

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI
KENT ÇALIŞMALARINI ve YÖNETİMİ PROGRAMI

SU VE KANALİZASYON SİSTEMLERİNİN ONARIMINDA
KULLANILAN TEKNOLOJİK YÖNTEMLER VE BUNLARIN
SOSYAL VE EKONOMİK KAZANIMLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cemalettin KALELİ

Danışmanı: Prof.Dr. Adem ESEN

İSTANBUL

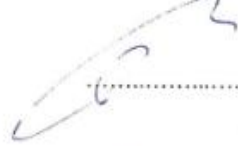
Nisan 2016

Her hakkı saklıdır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma jürimiz tarafından Mimarlık Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

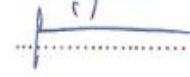
Başkan Prof. Dr. Adem ESEN (Danışman)



Üye Prof. Dr. M. Oktay CANSUN



Üye Yrd. Doç. Dr. Özgür KÖKALAN



Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.



Prof. Dr. Bayram ÜNAL

Enstitü Müdür V.

BEYAN

Bu alışma İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü MİMARLIK ANA BİLİM DALI KENT ÇALIřAMALARI ve YÖNETİMİ' indeki öğrenciliğim döneminde hazırlanmış olan YÜKSEK LİSANS TEZİ tarafımdan yapılmış ve kaleme alınmış tamamen özgün bir çalışma olup bu çalışmamın başından sonuna kadar bilimsel ahlak kurallarına uydum. Bu çalışmam süresince elde etmediğim ve tezimde kullanmış olduğum bütün bilgiler ve yorumlar için atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi, patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışta bulunmadığımı beyan ederim.

İmza

Cemalettin KALELİ

İÇİNDEKİLER

BEYAN	ii
KISALTMALAR	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
SEMBOL LİSTESİ	xi
ÖNSÖZ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xv
1 GİRİŞ	1
2 ALTYAPI TESİSLERİ	3
2.1 İçmesuyu Tesisleri.....	3
2.1.1 İsale Hesap Debisi.....	3
2.1.2 Boruların Üzerindeki Dolgu Kalınlıkları	5
2.1.3 İsale Hatlarında Kullanılan Boru Cinsleri.....	5
2.1.4 İşletme Fittingsleri	6
2.1.5 Şebeke Sistemi	7
2.1.6 Su Şebeke Sisteminde Kat Ayırımı.....	7
2.1.7 İşletme Basınçları.....	7
2.1.8 Yangın Debisi Hesabı ve Yangın Hidrantları	8
2.1.9 Şebeke Debisi Hesabı.....	8
2.2 Atıksu ve Yağmursuyu Tesisleri.....	9
2.2.1 Kanal Boyutlandırma Esasları	10
2.2.2 Atıksu ve Yağmursuyu Sistemleri	12
3 ALTYAPI SİSTEMLERİNDE İŞLETME ROBLEMLERİ	14
3.1 İçme Suyu Şebekesi İşletme Problemleri.....	14

3.1.1	Şebeke Borusu Arıza Sebepleri.....	14
3.1.2	Şube Yolu Arızalarının Sebepleri	14
3.2	Atıksu Kanalları İşletme Problemleri.....	16
3.2.1	Rabıt Tıkanıklığı	17
3.2.2	Anakanal Tıkanıklığı.....	17
3.2.3	Kanal Çökmesi	17
3.2.4	Baca kapaklarının Yol Kaplaması Altında veya Üstünde Kalması	17
3.2.5	İmalat Hataları.....	18
3.2.6	Kanalizasyon Şebekesinin İşletilmesinde Kullanılan Araçlar	18
4	ATIKSU HATLARINDA PERİYODİK TEMİZLİK VE GÖRÜNTÜLEME SİSTEMLERİ.....	19
4.1	Kanalizasyon Hatlarının Temizlenmesi	19
4.1.1	Özel Temizlik Aracı (Kombine Araç).....	19
4.2	Kanalizasyon Hatlarının Görüntülenmesi ve Freze Çalışmaları	20
4.2.1	Görüntüleme Robotları.....	21
4.2.2	Freze Robotları.....	22
4.3	Görüntüleme ve Freze Robotlarının Kullanım Alanları ve Faydaları,	22
4.3.1	Atıksu veya İçmesuyu Hattındaki İmalat ve Malzeme Kusurları	23
4.3.2	Boru Kesitini Daraltan ve Akışı Engelleyen Nesnelere,.....	24
4.3.3	Kanal İçine Sızan Mineraller,	24
4.3.4	Yüksek Hız ve Türbülansın Tespiti.....	25
4.3.5	Hatlarda Meydana Gelen Ezilme ve Çökmeler,.....	26
4.3.6	Hatların İçinde Biriken Tortu ve Çamurun Tesbiti,	26
4.3.7	Sistem Kayıtlarında Olmayan Kanal Hatlarının Envanterinin Çıkarılması,.....	27
4.3.8	Yeni Yapılan Altyapı İnşaatlarının Son Kontrolü,.....	27
4.3.9	Yer altında Atıl Kalan Eski Sanat Yapılarının Yeniden İşletmeye Alınması,.....	28

4.3.10	Kaplama Altında Kalan Muayene Bacaları ve Mazgalların Tespiti, ...	29
4.3.11	Boru İçine veya Dışına Sızan Suyun Tespiti,.....	30
4.3.12	Boru İçerisine Giren Ağaç Kökleri ve Rabıt Çıktılarının Tespiti,	30
4.4	Altyapı Tesislerinin Tespitinde Kullanılan Diğer Teknolojiler	32
4.5	Değerlendirme	33
5	SU VE KANALİZASYON SİSTEMLERİNDE KULLANILAN TEKNOLOJİK YÖNTEMLER.....	36
5.1	Patlatma Yöntemi İle Şebeke Borusu Islahatı.....	37
5.1.1	Kullanım Alanları.....	38
5.2	Yönlendirilebilir Kazısız Teknoloji İle Şebeke Borusu İmalatı.....	39
5.2.1	Kullanım Alanları.....	40
5.3	Boru Kaplama Yöntemi ile Mevcut Hatların İyileştirilmesi.....	40
5.3.1	Kimyasal Kaplama “Polimer – Ciment Lining”	40
5.3.2	Çimento Harç Kaplama:.....	41
5.3.3	Epoksi Reçine Kaplama	41
5.3.4	Kullanım Alanları.....	42
5.4	Yerinde İşlenen Boru Kaplama “Cured In Place Pipe, CIPP”	42
5.4.1	Kullanım Alanları.....	44
5.5	Katla ve Şekil Ver (Eski Boru İçine Yeni Boru Kaplama) Tekniği (Fold&Form):	45
5.5.1	Kullanım Alanları.....	46
6	DEĞERLENDİRMELER.....	47
6.1	Kazısız Teknolojik Yöntemlerin Kazanımları	47
6.1.1	Sosyal Kazanımları	47
6.1.2	Ekonomik Kazanımları	47
6.2	Teknolojik Yöntemler İle Klasik Yöntemlerin Karşılaştırılması.....	48
6.2.1	Maliyet Karşılaştırması	49
7	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	63

7.1	Sonuç.....	63
7.2	Öneriler.....	64
	KAYNAKÇA	66
	ÖZGEÇMİŞ.....	68



KISALTMALAR

İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
İSKABİS	İSKİ Altyapı Bilgi Sistemi
UAVT	Uluslararası Veri Tabanı
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
AÇB	Asbest Çimento Boru
CCTV	Kapalı Devre Televizyon Sistemi
CH ₄	Metan
UV	Ultraviyole
CIPP	Boru İçinde Astar Oluşturma Tekniğı (Cured-in-Place Pipe)
CTP	Cam Takviyeli Plastik
H ₂ S	Hidrojen Sülfür
HDPE	Yüksek Yoğunluklu Polietilen
MBB	Muflu Beton Boru
PP	Poli Propilen
PE	Poli Etilen
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
MP	Mega Piksel

TABLO LİSTESİ

Tablo 1	İstanbul İçmesuyu Hatları Durumu.....	3
Tablo 2	Atıksu Hatları Durumu.....	9
Tablo 3	Yağmur Suyu Giriş Yerleri Aralığı.....	12
Tablo 4	İstanbul İli 2015 Yılı İçme Suyu Şebekesi Arıza Sayıları.....	15
Tablo 5	İstanbul İli 2015 Yılı İçme Suyu İsale Hatları Arıza Sayıları.....	15
Tablo 6	İstanbul İli 2015 Yılı Atıksu Kanalı Arıza Sayıları.....	18
Tablo 7	Yer Altı Tesisleri Tespit ve Görüntülemeye Kullanılan Diğer Teknolojiler.....	32
Tablo 8	Temizlik Sonrası Görüntü Analiz Raporu.....	34
Tablo 9	Patlatma Yöntemi İle HDPE Boru Temini ve Döşenmesi Maliyet Tablosu.....	52
Tablo 10	Çırağan Caddesi İçme Suyu Boru Döşeme Kapama Zaptı.....	52
Tablo 11	İçme Suyu Boru Döşeme İmalatına Ait Ataşman Sayfası.....	53
Tablo 12	Düktil Font İçme Suyu Borusu Döşeme İşi Maliyet Tablosu.....	54
Tablo 13	CIPP Yöntemi ile Atıksu Kanalının Kaplanması Maliyet Tablosu...	57
Tablo 14	Mecidiye Caddesi Atıksu Kanalı İmalatı Kapama Zaptı.....	58
Tablo 15	Mecidiye Caddesi Atıksu Kanalı İmalatına Ait Ataşman Sayfası.....	59
Tablo 16	Atıksu Kanalı Döşeme İşi Maliyet Tablosu.....	60

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1	Kameralı Robot (CCTV).....	21
Şekil 2	Freze Robotu Resimleri.....	23
Şekil 3	Dolgu Sırasında Meydana Gelen Çatlak	23
Şekil 4	Çalışma Sırasında Kanalda Kalan Künk Parçası.....	24
Şekil 5	Kanal İçine Sızan Yeraltı Suyu.....	25
Şekil 6	Eğimi Fazla Olan Kanal Görüntüsü.....	25
Şekil 7	Yumurta Şeklinde Ezilmiş ve Kırılmış Beton Boru.....	26
Şekil 8	Atıksu Kanalında Biriken Çamur ve Tortu.....	26
Şekil 9	Altyapı Envanterinin CBS' ne Aktarılması.....	27
Şekil 10	İmalat Sonrası Yeni Kanal Görüntüsü.....	28
Şekil 11	Eski İçmesuyu Galerisi, Rumeli Hisarı Altından Geçen Eski Yağmursuyu Tüneli, Kaplama Yapılmış Tuğla Tünel.....	29
Şekil 12	Asfalt Altında Kalmış Baca Kapağı Görüntüsü.....	29
Şekil 13	Boru İçine Sızan Şebeke Suyu Kaçağı.....	30
Şekil 14	Boru İçine Girmiş Ağaç Kökleri, Boru İçine Fazladan Sokulmuş Rabıt Bağlantısı.....	31
Şekil 15	Boru Patlatma Çalışması Giriş ve Çıkış Çukuru.....	37
Şekil 16	Boru Patlatma Yönteminde Kullanılan Kırıcı-Kesici Başlık ve Şematik Görünüm.....	37
Şekil 17	Boru Patlatma Yönteminde Kullanılan Aparatlar.....	38

Şekil 18	Yatay Yönlendirilebilir Delgi Makinası.....	39
Şekil 19	Yatay Yönlendirilebilir Delgi Yönteminin Şematik Görünümü.....	40
Şekil 20	Atıksu Hattının Kaplanması, Yağmursuyu Kapalı Galerisinin Çimento İle Kaplanması.....	41
Şekil 21	İsale Hattında Reçine Kaplama Çalışması.....	41
Şekil 22	CIPP Yöntemi İle Kaplama İşlemi Şematik Görünümü.....	42
Şekil 23	CIPP Yöntemi ile Yenilenen Kanallın Öncesi ve Sonrası.....	43
Şekil 24	Fold & Form Uygulaması İle Atıksu Hattının PVC Kaplanması.....	46
Şekil 25	Çalışma Resimleri (HDPE Boru ve Fizyon Kaynağı, HDPE Borunun Dışarıdaki Görünümü).....	50
Şekil 26	Boru Patlatma Yöntemi Çalışma Paftası.....	51
Şekil 27	Yırtma ve Patlatma Aparatı.....	51
Şekil 28	CIPP Yöntemi İle Uygulama Resimleri.....	56
Şekil 29	Atıksu Kanalı Kaplama Çalışma Paftası.....	57

SEMBOL LİSTESİ

A	Borunun Kesit Alanı, m ²
V	Su Hızı (m / sn)
N	Nüfus
B	Hendek Genişliği
DN	Boru Çapı, Kesit
HP	Beygir Gücü
Q	Hesap Debisi
q	Kişi Başına Günlük Su Sarfıyatı, (1/N.G)
a	Kullanılmış Suyun Kanala İntikal Süresi (saat)
A	Mecra Havza Alanı (ha)
I	Yağmur Suyu Verimi (1/sn. ha)
C	Yüzey Akış Katsayısı

ÖNSÖZ

Basit bir trafik kazasında bile altüst olan büyükşehirlerin trafiği, herhangi bir altyapı yenileme veya arıza onarım çalışmasında insanları canından bezdirmektedir. Seçimle kendisine verilen görevi hakkıyla yerine getirmeye çalışan yerel yönetimler, bir taraftan da kendisine güvenen insanları nimetin külfetinde perişan etmemek için çareler aramaktadırlar. Yani kısa tabirle bu işler artık "Çevreye verdiğimiz rahatsızlıktan dolayı özür dileriz" tabelasıyla olmuyor. Bu yüzdendir ki şehrin yönetiminden sorumlu olan insanlar bu hizmetleri yerine getirmek için mümkün olduğunca klasik yöntemleri bir tarafa bırakarak daha çevreci ve ekonomik olan teknolojik yöntemleri tercih etmektedirler. Su ve kanalizasyon sistemlerinin çevreye en az zarar verecek şekilde bakım ve yenileme uygulamalarının konu edildiği bu çalışmada, aynı zamanda teknolojik yöntemlerin sosyal ve ekonomik kazanımlarından da bahsedilmiştir.

"Su ve Kanalizasyon Sistemlerinin Onarımında Kullanılan Teknolojik Yöntemler ve Bunların Sosyal ve Ekonomik Kazanımları" konulu çalışmamın yönlendirilmesinde ve yürütülmesinde gösterdiği yakın alaka ve desteğinden dolayı kıymetli hocam Prof.Dr.Adem ESEN'e, Prof.Dr.Oktay CANSUN'a ve dersini almaktan haz duyduğum Y.Doç.Dr. Özgür KÖKALAN hocamın nezdinde İstanbul Sabahattin ZAIM Üniversitesi'nin emeği geçen tüm eğitim gönüllülerine şükranlarımı arz ederim.

Ayrıca bu çalışmamda bana desteğini esirgemeyen başta eşim Gökben KALELİ olmak üzere 4 evladıma, işyeri arkadaşlarım Mehmet DEMİR ve Nihan BUĞ' a teşekkür ederim.

Cemalettin KALELİ

ÖZET

SU VE KANALİZASYON SİSTEMLERİNİN ONARIMINDA KULLANILAN TEKNOLOJİK YÖNTEMLER VE BUNLARIN SOSYAL VE EKONOMİK KAZANIMLARI

Cemalettin KALELİ

KENT ÇALIŞMALARI VE YÖNETİMİ PROGRAMI

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Adem ESEN

Nisan 2016

İçme suyu ve atık su tesisleri büyük şehir ve metropollerdeki en yoğun altyapı sistemlerinden birini oluşturmaktadır. Bu sistemler, aşırı ve yoğun yüklerin etkisi ve plansız kullanımlara bağlı olarak zamanla hasara uğrar ve kullanılmaz hale gelir.

Genel olarak içmesuyu ve atıksu boru hatları yeraltında hizmet verdikleri için bakım çalışmaları bir arıza çıkana kadar ihmal edilir. Yerleşim bölgelerinde hizmet veren bu sistemlerin deprem sonrasında işlevlerini sürdürebilmeleri veya hızlı bir şekilde tekrar işler hale getirilebilmeleri toplum sağlığı ve çevre açısından çok önemlidir. Zamanla yaşanan boru hatlarında çeşitli nedenlerle (deprem, erozyon, dış etmenler vb.) hasar meydana geldiğinde acil müdahale gerektirdiğinden yüklü maliyetler ortaya çıkar. Bu hatların rehabilite edilmesi için birçok kazısız yöntem mevcuttur ve İstanbul ili sınırları içerisinde İSKİ bünyesinde bu yöntemler ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. Özellikle bu kazısız rehabilitasyon yöntemleri trafiğin, konut ve iş yerlerinin yoğun olduğu ve tarihi değer taşıyan bölgelerde çok cazip bir seçimdir. Boru hatlarının rehabilitasyonunda kullanılan yöntemlerin çok ve birbirine benzer olması, hangi yöntemin daha ekonomik, uzun ömürlü ve sağlıklı olduğu konusunda kararsızlıklara sebebiyet vermektedir. Rehabilitasyon yönteminin seçiminde kurulum maliyetinin yanında başka faktörlerde toplam maliyeti etkilemektedir. Hasar oluşuktan sonra veya akut hasar durumunda zorunlu yapılan bu uygulamalara reaktif uygulamalar denir ve eski anlayışı simgeler.

Hasar oluşmadan veya kronik hale gelmeden önce yapılan eylemlere proaktif eylemler denir. Bu eylemler iki aşamalıdır. İlk adım olarak boru hattının incelenmesi,

ikinci adım olarak ise hattın tahmini ömrünün belirlenmesini kapsar. Bundan sonraki aşamada tayin edilen eylem planına göre hatlar belirli zaman aralıklarında uygun kazısız veya kazılı tekniklerle rehabilite edilebilir.

Bir trafik ışığı arızasının bile trafikte yığılmalar oluşturduğu metropoliten kentlerde ulaşımı aksatacak altyapı uygulamaları büyük kitleleri etkileyecek sorunlara neden olmaktadır. Hem kentsel yaşam kalitesini sağlamak hem de atıksu altyapısını yönetmekle sorumlu kent yöneticilerinin, altyapı uygulamalarını kazısız teknoloji ile yapmaları zorunluluk haline gelmektedir. Kazısız teknoloji kullanılarak altyapı oluşturmanın konforu kentsel sistemin vazgeçilmezi ve kentli haklarının da en önemlilerindedir.

İstanbul başta olmak üzere birkaç Su ve Kanalizasyon İdaresi kritik hatlarda kanal temizliği ve görüntülenme çalışmalarına ciddi derecede önem vermekte ve verilen bu önem gün geçtikçe de artmaktadır. İçme ve atık su iletim hatlarında uygulanmakta olan kazısız rehabilitasyon teknikleri yeni bir teknoloji olmakla birlikte gelişimini sürdürmektedir. Her bir uygulamanın avantajları ve dezavantajları mevcuttur. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de yeni olan bu teknolojiler ile ilgili fazla bilgi birikimi bulunmamaktadır. Yöntemlerin ve kullanılan malzemelerin çeşitliliği ve özelliklerinin iyi bilinmemesi optimum yöntemi seçme konusundaki zorlukları oluşturmaktadır.

Altyapı sistemlerinde teknolojik yöntemlerin kullanılması son 15 yıllık bir geçmişe dayanmaktadır. Türkiye'de özellikle çalışmakta olduğum kurum olan İSKİ bu konuda öncülük etmiş ve adeta diğer altyapı kuruluşlarına rehberlik hizmeti vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Boru, Kazısız Teknoloji, Kazısız Altyapı Uygulama Yöntemleri, Altyapı Sistemleri, CIPP.

ABSTRACT

TECHNOLOGICAL METHODS USED IN REPAIRING WATER AND SEWERAGE SYSTEMS AND THEIR SOCIAL AND ECONOMIC BENEFITS

Cemalettin KALELİ

URBAN STUDIES AND MANAGEMENT PROGRAM

Thesis Advisor: Prof. Dr. Adem ESEN

April 2016

Potable water and wastewater plants make up one of the most dense infrastructure systems in major cities and metropolises. These systems are damaged through impact of dense loads and unplanned use over time and become unusable.

Since potable water and wastewater pipelines serve underground, their conditions are neglected until a breakdown. The functionality of these systems serving settlement areas after an earthquake or their availability generated swiftly after such an incident is very significant for public health and environment. Damages occurring on aging pipelines due to various reasons (earthquake, erosion, external factors, etc.) cause high costs as they require emergency response. There are various no-dig methods for the rehabilitation of these lines and these methods are commonly used by İSKİ within the provincial borders of Istanbul. Particularly these no-dig rehabilitation methods are an attractive choice for regions with historical values where traffic, business activities and offices densely exist. The fact that methods used for pipeline rehabilitation are many and similar cause confusion on choosing the more economic, long lasting and proper method. Other factors besides setup costs have impacts on the total cost in choosing the rehabilitation method. These applications conducted compulsorily upon damage or in cases of acute damage are called reactive applications and they represent the older understanding.

Actions taken before the damage or before it becomes chronic are called proactive actions. These actions have two stages. The first stage includes examination of the

pipeline and the second stage includes identification of the estimated working life of the line. In the next stage, the lines are rehabilitated with no-dig or digging techniques in certain intervals according to the selected plan of action.

