuvar kalite kontrol çalışmalarında, konu ile ilgili TÜRK STANDARTLARI'ndan faydalanılmaktadır.

2.KULLANILAN MALZEME ÖZELİKLERİ VE BETON BİLEŞİMİ

Üretilen tüm elemanlarda beton bileşimi olarak aynı malzeme kullanılmaktadır. Kullanılan çimento Bolu Çimento'dan temin edilen sülfata dayanıklı çimentodur (SDÇ 32,5). Kum, şantiyede kurulan yıkama eleme tesisi ile Sakarya'daki kum ve çakıl ocaklarından temin edilmektedir. Karışımda iki farklı granülometrik kırma taş kullanılmaktadır. Kullanılan agregalar ve karışımın granülometri bileşimi Tablo.1 de gösterilmiştir. Beton imalatı şantiyede kurulan beton santralinde hazırlanmaktadır. Eleme tesisinde boyutlarına göre sınıflandırılan malzemeler santralde ayrılan bölümlere konduktan sonra 18m uzunluğundaki halatla çekilen Skreyper ile beton santrale aktarılmaktadır. Operatör tarafından ölçülen malzemeler ayrı ayrı tartılarak miksere gönderilmektedir. Sistem bir defada 0,5 m³ hacminde beton üretmektedir. Günlük Ø2000'lik borudan 8 adet üretim kapasitesine sahiptir.

Tablo 1. Malzeme Özellikleri

Argera Türü	Elek Boyutları	Elekten Geçen % ler							Özgül Ağırlığı (kg/m ³)	Birim Ağırlığı (kg/m ³)	
		31.5	16	8	4	2	1	0.5			0.25
Kum		100	100	100	100	84	64	40	18	1600	2630
K. Taş1		100	100	72	18	0	0	0	0	1750	2710
K. Taş2		100	40	7	0	0	0	0	0	1750	2710
Karışım Agregası		100	87	72	54	43	34	22	10	----	----
		(% 52 kum) , (%27 K. Taş1) , (%21 K. Taş2)									

1 m³ taze beton bileşimi

Çimento	: 500 kg
Su	: 139 kg
Kum	: 1006 kg
K. Taş1	: 507 kg
K. Taş2	: 394 kg

Kıvam deneyinde (0) çökmeli, kuru kıvamda ve taze beton birim hacim ağırlığı 2440 kg/m³ olarak bulunmuştur. Üretilen betonun taze haldeki kompasitesi %85 dolayındadır. Üretilen betonlar 4 saatlik bir ön beklemeden sonra 2 saat 30 °C de, 2 saat de 60 °C de doymun su buharı basıncı altında küre tabi tutulmaktadır.

3.BORU İMALATI VE ÜRETİLEN BORU TİPLERİ

Boruların Ø1200 mm ye kadar olanları muflu, Ø1400 mm ve daha büyük çaplı olanları lamba zıvanalı borulardır.Yine çapları 700 mm den 1000 mm ye kadar olan borular dairesel tek donatılı, 1200 mm ve daha büyük olanları dairesel çift donatılı borulardır. Donatılar şantiyedeki demir atölyesinde hazırlanmaktadır. Boru tiplerine göre donatı çap ve aralıkları hesaplanan hasırlar, özel puntalama metodu ile birleştirilir. Dış donatılar 6,5 ile 7 mm, iç donatılar 5,5 ile 6 mm çapında olup, büyük boruların (Ø1600 ile Ø2000) birbirine geçme yapılan muf kısmında oluşacak basınç etkisini azaltmak amacıyla ilave donatı kullanılmaktadır. Hazır halde şantiyeye gelen donatıya silindirik şekil verilerek 50 cm aralıklarda punta kaynakla birbirine tuturulmaktadır. Daha sonra dış ve iç donatıların çiroz demirleri, bağlama demirleriyle betonarme borunun et kalınlığı oluşturulmak süretiyle elektrot kaynağı ile kaynaklanarak donatı kafesi, kaymalara karşı güvenlik altına alınmaktadır. Hazırlanan bu donatı iskeleti

beton dökülmek üzere kalıp altlığına yerleştirilmektedir.

