

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ATIKSU İLETİM VE DEŞARJ HATLARININ İMALATINDA
ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMİNDEKİ RİSK DEĞERLENDİRMESİ**

AHMET BURAK AKKOYUNLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. SÜLEYMAN ŞAKAR**

İSTANBUL, 2017

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ATIKSU İLETİM VE DEŞARJ HATLARININ İMALATINDA
ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMİNDEKİ RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Ahmet Burak AKKOYUNLU tarafından hazırlanan tez çalışması 19.12.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Süleyman ŞAKAR
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Süleyman ŞAKAR
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Kaan YETİLMEZSOY
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Bülent İNANÇ
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez danışmanlığımı yürüten, her türlü konuda yardım, fikir ve desteğini benden esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Süleyman ŞAKAR'a,

Yıldız Teknik Üniversitesi Rektörlüğü'ne, İnşaat Fakültesi Dekanlığı'na ve Çevre Mühendisliği Bölümü'nde görev yapmakta olan tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma,

Tüm öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen babam Turan AKKOYUNLU'ya, annem Nursel AKKOYUNLU'ya ve kıymetli eşim Aybike AKKOYUNLU'ya teşekkürlerimi sunuyorum.

Aralık, 2017

Ahmet Burak AKKOYUNLU

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	viii
KISALTMA LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı.....	4
1.3 Hipotez.....	4
BÖLÜM 2	
ATIKSU HATLARINDA KULLANILAN BORU TİPLERİ.....	6
2.1 Polietilen Borular	6
2.1.1 Polietilen Boruların Birleştirme Yöntemleri	9
2.1.2 Polietilen Borular ile İlgili Yasal Standartlar ve Teknik Şartnameler	11
2.1.3 PolietilenBoruların Avantajları ve Dezavantajları	14
2.2 Spiral Kaynaklı Çelik Borular	15
2.2.1 Spiral Kaynaklı Çelik Boruları Birleştirme Yöntemleri.....	16
2.2.2 Spiral Kaynaklı Çelik Borular ile İlgili Yasal Standartlar ve Teknik Şartnameler.....	17
2.2.3 Spiral Kaynaklı Çelik Boruların Avantaj ve Dezavantajları	20
2.3 Cam Takviyeli Plastik(CTP) Borular.....	21
2.3.1 Cam Takviyeli Plastik Boruları Birleştirme Yöntemleri.....	22
2.3.2 Cam Takviyeli Plastik Borular ile İlgili Yasal Standartlar ve Teknik Şartnameler.....	23
2.3.3 Cam Takviyeli Plastik Boruların Avantajları ve Dezavantajları	23

2.4 Düktil Demir Borular	24
2.4.1 Düktil borular ile İlgili Yasal Standartlar ve Teknik Şartnameler	25
2.4.2 Düktil Boruların Avantaj ve Dezavantajları	27
2.5 Beton Borular	27
2.5.1 Beton borular ile İlgili Yasal Standartlar ve Teknik Şartnameler	28
2.5.2 Beton Boruların Avantaj ve Dezavantajları	29

BÖLÜM 3

ATIKSU ALTYAPI SİSTEMLERİNDE KULLANILAN İMALAT YÖNTEMLERİ. 31

3.1 Açık Kazı Yöntemi	32
3.1.1 Açık Kazı İmalatlarında Hendek Boyutları ve Dolgu Tipleri	34
3.1.2 Şevli Açık Kazı İmalatları, İksa ve Palplanş sistemleri	38
3.1.3 Açık Kazı İmalatları Teknik Şartnamelerinde Yapılması Gerekenler ve Tanımlar	41
3.2 Pipe-jacking (Boru İtme) Yöntemi	44
3.3 Boru Çekme Yöntemi	47
3.4 Derin Deniz Deşarjı İmalatı	50
3.4.1 Derin Deniz Deşarjlarında Boru Döşeme Yöntemleri	53
3.4.2 Derin Deniz Deşarj Hatlarından Uygun Ekipman Seçimi	54
3.4.3 Derin Deniz Deşarjı Sistemlerinde Dolgu Tabakaları	55