In metropolitan cities where even a failure of a traffic light causes congestion, infrastructure applications that hinder transport cause problems that affect large communities. It becomes a necessity for urban administrators, who are responsible for both providing urban life quality and manage wastewater infrastructure, to conduct infrastructure works with no-dig technologies. The comfort of generating infrastructure through no-dig technologies is an essential part of urban systems and one of the most significant urban rights.

A number of Water and Sewerage Administrations including Istanbul pay serious importance to cleaning and monitoring work of channels in critical lines and this significance is gradually increasing. No-dig rehabilitation techniques applied to potable and wastewater transmission lines are developing rapidly although this is a new technology. Each application has advantages and disadvantages. There is not much vast knowledge on these technologies that are considered new in our country as it is around the globe. The lack of knowledge on the variety of methods and materials used cause problems on choosing the optimum method.

The use of technological methods in infrastructure systems has a history of 15 years. İSKİ, the administration that I am currently serving at, has been leading in the area in Turkey and virtually providing guidance to other infrastructure institutions.

Key Words: Pipe, Trenchless Technology, The Application Methods of Trenchless Infrastructur, İnfrastructure Systems, CIPP.

1 GİRİŞ

Dünyadaki bazı popüler şehirlere bakıldığında dikkati çeken en önemli istatistikî değerlerin başında nüfus artışı gelmektedir. İstanbul'da bunlardan birisidir. Üç tarafı denizlerle çevrili bu eşsiz metropolün 10 yıl önceki nüfusu 12.5 milyon iken şimdi kayıtlı nüfusunun 15 milyon olduğu görülmektedir. Büyüme hızı 2015 yılı için 19.3 oranı ile dünyada en hızlı nüfus artışı gösteren şehirlere bir tanesidir. (Tüik, 2015) Dolayısıyla bu hızlı nüfus artışına ayak uydurmaya çalışan şehir yöneticilerinin işi hayli zor olsa gerek. Bu yüzden altyapı planları hazırlanırken 30 yıl ila 100 yıllık mastır planlar değerlendirilir ve döşenen borularının ömürlerine uygun olarak artan nüfusun ihtiyacına cevap verecek şekilde projeler hazırlanır. Bu nedendir ki bu çalışmamda önceliği, şehrin altyapı planları hazırlanırken nelere dikkat edilmektedir, hangi önemli kıstaslar göz önünde bulundurulmaktadır ve öngörülemeyen riskler nelerdir bunlara vereceğiz. Tabi ki konuyu daha iyi analiz edebilmek için Dünyanın gözde şehri İstanbul örneği üzerinde durulacaktır.

Atıksuların çevre ve insan sağlığına zarar vermeden yerleşim yerlerinden uzaklaştırılması ve bertaraf edilerek doğaya verilmesi yerel yönetimler için sıkı bir görevdir. Suyu temin etmenin ve dağıtmanın yanında musluklardan akmasının sürekliliğini sağlamakta önemlidir. Bu yüzden hemen her gün şebeke hatlarının değişik yerlerinde meydana gelen su ve kanal arızalarının onarımının İnsanlara hissettirmeden en kısa zamanda ve kaliteli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Konuyla ilgili olarak arızaların tespit edilmesinde arıza onarım metodunun belirlenmesinde yerel yönetimlere olağanüstü kolaylıklar getiren görüntüleme cihazlarının tanıtımına da bu çalışmada yer verilmiş olup yaklaşık 15 yıl önce insan yaşamına giren bu teknolojilerin kendini geliştirmede gösterdiği inanılmaz performansa değinilmiştir.

Mevcut durum fizibilite çalışmasının akabinde birbirine kıyaslamalı olarak sık kullanılan teknolojik yöntemlerden bahsedilirken, İstanbul gibi büyük bir metropolde çalışan işgücüne ve aynı zamanda devam eden hayata sağladığı kolaylıklar dile getirilecektir. Gece ve gündüz her daim canlılığını koruyan büyük şehirlerde altyapı hizmeti sunmak kolay değildir. Bir tarafta en iyi hizmeti kesintisiz bir şekilde vermek gibi bir vizyona sadık kalmaya çalışan altyapı kuruluşları, diğer

tarafında hizmetin muhatabı paydaşlarının hayat kalitesini korumak gibi bir görevi de yerine getirmekle mükelleftir. İşte bu yüzden altyapı hizmetlerinin sürekliliğini sağlamak için kullanılan teknolojik yöntemleri benimsemek ve çok kısa mesafeden takip etmek zorundadırlar. Çalışmada; altyapı sistemlerinde kullanılan değişik teknolojik onarım metotlarının ana hatlarıyla tanıtımından sonra bu yöntemlerin insan yaşamına kattığı rahatlıklardan, özellikle kamu kuruluşlarına kazandırdığı işgücü ve ekonomik faydalarından bahsedilecektir.

İstanbul'un altyapı işini yürüten İSKİ de, 20 yıldır görev yapan bir mühendis ve yönetici olarak su ve kanalizasyon hatlarında kullanılan teknolojik çalışmaların ekonomik ve sosyal avantajlarını bizatihi tarafımda yönetilen birkaç örnekle izah etmeye çalıştım.

Daha sonra da, genelde kamu kaynakları ile yürütülen bu çalışmalardan dolayı kamunun ekonomik kazanımlarından ve vatandaş memnuniyetini ön planda tutan yerel yönetimlerin sosyal hayata kattığı konfordan dolayı aldığı müspet puandan bahsedilerek âcizane görüş ve önerilerim çalışmanın sonuç bölümünde paylaşılmıştır.

2 ALTYAPI TESİSLERİ

2.1 İçmesuyu Tesisleri

İsale boruları, kanal ve akedükler suyu membadan alarak içme suyu haznesine iletilirler. Arazinin topoğrafik durumu ve elde bulunan mevcut malzemeye göre isale hatları, suların kanallarda serbest yüzeyli veya basınçlı olarak isale edilmesine göre projelendirilmektedir. Dolayısıyla isale hatları projelendirilme durumuna göre cazibeli veya terfili isale hattı olmak üzere iki şekilde isimlendirilir. İstanbul’ da Ø 400 mm çap ve üzerindeki hatlar **isale hattı**, Ø 400 mm'nin altındaki hatlara ise **şebeke hattı** olarak adlandırılır. İstanbul ilinde bulunan iletim ve dağıtım hatlarının çaplara göre dağılımı 01.04.2016 tarihi itibarı ile Tablo 1’ de gösterilmiştir.

Tablo 1 İstanbul İçme suyu Hatları Durumu

İÇMESUYU İSALE VE ŞEBEKE HATLARI DURUMU								
BORU CİNSİ ÇAP	D.F	ÇELİK	HDPE	ÖGBB (Ön Gerilmeli Beton Boru)	TÜNEL	AÇIK KANAL	DİĞER	TOPLAM
ŞEBEKE HATLARI (ø 100 mm.-ø 400 mm ARASI)	16,759,306	47,847	184,430	-	-	-	356,164	17,347,747
İSALE HATLARI (ø 400 mm. ve ÜZERİ)	839,281	1,660,214	33,066	112,298	27,721	15,728	98,587	2,786,895
TOPLAM (m)	17,598,587	1,708,061	217,496	112,298	27,721	15,728	454,751	20,134,642

Kaynak: (İşkabis, 2015)

2.1.1 İsale Hesap Debisi

İsale hattı, gelecekteki nüfusa ve maksimum günlük su sarfiyatına göre projelendirilmektedir. Genellikle günlük maksimum su sarfiyatı yıllık ortalama sarfiyatın 1.25 ila 1.8 katı arasında değişir. Ülkemizde bu değerlerin ortalaması olan 1.5 rakamı hesaplarda esas olarak alınmaktadır. Yani,

Maksimum günlük su sarfiyatı = 1.5 x ortalama günlük su sarfiyatıdır. Buna göre isale hesap debisi,

$$Q_{is} = \frac{N \cdot q_{max}^1}{86400}$$

şeklinde hesap edilir. Burada,

Q_{is} : İsale hattın hesap debisi,(l/sn)

q_{max} : Kişi başına maksimum günlük su sarfıyatı, (l/N.G)

N : Proje nüfusu,

Gelecekteki nüfus hesaplaması için proje yılından 30 sene sonraki nüfuslar esas alınmaktadır. Kaynak: (İlbank & Şartnamesi, 2013)

Yukarıda hesaplanan isale hesap debisi, sadece şehir nüfusunun ihtiyaçlarına göre bulunmuştur. Hesabı yapılan yerleşme merkezinde, sanayi kuruluşu, hastane, kışla gibi özel debiye ihtiyaç duyan tüketiciler varsa, bu özel debiler, hesap debisine ilave edilmelidir. 2015 yılında İstanbul' a verilen toplam su miktarı 965.155.404 m³ tür. Şehre verilen günlük ortalama 2.664.261 m³ olup maksimum tüketilen su miktarı ise 12.08.2015 tarihinde 3.020.923 m³/gün olarak gerçekleşmiştir.

Kaynak: (İskabis, 2015)

İsale Hatlarının Hidroliği

İsale hattının hesabında süreklilik denklemi göz önünde tutulur;

$$Q_{is} = A \cdot v$$

Burada :

Q_{is} : İsale hattı hesap debisi, (m³ / sn)

A : Borunun kesit alanı, (m²)

v : İsale hattındaki su hızı,(m / sn)

Cazibeli isale hatlarındaki su hızının, boru malzemesinin cins ve özelliklerine göre, 0.5 m/sn ila 2.5 m/sn arasında olması istenir. 0.8 ~ 1.5 m/sn civarında hızların seçilmesi daha uygundur. Kaynak: (İlbank & Şartnamesi, 2013) Yüksek hız boruda

¹ Formülde kullanılan 86400 rakamı günlük su tüketiminin saniye cinsine çevrilmesi sonucu çıkmıştır.

aşınmalara sebep olmaktadır. Ayrıca yük kayıpları hızın karesi ile orantılı olarak artar. Bu itibarla su hızının biraz artırılması ile yük kayıplarının çok daha fazla artacağı hatırdan çıkartılmamalıdır.

Terfili isale hatlarında su hızının fazla alınması, yük kayıplarının dolayısıyla terfi yüksekliğinin artmasına sebep olacağından, arzu edilmez. Enerji masraflarının zamanla süratle arttığı göz önünde tutularak terfili isale hatlarında su hızını 0.5 ila 1 m/sn arasında almak daha uygun olur.

Su hızının 0.5 m/sn den düşük seçilmesi su içerisinde bulunması muhtemel askıda katı maddelerin boru ve kanallarda çökmesine sebep olabileceği düşüncesiyle istenmez.

2.1.2 Boruların Üzerindeki Dolgu Kalınlıkları

Borular, umumiyetle don derinliğinin altına döşenir. İller Bankası İçme Suyu Teknik Şartnamesinde, gerek isale ve gerekse şebeke hatlarında don, sadme ve ısı etkileri göz önünde tutularak boru üstünden zemin yüzeyine kadar 1.00 m. derinlik olacak şekilde boruların döşenmesi tavsiye edilmektedir.

2.1.3 İsale Hatlarında Kullanılan Boru Cinsleri

İçme ve kullanma suyu isale hatlarında boru cinsleri; maruz kalacakları işletme basıncına, zeminin jeolojik ve sismik yapısına ve borunun yatırılacağı toprak cinsine bağlı olarak değişiklik arz eder.

Boru Cinsleri :

1. Font borular
2. Çelik borular
3. Plastik borular
4. Betonarme borular

olmak üzere malzeme cinslerine göre sınıflara ayrılır.

2.1.4 İşletme Fittingsleri

İsale hatlarında deneme, muayene ve tamir maksadıyla sularını boşaltmak ve hava sıkışmasını önlemek için tevkif, tahliye vanaları, vantuzlar gibi işletme teçhizatına ihtiyaç vardır.

2.1.4.1 Tevkif (Kapatma) Vanaları

Tevkif vanaları basınçlı isale hatlarında, boru hattının yerçekimi ile tahliye edilebilecek yüksekte bulunan noktalarına ve branşmanlara konur. Sık aralıklarla konulması işletme sırasında tamir süresinin kısalması ve deşarj olan suyun israf olmaması açısından faydalıdır.

2.1.4.2 Tahliye Vanaları

İsale hattının alçak noktalarına tahliye vanaları konulur. Genel olarak deşarj noktası olarak deniz, dere yatağı ve varsa yağmursuyu kanalları seçilir. Maalesef kötü bir alışkanlık olan tahliye vanalarının kullanılmış su mecralarına verilmesinin hijyen açısından bazı sakıncaları vardır.

2.1.4.3 Basınç Kırıcı Vanalar

Basınç kırıcı vanalar, maslak veya hazne girişlerine, basınç kırmak maksadıyla yerleştirilir. Ayrıca şebekelerde meydana gelecek topoğrafik yapıdan kaynaklanan büyük basınçları düşürmek için kullanılır.

2.1.4.4 Vantuzlar (Hava Tahliye Vanaları)

Suyun boru içinden tahliye edilmesi sırasında boşalan boruya giren hava borunun yüksek noktalarında toplanır. Suyun tekrar isale edilmesi sırasında boru içine girerek sıkışan hava, suyun geçişine müsaade etmez. İşte bu havayı sıkıştığı yerden boşaltmak için vantuz kullanılır.

2.1.4.5 Tespit Kütleleri

Boruların dik eğimli yerlerde döşenmesi veya dirseklerin bulunduğu yerlerde boruların kaymasını veya ayrılmasını önlemek için konulan kütlelere, tespit kütleleri denir.

2.1.4.6 Maslaklar (Basınç Düşürme Odaları)

Coğrafik yapı itibarıyla arazi eğiminin fazla olduğu yerlerde basıncı, atmosfer basıncına düşürmek için maslak veya basınç düşürme odaları yapılır. Özellikle cazibeli isale hatlarında 80-100 mt den daha fazla kot farkı olan yerlerde su basıncını

sıfırlamak için belli aralıklarla tesis edilirler ve üstü kapalı, dolu savağı ve şamandıralı su kesme vanasından oluşan betonarme havuzdan ibarettir. Projede, amaç suyu depolamak değilse sadece basınç düşürmek için maslak yerine basınç düşürücüler tercih edilir.

2.1.4.7 Terfi Merkezleri

Suyun depo krepin kotundan üst kısımlara iletilmesi için kullanılır. Eskiden kullanılan pistonlu tulumbalar ve santrifüj pompalar şimdi yerini frekans konvertörlü elektrik motorlarına bırakmıştır. Böylece motor, su basıncını kullanıma göre otomatik ayarlayarak bir taraftan enerji tasarrufu yaparak işletme maliyetlerini azaltırken diğer taraftan da boru iç cidarlarına olan su basıncını makul seviyelerde tutarak boru ömrünü artırmakta ve yük kayıplarını azaltmaktadır.

2.1.5 Şebeke Sistemi

Suyu, isale hattının bittiği yerden itibaren sarfiyatın yapıldığı noktalara kadar ileten borular sistemine su dağıtma sistemi veya şebeke denir. Yerleşme merkezi sokaklarının plandaki durumuna göre iki tip su dağıtma sistemi bulunmaktadır.

- Dal sistemi şebeke
- Ağ sistemi şebeke

Ağ sistemini herhangi bir bölgeye içme ve kullanma suyunu birden fazla yönden iletmesi bakımından dal sistemine göre üstünlüğü vardır. Dal sisteminde ölü noktaların bulunması bir mahzur teşkil etmektedir.

2.1.6 Su Şebeke Sisteminde Kat Ayırımı

İller Bankası İçme suyu Talimatnamesine göre; Şehir veya kasaba bir yamaçta kurulmuş büyük kot farkları mevcut ise bu takdirde şehir, iki veya daha fazla sayıda katlara ayrılmalı ve her bir kat, müstakil şebekelerle (su dağıtma sistemleriyle) beslenmelidir. Muhtelif kat depoları arasında müstakil ve tevzi yapmayan borularla irtibat sağlanmalıdır.

2.1.7 İşletme Basınçları

Küçük şehirler için şebekenin her noktasında en az 2 atü (20 mss), nüfusu 50.000 den büyük şehirler için ise en az 3 atü (30 mss) işletme basıncı gereklidir. Azami işletme basıncı ise 80 mss alınmaktadır. Kaynak: (Karpuzcu, 2005)

2.1.8 Yangın Debisi Hesabı ve Yangın Hidrantları

Şehri besleyen su boruları ana boru, esas boru ve tali borular olmak üzere üç kısımda mütalaa edilir. Ana boru, su deposu ile şehir arasındaki borudur. Esas borular daha küçük çaptaki tali boruları besleyen nispeten büyük çaplı borulardır. Diğer borular tali borulardır.

Su dağıtma ağının ana, esas ve tali borularında göz önünde bulundurulması gerekli yangın debileri ile yangının devam süresi, talimatnamede şu şekilde verilmektedir.

Nüfusu on bine kadar olan kasabalarda ana ve esas borular 5 lt/sn ve tali borular 2,5 lt/sn lik ilave bir yangın debisi taşınmalı ve kasabada bir tek yangın olduğu ve yangının iki saat devam ettiği kabul edilmelidir. Nüfusu 10.000 - 50.000 arasında olan şehirlerde ise ana boru 10 lt/sn, esas borular 5 lt/sn, tali borular 2,5 lt/sn lik ilave bir yangın debisi taşınmalı ve şehirde iki yangın olduğu her birinin iki saat devam ettiği kabul edilmelidir.

Nüfusu elli binden büyük olan şehirlerde ise, ana boru 20 lt/sn, esas boru 10 lt/sn ve tali borular 5 lt/sn lik yangın sarfiyatı taşınmalı ve şehirde iki yangın olduğu ve 5 saat devam ettiği kabul edilmelidir.

Yangın muslukları hortum boyu 50-75 m kabul edilerek, herhangi bir noktada zuhur edecek yangını söndürmek üzere 100-150 m ara ile mümkün merteye kolay park yapılabilir yerlere ve köşe başlarına konur. Kaynak: (İlbank & Şartnamesi, 2013)

2.1.9 Şebeke Debisi Hesabı

Şebekede dağıtılacak debi, isale hesap debisinin 1,5 katıdır. Yani şebeke hesap debisi,

$$Q_{\text{şebeke}} = \frac{1,5 \cdot N \cdot \text{Max } q_{\text{gün}}^2}{86400}$$

şeklinde hesaplanır. Burada;

$Q_{\text{şebeke}}$: İsale hattı hesap debisi, (m³ / sn)

N : Gelecekteki nüfus

Max q_g : Kişi başına maksimum (azami) günlük su sarfiyatı lt/ N.G dür.

² Formülde kullanılan 86400 rakamı günlük su tüketiminin saniye cinsine çevrilmesi sonucu çıkmıştır.

Şebekede boruların hesap debilerinin bulunmasında, yangın debileri de ilave edilmelidir.

Borulardaki hızlar en az 0,5 m/sn ye kadar çıkabilir.

Borularda minimum çap ise 100 mm alınmalıdır.

2.2 Atıksu ve Yağmursuyu Tesisleri

Atıksu ve yağmursularını toplamaya, uzaklaştırmaya ve arıtma tesislerine veya alıcı ortama iletmeye yarayan tesis ve yapılardan oluşan muhtelif çap ve kesitteki boru sistemleridir. İstanbul'da toplam atıksu ve yağmursuyu metrajı 18.749 km olup, bunun 15.087 km'si atıksu şebekesi, 3.662 km'si de yağmursuyu şebekesidir. Kaynak: (İski Faaliyet Raporu, 2015). Kanalizasyon sistemlerini fenni ve gayri fenni kanal olarak iki kısma ayırabiliriz. Fen ve sanat kaidelerine uygun yapılmayan kanallar gayri fenni olarak adlandırılır. Buna göre İstanbul ilinde mevcut atıksu hatları durumu Tablo 2’ de gösterilmiştir.

Tablo 2 Atıksu Hatları Durumu

2015 YILI İSTANBUL ATIKSU HATLARI DURUMU					
ATIKSU HATTI	ŞEBEKE HATLARI (ø 200-ø 700 mm. ARASI)		KOLLEKTÖR (700 mm. VE ÜZERİ)	TÜNEL	TOPLAM
	FENNİ KANAL	GAYRİ FENNİ KANAL			
UZUNLUK (mt)	14,391,248	695,782	999,463	160,061	16,246,554

Kaynak: (İskabis, 2015)

Bölgede oluşan bütün atık sular ve yağmur suları tek bir kanalda uzaklaştırılıyorsa bu sisteme “**Birleşik Sistem**”, yağmur suları bir kanal ağı ile atık sular bir başka kanal ağı ile uzaklaştırılıyorsa bu sisteme de “**Ayrık Sistem**” denir.

2.2.1 Kanal Boyutlandırma Esasları

2.2.1.1 Kullanılmış Su Debi Hesabı

$$Q_{ev} = \frac{\max. Q_{gün} \cdot N}{a \cdot 3600}^3$$

dir. Burada:

Q_{ev} : Evlerden gelen kullanılmış su debisi (1 /sn)

$\max. Q_{gün}$: Nüfus başına isabet eden maksimum kullanılmış su miktarı (lt/ NG)

N : Nüfus

a : Kullanılmış suyun kanala intikal süresini (saat) göstermektedir.

“a” nın değerleri nüfusa bağlı olarak aşağıda verilmiştir.