Demir atölyesinde gerekli düzeneği hazırlanan donanım, üst yüzeyi ziftlenmiş olan kalıp altlığına yerleştirilmekte ve bunun üzerine dış kalıp vinç yardımıyla oturtulmaktadır. Dış kalıbın altında bulunan kancalar vasıtasıyla kalıp altlığı dış kalıba bağlanmaktadır.Yine aynı vinç yardımıyla iç kalıp da yerleştirilmektedir. Takozlar üzerine oturan iç kalıp içerisinde bulunan üç adet motor, kalıba titreşim etkisi vermektedir. İç kalıpta sıkılama bittiğinde hareketli dış kalıp da betonu titreştirmeye başlamaktadır. Vibrasyon işleminden sonra hidrolik pres ile muflarda contanın yerleşeceği yerin düzgünlüğü için tekrar bir sıkılama yapılır. Bu işlem sadece tepe yüzüne uygulanmaktadır. Gerekli sıkılığa eriştikten sonra vinç yardımıyla dış kalıp ve kalıp altlığı içindeki boru, yukarı çekilerek iç kalıptan ayrılır ve fabrikanın içinde ön bekleme yapılacak kısma konur. Kalıptan çıkarılan elemanın tepesindeki flaşlar, rötreden ötürü doğacak sakıncaları önlemek için bir süre üzerinde bekletilir. Ayrıca boru yüzeyindeki pürüzler ve beton dökümü esnasında oluşan küçük hava kabarcıkları kontrol edilerek gerekli ince sıva perdahı yapılır ve boru küre işlemine hazır hale getirilir.

Şantiyede 10 ayrı çapta boru imal edilmektedir.Üretilen bu boruların çapları ve dönecek toplam miktarları Tablo.2 de görülmektedir.

Tablo.2. Üretilen Boru Tipleri

İç çap (mm)	Döşenecek
Ø	Uzunluk(m)
2400	3848
2000	4819
1600	2929
1400	12276
1200	10350
1000	12350
800	8027
600	9305
500	10336
400	18290
Toplam	89460

4. KALİTE KONTROL

Betonarme borular ve özel parçaları için donatı kafesi oluşturulduktan sonra TS 708 de belirtilen değerlere uygun kalitede çelik özellikleri aranmaktadır. Boru ve boru bağlantıları, sıkıştırma ara malzemeleri, contaları ile birlikte bir teknik bütünlük oluşturmaktadır. Contalar, muf veya lamba zıvana bağlantı boyutlarına uygun bir şekilde kayar veya döner birleşimde yapılabilecek şekilde ayarlanmaktadır.

Betonarme borularda TS 500'e göre öngörülen beton mukavemeti BS 35 kalitesindedir. Üstün mukavemet sınıflı borularda bu değer BS 40 olmaktadır. Kimyasal etkilere karşı dayanıklı olması için TS 809'a göre üretilen sülfata dayanıklı çimentoların kullanılması gerekmektedir. Bu borular zararlı kimyasal etkilere

(gaz ve konsantre çözeltiler) maruz kalacağından TS 3440 göre üretilir. Su-çimento oranı 0,40 dan düşük, kompasite %80 den büyük olması gerekmektedir.

Sakarya Üniversitesi Laboratuvarlarında yapılan basınç deneylerinde ortalama küp dayanımları 7 günlük 370 kg/cm², 28 günlük 530kg/cm² olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar BS 40 kalitesinin üzerinde üretim yapıldığını göstermektedir.

TS 821 (Nisan 1993)'e göre betonarme borular için öngörülen tepe basınç yük değerlerinden az olmaması gerekmektedir. Tablo.3 de verilen değerlerin %60'ına eşit bir tepe yükü ile yüklendiğinde boruda meydana gelen çatlaklar 0,25 mm den geniş ve 300 mm den uzun olmamalıdır. Tepe basınç yükü çatal boru ve dirseklerde aranmaz.

Tablo.3 Betonarme borularda tepe basınç yükü deneyi için en küçük kırılma yükleri

Boruların anma çapı(mm)	Betonarme boruların(m) uzunluğu için en küçük kırılma yükleri (P) (KN/M)	
	Normal Mukavamet(BS35)	Yüksek Mukavamet(BS40)
200	40	45
300	40	45
400	40	47
500	41	52
600	44	60
700	48	68
800	52	76
900	58	82
1000	65	90
1100	69	95
1200	73	100
1400	77	107,5
1500	81	115
1600	86	125
1800	90	135
2000	105	160
2200	115	175
2400	125	190
2600	135	205