BÖLÜM 4

ATIKSU İLETİM VE DEŞARJ HATLARINDA ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMİ..... 56

4.1 Çevre Yönetim Sistemi ve İlk Oluşumu	58
4.1.1 ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi	59
4.2 TS EN ISO 14001: 2005 Çevre Yönetim Sistemi Standardı ve Standart Gereklilikleri	61
4.2.1 ISO 14001 Tanımları ve Amaç	61
4.2.2 Çevre Yönetim Sisteminin Kurulması	62
4.2.3 Çevre Politikası	63
4.2.4 Planlama	64
4.2.4.1 Çevre Boyutu	64
4.2.4.2 Yasal ve Diğer Şartlar	65
4.2.4.3 Çevresel Amaç Hedef ve Programlar	65
4.2.5 Uygulama ve Faaliyetler	66
4.2.5.1 Kaynaklar, Görevler, Sorumluluk ve Yetki	66
4.2.5.2 Uzmanlık, Eğitim ve Farkında Olma	66
4.2.5.3 İletişim	66
4.2.5.4 Dokümantasyon	67
4.2.5.5 Dokümanların Kontrolü	67
4.2.5.6 Faaliyetlerin Kontrolü	68
4.2.5.7 Acil Duruma Hazır Olma ve Müdahale	68
4.2.6 Kontrol Etme	69
4.2.6.1 İzleme ve Ölçme	69
4.2.6.2 Uyumluluğun Değerlendirilmesi	69
4.2.6.3 Uygunsuzluk, Düzeltici Faaliyet ve Önleyici Faaliyet	69
4.2.6.4 Kayıtların Kontrolü	70
4.2.6.5 İç Tetkik	70

4.2.7	Uyumluluğu Gözden Geçirme.....	70
4.3	Atıksu İletim ve Deşarj Hatları İmalatı Projelerinde Çevre Yönetim Sisteminin Kurulması ve Sürekliliği.....	71
4.3.1	Çevre Politikası	71
4.3.2	Çevre Boyutu ve Çevresel Etkiler	72
4.3.2.1	Çalışma Alanında Gerçekleştirilen Faaliyet, Ürün ve Hizmetlerin Belirlenmesi.....	72
4.3.2.2	Çevre Boyutlarının Belirlenmesi	73
4.3.2.3	Çevre Boyutlarından Kaynaklanan Çevresel Etkilerin Belirlenmesi	74
4.3.2.4	Çevresel Etkilerin Risk Analizinin Yapılması	74
4.3.2.5	Şiddet Puanlaması	75
4.3.2.6	Olasılık Puanlaması.....	76
4.3.2.7	Risk Puanının Belirlenmesi.....	77
4.3.2.8	Çevre Boyutu Önem Derecesinin Belirlenmesi	78
4.4	Atıksu İletim ve Deşarj Hatlarının İmalatında Çevresel Etkiler, Riskler ve Kontrol Tedbirleri	79
BÖLÜM 5		
SONUÇ VE ÖNERİLER.....		101
KAYNAKLAR.....		106
ÖZGEÇMİŞ.....		109

SİMGE LİSTESİ

Ø	Boru Çapı
db	Boru Dış Çapı
di	Boru İç Çapı
°C	Santigrat Derece
π	pi sayısı

KISALTMA LİSTESİ

ASKİ	Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi
DSİ	Devlet Su İşleri
HDPE	High Density Polyethylene (Yüksek yoğunluklu polietilen)
ISO	International Organisation of Standards (Uluslararası Standartlar Örgütü)
ISO 9001	Kalite Yönetim Sistemi Standardı
ISO 14001	Çevre Yönetim Sistemi Standardı
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
İZSU	İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
LDPE	Low Density Polyethylene (Düşük yoğunluklu polietilen)
MDPE	Medium Density Polyethylene (Orta yoğunluklu polietilen)
PE	Polietilen
TSE	Türk Standartları Enstitüsü