<u>Nüfus</u>	<u>a (saat)</u>
> 500.000	16
100.000 – 500.000	14
20.000 – 100.000	12
5.000 – 20.000	10
< 5.000	8

2.2.1.2 Yağmursuyu Debi Hesabı

$Q_y = C \cdot I \cdot A$ dir. Burada:

Q_y : Yağmur suyu debisi (1 m/sn)

A : Kanalın suyunu topladığı alan (ha)

I : Yağmur suyu verimi (1/sn. ha) = 166,7 . i (i = şiddet (mm/dk))

C : Yüzey akış katsayısı

³ Formülde kullanılan 3600 rakamı, kanala intikal süresinin saniye cinsine çevrilmesi sonucu çıkmıştır.

2.2.1.3 Minimum ve Maksimum Hız

Atıksu içinde yüzen askıda katı maddelerin çökmesine meydan vermeyen hızı “minimum hız” denir. 0.5 – 0.6 m/sn kabul edilebilir.

Kanallarda aşınmaya yol açmayan en büyük hız ise “maksimum hız” denir. Kullanılmış su kanallarında 3 m/sn, yağmur suyu kanalları ile birleşik sistem kanalları için 5 m/ sn kabul edilebilir. Kaynak: (Topacık & Eroğlu, 1993)

2.2.1.4 Minimum ve Maksimum Eğim

Kanalda minimum akış hızı meydana getiren eğime “minimum eğim”, maksimum akış hızı sağlayan kanal eğimine “maksimum eğim” denir.

Minimum Eğim $J_{\min}=0,003$,

Maksimum eğim $J_{\max}= 0,080'$ dir.

2.2.1.5 Doluluk Oranları

Ayrık sistem kullanılmış su kanalları kısmen dolu akışa $((h/D) = \% 60$ veya $Q/Q_d = \% 67)$ göre boyutlandırılır.

2.2.1.6 Kanalların Minimum Boyutları

Bina bağlantıları 15 cm den, ayrık sistem kullanılmış atıksu kanalları 20 cm den, yağmur suyu kanalları ile birleşik sistem kanalları 30 cm den küçük olmamalıdır.

2.2.1.7 Minimum ve Maksimum Kanal Derinlikleri

Trafik yükü, donma derinliği içmesuyu boru derinliği ve bodrum derinlikleri göz önünde tutularak minimum derinlikler belirlenir. Bu derinlik 1,8 – 3,0 m arasında olabilir.

Maksimum derinlikler ekonomik mülahazalar göz önünde tutularak tesbit edilir. 4,5 – 6,0 m arasında olabilir.

2.2.1.8 Muayene Bacası Aralıkları

DN < 55 cm için 50 m den, DN < 80 cm için 70 m den küçük olabilir. Bu mesafe kanal çapına ve baca fonksiyonuna göre değişir.

2.2.1.9 Yağmursuyu Giriş Yerleri

Cadde eğimine bağlı olarak belirlenir. Giriş yeri aralığı Tablo 3' de gösterilmiştir.

Tablo 3 Yağmur Suyu Giriş Yerleri Aralığı

Cadde eğimi, %	0 – 1	3 - 5	5 – 10	10 – 30
Giriş Yerleri Aralığı, (m)	40	40 – 60	60 – 80	80 – 100

Kaynak: (Topacık & Eroğlu, 1993)

2.2.2 Atıksu ve Yağmursuyu Sistemleri

2.2.2.1 Atıksu Kaynakları

Kullanım veya faaliyetleri neticesinde atıksu üreten konut, endüstri kuruluşu, zirai alanlar, iş merkezleri, ticari binalar, okul, hastane, otel, spor kompleksleri, oto yıkama istasyonu, fabrika, atölye, benzinlik, imalathane ve benzeri yapıları ifade eder.

2.2.2.2 Parsel Bağlantı Kanalı (Rabit)

Atıksu kaynaklarının ürettiği atıksuları, parselin cephe aldığı yoldan geçirilen en uygun kottaki kanalizasyon şebekesine ileten, komşu parsel hizalarını ihlal etmeyecek bir konumda ve parsel bacası ile irtibatlı, minimum Ø 20 cm. çapında muflu beton boru veya idarelerin uygun göreceği borularla minimum 1/50 meyille fen ve sanat kaidelerine uygun döşenerek, akış yönünde ve yatayda 45°- 60° açı yaparak sokaktaki kanala bağlanan parsel sahiplerinin mülkünde ve sorumluluğunda olan kanallardır. İstanbul da yaklaşık 1.050.000 adet parsel bağlantısı vardır. 15) Kaynak: (İskabis, 2015)

2.2.2.3 Parsel Bacası (Rögar)

Atık su deşarjlarını kontrol ve arızalara müdahale etmek maksadıyla binaların kanalizasyon şebekesi bulunan cephelerindeki tretuarda ve parsel içindeki atık su bağlantı kanalı ile irtibatlı olarak fen ve sanat kaidelerine uygun inşa edilmeleri mecburi olan bacalardır, derinlikleri ait oldukları binanın ve bağlandıkları kanalizasyon derinliği ile orantılı olarak değişkendir, parsel bacaları içine insan girebilecek bir şekilde asgari 70 cm x 70 cm veya Ø 70 cm prekast iç ebadında inşaa

edilir. Kapaklar her an açılabilir durumda ve zaruri haller hariç bina dışında olmalıdır.

2.2.2.4 Kontrol Bacası (Fenni Baca)

Kanalizasyon Şebekesinin bakımı ve işletilmesi amacıyla içine insan girebilecek kesitte fen ve sanat kaidelerine uygun inşa edilmiş olan bacalardır.



3 ALTYAPI SİSTEMLERİNDE İŞLETME ROBLEMLERİ

3.1 İçme Suyu Şebekesi İşletme Problemleri

İçme suyu şebekelerinin işletilmesinde karşılaşılan problemleri şu şekilde sıralayabiliriz.

- Şebeke borularının hasar görmesi,
- Şebeke üzerindeki bina bağlantı noktasında tesis edilmiş bulunan ana muslukların arızalanması,
- Şebekeden binaya kadar döşenmiş olan ve şube yolu diye adlandırılan bağlantılarda meydana gelen arızalar,
- Şebeke üzerinde bulunan yangın hidrandı, hat vanası, tahliye vanası ve vantuz gibi yapılarda meydana gelen arızalar olarak açıklanabilir.

3.1.1 Şebeke Borusu Arıza Sebepleri

Şebeke borularında aşağıdaki sebeplerden dolayı arızalar meydana gelir.

- a. Borunun döşenmiş olduğu toprak yapısından ve ya dolgu kalitesinden meydana gelen arızalar,
- b. Boru malzemesinin kalitesinden ve ekonomik ömrünü tamamlaması dolayısıyla işletme basıncına dayanamayarak oluşan arızalar,
- c. Diğer alt yapı kuruluşlarının çalışması esnasında oluşan hasarlar,

3.1.2 Şube Yolu Arızalarının Sebepleri

İçme suyu taşıyıcı borusu ile bina arasında döşenen plastik (PE), galvaniz, kurşun gibi malzemelerden teşkil edilmiş çapları Ø 25 mm ilâ Ø 100 mm arasında değişen borulardır. İstanbul genelinde kullanılan çap ve malzeme cinsi Ø 32 mm ve Ø 40 mm lik polietilen mamulden üretilmiş borulardır. İstanbul’ da 2016 başı itibarıyla 1.050.000 adet bina olduğuna göre işletmede bulunan şube yolu sayısı da bu miktardadır (İski Veri Ambarı, 2016). Şube yolları genelde 2 ~ 10 metre arasında değişen uzunluklara sahiptir. Bu hatlarda meydana gelen arıza sebepleri de şu şekilde sıralanabilir;

- a) Boru malzemesi ya da dolgu malzemesinin kalitesinin düşük olmasından kaynaklanan arızalar,
- b) Şube yolu derinliğinin uygun olmamasından (trafik yükü ve diğer dış etkenlerden etkilenme sonucu) kaynaklanan arızalar,
- c) Şube yolu ile ana borunun irtibatlanmasını sağlayan özel ana musluğun korozyondan etkilenmesi sonucu oluşan arızalar,
- d) Şube yolu borusu ve ek parçaların tıkanması ve korozyon sebebi ile arızalanması,
- e) Dış etkenlerden kaynaklanan (Güneş etkisi ile açıkta kalan kısımlarda oluşan deformasyon ile soğuk havalarda plastik şube yollarında malzeme dayanımının azalması sonucu oluşan) arızalar,
- f) Diğer alt yapı kuruluşlarının çalışması esnasında oluşan hasarlar,

Olarak sayılabilir.

İstanbul ilinde İçme suyu Şebekesi arıza sayıları Tablo 4' de, isale hatlarında meydana gelen arıza sayıları da Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 4 İstanbul İli 2015 yılı İçmesuyu Şebekesi Arıza Sayıları (adet)

2015 YILI ŞEBEKE HATLARI ARIZA DURUMU (Adet)		
Boru Arızası	Şube Yolu Arızası	TOPLAM
5985	130.475	136.460

Kaynak: (İski Veri Ambarı, 2016)

Tablo 5 İstanbul İli 2015 yılı İçme suyu İsale Hatları Arıza Sayıları (adet)

2015 YILI İSALE HATLARI ARIZA DURUMU (Adet)					
BORU CİNSİ	D.F	ÇELİK	HDPE	DİĞER	TOPLAM
ARIZA ADET	62	395	5	32	494

(İski Veri Ambarı, 2016)

3.2 Atıksu Kanalları İşletme Problemleri

Altyapı Hizmetleri varlığını hissettirmeyen çevresel yatırımlardır. Pahalı olduğu kadar faydası kısa zamanda anlaşılmayan, sosyal manada fazla bir getirisi olmayan yatırımlar olması itibarıyla Yerel Yönetimlerin planları arasında ön sıralarda gelmez. Bütün bu sebeplerden dolayı kanalizasyon şebekeleri bazı yönetici ve halkın gözünde bazen toprağa gömülen para olarak değerlendirilebilmektedir.

Yatırımlar sırasında önemli görülmeyen bu sistemler işletme sırasında da az ilgi görmekte ve kullanım hatalarıyla adeta işletme dışı bırakılmaya zorlanmaktadır. Birleşik sistem olmayan atıksu kanallarına Belediyeler tarafından yağmur suyu mazgallarının bağlanması, bilinçsiz halk tarafından çatı ve saçak sularının bağlanması, evsel yağların arıtmaya tabi tutulmadan kanalizasyon sistemine verilmesi, muayene bacalarının doldurularak kullanılmaz hale getirilmesi bunlardan sadece birkaç tanesidir. Kanalizasyonda inşaat hatalarının yanında önceden kestirilemeyen bazı sebepler dolayısıyla da önemli işletme problemleri ortaya çıkabilmektedir. Mesela atıksu debisinin dolayısıyla akım hızının beklenenden düşük çıkması kanalda birikmelere yol açmaktadır. Birikmeler akımı önlemekte ve kanal içinde biriken organik maddelerin anaerobik ortamda stabilizasyonu sonucu metan (CH_4), hidrojen sülfür (H_2S) ve benzer özellikte çok sayıda yanıcı, patlayıcı ve korrozif özelliğe sahip gazlar ortaya çıkmaktadır. Bu gazlardan bazıları, mesela metan, bazen eşik değerlerin üzerine çıktığında kendiliğinden patlayabilmekte, bu da kanalizasyon patlaması diye bilinen kazalara yol açmaktadır. Diğer taraftan H_2S gibi belirli bir değere kadar kötü kokuya sebep olan, ancak eşik değerleri aştığında kokusu hissedilmeyen gazlar, özellikle temizlik çalışmaları sırasında, ani zehirlenme ve ölümlere yol açmaktadır. İşletme sırasında belirli noktalara konulacak sensörler vasıtasıyla tehlike sınırına ulaşıldığında bacalardan otomatik olarak hava emilmesi suretiyle bu gazların kanal içinde tehlike sınırlarının altına düşürülmeleri sağlanabilir. Diğer taraftan kanalda birikmeleri önlemek için su hızları otomatik olarak kontrol edilip 0,5 m/s değerinin altına düşürüldüğünde yıkama bacasından otomatik olarak kanal yıkama suyu bırakılabilir. Bunlara benzer çok sayıda işletme problemi ve bu problemler için çözüm üretmek mümkündür.

Kanalizasyon sistemlerinde meydana gelebilecek arızalar aşağıda sıralanmıştır.

3.2.1 Rabit Tıkanıklığı

Atıksu hatlarına girmesi istenmeyen bazı katı maddelerin evsel atıksulara atılması, rabitlerin tıkanmasına sebep olmaktadır. Hatalı bağlantılarda zamanla ortaya çıkmakta olan ve tıkanarak tamiri güç problemler oluşturmaktadır. Tıkanıklıklar kanal açma araçları ile açılabilmektedir. Ancak çökme, hatalı bağlantılar gibi durumlarda tamirat, kazı işlemi ile yapılmaktadır.

3.2.2 Anakanal Tıkanıklığı

Rabitlerden ve baca kapaklarındaki boşluklardan kum, çakıl, toprak, sopa, çubuk, rabit pislikleri, tekstil ve sanayi atıklarının dökülmesi kanalların tıkanmasına sebep olmaktadır. Ayrıca birleşik sistem olarak çalışan kanallarda, yağmur sularıyla kanal içindeki pisliklerin bir noktaya toplanarak birikmesi de kanalı tıkanmaktadır. Bunun yanında beton borular arasındaki contaların çıkması ve bina parsel bağlantılarının ana kanala fazladan sokulması ile arkalarında biriken tortu da kanalın tıkanmasına sebebiyet verebilir. Ayrıca, evsel ve endüstriyel yağların doğrudan kanallara verilmesi de ciddi oranda tıkanıklıklara sebebiyet verdiği gibi atıksu arıtma tesislerinde de işletme problemlerine yol açmaktadır. 382 adet denek üzerinde yapılan bir bilimsel çalışmada atık yağların nasıl değerlendirildiği sorulmuş, deneklerin sadece % 16.8'i atık merkezine götürdüğünü belirtmiştir. Deneklerin neredeyse üçte biri atık yağları lavaboya dökmektedir. Bu da ciddi su kirliliğine ve atıksu kanallarının tıkanmasına neden olmaktadır. Ayrıca atık yağların düzgün toplanmaması önemli ölçüde enerji kaybı anlamına gelmektedir. Kaynak: (Esen & Esen, 2016)

3.2.3 Kanal Çökmesi

Akışın maksimum hız sınırlarından yüksek olmasından kaynaklanan boru diplerindeki aşınmalar, boruların eskiyip miadını doldurması, H₂S ve asitli gazların korozyonu, eski büz olan yerlerde kanal tıkanıklığını açmak için kanal açma aracıyla basınçlı su verilmesi, boru derinliğinin yetersiz olması ve üzerindeki trafik yükünün fazla olması gibi hususlar kanallarda çökmeye yol açabilmektedir.

3.2.4 Baca kapaklarının Yol Kaplaması Altında veya Üstünde Kalması

Yerel Belediyelerin bilinçsizce yaptığı yol kaplama ve tretuvar çalışmaları sırasında muayene bacalarına ait kapaklar ya sökülerek içi doldurulmakta ya da kaplama altında/üstünde bırakılmaktadır. Tıkalı kanallara müdahale etmek maksadıyla konulmuş olan bu bacalara ulaşılamayınca arızalara geç müdahale edilmekte ve çoğu

zaman hasarla sonuçlanan mağduriyetlere sebebiyet verilmektedir. Baca kapağının yol kaplama seviyesinin üstünde bırakılması ise genellikle trafik kazalarına yol açmaktadır.

3.2.5 İmalat Hataları

Minimum ve maksimum eğim şartlarına riayet edilmemesi, ters eğim, büzlerin contasız döşenmesi, kırık büzlerin döşenmesi, rabitlerin teknik şartnamelerine uygun yapılmaması, hatalı çap seçilmesi, uygun derinlikte döşenmemesi ve uygun dolgu malzemesi kullanılmaması gibi imalat hataları da önemli işletme problemlerine yol açmaktadır.

Yukarıdaki sayılan hatalardan bir veya birkaç tanesi kanalizasyon hattında mevcut ise onarım, noktasal olarak ya da uzun mesafeli kazılarla yapılmalıdır.

İstanbul ilinde atıksu kanalı arıza sayıları Tablo 6' da verilmiştir.

Tablo 6 İstanbul İli 2015 yılı Atıksu kanalı Arıza Sayıları

ATIKSU ŞEBEKE HATLARI ARIZA DURUMU (Adet)					
Rabit Tıkanıklığı Sayısı	Ana kanal Tıkanıklığı	Nokta Kazı	Baca Temizliği	Baca Yükseltme	Toplam Arıza Sayısı
140.756	38.169	2501	6.064	11.855	199.345

Kaynak: (İski Veri Ambarı, 2016)

3.2.6 Kanalizasyon Şebekesinin İşletilmesinde Kullanılan Araçlar

3.2.6.1 Basınçlı Su İle Kanal Temizleme ve Açma Aracı (Kuka)

Kanal Temizleme Aracı, üzerinde su tankına sahip olan ve yüksek basınçlı su püskürtebilen hortumu ile tıkanmış kanalları açabilen bir araçtır.

3.2.6.2 Atıksuların Çekilmesi ve Nakledilmesinde Kullanılan Araç (Vidanjör)

Vidanjör, atıksu çukurlarında (fosseptik), kanal bacalarında biriken ve bina bodrumlarına dolan atıksuları vakum ile tankına çekip, istenilen yere taşıyarak boşaltan bir araçtır.

4 ATIKSU HATLARINDA PERİYODİK TEMİZLİK VE GÖRÜNTÜLEME SİSTEMLERİ

4.1 Kanalizasyon Hatlarının Temizlenmesi

Atıksu hatlarında çeşitli sebeplerden dolayı tortu birikmesi sebebi ile kesit daralmaları meydana gelir. Proje kesitinin altına düşen kanal çapı gelen atıksuyu ve yağmursuyunu taşıyamayıp taşabilir. Bu nedenle periyodik aralıklarla temizlenmesi gerekir. Ayrıca, görüntü alınmaya ihtiyaç duyulan tüm kanalda mutlaka temizlik çalışmaları yapılmalıdır. Aksi halde alınan görüntüler net olamayacağından dolayı arıza hakkında doğru bir yorum yapılması mümkün olmayacaktır.

Atıksu hatlarında periyodik temizlik yapılmasında kullanılan araçlar ve teknik özellikleri aşağıdaki gibidir.

4.1.1 Özel Temizlik Aracı (Kombine Araç)

Kanal içindeki ya da dışarıdan verilen suyu kullanarak kanaldaki tortuyu toplayıp baca içinde biriktiren ve çekim yapma özelliğine sahip ekipmanı ile oradan alarak tankı içine sıkıştırarak depolayan araçtır. Bu araçların bir kısmı (Re-cycle kombine araç) çekim yaptığı suyu kendi içinde pompa sistemlerine zarar vermeyecek kadar arıtarak tekrar kanal yıkama suyu olarak kullanabilme kabiliyetine sahiptir.

4.1.1.1 Teknik özellikleri

Aşağıda verilen özellikler iki akslı kombine araca ait olup 300 mm ile 700 mm çaplı atık su hatlarında temizlik yapabilecek ideal kapasitedeki aracı tanımlamaktadır.

- Vakum pompası en az 2000 m³/h emiş gücünde
- Emiş hortumu kademesiz en az 12 metre uzunluğunda ve en az 4 inç çapında
- Temizleme basınç pompasının debisi en az 250 lt/dk
- Basınç asgari 170 bar
- Basınç hortumunun çapı DN 25, uzunluğu en az 80 metre
- Söz konusu aracın motor gücü en az 200 beygir gücünde (hp) ve tank toplam hacmi minimum 6 m³ tür.

Kaynak: (Teknik Şartname 1, 2015)

4.2 Kanalizasyon Hatlarının Görüntülenmesi ve Freze Çalışmaları

İşletme problemi olan kanal hatlarının temizlenmesine müteakip görüntüleri alınır. Bu görüntüler analiz edilerek nasıl bir onarım metodunun kullanılacağına dair yorum yapılır ve kesin sonuçlar elde edilir. Görüntüleme işlemi esas olarak kapalı devre televizyon sistemleri ile sağlanır.

Kapalı devre televizyon sistemi (CCTV) güçlü bir bilgi toplama ve teşhis ekipmanıdır. Boru hattı problemlerinin teşhis edilmesinde etkin bir role sahiptir. Yapı şartları, akım karakteristikleri ve eksiklikler CCTV ile tesbit edilebilir. Bu sistemde, ilk yatırım iyileştirmeleri, hat bakımı ve rehabilitasyon ihtiyaçlarının analiz edilmesi için gerekli olan detaylı spesifik verileri sağlar. Kaynak: (Aol İnş., 2016)

Görüntüleme işini gerçekleştiren kameralı robotlar aşağıdaki hususlarda kullanım alanına sahiptir.

- Periyodik temizlik işleminin denetiminde
- Kayıp baca kapaklarının yerlerinin belirlenmesinde
- Parsel bağlantılarının uygunluğu konusunda veri sağlamada
- Kanalın kesitini daraltan ağaç kökü, conta veya rabit çıkıntısının yerinin belirlenmesinde ve köklerin verdiği zararın tespitinde
- Kanal eğiminin ve aksel sapmaların belirlenmesinde
- Çürüme ve korozyon hızının belirlenmesinde
- Boru hattının değerlendirme ve analizi için veri sağlamada
- Boru hattında rehabilitasyon ve robotların kullanılmasında rehberlik etmede
- Yollarının yeniden yapılma aşamasında kanalizasyon sistemine verilen zararın tespitinde
- Yeni kanal imatları sonrası son kontrolde
- Sızma varsa çatlak ve kırık kısımların belirlenmesinde
- Kapasite, debi ve hidrolik çalışmaların gerçekleştirilmesinde

4.2.1 Görüntüleme Robotları

Atıksu ve yağmursuyu hatlarında yapılan temizlik sonrası görüntü alarak CD ortamında kayıt edilmesini sağlayan ve bilgisayar donanımlı bir minibüs içinden joystick kol ve düğmelerle kumanda edilen tekerlekli ve led lambalı cihazlara görüntüleme robotu denir.



