



**İL BANK**  
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ

**İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ**

**ALTYAPI İŞLERİNE AİT KESİN PROJELERDE  
UYGULAMA SIRASINDA KARŞILAŞILAN  
PROBLEMLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

**Emre YALÇIN**

**UZMANLIK TEZİ**

**EKİM 2015**

**İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ**

**ALTYAPI İŞLERİNE AİT KESİN PROJELERDE  
UYGULAMA SIRASINDA KARŞILAŞILAN  
PROBLEMLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

**Emre YALÇIN**

**UZMANLIK TEZİ**

**Tez Danışmanı (Kurum)  
Sedat YILMAZ  
Yapım Uygulamaları Müdürü**

**Tez Danışmanı (Üniversite)  
Yrd. Doç. Dr.  
Yağmur KOPRAMAN**

## ETİK BEYAN

İller Bankası Genel Müdürlüğü Uzmanlık Tezi Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

(İmza)

Emre YALÇIN

09.10.2015

ALTYAPI İŞLERİNE AİT KESİN PROJELERDE  
UYGULAMA SIRASINDA KARŞILAŞILAN  
PROBLEMLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ  
(Uzmanlık Tezi)

Emre YALÇIN

**İLLER BANKASI KASTAMONU BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ**

Ekim 2015

ÖZET

Altyapı bir kentin oluşumunda ve gelişmesinde rol oynayan temel uygulamalardır. Günümüzde altyapı sektörü gelişmekte olup, gelecekte de önemini koruyacaktır. İLBANK A.Ş. olarak Bankamız da altyapı sektörü alanında öncü kurumlar arasında yer almaktadır.

Bankamız bünyesinde çeşitli altyapı faaliyetleri yürütülmektedir. Başlıca yapılan işler; Kanalizasyon Sistemi, İçmesuyu Sistemi, Yağmursuyu Sistemi, İçmesuyu Arıtma Tesisi, Atıksu Arıtma Tesisi inşaatlarıdır. Bankamız faaliyet alanında projelerin hazırlanması ve uygulamaların denetlenmesi yer almaktadır.

Bu tez çalışması içinde Bankamızca yürütülen altyapı inşaatları tanımlanmaktadır. Altyapı projelerinin uygulamasının nasıl yapıldığı ve nelere dikkat edilmesi gerektiği açıklanmaktadır. Uygulama sırasında oluşabilecek sorunlar yer almaktadır. Uygulama sırasında karşılaşılan sorunlara ilişkin yapılabilecekler ve alınacak önlemler yer almaktadır.

Ayrıca Kesin Projesi hazırlanmış ve İnşaatı Bankamız tarafından yürütülmekte olan Altyapı işlerinde, uygulama sırasında karşılaşılan sorunlar, sebepleri, uygulama esnasında yapılabilecekler ve alınabilecek önlemler ile çözüm önerilerine ilişkin değerlendirmeler yapılmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Altyapı projeleri, altyapı uygulamaları, kanalizasyon, içmesuyu

Sayfa Adedi : 80

Tez Danışmanı : Sedat YILMAZ (Yapım Uyg. Müd./Kastamonu Bölge Müdürlüğü)

PROBLEMS ENCOUNTERED AND SOLUTIONS  
DURING THE APPLICATION OF INFRASTRUCTURE PROJECTS

(Master Thesis)

Emre YALÇIN

ILLER BANKASI A. Ş. KASTAMONU REGIONAL DIRECTORATE

OCTOBER 2015

ABSTRACT

Infrastructure are the key applications involved in the formation and development of a city. Today, the infrastructure sector is developing, would remain important in the future. ILBANK Inc. the Bank is also among the leading institutions in the field of infrastructure sectors.

Various infrastructure activities are conducted within the Bank. Major work done; Sewer System, Water System, Storm Water System, Water Treatment Plant, Wastewater Treatment Plant are building. Our bank is located in the scope of monitoring the preparation and implementation of projects.

This thesis study conducted by the Bank in infrastructure construction are defined. How to do the implementation of infrastructure projects and describes how it should be paid attention to. Issues that may occur during the application are located. What can be done about the problems encountered during implementation and measures to be taken is located.

In addition, the infrastructure works being executed by the Design and Construction of the Bank was prepared, problems encountered during implementation, causes, assessments have been made regarding the solutions will be able to do and precautions to be taken during application.

Key Words : Infrastructure project, infrastructure application, wastewater, domestic water  
Page Number : 80  
Supervisors : Sedat YILMAZ (Manager of Production Applications / Kastamonu Regional Directorate)

## TEŞEKKÜR

Bugüne kadar manevi ve mesleki gelişimimde faydası olan tüm büyüklerime ve iyi günde ve zor günlerde desteklerini eksik etmeyen yakın arkadaşlarıma öncelikle teşekkür ederim. Bugün burada çalışma fırsatı bulduğum için, başta Genel Müdürümüz ve Yönetim Kurulu Üyelerimiz olmak üzere, tüm idarecilerimize, mesleki açıdan karşılaştığımız zorluklarda yardımlarını esirgemeyen, yapılan işlerin bir ekip işi olduğunu öğreten, bugüne kadar beraber çalışma fırsatı bulduğum tüm Müdürlerimize ve diğer çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim. Tezin hazırlanmasında kıymetli vakitlerini ve bilgilerini bizimle paylaşan Danışmanlarımız Sn. Sedat YILMAZ ve Yrd. Doç. Dr. Yağmur KOPRAMAN'a teşekkür ederim.

Ayrıca manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme sonsuz teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	ix
RESİMLERİN LİSTESİ .....	ix
HARİTALARIN LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
GİRİŞ.....	1
<b>2. BANKAMIZCA YÜRÜTÜLEN ALTYAPI İŞLERİNE AİT PROJE UYGULAMALARI .....</b>	<b>3</b>
2.1. Kanalizasyon İnşaatı .....	3
2.1.1. Kanalizasyon Hatları.....	4
2.1.2. Kanalizasyon Boruları.....	6
2.2.3. Kanalizasyon Prefabrik Baca Elemanları.....	8
2.2.4. Kanalizasyon Kapakları .....	10
2.2.5. Terfi Hatları.....	11
2.2.6. Dere Geçişleri.....	12
2.2.7. Karayolu ve Demiryolu Geçişleri .....	14
2.2.8. Deşarj Yapıları .....	16
2.2.9. Hendek Kazıları .....	16
2.2.10. Hendek Dolguları .....	18
2.2.11. Dolgunun Sıkıştırılması .....	18
2.2.12. Boru Hattının Sızdırmazlığı.....	19
2.2.13. Kanalizasyon Hattının Görüntülenmesi .....	20
2.2.14. Diğer Hususlar .....	21
2.2. İçmesuyu İnşaatı.....	21
2.2.1. İçmesuyu Hattı Güzergah Tespiti.....	22
2.2.2. Terfili İletimde Boru Seçimi .....	22
2.2.3. Cazibeli İletimde Boru Seçimi .....	23
2.2.4. İçmesuyu Hattında Kullanılan Borular .....	23
2.2.5. İletim Hattında Sanat Yapıları .....	27
2.2.6. Suyun İletimi.....	32
2.2.7. İletim Hattı Planı ve Şematik Profilleri.....	33
2.2.8. İletim Şekilleri.....	34
2.3. Atıksu Arıtma Tesisi İnşaatı.....	34
2.3.1. Evsel atıksuların arıtılmasında temel işlemler .....	35
2.3.2. Atıksu çamuru bertaraf yöntemleri .....	41



	<b>Sayfa</b>
2.4. İçmesuyu Arıtma Tesisi İnşaatı.....	43
2.4.1. Arıtma Proses Seçimini Etkileyen Föktörler .....	43
2.4.2. Arıtma Tesisleri.....	44
2.4.3. Paket Arıtma Tesisi.....	44
2.4.4. Proses Üniteleri .....	44
2.5. Yağmursuyu İnşaatı .....	48
2.6. Derin Deniz Deşarjı.....	49
2.6.1. Terfi merkezi.....	50
2.6.2. İnce ve kaba ızgaralar.....	51
2.6.3. Havalandırmalı kum ve yağ tutucular .....	51
2.6.4. Difüzör .....	51
2.6.5. Kum yıkayıcı ve sınıflandırıcı.....	51
<b>3. ALTYAPI PROJE UYGULAMALARINDA KARŞILAŞILAN</b>	
<b>PROBLEMLER.....</b>	<b>53</b>
3.1. İçmesuyu Projelerinde Karşılaşılan Sorunlar .....	53
3.1.1. Kaynak ile İlgili Eksikler. ....	53
3.1.2. Sondaj Kuyusu ile İlgili Eksikler.....	54
3.1.3. Terfi Merkezi ile İlgili Eksikler. ....	54
3.1.4. İsale ve Terfi Merkezi ile İlgili Eksikler. ....	55
3.1.5. Şebeke ile İlgili Eksikler. ....	56
3.1.6. Depo ile İlgili Eksikler. ....	57
3.1.7. Genel Eksikler.....	57
3.2. Kanalizasyon Projelerinde Karşılaşılan Sorunlar.....	58
3.3. İş Güvenliği. ....	60
3.3.1. İksa Sistemleri.....	61
3.4. Teknolojik Gelişmeler.....	67
3.5. Diğer Hususlar.....	67
3.5.1. Malzeme Kabulleri. ....	67
3.5.2. Su Durdurma İşleri.....	68
3.5.3. Proje Tadilatları.....	69
3.5.4. Halk sağlığı açısından dikkat edilmesi gerekenler.....	71
<b>4. ALTYAPI PROJE UYGULAMA SORUNLARINA GETİRİLEN</b>	
<b>ÇÖZÜM ÖNERİLERİ.....</b>	<b>73</b>
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>79</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>81</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>82</b>

EK-1. İLBANK A.Ş. Uzmanlık Tezi Biçimsel Değerlendirme Formu.....	<b>Sayfa</b> 83
EK-2. ÖZGEÇMİŞ.....	84

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. Kanalizasyon inşaatı kesit görünümü.....	5
Şekil 2.2. Yatay sondaj metodu ile dere geçişi görünümü.....	14
Şekil 2.3. Kanalizasyon inşaatı hendek kesitleri görünümü.....	17
Şekil 2.4. (a)Yamaç pınarı, (b)Vadi pınarı, (c)Artezyan pınarı, (d)Vadi Pınarı..... Görünümleri.....	31

## RESİMLERİN LİSTESİ

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 2.1. Hasankadı (Bartın) kanalizasyon inşaatı hendek kesiti.....	3
Resim 2.2. Entegre contalı beton boru fotoğrafı.....	7
Resim 2.3. Koruge boru fotoğrafı.....	7
Resim 2.4. (a)Kanalizasyon muayene ve (b) parsel bacası uygulaması fotoğrafları.....	9
Resim 2.5. Sfero döküm muayene baca kapağı fotoğrafı.....	10
Resim 2.6. Kompozit baca kapağı fotoğrafı.....	11
Resim 2.7. Paket terfi uygulamasına ait fotoğraflar .....	12
Resim 2.8. Prefabrik beton gömlek dere geçiş elemanı fotoğrafları .....	13
Resim 2.9. Yerinde beton döküm dere geçişi fotoğrafı.....	13
Resim 2.10. Çelik klavuz boru içinde HDPE boru ile yatay delgi uygulaması fotoğrafları .....	15
Resim 2.11. Yatay delgi metodu ile demiryolu geçişi uygulaması fotoğrafı.....	15

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 2.12. Deşarj yapısı uygulaması fotoğrafı.....	16
Resim 2.13. Sızdırmazlık testi uygulama esnasındaki fotoğraflar.....	20
Resim 2.14. Kanalizasyon görüntü örneği fotoğrafı.....	21
Resim 2.15. Kilis içmesuyu inşaatına ait fotoğraf.....	22
Resim 2.16. İçmesuyu çelik boru fotoğrafı.....	23
Resim 2.17. Düktil boru fotoğrafları .....	24
Resim 2.18. CTP boru fotoğrafı.....	25
Resim 2.19. Alın kaynağı ile HDPE boru birleştirme fotoğrafı .....	26
Resim 2.20. PVC içmesuyu borusu fotoğrafı .....	26
Resim 2.21. Tosya(Kastamonu) atıksu arıtma tesisi fotoğrafı.....	42
Resim 2.22. Taşköprü(Kastamonu) arıtma tesisi fotoğrafı.....	42
Resim 2.23. Bolu içmesuyu arıtma tesisi fotoğrafı.....	47
Resim 2.24. Göreli (Giresun) derin deniz deşarjı fotoğrafı.....	50

### **HARİTALARIN LİSTESİ**

<b>Harita</b>	<b>Sayfa</b>
Harita 3.1. Yerinde konut olması sebebiyle güzergah değişikliği krokisi .....	70
Harita 3.2. Yolunun kapalı olması sebebi ile güzergah değişikliği krokisi .....	70

## KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklamalar</b>
<b>AKM</b>	Askıda Katı Madde
<b>AKR</b>	Ardışık Kesikli Reaktör
<b>AWWA</b>	Amerikan Su İşleri Birliği
<b>BOİ</b>	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
<b>CBS</b>	Coğrafi Bilgi Sistemi
<b>cm</b>	Santimetre
<b>CO<sub>2</sub></b>	Karbondioksit
<b>CTP</b>	Elyafla güçlendirilmiş polimer
<b>DLH</b>	Demiryollar Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü
<b>DDY</b>	Devlet Demir Yolları
<b>DSİ</b>	Devlet Su İşleri
<b>Fe<sup>++</sup></b>	Demir
<b>H<sub>2</sub>S</b>	Hidrojen Sülfür
<b>HDPE</b>	Yüksek yoğunluklu Polietilen
<b>İLBANK A.Ş.</b>	İller Bankası Anonim Şirketi
<b>kg</b>	Kilogram
<b>KOİ</b>	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
<b>kW</b>	Kilowatt
<b>L</b>	Litre
<b>m</b>	Metre
<b>m<sup>2</sup></b>	Metrekare
<b>m<sup>3</sup></b>	Metreküp
<b>MBR</b>	Membran Biyoreaktörler
<b>MF</b>	Mikrofiltrasyon
<b>Mg</b>	Miligram
<b>Mm</b>	Milimetre
<b>Mn<sup>++</sup></b>	Mangan
<b>NH<sub>4</sub></b>	Amonyum
<b>PE</b>	Polietilen
<b>PVC</b>	Polivinil klorür
<b>SBR</b>	Sıralı Biyolojik Reaktörler
<b>SCADA</b>	Gözetleyici Kontrol ve Veri Toplama Sistemi
<b>Sa</b>	Saat
<b>Sn</b>	Saniye
<b>TCK</b>	Karayolları Genel Müdürlüğü
<b>TCDD</b>	Devlet Demiryolları Genel Müdürlüğü
<b>TS</b>	Türk Standardı
<b>UF</b>	Ultrafiltrasyon



## 1. GİRİŞ

Altyapı; bir yapı, kent ve ülke için gerekli olan yol, su, elektrik, gaz, kanalizasyon, peyzaj, çevre ve ulaşım gibi yatırımların tümüdür. İçme suyu, atıksu arıtma tesisleri, kanalizasyon işleri, barajlar ve göletler, sulama ve drenaj tesisleri, elektrik üretim tesisleri (hidroelektrik, jeotermal, nükleer, rüzgâr santralleri, biyoenerji tesisleri), elektrik iletim ve dağıtım hatları, yeraltı kablolama işleri, demiryolu, raylı sistem, karayolu, ulaşım, haberleşme v.b. alanlara yapılan yatırımlar, kamu altyapı yatırımları olarak adlandırılmaktadır. [1]

Ekonomik canlandırmayı sağlayan ve insanların ihtiyaçlarını yeterince karşılayabilecek düzeyde yapılacak olan altyapı tesisleri; üretimi artırıcı, maliyetleri düşürücü, ekonomik kalkınmayı destekleyici, bireylerin yaşam standardını ve kalitesini yükseltici ve toplumsal refahı artırıcı yönde çok sayıda olumlu etkiye sahiptir.

Ülke ekonomisinin gelişmişlik göstergeler arasında yer alan ve kişi başına refahı artıran karayolu, demiryolu, enerji tüketimi, altyapı yatırımları, sanayileşme ve hayat standardının yükseltilmesi açısından önemli bir işlevi sağlamaktadır.

Altyapı yatırımlarının en belirgin özellikleri ise aşağıdaki gibidir:

-Yüksek maliyetli yatırımlardır. Altyapı yatırımları, bugün ilerleyen teknolojiye paralel olarak, sürdürülebilir altyapı için, çok büyük miktarlarda kaynak gerektiren yatırımlardır.

-Gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler olsun, tüm ülkelerde büyük ölçüde kamu sektörü tarafından yapılan yatırımlardır.

-Tamamlanma sonrası, hizmetin sunumunun büyük ölçüde bir ücret karşılığı sunulması mümkün olan yatırımlardır.

Bankamız altyapı yatırımı olarak Kanalizasyon, İçmesuyu, Yağmursuyu, Arıtma Tesisleri alanlarında; proje geliştirmek ve proje yürütmek faaliyetlerinde bulunmaktadır.

Altyapı uygulamaları maliyetli yatırımlar olmakla birlikte insanların günlük ihtiyaçları giderilmesi amaçlanmakta olup bu sebeple yapılan sosyal yatırımlardır.

Altyapı kesin projeleri, altyapı uygulamasına geçilmeden önce hesabı yapılmış, çizimleri tamamlanmış nihai projelerdir. Altyapı projeleri geniş alanları kapsamakta, işin genel olan kısmı yer altında yer almaktadır.

Altyapı uygulamalarına, projelerinin tamamlanmasına ve gerekli yasal koşullar sağlanmasına müteakip başlanmaktadır. Bu aşamada projeleri bire bir uygulamak esastır. Fakat uygulama sırasında mahallindeki şartlar sebebiyle projelere tamamıyla uymak mümkün olmamakta ve gerekli revizyonlar yapılmaktadır.

Bu tez çalışmasında Bankamızda yürütülen altyapı inşaatlarına değinilmiş, genel olarak karşılaşılan sorunlar belirtilmiş, bu sorunları oluşturan sebepler irdelenmiş olup uygulama esnasında çözüm önerileri getirilmektedir.

Altyapı projelerin uygulamaya geçirilmesi sırasında ise çeşitli sorunlar oluşmaktadır. Altyapı uygulamaları maliyetli olduğundan, uygulamada yapılan hataların geri dönüşü olmamakta veya oldukça güç olduğundan uygulama esnasında ve proje aşamasında gerekli önlemler alınmalıdır. Bu sorunlar uygulamada çözülmediğinde ya işin bir türlü bitirilmemesine ve yatırımların yarım kalmasına ya da sistemin atıl olmasına neden olmaktadır.

Altyapı uygulaması gerçekleştirirken gerekli özen ve titizlik gösterilerek çalışmalar yürütülmelidir. Fakat her türlü önleme rağmen de aksaklıklar meydana gelebilmektedir. Tez çalışması kapsamında genel olarak meydana gelebilecek aksaklıklara değinilmektedir. Bu tez ile birlikte uzun ömürlü, kaliteli, daha kullanılabilir altyapı tesislerinin oluşmasına katkı sağlanması amaçlanarak çözümler getirilmeye çalışılmaktadır. Bankamızca yaptırılan altyapı tesis uygulamalarına yönelik olan bu tez çalışmasında karşılaşılabilecek uygulama sorunlarına ait çözüm önerileri getirilmektedir. Yapılan bu tez çalışmasında hedef olarak; verimli, kaliteli, ekonomik ve kullanılabilir altyapı tesislerinin yapılması önem taşımaktadır.

## 2. BANKAMIZCA YÜRÜTÜLEN ALTYAPI İŞLERİNE AİT PROJE UYGULAMALARI

Büyükşehir sınırları dışında kalan Belediyelerin altyapı işleri Bankamız tarafından ihalesi yapılarak, tam kontrollük, müşterek kontrollük veya izleme yolu ile yapımı tamamlanmaktadır. Yapılan altyapı işleri; kanalizasyon inşaatı, içmesuyu inşaatı, atıksu arıtma tesisi, içmesuyu arıtma tesisi, yağmursuyu inşaatlarından oluşmaktadır.

### 2.1 Kanalizasyon İnşaatı

Yerleşim yerlerindeki evsel atık suları toplayarak emniyetli bir şekilde deşarj noktasına veya atıksu arıtma tesislerine götüren yeraltı yapılarına kanalizasyon sistemi denir. [2]

Kanalizasyon İnşaatı sadece evsel atıksularını uzaklaştırmak amacıyla hesaplanarak tek sistem olarak yapılabileceği gibi, kanalizasyon ve yağmursuyu bazen aynı sistemde tahliye edilebilmektedir.



Resim 2.1 – Hasankadı (Bartın) kanalizasyon inşaatı hendek kesiti



Kanalizasyon İnşaatları, geçici deşarj noktasından başlayarak, hattın akarı sağlanacak şekilde kesin projesine uymak koşuluyla yapımı tamamlanır. Uygulama sırasında karşılaşılan sorunlarda proje tadilatına gidilebilir fakat projenin temel amacı olan proje hedef yılı nüfusuna hizmet vermesi esastır.

Kanalizasyon uygulamalarında uygulamaya esas temel unsurlar; kullanılacak boru tipi ve şartnamelere uygunluğu, mevcut yer altı tesislerinin tespiti ve diğer hususlar, projesine ve şartnamesine uygun hendek kazısı, zemin ıslahının ardından yataklama ve gömlekleme yapılması, kazı yan yüzeylerinin iş ve işçi güvenliği açısından emniyete alınması, sızdırmazlık testleri, hendek dolguları, dolgu fazlası kazı malzemesinin uzaklaştırılması işleridir.