Tabloda verilen tepe basınçları deney yükleri olup TS 7397'de belirtilen esaslara göre boru döşeme şartlarına (zemin durumu, gelen üst yükler ve yataklama biçimi gibi) bağlı olarak her bir anma çapı için statik hesap kontrolü yapılır. Tepe basıncı deneyi yapılacak borunun iki kenarı çapına uygun olarak tahtalar ve bu tahtaların üzerine lastikler konduktan sonra boru bu araya yerleştirilir. Basıncı eşit yaymak için borunun üzerine yine sert ağaçtan yapılmış tahta konularak boru, kuvvet uygulanmasına hazır hale getirilir. Yükleme hızı dakikada 7,5 kN/m ile 30 kN/m olacak şekilde ayarlanır. Betonarme boruya yük

kademeli olarak uygulanır. Boru her yükleme kademesinden sonra 5 dakika süre ile sabit yük altında bekletilir ve bu sırada herhangi bir çatlak meydana gelip gelmediği kontrol edilir. Boru çatlamaya başladığı an göstergeden alınan değer çatlama değeridir. Bundan sonra yüklemeye devam edilerek boru kırılır. Borunun kırıldığı yük değeri kırılma değeri olarak tespit edilir.

Üretilen boruların üzerinde değişik sürelerde yapılan tepe basınç yükü deneylerinden elde edilen sonuçların bir kısmı aşağıda gösterilmiştir.

Boru çapı	Ø2000	Ø1400	Ø800	Ø600
Beton yaşı:	28 gün	57 gün	310 gün	68 gün
Çatlama yükü:	238 kN/m	158 kN/m	125 kN/m	98,8 kN/m
Kırılma yükü:	250,7 kN/m	211,5 kN/m	165 kN/m	121,2 kN/m
Test yükü(TSE)	179,6 kN/m	154 kN/m	83,6 kN/m	52 kN/m

Laboratuarda elde edilen sonuçlar TS 821 de öngören sınırların oldukça üzerinde çıkmıştır. Bu sonuçlar, üretimdeki kalite kontrol zincirinin iyi bir şekilde işlediğini göstermektedir.

Betonarme borular üzerinde yine TS 821'e uygun olarak sızdırmazlık deneyi yapılmaktadır. Yapılan bu deneyden elde edilen sonuçlar aşağıda gösterilmiştir.

Boru çapı:	Ø1400	Ø1200	Ø800
Deney süresi:	2 gün	2 gün	1 gün
Suyun temas alanı:	8,79 m ²	8,07 m ²	5,36 m ²
TSE'ye göre su kaybı:	440 cm ³	404 cm ³	376 cm ³
Ölçülen su kaybı:	74,2 cm ³	10,6 cm ³	74,2 cm ³

Sızdırmazlık deneyinden bulunan sonuçlar standardın öngördüğü sınırlarla karşılaştırıldığında, su kaybının bir hayli düşük olduğu yani sızdırmazlık özeliğinin de mükemmel olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumu, agrega granülometrisinin ve beton birleşiminin iyi ayarlanmasının yanı sıra vibrasyon ve kürlenmenin yeterli düzeyde yapıldığı sonucu ile açıklamak mümkündür. Sonuçta, üretilen betonarme boruların gerek dayanım ve gerekse sızdırmazlık yönlerinden mükemmel bir kalitede olduğu yargısına varılmıştır.

5. ARAZİ ÇALIŞMALARI

Adapazarı zeminin akıcı ve su çıkma ihtimalinin çok yüksek olmasından dolayı su içindeki zemini desteklemek için palplanş sistemi uygulanmaktadır. Palplanş çalışmasından önce arazi üzerinde ekskavatör yardımıyla dar bir kanal kazılarak zemin gevşetilmekte, böylece palplanş çalışması kolaylaştırılmaktadır. Yapılan incelemelerde Adapazarı ve civarında yeraltı su seviyesi yaklaşık

1,5m olduğu ön çalışmalarla belirlenmiştir. Kullanılan palplanş perdelerinin eni 60cm, boyu 8m, et kalınlığı 12mm'dir. İki perde birbirine punta kaynakla birleştirilmiş şekilde hazırlanmıştır.