Şekil 1 Kameralı robot (CCTV)

Kaynak: (İski, Fotoğraf Albümü,)

4.2.1.1 Teknik özellikleri

- Her yönde görüntü alabilecek özellikte
- İki baca arasındaki kanalın hidrolik eğimini (profilini) çizen program donanımlı
- Kanalizasyonun içerisindeki deformasyon, çatlama ve diğer kusurları tespit edebilecek hassasiyette minimum 8 MP'e görüntü kalitesine sahip lensi olan
- Data değerlendirme ve inceleme raporları ve grafiklerini DVD' ye kaydedebilecek
- Q 200-700 mm' ye kadar çap aralığında görev yapacak boyutta robot ve taşıyıcılı
- Noktasal dönüş yapma özellikli,
- Paslanmaz metal gövdeli olacak
- En az 60 m uzunluğunda fiber kabloya sahip
- Q 200-700 mm kanallarda çalışma yapacak kapasitede ledli aydınlatma sistemine sahip olmalıdır. Kaynak: (Teknik Şartname 2, 2015)

4.2.2 Freze Robotları

Boru hattı rehabilitasyon robotları kullanılarak kanalın iç kısmı tamir edilir. Robotik ekipmanlar monitör ve kayıt cihazlarının bulunduğu araçtan joistik kol ile kumanda ve kontrol edilirler. Freze robotları, baca kapaklarından içeri sokulduktan sonra çalışacağı yere kadar tekerlekleri üzerinde hareket ederek gider ve arızalı kısmın onarımını sağlar. Bu yapılan çalışma araç içindeki bilgisayara kayıt edilir.

Atıksu ve yağmursuyu hatlarında alınan görüntü sırasında tespit edilen ağaç kökü, sarkmış conta, rabit girintisi, beton ve taş parçaları gibi işletme sıkıntılarına sebebiyet verecek nesnelerin tıraşlanmasına yarayan tekerlekli, kameralı, ucunda elmas parçalayıcı testere olan ve görüntü kamerasının ekipmanlarına sahip cihazlara freze robotu denir.

4.2.2.1 Teknik özellikleri

- Beton ve taş kesme kapasitesine sahip elmas parçalayıcı
- Her yönde görüntü alabilecek özellikte
- İki baca arasındaki kanalın hidrolik eğimini (profilini) çizen program donanımlı
- Kanalizasyonun içerisindeki deformasyon, çatlama ve diğer kusurları tespit edebilecek hassasiyette minimum 8 MP'e görüntü kalitesine sahip lensi olan
- Data değerlendirme ve inceleme raporları ve grafiklerini DVD' ye kaydedebilecek
- Q 200-700 mm' ye kadar çap aralığında görev yapacak boyutta robot ve taşıyıcı
- Noktasal dönüş yapma özellikli,
- Paslanmaz metal gövdeli olacak
- En az 60 m uzunluğunda fiber kabloya sahip
- Q 200-700 mm kanallarda çalışma yapacak kapasitede ledli aydınlatma sistemine sahip olmalıdır. Kaynak: (Teknik Şartname 2, 2015)

4.3 Görüntüleme ve Freze Robotlarının Kullanım Alanları ve Faydaları,

Özellikle yağmursuyu ve atıksu hatlarından alınan kamera görüntüleri profesyonelce incelenmeli ve analiz raporu hazırlanarak kayıt altına alınmalıdır. Çünkü; aşağıda belirtilen her bir sorun müdahale edilmediği takdirde ciddi sonuçlar doğuracak olan

hasarlara sebebiyet verebilir. Bu yüzden tıptaki koruyucu hekimlik benzeri olarak sorun zamanında teşhis edilmeli ve sıkıntı oluşturmada müdahale edilmelidir. Yani hatlarda yapılacak olan rehabilitasyon ve onarım çalışmaları görüntü kayıtları baz alınarak planlanmalıdır.



Şekil 2 Freze Robotu Resimleri

Kaynak: (İski, Tem.Gör.Raporları, 2015)

4.3.1 Atıksu veya İçmesuyu Hattındaki İmalat ve Malzeme Kusurları

Alınan görüntü kayıtlarının incelenmesi sonucu borudaki kesit daralmaları veya genişlemeleri, çatlaklar ve kırıklar, eksenel sapmalar, eğim hataları, ayrılmalar, ezilmeler ve yapısal kusurlar kolaylıkla tespit edilebilir.



Şekil 3 Dolgu Sırasında Meydana Gelen Çatlak

Kaynak: (İski, Tem.Gör.Raporları, 2015)

4.3.2 Boru Kesitini Daraltan ve Akışı Engelleyen Nesneler,

Boru içerisine girerek orada kök salan ve kalınlaşan ağaç kökleri, iki boru birleşimindeki kopan veya sarkan contalar, kanal içine olması gerekenden fazla sokulmuş gayri nizami bina bağlantıları kanalın kesitinin daralmasına ve malzeme geçişine engel olmaktadır. Bunlarda görüntülerden tespit edilerek herhangi bir tikanıklığa mahal verilmeden bertaraf edilmektedir.



Şekil 4 Çalışma sırasında kanalda kalan künk parçası

Kaynak: (İski, Tem.Gör.Raporları, 2015)

4.3.3 Kanal İçine Sızan Mineraller,

Yer altı suyu topraktan süzülürken mineralleri de çözer. Bu mineraller borular ve menhollerin üzerinde birikir. Mineral birikintileri boru çatlaklarının ve zayıf bağlantılarının belirtileridir. Mineraller bünyesinde buldukları toprağa bağlı olarak beyaz, sarı, kırmızı ya da gri renkli olabilirler. Mineral depozitler pürüzlüdür. Bu da boru kapasitesinin düşmesine sebep olur.



Şekil 5 Kanal içine sızan yeraltı suyu

Kaynak: (İski, Tem.Gör.Raporları, 2015)

4.3.4 Yüksek Hız ve Türbülansın Tespiti

İdeal atıksu hızı 0.5- 3 m/sn arasında olmalıdır. Atıksu akımı düzgün ve laminer olmalıdır. Aksi halde düşük hızlar boru içinde çökelmeye sebebiyet verirken büyük hızlar da suyun katı maddeleri taşımaya ve boru cidarlarının aşınmasına neden olur. Bu da, hem kanal hatları için hem de arıtma tesislerinin verimli işletilmesi bakımından istenmeyen bir durumdur.



Şekil 6 Eğimi Fazla olan Kanal Görüntüsü

Kaynak: (İski, Tem.Gör.Raporları, 2015)

4.3.5 Hatlarda Meydana Gelen Ezilme ve Çökmeler,

Atıksu hatları topoğrafik şartlara bağlı olarak menholler arasında 1/7-1/200 arasında sabit eğimle döşenirler. Boru hattındaki çöküntüler boru hattının bir kısmının zemine batmasıyla veya üzerindeki yükten dolayı ezilmesiyle meydana gelir. Operatör bu konuda işlem yaparken çok dikkatli olmalıdır. Çünkü kırılmış borudan dolayı kameranın lensi tamamen suyun içine batmış olabilir. Dolayısıyla görüntü almak güçleşir. Normalde kanalizasyon hattının çöküntü kısımları taş, gres yağı ve çamurla doludur.



Şekil 7 Yumurta Şeklinde Ezilmiş (solda), kırılmış Beton Boru (sağda)

Kaynak: (İski, Tem.Gör.Raporları, 2015)

4.3.6 Hatların İçinde Biriken Tortu ve Çamurun Tesbiti,



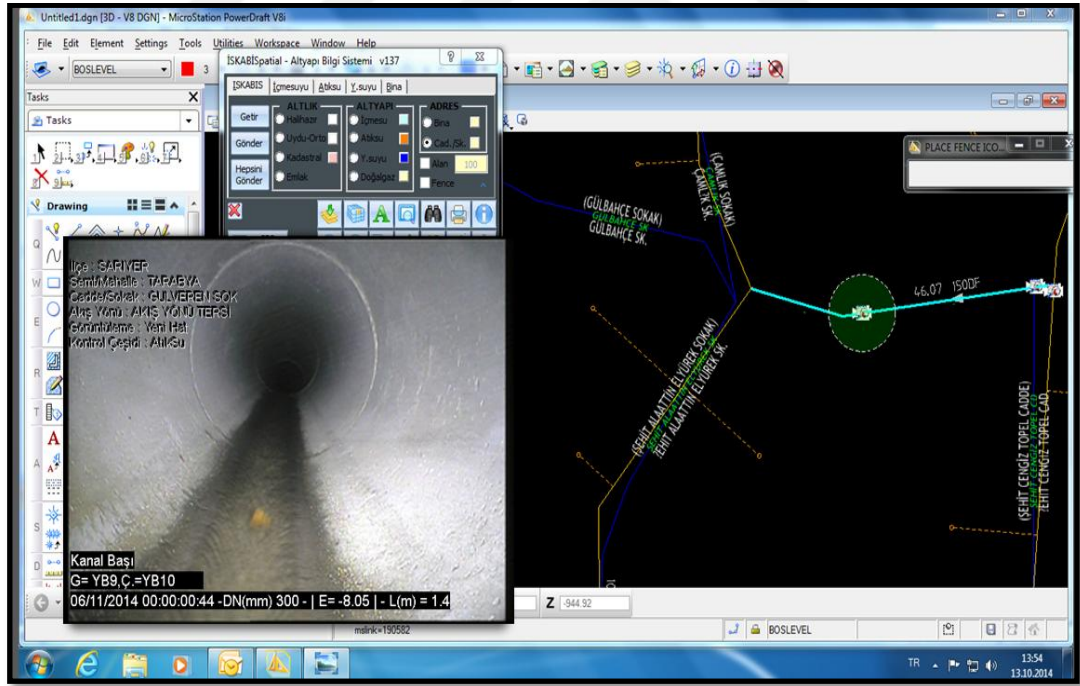
Şekil 8 Atıksu Kanalında Biriken Çamur ve Tortu

Kaynak: (İski, Tem.Gör.Raporları, 2015)

Kanalizasyon hatları minimum eğime yakın döşenmiş ise akış hızının düşük olmasından dolayı boru içinde çökelmeler oluşur. Eğer kanalizasyon hattı az eğimli, pürüzlü yüzeyli, büyük çaplı ve kendi kendini temizleyemeyecek ölçüde yavaş hızlı ise bu gibi faktörler sistemde ağır, siyah çamur depozitlerinin birikmesine yol açar. Kanalizasyon hattı kendi kendini temizleyebilecek yeterli hıza sahip olmalıdır. Eğer sistemde yeterli hız yoksa sistem periyodik olarak sık sık temizlenmelidir. İş sonu projelerinden anlaşılamayan durumlarda bu gibi olumsuzluklar robot kameralarla tespit edilir ve herhangi bir taşkına sebebiyet verilmeden hattın temizliği yapılır.

4.3.7 Sistem Kayıtlarında Olmayan Kanal Hatlarının Envanterinin Çıkarılması,

Kanalizasyon hatları toprak altındaki görünmeyen yapılardır. Bu nedenle harita envanteri sağlam olmayan kurumlarda baca kapakları açıkta olmayan kanal hatlarının güzergahlarının belirlenmesi önem arz eder. Bu durumda robot kameralardan faydalanılabilir ve harita altyapısı oluşturulabilir. Ayrıca, kaçak ve gayri nizami bağlantıların yerlerinin tespit edilmesinde de kullanılabilir.



Şekil 9 Altyapı Envanterinin CBS' ne Aktarılması (İskabis, 2015)

4.3.8 Yeni Yapılan Altyapı İnşaatlarının Son Kontrolü,

Altyapı inşaatlarında kullanılan borular bazen taşınırken zarar görebilir ve bu durum gözle görülemeyebilir. Bunun yanında, imalatlar sırasında dolgu işlemi

gerçekleştirilirken borular arasında açıklıklar ve sapmalar meydana gelebilir. İmalat kusurlarından kaynaklanan eğim hataları ve boru içinde unutulmuş veya öngörülemeyecek şekilde kaçan malzemeler olabilir. İşte tüm bu hususların son kontrolünü yaparak hattın gönül rahatlığı içinde işletmeye alınmasını sağlamak için görüntü alınmaya ihtiyaç duyulur.



Şekil 10 İmalat Sonrası Yeni Kanal Görüntüsü

Kaynak: (İski, Tem.Gör.Raporları, 2015)

4.3.9 Yer altında Atıl Kalan Eski Sanat Yapılarının Yeniden İşletmeye Alınması,

Geçmişte yapılmış fakat zamanla miadını doldurduğu düşüncesiyle ya da gerekli ehemmiyetin gösterilmemesi nedeniyle atıl kalmış atıksu, içmesuyu hatları, tüneller, menholler, tonozlar, depolar, galeriler ve sarnıçların halen kullanılabilir durumda olup olmadığının tespiti için robot kameralardan faydalanılır. Bu gibi yapıtlara insan girebilse dahi güvenlik riskinden dolayı cansız aletlerle bakılması daha mantıklıca bir davranış olur. Bu tespitlerin yapılmasına müteakip kullanılabilir durumda olanlar hemen, eskimiş durumda olanlar ise rehabilite edildikten sonra işletmeye alınabilir. Hiç kullanılmayacak olanları ise eski eser niteliğinde görsel önem kazanır.



Şekil 11 Eski İçmesuyu Galerisi (solda), Rumeli Hisarı Altından Geçen Eski Yağmursuyu Tüneli (ortada), Kaplama Yapılmış Tuğla Tünel (sağda)

Kaynak: (İski, Fotoğraf Albümü,)

4.3.10 Kaplama Altında Kalan Muayene Bacaları ve Mazgalların Tespiti,

Yol ve kaldırımlarda yer alan Muayene bacaları ve yağmursuyu mazgalları gibi yapılar, dikkat edilmezse zamanla kaplama altında kalırlar. Bunlar tıkalı olan kanala müdahale için altyapının olmazsa olmazlarıdır. Bu durumda açık olan bir menholden gönderilen robot kamera ile kapalı olan bacanın hizası ve mesafesi tespit edilir. Yol kaplaması kazılarak gömülü durumdaki baca kapağı veya mazgal yükseltilerek asfalt seviyesine getirilir.



Şekil 12 Asfalt Altında Kalmış Baca Kapağı Görüntüsü

Kaynak: (İski, Tem.Gör.Raporları, 2015)

4.3.11 Boru İçine veya Dışına Sızan Suyun Tespiti,

Şehir içindeki atık su kanallarından zemine olan sızıntılar bodrum katlara sirayet ederek mağduriyetlere sebep olur. Bunun yanında yer altı suyunun yüksek olduğu yerlerde veya deniz suyu seviyesinin altında döşenen şebeke hatlarında dışarıdan içeriye sızan sular hem şebeke sisteminin hem de Arıtma Tesislerinin kapasitesini tehdit eder. Bu durumda kapasite artırımına gitmek yerine sızıntı suyun kaynağını tespit edip önlem almak ya da borunun sızdırmazlığını sağlamak daha ekonomiktir.



Şekil 13 Boru İçine Sızan Şebeke Suyu Kaçağı

Kaynak: (İski, Tem.Gör.Raporları, 2015)

4.3.12 Boru İçerisine Giren Ağaç Kökleri ve Rabıt Çıktılarının Tespiti,

Genel olarak atıksu hatları nemli ortam oluşturduğundan dolayı civardaki ağaç kökleri borular arasındaki boşluklardan boru içerisine nüfuz ederler ve biyolojik zenginliğin bol olduğu bu ortamda hızla uzar ve kalınlaşırlar. Bir müddet sonrada hattın tıkanmasına sebebiyet verecek malzemeleri yakalayarak belli noktalarda biriktirmeye başlarlar. Buna benzer olarak kanal içerisine fazladan sokulmuş parsel bağlantıları ve koparak boru içine sarkmış conta parçaları da kanal tıkanıklığı için tehdit oluştururlar. Ayrıca, kanal içine düşen parke taşları, kırık künk parçası, ölmüş bir kemirgen, pazarcıların attığı balık kasası veya mikserle dökülmüş beton artıkları da aynı şekilde kanal tıkanıklığının habercileridir. Bu tehdit unsurlarının her biri robot kameralarla tespit edilerek herhangi bir müessif hadiseye sebebiyet vermeden bertaraf edilebilir.



Şekil 14 Boru İçine Girmiş Ağaç Kökleri(sağda ve solda), Boru İçine Fazladan Sokulmuş Rabıt Bağlantısı (ortada)

Kaynak: (İski, Tem.Gör.Raporları, 2015)

4.4 Altyapı Tesislerinin Tespitinde Kullanılan Diğer Teknolojiler

Dünyada, yeraltı tesislerinin izlenmesinde kullanılan diğer uygulamalar ve metotlar aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 7 Yer Altı Tesisleri Tespit ve Görüntülemeye Kullanılan Diğer Teknolojiler.

Metot	Kullanımı	Avantajları	Dezavantajları
MOBİL KAPALI DEVRE TELEVİZYON (MOBİL CCTV)	Robot destekli boru cidar yüzeylerinin incelenmesi	*En çok kullanılan teknik *Diğer teknikler ile karşılaştırıldığında çok pahalı değil	*Dataların yorumlanmasında büyük çaba gerekir *Su altında veya engeller arkasındaki hasarlar tespit edilemeyebilir.
SABİT KAPALI DEVRE TELEVİZYONU	Mobil CCTV incelemeleri için seçilen boruların cidarlarının incelenmesi	*Mobil CCTV'den daha ucuz *Diğer teknikler için görüntüleme tekniği	*Baca kenarındaki hatlarda uygulama *Dataların yorumlanması büyük çaba gerektirir. *Su altında veya engeller arkasındaki hasarlar tespit edilemeyebilir.
TOPRAK YAYILIMI RADARI, YERPENETRASYON RADARI (GPR) ELEKTROMANYETİK SİSTEM	Çevreleyen toprakta su ve boşluk oluşumu ve boru cidarında delaminasyon olup olmadığının belirlenmesi	*Boru yüzeyinden veya içinden uygulanabilir (boruya girişe gerek yok) *Derin hasarların tespiti	*Gelişmekte olan bir alan Tekniğin ilerlemesi için alan testlerine gerek var *Dataların yorumlanması çok zor. *CCTV'den daha pahalı bir yöntem
LAZER TARAYICI	Boru cidar yüzey incelenmesi bu CCTV'nin yerine düşünülebilir	*Doğru geometri ölçümü *Bilgisayar destekli analiz ve bilgi depolama	*Daha gelişim safhasında ve büyük borular için ticari olarak mevcut değil *CCTV'den daha pahalı *Sadece su hatları üzerinde çalışır
ULTRASONİK	Boru cidar yüzeyleri ve deformasyon miktarının belirlenmesi CCTV'nin alternatifi olarak düşünülebilir	*Su hattının üstündeki ve altındaki hasarların ölçülmesi *Bilgisayar destekli analiz *Dijital depolama	*Kırıkların tanımlanması çok zor *Doğruluk için kanalın temizlenmesi gerekir *CCTV'den daha pahalı
IŞIK HATTI KAPALI DEVRE TELEVİZYONU	Yalnızca hasar ölçümü	Boru hasarlarının iyi yapılamaması	CCTV'den daha pahalı
TİTREŞİM METODU	Boru cidarının ölçümü ve yataklama koşulu tespiti	*Bir borunun tek bölümü veya boru boyunca değerlendirme yapılabilir	*Gelişim safhasında *Hasarların sınırlanmış tipleri için uygulanabilir
INFRARED TERMOGRAFI	Boşluk ve kaçakların tespiti	*Yüksek üretim oranı *Gündüz ve gece uygulama yapılabilir	*Termogram yorumu için tecrübe gerekir *Pahalıdır
KANALİZASYON TANIMA VE DEĞERLENDİRME TEKNOLOJİSİ (SSET)	Boru cidar yüzeylerinin incelenmesi	*Boruların bozulmalarının ölçümü *Taranmış görüntülerin çevresel olarak açılması *Dijital formatta görüntülerin depolanabilmesi	CCTV'den daha pahalı
DARBE EKO VE SASW	Boru cidar bütünlüğü ve çevreleyen toprak koşullarının ölçülmesi	*Boru arkasındaki hasarların tespiti	*Yalnızca büyük çaplı borular için uygulanabilir *Özel hasarların yeri tespit edilemez *CCTV'den daha pahalıdır *Sonuçlar boru cidarı ve yataklama davranışı ile ilişkilidir

Kaynak: (Shehab & Eldeen.T, 2001)

4.5 Değerlendirme

Görüntüleme robotları ile atıksu toplama sistemi belirli aralıklarla kontrol edilip inşaat aşamalarından kalan ve/veya işletme sırasında meydana gelen arızaları belirlemek, böylece bu arızaları en kısa zamanda gidermek ve mevcut kanal sisteminin bir envanterini çıkarmak mümkün olacaktır.