Kazıya başlanmadan önce kazı güzergâhında bulunan yer altı tesislerinin yeri ve konumun belirlenmesi çok büyük önem arz etmektedir. Zira döşenecek boru kotunda yer alan yer altı tesisleri olabileceği gibi yer ve konumu bilinmeyen yer altı tesislerine kazı sırasında verilebilecek zarar nedeni ile telafisi çok güç sonuçlar ile karşılaşılacaktır. Bu hususların önceden tespiti, uygulamanın sağlıklı yürütülmesi için yapılması gereken proje tadilatları önemli bir veri teşkil etmektedir.

### **2.1.1 Kanalizasyon hatları**

Kanalizasyon hatları kanalizasyon ağının geçirileceği bölgenin topoğrafik yapısı dikkate alınarak, mümkün olduğunca kanalların yüksek kottan düşük kota olacak şekilde ve akarın bitiş noktası olan deşarj noktasından inşaatına başlanılarak yapılmaktadır.

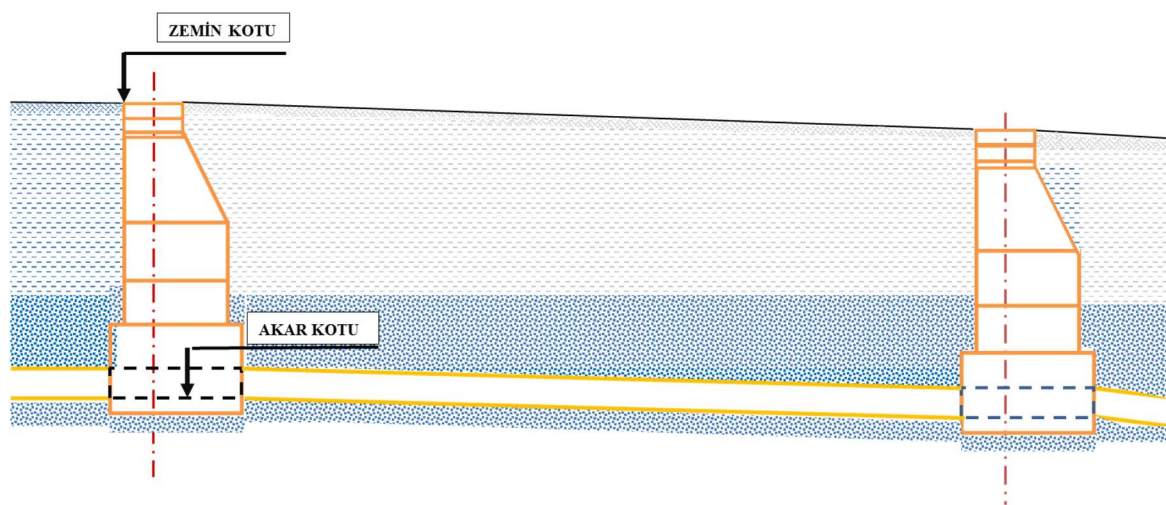
Kanalizasyon boru döşenmesi sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar:

-Boru döşeme işlemi iki muayene bacası arasında kazı işlemi tamamlanmasına müteakip iş ve işçi emniyeti sağlanarak borunun döşeneceği hendek tabanı hazırlandıktan sonra yapılmaktadır.

-İki muayene bacası arasında döşenen boru, hem yatayda hem de düşeyde (düz doğrultuda) olmalıdır.

-İnşaat yerine gelen borular (Beton veya betonarme boru, sırlı seramik boru, HDPE esaslı koruge boru, Spiral sarımlı HDPE boru, PE boru vb.) kullanmadan önce iyice muayene ederek kırık çatlak olanlarla lamba zıvana, muf ve uçları kırılan borular kullanılmamalı, ayrı bir yere istif edilerek derhal inşaat alanından uzaklaştırılmalıdır.

-Boru döşeme ekibinin işlerinin engellenmemesi için, kazı sırasında her türlü emniyet tedbirleri alınarak hendek tabanı hesaplanarak gerekli genişlikte açılmalıdır.



Şekil 2.1 - Kanalizasyon inşaatı kesit görünümü

-Mufların içi ve muf içine giren baş uçları bilhassa temiz ve kuru tutulmalıdır.

-Boru boyları özel hallerde kısaltılabilir. Bu durumda boru boyu kesilmeyip istenilen boyda kısa boru imal edilmelidir.

-Borular mufları akış yönünün aksine gelmek ve hendeğin en derin yerinden başlamak üzere kuruda döşenir. Hazırlanmış boru, hendeğin tabanında, her boru bağlantı yerinde mufun sığması için yeterli derinlikte bir niş açılmaktadır.

-Borunun ucu, döşenmiş boruların muf dibine sıkıca dayanacak biçimde sokulur. Yuvarlak contalı beton boruların döşenmesinde Contalar önceden hendek dışında ve TS EN 681-1,2,3,4 normuna uygun kalınlık ve çapta hazırlanır, borunun uç kısmına geçilir ve beraberce mufun içine sokulmaktadır.[3]

-Agresif suların ve zeminlerin söz konusu olduğu yerlerde, korozyona karşı yüksek dayanımlı malzemeden yapılmış boru cinsi seşilmekle birlikte, boru yüzeylelerinin ve bağlantı yerlerinin özel koruma önlemleri ile güvenlik altına alınmasına dikkat edilmelidir. Borunun çevresini saracak uygun dolgu malzemesinin seçilmesi ile de boruya etki edecek tehlikeli durum azaltılabilir.

-Borular döşenirken her bir borunun kot ve yön durumları ayrı ayrı ölçülmektedir.

### **2.1.2 Kanalizasyon hatlarında kullanılan borular**

Kanalizasyon hatları projesine uygun olarak belli minimum ve maksimum hız ve debi hesapları göz önünde bulundurularak döşenen hatlardır. Minimum akış hızı, boruların temiz kalmasını sağlar ve katı madde birikimini engeller. Maksimum akış hızı da hattın taşmasını ve tıkanmaları engellemektedir.

Kanalizasyon sistemin akarı boruların projesindeki hidrolik profili göz önünde bulundurularak, projesindeki akar kotlara tatbik edilmesi şartıyla döşenir. Bu aşamada yerleşim yerinde oluşan sebepler dolayısıyla uygulamada, boruların koordinat ve kotlarında ufak tefek değişiklikler olmaktadır. Fakat bunun projenin ve işin tekniğini etkilemeyecek sınırlarda olmasına dikkat edilmelidir.

Kanalizasyon sistemlerinde Bankamızca genel olarak entegre contalı beton boru ve HDPE koruge borular kullanılmaktadır.

Entegre contalı beton borular kanalizasyon hatlarında Ø200mm, Ø300mm, Ø400mm, Ø500mm, Ø600mm olarak, betonarme borular ise Ø800mm, Ø1000mm, Ø1200mm, Ø1400mm, Ø1600mm çaplarında olmak üzere çeşitli ölçülerde kullanılmaktadır. Parsel bağlantıları ise entegre contalı Ø150mm beton boru ile yapılmaktadır.



Resim 2.2 – Entegre contalı beton boru fotoğrafı

HDPE hammaddeden üretilen Koruge Boru ve Ek Parçaları Ø100-1000 mm. çaplar arasında üretilir ve contalı birleştirme yönetimi ile hızlı döşenir. Koruge Boru ve Ek Parçaları kanalizasyon, evsel ve endüstriyel atıklarının uzaklaştırılmasında; yağmur suyu deşarjında ve drenaj sularını taşıma hatlarında rahatlıkla kullanılmaktadır. Koruge boru esnek yapısı sayesinde deprem ve sismik hareketlerden etkilenmemektedir. Koruge boru 50 yıllık çalışma ömrü ile altyapı boru sistemlerinin sorunsuz çalışmasını sağlar. Koruge borular döşenirken zemin sıkıştırması yapılması sistemin ömrünü uzatmaktadır. Koruge Borular döşenirken zeminin dolgu malzemesi ile doldurulması oldukça önemli olmaktadır.[4]



Resim 2.3 – Koruge boru fotoğrafı

Bankamızca daha seyrekte olsa kullanılan Koruge Borularda yer yer sıkıntılar yaşanmaktadır. Şöyle ki genel olarak fabrika katalog değerlerinde verilen müsaade edilebilir dolgu yükü yüksekliğinin ancak belirli şartlar dâhilinde olduğu dikkate alınmalıdır. Bu şartları; zeminin yapısı, üst trafik yükü, borunun yan yüzeyleri ile hendek arasındaki dolgu boşlukları ile boruya etkiyen birim yük oluşturmaktadır.

Bu şartlar genel olarak, borunun sağ ve sol kesiminde minimum 50 cm açıklık bulunması boru alt, üst ve yan kesimlerin granüller malzeme ile yataklanması ve gömlekenmesi şartı ile bu malzemelerin %95 proktor sıklığında sıkıştırılmış olmasıdır.

Bilindiği üzere hendek genişlikleri boru çapına ve iksa-şev uygulamasına göre belirlenmektedir. Bu nedenle, Koruge Borularda boru sağ ve sol yanında 50cm boşluk bulunması şartı Bankamız Teknik Şartnamesinde verilen hendek genişliği değerleri ile çelişmektedir. Ayrıca şantiye şartlarında %95 proktor sıklığını yakalamak ve bunu kontrol etmek de çok zor olup bu yapılsa dahi bilhassa palplanş türü özel iksalı hatlarda palplanşların çekimi sırasında oluşan vibrasyon etkisi ile elde edilmiş sıklığı korumak mümkün olamamaktadır.[5]

Bunun yanı sıra koruge borularda manşon ve boru arasındaki densisite (yoğunluk) farkı nedeni ile yüksek dolgu yüklerinde manşon kısmında sızdırmazlığın sağlanamadığı ve bu kısımlarda su kaçağı olduğu görülmektedir. Aynı problem CTP borulu içme suyu hatlarında da zaman zaman görülmektedir.

### **2.1.3 Kanalizasyon Prefabrik Baca Elemanları**

Kanalizasyon inşaatında muayene bacaları ve parsel bacaları prefabrik baca elemanlarını oluşturur.

Muayene bacası, toplayıcı veya taşıyıcı kanalizasyon hatlarında kontrol, müdahale, havalandırma, bağlantı, dönüş gibi amaçlarla kurulan bacalara denir. Döşenen boru çapına göre kullanılacak baca çapı değişmektedir. Ø200mm ile Ø600mm dahil boru çaplarında kullanılacak baca elemanları Ø1000 mm iç çaplıdır. Ø800 mm ve üstü çaplarda döşenen

borular için kullanılacak baca çapları  $\text{Ø}1200$  mm'dir. Bir takımı; taban eleman, gövde bileziği, konik eleman, ayar bileziği ve kapaktan oluşmaktadır.

Muayene bacaları; taban, konik, 35cm'lik gövde bileziği, 60cm'lik gövde bileziği, çerçeve montaj, yükseklik ayar bilezik elemanları kullanılarak teşkil edilmesi esastır. Ancak muayene bacasını yol üst kotuna ayarlamak için en fazla 1 adet boyun bileziği kullanılabilir. Halihazır araziden geçen kanalizasyon hatlarına ait muayene bacalarında ise zemin kotunun üstündeki imalatta kullanılabilir. Bunun dışındaki muayene baca teşkillerinde boyun bileziği kullanılmaz. [6]

Parsel bacası, pis su bağlantı hatları inşaatında bina çıkışlarına kontrol ve müdahale amaçlı konan bacalara denir. Bulduğu parselde ait ve parselin sınırları içerisinde kalan müstakil bir imalattır. Baca tipi kare olup iç kenar ölçüsü 800mm, dış kenar ölçüsü 1000mm'dir. Bir takımı; taban eleman, gövde bilezikleri(50cm+25cm), kapaktan oluşmaktadır.



(a) Muayene bacası



(b) Parsel bacası

Resim 2.4 – (a)Kanalizasyon muayene ve (b) parsel bacası uygulaması fotoğrafları

Muayene ve parsel bacalarının uygulaması sırasında bütün elemanları birleştirilerek, malzemelerin birbiri ile uyumluluğu kontrol edilmelidir. Birbiri ile uyumlu olmayan malzemeler kullanılmamalıdır. Ayrıca prefabrik elemanların birleşim yerleri, her ne kadar entegre conta kullanılsa dahi, boşluk oluşmaması için uygun malzeme ile sıvanmalıdır.

#### 2.1.4 Kanalizasyon kapakları

Bankamız kanalizasyon inşaatları projelerinde kanalizasyon bacası olarak uzun yıllardır sık olarak pik döküm sfero baca kapakları kullanılmaktadır.  $88 \pm 3$  kg ağırlığında, orta ve ağır trafik alanları için menteşeli, sfero döküm, kanalizasyon rögar kapağı; kanalizasyon alt yapısı menhol bacalarında kullanılır. Şartnamesine uygun olarak,  $180^\circ$  açılabilir çift menteşelive 3 adet kilit sistemi vardır. Kapak ve çerçeve torna edilmekte, kapağa kauçuk conta monte edilmekte ve kapak ile çerçeve kauçuk esaslı siyah bitüm boya ile boyanmaktadır. Menteşe ve kilit kısmında paslanmaya karşın paslanmaz krom nikel çelik civata ve pimler kullanılmaktadır.



Resim 2.5. Sfero döküm muayene baca kapağı fotoğrafı

Her ne kadar yol yüklerine dayanıklı olsa da sfero döküm baca kapaklarının dezavantajları bulunmaktadır. Sfero baca kapakları nemli bölgelerde daha çabuk paslanmakta bu yüzden ömrü daha kısa olmaktadır. Bu tür yerlerde kompozit baca kapakları kullanmak daha avantaj sağlayacaktır.

Çelik ve Cam Elyaf Takviyeli Kompozit Rögar Kapağı D400 yük sınıfı, C250 yük sınıfı, B125 yük sınıfı olarak üretilmektedir. Kapama kapağı ağır yük taşıt trafiği, orta yük taşıt trafiği, hafif yük taşıt trafik yoğunluğuna göre yapılmaktadır. Geri dönüşümü olmayan malzemeden imal edildiği için çalınma riski yoktur. Metal ve betona oranla daha hafif olduğundan nakliye ve montaj avantajı sağlar, asla yanmaz. Kompozit rögar kapakları çürüme ve paslanma olmadığından kullanım ömrü daha fazla olmaktadır. [7]



Resim 2.6 – Kompozit baca kapağı fotoğrafı

Baca kapakları ile ilgili bir diğer konu da imalat tamamlandıktan sonra Belediyesinin yol çalışması sırasında baca kapaklarının üzerini kapatmasıdır. Kapanan bacalar sistemin çalışmasını olumsuz etkiler, hatta oluşabilecek arızaların kontrolünü zorlaştırır ve hatta gaz sıkışmasından ötürü patlamaya dahi neden olmaktadır. Bu sebeple kanalizasyon kapaklarının üzerlerinin açıkta bulunması gerekmektedir.

### 2.1.5 Terfi hatları

Kanalizasyon inşaatlarında bazı durumlarda düşük kottan yüksek kota doğru akar sağlanmak istenir. Bu durum akışın kendi cazibesi ile olamayacağından, sistemin bu kısma gelen debisine göre motorlar vasıtası ile terfi merkezi binası veya paket terfi kurularak çözülmektedir.

Paket terfi merkezi 800 ile 1800 mm arası yedi çapta, 1,5 ve 6 metre arasında derinliklerde tedarik edilir. Pompa kapasitesi 96 lt/s'ye kadardır. Terfi istasyonu, vana aksamını, deşarj boruları, giriş ve çıkış bağlantılarının istenilen şekilde yapılandırılmasıyla



önceden monte edilmiş olarak şantiyeye getirilir. İstasyon, korozyona son derece dayanıklı olan güçlü, hafif bir malzeme olan cam elyafıyla güçlendirilmiş polimerden (CTP) yapılmıştır.[8]

Paket terfinin yeterli olmadığı durumlarda ve uygun yerin bulunması şartıyla terfi merkezleri yapılmaktadır. Atıksuların bina içinde geçici olarak (pompa çalışana kadar) kalması dolayısıyla, bu yapılarda havalandırma sistemi kurmak gaz sıkışması vb. faciaya karşı önlem olmaktadır.



Resim 2.7 – Paket terfi uygulamasına ait fotoğraflar

### 2.1.6 Dere geçişleri

Kanalizasyon sistemleri yeraltından geçebileceği gibi bazen de dere talveg (taban) kotundan veya daha yukarıdan geçmek zorunda kalabilir. Bunun için öncelikli olarak gerekli izinlerin ilgili idaresinden alınması gerekmektedir.

Dere geçişleri derenin tabanından geçiyorsa beton/betonarme gömlek içerisinde koruge veya PE boru ile geçilmektedir. Bu kısımda geçilecek betonarme kısmın yerinde döküm olarak yapılabileceği gibi prefabrik olarak da uygulaması yapılabilir.



Resim 2.8 – Prefabrik beton gömlek dere geçiş elemanı fotoğrafları

Dere geçişlerinin uygulaması zor olduğundan dolayı beton gömlek içine beton boru döşenmesi neredeyse imkansızdır. Bu sebeple imalatı kolaylaştırmak için uygulamada PE esaslı ve hattın geçtiği kısma (terfi veya cazibeli hatta) uygun dayanımlı boru kullanmak hattın sıkıntısız olarak çalışması ve sistemin uzun ömürlü olması için daha uygun olacaktır.

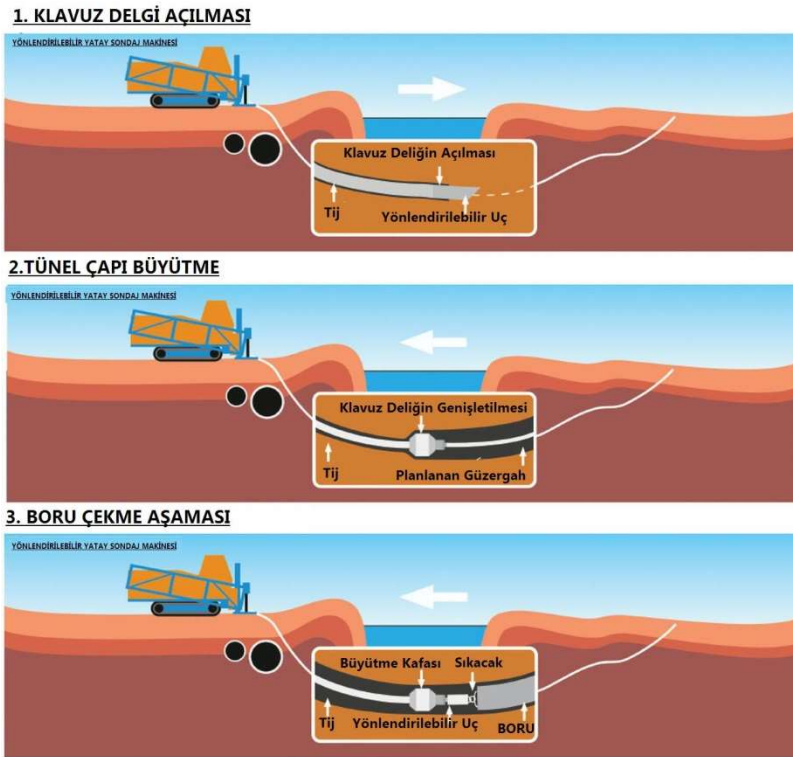


Resim 2.9 – Yerde beton döküm dere geçişi fotoğrafı

Hattın dere tabanından daha üst kottan geçmesi durumunda ise, askıda geçiş olarak uygulaması yapılabilir. Eğer yakında köprü varsa askıda köprü geçişi yoksa derenin iki tarafına kaide yapılarak askıda geçiş yapılmalıdır.

Eğer derenin geçilemeyeceği durum söz konusu ise dere altından yatay delgi metodu ile geçiş uygulamasına gidilmelidir. Her mevsim debisi yüksek derelerde havzanın yönünü değiştirmek neredeyse imkansızdır. Bu yüzden beton dere geçişi uygulaması hem istenildiği gibi olmamakta, hem de çoğu zaman kalıcı olmamaktadır.

Bu yüzden eğer projede dere geçişleri varsa proje aşamasında yatay delgi ile mi yoksa beton gömlek ile mi geçilmesi ciddi bir şekilde irdelenmelidir.



Şekil 2.2 – Yatay sondaj metodu ile dere geçişi görünümü

### 2.1.7 Karayolu ve demiryolu geçişleri

Yatay delgi metodu, kazı yapılmadan yeraltına boru döşeme metodudur. Kanalizasyon sisteminin karayolundan geçmesi yatay delgi metodu ile gerçekleştirilmektedir. Karayollarından gerekli izinler alındıktan sonra çelik klavuz borunun karayolunun altından proje kotlarına uygun olarak sürülmesine müteakip içerisinde kanalizasyon borusu geçirilerek uygulaması yapılır.

Bu kısımda akar kotu sağlayacak şekilde çelik klavuzlu borunun geçirilmesi önemlidir. Ayrıca uygun kalınlıkta çelik klavuz boru seçilmeli ve klavuz boru içerisinde 200mm daha düşük çapta HDPE veya Koruge boru ile geçiş yapılması gerekmektedir. Yani iç çapı Ø200mm kanalizasyon borusu dıştan Ø250mm'ye kadar çıkabilmekte, bu sebepten Ø300mm boru içerisinde geçmesi mümkün olmamaktadır.