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Koruge Boru Görseli	8
Şekil 2.2 V Tip Kaynak Ağzı.....	17
Şekil 2.3 CTP Boru Görseli	21
Şekil 2.4 Düktil Demir ve Gri Demirin Metalografik Yapısı	24
Şekil 3.1 Atıksu Açık Kazı İmalatı	33
Şekil 3.2 Tabi Zeminlerde Dolgu Kademeleri.....	36
Şekil 3.3 Zemin İyileştirme İhtiyacı Gereken Tabi Zeminlerde Atıksu Dolgu Kademeleri.....	37
Şekil 3.4 Üst Tabakası Asfalt Olan Zeminlerde Dolgu Kademeleri.....	38
Şekil 3.5 İksa Sistemi.....	39
Şekil 3.6 Şevli Kazı Çalışması Örneği.....	40
Şekil 3.7 Boru İtme Şaftı	46
Şekil 3.8 Yönlendirilmiş Yatay Delgi ile Atıksu İmalatı.....	49
Şekil 3.9 DDD Difüzör Tipleri	55
Şekil 4.1 PUKO Döngüsü Şeması (TS EN ISO 14001)	60
Şekil 4.2 PUKO Döngüsü Açılımı.....	62

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 PE Boruların Kullanım Alanları.....	7
Çizelge 2.2 HDPE Boruların 20°C Ortam Isısında Optimum Kaynak Süreleri.....	10
Çizelge 2.3 Granül halindeki HDPE Hamuru Özellikleri.....	13
Çizelge 2.4 Kaplama Tipleri Boru İç ve Dış Uygulamaları.....	16
Çizelge 2.5 Boru İmalatında Kullanılacak Çeliğin Kalitesi ve Kimyasal Özellikleri....	19
Çizelge 2.6 Gri Demir, Düktil ve Çelik Hammaddelerinin Mekanik Karşılaştırılması..	25
Çizelge 2.7 Betonarme Borulara Ait Her m ² İç Yüzey Başına İlave Su Miktarı.....	29
Çizelge 3.1 Boru Çaplarına Göre Açılması Gereken Hendek Genişlikleri.....	42
Çizelge 3.2 Rusya’da Düktil Boru ile Yapılan Yönlendirilmiş Yatay Delgi İmalat Miktarları.....	48
Çizelge 3.3 Derin Deniz Deşarjına İzin Verilebilecek Atıksuların Özellikleri(SKKY)	50
Çizelge 4.1 Şiddet Puanı Belirleme Tablosu.....	75
Çizelge 4.2 Olasılık Puanı Belirleme Tablosu.....	76
Çizelge 4.3 Çevresel Risk Değerlendirme Matrisi.....	77
Çizelge 4.4 Çevre Boyutu Önem Değerlendirme Tablosu.....	79
Çizelge 4.5 Açık Kazı Yöntemi ile Yapılan Atıksu Hattı İmalatındaki İş Adımları, Çevre Boyutları ve Çevresel Etkiler.....	81
Çizelge 4.6 Açık Kazı Yöntemi ile Yapılan Atıksu Hattı İmalatındaki Mevcut Kontrol Tedbirleri ve Çevre Boyutu Önlem Dereceleri.....	83
Çizelge 4.7 Açık Kazı Yöntemi ile Yapılan Atıksu Hattı İmalatındaki Önerilen Kontrol Tedbirleri ve Çevre Boyutu Önlem Dereceleri.....	88
Çizelge 4.8 Açık Kazı Yöntemi ile Atıksu İletim Hatlarının İmalatındaki Çevre Boyutu Belirleme, Çevresel Etki ve Risk Değerlendirme Formu.....	92
Çizelge 5.1 Açık Kazı Yöntemi İle Yapılan Atıksu Hatları İmalatındaki Faaliyetlerin Çevre Boyutu Önem Dereceleri Dağılım Tablosu.....	103