İyi bir işletme ile kanalizasyon şebekelerinin problemsiz çalışması sağlanacaktır. Kanalizasyon şebekesinin iyileştirilmesi o civarda yaşayan insanların hayat standardının yükselmesini sağlayacaktır.

Her türlü arızaya zamanında müdahale ederek arızanın meydana gelmesini önlemek mümkün olacaktır.

Kanalizasyon şebekesinde mevcut yanlış imalat, kırık, korozyon ve benzeri arızalar tespit edilerek tamiratları yapılabilecektir.

Kanal inşaatını yapan müteahhidin hatalı imalatlarını yıllar sonra bile tespit etmek ve sorumluyu cezalandırmak mümkün olacaktır.

İşletmeninde bir maliyeti olduğu yöneticiler tarafından açıkça görülecek ve maliyet boyutunun açık olarak ortaya çıkması sonucunda ekonomik planlama açısından gerekli verileri elde etmek mümkün olacaktır.

Kanalizasyon şebekesi ile ilgili veri bankası oluşturulmasının sağlanması gereklidir. Böylece yeni planlama ve proje çalışmaları için bilgi birikimine katkıda bulunulacaktır.

Aşağıdaki tabloda Sarıyer ve Beşiktaş İlçelerinde yapılan 135 km kanal temizliği sonrası görüntü kayıtları alınarak izlenmiştir. Operatör tarafından tespit edilen sorunlar çizelgeye işlenerek koordinatları ve onarım metoduyla birlikte İSKABİS ortamına işlenerek raporlanması temin edilmiştir.

Tablo 8 Temizlik Sonrası Görüntü Analiz Raporu (135 km)

PERİYODİK TEMİZLİK-GÖRÜNTÜ SONRASI ANALİZ (135 KM)				
SIRA NO	ONARIM METODU	BEŞİKTAŞ	SARIYER	TOPLAM
1	BACA YÜKSELTME (Adet)	7	27	34
2	FREZE (Adet)	5	167	172
3	TEMİZ SU KAÇAĞI (Adet)	1	19	20
4	KAPLAMA YAPILACAK (Metre)	9933.07	5153	15086.07
5	MUAYENE BACASI İMALATI (Adet)	1	4	5
6	MUAYENE BACASI ONARIMI (Adet)	0	0	0
7	NOKTA KAZI (Adet)	13	110	123
8	YENİLEME (Metre)	2089.23	1900	3989.23
9	BAKIM ONARIM PLANI YOK (Metre)	40951.4	74634	115585.4
TOPLAM (mt)		53000,7	82014	135014,7

Kaynak: (İski, Tem.Gör.Raporları, 2015)

Koku gibi çevredekileri rahatsız edici problemlerin önlenerek hayat standardının yükseltilmesine katkıda bulunulacaktır. Ayrıca birçok yerleşim merkezinde görüldüğü gibi kokuyu önlemek için bacaları toprakla doldurarak kanalizasyon şebekesinin doldurulmasının önüne geçilmesi sağlanacaktır.

Kapalı devre TV ekipmanı, toplama sisteminin denetiminde, değerlendirilmesinde ve boru sisteminin iç kısımlarının şartlarının envanterinin belirlenmesinde çok değerli bir araçtır. TV operatörlerinin çok kabiliyetli olmaları gerekmektedir; çünkü onlar çok özel bir mesleğe sahiptirler. Bunlar kompleks elektronik ekipmanları kullanarak büyük miktardaki verileri işlemek ve dokümanete etmek zorundadırlar. Boru sistemlerinin iç kısımlarındaki şartların ortaya konulması için çok iyi şekilde incelenmesi gerekir. Toplama sistemi değerlendirilir ve arızaların tamir edilmesi

planlanır. TV kameralarının en kompleks kullanımı rehabilitasyon gereksinimlerinin analizinde gerçekleşir.

Atıksu kanallarına dışarıdan gelen sızıntı sular tespit edilip önlenerek terfi merkezlerinin ve arıtma tesislerinin işletme maliyeti azaltılacaktır.

Görüntülerin izlenmesi sırasında kanal içine giren temiz su şebeke arızalarının yerleri tespit edilerek gelir getirmeyen su çalışmalarına katkıda bulunmaktadır.



5 SU VE KANALİZASYON SİSTEMLERİNDE KULLANILAN TEKNOLOJİK YÖNTEMLER

Kazısız yapım teknikleri, yeni veya eski hatların yerleştirilmesi veya rehabilitasyonu boyunca kazı ihtiyacını elemine eder veya minimuma düşürür.

Su şebeke sistemleri üzerinde bulunan ve arızaların giderilmesi suyun kapatılmasında kullanılan şebeke vanaları su ile ilgili altyapı sisteminin en önemli enstrümanıdır. Çünkü suyun kapatılmaması durumunda bazen arızaya müdahale etmek mümkün olmayabilir. Bu da, hem itibar açısından hem de ekonomik açıdan ciddi sonuçlar doğurabilir. Öyleyse hat vanalarının çalışır vaziyette tutulması ve üstünün kapatılmaması önem arz etmektedir.

Bunun yanında erozyonun ve toprak kaymasının fazlaca görüldüğü bazı bölgelerde muflu boruların kullanılması iletim ve dağıtım tesislerinin sürekliliği açısından uygun bir seçim olmayabilir. Bu gibi yerlerde çelik, demir ve sünek demir boru yerine HDPE (High Density Polyethylene) boru gibi esnekliği fazla olan boru tipleri tercih edilmelidir.

Kazısız teknoloji; minimum kazı yapılarak veya hiç kazı yapılmadan yer altı yapılarının döşenmesi, değiştirilmesi, bulunması ve kaçakların tesbit edilmesi gayesi taşıyan gelişmiş ve gelişmekte olan bir teknolojidir. Atıksu ve yağmursuyu kanallarının bacadan bacaya veya iki baca arasındaki bölümünün rehabilite edilmesi (Kaplama yapılması) “Close Fit Linin”, iki baca arası mevcut kanalın kırılarak, içmesuyu borusunun yırtılarak HDPE boru ile değiştirilmesi veya bir noktadan bir noktaya ekipmana istediğimiz gibi yönlendirerek HDPE esaslı yeni boru döşenmesi işlemini kapsar.

Kazısız Teknoloji Teknikleri;

- Mevcut Eski Hatların Değiştirilmesi “On-line Replacement”
- Mevcut Eski Hatların İyileştirilmesi “Renovation”
- Yeni Hat Döşenmesi “New – Installation”
- Eski Hatlarda Tamir-Bakım Yapılması “Repair & Maintenance”

Şeklinde sınıflandırılmaktadır.

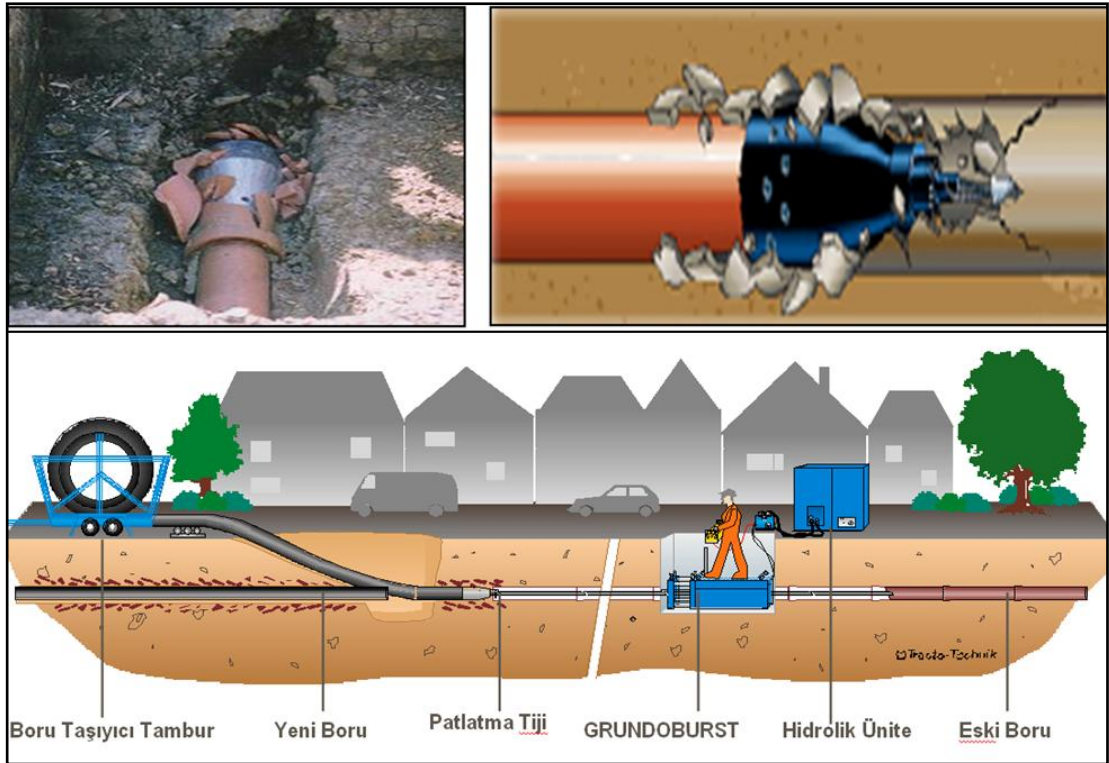
Bu işlemlerin gerçekleştirildiği kazısız teknolojik yöntemlere uluslararası literatürde kullanılan genel isimleriyle değinelim.

5.1 Patlatma Yöntemi İle Şebeke Borusu Islahatı



Şekil 15 Boru Patlatma Çalışması Giriş ve Çıkış Çukuru
Kaynak: (Nastt, 2013)

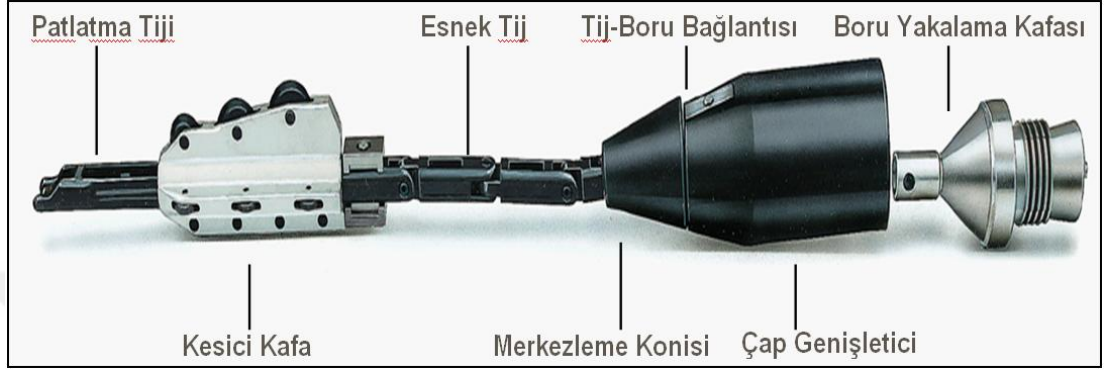
Patlatma yapılacak borunun başına ve sonuna çekilecek borunun çapına göre değişik çukurlar açılır. Borunun başındaki çukurun içine dizel akaryakıtla çalışan hidrolik sistem konur. Bu hidrolik makine mevcut boru içinde birbirine eklenen tijlerle ilerler, bu ilerleme sonunda tij borunun diğer ucundaki çukurdan çıkar.



Şekil 16 Boru Patlatma Yönteminde Kullanılan Kırıcı-Kesici Başlık ve Şematik Görünüm (Borettec, 2016)

Çekilecek HDPE boru daha önceden hazırlanmış çekme aparatı boruya takılı vaziyette beklemektedir.

Boru ucundaki tijin ucuna vidalı boru yırtma, kırma kafası takılır ve bu kafaya çekme mukavemeti 150 Ton/ m² özellikli çekme halatı ile HDPE boru aparatı bağlanır. Şekil 17 de boru patlatma yönteminde kullanılan aparatlar gösterilmiştir.



Şekil 17 Boru Patlatma Yönteminde Kullanılan Aparatlar (Mesener İnşaat, 2015)

Borunun başındaki Hidrolik makine bu sefer tersine çalışarak HDPE boruyu 150 ton kuvvetle çeker. Bu çekme esnasında Tijin ucundaki kafa boruyu kırıp veya yırtarken HDPE boruda başlangıç noktasına doğru gelir. Daha sonra çekilen HDPE borunun baş ve son kısımları bağlanır. Bu işlem Atıksu borusu ise ve güzergahta rabitler varsa mansap yerleri açık kazı yapılarak HDPE boru delinip bağlantılar kaynak yapılarak işlem tamamlanır.

İçmesuyu borusu ise, şube yolu bağlantıları da aynı şekilde gerçekleştirilir. Çukurlar açılıp ana musluk bağlantısı yapılır. HDPE boru uygulamasında mevcut çaptan bir üst çapa geçilebilir. Tije takılan kafa için aşağıdaki formül uygulanır.

Patlatma kafası çapı= Mevcut boru çapı X 1.10 dur.

Kullanılan HDPE borular 16 atü basınç'a dayanıklı olmalıdır. Patlatma metodu'nun uygulandığı en küçük çap Ø= 40 mm dir. En büyük çap = 700 mm dir.

5.1.1 Kullanım Alanları

- İçmesuyu Şebeke Hatları
- Atıksu şebeke Hatları
- Yağmursuyu şebeke Hatları

5.2 Yönlendirilebilir Kazısız Teknoloji İle Şebeke Borusu İmalatı



Şekil 18 Yatay Yönlendirilebilir Delgi Makinası
Kaynak: (Borettec, 2016)

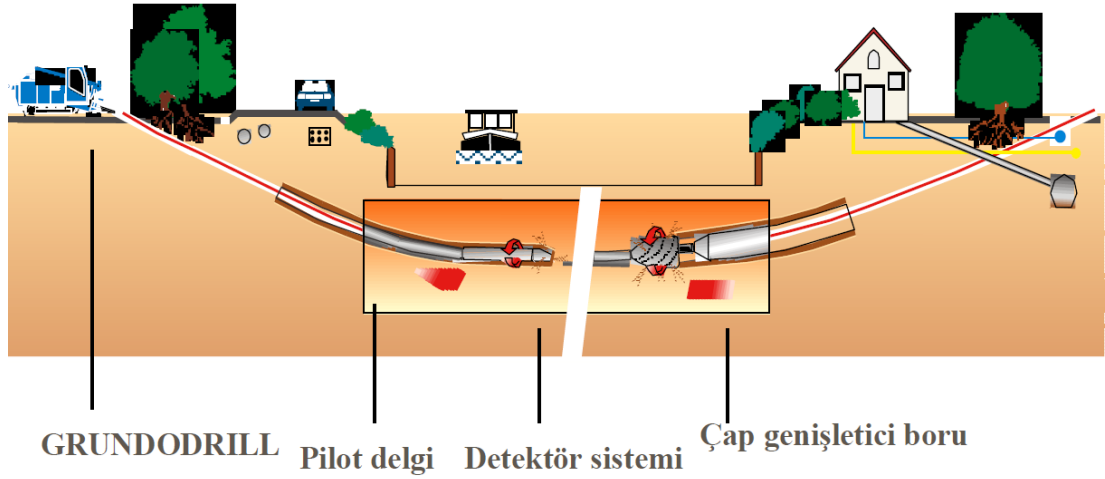
Yatay yönlendirme delgi metodu belediyeler için özellikle yol, nehir, doğal koruma alanları, tarihi alanlar veya altyapı hizmetlerinin altından hat geçirileceği durumlarda uygulanır. Yöntemin esnekliğine ve minimum kazı gereksinimine bağlı olarak en çok tercih edilen yöntemdir.

Her çeşit altyapı hizmeti için çapta 50 mm' den 1200 mm' ye kadar, uzunlukta 2000 m ve yukarısı şeklinde uygulanabilmektedir. Bu yöntemde kullanılan tipik boru malzemeleri HDPE, PVC, çelik ve düktil demirdir.

Bu yöntemin ilk uygulandığı 1971 yılında Watsonville, Kaliforniya/ABD yakınlarında bir nehir geçişi ile hat yerleştirmesi yapılmıştır. 1985'de ilk ticari HDD ekipmanı üretildikten sonra bu endüstri hızlı bir şekilde gelişmiş olup günümüzde binlerce ekipman ve cihaz yüzlerce müteahhit tarafından işletilmektedir

Patlatma metoduna benzer bir uygulamadır. Farkı mevcut boru içinde hareket etmez ve boru kırılmaz sadece borunun başındaki bir çukurdan sonundaki bir çukura boru çekme tijlerini istediğimiz şekilde yatay ve düşey sapmalarla yönlendirilmesidir. Tijin ucuna bağlanan kırma kafası yoktur. Sadece boru çekme ve zemine bentonid püskürten genişletme kafası vardır.

Mevcut alt yapı koordinat bilgileri özel bir ekipmanla (sese, manyetik alana, metale hassas özel ekipman) önceden tespit edilip iki nokta arasına HDPE boru döşenir. Şekil 19 bu yönleme ait şematik görünüm verilmiştir.



Şekil 19 Yatay Yönlendirilebilir Delgi Yönteminin Şematik Görünümü
Kaynak: (Mesener İnşaat, 2015)

5.2.1 Kullanım Alanları

Bu yöntem, sadece basınçlı hatlarda kullanılmalıdır. Hidrolik açıdan suyun cazibe ile akması gereken atıksu ve yağmursuyu hatlarında kullanım alanı bulamamaktadır. Çünkü, belli bir klavuz boru içinde hareket etmeyen ve dışarıdan sensörler yardımıyla yatay ve düşeyde yön verilen oyma başlığının GPS hassasiyeti sadece 10 cm ye yakındır. Bu nedenle özellikle ufak çaplı cazibeli akış gerektiren hatlarda düzgün bir eğim vermez.

Günümüzde en çok içmesuyu hatlarında olmak üzere doğalgaz ve terfilî atıksu hatlarında kullanım imkanı bulunmaktadır.

5.3 Boru Kaplama Yöntemi ile Mevcut Hatların İyileştirilmesi

Bu sistemde 3 farklı yöntem uygulanmaktadır.

5.3.1 Kimyasal Kaplama “Polimer – Ciment Lining”

Kaplamalar, kanal içine karışan kimyasalların ve aşındırıcı maddelerin hattı yıpratmasını engelleyerek servis ömürlerini uzatmayı amaçlayan uygulamalardır. Kaplama malzemesinin karar verilmesi aşamasında düşünülen en önemli faktörlerden birisi kaplama ile boru yüzeyi arasındaki ve kaplama malzemesinin korozif ortama dayanıklı olmasıdır. Kaplama performansı ise kullanılan malzemenin mukavemetine ve uygulayıcının tecrübesine bağlı olarak artmaktadır.

5.3.2 Çimento Harç Kaplama:

Çimento harç kaplamalar, uygulama yapılan çapı 200 mm ve üzeri, dökme demir, çelik ve beton borularda, akış rejimini düzenleyerek atıksu hattına 30-50 yıllık kullanım ömrü kazandırmaktadır. Yüksek eğimli ve düşük sıcaklıklarda uygulanmamaktadır.



Şekil 20 Atıksu Hattının Kaplanması(solda), Yağmursuyu Kapalı Galerisinin Çimento İle Kaplanması (sağda) Kaynak: (Japonya Eğitim Notları, 2009)

5.3.3 Epoksi Reçine Kaplama

Korozyon probleminin olduğu durumlarda, malzemenin çabuk kürlenmesi ve yüksek ıslatma özelliğiyle beton, çelik borulara yapışmaları kuvvetli, korozyon dirençleri yüksek olduğu için tercih edilmektedir. Uygulama sağlam borularda uygulanır.



Şekil 21 İsale Hattında Reçine Kaplama Çalışması Kaynak: (Nastt, 2013)

5.3.4 Kullanım Alanları

Bu uygulama içinde insanın çalışabileceği genişlikte tüm altyapı hatları için geniş bir onarım imkânı sunmaktadır.

5.4 Yerinde İşlenen Boru Kaplama “Cured In Place Pipe, CIPP”

Boruların korozyon nedeniyle iç yüzey düzgünlüğünü yitirmesi, boruların bağlantı bölgelerinden birbirinden ayrılması veya ufak eğim hatalarının yeniden düzenlenmesi durumlarında, güçlendirme, sızıntıları engelleme ve H₂S (hidrojen sülfür) korozyonundan koruma amaçlı uygulanmaktadır.

Geniş ağaçlıkların, yoğun caddelerin, otoyolların, raylı taşımacılığın, tarihi alanların ve yoğun konutlaşmanın bulunduğu bölgelerdeki hatların rehabilitesinde, boru içerisine reçine emdirilmiş bir keçe veya örgülü cam fiber kumaşın hat boyunca yerleştirilmesi ile kürlenerek astar oluşturulması adımlarından oluşmaktadır.

Anahtar parametre olan reçine tipi, astarın yapısal mukavemetini, yoğunluğunu ve kimyasallara dayanımını belirlemektedir.

İstanbul Metropolitan Alanı’nda kazısız iyileştirme tekniği olarak en çok bu yöntem uygulanmaktadır.