Resim 2.10 - Çelik klavuz boru içinde HDPE boru ile yatay delgi uygulaması fotoğrafları

Demiryolu geçişleri karayoluna geçişlerine benzer olarak yapılmaktadır. Burda ise ilgili DDY idaresinden izin alınması gerekmektedir. Klavuz borunun dolgu ve temelden geçeceği kısımda demiryolunda herhangi bir oturmaya mahal vermeyecek şekilde geçişin sağlanması gerekmektedir.



Resim 2.11 – Yatay delgi metodu ile demiryolu geçişi uygulaması fotoğrafı

### 2.1.8 Deşarj Yapıları

Kanalizasyon inşaatlarında ilk başlanılan ve kanalizasyon sisteminin bittiği noktada, alıcı ortama atıksu tahliye etmek için deşarj yapısı kullanılmaktadır. Bu yapı ile atıksuların çevrede birikimi önlenerek kanalizasyon sisteminin geçici deşarjı sağlanmaktadır.

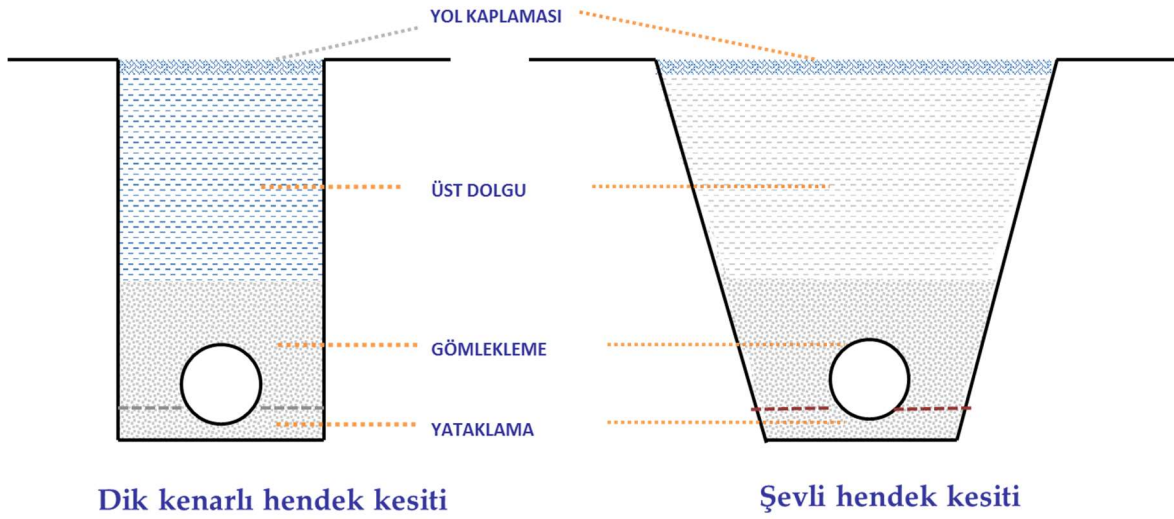


Resim 2.12 – Deşarj yapısı uygulaması fotoğrafı

### 2.1.9 Hendek kazıları

Hendek ve temel kazı işlemleri, kanalizasyon hatlarının kazı işlemi iş ve işçi emniyetinin temini için Şevli kazı, iksalı kazı şeklinde yapılmaktadır.

Hendek ve temel kazılarında 1,50m derinliğe kadar kazı yan yüzeyleri düşey olacaktır. Ancak, kendini tutamayan ve kazı yapılırken meydana gelen çökmelerde imalatın yapılmasını imkansız kılacak durumlarda olan zeminlerde kazının, işin yapılmasını mümkün kılacak ölçüde şevli veya iksalı olarak yapılmalıdır.



Şekil 2.3 - Kanalizasyon inşaatı hendek kesitleri görünümü

Hendek ve temel kazı işlemleri; şev ya da iksanın tercihinde ekonomik olanı esas alınır. Ancak, yolun trafiğe açık tutulması veya yol kaplamasının fazla bozulmaması söz konusu olduğunda ve bu durumu idarenin de uygun görmesi halinde ekonomik mukayesesi yapılmaksızın iksa uygulaması yapılmalıdır.

Hendekler ve inşaat çukurları, kesin projesinde gösterilen derinliğe kadar kazılırken, iş ve işçi güvenliğinin sağlanması bakımından, kazı derinliği 1,50m'den derin olan ve zeminin kendisini tutamaması halinde hendek ve temel kazılarında, yukarıda belirtildiği gibi kazı yan yüzeyleri iksa edilerek desteklenecek veya şevli açılmalıdır.

Kazı işlemi tamamlandıktan sonra zeminde varsa zemin suyunun kurutulması gerekir. Kuru zeminde boru döşenmesi önemlidir. Hendek yan yüzeylerinden ve tabanından gelen yeraltı sularının uzaklaştırılarak kuru zeminde boru döşenmesi önemlidir.

Hendek yan yüzeylerinden ve tabanından gelen suların kurutulması aşağıdaki işlemlerle yapılabilir:

-Kazı esnasında çıkacak yer altı suyunu hendek içerisinde tabii meyli ile akıtmak için gereken tedbirleri alınmalıdır.

-Yeraltı suyunun tabii meyli ile akıtılmasına imkan olmayan hallerde su pompalarla boşaltılmalıdır.

-Zayıf yapıda olan zeminlerde yeraltı suyu da varsa bu zeminlerde kanalizasyon hatlarının kuruda yapılabilmesi için çelik palplanş iksa kullanılır. Çelik palplanş iksaya rağmen hendek tabanından su geliyorsa hendek tabanının kurtulması için pompa kullanılmalıdır.

-Devamlı su sızmasına maruz kalan yerlerde projeye bağlanmak kaydı ile hendek boyunca, tabanda pompaj çukurunda nihayetlenen drenaj kanalları tesis edilebilir drenajlar temel satırları kuru kalacak şekilde ve akacak suların yeni dökülen betonla temas etmemesi sağlanmalıdır.

#### **2.1.10 Hendek dolguları**

Dolgu işlerinde, hendek ve temel dolgularına dikkat edilmeli ve itina gösterilmelidir. Hat çukurlarının ve sanat yapılarının dolgusunda uygun nitelikte malzeme kullanılmaktadır.

Dolgu toprağı hiçbir zaman taşıtlardan doğrudan doğruya hendeğe dökülmemelidir. Dolgular tabakalar halinde hendeğe sepilip sıkıştırılması yapılmalıdır.

Dolgu fazlası kazı malzemesinin uzaklaştırılması çalışma sahasından uzaklaştırılması gerekmektedir. İnşaatın bitiminde iş yerindeki artık malzemeyi (moloz, yığın vs.), araç ve gereçleri iş yerinden uzak ve uygun yere götürülerek yapılmalıdır.

#### **2.1.11 Dolgunun sıkıştırılması**

Dolgunun sonradan meydana gelecek oturmalara sebep vermemesi için sıkıştırılması gerekir. Dolgunun sıkıştırılması, belirlenmiş sıkıştırma derecesi yapım şartnamesinde belirtilen özel donanım kullanılarak (kompaktör, el tokmağı vs.) yapılmalıdır.

Boru yataklama ve gömlekleme dolgularının sıkıştırılması boruya zarar vermemek için başlangıçta elle yapılmalıdır. Bu bakımdan; özellikle boru üst noktası üzerindeki

dolgunun 0,30m seviyesine kadar kompaktör veya el tokmağı ile malzeme tabakalar halinde sıkıştırılır.

Dolgu malzemesinin cinsine göre dolgu tabakaları aralıklı olarak zeminin cinsi ve mevsim şartlarına göre su ile sulanacak böylece dolgunun iyice sıkışması sağlanacaktır.

### **2.1.12 Boru hattının sızdırmazlığı**

Boru hattının sızdırmazlık deneyi, gömlekleme yapılmamış boru hatlarında yapılır. Gerekli hallerde, deney sırasında boruların yer değiştirmesini önlemek amacıyla, boru hattının yan dolgusu yapılabilir. Ancak bu işlemde boru bağlantı yerleri açıkta bırakılmalıdır.

a) Ø150mm-Ø200mm-Ø300mm-Ø400mm-Ø500mm-Ø600mm, iç çaplarındaki borular için;

Deney iki baca arasında su doldurmak suretiyle yapılmalıdır. Deney sırasında, su basıncı baca yüksekliğine kadar (en çok 5 mt.) içinde hava kalmayacak şekilde doldurulmalı ve bu durumda 15 dakika beklenerek mecra ve ek yerleri incelenerek arızalar tespit edilmelidir.

Sızdırmazlık deneyi sırasında eksilen su hacmi hesaplanmalıdır. Sızdırmazlık deneyine tabi tutulan iki baca arasındaki mecranın iç yüzey alanı hesaplanarak 1 m<sup>2</sup> yüzey alanına isabet eden kaçak miktarı tespit edilecektir. Bu kaçak miktar, boru hatları için 0,15 lt/m<sup>2</sup>'den olmamalıdır. Sızdırma miktarı tolerans miktarını aşması durumunda, deneye son verilecek ve kusurlu kısımlar tamir edilerek tecrübe tekrarlanmalıdır.

b) Ø800mm. iç çapından büyük borular için ( Ø800mm dahil);

Sızdırmazlık deneyi her boru birleşim yeri için ayrı ayrı yapılmalıdır. Boru birleşim yerine yerleştirilen özel aparatın içi su ile doldurulacak ve 0,5 atmosfer basınç altında 15 (onbeş) dakika bekletilecektir. Boru ek yeri gözle izlenerek su sızdırmanın olup olmadığı tespit edilecek ve manometrede 0,5 atmosfer basıncının sabit kaldığı izlenmelidir. Kaçak olması durumunda ise kusurlu kısımlar tamir edilecek ve tecrübe tekrarlanmalıdır.[5]





Resim 2.13 – Sızdırmazlık testi uygulama esnasındaki fotoğraflar

### 2.1.13 Kanalizasyon hatlarının görüntülenmesi

Kanalizasyon hatları dolgu işlemi tamamlandıktan sonra 360° görüntü alabilen kamera monte edilmiş görüntüleme robotu ile görüntülenerek test edilir.

Tüm hatların ve muayene bacalarının kanal görüntüleme robotu ile görüntüsü alınmalıdır.

Görüntü kayıtları muayene bacasından bir sonraki muayene bacasına kadar kesintisiz alınması gerekmektedir. Kanal görüntüleme robotu ile borudaki çatlakların boru montaj yerlerindeki açıklıkların ve borudaki sehim miktarları mm. cinsinden ölçülmelidir. Görüntüleme sonrası otomatik eğim grafiği ile fotoğraflı raporlar hazırlanmalıdır.



Resim 2.14 – Kanalizasyon görüntü örneği fotoğrafı

### 2.1.13 Diğer hususlar

Boru döşeme işlemi tamamlandıktan sonra kontroller ve deneyler yapılmalıdır; gözle muayene, güzergah, ek yerleri, hasar ve bozulmalar, bağlantılar, boru dış kaplama ve iç kaplama kontrolleri.

Proje kotları, harita ölçümleri ile döşenen hattın kotları kontrol edilmelidir. İşe başlanmadan önce projenin araziye uygunluğunun kontrol edilmesi gerekmektedir. İşletme planlarına esas mesafe, kot ve koordinatlarının tespiti, imalatların fotoğraflanması yapılmalıdır.

## 2.2 İçmesuyu İnşaatı

Yerleşim yerlerinin yaşayanların içmesuyu ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamak amacı ile içmesuyu sistemleri tasarlanarak inşaatları yapılır. Suyun kaynaktan alınarak depo, kaptaj gibi sanat yapılarına ulaştırılmasını sağlayan sistemlere iletim hatları denir. Suyun depodan sonra yerleşim yerlerine ulaştırılmasını sağlayan hatlara şebeke hatları denir. Şebekeden konutlara bağlantısını sağlamak amacıyla yapılan sisteme abone hatları denir.



Resim 2.15 – Kilis içmesuyu inşaatına ait fotoğraf

### 2.2.1 İçmesuyu hattı güzergâh tespiti

Teknik, ekonomik ve işletme yönünden en uygun çözümü verecek güzergâhı tespit edilmelidir. Hattın cazibeli veya terfili olma durumuna göre, gerekli hesap ve karşılaştırmalar yapılmalıdır. Alternatif güzergâhlar öngörülmelidir.

### 2.2.2 Terfili iletimde boru seçimi

Ekonomik boru çapının tayininde ilk yatırım bedeli, sürtünme katsayıları, pompaların verimi, su darbeleri ve işletme maliyeti gibi faktörler göz önüne alınır. Kullanılacak olan boru çapı büyüdükçe, yük kayıpları dolayısıyla terfi gücü azalır ve yıllık enerji giderleri azalır.

Sonuç olarak, iletim hatları ile taşınacak her debi için iki masraf bileşeni toplamının, minimum olduğu uygun bir çap değeri vardır. Belirli bir terfi debisi için ekonomik çap bu minimum giderin gerçekleştiği çaptır. Terfi hatlarında işletme esnasında meydana gelen darbe etkileri göz önüne alınarak boru tip ve cinsleri seçilmelidir.

### 2.2.3 Cazibeli iletimde boru seçimi

Cazibeli iletimde kaynağın verimi , güzergâhı, hattın boyu , çapı, cinsi ve maruz kalacağı basınçlar ve sanat yapıları göz önünde bulundurularak ve ekonomik hesaplar sonunda en uygun çözüm seçilir.

Cazibeli iletim hatlarında statik basınçlar ve darbe durumları da dikkate alınarak boru cins ve tipleri saptanır. Borularda maksimum debide en az hız 0,30 m/s, cazibeli iletim hatlarında hız en çok 3,00 m/s alınır. Ancak ortalama hız değerinin 1.0-1.5 m/s civarında olması önerilir. İletim hatlarında, suyun depoya giriş basıncının 60-65 metrenin üzerinde olmasına izin verilmemelidir. Gerekliğinde depo girişinde basınç kırıcı vana kullanılarak basınç düşürülmelidir. Boru hattı geçilirken gerektiğinde derin kazıdan kaçınmak üzere menfez veya beton ayak ve dolgu yapılarak, boru hattı yukarı alınır. İletim hattı Karayolu istimlak sınırı dışından geçirilmelidir. Demiryolu ve Karayolundan zorunlu yatay geçiş halinde açık kazı yapılmadan, kılavuz boru teşkil edilerek yatay delgi metodu kullanılmalıdır.[9]

### 2.2.4 İçmesuyu hattında kullanılan borular

Günümüzde içmesuyu iletim hatlarında yoğun olarak beş tip boru kullanılmaktadır.

#### 2.2.4.1 Çelik borular

Çekme dayanımı yüksek olduğundan deprem ve yer hareketlerine karşı dayanıklı borulardır. Heyelan bölgeleri açısından çok elverişlidir. İsale hatlarının yüksek basınca maruz büyük çaplı kısımlarında çoğunlukla çelik borular kullanılır.



Resim 2.16 – İçmesuyu çelik boru fotoğrafı

Çelik boruların en önemli dezavantajı yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu zeminlerde korozyona uğramasıdır. Korozyon isale hatlarının kullanım ömrü bakımından göz ardı edilmemesi gereken bir etkidir. Günümüzde çelik boruları korozyondan korumak amacıyla dış kaplama ve katodik koruma önlemleri alınmakla beraber kusursuz bir izolasyon mümkün olamayacağından yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu zeminler için çelik boru kullanımı uygun değildir.

#### **2.2.4.2 Düktil borular**

Yüksek basınçlara, su darbesine, ağır trafik yüklerine ve boru üzerindeki toprak yükü gibi etkenlere karşı dayanıklıdır. Çekme dayanımı yüksektir. Deforme olmadan esneyebilme özellikleri ile olağan dışı yükler ve etkiler karşısında isale hattının sağlıklı olarak hizmet vermesini sağlar. Deprem ve heyelan nedeniyle oluşan aşırı yüklere karşı koyabilecek dayanıma sahiptir. Standart olarak dıştan çinko ve bitümlle kaplı olduklarından korozyona karşı dayanıklı borulardır.



Resim 2.17 –Düktil boru fotoğrafları

#### **2.2.4.3 Cam Elyaf Takviyeli Plastik (CTP) borular :**

Son yıllarda üretilmeye başlanılan CTP borular korozyona ve kimyasallara karşı dayanıklıdır. Katodik koruma, iç ve dış kaplama gerektirmez. Pürüzlülüğü düşük olduğundan hidroliği kritik proje dizaynlarında tercih edilebilir ancak yüksek basınçlı

sistemlerde ve terfilî hatlarda kullanımı uygun değildir. Ek parça üretimi zordur. Su darbelerine karşı elverişsiz borulardır. Geçme bağlantılı olması nedeniyle sarp yamaçlarda ve yer hareketlerinin fazla olduğu yerlerde kullanımı sakıncalı olmaktadır.



Resim 2.18 - CTP boru fotoğrafı

#### **2.2.4.4 Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE PE100) borular**

Korozyona ve kimyasallara karşı yüksek dirençli olduğundan asidik, bazik ve tuzlu ortamlarda kullanılabilir. Boruların, çaplarının 18–20 katı kadar bükülebilme özelliğinden dolayı isale hattında daha az dirsek kullanımını sağlar.

Çatlamaya ve darbelere karşı dirençlidir. Ek parça üretimi oldukça kolaydır. Uygun et kalınlığı seçilerek 25 Atü'ye kadar olan yüksek basınçlar altında kullanılabilir. Derin hendeklerde ovalleşme sorunu yaşanmaz. Arazi şekillerine iyi uyum göstererek yer hareketlerinden etkilenmez. Hidrolik yönden iyi borulardır. En önemli mahzurları; genleşmeleri, yanmaları ve 20 derecenin üstünde ve zamanla mukavemetlerini kaybetmeleridir.

Alın kaynağı veya elektrofüzyon manşon ile bileşimleri yapılabilir. Bankamız şartnamesine göre Ø110mm çapına kadar elektrofüz manşon ile üzerindeki çaplarda alın kaynağı ile bileşimi yapılır. Düşük çaplarda alın kaynağı tercih edilmemelidir. Kaynak sırasında oluşan borunun içinde ve dışındaki çıkıntılar sebebi ile kesit daralmasına sebep

olur. Bu yüzden Ø110mm altındaki borularda alın kaynağı yerine elektrofüzyon manşon uygulanmalıdır.



Resim 2.19 - Alın kaynağı ile HDPE boru birleştirme fotoğrafı

#### ***2.2.4.5 Polivinil klorür (PVC) borular***

Pvc içme suyu boruları Ø20mm - Ø400mm çap aralığında ve 6-8-10-16 Bar basınçlarda üretilmektedir. PVC İçme Suyu Borusu maliyet olarak HDPE borulara göre uygundur. Döşeme kolaylığı ve uygulama maliyetleri daha düşüktür. Fakat borunun diğer içmesuyu borularına oranla daha dayanıksız olması sebebiyle son yıllarda tercihi azalmıştır. Uygulamada daha çok bina iç tesisatları ile parsel bağlantıları arasındaki atıksu PVC boruları kullanılmaktadır. [10]



Resim 2.20 - PVC içmesuyu borusu fotoğrafı

## **2.2.5 İletim hattında sanat yapıları**

### **2.2.5.1 Maslaklar**

Hattın istenilen basınç değerlerini sağlamak amacıyla kullanılır. Boruların normal olarak dayanacağı statik basınçlar ve diğer hususlar göz önünde tutularak maslak yerleri tespit edilir. Manevra ve su odası olmak üzere iki bölümdür.

### **2.2.5.2 Vantuzlar**

Vantuzlar sistemin ilk doldurulması sırasında ve işletme esnasında boru patlamalarına neden olabilecek yüksek hava miktarının tahliye edilmesi, borudaki su tahliye edilirken yüksek hava miktarının sisteme girmesi için kullanılırlar.

Hattın boşalması, çabuk doldurulması, hattan hesap debisinden daha az su geçmesi veya fazla su çekilmesi nedeniyle hava girmesi, sudan hava ve gazların ayrılması ile meydana gelen hava ve gazların borudan dışarı atılması için boyuna profildeki tepe ve kırık noktalara vantuz konulur.

Normal vantuzlar minimum 6m su basıncına kadar uygulanır, 6m'den az basınçlarda özel tip vantuz(dinamik vantuz) veya hava tahliye bacası kullanılmalıdır.

### **2.2.5.3 Hava Tahliye Bacaları**

Piyezometre hattının boru hattına çok yaklaşması ve vantuzun çalışmasının kritik olduğu hallerde, vantuz yerine hava tahliye bacası kullanılabilir. Hattın geçtiği mahallin yakınında daha yüksek sırt varsa, vantuz yerine sırta kadar boru döşenerek havanın tahliyesi sağlanmalı ve baca üstüne dışardan kirlenmeyi önleyecek tertibat projelendirilmelidir. Hava bacası çapları vantuz çaplarına uygun seçilmelidir.

Piyozometre hattının boru hattına çok yaklaşması ve vantuzun çalışmasının kritik olduğu yerlerde (3-4m) vantuz yerine hava boşaltım bacaları kullanılır. Hattın geçtiği mahallin yakınında daha yüksek sırt var ise vantuz yerine sırta kadar boru döşenerek te havanın boşaltılması sağlanabilir.