Palplanş perdeler 80 tonluk çakma gücüne sahip ve titreşim etkisiyle çakma özeliği olan düzenek yardımıyla çakılmaktadır. Bu perdeler projedeki kot durumuna göre yaklaşık 4 ile 4,5m hafriyata imkan sağlamaktadır. Karşılıklı iki perde arası 3,40m dir. Palplanş perdenin çakılmasından sonra, gelen toprak basıncından dolayı perdenin bel verip bozulmaması için yükler ST36I profilli kancalar vasıtasıyla tutturulmaktadır. Ayrıca iki perde arasına U profili konularak emniyetli çalışması sağlanır. Gergiler alındıktan sonra alttaki zeminin kazılmasına devam edilir. Kazılan kanalın genişliği;

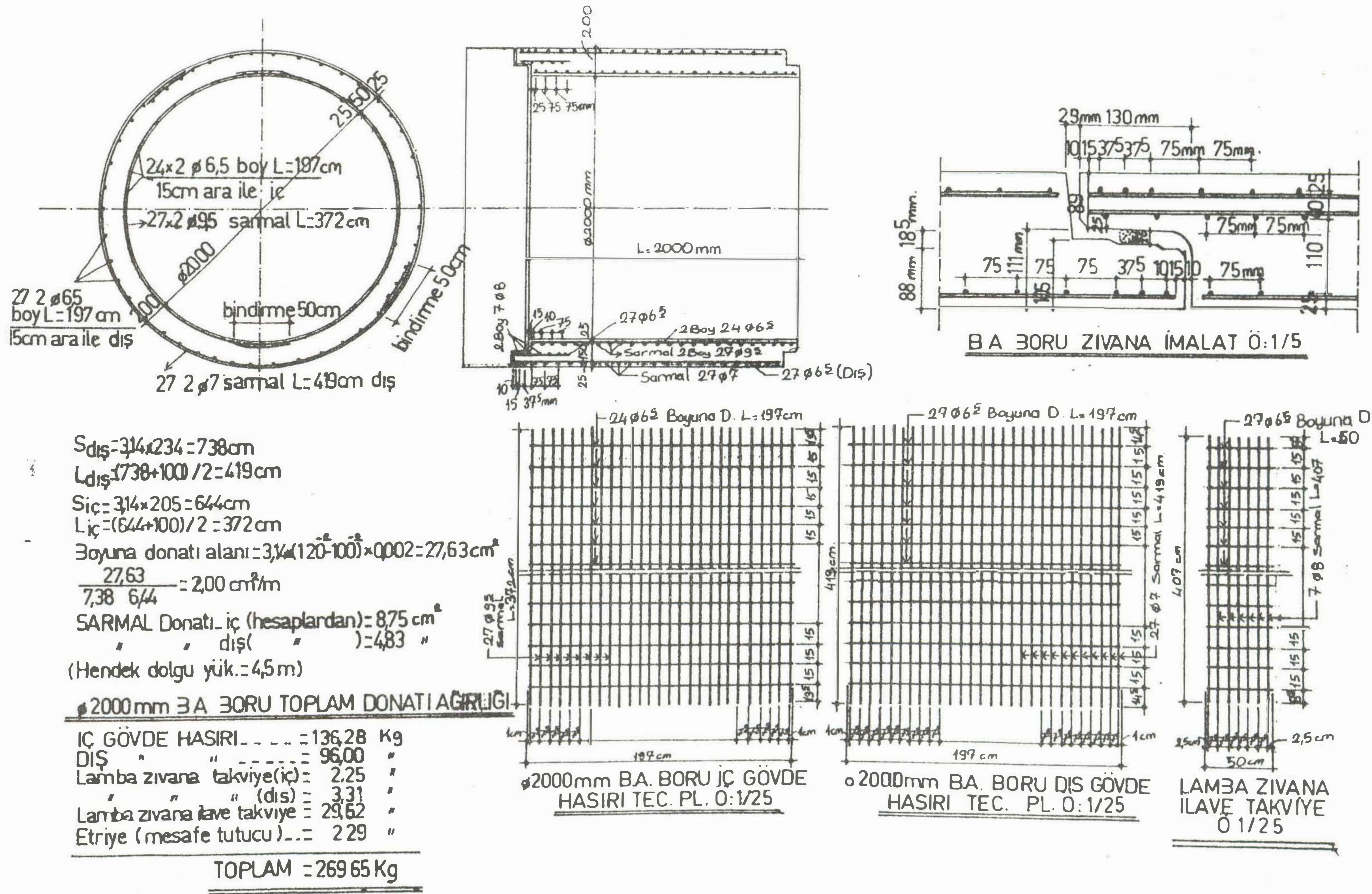
Boru çapı + Çalışma payı (60cm) + Palplanş kalınlığı(10cm) şeklinde hesaplanmaktadır.