Şekil 22 CIPP Yöntemi İle Kaplama İşlemi Şematik Görünümü

Kaynak: (Mesener İnşaat, 2015)

CIPP bir reçine ile doyurulan, mevcut boru hattına astar olarak kurulan ve sonrasında ısı uygulamasıyla islenen yumuşak, esnek bir tüpten oluşmaktadır. Pek çok farklı teknik ile kurulmaktadır. Direkt çevrim astarın içe doğru döndürüldüğü ve su veya hava basıncı ile ana boru içine doğru çevrildiği tek parçalı ana kurulumdur. Tüp mevcut bulunan boru veya kanala kurulduktan sonra şişirme için kullanılmış olan

suyun veya havanın ısıtılması işlemi tamamlar. İşlem yapıldığında bir borunun içinde yeni bir devamlı boru üretilmiş olur. Boru sonları açık olarak kesilmeli ve borunun üzerindeki herhangi bir yanal bağlantılar yeniden konumlandırılmalıdır. Çoğu koşulda bir boru içindeki yeni bir boru herhangi bir hafriyat işlemi olmadan kurulmaktadır. Hafriyat işlemi doymuş tüp malzemesi tipik rögar dökümüne uyum sağlamadığı zaman veya boru tesisatı bir delik tamiratı astar işlemi başlamadan önce tamamlanması gereken noktada boru tesisatı göçtüğü zaman, geniş çapları olan ciddi bir şekilde kötüleşmiş yanal bağlantı (düşen bağlantı vs.) durumlarında gerekli olabilmektedir.

Farklı boru tesisat ortamlarına yer sağlamak üzere tüp yapısındaki farklı türlerde reçine ve malzeme kullanılmaktadır. Kullanılan reçinelere farklı polyester epoksi ve sertleştiricili epoksi türleri dahil bulunmaktadır. Epoksi reçineleri basınçlı boru uygulamaları için olduğu kadar endüstriyel atıksu uygulamaları için de yüksek performanslı ürünler durumundadır. Birleşik Devletler Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), Amerikan Su İşleri Birliği (AWWA) ve Ulusal Hıfzıssıhha Vakfı (NSF) da ayrıca kullanma suyu basınç borusu yenilemesi için epoksi reçineyi onaylamış bulunmaktadır. Kaynak: (Engineering Design Guide, 2005)

Tüp malzemeler dokuma ve dokuma olmayan keçelerden, camyünü, aramit ve karbon lifinden veya bunların kombinasyonundan oluşmaktadır. Bu malzemeler arasında en yaygın olanı polyester liflerden yapılmış dokuma olmayan iğneli keçedir.



Şekil 23 CIPP Yöntemi ile Yenilenen Kanılın Öncesi (solda) ve Sonrası (sağda)
Kaynak: (İski, Tem.Gör.Raporları, 2015)

Genel olarak, CIPP aşağıda verilen konuları başarıya ulaştırmak için tasarlanabilmektedir;

- Boru tesisat şebekesinin yapısal bütünlüğünü korumak
- Borunun içine yer altı suyunun girmesini veya sızmasını önlemek için ek yerlerini ve çatlaklarını mühürlemek
- Atık suların çevre topraklara sızma ve akmasını önlemek için ek yerlerini ve

çatlaklarını kapatmak

- Kök işgalinin önünü almak
- Ek yerlerinde, kırılmalar, bükülmeler ve çatlaklardaki düzensizlikleri düzeltmek ve düşük pürüz katsayısı ile boru iç yüzeyini düzeltmek suretiyle akış özelliklerini iyileştirmek
- Boru tesisat sisteminde mevcut bulunabilecek olan çok çeşitli asitler, bazlar veya oksitleyici maddelere karşı mükemmel paslanmaya dayanıklılığı temin etmek

5.4.1 Kullanım Alanları

Yerinde isleme boru kurulumu (CIPP) çok yönlü rehabilitasyon yöntemidir ve boru hattı yenileme sahasında geniş kapsamlı bir uygulanabilirliğe sahip bulunmaktadır. Altyapı dahil, pek çok boru tesisat sistemi türünün tamir edilmesinde kullanılmaktadır.

Geniş bir uygulama sahasına sahip önemli bir teknolojidir. Bu teknoloji 10 cm.'lik bir aralık ebadından çap olarak 250 cm.'in üzerindeki boylara kadar uzanmaktadır. Ürünlerin esnekliğinden dolayı bükülmeler, eşmerkezli ya da eksantrik çap değişiklikleri, yuvarlak ve yuvarlak olmayan şekilleri (yumurta ve elipsler gibi) bulunan hatları, tek kurulumda 600 metreye kadar devamlı uzunluk sahibi bulunan boruların yenilenmesinde kullanılabilir. Çoğu boru malzemelerinde kireç, beton, oluklu metal, sünek demir, döküm demir gibi malzemeler bulunmaktadır. CIPP malzemeleri halen minimum 50 yıllık bir tasarım ömrü sunmaktadır, fakat reçine teknolojisindeki ilerlemeler ve hızlanan test etme süreci bu ömür beklentisini 50 seneyi aşacağını göstermektedir. Kaynak: (Japonya Eğitim Notları, 2009)

5.5 Katla ve Şekil Ver (Eski Boru İçine Yeni Boru Kaplama) Tekniği (Fold&Form):

Göz önünde bulunan üstyapıların ne zaman bakıma ihtiyacı olduğu yapının görünüşüne bakılarak çok rahat karar verilebilirse de, altyapılar toprak altında gömülü oldukları ve gözden uzak buldukları için bunların ne zaman bakıma ve iyileştirilmeye ihtiyacı olduklarına karar vermek oldukça zordur.

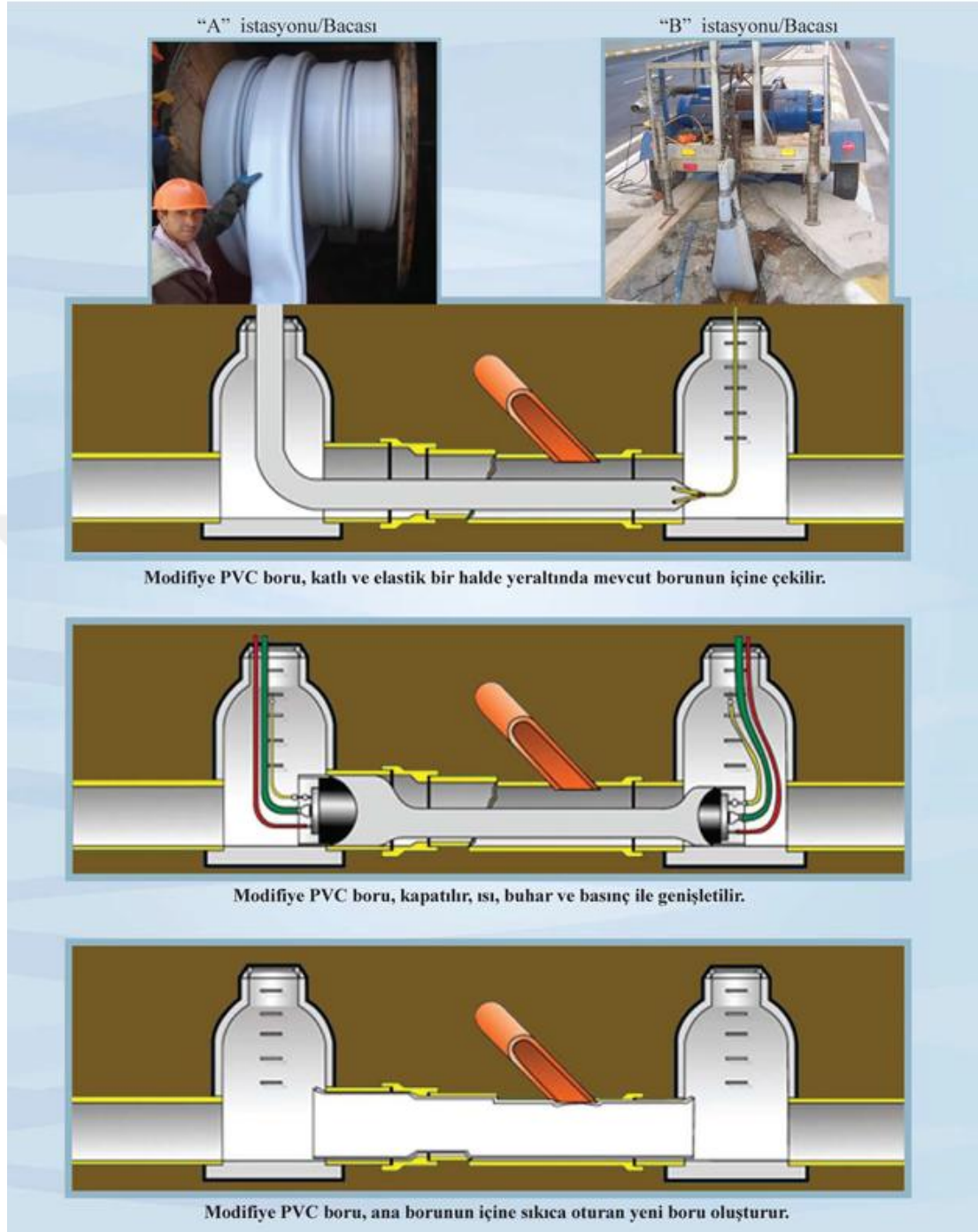
Ancak istenilmeyen bir durum ortaya çıktığında; borunun tamamen kırılması, patlaması, tıkanması gibi belirtiler toprak üstüne çıktığında bu durumun farkına varılıyor olsa da müdahale etmek için en son ana kadar beklenilmemelidir.

Hafızalı PVC alaşımlı malzemelerle yapılan Katla ve Şekil Ver tekniği de proaktif eylemler olarak herhangi bir müessif hadiseye meydan vermeden önce hatların iyileştirilmesine yönelik geliştirilmiş teknolojilerdendir.

Bu teknik, bükülmüş termoplastik özelliği taşıyan boruların (PE ve PVC) rehabilite edilecek borunun içine katlanarak yerleştirilmesi ve sonra ısı yardımı ile (genellikle buhar) tekrar boru halini alıp mukavemet kazandırma yöntemidir.

Genişleyen ve boru şeklini alan astar sıkı bir şekilde mevcut boru iç duvarına baskı ile tutunmaktadır. Kürlemeye ve kazı yapmayı gerektirmeyen bu yöntem kaymalı astarlamanın geliştirilmiş uygulamasıdır.

Aşağıda şekilde Fold & Form yönteminin aşamaları şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 24 Fold & Form Uygulaması İle Atıksu Hattının PVC Kaplanması

Kaynak: (Aol İnş., 2016)

5.5.1 Kullanım Alanları

100 mm'den 600 mm'ye kadar tüm çaplarda atıksu yağmursuyu ve içmesuyu hatlarının hafızalı PVC Alaşım Malzemesi ile rehabilite edilmesi, dayanımının artırılması mümkün olup bu işlem sonucunda hatların ömrünün uzatılması ve depreme karşı dayanıklı/mukavim hale sokulması sağlanmaktadır.

6 DEĞERLENDİRMELER

6.1 Kazısız Teknolojik Yöntemlerin Kazanımları

6.1.1 Sosyal Kazanımları

- Sadece iki noktada kazı yapılacağından dolayı araç ve yaya trafiğine olumsuz tesiri az görülmektedir
- Şehir ticaret hayatına olumsuz bir etkisi olmamaktadır
- Klasik metotlarda olduğu gibi çevreye toz ve çamur yayılımı olmamaktadır.
- İş makinası ve kamyonların meydana getirdiği gürültü kirliliği yaşanmamaktadır.
- Diğer altyapı kuruluşlarına verilen zararlardan dolayı fazladan bir iş yükü oluşturmamaktadır.
- İşlem sonrası zeminin eski haline getirilememesinden dolayı estetik ve kullanım açısından menfi anlamda çevresel bir etkisi bulunmamaktadır.
- İmalat ve onarım işlemi klasik metotlara göre daha kısa sürdüğünden dolayı daha az şikayetlere sebebiyet vermektedir.
- Özellikle içmesuyu tesislerinde İmalat süresince meydana gelen su kesintileri daha az yaşanmakta ve halkın yaşam konforu düşürülmemektedir.
- Altyapı hizmetlerinin sunumunda yaşanan olumsuz düşüncelerden dolayı zarar gören Altyapı kuruluşları, vatandaş memnuniyeti konusunda teknolojik çalışmalardan yeterince istifade etmektedirler.

6.1.2 Ekonomik Kazanımları

- İmla, iksa, dolgu, nakliye gibi inşaat faaliyetleri minimum seviyede olduğundan dolayı imalat maliyeti daha düşüktür
- Mevcut yol kaplamasına zarar verilmediğinden dolayı asfalt, kaldırım ve peyzaj gibi dolaylı maliyetler doğurmamaktadır.
- Ticaret hayatını olumsuz etkilemediğinden dolayı ülke ekonomisine zarar vermemektedir.
- İmalatların kısa sürmesinden dolayı verilen hizmette kesinti olmayacak ve dolayısıyla kurum gelirlerinde dolaylı bir artış görülecektir.

- Teknolojik yöntemler kullanılarak hattın ekonomik ömrü uzatılmakta ve çökme, tamamen devre dışı kalma gibi olumsuz sonuçların meydana gelmesi engellenerek daha büyük masrafların çıkmasının önüne geçilmiş olmaktadır.

6.2 Teknolojik Yöntemler İle Klasik Yöntemlerin Karşılaştırılması

Altyapıların yenilenmesi veya tamir edilmesi esnasında kazılı sistemle gerçekleştirilmesi durumunda birçok unsur devreye girmektedir. Öncelikle kazı yapılacak güzergah için ilgili belediyesinden kazı izni alınması gerekmektedir. Ayrıca kazı yapılan güzergahta trafik izinlerinin de yine ilgili emniyet teşkilatından alınması gerekir. Bu aşamalardan sonra mevcut yolun kaplamasının kaldırılması işlemi gerçekleştirilir. Eğer yol güzergahı asfalt ise asfalt kesme makinası ile asfalt kesme işlemi gerçekleştirilir. Yol, parka taşı ile döşenmiş ise bu taşlar sökülür. Beton ise bu beton kırılır. Akabinde iş makinaları ile kazı işlemi başlatılır. Bu aşamada ayrıca diğer altyapı kuruluşlarının da görüşleri alınır. Güzergahta bulunan hatlar ve bağlantıların yerleri tespit edilir. Su sistemlerinin yenilenmesi veya döşenmesinin ortalama kazı derinliğini ortalama 1 m, kanalizasyon sistemlerinde kazı derinliğini ortalama 3 m. kabul edersek kanalizasyon imalatlarındaki zorluğun ne kadar çok olduğu aşikardır. Kazı güzergahları boyunca diğer alt yapı kuruluşlarının tesislerine zarar verme riski çok yüksektir. Kazıdan çıkan molozlar ve hafriyat kamyonlara yüklenerek nihai depolama alanlarına dökülür. Yeni döşenecek olan hatların malzemeleri kazı yerlerine depolardan alınarak nakledilir ve yeni hattın döşeme işlemleri başlatılır. İmalatın bitmesi akabinde yeni hattın üzeri dolgu malzemesi ile tekrar doldurulur. Kompaktörler ile sıkıştırma işlemi tamamlanır.

Dolgu işleminin tamamlanması akabinde tranşeye 10~20 cm kalınlığında beton atılır. Ve yolun eski kaplama cinsi ne ise tekrar aynı tür malzeme ile eski haline getirilir. Buraya kadar kısaca kazılı bir imalatın aşamalarından bahsettik. Yine imalat aşamasında gerekli tüm trafik ve emniyet tedbirlerinin alınması gerekmektedir.

Kazısız sistemde ise yukarıda zikredilen aşamaların neredeyse tamamı ortadan kaldırılarak yenileme ve tamirat işlemleri gerçekleştirilmektedir.

6.2.1 Maliyet Karşılaştırması

Maliyeti üç ana başlık altında inceleyebiliriz.

- Doğrudan Maliyetler
- Dolaylı Maliyetler
- Sosyal Maliyetler

Toplam maliyet “Bir projenin fiziki olarak hayata geçirilmesi için gerekli bütün yatırımların toplamı” şeklinde açıklanabilir.

6.2.1.1 Doğrudan Maliyetler

Bir projenin planlama aşamasından inşaat aşamasına kadar geçen süreçte ortaya çıkan maliyetlerdir. Ayrıca imalat aşamasında mevcut altyapıların deplase edilmesi gerektiği durumlarda ise bu tür maliyetlerde yine idareler tarafından karşılanmaktadır.

İnşaat süreleri dikkate alındığında, kanalizasyon sistemlerinde ortalama 5 mt/gün olan imalat hacmi ile 50 metrelik bir kanalizasyon sisteminin yenilenmesi yaklaşık 10 gün sürmektedir. Yine su şebeke hattının yenilenmesi veya döşenmesi süresi de ortalama 20 mt./gün imalat hacmi ile 100 metrelik bir su şebekesinin veya döşenmesi yaklaşık 5 gün sürmektedir. Ayrıca imalatları kazısız yöntem tercih edildiğinde yenileme işlemi ortalama 1 günde bitmektedir.

Kazılı inşaatlarda doğrudan maliyet işlemlerini şu şekilde sıralayabiliriz;

İSG tedbirlerinin alınması, araç ve personelin sigortalanması, kişisel koruyucu malzemelerinin temini ve kullanımı, asfalt kesilmesi, parke sökülmesi, beton kırılması, moloz ve dolgu nakli, çimento nakli, malzeme (Boru, baca kapağı, buşakle, fittingsler, baca çemberleri, konikler vs) nakli, kazı yapılması, zeminin tesviye edilmesi, boru döşeme işçiliği, boru üstü gömlekleme yapılması, dolgu yapılması, kompaktörle sıkıştırma yapılması, beton dökülmesi, parke döşenmesi, asfalt serilmesi vs.

Kazısız sistemde ise yukarıda zikredilen inşaat (kazı) maliyetlerinin tamamına yakını ortadan kalkarak sadece metreküp üzerinden fiyatlandırma yapılmaktadır. Doğrudan Maliyetleri örnek çalışmalarla açıklayacak olursak,

6.2.1.1.1 Örnek 1 Patlatma Yöntemi Kullanılarak İçme Suyu Boru Yenileme Çalışması

Örnek Çalışma 2015 senesinde Çırağan Caddesinde yapılmıştır. Bilindiği üzere Çırağan Caddesi Beşiktaş'ın en stratejik öneme sahip mevkiinde ve 24 saat trafik yoğunluğuna sahiptir. Buna ilave olarak çalışmanın yapılacağı kısımda bulunan Çırağan Sarayı siyasi bir önem yüklemekte ve protokol yolu haline getirmektedir. Karşısında bulunan Beşiktaş Kaymakamlığı ve Belediye binası kamu kuruluşları olarak işin ciddiyetini bir kat daha artırmaktadır. En önemlisi de Çırağan Caddesi önemli uluslararası zirvelerin düzenlendiği ve güvenlik tedbirlerinin üst seviyede alındığı uzun metrajlı kazıya müsaade edilmeyen bir ana arter yoldur. Yenilenmesi gereken içme suyu hattının yanında uluslararası turizm değerleri yüksek bir otel olan Çırağan Oteli yer almaktadır.

Çırağan Caddesi boru patlatma yöntemi ile içme suyu şebekesi rehabilitasyon çalışmasına ait resimler aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 25 Çalışma Resimleri [HDPE Boru ve Fizyon Kaynağı (solda), HDPE Borunun Dışarıdaki Görünümü (sağda)] Kaynak: (İski, Fotoğraf Albümü,)

Patlatma Yöntemi ile Ø 300 mm çapındaki font borunun yine aynı çapta HDPE boru ile değiştirmesi planlanmaktadır. Bunun için 1024 mt lik mesafede eşit aralıklarla 6 noktada çukur açılmıştır. Bunlardan uç noktada açılan kırma ve genişletme başlığının yerleştirildiği ve borunun sürüldüğü Giriş Şavt Çukuru, en sonda açılan başlığa takılacak halatı çeken makinanın yerleştirildiği ve borunun çıkarılacağı Çıkış Şavt Çukuru ve diğerleri de sürülen boruda sürtünmeden dolayı hasar veya kopma oluşup oluşmadığını gözle muayene etmek için tedbiren açılan kontrol hendekleridir.



Şekil 26 Boru Patlatma Yöntemi Çalışma Paftası (İskabis, 2015)

Çıkış Çukuru içine yerleştirilen hidrolik sistemli patlatma makinası yerleştirilerek tijin ucuna şekil 6 da görülen yırtma başlığı takıldı. 1024 mt ilerleyen tij başlangıç çukuruna geldiğinde yırtma başlığı alınarak 300 mm HDPE boru çekme aparatı ile sabitlendi. Bu kez de tersi hareketle yırtılan ve genişleyen eski boru içinden yeni boru, bitiş çukuruna doğru çekildi. Son olarak başlangıç çukuru içinde eski boru ile yeni borunun irtibatı sağlanarak bitiş çukurundaki yeni boru körlendi.



Şekil 27 Yırtma ve Patlatma Aparatı Kaynak: (İski, Fotoğraf Albümü,)

Kapama zaptında verilen bilgiler ışığında aşağıdaki iş kalemlerine göre ataşman sayfası hazırlanır.