#### **2.2.5.4 Basınç Kırıcı Vana**

Basıncın çok yüksek olduğu durumlarda bir basınç kırıcı vana teçhizatı ile vana odası yapılır. Hidrolik koşullar ve diğer hususlar göz önünde tutularak, basınç kontrol vanaları teşkil edilir. Basınç kırıcı vanalar, yüksek giriş basıncını, talep edilen sabit çıkış basıncına düşürerek verimin yükselmesini sağlayan vanalardır. Bu vanalar, şebeke verimi üzerinde oldukça etkili olduğu gibi, su şebekelerinde en çok kullanılan kontrol vanalarıdır. Selenoid kontrol, basınç düşürücü, basınç sabitleme, darbe önleme, debi kontrol ve benzeri amaçlarla kullanılabilir. Mansap basıncını ölçen bir basınç ölçer sisteme dahil edilir.

#### **2.2.5.5 Tahliyeler**

İsale hattı profilinde kırık ve eğimin aksi yönde değiştiği noktalara tahliye konulur. Özellikle dere yataklarında tahliyenin talvegden uzak ve selden zarar görmeyecek ve boşaltım imkânı sağlayacak şekilde tesis edilmesi gerekir.

Tahliyeler, iletim hatlarının zaman zaman boşaltılmasının sağlanması amacıyla düşük kottaki kırık noktalarda teşkil edilir. Bir oda içine alınacak tahliyelerin, özellikle dere yataklarında, talvegden uzak ve selden zarar görmeyecek ve tahliye imkânı sağlayacak şekilde kotlandırılması sağlanır. Tahliye ayaklarının 100 m'den uzun olması halinde bu hatlara ait plan, profil düzenlenir.

Tahliyeler kanalizasyon rögarlarına bağlanmaz ancak yağmur suyu rögarlarına bağlanabilir, meskûn saha dışında uygun yere akıtılabilir, meskûn saha içinde ise bağlanacağı yerin detayları verilir. Tahliyenin suyu deşarj edebileceği herhangi bir nokta bulunmaması halinde, dalgıç pompajla deşarj etme imkânı veren çift odalı tahliye yapıları seçilir.

#### **2.2.5.6 İzolasyon Vanası**

İletim hattında herhangi bir arıza halinde, borunun içindeki suyun tahliyesi ve onarımının yapılabilmesi için izolasyon vanaları konur. Bu vanalar, mümkün olduğunca tahliyelerin yanında ve boru profili boyunca kullanılır. İzolasyon vanalarının ara

mesafeleri, hattın en fazla 5 saatte boşaltılması esası dikkate alınacak şekilde belirlenir. Hat boyunca konulan izolasyon vanalarının aralıkları 3 km civarında olabilir.

#### **2.2.5.7 Tespit Kitlesi**

Boru hattının plandaki dirsek noktalarına zeminin sağlam olup da boru ile zemin arasını betonla doldurmakla yetinilemeyeceği durumlarda tespit kitleleri proje ve hesapları verilir.

İletim hattının, eğimin %30'u geçtiği yerlerde, yatay ve düşey dirsek noktalarından gerekli görülenlerde, boru cinsine, çapına, bağlantı şekline ve maruz kaldığı basınca bağlı olarak tespit kitleleri teşkil edilir.

Ayrıca boruların birbirlerine esnek (kayar) bağlantılarla birleştirildiği hatlar üzerinde, plan ve profilde bulunan dirseklerde ve dengelenmemiş basınca maruz noktalarda (Körtapa, T parçası vs.) da dengelenmemiş kuvvetleri karşılamak için tespit kitleleri teşkil edilir. Tespit kitlelerinin boyutlandırmasında TS2861'de tanımlanan test basınçları kullanılır. [11]

#### **2.2.5.8 Depolar**

Deponun yerleşeceği kot; şebekede talep edilen basınçları sağlamak üzere saptanır. Deponun oturacağı kot belirlendikten sonra besledikleri bölgenin yakınında ve tercihen ağırlık merkezine isabet edecek şekilde heyelanlı bölge ve fay hattı dışında depo yeri seçilir.

Şebeke kat ihtiyaçlarına göre depo hacmi seçilir. Yerleşeceği kot; şebekede talep edilen basınçları sağlamak üzere saptanır. Gerekmesi durumunda ayaklı depo kullanılır.

Öncelikle, depo yeri, besleyeceği şebekenin kotları dikkate alınarak minimum ve maksimum basınçları sağlayacak kotta belirlenmeli ve deponun besleyeceği bölgenin yoğunluk merkezine yakın olacak şekilde seçilmelidir. Bu seçimde kazı miktarının az olmasına dikkat edilmelidir.

Topoğrafyaya ve beslediği şebeke bölgesine olan uzaklığına bağlı olarak gömme veya ayaklı depo alternatiflerine ya da bunların kombinasyonlarına karar verilir.

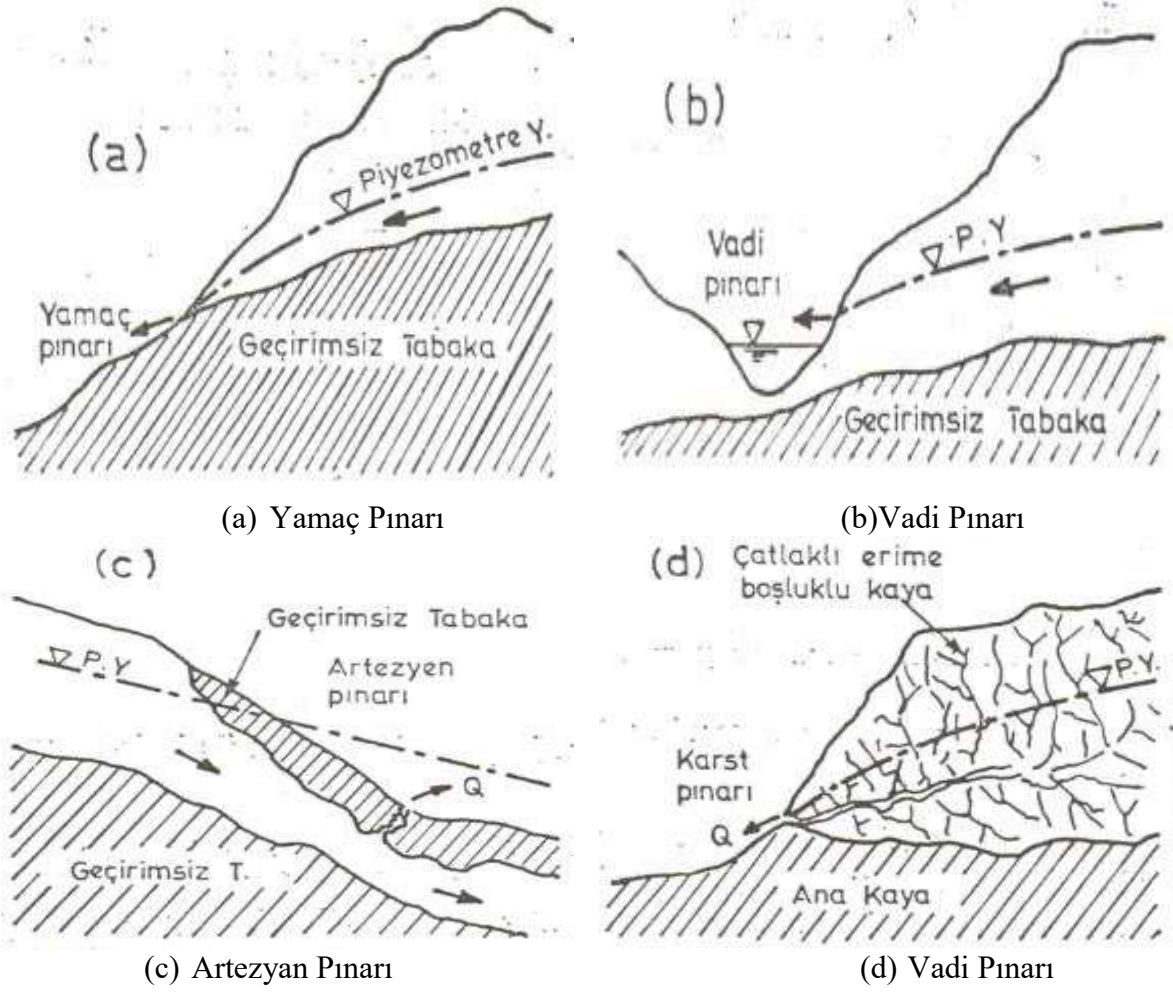
Şebekedeki saatlik ve günlük su tüketimi, yangın debisi, acil ihtiyaç ve su kaynağı verimindeki değişimin dengelenmesi gibi unsurlar göz önüne alınarak depo hacimleri belirlenir.

Belirlenen depo hacimleri, şebeke çözüm sonuçlarına göre yeniden değerlendirilir. Temel ihtiyaç hacmi olarak ortalama günlük su ihtiyacının 1/3'ü esas alınır.

Yangın hacmi, depoların besleyeceği bölgenin nüfusuna göre yangın debisi, yangın sayısı ve süresine bağlı olarak belirlenir. Acil ihtiyaç hacmi Ortalama günlük su ihtiyacının % 10'u olarak alınır.

#### ***2.2.5.9 Kaptajlar***

Kaptajlar; drenajla, galeri ve kuyularla, adi ve keson kuyu ile derinkuyular ile yüzeysel suları (akarsu, göl, vb.) ile oluşur. Su kaynağı elde edilen pınar türleri; yamaç pınarları, vadi pınarları, artezyan pınarları ve karstik pınarlardan oluşmaktadır ve aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2.4 (a)Yamaç pınarı, (b)Vadi pınarı, (c)Artezyan pınarı, (d)Vadi pınarı görünümleri

### 2.2.5.10 Geçişler

Boru hatlarınının karayolunu, demiryolunu, dereleri vs. geçtiği bölümlerde trafik yükleri, su tablası gibi etkiler dikkate alınarak boruyu koruyucu önlemler alınır.

Dere geçişlerinde boru hattı beton gömlek içerisine alınır. Bununla birlikte özellikle karayolu geçişlerinde, boru kılıf borusu içinden yatay delgiyle geçirilebilir.

Dere geçişleri, derenin talveg kotu altından olabileceği gibi, mevcut bir köprüye asılarak veya büyük çaplı hatlarda bir dere geçiş köprüsü inşa ederek de yapılabilir. Tüm bu geçişlere ait detay projeler hazırlanır.

Derenin talveg kotu altından geçileceği durumlarda, dere ıslahının mevcut olmadığı, derenin doğal yatağında aktığı durumlarda, boru geçişleri betonarme gömlek içinde olur. Betonarme gömleğin dış üst kotu ile dere talveg kotu (dere tabanı sabit kotu) arasındaki mesafe en az 100 cm olmalıdır. Ancak gerekmesi halinde bu mesafe bir miktar azaltılabilecektir.

Köprüye askılı dere geçişlerinde ısı yalıtım tedbirlerini de içerecek şekilde gerekli hesap ve detaylar verilir.

Demiryolu geçişlerinde açık kazı yapılmadan, kılavuz boru teşkil edilerek yatay delgi metodu kullanılır.

İsale hattında tünel, galeri veya açık kanalların kullanılması halinde proje ve detayları verilir.

Doğalgaz ve petrol boruları kesişmelerinde 06/01/2011 tarih, 27807 sayı ile Resmi Gazetede yayınlanan “Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. Genel Müdürlüğü (BOTAŞ) Ham Petrol ve Doğal Gaz Boru Hattı Tesislerinin Yapımı ve İşletilmesine Dair Teknik Emniyet ve Çevre Yönetmeliği”ne uyulur.[12]

#### ***2.2.5.11 Dolgu Tutucu Perde***

Boyuna profilde hattın fazla meyilli olan yerlerinde dolgunun yağmur suları ile sürüklenmemesi için gerektiğinde beton kitle veya duvar düşünülür, veya hatta dik hendeklerle su, güzergah dışına atılır.

Eğimin % 30’u geçtiği yerlerde en fazla 30 m arayla dolgu tutucu perde teşkil edilir.

#### **2.2.6 Suyun iletimi**

Yerleşim yerlerinde yaşayanların ihtiyacını karşılamak amacı ile içmesuyu sistemleri tasarlanarak inşaatları yapılır. Kaynak ve iletilecek deponun kotlarına göre iletim

hattı terfili veya cazibeli olarak planlanır. İletim hattı mümkün olabildiğince kısa, yapım yerlerine boru ve diğer malzemelerin nakline uygun yollara yakın, jeolojik bakımdan sakıncasız, vantuz ve tahliyeleri az olacak şekilde seçilir. İletim hattından abonelere su verilmez.

İletim hatları olabildiğince kısa, malzemelerin nakline uygun yollara yakın, jeolojik bakımdan sakıncasız, vantuz ve tahliyeleri az olacak şekilde seçilir.

Gereken yerlerde sanat yapıları tesis edilir. (Maslak, dere geçişi, menfez, vantuz, tahliye vb.) Hendek derinlikleri boru üstünden zemin yüzeyine kadar 1 m. olacak şekilde teşkil edilir. Statik basınçlara göre boru çapı ve atüleri belirlenir. Minimum boru eğimi 0.002 alınır. Eğimin %30'u geçtiği yerlerde ise dolgu tutucu duvar teşkil edilir.

### **2.2.7 İletim hattı planı ve şematik profilleri:**

Planlar 1/1000 veya 1/2000 ölçeğinde ve profilleri 1/1000-1/100 veya 1/2000 - 1/200 ölçeğinde çizilir.

Arazi çalışmaları sonucunda hazırlanan iletim hattı planında kesinleşen güzergah, servis yolu, kaptaj, vantuz, tahliye, menfez, hava ve denge bacası, maslak, terfi merkezi, himaye mıntıkları, depo ve benzeri yapımlar ile başlangıçtan itibaren kilometraj çizgileri olmalıdır.

İsale hattı profili hazırlanırken alt bölümünde kazık no, zemin kotu, boru taban kotu, ara mesafeler, başlangıca mesafeler, metre, hektometre, kilometre, boru tipinin cinsi, boru eğimi, çapı ve dirsekler gösterilir. Profilde hendek derinlikleri gösterilir. Düz yerlerde suyun boşaltılmasını temin için boruya en az 0,002 kadar eğim verilir. Eğimin %30'u geçtiği yerlerde dolgu tutucu duvar profilde işaretlenir. Kaptaj, vantuz, tahliye, kanal, dere, köprü, kara ve demiryolu geçişleri profilde gösterilerek gerekmesi durumunda sanat yapıları tesis edilir detay projeleri hazırlanır. [9]

Şematik profil, isale hattı profili ile piyozometre hattını bir bakışta görmek üzere uygun ölçekte hazırlanmalıdır. Bu profilde maslak, vantuz, tahliyeler, karakteristik noktalar gösterilir. Normal profildeki bilgilere ek olarak vantuz, tahliye, boru çap ve

tiplerinin değiştiği noktalar gibi kritik yerlerde işletme ve statik basınçlar gösterilir. Terfili iletimde ise darbeli basınçlar belirtilir.

Hendek derinlikleri gerek isale gerekse şebeke hatlarında don, sadme ve ısı etkileri göz önünde tutularak boru üstünden zemin yüzeyine kadar 1m derinliğe borular döşenir. 2000m Kotunun üzerindeki yerlerde bu derinlik 1.25m alınır. Gerekmesi durumunda hendek kademeli şev şeklinde de düzenlenebilir.

## **2.2.8 İletim şekilleri**

### **2.2.8.1 Cazibeli iletim**

Cazibeli iletim hattı daha yüksek noktadaki suyun daha düşük kottaki depo veya maslağa iletimidir. Kot farkının çok fazla olduğu durumlarda basıncı kırmak için ara yerlere maslaklar tesis etmek veya boru dayanımını yükseltmek gerekmektedir.

### **2.2.8.2 Terfili iletim**

Terfili iletim daha düşük kottaki suyun daha yüksek kottaki depoya iletilmesidir. Projenin düzenlenmesinde esas alınan süre içinde beşer senelik sürelerle nüfus ve ihtiyaç artmalarına göre terfi debileri tespit edilerek bu debiler için yapılacak pompaj masrafları ve bunların toplamına eşit pompaj masraflarını verecek ekonomik debi ve bu debi esas alınarak terfi hattı ekonomik çap hesapları yapılır.

## **2.3 Atıksu Arıtma Tesisi İnşaatı**

Atıksu arıtımında deşarj standartları ile ilgili yasal gereklilikleri de sağlamak için amaçlanan temel hedefler; askıdaki katı maddelerin uzaklaştırılması, zararlı ağır metal ve zehirli bileşiklerin uzaklaştırılması, biyolojik olan parçalanabilen organik maddelerin uzaklaştırılması, alıcı ortam durumuna bağlı olarak azot ve fosforun uzaklaştırılması, patojenik organizmaların yok edilmesi olarak sayılabilir. Bu işlemler için fiziksel arıtma yöntemleri, biyolojik arıtma yöntemleri, kimyasal arıtma yöntemleri kullanılmaktadır.

Atıksu arıtma yöntemleri olarak fiziksel, kimyasal, biyolojik arıtma yöntemleri mevcuttur.

Fiziksel arıtma yöntemleri, kirlilik unsurunun fiziksel özelliklerine (maddenin boyutları, vizkositesi ve özgül ağırlığı) bağlı olarak uygulanan arıtma yöntemleridir. bunlar; ızgaralar, kum tutucular, çökeltme tankları, filtrasyon havuzlarıdır.

Biyolojik arıtma yöntemleri, biyokimyasal reaksiyonlar neticesinde atık sudaki çözülmüş organik kirleticilerin uzaklaştırıldığı yöntemlerdir. Örneğin; biyolojik filtreler, aktif çamur ve modifikasyonları, stabilizasyon havuzları ve modifikasyonları, anaerobik sistemler, membran teknolojisi, doğal arıtma, AKR (ardışık kesikli reaktör)'ler.

Kimyasal arıtma yöntemleri, kirlilik unsurunun kimyasal özelliklerine bağlı olarak, dışarıdan kimyasal madde eklemek suretiyle yapılan arıtma yöntemleridir. Örneğin; koagülasyon ve flokleştirme iyon değıştiriciler klorlama veya ozonlama gibi.

### **2.3.1 Evsel atıksuların arıtılmasında temel işlemler**

#### ***2.3.1.1 Ön arıtma***

Ön arıtma, birincil arıtma olup fiziksel arıtmanın yapıldığı ünitelerdir. Sırasıyla, kaba ızgaradan geçirme, ince ızgaradan geçirme, debi ölçümü, atık suyun terfi edilmesi, kum tutucudan geçirme, ön çökeltme işlemleridir.

#### ***2.3.1.2 İkincil arıtma***

İkincil arıtma, biyolojik arıtımın yapıldığı ünite olup son çökeltme ve dezenfeksiyon işlemleri yapılmaktadır.

#### ***2.3.1.3 Üçüncül arıtma***

Üçüncül arıtma, üniteleri ileri arıtımın yapıldığı üniteler olup azot giderimi ve fosfor giderimi yapılmaktadır.



#### **2.3.1.4 Ön arıtma üniteleri**

##### **Kaba ızgaralar**

Uzaklaştırılmadıkları takdirde, arıtma tesisinin ızgaradan sonraki ünitelerinde tıkanmalara yol açabilecek büyüklükte olan kaba organik ve inorganik maddelerin atık sudan ayrılması için kullanılırlar. Kaba ızgaralarda çubuklar arası genişlik 4 cm'nin üzerindedir ve yatayla 30-60° açı yapacak şekilde yerleştirilirler. Kaba ızgaralar genellikle el ile temizlenirler.

##### **İnce ızgaralar**

İnce ızgaralarda çubuklar arası genişlik 0,5-3,0 cm arasında değişmektedir ve yatayla 30-60° açı yapacak şekilde yerleştirilirler. İnce ızgaralar manuel veya mekanik olarak temizlenebilir. Çubuk ızgara tipinden başka, yay tipi, döner elek tipi, döner tambur tipi ince ızgara tipleri mevcuttur.

##### **Kum tutucular**

Arıtma tesisine gelen püssuda bulunan kum, çakıl vb gibi kolayca çökebilen maddeler, pompaların aşınmasına, kanallar, borular, çökeltme havuzları ve çamur çürütme tanklarında tıkanmalara sebebiyet vereceğinden kum tutucular vasıtasıyla püssudan uzaklaştırılırlar. Kum tutucular dairesel veya uzunlamasına çökeltme, havalandırma tipte olabilirler. Temel amaç 0,2 mm'den büyük kum tanelerinin tutulmasıdır. Kum tutucuda yatay hızın 0,3-0,4 m/sn olması temin edilmeli, organik menşeli katıların çökmesine izin verilmemelidir.

##### **Atıksu terfi üniteleri**

Atıksu arıtma tesisinde proses üniteleri arasında atıksuyun enerji kaybetmesi neticesinde oluşacak yük kaybını telafi etmek ve tesise gelen atıksuyu belirli bir kottan sisteme alabilmek için yapılan pompa üniteleridir.

### **Ön çökeltme havuzları**

Kaba organik ve inorganik maddelerden çoğu ızgara ve kum tutucularda alıkonulduktan sonra, organik esaslı ve büyük ölçüde kirletici karakterde olan geriye kalmış askıdaki katı maddelerin atıksudan uzaklaştırılması gerekmektedir. Ön çökeltme havuzunun başlıca amacı atıksuyu iki temel bileşene; çamur ve çökelmiş atıksuya ayırmaktır. Böylece bu iki bileşen ayrı ayrı arıtılabilir. Ön çökeltme havuzlarında askıdaki katı maddelerin %50-70'i ve Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ)'nin %25-40'ı uzaklaştırılabilir. Çökeltme havuzları dikdörtgen ve dairesel biçimde olabilirler. Çökelen çamurun biriktirilmesi için çamur konisi ve bu koniye çamuru sıyracak sıyırma ekipmanları gerekmektedir. Ön çökeltme havuzlarında atıksuyun bekletilme süresi 1,5-2,5 saat arasında değişebilmektedir.