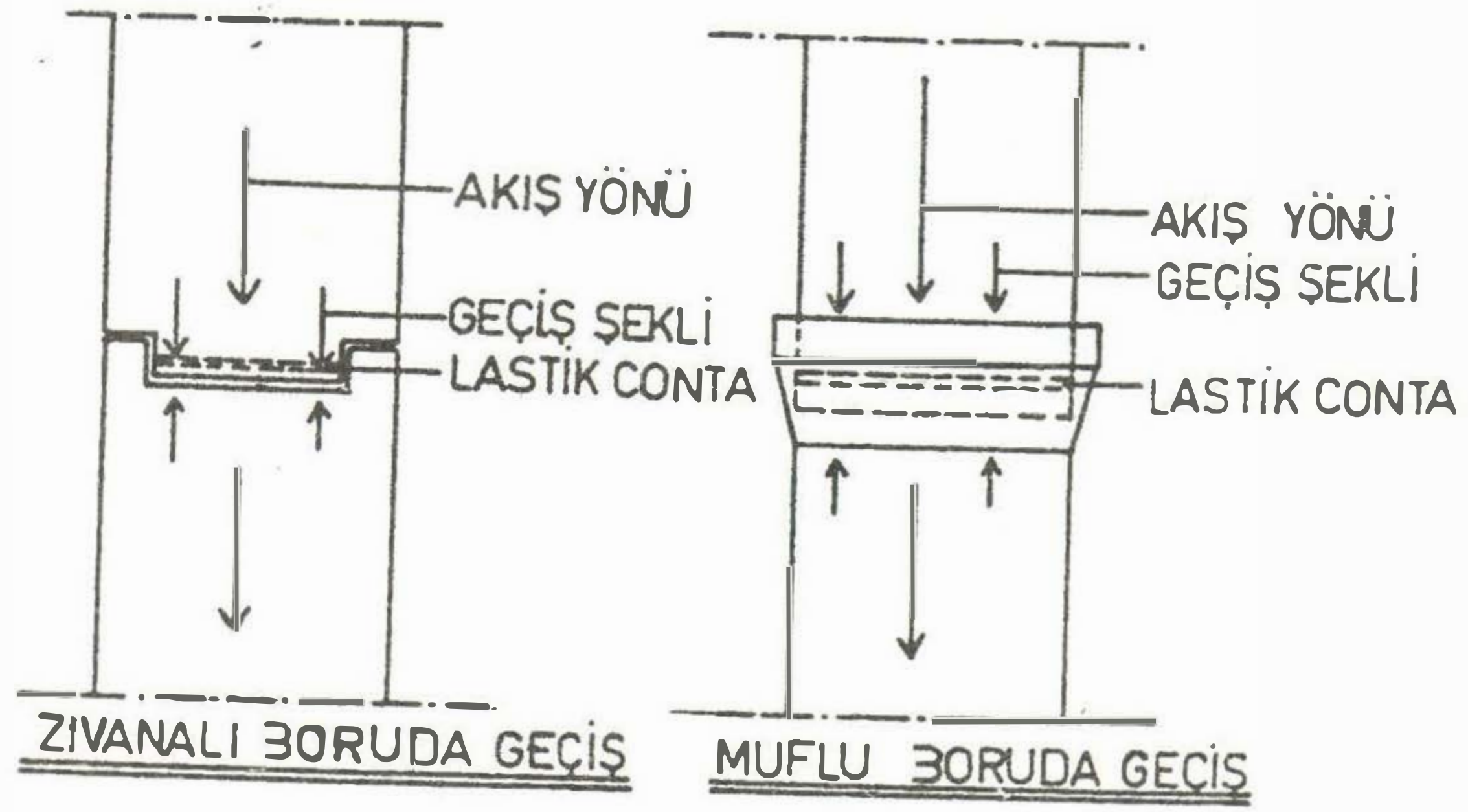
Kazı işi bitiminden sonra gerekli zemin ıslahı yapılarak boruların döşenmesine geçilmektedir. Taban zemini ıslahı için önce 50cm kalınlığında 30 ile 70mm arası kırma taş veya balast malzeme serilerek silindirle sıkıştırılır. Bunun üzerine 70cm kalınlıktaki tabaka daha küçük boyutlu kırmataş veya tüvonan malzeme ile doldularak iki tabaka halinde silindirle sıkıştırılır. Boru, bu tabakanın üzerine döşenmektedir. Yataklama ve gömlekleme diye adlandırılan boru çevresine ince malzeme doldurularak borunun zarar görmemesi temin edilir. Boruların dış yüzleri yerleştirilmeden önce ziftlenir. Akış yönündeki eğim topoğrafik aletlerle kontrol edilerek boru, yatağına 25 tonluk krup vinçle yerleştirilmektedir. Yeraltı suyunun betonarme