Tablo 11 Çırağan Caddesi Ø300 mm İçme Suyu Boru Döşeme İmalatına Ait Ataşman Sayfası

İş Kalemi No	İş Kaleminin Adı ve Açıklaması	ADET	BOYUTLAR			AZI	ÇOĞU	BİTİM
			Uzunluk	Genişlik	Yükseklik			
A.15	Fontdüktül Boruların Döşenmesi (İdare Malı)			54,983.60		54,983.60		
A.16	Fontdüktül Boru Özel Parçalarının Döşenmesi (İdare Malı)	530.00					54,983.60	kg
A.17	Her Çapta Vananın Yerine Konulması (Nakliye Dahil)	1				1	530.00	kg
A.30	İçmesuyu Hatlarında Kazı Yapılması	1024.68	0.60	1.32	811.547		1	ad
A.33	Kirmataş Dolgu Yapılması	1024.68	0.60	0.72	442.662		811.547	m ³
A.32	Kum Dolgu Yapılması	1024.68	0.60	0.50	307.404		442.662	m ³
		1024.68		0.059	-60.456		246.948	m ³
A.29	Yol Üst Kaplamasının Sökülmesi (Parke sökülmesi)	1024.68	0.60	0.08	49.185		49.185	m ³
A.35	Mevcut Parke Taşı İle Yol Kaplaması Yapılması	1024.68	0.60		614.81			
A.37	Kazı Moloz Nakli (Transe hafriyatından) (Yol üst kaplamasının sökülmesinden)	2 ton/m ³ 2 ton/m ³		811.547	1623.094		1623.094	ton
							1623.094	ton

Yukarıdaki ataşman sayfasında, yapılan işin sözleşmesi gereği sadece her bir çalışmaya ait iş kalemleri yer almaktadır. Bunlara kurumun bütçesinden giden diğer ödemeleri de ilave edersek aşağıdaki icmal sayfası ortaya çıkar.

Tablo 12 1024 mt Ø300 mm Düktil Font İçme Suyu Borusu Döşeme İşi Maliyet Tablosu

BEŞİKTAŞ ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ			
ÇIRAĞAN CADDESİ İÇME SUYU ŞEBEKE HATTI İMALATI MALİYET			
TABLOSU			
Yapılacak İçme Suyu Hattının	Fiyatı	Miktarı	Tutarı
300 mm Fondüktil Boru malzeme bedeli (Nakliye Dahil) m	336.28	1022,00	343,678.16
Fondüktil boruların Temini ve Döşenmesi (İdare Malı) kg	1.50	54983,60	82,475.40
Fondüktil Boru Özel Parçalarının Temini ve Döşenmesi kg	15.00	530.00	7,950.00
Her çapta vananın yerine konulması (Nakliye Dahil)	150.00	1.00	150.00
Yol Üst Kaplamasının Sökülmesi (m ³)	10.00	49.19	491.90
Mevcut Parke Taşı ile Yol Kaplamasının Yapılması (m ²)	12.00	614.81	7,377.72
İçme suyu hatlarında kazı yapılması (m ³)	25.00	811.55	20,288.75
Kum Dolgu Yapılması (m ³)	25.00	246.95	6,173.75
Kırmataş Dolgu Yapılması (m ³)	25.00	442.66	11,066.50
Kazı Moloz Nakli (ton)	9.00	1623.94	14,615.46
300 mm EU Bedeli (Adet)	419.30	2.00	838.60
300 mm Vana Bedeli (Adet)	1,719.98	1.00	1,719.98
300 mm MMK 45 Bedeli (Adet)	422.12	2.00	844.24
300 mm MMK 22 Bedeli (Adet)	463.15	2.00	926.30
300 mm MMK 11 Bedeli (Adet)	421.60	2.00	843.20
300 mm U Bedeli (Adet)	478.36	4.00	1,913.44
Kazı Ruhsat Bedeli(m)	112,10	1024,00	114,790.40
TOPLAM MALİYET			616,143.80

Not: Malzeme bedeli hesabında T.C. Merkez Bankasının 02.05.2016 tarihli euro kuru esas alınmıştır.
1 Euro = 3.2103 TL

Görüldüğü üzere 1024 mt uzunluğundaki Ø300 mm içme Suyu Hattının;

Kazılı yöntemler kullanılarak Yenilenmesi: 616,143.80 ₺ iken

Patlatma Yöntemi İle Rehabilite Edilmesi sadece: 307,200.00 ₺ na malolmuştur.

Konuya daha iyi açıklık getirebilmek için bu kez de Sarıyer İlçesi Ferahevler Mahallesi Mecidiye Sokakta yapılan atıksu kanalı kaplama çalışmasını örnek olarak verelim.

6.2.1.1.2 Örnek 2 Kaplama Yöntemi İle Atıksu Hattı İslah Çalışması

Örnek Çalışma 2015 senesinde Sarıyer İlçesi Ferahevler Mahallesi Mecidiye Caddesinde yapılmıştır. Alınan ihbar üzerine yapılan teknik incelemede bazı binaların bodrum katlarına su su sızdığı tespit edilmiştir.Öncelikle alınan numune suyun labaratuvar incelemesi yapılmış olup atıksu karakterinde olduğu tespit edilmiştir.Daha sonra görüntüleme robotu ile alınan görüntü CD leri incelenerek muflu beton borular arasında açıklıklar olduğu ve boruların miadını doldurduğu bulguları kaydedilmiştir.Ekonomik ömrünü tamamlamış olan kanalın açık kazı ile ya da teknolojik yöntemlerle yenilenmesi gerekmektedir.

Bölgede genel olarak sakin ve sessiz bir yaşam tercihi yapan insanlar, bahçe nizam ve birçoğu oldukça eski yapılarda yaşamaktadırlar. Demografik durum göz önünde bulundurulduğunda, teknolojik çalışmanın tercih edilmesi kurum itibarı açısından önem arz etmektedir.Bunun yanında kaya zeminde oluşan mevkide 3 mt derinlikte yapılacak olan derin kazının oluşturacağı sarsıntının eski ve kullanım ömrünü doldurmuş olan bazı yapılara zarar vereceği düşünülmektedir.

Kaplama (astarlama) yöntemi ile atıksu kanalı rehabilitasyon çalışmasına ait resimler aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 28 CIPP Yöntemi ile Uygulama Resimleri
Kaynak: (İski, Fotoğraf Albümü,)

Kaplanması gereken 40.60 mt uzunluğundaki Ø300 mm çaplı kanalın içi tamamen temizlendi, kök, parsel fazlalığı, pvc uçları, beton vs artıklar freze robot ile kesildi ve yüksek basınçlı kombine kamyon ile vakumlanarak temizlendi.

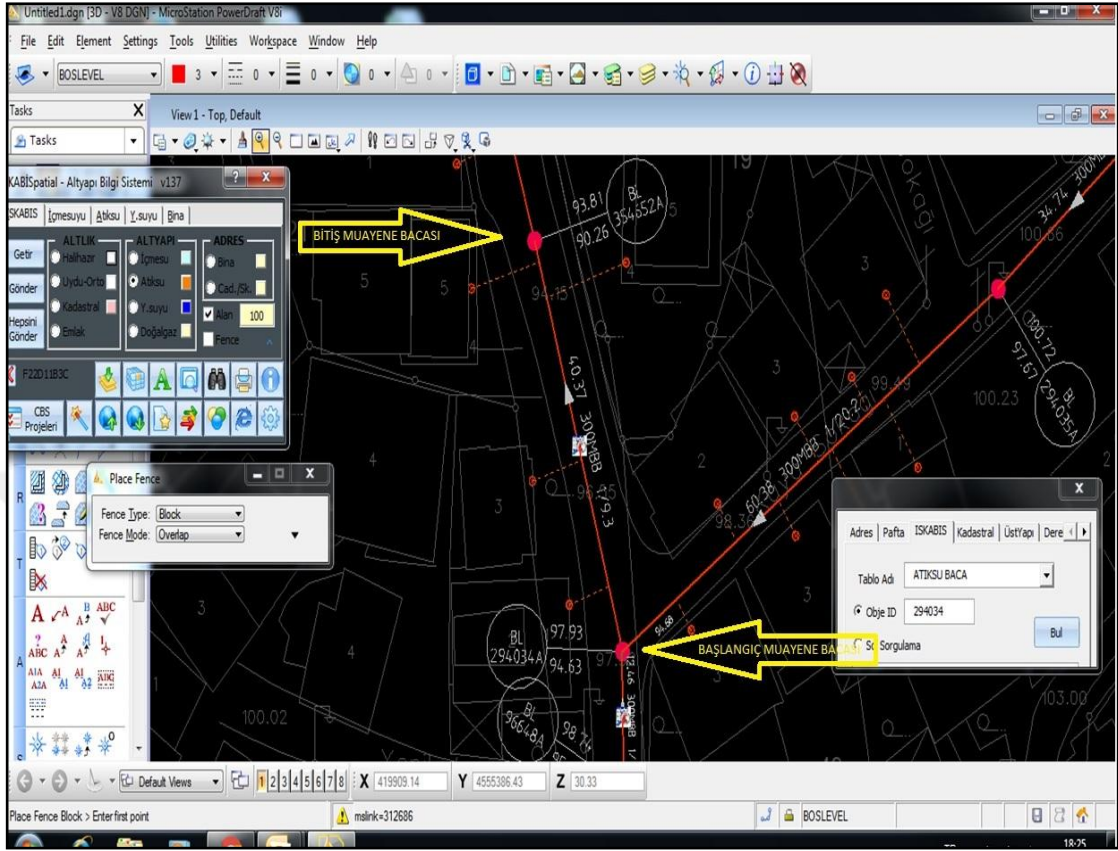
Temizlik sonrası CCTV kamera ile kayıt alındı, freze kesici robot ile kanal içindeki parsel bağlantılarının koordinat ölçüleri alındı ve rapora kaydedildi.

Öncelikle başlangıç bacasından kanalın içine PE astar malzeme liner basınçlı hava yardımı ile sürüldü ve diğer çıkış bacasından çıkana kadar basınç verme işlemine devam edildi.

Diğer bacadan çıkan astar malzemenin içine buhar kazanı ile önce sıcak, belli bir süre sonra da soğuk buhar verilerek astarın künk cidarlarına iyice yapışarak sertleşmesi sağlandı.

Kürleme ve soğutma sonrası önce giriş bacasındaki ve sonra çıkış bacasındaki malzeme havalı freze yardımı ile kanal çapına uygun olarak kesildi. Gerekirse baca tabanına kadar ve ya devam edilecekse diğer bacaya kadar malzemeyi uzatmak mümkündür.

Kaplama işlemi bittikten sonra tamamen kaybolmuş 3 adet parsel bağlantısının deliği, kaplama işlemi öncesi alınmış koordinatlarına göre freze kesici robot ile mevcut çapı kadar açıldı.



Şekil 29 Atıksu Kanalı Kaplama Çalışma Paftası Kaynak: (İskabis, 2015)

Yukarda anlatılan bu çalışmanın kurumumuza olan maliyeti:



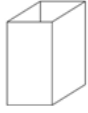


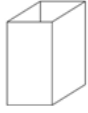


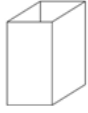
Tablo 13 CIPP Yöntemi İle Ø300 mm Atıksu Kanalının Kaplanması Maliyet Tablosu

BEŞİKTAŞ ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ			
ATIKSU VE İÇME SUYU HATLARINDA TEKNOLOJİK YÖNTEMLERLE			
REHABİLİTASYON İŞİNDE KULLANILACAK MALİYET TABLOSU			
Yapılacak İmalatın Cinsi	Fiyatı	Miktarı	Tutarı
Ø300 mm Dairesel Kesitli Kanalizasyon Hatlarında Kaplama Yöntemi İle Rehabilitasyon (m)	128.00	40.60	5,196.80
Uzaktan Kumandalı Alet Kullanmak Suretiyle parsel Bağlantılarının Yeniden Açılması (Adet)	65.00	3.00	195.00
TOPLAM MALİYET			5,391.80

Kaynak: (Hakediş Raporları, 2015)

Bu çalışmayı klasik yöntemler kullanarak yani kazarak yapmış olsaydık bize maliyeti ne olacaktı. Bunu hesaplayabilmek için öncelikle yapılacak olan imalatın kapama zaptını çıkarmamız gerekir. Bu kapama zaptında işin kontrol teşkilatı tarafından yapılan çalışmaya ait ödemeye esas teşkil eden tüm bilgiler ve kullanılan malzemeler kayıt altına alınmaktadır.

Tablo 14 Mecidiye Caddesi Ø300 mm Atıksu Kanalı İmalatı Kapama Zaptı.

KAPAMA ZAPTI																																																																																																																																		
DAİRE BAŞKANLIĞI			ABONE İŞLERİ AVRUPA 1. BÖLGESİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI																																																																																																																															
ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ			BEŞİKTAŞ ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ																																																																																																																															
ŞEFLİĞİ			SARIYER SU KANAL VE RUHSAT ŞEFLİĞİ																																																																																																																															
İŞİN ADI			2015 YILI İSKİ BEŞİKTAŞ ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ MESULİYET SAHASI İÇERİSİNDE ATIKSU VE İÇMESUYU HATLARINDA YAPIM, BAKIM VE ONARIM İŞİ																																																																																																																															
YÜKLENİCİ FİRMA																																																																																																																																		
İŞİN AIT OLDUĞU İLGİLİ İŞ GURUBU			Kanalizasyon Onarımı ve Yeni Kanalizasyon Yapımı																																																																																																																															
ADRES			Muayene Bacası ve Parsel Bacası Yapımı																																																																																																																															
İLÇE			SARIYER																																																																																																																															
MAHALLE			Ferahevler																																																																																																																															
CADDE			Mecidiye																																																																																																																															
SOKAK																																																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TASAN YOK</th> <th>BACA NO</th> <th>MB</th> <th>YB</th> <th>BAG</th> <th>KIRMIZI KOT</th> <th>AKAR KOT</th> <th>ŞUT KOTU</th> <th>ARA MESAFE</th> <th>KOT FARKI (KANAL)</th> <th>KOT FARKI (BACA)</th> <th>NOT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>1</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>93.81</td> <td>90.26</td> <td></td> <td>40.60</td> <td>3.55</td> <td>3.55</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>2</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>97.93</td> <td>94.63</td> <td></td> <td></td> <td>3.30</td> <td>3.30</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>3</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>4</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>5</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>6</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>7</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>8</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>9</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>											TASAN YOK	BACA NO	MB	YB	BAG	KIRMIZI KOT	AKAR KOT	ŞUT KOTU	ARA MESAFE	KOT FARKI (KANAL)	KOT FARKI (BACA)	NOT	<input type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	93.81	90.26		40.60	3.55	3.55		<input type="checkbox"/>	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	97.93	94.63			3.30	3.30		<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
TASAN YOK	BACA NO	MB	YB	BAG	KIRMIZI KOT	AKAR KOT	ŞUT KOTU	ARA MESAFE	KOT FARKI (KANAL)	KOT FARKI (BACA)	NOT																																																																																																																							
<input type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	93.81	90.26		40.60	3.55	3.55																																																																																																																								
<input type="checkbox"/>	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	97.93	94.63			3.30	3.30																																																																																																																								
<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>BACA İMALATI / ONARIMI</th> <th>KANAL / RABİT İMALATI</th> <th>ZEMİN ÜST KAPLAMA</th> <th>DOLGU İŞLERİ</th> <th>KAZI ENKESİTLERİ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <input type="checkbox"/> Temi Baca <input type="checkbox"/> Baca Onarım <input type="checkbox"/> Mevcut baca kazağı kullanılmıyor. </td> <td> <input checked="" type="checkbox"/> Temi Kanal <input checked="" type="checkbox"/> Temi Rabit <input type="checkbox"/> Rabit Onarım <input checked="" type="checkbox"/> Parsel Bacası </td> <td> <input type="text" value="ASPAFT"/> </td> <td> <input type="text" value="İnce Kırmataş"/> </td> <td> <input checked="" type="checkbox"/> S.K.A.300 (Boş Kazı) <input type="checkbox"/> NOKTA KAZI <input checked="" type="checkbox"/> S.K.A.300 (Kutu Kazı) </td> </tr> <tr> <td>  </td> <td> <input checked="" type="checkbox"/> HİS <input type="checkbox"/> HDPE <input checked="" type="checkbox"/> Yükseklikler Otomatik girer. <input type="checkbox"/> Yükseklikler Manuel girer. </td> <td> <input checked="" type="checkbox"/> Yükseklikler Otomatik girer. <input type="checkbox"/> Yükseklikler Manuel girer. </td> <td> <input type="checkbox"/> Aşırı Alınma Kırmataş Sağlanması <input type="checkbox"/> Kapama Altı Esasen Dökülmesi <input type="checkbox"/> Sembolize Döğusu <input checked="" type="checkbox"/> Müzabakat Hatalı Aşırı Sağlanması </td> <td>   </td> </tr> </tbody> </table>											BACA İMALATI / ONARIMI	KANAL / RABİT İMALATI	ZEMİN ÜST KAPLAMA	DOLGU İŞLERİ	KAZI ENKESİTLERİ	<input type="checkbox"/> Temi Baca <input type="checkbox"/> Baca Onarım <input type="checkbox"/> Mevcut baca kazağı kullanılmıyor.	<input checked="" type="checkbox"/> Temi Kanal <input checked="" type="checkbox"/> Temi Rabit <input type="checkbox"/> Rabit Onarım <input checked="" type="checkbox"/> Parsel Bacası	<input type="text" value="ASPAFT"/>	<input type="text" value="İnce Kırmataş"/>	<input checked="" type="checkbox"/> S.K.A.300 (Boş Kazı) <input type="checkbox"/> NOKTA KAZI <input checked="" type="checkbox"/> S.K.A.300 (Kutu Kazı)		<input checked="" type="checkbox"/> HİS <input type="checkbox"/> HDPE <input checked="" type="checkbox"/> Yükseklikler Otomatik girer. <input type="checkbox"/> Yükseklikler Manuel girer.	<input checked="" type="checkbox"/> Yükseklikler Otomatik girer. <input type="checkbox"/> Yükseklikler Manuel girer.	<input type="checkbox"/> Aşırı Alınma Kırmataş Sağlanması <input type="checkbox"/> Kapama Altı Esasen Dökülmesi <input type="checkbox"/> Sembolize Döğusu <input checked="" type="checkbox"/> Müzabakat Hatalı Aşırı Sağlanması	 																																																																																																									
BACA İMALATI / ONARIMI	KANAL / RABİT İMALATI	ZEMİN ÜST KAPLAMA	DOLGU İŞLERİ	KAZI ENKESİTLERİ																																																																																																																														
<input type="checkbox"/> Temi Baca <input type="checkbox"/> Baca Onarım <input type="checkbox"/> Mevcut baca kazağı kullanılmıyor.	<input checked="" type="checkbox"/> Temi Kanal <input checked="" type="checkbox"/> Temi Rabit <input type="checkbox"/> Rabit Onarım <input checked="" type="checkbox"/> Parsel Bacası	<input type="text" value="ASPAFT"/>	<input type="text" value="İnce Kırmataş"/>	<input checked="" type="checkbox"/> S.K.A.300 (Boş Kazı) <input type="checkbox"/> NOKTA KAZI <input checked="" type="checkbox"/> S.K.A.300 (Kutu Kazı)																																																																																																																														
	<input checked="" type="checkbox"/> HİS <input type="checkbox"/> HDPE <input checked="" type="checkbox"/> Yükseklikler Otomatik girer. <input type="checkbox"/> Yükseklikler Manuel girer.	<input checked="" type="checkbox"/> Yükseklikler Otomatik girer. <input type="checkbox"/> Yükseklikler Manuel girer.	<input type="checkbox"/> Aşırı Alınma Kırmataş Sağlanması <input type="checkbox"/> Kapama Altı Esasen Dökülmesi <input type="checkbox"/> Sembolize Döğusu <input checked="" type="checkbox"/> Müzabakat Hatalı Aşırı Sağlanması	 																																																																																																																														
<p>YAPILAN İMALATA AİT GENEL BİLGİLER</p> <p>MUAY. BACA : --</p> <p>KANAL : YENİ KANAL İMALATI YAPILMIŞTIR. ✓</p> <p>RABİT : YENİ RABİT İMALATI YAPILMIŞTIR. ✓</p> <p>PARSEL BACA : PARSEL BACA İMALATI YAPILMIŞTIR. ✓</p> <p>BORU ÇAPı : Ø 300 mm MBB ✓</p> <p>ZEM. ÜST KAP : ASPALT ✓</p> <p>DOLGU TÜRÜ : İNCE KIRMATAS DOLGU ✓</p> <p>KAZI ENKESİ : KUTU KESİTİ ✓</p>																																																																																																																																		
<p> <input type="button" value="POZ GİRDİLERİ"/> <input type="button" value="GENEL GİRDİLER"/> <input type="button" value="VERSİYON"/> </p> <p> <input type="button" value="VAZİYET PLANI"/> <input type="button" value="BACA ATAŞMANI"/> <input type="button" value="KANAL ATAŞMANI"/> <input type="button" value="RABİT ATAŞMANI"/> </p>																																																																																																																																		

Kapama zaptında verilen bilgiler ışığında aşağıdaki iş kalemlerine göre ataşman sayfası hazırlanır.