#### ***2.3.1.5 İkincil ve üçüncül arıtma üniteleri***

Ön arıtma metotları ile uzaklaştırılamayan çözünmüş ve kolloidal organik maddelerin uzaklaştırıldığı arıtma basamağıdır. Çözünmüş ve kolloid organik maddeler basit çökeltme metotları ile arıtılamayacağı için, bu maddelerin çökelebilen katılara dönüştürülmesi gerekmektedir. Söz konusu dönüşüm bu maddeler ile mikroorganizmaları (bakteriyi) bir araya getirmekle gerçekleşir.

Mikroorganizmalar çözünmüş ve kolloid maddeler üzerinde beslenirken büyürler ve çoğalırlar bu arada da çözünmüş ve kolloid maddeleri de çökelebilen katılar haline dönüştürürler. İşte ikincil arıtım yöntemleri bu işlemleri gerçekleştiren biyolojik prosesler ve gerekmesi durumunda kullanılan son çökeltme tanklarını içermektedir.

#### ***Aktif Çamur Sistemi***

Bu arıtma sisteminde ön arıtmadan geçirilmiş atıksu havalandırma tanklarına alınır. Bu tanklara dışarıdan oksijen verilerek, yüzeysel havalandırıcılar veya difüzör havalandırıcılar ile, aerobik mikroorganizmaların atıksu içindeki çözünmüş ve kolloid organik maddeleri ayrıştırarak arıtım işlemini gerçekleştirmesi temin edilmektedir.

Havalandırma tankından çıkan atıksuların son çökeltme tankında durutulması yani arıtılmış su içindeki mikroorganizmaların sistemden ayrıştırılması gereklidir. Ayrıca havalandırma tankında belirli bir mikroorganizma konsantrasyonunu temin etmek üzere son çökeltme tankından alınan çökelmiş çamurun (mikroorganizmaların) havalandırma tankının başına geri devredilmesi gereklidir. Sistemde oluşacak fazla çamur ise sistem dışına alınarak çamur arıtım işlemlerine tabi tutulması gerekir. Yeterli büyüklükte arazi yoksa, Arıtma veriminin iklim koşullarından etkilenmemesi isteniyorsa, Alıcı ortam yüksek arıtma verimliliği gerektiriyorsa (%90-95) seçilmektedir.

Kullanılan tipleri arasında; Klasik aktif çamur sistemi, Uzun havalandırma aktif çamur sistemi, Oksidasyon hendekleri, Carrousel hendekleri yer alır.

### ***Damlatmalı Filtreler***

Temel prensibi belirli bir tank hacmine doldurulan kırma taş, plastik veya herhangi bir malzemenin üzerinde bakteri tabakası oluşturarak, bu malzemenin üzerinden ön arıtmadan geçirilmiş atıksuyu filtre etmek ve bu sayede atıksu içindeki kompleks organik maddelerin bakteriler tarafından parçalanmasını temin etmektir. Dairesel veya dikdörtgen geometride tanklar kullanılabilir. Yeterli büyüklükte arazi yoksa, iklim koşulları uygun ise, alıcı ortam yüksek arıtma verimliliği gerektirmiyorsa (%70-80) seçilir.

### ***Stabilizasyon Havuzları***

Bu arıtma yönteminde atıksular ön arıtma ünitelerinden geçirildikten sonra havuzlara alınır. Temel prensip sisteme dışarıdan enerji vermeden (havalandırma yapmadan) doğal ortamda arıtımın gerçekleştirilmesidir. Sistemin avantajları, aşırı derecede basit ve işleminin güvenilebilirliğinden kaynaklanmaktadır. Doğal arıtma neticesinde oluşan çamur miktarı diğer atıksu arıtma yöntemlerine kıyasla çok daha azdır ve oluşan çamur stabil halde olduğu için ayrıca bir çamur arıtım işlemine tabi tutmaya gerek yoktur. Bununla birlikte, doğal arıtma yavaş cereyan ettiğinden büyük havuz hacimlerine ihtiyaç vardır. İklimin ise sıcak olması tercih sebebidir. Yeterli büyüklükte arazi mevcutsa, iklim koşulları müsait ise, alıcı ortam yüksek arıtma verimliliği

gerektirmiyorsa (% 70-80), Tesisin inşa edileceği bölgeye yakın yerleşim alanları yoksa, Belediyenin yüksek teknoloji tesisi işletemeyeceği endişesi varsa seçilir.

### ***Doğal Arıtma***

Doğal arıtma, organik maddelerin toprak, su, bitkiler, mikroorganizma, güneş, yardımıyla fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerde giderilmesi prosedir.

Stabilizasyon havuzları, arazide arıtma, yeraltında bırakma, yeraltına sızdırma, buharlaştırma havuzları, yapay sulak alanlar örnekleridir.

### ***Membran Biyoreaktörler***

Membran biyoreaktörler (MBR), klasik aktif çamur sistemlerinin geliştirilmiş şekli olup, biyolojik reaktörler ile membran teknolojisinin birleştirilmiş halidir. Biyolojik arıtmadan sonra, çöktürme havuzu yerine ultrafiltrasyon (UF) veya mikrofiltrasyon (MF) membranları kullanılarak, katı/sıvı ayırma işlemi gerçekleştirilmektedir.

MBR'ler özellikle debisi az olan, otel ve tatil köyü gibi yerleşim yerleri için çok uygun bir sistemdir. Evsel atıksuların geri kazanılmasında yaygın kullanımı söz konusu olduğu gibi endüstriyel atıksuların arıtılmasında da birçok alanda kullanılmaktadır. Son zamanlarda büyük kapasiteli tesislerde de kullanılmaya başlanmıştır.

MBR'lerin en önemli özelliği, yüksek organik yükleri karşılayabilmesidir (10 kg KOİ/m<sup>3</sup>. gün'e kadar). Membranın tipine bağlı olarak, havalandırma havuzunda biyokütle miktarı, 40000 mg/L mertebesine çıkabilmektedir. Bundan dolayı, havalandırma havuzunun hacmi ile oluşan çamur miktarı çok azdır. Biyokütle dönüşüm oranı, klasik aktif çamur sistemlerinde, 0.5 kg AKM/kg KOİ giderilen mertebesinde iken, membran biyoreaktörlerde bu değer, 0.05-0.2 kg AKM/kg KOİ giderilen civarındadır.

MBR prosesinin optimum tasarımı oldukça komplekstir. Zira membran performansı ve maliyeti, enerji tüketimi ve çamur arıtımı gibi birçok faktör göz önünde tutulmalıdır. Ayrıca, bunların çoğunluğu birbiri ile alakalı olup yatırım ve işletme masraflarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. MBR'nin avantajı, yüksek biyokütle konsantrasyonunda sistemi

kullanabilme imkanındır. Bu nedenle, hacimsel yükü arttırmak da mümkündür. Yüksek biyokütle konsantrasyonu ise oksijen transferi ve çamur viskozitesini, dolayısıyla enerji masraflarını etkilemektedir.

Membran seçimini etkileyen en önemli faktör, membranın akısıdır. Diğer önemli bir faktör de, membranın maliyetidir. Atıksuyun türüne bağlı olarak, membran seçimi değişebilir. Artıtılacak atıksu geri kazanılacaksa, daha iyi kalitede su üreten membranlar seçilebilir. Ayrıca, membranların tıkanma eğilimi az olmalı ve kolay temizlenebilmelidirler.

MBR sistemlerinin boyutlandırılmasında kullanılan en önemli parametre akıdır. Boyutlandırmada, boşluklu elyaf membranlar için akı değeri olarak 10-25 L/m<sup>2</sup>.sa (ortalama 13 L/m<sup>2</sup>.sa), levha halindeki membranlar için ise 10-30 L/m<sup>2</sup>.sa (ortalama 17 L/m<sup>2</sup>.sa) değerleri alınabilmektedir. Oksijen transfer katsayısı, biyokütle konsantrasyonu arttıkça azalmakta, enerji ihtiyacı ise artmaktadır. Enerji ihtiyacı olarak boşluklu elyaf membranlar için 0.7-1.0 kWsa/m<sup>3</sup>, levha halindeki membranlar için ise 0.7-0.8 kWsa/m<sup>3</sup> değerleri alınabilmektedir. Enerji ihtiyacı, 15000 mg/L biyokütle konsantrasyonuna kadar sabit kalmakta, 15000 mg/L'nin üzerindeki biyokütle konsantrasyonlarında ise artmaktadır. MBR sistemlerinde gerekli membran alanını bulmak için akı değeri seçilmekte ve debi, seçilen bu akı değerine bölünmektedir.

MBR sistemlerinde, azot giderimi de yapılabilmektedir. Havalı reaktör öncesinde, anoksik bölme ilave edilebilmektedir. Anoksik bölme olmadan bile, havalı reaktördeki yüksek biyokütle konsantrasyonlarından dolayı, havalı reaktör içerisinde yer yer anoksik bölmeler oluşabilmekte ve konvansiyonel aktif çamur sistemlerine göre daha yüksek azot giderimleri meydana gelebilmektedir.

### ***2.3.1.6 Ardışık Kesikli Reaktör(AKR)***

Sıralı Biyolojik Reaktörler(SBR) aşağıdaki bileşenlerden oluşan atıksu arıtma sistemleridir.

Biyolojik arıtmada aktif çamur oluşumu mevcuttur. Biyolojik arıtma işlemi ve aktif çamurun arıtılmış atıksudan ayrılması işlemi aynı reaktörde gerçekleşmektedir. Reaktördeki su seviyesi doldur-boşalt prensibine göre artırılıp azaltılmaktadır. Arıtılan atıksu reaktörden kesikli olarak deşarj edilmektedir.

### **2.3.2 Atıksu çamuru bertaraf yöntemleri**

Atıksu arıtma tesislerinde gerek ön çökeltme havuzlarında gerekse son çökeltme havuzlarında çamur oluşmaktadır. Tipik bir evsel ilk çökeltme çamuru grimsi siyah renktedir, rahatsız edici bir kokusu vardır ve yaklaşık %1 kuru madde içerir. Bu kuru maddenin %70-80'ni organik ve uçucu maddedir. Organik madde, yağlar, bitkisel yağlar, yiyecek kalıntıları, dışkı, kağıt ve deterjanlardan oluşmaktadır. İnorganik madde ise başlıca silisli kumu içerir.

Atıksuyun biyolojik arıtılması son çökeltme çamuru denilen diğer organik katı çamurun üretilmesi ile sonuçlanır. Bu son çökeltme çamuru biyolojik filtre çamuru veya fazla aktif çamurdur.

Çamur susuzlaştırma yöntemleri, aerobik veya anaerobik olarak çürütülen çamur son işlem olarak susuzlaştırma işlemine tabi tutulur. Bu amaçla kullanılan sistemler şunlardır; çamur kurutma yatakları, çamur lagünleri, çamurun araziye yayılması, belt filtreler, santrifüjler, vakum filtreler filtre preslerdir.[13]



Resim 2.21 – Tosya(Kastamonu) atıksu arıtma tesisi fotoğrafı



Resim 2.22 – Taşköprü(Kastamonu) arıtma tesisi fotoğrafı

## 2.4 İçmesuyu Arıtma Tesisi

Mevcut su kaynaklarının bir kısmı, içme-kullanma suyu ihtiyaçlarını karşılamak için doğrudan kullanmaya uygun değildir. Bu nedenle suların kullanma amaçlarına göre çeşitli işlemlerden geçirilmesine arıtma denir.

Arıtma Tesisi önerilen içmesuyu tesisleri kapsamında arıtma tesisi olması halinde arıtma tesisi yerinin, kotu ile yaklaşık büyüklüğünün (ha.) belirlenir. Tesis yerine enerji temin şekli ve tesise olan uzaklığının tespit edilir. Arıtma tesisinden çıkan çamurlu suyun tahliyesi sağlanarak arıtma işlemi tamamlanır.

İçmesuyu arıtma tesisinin amacı, içme ve kullanma amacıyla kullanılan veya kullanılması planlanan suların; arıtma proseslerinden geçirildikten sonra nihai olarak içme ve kullanma suyu standartlarını sağlamaktır. Kullanma amaçlarına göre suların içinde bulunan kirletici parametrelerin giderilmesine yönelik çeşitli işlemlerden geçirilmesine arıtma denir.

Yüzeysel sular ve İçmesuyu standartlarına uygun olmayan kuyu ve kaynak suları içme ve kullanma suyu için doğrudan kullanmaya uygun değildir. Bu sular arıtılarak içme ve kullanma suları standartlarına uygun hale getirildikten sonra tüketime verilir. Yüzeysel sular; dere, göl ve baraj sularında gerekli sayıda analiz yaptırılır. Analiz sonuçları değerlendirilerek uygun olan arıtma prosesi seçilir.

### 2.4.1 Arıtma proses seçimini etkileyen faktörler

Suyun özelliklerini; su kaynağının türü; akarsu, baraj, yeraltı suyu ile su kaynağının kalitesi belirler.

Tesis yeri seçimini; arıtma tesisinin su kaynağı ve sebeke depoları ile hidrolik bağlantısı, arıtma yerinin topografyası, arıtma yerinin zemin şartları, arıtma tesisi yerinin konumu, arıtma tesisi yapılacak beldenin sosyo-ekonomik yapısı belirler.



### 2.4.2 Arıtma tesisleri

Yüksek debili yüzeysel suların arıtımında, tesis ömrünün daha uzun olması, bakım ve onarım ve yenileme maliyetinin daha az olması gibi hususlar dikkate alındığında, yeterli alan mevcutsa arıtma tesislerinin betonarme yapılar kullanılarak yapılması tercih edilir. Arıtma işlemi, betonarme olmayan ve kısa sürede üretimi ve montajı yapılabilen tanklar içinde de yapılabilir. Bu tip tesisler kısaca paket arıtma tesisleri olarak adlandırılabilir.

### 2.4.3 Paket arıtma tesisi

Arıtma işlemi, ihtiyaç debisinin düşük ve/veya bulanıklık değerinin yüksek olmadığı durumlarda, nitrat, arsenik arıtımı gibi özel filtrasyon medyalarının kullanılmasının gerektirdiği durumlarda, tesis için yeterli büyüklükte alan olmaması durumunda, işin aciliyeti durumunda, ham suyun kirlilik yükünün değişmesi halinde mevcut tesislerin arıtma kapasitesinin yetersiz kalması ve mevcut prosesin iyileştirilmesinin gerekli olduğu durumda yapılabilir.

Modüler üniteler sayesinde kademelendirmenin kolay yapılabilmesi, dolayısıyla öngörülen ihtiyaç ortaya çıktıkça veya değişen hamsu kalitesine göre ünitelerin ilave edilebilmesinin sağlayacağı avantaj ve özellikle küçük Belediyeler için ilk yatırım maliyetinin düşük olması nedeniyle, betonarme olmayan ve kısa sürede üretimi ve montajı yapılabilen tanklar içinde yapılabilir.

### 2.4.4 Proses üniteleri

#### *Giriş yapısı*

Tesise gelen suyun basıncını ve birden fazla kaynaktan su alınıyorsa su kalitesini düzenleyen, gerektiğinde ön dezenfeksiyon ve oksidasyonu işleminin yapıldığı bir ünedir.

### ***Ön arıtma***

Izgara ve eleklerden bu bölümdedir. Hamsu kaynağı olarak yüksek bulanıklık, alg ve yüzen maddeler içeren akarsular seçildiğinde arıtım sistemlerinden önce tutulacak maddelerin boyutları dikkate alınarak, kaba/ince ızgaralar, sabit/döner tambur gibi işlemlerden geçirilir.

### ***Önçöktürme/Basit Çöktürme***

Silt yükü fazla olan yüzeysel ve yer altı sularında, ham su pompa istasyonu iletim hattı ve ilk proses yapılarını korumak amacıyla yapılan ön arıtma tesisleridir. En eski ve temel arıtma prosesi olan yerçekimi ile çökelme esasına dayanır. Özellikle bulanıklık değeri çok yüksek olan yüzeysel sularda tercih edilir.

### ***Havalandırma yapısı***

Havalandırma ile oksidasyonu sağlamak amacıyla suya oksijen transfer edilir ve uçucu gazların giderilmesi sağlanır. Genel olarak; Serbest düşümlü (Kaskat veya tablalı), Sprey (püskürtücülü), Basınçlı hava enjeksiyonu ile havalandırma işlemi yapılmaktadır. Oksidasyon işlemi hamsu kalitesine bağlı olarak, havalandırma, klor, potasyum permanganat veya ozonlama ile gerçekleştirilir.

### ***Ön dezenfeksiyon ve oksidasyon***

Bakteri ve alg yukunu azaltarak filtrelerin çalışmasını daha iyi hale getirir. Ünitelerde yosun oluşumunu engeller.

Demir ( $Fe^{++}$ ) ve Manganın ( $Mn^{++}$ ) oksidasyonu, Amonyumun ( $NH_4^+$ ) giderilmesi için oksijen gerekli olduğu hallerde, Karbondioksit ( $CO_2$ ) giderimi, suda istenmeyen tad ve kokunun giderimi, Hidrojen Sülfür ( $H_2S$ ) giderimi, Metan, uçucu yağ ve kimyasal maddelerin giderimi sağlanır.

Ozon kullanılması halinde (yüksek miktarda toplam organik karbon ve/veya amonyak içeriği fazla olan sularda) ozonlama sistemleri (temas tankı ve ozon jeneratörleri vb) kurulmalıdır.

### ***Hızlı Karıştırma Yapısı***

Koagülasyon işlemini gerçekleştirmek amacıyla kimyasal maddelerin suya karıştırıldığı ve uniform dağılımın yapıldığı yapılardır. Mekanik veya hidrolik olarak karışımın sağlanması mümkündür. Ancak karışımın verimliliği, yaratılan türbülansla doğrudan ilgili olduğundan en az güç tüketimi ile maksimum türbülans sağlanmalıdır.

### ***Yavaş Karıştırma Yapısı***

Hızlı karıştırma yapısındaki koagülasyon işleminden sonra suda askıda bulunan partiküllerin yavaş yavaş belirlenen bir süre karıştırılarak çarpışması ve birbiriyle birleşerek büyümesinin sağlanması işlemine flokulasyon denir. Bu işlem yavaş karıştırma yapılarında gerçekleştirilir. Yavaş karıştırma işlemi, mekanik karıştırma, havalı karıştırma veya hidrolik karıştırma işlemleriyle yapılır. En çok mekanik karıştırıcılar tercih edilmektedir. Mekanik karıştırıcılardan en yaygın olanı pedallı dairesel karıştırıcılar olup türbin ve pervaneli karıştırıcılar da kullanılır.

### ***Çökeltme tankları ve durultucular***

Çökeltme işlemi iki şekilde uygulanabilir. Bunlardan birincisi basit çökeltme; ikincisi ise hızlı karıştırıcı, yavaş karıştırıcı (flokülasyon) ve/veya yumuşatmayı takip eden çökeltmedir. Basit çökeltme; çökebilen maddelerin yerçekimine göre çöktürülmesi esasına dayanır. İkinci tip ise kimyasal madde dozlaması ile oluşan flokları uzaklaştırmak için yapılan çökeltmedir.

Çökeltme havuzları dairesel, kare ve dikdörtgen şeklindedir. Dikdörtgen havuzlarda dibe çöken çamur işletme giderlerini minimum seviyede tutmak için hidrolik olarak eğimli tabandan çamur toplama bölümüne geçer. Daha büyük tesislerde ise dipteki çamur zincirli paletler vasıtasıyla çamur toplama bölümüne sıyrılır. Yer problemi olan bazı tesislerde ise

plakalı durultucular kullanılır. Bu havuzlarda yüzey alanı plakalar vasıtasıyla artırıldığından çökeltme verimi daha yüksek olur ve havuz daha az alan kaplar. Çamur Battaniyeli Durultucularında; su havuzun dibinden yukarı doğru yükselirken, belli bir yükseklikte çamur battaniyesi (süspanse çamur) oluşur. Oluşan bu çamur floklar için tutunma ortamı yaratır ve etkin durultma işlemi sağlanır. Dairesel çökeltme havuzlarında havuz tabanı eğimli olup, tabana çöken çamurlar havuz üstünde devamlı dönen sıyrıcı köprü vasıtasıyla sıyrılıp havuz merkezindeki çamur konisinde toplanır. Dairesel çökeltme havuzlarının diğer bir tipinde ise merkezde hızlı karıştırma ve yavaş karıştırma bölümleri olup bütün koagülasyon, flokulasyon ve çökeltme işlemleri aynı havuzda olmaktadır. Bu tip çökeltim tankları reaktor durultucu, dekantör olarak da adlandırılmaktadır.



Resim 2.23 – Bolu içmesuyu arıtma tesisi fotoğrafı

## 2.5 Yağmursuyu İnşaatı

Yerleşim yerlerindeki yağmur suları toplayan ve bunları emniyetli bir şekilde deşarj noktasına uzaklaştıran yeraltı yapılarına yağmursuyu sistemleri denir.

Yağmur sularının çok büyük problem oluşturduğu bölgeler tespit edilerek, yağmursuyu proje kriterleri ve güzergâhları belirlenerek projelendirilmesi yapılır. Yağmursuyu problemlerinin olduğu mecralarda hesapları yapıp projelendirilerek en kısa mesafeden dere, deniz, göl vb. alıcı ortama uzaklaştırılır.