boruyu etkilemesini önlemek amacıyla izolasyon vazife gören taştuzu boru üzerini 30cm geçinceye kadar doldurulup sıkıştırılır. Bu sıkıştırılan tabaka üzerine üst zemin toprağı serilerek gerekli sıkıştırma ve tesviye işlemlerinden sonra boru döşenmesi tamamlanır. Muayene bacaları, imalat sırasında betonarme borularda bırakılmış baca yuvaları yerlerine 600 dozlu harçla yerleştirilir. Muayene baca kapağı tarım arazilerinde yol seviyesinden 50cm yukarıda, şehir içi yollarda ise yol seviyesinde bırakılır. Bunların üzerine 60x100x80 cm olan konik halka yerleştirilir. Muayene bacası üzeri son olarak beton halka ile kapatılarak tamamlanır.

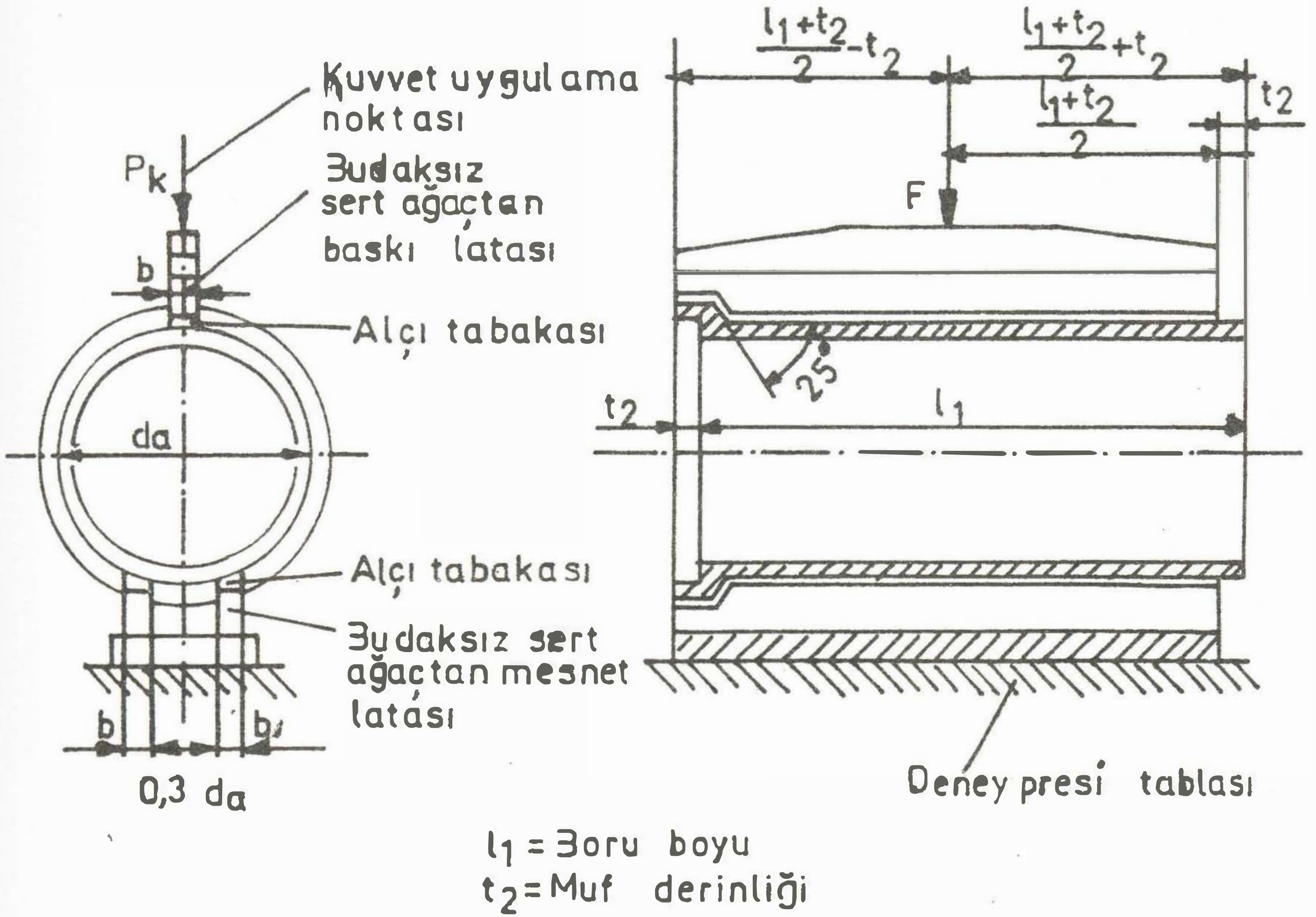
TEŞEKKÜR

Bu çalışmada gerekli yardımlarını esirgemeyen ECETAŞ A.Ş. müdürü inşaat mühendisi Cengiz ÖZGENÇ bey'e ve personeline teşekkür ederiz.