Tablo 15 Mecidiye Caddesi Ø300 mm Atıksu Kanalı İmalatı Ait Ataşman Sayfası

YENİ KANAL YAPIMI ATAŞMANI								
DAİRE BAŞKANLIĞI	ABONE İŞLERİ AVRUPA 1. BÖLGESİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI			Hakediş No	4			
ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ	BEŞİKTAŞ ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ			Ataşman No	1			
ŞEFLİĞİ	SARIYER SU KANAL VE RUHSAT ŞEFLİĞİ			Kapama Zaptı No	1			
İŞİN ADI	2015 YILI İSKİ BEŞİKTAŞ ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ MES'ULİYET SAHASI İÇERİSİNDE ATIKSU VE İÇMESUYU HATLARINDA YAPIM, BAKIM VE ONARIM İŞİ			<div style="text-align: center;"> <p>◀ KAPAMA ZAPTI</p> <p>◀ BACA ATAŞMANI</p> </div>				
YÜKLENİCİ FİRMA	HASAN VARDAR İNŞ. SAN. VE TİC. A.Ş. + PAM İNŞ.VE TUR. LTD.ŞTİ. İŞ ORTAKLIĞI							
AIT OLDUĞU İŞ GRUBU	D-1 Kanalizasyon Onarımı ve Yeni Kanalizasyon Hattı Yapımı							
ADRES	SARIYER İLÇESİ, FERAHEVLER MAHALLESİ, MECİDİYE CADDESİ							
BACA	BACA NO	MB1	MB2					
	KIRMIZI KOT	93.81	97.93					
	BACA AKAR KOTU	90.26	94.63					
	BACA ŞUT KOTU							
	KOT FARKI	3.55	3.30					
	BÜZ ET KALINLIĞI	0,05	0,05					
	BÜZ ALTI KIRMAŞ YÜK	0.10	0.10					
	YOL KAPL. YÜK.	0.10	0.10					
	KAP. ALTI BETON YÜK.							
	KAZI YÜKSEKLİĞİ	3.55	3.30					
KANAL KAZI	ORT. KAZI YÜK.	3.43						
	ARA MESAFE	40.60						
	KAZI BOYU	39.28						
	BORU ÇAP (mm)	Ø 300						
KANAL DOLGU	YOL KAP. PAVI YÜK.	0.07						
	KAPLAMA ALTI BETON YÜK.							
	ASF. ALTI KIRMAŞ YÜK.							
	PARKE ALTI KUM YÜKSEKLİĞİ							
	GÖHLEKLEME YÜK.							
	GERİ DOLGU YÜK.							
	KIRM. DOLGU YÜKSEKLİĞİ	3.43						
				<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>KAZI ENKESİTİ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>DOLGU ENKESİTİ</p> </div> </div>				
İş Kalemi No	İş Kaleminin Adı ve Açıklaması	ADET	BOYUTLAR			AZI	ÇOĞU	birim
A.01	Ø300 mm MBB Döşemesi İşçiliği (Nakliye Dahil)							
	MB1 - MB2 Arası		39.44			39.44		
							39.44	mt
A.31	Atıksu Hatlarında Kazı Yapılması							
	MB1 - MB2 Arası		39.28	1,00	3.33	134.740		
							134.740	m ³
A.33	Kırmaş Dolgu Yapılması							
	MB1 - MB2 Arası		39.28	1,00	3.36	135.900		
	Minha Ø 300 mm Boru Hacmi		39.28		0,202/1,50	-11.900		
							124.000	m ³
A.29	Yol Üst Kaplamasının Sökülmesi							
	MB1 - MB2 Arası		39.28	1.00	0.10	3.928		
							3.928	m ³
A.34	Asfalt Kaplama Yapılması (Müteahhit Mal)							
	MB1 - MB2 Arası		39.28	1.00		39.28		
							39.28	m ²
A.37	Kazı Moloz Nakli							
	Kazı Moloz Nakli	2	134.740			269.480		
	Yol Üst kaplaması	2	3.928			7.856		
							277.336	ton
YÜKLENİCİ FİRMA		KONTROL MÜHENDİSİ		KONTROL ŞEFİ		BÜRO İNCELEMESİ YAPILMIŞTIR.		

Yukarıdaki ataşman sayfasında, yapılan işin sözleşmesi gereği sadece her bir çalışmaya ait iş kalemleri yer almaktadır. Bunlara kurumun bütçesinden giden diğer ödemeleri de ilave edersek aşağıdaki icmal sayfası ortaya çıkar.

Tablo 16 40.60 mt Ø300 mm Atıksu Kanalı Döşeme İşi Maliyet Tablosu

BEŞİKTAŞ ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ			
ANA KANAL İMALATLARINDA KULLANILACAK MALİYET TABLOSU			
Yapılacak Kanalın Cinsi	Fiyatı	Miktarı	Tutarı
Ø 300 mm Çaplı Entegre Contalı MBB malzeme bedeli (Nakliye Dahil) m	42.90	39.44	1,691.97
Ø300 MBB Döşenmesi İşçiliği (m)	15.00	39.44	591.60
Kazı Ruhsat Beledi (m)	112.10	39.44	4,421.22
Yol Üst Kaplamasının Sökülmesi (m ³)	10.00	3.93	39.30
Robot İle Getirilen Asfaltın El İle Serilmesi Sıkıştırılması (m ²)	25.00	39.30	982.50
Kırmataş Dolgu Yapılması (m ³)	25.00	124.00	3,100.00
Atıksu Hatlarında Kazı Yapılması (m ³)	25.00	134.74	3,368.50
Kazı Moloz Nakli (ton)	9.00	277.34	2,496.06
TOPLAM YAKLAŞIK MALİYET			16,691.15

Not: Malzeme bedeli İSTON ödeme belgelerinde alınmıştır.

Görüldüğü üzere 40.60 mt uzunluğundaki Ø300 mm atıksu hattının;

Kazılı yöntemler kullanılarak Yenilenmesi: 16,691.15 ₺ iken

Kaplama Yöntemi İle Rehabilitasyon Edilmesi sadece: 5,391.80 ₺ na malolmuştur.

6.2.1.2 Dolaylı Maliyetler

Kazılı olarak yapılan tüm çalışmalarda Altyapı Yönergeleri doğrultusunda diğer altyapı kuruluşlarından müsaade almak zorunluluğu vardır. Bu durum işgücü israfına neden olduğu gibi zaman ve ekonomik açıdan da külfetlidir.

Çalışma öncesi ve devamında alınması gereken İş Sağlığı Ve Güvenliği tedbirlerine yönelik harcamalar daha fazladır.

Kazılı olarak yapılan altyapı inşaatı sırasında mevcut yol durumunun bozulması nedeni ile tekrar yapılan kaplama ne kadar iyi yapılsa da eskisi gibi olamayacağından yolun ekonomik ömrünün azalmasına neden olacaktır.

İstemeyerek de olsa 3. şahıslara verilen hasarlar, can ve mal kayıplarının ağır bedelleri kazılı çalışmayı yapan tarafça karşılanmalıdır.

Kazılı çalışmalarda kullanılan imla malzemesini ve molozu taşıyan hafriyat kamyonlarının gittikleri güzergah boyunca yollara verdiği zarar ve çevre kirliliği de diğer bir olumsuz tarafıdır.

Kazılı sistemde inşaat sırasında yapılan deplaselerin ve servis kesintisi nedeni ile oluşan ekonomik kayıpların bedeli yine idareler tarafından karşılanmaktadır.

Kazı işlemleri sonrasında kazı yapılan güzergahta zemin sıkıştırma işlemi iyi yapılmadığı zaman yolun deforme olması ve ilave yol bakım-onarım maliyeti oluşturması da olumsuz bir durumdur.

Çalışmalar sırasında diğer altyapı tesislerine verilen hasarların cezaları ve rücu bedelleri çalışmayı yapan kuruluşlarca karşılanmaktadır.

Kazısız sistemde yukarıda zikredilen olumsuz hususlar söz konusu değildir ya da daha azdır.

6.2.1.3 Sosyal Maliyetler

Bir projenin hayata geçirilmesi esnasında oluşan, fakat proje maliyetine dâhil edilmeyerek toplum tarafından ödenen maliyetlere Sosyal Maliyetler denir.

Bunlar;

6.2.1.3.1 Trafik

Kazı inşaatları sırasında çok şeritli yollarda en az 1-2 şeridin, tali yollar da ise yolun tamamının trafiğe kapatılması söz konusudur. Özellikle günümüz İstanbul trafiğini göz önünde bulundurduğumuzda kazılardan dolayı oluşan sıkıntı daha da trafiği içinden çıkılmaz hale sokmaktadır. Kazılı imalatlarda daha az trafik güvenliği nedeni

ile oluşabilecek hasar ve kaza riskleri artmaktadır. Ayrıca güzergâh değişimlerinin söz konusu olduğu durumlarda yine ayrı sorunlar oluşturmaktadır.

6.2.1.3.2 Çevre

Kazılı sistemlerde çevreye verilen zarar çok önemlidir. İş makinelerinin çalışması sonucu ortaya çıkan gürültü kirliliği, iş makinelerinin oluşturduğu hava kirliliği, kazılar sonucu oluşan molozların etrafa yaydığı toz bulutu civarda yaşayan insanların yaşam konforunu olumsuz etkilemekte ve rahatsız etmektedir. Bunun yanında, uzun süreli çalışmalardan kaynaklanan sağlık sorunları da yaşanmaktadır.

6.2.1.3.3 Ticaret ve Endüstri

Kazı yapılan bölgede özellikle ticaret ve endüstri kuruluşlarının satışlarının azalması sonucu oluşan zarar da yine topluma mal olmaktadır. Kazıların doğrudan maliyetlerinin içinde olmasa bile oluşan bu tip ticari sorunlarında oluşturduğu ekonomik kayıplar hafife alınmayacak kadar önemlidir. İzmir Bornova'da kazılı kanalizasyon ve içme suyu şebeke hattı yenileme çalışması esnafı çok zor durumda bırakmış ve günlerce gazete manşetlerinde haber yapılmıştır. Bu durum siyasi açıdan da değerlendirildiğinde yerel yönetimler için büyük bir itibar kaybıdır.

Kaynak: (Gürcaner, 2015)

6.2.1.3.4 Sosyal Hayat

Kazılar nedeni ile yolların kapatılması, günlük hayatı çok olumsuz etkilediği gibi insanlara direk etkisi de söz konusudur. Derin altyapı inşaatlarında güvenlik tedbirlerinin yeterince alınmamasından kaynaklanan iş kazaları; çalışan ve civar vatandaşların can güvenliğini tehlikeye soktuğu gibi işvereni önemli derecede maddi ve manevi tazminatla baş başa bırakmaktadır. Özellikle insanların psikolojisini bozan bir perspektifle bakıldığında kazılı inşaatlar hizmet getirmeme pahasına da olsa istenmeyen bir durumdur.

7 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

7.1 Sonuç

Bu çalışmamızda kazılı sistemler ile kazısız teknolojinin bir karşılaştırmasını yapmaya çalıştık. Gelişen dünyamızda inşaat işlerinde de teknolojinin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Esas olan insanların yaşam kalitesinin artırılması prensibi söz konusu olduğundan kazısız teknolojilerin uygulanması da gerçekten bu prensibin önemli bir ayağıdır. Ülkemizde de bu teknolojinin uygulanmaya başlaması ve zamanla yaygınlaşması arzu edilen bir husustur. Kazısız teknolojiler, kentsel sistem içinde ulaşım altyapısını ve buna bağlı olarak trafiği etkilemeden, çevre düzenlemesini bozup havayı kirletmeden altyapı oluşturulmasını sağlamak amacıyla geliştirilmiştir.

Minimum kazı yapılma ihtiyacı gereksinimi kazısız teknolojiye tüm yöntemlerin ortak avantajıdır. “Minimum kazı minimum risk” sloganı kazısız teknolojinin sloganı olarak bilinmektedir.

Kazısız teknoloji yöntemlerinin seçiminde, uygulama yapılacak hattın çapı, zeminin yapısı, kullanılan malzemenin cinsi, hattın kent içindeki konumu gibi parametreleri dikkate almak gerekmektedir.

Sıkıştırılarak yapılan astarlama dış çaptaki borunun kırıldığı durumlarda hasarlanabilecek iken kütleme ile yapılan astarlama astar malzemesi hatta yapıştığından daha mukavemetlidir. Sürekli yapılan kanal temizlikleri ile kanalın daha muntazam çalışması sağlanırken yapılan görüntülemelerle hatların durumu gözlenerek gereken müdahaleler zamanında yapılmaktadır.

Boru çakma metodunda konvansiyel yöntem ekonomik olduğu için tercih edilirken bu tür itmeli yöntemlerde boru malzemesi itme basıncına dayanıklı mukavemette olma zorunluluğu vardır.

Yatay yönlendirme ise maliyetin düşük olması ve minimum kazı gerektirmesi nedeniyle tercih edilmektedir. Bu uygulama sadece çapı 600 mm.ye kadar olan hatlar için geçerli olduğu için daha büyük çaplı imalatlar için mikrotünel yöntemi kullanılmaktadır. Her iki yöntem de tarihi ve doğal koruma alanlarında, kalabalık yapılaşmalarda uygulanmaktadır.

Boru patlatma ise yıpranmış hatların aynı yerinde yenilenebilmesi veya hat çapının kanal debisine yetmediği durumlarda çapın büyütülebilmesi imkanını sağlamaktadır.

Sonuç olarak kazısız teknolojiler; imalat süresinin minimuma indirilmesi, çevreye ve doğaya verilen zararın ortadan kaldırılması, insanların yaşam kalitesini olan katkısı, trafik problemlerini ortadan kaldırması, sosyal hayata olan katkısı gibi durumlar dikkate alındığında kazısız teknoloji çağın gerekliliğidir.

7.2 Öneriler

Mevcut yöntemlerin uygulamada görülen eksikliklerinin giderilmesi yolunda yapılan çalışmalar aynı zamanda yeni yöntemlerin de ortaya çıkmasına olanak sağlamaktadır. Halihazırda kazısız teknoloji yöntemlerinin çokluğu, uygulamanın parametrelerine göre yöntemin belirlenmesi konusunda esneklik sağlamaktadır.

Hızla gelişen ve büyüyen ülkemizin güzelliklerinin korunması, tarihi dokunun bozulmadan sonraki nesillere aktarılabilmesi, yerel belediyelerin kaynak israfının önlenmesi, ülke ekonomisinin daha iyiye gitmesi ve yoğun nüfuslu kentlerimizde sosyal hayatın sürdürülebilirliğinin sağlanarak yaşam konforunun her daim insanların vazgeçilmez hakkı olduğunun bilinmesi için altyapıda kazısız teknolojilerin kullanılması zorunludur.

Dünyada, gelişmişliğin bir ölçüsü olan kazısız yöntemlerin ülkemizde daha yaygın kullanımı için, yöntemin kullanıcısı yerel yönetimlerde farkındalık oluşturulmalı, üniversitelerde kazısız teknolojilerle ilgili arge çalışmaları yapıp mevcut yöntemler geliştirilirken yeni yöntemler belirlenmeli, kamu kuruluşlarında inşaat şartlarını belirleyen teknik şartnamelerin ve ihale sözleşmelerinin kazısız teknoloji ağırlıklı olarak yeniden düzenlenmelidir.

Bunun bir de İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı boyutu düşünüldüğünde daha az kazalara sebebiyet vermesi bakımından önemi kat ve kat artmaktadır. Bu nedenle ilgili Bakanlığımızın altyapı çalışmalarında teknolojik yöntemlerin kullanılması konusunda teşvikte bulunması ve gerekirse müeyyide uygulaması yerinde bir uygulama olur. Çünkü, çok tehlikeli sınıfta değerlendirilen olan altyapı çalışmalarından hayatı kaybeden insan sayısı ihmal edilecek miktarda değildir.

Artık klasik onarım metodlarının bir kenara bırakılarak daha teknolojik yöntemlerin kullanılmasını temin etmenin bir diğer anahtarı da bu işlerde istihdam edilen

personellerin kalifiye kişilerden seçilmesidir. Kalifiye olmayan personellere yeni yöntemleri tanıtmak ve kullanım alışkanlığını kazandırmak oldukça zordur.Çünkü, atadan görme kulaktan duyma yöntemlerle gözünü karartarak yapılan işler onlar için hem daha kolay hem de çabuk biter.Ama sonunun hüsrarla neticeleneceğini düşünmezler. Bu nedenledir ki; Mesleki Yeterlilik Kurumu tarafından teknolojik Yöntemlere dair yeni meslek isimleri ve sertifika verebilecek kurumlar belirlenmelidir. Altyapı kuruluşları ve ağırlıklı olarak onlara iş yapan yüklenici firmalar uyarılmalı ve sertifikasız personel kullanmamaları konusunda bilinçlendirilmelidir.

Tabii insanlara en az rahatsızlık vererek yapılan kazısız teknolojik onarımlardan daha iyisi mevcut altyapı varlığımızın muhafaza edilmesi ve korunmasıdır. Bunun için de hem altyapı kuruluşlarının hem de vatandaşlarımızın bilinçlendirilmesi gerekir. Atıksu kanallarının kullanıcısı olan insanlarımız, kanallara ve Atıksu Arıtma Tesisine zarar verecek atıkları ayrıştırma bilincine sahip olmalıdır. Sonuçta tüm atıkların esas kaynağı insani amaçlı faaliyetlerdir. Bu sebeple atıkların azaltılması, tekrar kullanılması, geri dönüşümü gibi faaliyetler insanla ilgili olduğundan çevre bilinci ve eğitimiyle yakından ilişkilidir. Çevre bilincinin gelişimine katkıda bulunmak maksadıyla yapılan bir anket çalışmasında en çevreci kuruluşlar sıralamasında %10,2 ile 7. sırada İSKİ gelirken, anket sonucunda ev hanımlarına yönelik çevre eğitim çalışmasının artırılarak atık yağların kanalizasyona gitmelerine engel olunması gerektiği vurgulanmıştır.Kaynak: (Esen & Esen, 2016)

KAYNAKÇA

- Aol İnş.* (2016). Mayıs 25, 2016 tarihinde www.aolistanbul.com. adresinden alındı
- Borettec. (2016). www.borettec.com.tr. Nisan 2016 tarihinde <http://www.borettec.com.tr/tr-TR/Kategoriler/7/hizmetlerimiz> adresinden alındı
- Engineering Design Guide, 2. (2005). *Inliner Technologies Engineering Design Guide, 2005* .
- Esen, A., & Esen, M. (2016, Mayıs). Çevre Eğitimi ve Bilinci. *Yayınlanmamış* .
- Gürcaner, E. (2015). Mart 2016 tarihinde Sabah Gazetesi: <http://www.sabah.com.tr/egeli/2015/12/02/esnafa-kotu-saka> adresinden alındı
- Hakediş Raporları, İ. (2015). *Teknolojik Rehabilitasyon İhale Dökümanları*. İstanbul: iski.
- İlbank, & Şartnamesi, İ. T. (2013). *İlbank İçmesuyu Etüd, Fizibilite ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname* . İller Bankası A.Ş.2013.
- İskabis, İ. (2015). İski Altyapı Bilgi Sistemi. İstanbul.
- (2015). *İski Faaliyet Raporu*. İstanbul: İski Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, http://www.iski.gov.tr/web/assets/SayfalarDocs/faaliyetraporlari/faaliyetraporu2008/faaliyet_raporu2015.pdf.
- İski Veri Ambarı. (2016, Mayıs). *İski Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı Veri Ambarı Raporu*. 2016 tarihinde www.iski.gov.tr: <https://www.rapor.iski.gov.tr/> adresinden alındı
- İski, Fotoğraf Albümü,. *Cemalettin Kaleli Çalışma Albümü 2006-2016*. İski, İstanbul.
- (2015). *İski, Tem.Gör.Raporları*. İstanbul: İski Beşiktaş Şube Müdürlüğü Hakediş Raporları.
- Japonya Eğitim Notları. (2009). *Operation And Maintenance Of Urban Water Supply Systems* . Japan.
- Kanaltek,2012. *Tanıtım Videosu*. Kanaltek İnşaat Ltd.Şti, İstanbul.
- Karpuzcu, M. (2005). *Su Temini Ve Çevre Sağlığı*. İstanbul: Kubbealtı Neşriyatı.
- Mesener İnşaat*. (2015). 2016 tarihinde <http://mesener.com.tr>: <http://mesener.com.tr/Uploads/files/Tan%c4%b1t%c4%b1m%20mesener.pdf> adresinden alındı
- Nastt. (2013). www.nastt.org/. Mart 2016 tarihinde <https://www.nastt.org/> adresinden alındı
- Shehab, & Eldeen.T. (2001). An Automated System For, Detection, Classification And Rehabilitation of Defects in Sewer Pipes. Canada.
- Teknik Şartname 1, İ. (2015). *Kanal Temizleme Aracı Teknik Şartnamesi*. İstanbul: iski, <https://ekap.kik.gov.tr/EKAP/YeniIhaleArama.aspx>İski.
- Teknik Şartname 2, İ. (2015). *Atıksu Hatlarında Temizlik ve Görüntü Teknik Şartnamesi*. İstanbul: İski <https://ekap.kik.gov.tr/EKAP/YeniIhaleArama.aspx>.
- Topacık, D., & Eroğlu, V. (1993). *Su Temini Ve Atıksuların Uzaklaştırılması Uygulamaları*. İstanbul: İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası.
- Tüik. (2015, Aralık). *Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi(Adnks Sonuçları 2007-*

2015). Nisan 2016 tarihinde <http://www.tuik.gov.tr/>:
<http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> adresinden alındı



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	23.06.1975
Doğum yeri	TOKAT / Turhal
Lise	1990-1993 Turhal Lisesi
Lisans	1993-1997 Cumhuriyet Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü
Çalıştığı kurum	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
Giriş Tarihi	1997-Devam ediyor
Görevi	Beşiktaş-Sarıyer Şube Şube Müdürü