Yağmursuyu toplayıcılarının projelendirilmesinde 2 senede tekerrür eden 15 dakika süreli yağışlar esas alınır. Yağmursularında genelde yuvarlak kesitte beton veya betonarme borular ile dikdörtgen kesitli betonarme baks ile teşkil edilen kesitler bulunmaktadır.

Eğimin çok düz olduğu ve en kısa mesafeden deşarjın yapılmadığı yerlerde, mecraların çok derine girdiği yerlerde, yağmursuyu hatlarının mevcut tesislerle çakışmaması, hattın derinden gitmesi halinde maliyetin artması nedenlerinden ötürü dikdörtgen kesitler kullanılmaktadır.

Yağmursuyu İnşaatında ızgara sistemleri bulunmakta oluşan yağmursuyunu toplayarak beton boru ve bacalarla en yakın alıcı ortama tahliye edilmektedir.

Yağmursuyu cadde ağızlıkları kuyulu ve kovalı olmak üzere ikiye ayrılır. Kuyulu giriş ağızlıklarında bağlantı altındaki hazne, yağmursuyu ile gelen katı maddelerin çökerek, kanala girmesini önlemek için yapılmaktadır. Yağmursuyu ile gelen katı maddeler kuyulu kısmı doldurunca temizlenmesi gerekmektedir. Kuyulu tip en çok kullanılan ağızlık olup, en büyük sakıncası katı maddelerle dolan kuyu kısmının periyodik olarak temizliği yapılmaz ise zaman içerisinde ana mecraya bağlantıyı sağlayan hat tikanarak giriş ağızlığı görevini yapamaz hale gelir ve sistem çalışmaz duruma gelir.

Giriş ağızlıkları cadde üstü düzenlemelerine göre; ızgaralı, bordür altı, karma, çoğul giriş ağızlıkları olmak üzere dörde ayrılır:

### **Izgaralı giriş ağızlıkları**

Yolda trafik şeridi dar ve sürüklenen maddelerle bir tıkanma söz konusu değilse öngörülür. Izgaralar akıntıya dik veya paralel olabilir. Izgaralar akıma paralel konmuş ise izgaralı ağızlıklar bisiklet trafiğinin fazla olduğu yerlerde bisiklet tekerleğinin girmesi yönünden tehlikeli olabilir. Çok trafikli yollarda trafik altında kalan izgaralar gürültü de yapabilir. Bu nedenle tretuvarda yer aldığı anda bunları trafik şeridinden içeri alarak uygulama yapmak daha uygundur.

### **Bordür altı giriş ağızlıkları**

Bordür altına yerleştirilerek ağız kısmı bordür altındaki boşluklardan oluşur. Bordür olduğundan akan sular bu ağızlıktan alınırlar. Bu tipler giriş yapısının genişliği nedeniyle tıkanmalara karşı emniyetlidir. Ancak dik eğimli caddelerde etkinlikleri azdır. Ayrıca çevre temizliğine dikkat edilmediğinde zamanla çöplerle tıkanma ihtimali yüksektir.

### **Karma giriş ağızlıkları**

Bordür altı giriş ağızlığının hemen önüne yerleştirilen izgaralı giriş ağızlığının oluşturduğu tiplerin, özellikle cadde seviyesinden aşağıda yerleştirilenler, tıkanmalara karşı daha emniyetlidirler.

### **Çoğul giriş ağızlıkları**

Aynı tip giriş ağızlıklarının iki veya daha çoğunun bir araya yerleştirilmesi ile elde edilen tiplerdir. Büyük kapasiteli giriş yapılarında gerektiği durumlarda kullanılmaktadır.

## **2.6 Derin Deniz Deşarjı**

Derin deniz deşarjından önce sadece sınırlı düzeyde bir arıtma yapıldığı için, deniz ortamının korunabilmesi amacıyla, derin deniz deşarjıyla alıcı ortama verilebilecek atıksu özellikleri sınırlandırılmıştır. Bu sınırlandırmalar aşağıda belirtilmektedir;

Alıcı sulara derin deniz deşarjının yapılabilmesi için atıksuların Tehlikeli ve Zararlı Maddeler Tebliğinde sözü edilen maddeleri aynı Tebliğde belirtilen sınır değerlerin ötesinde içermemesi gerekir.[14]

Derin deniz deşarjına izin verilebilecek atıksuların özellikleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde verilmiştir. Bu tablodaki sınır değerlerden fazla kirletici özellikler ihtiva eden suların denize boşaltımına izin verilmemektedir.

Derin deniz deşarjı inşaatlarında; ön arıtma üniteleri, kara hattı ve deniz hattı inşaat işleri bulunmaktadır.



Resim 2.24 – Görelî (Giresun) derin deniz deşarjı fotoğrafı

### 2.6.1 Terfi merkezi

Gerekmesi halinde derin deşarj yapılarını yüksek kotta tutabilmek ve deniz deşarjını cazibeli bir şekilde yapabilmek amacıyla tesis girişine ana kollektör üzerinde terfi merkezi yapılmaktadır.

Terfi içinde ızgara sistemi görevi gören sepet ızgara bulunmaktadır. Terfi merkezi girişine monte edilen sürgülü vana sayesinde gerektiğinde sistemin mevcut tahliyeye yönlendirilmesi sağlanmaktadır.

### **2.6.2 İnce ve kaba ızgaralar**

Tesis girişinde kullanılan ve atıksu içerisinde yer alabilecek arıtma tesisinin tesisat ve ekipmanlarına zarar verebilecek olan iri katı maddelerin uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla tasarlanan fiziksel bir arıtma yöntemidir.

### **2.6.3 Havalandırmalı kum ve yağ tutucular**

Arıtma tesisine gelen atıksularda bulunan kum, çakıl ve yağ gibi maddeleri sudan ayırmak ve bunların arıtma tesisinin diğer ünitelerine geçmesini önlemek için, kum ve yağ tutucu ünitesi kurulur. Kumun yıkanmasını ve yağların kenara toplanmasını sağlayacak bir spiral akım meydana getirmek için havuzun bir kenarı boyunca hava verilir. Havuz üzerinde ileri geri hareket eden bir köprü ile tabandan sıyrılan kumlar konik kum toplama haznesine boşaltılır ve burada bulunan dalgıç pompa ile kumlar yıkayıcı helezona gönderilir. Aynı sıyırıcı köprü yağları da sıyırıp yağ haznesine toplar. Yağ haznesi tabanında bulunan dalgıç pompa ile yağ vb. yüzen maddeler atık toplama konteynerine verilir.

### **2.6.4 Difüzör**

Alıcı ortamlara verilen atıksu bulutunun seyreltilebilmesi amacıyla; çoklu bir jet akımı sağlayan özel bir sistemdir.

### **2.6.5 Kum yıkayıcı ve sınıflandırıcı**

Pompa ile kum tutucu tabanından çekilen çekilen sulu kum, yıkama ve sınıflama amacıyla bir helezondan geçirilerek kum ve suyu arıtır. Suyu ayrıştırılmış kum konteynerde toplanarak tesisten uzaklaştırılmaktadır.





### **3. ALTYAPI PROJE UYGULAMARINDA KARŞILAŞILAN PROBLEMLER**

#### **3.1 İçmesuyu Projelerinde Karşılaşılan Sorunlar**

Belediyeler, yerleşim alanlarının gerek komple, gerekse ilave içme suyu ihtiyaçlarının cazibeli veya terfili sistemle giderilmesine yönelik kendi imkanları ile hazırlattıkları içme suyu projelerini tasdik edilmek üzere Bankamıza sunmaktadırlar.

İçme suyu projelerinin tanzimi aşamasında Bankamız bilgilendirilmediği için, projenin büro ve arazi tetkiklerinde pek çok eksiklik ve farklı boyutta sıkıntılar ortaya çıkmaktadır.

Bunları ünite bazında inceleyecek olursak;

##### **3.1.1 Kaynak ile ilgili eksikler**

Kaynağın aylık rasatlarının yapılmamış olması,

Kaynağın hukuki durumunu belirten belgelerin eksik verilmesi (tapu senedi, 1/5000 ölçekli kadastro krokisi, DSİ tahsis belgesi vs.),

Analiz raporlarının 'İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te belirtilen esaslar doğrultusunda yaptırılmamış olması,

Kaynak bölgesindeki kitle hareketlerinin göz ardı edilmesi,

Kaynağın kirlenme durumu ile ilgili bilgi verilmemiş olması,

Kaynak yerinde açılan araştırma çukurunun yersel tetkik günü geriye dönük kontrolünün (kapatılmış olduğundan) yapılamamış olması,

Kaynak bölgesi plankotesinin himaye mıntikasını kapsayacak genişlikte alınmaması ve tafsilat noktalarının yeterli sıklıkta olmaması söylenebilir.

### 3.1.2 Sondaj kuyusu ile ilgili eksikler

Sondajın açımına ve kullanılmasına ilişkin yeraltı suyu arama ve kullanma belgelerinin olmayışı,

Kuyu logu olmadığından litoloji ve teçhiz şeklinin bilinmemesi,

Debinin sağlıklı bilinmemesi,

Statik ve dinamik seviyenin kesin olarak bilinmemesi,

Çakıllamanın çoğunlukla mıcır malzemesi veya genellikle heterojen malzeme ( tane boyu 0,1 mm.- 5,0 cm. arasında) ile yapılmış olması,

Kuyu suyunun analizinin nasıl yaptırıldığıının bilinmemesi,

Sondaj kuyularının genelde imar sahası içerisinde açılmış olması,

Bazı durumlarda kuyuların, çöp depolama sahası ve kanalizasyon deşarj noktalarından etkilenecek yerlerde açılmış olması,

Yeraltı suyu potansiyeli yüksek olan alüvyonal zeminlerde açılan kuyular arasındaki mesafenin 100-150 m. civarında olması ( Bu durumda girişim olayı gerçekleşmekte ve kuyular birbirinden etkilenmektedir),

Jeoteknik rapora, araştırma çukuru loglarının bırakılmamış olması söylenebilir.

### 3.1.3 Terfi merkezi ile ilgili eksikler

Terfi Merkezinin hukuki durumunu belirten belgelerin eksik verilmesi (yasal belge, tapu senedi, 1/5000 ölçekli kadaströ krokisi vs.)

Terfi Merkezi bölgesindeki kitle hareketlerinin göz ardı edilmesi,

Terfi Merkezi bölgesi plankotesinin himaye mntikasını kapsayacak genişlikte alınmaması ve tafsilat noktalarının yeterli sıklıkta olmaması,

Terfi Merkezi ile ilgili enerji nakil hattı projesinin hazırlanmamış olması,

Terfi Merkezi yerinde açılan araştırma çukuru veya zemin sondajının, yersel tetkik günü geriye dönük kontrollerinin (kapatılmış olduklarından) yapılamamış olması söylenebilir.

### **3.1.4 İsale ve terfi hatları ile ilgili eksikler**

Hidrolojik raporda, isale ve terfi hattı güzergahlarının ayrıntılı olarak tarifinin yapılmaması,

Hattın yeterli genişlikte alınmaması ve tafsilat noktalarının yeterli sıklıkta olmaması,

Plan üzerindeki yazıların kuzey yönünde ve okunaklı olarak yazılmaması,

Hattın zorunlu olarak kitle hareketlerinin olduğu bölümlerden geçirilmesi durumunda alınacak önlemlerden bahsedilmemesi,

Hattın arazi ve köy yolları dışından geçtiği yerlerin ( tapulu arazi, tarım arazisi, orman arazisi vs.) hukuki sorunlarının çözülmemiş olması,

Hattın baraj ve gölet gibi tesislerin yakınından geçtiği yerlerde, bu tesislerin su toplama alanlarından etkilenip etkilenmediğinin belirtilmemiş olması,

Hattın dere yatağına yakın yerlerden geçtiği durumlarda sel ve taşkın sularına maruz kalması kaçınılmaz olmasına rağmen, alınacak önlemlerden bahsedilmemiş olması,

İsale ve terfi hatları üzerinde servis yolu yapılması gereken yerlerin belirtilmemiş ve servis yolu projesinin yapılmamış olması,

Hatlar boyunca açılan araştırma çukurlarının yersel tetkik günü geriye dönük kontrollerinin (kapatılmış olduklarından) yapılamamış olması,

Hatların Karayolları, Devlet Su işleri ve Devlet Demir Yollarına ait tesislerin istimlak sahaları içerisinde geçtiği bölümlerde, ilgili kurumlardan geçiş müsaadesinin alınmamış olması,

Çelik borulu hatlarda katodik koruma projesinin yapılmamış olması,

İsale ve terfi hattı planları üzerindeki sanat yapılarının (vantuz, tahliye, tevkif vanası) bir kısmının gösterilmemiş olması söylenebilir.

### **3.1.5 Şebeke ile ilgili eksikler**

Şebekede maksimum ve minimum basınçlara uyulmamış olması (özel durumlar hariç, bazı projelerde maksimum basınçlar 100 m.ye kadar çıkarılmış, minimum basınçlar ise 7-8 m.ye kadar düşürülmüştür),

Şebekenin katlı çözüldüğü projelerde işletme kolaylığı açısından enerji kotu farkı 55-60 m. olması gerekirken, bu kurala uyulmamış olması,

1. kademe esas boruların çoğunlukla kapalı yollardan geçirilmiş olması (tutanaklarda her ne kadar belediyesince öncelikle açılacak yollar denilmesine rağmen, uygulamada bu yolların çoğu açılmamaktadır),

Şebekede oluşturulacak gözlerin alanları 20-30 ha olması gerekirken, genelde bu kurala uyulmamış olması,

Şebeke hatlarının Karayolları, Devlet Su işleri ve Devlet Demir Yollarına ait tesislerin istimlak sahaları içerisinde geçtiği bölümlerde, ilgili kurumlardan geçiş müsaadesinin alınmamış olması,

Şebekenin değişik bölümlerinde açılan araştırma çukurlarının yersel tetkik günü geriye dönük kontrollerinin (kapatılmış olduklarından) yapılamamış olması,

Yerüstü yangın musluklarının planlar üzerine usulüne uygun olarak yerleştirilmemiş olması,

Gelişme bölgeleri için uç debilerin bırakılmamış olması söylenebilir.

### **3.1.6 Depo ile ilgili eksikler**

Depo yerinin yasal sorununun çözülmemiş olması,

Depo yeri için zemin açısından uygun olmayan alanların seçilmesi,

Depo bölgesi plankotesinin, himaye mıntikasını kapsayacak genişlikte alınmaması ve tafsilat noktalarının yeterli sıklıkta olmaması.

Depo yerinde açılan araştırma çukurları veya zemin sondajlarının yersel tetkik günü geriye dönük kontrollerinin (kapatılmış olduklarından) yapılamamış olması söylenebilir.

### **3.1.7 Genel eksikler**

Hidrolojik raporda mevcut içme suyu durumu ile ilgili bilgilerin olmayışı veya yetersiz oluşu,

1/25000 ölçekli genel durum planına, imar sınırı, harita tahdit sınırı ve belediye sınırının işlenmemiş olması,

Su alanı havzası yakın civarının 1/25000 ölçekli harita üzerinde jeolojisinin gösterilmemiş olması,

Kazı klas ve makine-elle kazı oranları ile nakliye mesafelerinin sağlıklı olarak belirlenemeyişi,

Projenin ilgisiz mühendisler tarafından imzalanmış olması,

Projeyi tanzim eden ilgili teknik elemanların belgelerinin proje ekine bırakılmaması,

Harita ölçü belgeleri dosyasında nirengi, poligon hesapları ve takeometrik alımların olmaması,

Proje ekinde proje cd'sinin bulunmayışı söylenebilir.

Bu eksikler karşısında, bazı projelerde ciddi tadilatların yapılması, bir çoğunun da yeniden tanzim edilmesi kaçınılmaz olmaktadır. Ancak, bu hususu kendisi genelde teknik olmayan ve çoğunlukla da teknik kadrosu bulunmayan Belediye Başkanlarına anlatmakta çok ciddi sıkıntılar yaşanmaktadır.

Yukarıda bahse konu problemlerin yaşanmaması için bazı düzenleme ve uygulamaların yapılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir. Şöyle ki; Belediyeler için öncelikle ekonomik ve zaman boyutunu düşündükleri için, projeler Bankamızca mümkünse hibe olarak (müteakiben işin inşaat boyutu da dikkate alınarak) yapılmalıdır.

Buna rağmen, Belediyelerden bir kısmı, projelerini piyasaya yaptırmak istediklerinde, projenin arazi çalışmalarından itibaren tamamlanmasına müteakip bütün etapları, Bankamızın ilgili teknik elemanlarınca denetlenmelidir. Böylece, tasdik edilmek üzere Bankamıza sunulan içme suyu projelerinin, büro ve arazi tetkiklerinde ortaya çıkabilecek sorunların önüne geçilmiş olacaktır.

### **3.2 Kanalizasyon İnşaatında Karşılaşılan Sorunlar**

Kanalizasyon, Yağmursuyu sistemlerinde çevreye insan sağlığına zarar vermeden alıcı ortama deşarj edilmelidir. Bu sebeple deşarj noktasının yerleşim yerlerinden uzak yerler seçilmesi gerekmektedir.

Altyapı uygulamalarında geçen hatta yer alan asfalt, parke yollara mümkün olduğunca en az hasarın verilmesi, mümkün olduğunca düşük tonajlı ve tekerlekli veya

küçük paletli araç çalıştırılması, çalışmanın bitmesine müteakip herhangi bir kaza gelmesini önlemek için yol temizliğinin ve kazı artığının uzaklaştırılması gerekmektedir.

Yapılacak hatlarda daha önce yapılmış olan elektrik, su, haberleşme hatlarına zararı en az seviyede tutmak için gerekli tedbirler alınmalıdır.

Turizm bölgeleri, göç alan ve veren yerlerde proje nüfus hesabı yapılırken göz önünde bulundurulmalıdır.

Sistemlerin işletmesini sağlamak için Belediyelerde yeterli personel bulundurulması ve eğitimlerinin sağlanması gerekmektedir.

Hattın geçeceği kısımlarda karayolu, demiryolu, dere geçişi, sit alanı bulunması durumlarında ilgili kurumlardan izin alındıktan sonra işe başlanmalıdır.

İşlerin süresinde bitirilmesi, gecikmeye mahal verilmemelidir.

Kullanılan malzemelerde teknoloji takip edilmeli, günümüz şartlarında uygun olan malzemelerin kullanılması yaygınlaştırılmalıdır.

Depo, maslak, terfi merkezi gibi sanat yapılarının yeni mimari ve inşaat projeleri geliştirilmelidir.

Kanalizasyon ve yağmursuyu bileşik sistemleri maliyetli olması sebebiyle yağmursuyu sistemi ayırık olarak sadece taşkın riski olan yerlerde yapılmalıdır.

Yapılan projelerde hatların mümkün olduğunca kısa tutulması, hattın yerleşim yoğun olan yerlerden öncelikli geçirilmesi, gerekirse hattı gereksiz yere uzatan kenar mahallelerin ihale kapsamına alınmamalıdır.

Kanalizasyon hatlarında yeraltı sularının, konutların yağmur sularının, dere, çeşme vb temiz suların hatta karışması önlenmelidir.



Şebeke sularının yetersiz arıtılması ya da uygun olmayan suların kullanılması hastalıklara sebep olmaktadır.

Yağmursularının en kısa yoldan alıcı ortama (dere, deniz, vb.) tahliye edilmelidir.

Kanalizasyon sisteminde yaz aylarında meydana gelen seyrelme dolayısıyla yetersiz debinin oluşması ve kanal tıkanmaları meydana gelmektedir. Bunun oluşmaması için hattın temizliğinin düzenli yapılması gerekmektedir.

Kanalizasyon ve içmesuyu sistemlerinin uygulaması esnasında kotların düzenli olarak incelenmesi, proje kotlarına uyulup uyulmadığı, eğim kriterlerine ve gerekli standartlara uygunluğunun kontrol edilmesi gerekmektedir.

İş esnasında iş sağlığı ve işçi güvenliğinin alınması sağlanmalıdır. Hendeklerde herhangi bir göçme olmaması için düzenli ve gereken(çelik, ahşap, panplaj) iksa yapılmalıdır.

Hatların işletme esnasında düzenli olarak baca temizliği ve hat temizliğinin yapılması gerekmektedir.

İçmesuyu sistemlerinde oluşabilecek kayıp kaçaklar önlenmelidir. Özellikle depolarda ve hatlarda meydana gelen kayıpları elektronik olarak seviye takibi yapılabilen SCADA sistemlerini yaygınlaştırarak sağlamak mümkündür.

### **3.3 İş güvenliği**

İş kazası işyerinde veya iş esnasında meydana gelen bir yaralanma veya ölümlü sonuçlanan kazaları kapsar. İş güvenliğinin amacı ise oluşabilecek tüm kazalar için daha öncesinden gerekli tedbirlerin alınmasıdır.

Altyapı uygulamalarında iş kazaları daha çok hendek kazıları esnasında görülmektedir. Hendeklerin göçmesi sonucu ölümlü kazalar, hendek kazı ve dolgularından sonra zeminde satıh bozukluğu sebebiyle oluşan kazalar bunlara örnektir. Bu aşamada kazı

çevresinde gerekli trafik levhaları ile önlem almak mümkündür. Kazı içerisinde ise iksa sistemi kurularak önlem alınır.

### **3.3.1 İksa sistemleri**

İksa sistemleri zemin kütlelerinin yanal yönde hareketini sınırlayarak onları tutmaya yarayan mühendislik yapılarıdır.