ATIKSU İLETİM VE DEŞARJ HATLARININ İMALATINDA ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMİNDEKİ RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Ahmet Burak AKKOYUNLU

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Süleyman ŞAKAR

Sanayileşme ve kentleşme ile birlikte doğal olarak su tüketimi de artmaktadır. Su kullanımının artması kullanılmış suların uzaklaştırılması sorununu da ortaya çıkarmaktadır. Herhangi bir arıtma işlemi olmadan endüstri tesisleri ve yerleşim yerleri atık sularının gelişi güzel doğaya vermeleri önemli bir çevre kirlenmesine neden olmaktadır. Bilhassa deniz ortamına yapılan atıksu deşarjları deniz kirliliğine neden olmaktadır. Atıksu iletim ve deşarj hatları sayesinde olumsuz çevresel etkilerin önüne geçilebilmektedir. Son yıllarda hem atıksu toplayıcı hatların artış göstermesi hem de arıtılmış atıksuların denizlere mevzuat çerçevesinde deşarj edilmesinde önemli bir artış görülmektedir. Bununla birlikte insanlarda çevre konusunda yapılacak yatırımların füzuli olduğu düşüncesi hala yerini korusa da, özellikle ülkemizde çevre adına birçok yatırım yapılmaktadır. Arıtma tesislerinin sayısı artmakta, atıksu iletim ve deşarj hatları genişlemekte ve kontrolsüz deşarjların (baca gazlarının deşarj limitlerini sağlamadan atmosfere salınması, atıksuların kaçak deşarj edilmesi, katı atıkların çevreye dökülmesi) önlenmesi konusunda çalışmalar devam etmektedir.

Atıksu hatlarının yapımı çeşitli boru tipi ve imalat yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir. Boru tipleri; beton boru, cam takviyeli plastik boru, polietilen borular, spiral kaynaklı çelik borular ve düktil demir borular olmak üzere 5'e ayrılmaktadır. İmalat yöntemleri ise açık kazı yöntemi, yönlendirilmiş yatay delgi yöntemi ve boru itme yöntemi olarak 3'e ayrılmaktadır. Yatay delgi metotlarında genel olarak spiral kaynaklı çelik borular, açık kazılar da beton borular tercih edilmektedir. Atıksuların denize deşarjlarını sağlayan derin deniz deşarj hatları da spiral kaynaklı çelik borular ile yapılmaktadır. Atıksu derin deniz deşarjlarında imalat ve işletme hatalarından kaynaklı deniz kirlenmesi karşılaşılan önemli bir sorunların başında gelmektedir. Bu kirlenmeden dolayı deniz ekosisteminin uzun ve kısa vadede etkilenmesi söz konusudur. Bu tezde atıksuların kaçak deşarj edilmesini önlemede atıksu arıtma yöntemlerinden biri olan derin deniz deşarjındaki ve atıksu iletim hatlarının imalat yöntemlerindeki avantaj ve dezavantajları, imalat ve işletme aşamasında karşılaşılan problemlere çözüm önerileri çevre yönetim sistemi çerçevesinde araştırılmıştır. Bu kapsamda derin deniz deşarj işlemi sonrası atık suyun optimum bir şekilde arıtılabilmesi için ve atıksu iletim hatlarının sorunsuz imal edilebilmesi için çözüm önerileri sunulmuştur.