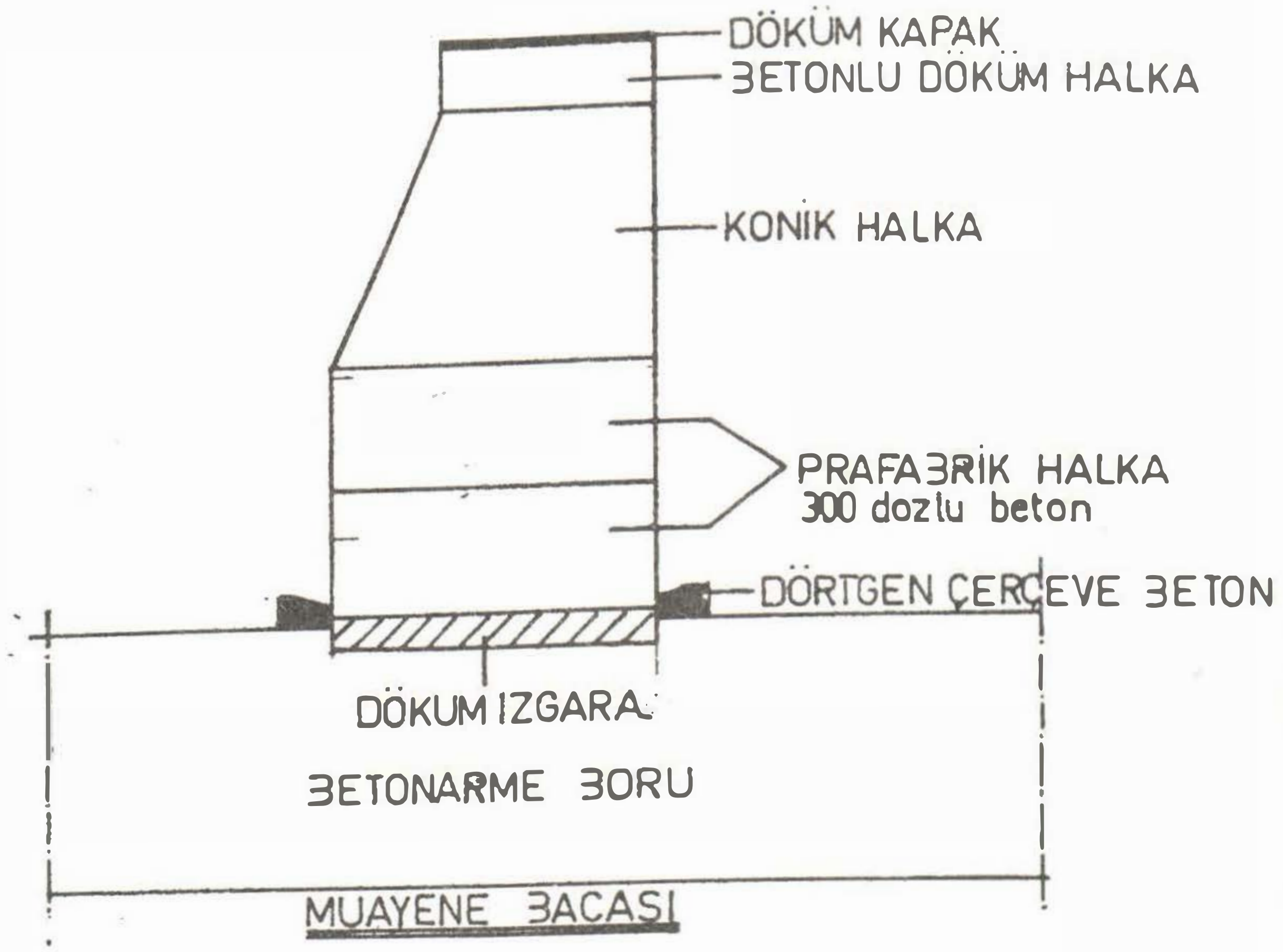




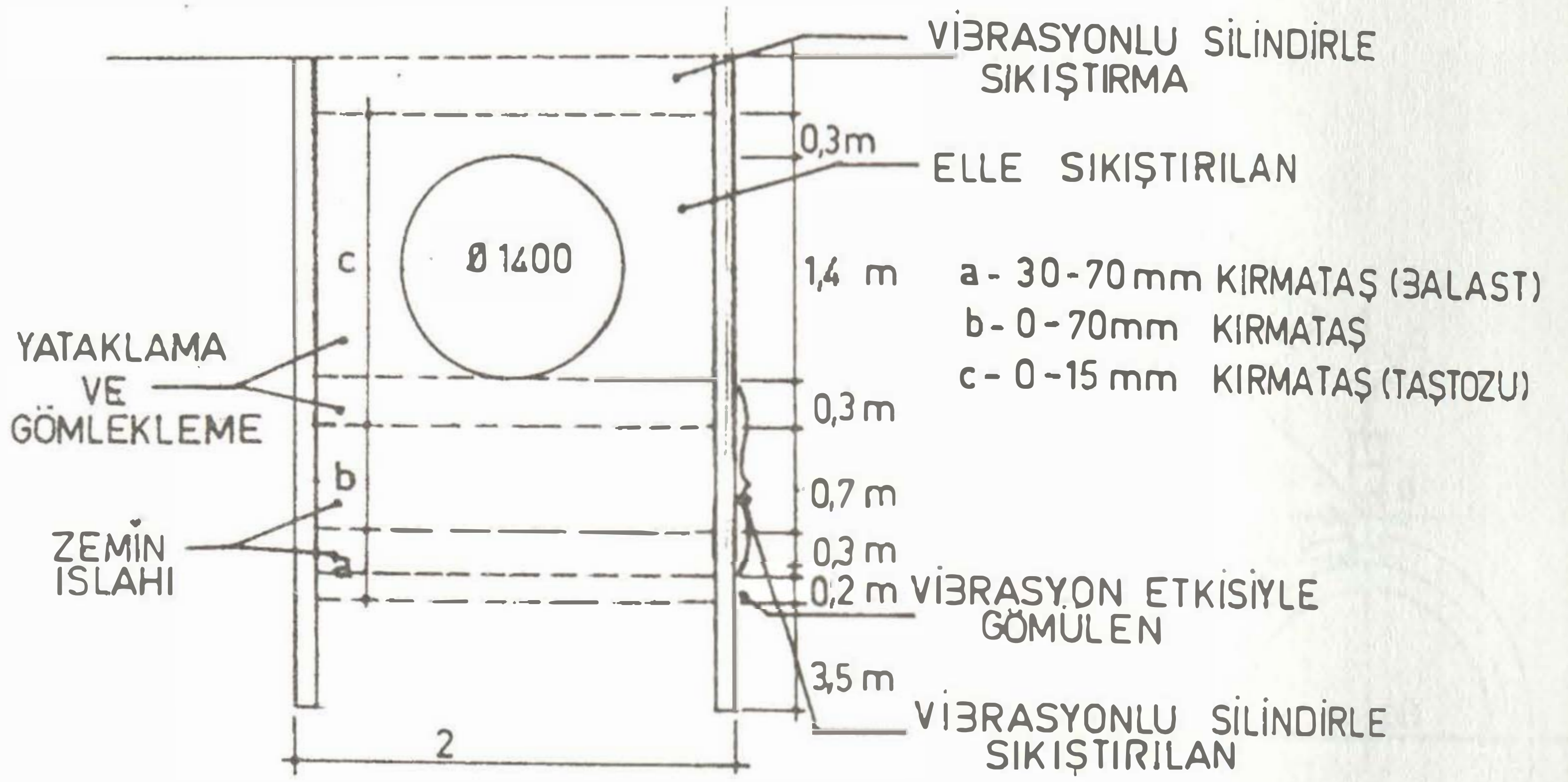
Şekil 2. Zıvanalı ve muflu boruda geçiş



Şekil 3. Muflu borularda tepe basınç deneyi



Şekil 4. Muayene bacası kesiti



Şekil 5. Zemin kesiti