Derin kazılarda en önemli noktalardan bir tanesi kazı derinliği boyunca oluşacak basınç dağılımının tespitidir. Bu dağılım zeminin cinsine, su durumuna, yakın çevredeki bina, yol gibi dış etkenlerden gelen yüklere ve buna benzer bir çok faktöre bağlıdır.

#### **3.3.1.1 Kazı çeşitleri**

1- Kazının Boyutuna Göre:

Hendek kazısı: Çeşitli araçlarla, her türlü zeminde yapılan ve boyu eninden önemli ölçüde uzun kazıdır. Örneğin Şebeke hatlarında yapılan kazılar.

Sığ hendek kazısı: Derinliği 1,50 m.'ye kadar olan hendek kazısıdır.

Normal hendek kazısı: Derinliği 1,50 m.- 4,50m arasında olan hendek kazısıdır.

Derin hendek kazısı: Derinliği 4,50 m.'den fazla olan hendek kazısıdır.

Temel kazısı: Çeşitli araçlarla, her türlü zeminde yapılan ve boyu ile eni arasında önemli ölçüde fark olmayan kazılardır. Örneğin muayene bacalarında, terfi merkezlerinde yapılan kazılar.

2- Kazı Derinliklerine Göre:

Serbest kazı: Bina inşaatlarında; temelin tabii zeminle kesiştiği en alçak noktadan geçen sıfır düzleminin üstünde kalan kazılardır.

Derin kazılar: Serbest ve özel kazılar haricindeki ve makine veya elle aşağıdan yukarı atılarak veya çıkarılarak yapılan kazılardır.

Geniş derin kazılar: Taban genişliği 1,00 m. ve daha fazla olan kazılardır.

Dar derin kazılar: Taban genişliği 1m ve daha az olan kazılardır.

Özel kazılar: Tünel, galeri, 8.00 m.'den derin kuyu ve benzeri kazılardır.

Şevli Kazılar: Şev, kazı yüzeylerinin, zeminin kendini tutabileceği bir açıda eğimli olarak teşkil edilmesidir. Toprak ve kayadaki çalışmalarda, yan yüzeylerin 1,50 m'den yüksek olması durumunda, iksa yapılmadığı takdirde inşaat temelindeki zemin ve yer altı su durumuyla gelen yükler göz önünde tutularak kendini tutabilecek biçimde şevlendirilerek kazı yapılabilir. Şev eğiminin ise, zeminin özelliği, inşaat çukuru ve hendeklerin açık bırakılacağı sürenin, kazı içinde ve yakınındaki yüklerin, sarsıntıların da göz önünde tutularak belirlenmelidir. Zemin yapısının veya fiziki şartların, çevresel faktörlerin şev için uygun olmaması halinde, şevin fonksiyonunu iksa ile sağlamak gerekmektedir. Bankamızdaki genel uygulamada, bu boyuta göredir. Bazı hallerde daha az derinliklerde de iksa yapılması gerekmektedir.

İksalı Kazılar: İksa, iş ve işçi güvenliği için kazı yüzeylerini tutmakla kullanılan sistemin tümüdür. İnşaat kazıları ve hendekler için genellikle 1,50 m. derinliğe kadar herhangi bir emniyet önlemi almadan (şev veya iksa) düşey olarak kazı yapılabilir. Yapı İşleri İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'ne (İSİGT) göre 1,50 m.'yi geçen kazılarda özel emniyet önlemleri alınmalıdır. Bankamızdaki genel uygulamalar bu derinliğe göre olmakla beraber, bazı hallerde daha sığ derinliklerde de iksa uygulaması gerekebilmektedir. İksalı kazılarda genel kural olarak, hendek yan yüzeyleri düşey olmalı ve yapılan iksa kaplamaları ile hendek yan yüzeyleri arasında boşluk bulunmamalıdır. Aksi halde çöküntüler ve şevlenmeler büyüyebilir.

### 3.3.1.2 İksa tipi seçimini etkileyen faktörler

Uygulanacak iksa seçimini etkileyen faktörler; kazının boyutları, zemin yapısı ve yer altı suyu, kazının açıkta kaldığı süre şeklinde sıralanabilir. Bunları kısaca özetlersek zemin yapısı ve yeraltı suyu faktörü: Çakıl ve kum oranı yüksek, dengesi esas olarak malzemenin sürtünme yeteneğine bağlı kohezyonsuz zeminlerde yer altı suyu seviyesindeki değişimler zemin dengesinde bozulmalara yol açar.

Hava koşulları faktörü: Yoğun yağış düşen süreler içerisinde su oranındaki değişimler zemin dengesini bozar. Örneğin kuruma çatlakları oluşmuş bir kilde, yağışlara bağlı olarak çatlakların suyla dolması zemin stabilitesinde değişimlere neden olur. Kumlu zeminlerdeki su oranı artışı ise zeminin daha fazla akıcı olmasına yol açar. Daha çok mevsimsel nedenlere bağlı olan bu durum uygulanacak iksa çeşidini etkileyebilmektedir

Kazı Genişliği Faktörü: Kazı genişliğinin artması, yüzeyler arasında bulunan karşılama krişlerinin durumunu etkilemektedir. Kazı yüzeylerinin karşıdan karşıya takviye krişleri ile desteklenmesinin ekonomik olmadığı genişliklerde; kazı, ya iksasız (şevli olarak) ya da değişik iksa tasarımları düşünülmelidir.

### 3.3.1.3 İksa çeşitleri

Bankamızca yapılan kanalizasyon inşaatlarında iki tür iksa uygulaması mevcut olup bunlar ahşap iksalar ve çelik iksalar şeklindedir.

#### Ahşap İksalar

Ahşap iksalar kendi içerisinde aralıklı ahşap iksa, sık aralıklı ahşap iksa ve tam kaplama olmak üzere üçe ayrılır. Aralıklı ahşap iksa uygulamasında hendek yan yüzeylerinin %33 ile %50 arasında ahşapla kaplanması gerekir. Bu oran sık aralıklı ahşap iksada hendek yan yüzeylerinin %67'si olacak şekilde uygulanır. Tam kaplamalı iksada ise yan yüzeylerin tamamı iksa elemanları ile kaplanır.

### **Çelik Panolarla Yapılan İksa**

Zemine çakılan çelik rayların ortasında yer alan kanala belirli ebatdaki çelik panoların indirilmesiyle oluşturulan iksa şeklidir. Bu sistemde kazı ve iksa çalışmaları paralel bir şekilde yürütülür. Çelik Pano iksa kullanılacağına karar verilen hatlarda çelik pano iksanın mutlaka iki baca arasını kaplayacak şekilde uygulanması temin edilmelidir.

### **Çelik Palplanş İksa**

Birbirine geçmeli çelik levhaların, gücünü bağlı bulunduğu ekskavatörden alan hidrolik bir çakıcı tarafından zemine çakılmasıyla oluşturulan iksa sistemidir. Çelik palplanş iksa uygulamalarında önce iksa, sonra ise kazı yapılır.

Cazibeli iletim sebebiyle, pissular kotu en düşük kısımlarda toplanmakta, kotu en düşük olan kısımlar ise genellikle yeraltısuyla karşılaşma olasılığı yüksek olan yerleridir. Çelik palplanş iksa daha çok yer altı su seviyesi yüksek kohezyonsuz zeminlerde uygulanmaktadır.

### **Palplanş İksa Uygulanacak Hatlardaki Çalışmalar**

Palplanş iksa uygulanacağına karar verilen hatlarda öncelikli olarak diğer mevcut altyapı tesislerinin bulunup bulunmadığı araştırılır. Gerekmesi halinde enine araştırma çukurları açılarak mevcut tesislerin yerleri belirlenir. Bu belirlemeye bağlı olarak, hattın yol içinde hangi doğrultuyu takip edeceği işaretlenebilir.

Bunu takiben 30-40 cm derinliğinde bir ön kazı yapılır. Ön kazı palplanşların çakımdan sonra zemin yüzeyinin üst kısmında kalmamasını temin için yapılmalıdır. Ön kazıdan sonra birinci yöntemde; boru çapına ve hendek derinliğine bağlı olarak kullanılacak palplanş tipi, göğüsleme kirişi ve gergi boyları dikkate alınarak belirlenen palplanş çakım çizgisinin işaretlenmesi ve bu çizgilere sağlı sollu palplanşların çakılmasıdır. Diğer yöntem ise ön kazı yapılan hendek çukuru içine, göğüsleme kirişlerini, arasında enlemesine destek profilleri ile birlikte yerleştirilerek, bunların dışından, teğet olarak palplanşların çakılmasıdır.

Palplanşlar birbirine geçmeli olarak çakılır. Zemin siltli ve ince kumlu ise hendeğin bitiş bacası tarafına alın palplanşı da çakılmalıdır. Palplanşların iki baca arasında çakılmasından sonra kazı işlemine geçilir.

Genellikle kazı derinliğinin 1/3 'üne gelindiğinde göğüsleme ve destekleme profilleri yerleştirilir. Kazı, boru et kalınlığı, yataklama ve ıslah kalınlıkları dikkate alınarak tamamlanır. Yeraltı su seviyesi kazı taban kotuna indirilir. Bunun için kazının yapılması ile paralel olarak motopomp çukuru da oluşturulur. Varsa ıslah ve yataklamanın tabakalar halinde serilip sıkıştırılmasını müteakip ferşiyat işlemine geçilir.

Sıkıştırma işlemlerinde kolektör hatlarındaki hendek genişlikleri titreşimli silindirlerin kullanılmasına müsaade edecek boyuttadır. Şebeke hatlarında ise bu yeterli genişlik yoktur. Ancak günümüzde performansı yüksek mini silindirler ve kompaktörler de mevcuttur.

Boru döşenmesi işleminden sonra boru etrafı ve üstüne, önceden belirlenmiş uygun malzeme ile sıkıştırılarak gömlekleme yapılır. Gömleklemeden sonra ise hendek yüzeyine kadar dolgu işlemi gerçekleştirilmektedir.

Zemin ıslahı gerektiren hatlar aynı zamanda çelik palplanş iksa uygulanan hatlardır. Zemin ıslah malzemesinin tipinin ve kalınlığının belirlenmesi için yapılan deneylerde sağlıklı netice alabilmek için inşaat şartlarının eksiksiz olarak yerine getirilmiş olması gerekmektedir.

Zemin ıslahı gerektiren hatlarda gerekli ıslah kalınlığını belirleyebilmek için yapılan tesbit çalışmalarında; zemin cinsine göre önceki tecrübelerle bağlı olarak ıslah malzeme tipini seçip, ıslah için belli aralıklarla en az üç değişik malzeme kalınlığı uygulayarak, tabakalar halinde sıkıştırılmaları gerçekleştirip, önce ıslah, sonra yataklama, ardından ferşiyat, gömlekleme, dolgu ve palplanş çekilmesi işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Farklı çaplar ve farklı ıslah kalınlıkları için yapılan deneyler sonucu meydana gelen oturmalar değerlendirilerek uygun ıslah kalınlıklarının kararı verilmektedir.

Uygulamalardan belirlediğimiz bir husus ise; yer altı su seviyesi yüksek, gevşek, çok gevşek, siltli, siltli ince kumlu ve yumuşak killi zeminlerde, ıslah malzemesi olarak; tabana bir miktar kırmataş (30-150mm arası değişkenlik gösteren) serilmesi, üzerine ise sıfırdan 70 mm'ye doğru (0-70mm) dane çapı dağılımı gösteren kırmataşın kullanılmasının daha iyi netice vermektedir.

Amerikan Su İşleri Birliği'nin yayınlamış olduğu AWWA M-45 numaralı yönetmeliğinde; içerisinde silt-kil oranı düşük iri daneli malzemeler kolaylıkla yerleştirilebilen ve hafif bir sıkıştırma ile yüksek direnç elde edilebilen malzemeler olarak belirtilmektedir.

Konuya ilişkin verilen bir tabloda ise içerisinde %5 civarında ince malzeme (silt + kil) ve %15 civarında kum içeren kırmataş malzemenin hendek içerisine döküldüğünde 7 MPA'lık bir dirence sahip olduğu, bu malzemenin hafif bir sıkıştırma ile 20 MPA gibi yüksek bir pasif dirence ulaştığı, aynı şekilde içerisinde %12 civarında ince malzeme (silt + kil) içeren kum malzemenin hendek içerisine döküldüğünde 1,4 MPA'lık bir dirence sahip olduğu, bu malzemenin hafif bir sıkıştırma ile 7 MPA'lık bir dirence çıktığı, orta dereceli (%80-85 Standart Proktor) bir sıkıştırma ile 14 MPA ulaştığı ve yüksek dereceli bir sıkıştırma ile kırmataş ta hafif bir sıkıştırma ile elde edilen 20 MPA'lık direnci yakaladığı ifade edilmektedir.

Bu işlemler yapılırken yer altı su seviyesi kesinlikle uygulama yapılan hendek tabanının alt seviyesine indirilmelidir. Bunu temin için hendek uç kısmında pompa çukuru oluşturulmalıdır. Yüksek debili ve yer altı su seviyeli yerlerde hendek uç kısmına alın palplanşı uygulanmalıdır.

İş güvenliğinin sağlanması kazı çalışmaları sırasında çıkan kazı artık malzemenin hendek çukuru kenarı koruma şeridi dışına konulması, hendek kenarında, hendek içinde, iş mahallinde imalat, malzeme, can ve iş güvenliğinin ve varsa trafik ve yaya gidiş-gelişinin sağlanması ve varsa mevcut üstyapı emniyeti için gerekli her türlü tedbirin alınması ve her türlü uyarı işaretinin konulması gerekir.[6]

Ayrıca iş kazalarını önlemek için iş güvenliği eğitimi verilmelidir. Son yıllarda tehlikeli sınıflardaki işlerde iş güvenliği uzmanı çalıştırılması gündeme gelmiştir. Böylece iş kazalarının azalacağı düşünülmektedir.

### **3.4 Teknolojik gelişmeler**

Günümüzde ilerleyen teknolojiler sayesinde; borular, mekanik ekipmanlar ve elektronik cihazlar günden güne gelişmektedir. Fakat her yeni teknolojik ürünü kullanmak hem doğru tercih olmayabileceği gibi hem de maliyetlerin üstesinden gelinmez bir hal alır. Bu sebeple altyapı uygulamalarında kullanılacak olan yeni ürünlerde maliyet, işlevsellik ve ekonomiye fayda veya zararı ele alınarak kullanılmalıdır.

Altyapı sektöründe borularda gelişmeler meydana gelmektedir. Boru seçimi yaparken uzun ömürlü olması, kullanılacak zemin özelliklerine uygun olması ve maliyet açısından en uygun olanı seçilmelidir.

Kanal hendeği kazmak için kanal kazma makinaları kullanılabilir bunlara trencher denir. Trencher makinaları ile kısa sürede istenilen derinlikte ve uzunlukta kanallar kazılabilmektedir. Fakat makinanın kullanımı için kazı yapılacak başka bir altyapı sisteminin olmaması gerekmektedir. Bunun için de ham araziler tercih edilmelidir.

### **3.5 Diğer Hususlar**

#### **3.5.1 Malzeme kabulleri**

Kanalizasyon Tesisleri, İçmesuyu Tesisleri, Atıksu toplama ve deşarj, deniz deşarjı, atıksu arıtma sistemleri, katı atık toplama, bertaraf, değerlendirme ve rehabilitasyon gibi çevre koruma tesislerinde kullanılacak malzemeler için işe başlanılmadan önce malzeme kabulleri yapılır. Her cins borular (PVC, HDPE, Çelik, beton, CTP, Koruge vs), Prefabrik elemanlar (muayene ve parsel bacası, vs), Motopomplar, Trafo ve Jeneratör, pano gibi elektrik ve elektronik ekipmanlar, Vana, çekvalf, sürgülü kapak vs. gibi akış kontrol ekipmanları, Arıtma tesislerinde kullanılacak her tür mekanik ekipmanların malzeme ve ekipmanların, imalat mahallinde muayene test ve deneylerinin yapılmasından sonra iş mahalline sevk edilmelidirler.



İmalat veya üretim süreci gerektiren malzeme ve ekipmanlar; geri dönüşü olmayan hataların ortaya çıkmasını önlemek ve hataların zamanında giderilmesini sağlamak amacıyla ilgili idare tarafından belirli aşamalarda ve aralıklarla denetlenebilir.

### **3.5.2 Su durdurma işleri**

Yağmur ya da başka sebeplerle inşaat çukuru ve hendek içerisine akıp herhangi bir hasar ve kaza yapabilecek sulara karşı yüklenici gerekli tedbirleri, masrafı kendisine ait olmak üzere almak mecburiyetindedir.

Bu gibi tedbirlerin zamanında alınmamış ya da yetersiz olarak alınmış olması dolayısıyla hasıl olan kaza ve zararlardan yüklenici sorumludur.

Yüklenici kazı sırasında yer altından çıkacak yer altı suyunu tabii meyli ile akıtmak için gereken tedbirleri alacaktır. Mecraların kuruda döşenmesi ve beton imalatın kuruda yapılması bakımından suyu tabii meyli ile akıtılmasına imkan olmayan hallerde su pompalarla boşaltılacaktır. Bu pompaların kapasitesi işe uygun düşecek biçimde seçilecektir. Bu iş için yüklenici masrafı kendisine ait olmak üzere bir su toplama çukuru açacak ve kendi akışıyla bu çukura gelen suları yapı denetim görevlisinin denetiminde pompalarla uzaklaştırılacaktır. [5]

İnşaat sırasında pompa kullanma mecburiyeti hasıl olan yerler Banka yapı denetim görevlisi ile birlikte tespit edilecektir. İnşaatın güzergahında fosseptiğe rastlanır ve suyunun boşaltılması mecburiyeti hasıl olursa, durum Banka yapı denetim görevlisi ile birlikte tespit edilecek ve Belediye bu işi yapmadığı takdirde, yüklenici yapacaktır. Yüklenici, Banka yapı denetim görevlisinin lüzum gördüğü yerlerden, herhangi bir bedel ödenmeksizin yer altı suyundan numuneler alıp, yapılan inşaatın zararlı olup olmadığını tespit amacıyla analiz yaptırmak mecburiyetindedir.

Devamlı su sızmasına maruz yerlerde projeye bağlanmak kaydı ile hendek boyunca, tabanda pompaj çukurunda nihayetlenen drenaj kanalları tesis edilebilir drenaj kanalları temel satırları kuru kalacak şekilde tertiplenecek ve akacak suların yeni dökülen betonla temas etmemesi sağlanmalıdır.

Yapılan imalatın zarar görmemesi amacıyla hendek veya temel çukuruna sızan suyun 24 saat sürekli olarak boşaltılması zorunlu ise, suyun sürekli boşaltılması sağlanır.

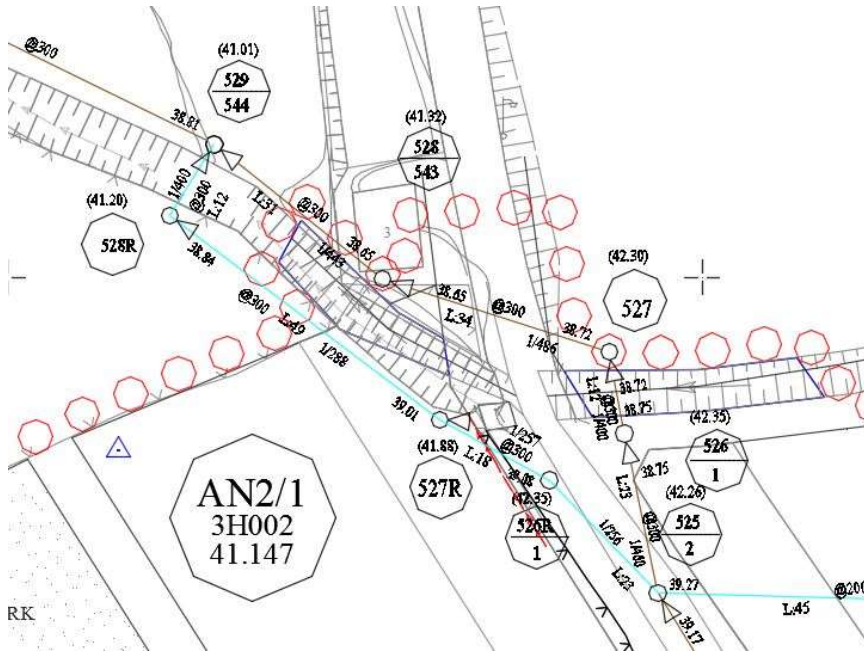
Zemin ıslahı tabakasının kalınlığı projesinde yer alan biçimde seçilir, ancak, bilhassa Palplanş türü özel iksalı hatlarda bazen bu tabaka kalınlığının yetmediği, aşırı oturma ve farklı oturmaların varlığı ile tespit edilecek olursa bir heyet marifeti ile her 15-20 m de bir çeşitli ıslah kalınlıkları oluşturularak boruların oturma değerleri kontrol edilerek uygun ıslah tabaka kalınlığı tespit edilmeye çalışılır. Yataklama tabakası kalınlıkları ise minimum  $D/10+10$  cm olacak şekilde seçilir.

### **3.5.3 Proje tadilatları**

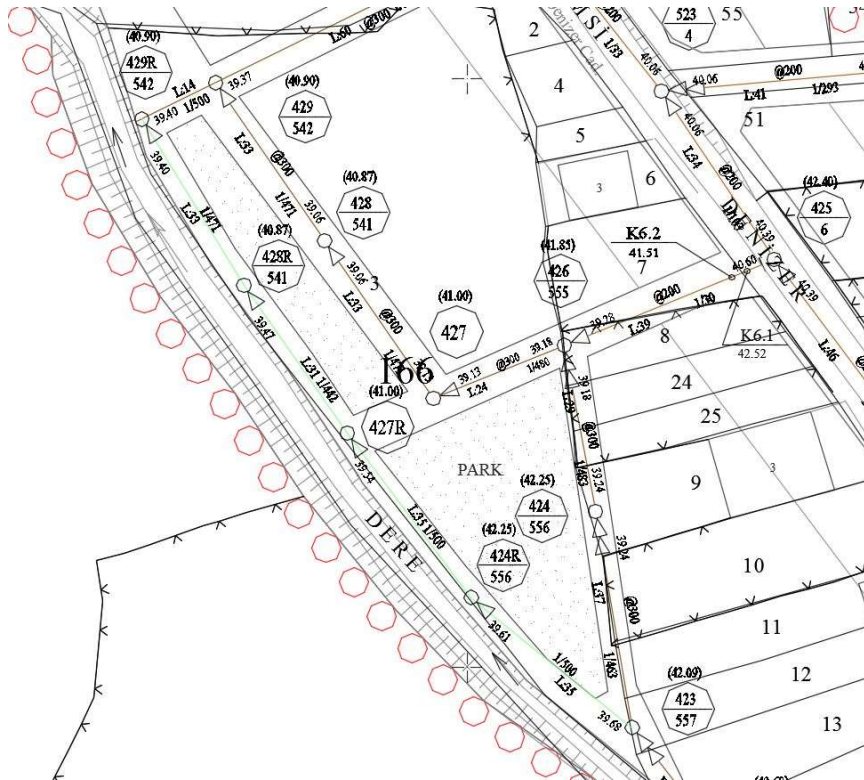
Altyapı uygulamaları sırasında mahallinde oluşacak nedenlerden dolayı proje değişikliklerine gidilmektedir.

Projesinde kanalizasyon hattının geçtiği kısımda konut bulunması sebebiyle güzergahında değişikliğe gidilmektedir. Bu değişikliği yaparken yeni oluşan hattın eğim, hidrolik profil, debi ve diğer proje kriterleri göz önünde bulundurulmaktadır. (Harita 3.1)

Projesinde belirtilen hatların geçeceği yerde yolunun kapalı olması sebebiyle zorunlu güzergah değişikliğine gidilmektedir. (Harita 3.2)



Harita 3.1 Yerinde konut olması sebebiyle güzergah değişikliği krokisi



Harita 3.2 Yolunun kapalı olması sebebi ile güzergah değişikliği krokisi

### **3.5.4 Halk sağlığı açısından dikkat edilmesi gerekenler**

-Şebeke ve iletim hattında yer alan tahliyeler belli periyotlarda açılarak boru ileri temizlenmelidir.

-Şebekeye verilen suyun dezenfeksiyon işlemi, 24 saat kesintisiz sürdürülmelidir.

-Abone bağlantılarında kesinlikle su sayacı konulmalı ve su israfının önlenmesi bakımından gereklidir.

-Ynetmenliğinde belirtilen esaslara göre suyun devamlı olarak klorlanması sağlanmalı, sağlık teşkilatı ile temas kurularak devamlı olarak klor kontrolü ve yönetmelik esaslarına göre numuneler alınarak bakteriyolojik ve kimyasal tahlilleri yaptırılmalıdır.

-Katodik Koruma tesisi dahilinde bulunan l kutularından periyodik olarak (6 Ayda bir) lmler yapılarak sistemin çalışır durumda olduğu kontrol edilmelidir.

-Depo içerisinde sabit merdiven bırakılmamalı, manevra alma odasında numune alma musluğu monte edilmelidir.

-İnşaatı tamamlanan kanalizasyon inşaatlarından sonra bir önce arıtma tesisi inşaatlarına başlanmalı, böylece dere vb. alıcı ortamın kirletilmesinin önüne geçilmelidir.



#### **4. ALTYAPI PROJE UYGULAMA SORUNLARINA GETİRİLEN ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Altyapı yatırımlarında deneyimli özel sektör firmasının yer alması durumunda ise, söz konusu altyapı yatırımlarının kalitesini artırabileceği gibi, yatırımın süresini de kısaltabilecektir. Bu durum, yatırımın işletme/hizmet dönemi süresinin artmasına olanak sağlayacağı gibi, işletme dönemindeki giderlerin azalmasını da sağlayacaktır.

Sistem seçimi yaparken cazibeli çalışanlar öncelikle tercih edilmelidir. Terfili sistemler sistemin işletilmesine ek elektrik ve mekanik maliyetler getirmektedir. Çözüm üretilmediği ve yapılması zorunlu olması durumunda tercih edilmelidir.

İhale öncesi tespitlerde, proje tasdikinden sonra geçen sürede beldede, yerleşim yerinde meydana gelen gelişmeler ve imar planındaki değişiklikler nedeniyle projede yapılması gereken değişiklik ve ilaveler irdelenerek tespit edilmelidir. Kesin projesi incelendiğinde teknik olarak ele alınması gereken üniteler varsa Belediyesince talep edilmemiş ise de teknik olarak gerekliliği varsa tespite yansıtılmalıdır. Özetle, taahhüt kapsamında yapılacak iş kalemlerinin proje eksikliği kesinlikle giderilmelidir.

Yolu açılmamış araziden gelecek şebeke ve toplayıcı güzergahlarda teşkil edilecek muayene bacalarının üst ağızları zeminden 50 cm yukarıda olacak şekilde inşa edilmesi gerekmektedir. [6] Yolu açılmış olan yerleşim yerlerinde muayene bacalarının üst ağızları zemin kotunda olması gerekmektedir. Fakat yol çalışması sırasında rögar kapakları yol kaplamasının altında kalabilmektedir. Bu da sistemde gaz sıkışmasına ve patlamalarına, sistemin düzgün çalışmamasına ve işletmenin zorlaşmasına sebep olmaktadır. Bu durumun oluşmaması için iş kapsamına kanalizasyonun kesin kabule kadar işletilmesi işinin konulmasıyla bu gibi durumlar önlenabilir.

Parsel bacaları bahçesi mevcut olan binalarda pis su çıkışına göre bahçe içerisine, bahçesi olmayan binalarda yaya kaldırımlarına, bahçesi ve yaya kaldırım olmayan binalarda gömülü tipte yolda inşa edilmesi gerekmektedir.

Altyapı inşaatı yapımı sırasında hatların geçtiği güzergâh üzerindeki her türlü geçiş hakkı ve istimlak işlemleri, irtifak hakları, zarar - ziyan bedelleri TCK, DSİ, TCDD, geçişlerine ait işlemler ve izinler uygulama başlamadan önce mutlaka yapılmalıdır. İnşaatın yapımı için güzergâhın uygulama öncesi hazır hale getirilmesi gerekmektedir. Tesis inşaatında sit alanlarının olup olmadığı araştırılıp sit alanı varsa bununla ilgili gerekli müsaadenin alınması gerekmektedir. İzin alınmadığı takdirde uygulamaya esnasında izin işleri için gerekli prosedürler için sürecini tıkamaktadır. Bu sebeple ilgili kurumlar olan TCK, DSİ, TCDD, DLH, Kültür ve Turizm Bakanlığı, vb. kurumlar ile Bankamızın yürüttüğü işlerle ilgili ortak bir protokol yapılmalıdır.

Altyapı inşaatının yapımı sırasında bozulacak yol kaplamalarının onarımı iş kapsamında yapılması hem iş esnasında özenli çalışılmayı sağlayacak hem de ilave bir iş çıkmasını önleyecektir. Böylece sonradan yapılacak yol kaplama çalışmalarında muayene baca üst kotlarının yükseltilmesi veya düşürülmesinin takip edilmesine gerek kalmayacaktır. Fakat iş kapsamında yol kaplaması yapılması işi sadece yerleşim yerlerinin merkez mahallesi için geçerli değildir. Böylece yol tahribatından dolayı çevreye verilecek rahatsızlığın önüne geçilebilir.

Atıksu Arıtma Tesisleri için imar planında ayrılmış olan yerinde kadastral ada ve parsel numaraları ile tesisin oturum alanı tanımlanmalıdır. Kamulaştırılmış ve/veya Milli Emlak'tan devir işlemi tamamlanmış olan arıtma yeri dikkate alınmak üzere, tesis ünitelerinin tümünün söz konusu alan üzerinde kaldığı aplikasyon yapılmak üzere teyit edilmeli, tesis yapılarının kamulaştırılmış alana yerleşimi ile ilgili gerekli olabilecek proje revizyonları yer tesliminde gündeme getirilmeli, idarece onaylanacak revize projeye göre imalata başlanması gerekmektedir. Ayrıca, tesis girişi mecra akar kotu teyit edilmek suretiyle gerekli olabilecek proje tadilatları da aynı şekilde ele alınmalıdır.

Arıtma ünitesi oturum alanında yer alan mevcut taşınmazlar ve/veya özel şahıs kullanımları gibi işgaliyelerle ilgili olarak, inşaat çalışmalarını etkilemeyecek şekilde öncelikle yapılması gerekli iş ve işlemler belirtilmeli, söz konusu unsurların tesis sahasından kaldırılması gerekmektedir.

Tesis zemin kotları ve yapıların bitmiş zemin kotları dikkate alındığında, arıtma sahasının konumu itibarıyla dere taşkını tehdidine maruz kalabileceği öngörülürse, tesis yapılarının su baskınından zarar görmemeleri amacıyla alınması gerekli önlemler çerçevesinde ilgili bilgi ve belgelerin DSİ'den temin edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

İletim hattında proje dışında branşmanla su alınması ve abone bağlantısı yapılması, hattın işletilmesi ve proje debisinin sağlanması yönünde sakıncalı görüldüğünden yapılmış olan bağlantılar iptal edilmelidir.

Yapılacak yol çalışmalarında vana başlık betonları yol seviyesine yükseltmeli, toprak altında kalması önlenmelidir.

Su tüketim oranlarının düşürülmesi için bilinçlendirme ve eğitim çalışmaları, su kullanım alışkanlıklarının değiştirilmesi, su tüketimini azaltan teknolojik sistemlerin kullanılması, su kayıpları kontrolü yapılması gerekmektedir.

İçme ve kullanma suyu temin ve dağıtım sistemlerinin yönetiminde gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Su kaynağından temin edilen ve içme-kullanma suyu sistemine verilen su hacminin ve debisinin uygun cihazlar ile sürekli ölçülmesi ve elektronik ortamda korunmalıdır.

İçme ve kullanma suyu sistemindeki kritik noktalarda su basıncının sürekli ölçülmesi ve izlenmesi, topoğrafik yapının uygun olduğu yerlerde basıncın 60m altına indirilmelidir. İçme ve kullanma suyu temin ve dağıtım sistemi planlarının sayısallaştırılması ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) veri tabanı oluşturulmalıdır. İdarelerce uygun izleme sistemlerinin (SCADA vb.) kurulmalıdır. Sistemde ana basınç bölgesi ve alt bölgelerin oluşturulmalıdır.

İçme ve kullanma suyundaki kayıp kaçaklar yerel yönetimlerce de takip edilmeli, kaçak bağlantıların önüne geçilmeli, gerekirse cezai müeideler uygulanmalıdır.

Yeni projeler yapılırken eski sistemde kullanılacak yapılar ve sistemler olması halinde (depo, kaptaj, içmesuyu, kanalizasyon) projelere ilave edilmesi gerekmektedir.



İşletmeye açılan kanalizasyon şebeke ve toplayıcı hatlarının sağlıklı bir şekilde çalışmasını temin etmek üzere, mutlaka bir bakım ve temizlik ekibi oluşturulmalıdır. Kanalizasyon başlangıç bacalarından zaman zaman yeterli su verilerek mecraların belirli periyotlarda temizlenmesi temin edilmelidir.

Ayrık sistem olarak yaptırılmış olan kanalizasyon şebekesinin uzun ömürlü olmasının yanı sıra, şebekenin sağlıklı bir şekilde çalışmasını temin etmek için kesinlikle satıh ve yağmur sularının, kanalizasyon muayene baca kapakları açılarak şebekeye verilmesine mani olunmalıdır.

Parsel baca ve bağlantıları tamamlanan yerlerde abone bağlantıları, Belediyenin teknik yetkilileri denetiminde yapılmalı ve hâlihazırda şebekesi ve parselleri tamamlanan mahallerdeki evlerin atıksuları mutlak surette parsel bacaları aracılığı ile kanalizasyon şebekesine verilmelidir.

Yeni yapılacak yol çalışmaları sırasında muayene baca ve kapaklarının hasara uğramaması için azami dikkatin gösterilmesi, yol çalışmaları sırasında muayene baca kapaklarının yol kaplaması altında kalmamasının yanı sıra, kalanların ise fenni usullere uygun olarak mevcut yol kotuna kadar yükseltilmesi gerekmektedir.

Muayene baca kapaklarının yol kaplaması altında kalması; baca kapakları üzerindeki havalandırma deliklerinin verimli çalışmamasına ve mecralarda koku, böcek gibi çevreyi olumsuz yönde etkileyen zararlıların çoğalmasına neden olduğu gibi, asıl önemli konunun atıksuyun deşarj noktasına kadar olan seyahati süresince mecra ve muayene bacaları içinde doğal olarak oluşan hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S) ve metan gazının baca kapağı deliklerinden çıkmasının engellendiğinden, metan gazı yoğunluğunun artması nedeniyle patlama ve/veya zehirlenmelere sebep olabilmektedir. Bu tür olumsuzlukların yaşanmaması için muayene baca kapaklarının mutlak surette yol kotunda olmasına ve kapak deliklerinin açık kalmasına dikkat edilmelidir. Aynı zamanda, herhangi bir sebeple muayene bacalarına girilmesinin gerekmesi halinde, mutlak suretle çalışan ekibin en az 2 kişi olmasının sağlanması, öncelikle baca kapaklarının açılarak makul bir süre havalandırmanın sağlanması, bu esnada baca içerisine bakılmaması ve girilmemesi,

havalandırma sonrasında baca içerisine girecek elemanın baca tabanında gaz birikmesi olasılığına karşı gaz maskesi kullanması gerekmektedir.

Terfi merkezindeki sistemlerin sağlıklı ve uzun ömürlü olmasının temini için; ızgaraların sık sık temizlenmesi, bina içindeki tüm makine ve mekanik ekipmanların teknik elemanlar tarafından kullanılması sağlanmalıdır. Terfi merkezinin havalandırmalarının sürekliliğinin sağlanması, bakım ve işletim esnasında bina içerisine girilmeden önce kapıların açık bırakılarak makul bir süre havalanmasının sağlanması, gaz ölçüm araçları ile gaz ölçümü yapılarak tehlikeli bir durum olup olmadığının test edilmesi, her halükarda gaz maskesi kullanılması, bakım ve işletme işlerinin en az iki ehil eleman marifetiyle yapılması sağlanmalıdır.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Altyapı proje uygulamalarında karşılaşılan sorunlara ve çözüm önerilerine yer verilen bu çalışmada Bankamızda yapılan uygulamalar, uygulamaların içeriği, nasıl yapıldığından bahsedilmiştir. Ayrıca karşılaşılan problemlere ilişkin uygulama öncesi ve uygulama ilişkin öneriler getirilmiştir.

Altyapı projelerinde projeden kaynaklanan tehlikeleri önceden öngörüp tedbir almak gereklidir. Aksi takdirde yıkıp yeniden yapmak zorunda kalınabilir. Bunun için projelerin uygulamaya başlamadan önce yerinde uyumluluğu tekrar kontrol edilmeli, öngörülme yen sonuçlara karşı gerekli tedbirler işin başında alınmalıdır.

Altyapı proje uygulamalarında kullanılacak malzemeler, hesaplar güvenli tarafta kalmak şartı ile seçilmeli, uygulamaya geçilmeden önce malzeme kabullerinde malzemelerin yapısı ve dayanıklılığı proje standardını sağlamak şartı ile uygulamada kullanılmasına özen gösterilmelidir.

Altyapı yatırımlarında deneyimli özel sektör firmasının yer alması sağlanmalı, işlerin kalitesinin artırılmasında önemli etki sağlayacaktır. Bu durum, yatırımın hizmet dönemi süresinin artmasına olanak sağlayacağı gibi, işletme dönemindeki giderlerin azalmasını da sağlayacaktır.

Altyapı uygulamalarında karşılaşılabilecek kazı, hareketli araç ve makinalar ile ilgili tehlikelere ilişkin güvenlik önlemleri iş esnasında muntazam olarak alınması gerekmektedir.

Altyapı sektöründeki malzeme ve uygulama alanındaki teknolojik gelişmeler takip edilerek projelerde ve uygulamalarda kullanımı desteklenmelidir. Bu gelişmeleri kullanmadan önce gerekli maliyet ve dayanıklılık, ömürleri açısından iyice irdelenmelidir.

Uygulaması tamamlanan tesislerin bakım ve onarımları periyodik aralıklarla yapılmalıdır. Yapılan tesisler ile ilgili olarak; tesiste çalışacak personele asgari eğitim verilmeli ve karşılaşılabilecek sorunlara önceden tedbir alınması sağlanmalıdır.

Bu tez çalışmasında altyapı uygulamalarına genel olarak değerlendirilip uygulamalarda karşılaşılabilecek sorunlara ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır. Bazı altyapı uygulamaları sadece İnşaat Mühendisliği dalında olmadığından dolayı bu alanlarda diğer mühendislik dalları ile birlikte çalışma yapılması önerilir.

İlerleyen bilim ve teknoloji ile günden güne gelişmekte olan ve ihtiyaç duyulan altyapı yatırımları kaliteli ve daha uzun ömürlü olmasını amaçlayan bu çalışma daha sonra bu alanda yapılacak çalışmalara ilişkin faydalanılabilir. Bu çalışmada genel olarak kanalizasyon ve içmesuyu, altyapı tesisleri ile ilgili bilgi verilmiş olup daha sonra yapılacak çalışmada diğer altyapı uygulamaları üzerine çalışma yapılması önerilir.

## KAYNAKLAR

1. Altapı Yatırımlarının Finansmanı (Genç ve Ertuğrul, 2007)
2. Şekerdağ, N. (2011). Su Getirme ve Kanalizasyon Problemleri, 197
3. TS EN 681, Elâstomerik contalar-Su ve drenaj uygulamalarında kullanılan-Malzeme özellikleri (1999)
4. İnternet: Fırat Plastik Boru <http://www.firat.com/korige-koruge-triplex-boru>, Son Erişim Tarihi: 17.09.2015.
5. İller Bankası Kanalizasyon İşlerine ait Özel ve Teknik Şartnamesi (2013)
6. İnternet: Prodaş Makine Kimya <http://www.prodaskimya.com/?d234/Kompozit-Rogar-ve-Baca-Kapaklari.html>, Son Erişim Tarihi: 17.09.2015.
7. İller Bankası Kanalizasyon Kesin Proje Özel Şartnamesi (2003)
8. İnternet: Xylem Water Solutions <http://www.xylemwatersolutions.com/scs/Middle-East/tr-tr/products/Pump%20stations/Sayfalar/default.aspx>, Son Erişim Tarihi: 17.09.2015.
9. İller Bankası İçmesuyu Projelerinin Hazırlanmasına ait Yönetmelik (1985)
10. İnternet: Kuzey Boru <http://www.kuzeyboru.com.tr/pvc-bas%C4%B1ncı%C4%B1-i%CC%87cme-suyu>, Son Erişim Tarihi: 17.09.2015.
11. TS 2861, Basınçlı su ileten boru hatlarına iç basınç deneyi uygulanması kuralları (1977)
12. Ham Petrol ve Doğal Gaz Boru Hattı Tesislerinin Yapımı ve İşletilmesine Dair Teknik Emniyet ve Çevre Yönetmeliği (BOTAŞ, 2011)
13. TOPÇU, E. Atıksu Arıtma Tesislerinde Etüt ve Proje Çalışmalarına Genel Bakış (2011)
14. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Suda Tehlikeli Ve Zararlı Maddeler Tebliği (1989)
15. İller Bankası A.Ş. İçmesuyu Tesisleri Boru ve Özel Parçaları Teknik Şartnamesi (2010)
16. İller Bankası Sayısal İşletme Projeleri Özel Teknik Şartnamesi (2008)
17. İller Bankası Beton/Betonarma Boru ve Bağlantı Parçaları Özel Şartnamesi (2009)

18. İller Bankası Kanalizasyon İşlerinin Planlanması ve Projelerin Hazırlanmasına ait Talimatname (1991)

# **EKLER**





## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YALÇIN Emre  
 Uyruğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 18.01.1985  
 Medeni hali : Bekar  
 Telefon : 0(555) 3997973  
 Faks : -  
 e-mail : eyalcin@ilbank.gov.tr



### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	2009
Lise	Süleyman Demirel Anadolu Lisesi	2003

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2006	Kalecik Hamzalı HES İnşaatı / MNG Holding	Stajyer Mühendis
2009	Örencik/Gölbaşı Toplu Konut İnşaatı / TOKİ	Stajyer Mühendis
2010-2012	T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Bursa Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü	Kültür ve Turizm Uzm. Yrd.
2012-Halen	İLBANK A.Ş. Kastamonu Bölge Müdürlüğü	Teknik Uzman Yrd.

### Yabancı Dil

İngilizce (YDS:77,5)

### Yayımlar

-

### Hobiler

Yüzmek, yürüyüş yapmak, kitap okumak, satranç, masa tenisi, basketbol, seyahat etmek, müzik dinlemek, fitness, bisiklete binmek, sinema ve tiyatroya gitmek, müzeleri gezmek.



**İL BANK**  
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