Yapılan araştırmalar sonucunda kara hatlarının imalatlarında kullanılan yöntemlerdeki problemin; atıksu imalat yöntemlerinde kullanılan iş makinelerden, boru bağlantı noktalarının tam birleştirilememesinden, uygun boru tipi seçilmemesinden, hafriyat atıklarının kaçak olarak dökülmesinden, uygun dane çaplı malzeme ile dolgu yapılmamasından kaynaklı olumsuz çevresel etkilerin oluştuğu, derin deniz deşarj imalatlarındaki problemlerin ise; suların ön arıtıma tabi olmadan derin deniz deşarj uygulaması yapılmasından, imalat aşamasında kullanılan malzeme tiplerinin yanlış seçilmesinden, istasyon (suyun ilk deşarj noktası) noktasının yanlış konumlandırılmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Atıksu derin deniz deşarj çevre yönetim sistemlerinin ulusal ve uluslararası mevzuata uygun bir şekilde izin verilen karakterdeki sular için uygulanması, imalat aşamasında kullanılan malzeme korozyona dayanıklı olması, istasyon noktası konumlandırılırken hat uzunluğuna ve derinliğine dikkat edilmesi gerekmektedir. Atıksu iletim hatlarının imalatında iş makinelerinin bakımlarının zamanında yapılması ve kullanılan yakıtların resmi akaryakıt firmalarından tedarik edilmesi, hafriyatların döküm izni olan tesislere nakledilmesi, inşaat alanının panellerle çevrilmesi, dolgu malzemesi olarak uygun dane çaplı

kırmataşların kullanılması, boru tipinin ve imalat yönteminin doğru tercih edilmesi olumsuz çevre etkileri oluşturmak için önemlidir

Anahtar Kelimeler: Atıksu hatları imalat yöntemleri, Derin Deniz Deşarjı, Boru Tipi, Çevre Yönetim Sistemindeki Risk Değerlendirmesi



ABSTRACT

RISK ASSESSMENT FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEMS IN THE MANUFACTURING OF WASTEWATER TRANSMISSION AND DISCHARGE LINES

Ahmet Burak AKKOYUNLU

Department of Environment Engineering
MSc. Thesis

Adviser: Assist. Prof. Süleyman ŞAKAR

Industrialization and urbanization are leading to an increase in water consumption. With higher water usage comes the challenge of removing used water. Wastewater from industrial facilities and residential areas getting indiscriminately dumped into nature without any treatment causes significant pollution in the environment. Especially, wastewater discharged into sea creates marine pollution. Wastewater transmission and discharge lines help prevent negative environmental effects. In recent years, the number of wastewater collection lines has increased, and there has been a significant rise in treated wastewater getting discharged to the sea in accordance with regulations. However, people still consider environmental investments to be superfluous. But, Turkey is investing a lot in environment. The number of treatment facilities are increasing, wastewater transmission and discharge lines are getting larger, and there are ongoing efforts to prevent uncontrolled discharges (chimney gases outside discharge

limits released into atmosphere, illegal discharge of wastewater, solid waste dumped into environment).

Wastewater lines are produced using various pipe types and manufacturing methods. There are 5 types of pipes: concrete pipes, glass reinforced plastic pipes, polyethylene pipes, spirally welded steel pipes, and ductile iron pipes. There are 3 manufacturing methods: open excavation, horizontal directional boring, and pipe jacking. Usually, spirally welded steel pipes are preferred for horizontal boring methods while steel pipes are used in open excavations. Deep sea discharge lines, enabling the discharge of wastewater into the sea, are built with spirally welded steel pipes. Marine pollution due to manufacturing and operational errors in the discharge of wastewater into deep sea is a major problem. This pollution has short and long-term impacts on the marine environment. This thesis studies, within the framework of environmental management systems, the advantages and disadvantages of deep sea discharge, a wastewater treatment method to prevent illegal discharging of wastewater, and the manufacturing methods of wastewater transmission lines, and also recommends solutions for problems encountered during manufacturing and operation. In this context, solution recommendations are presented for optimal treatment of wastewater after the deep sea discharge process and seamless production of wastewater transmission lines.

Research has shown that the problems in the manufacturing methods of land lines lie with the heavy equipment used in wastewater manufacturing methods, imperfectly connecting pipe joints, not choosing the right pipe type, illegal disposal of excavation waste, and the negative environmental effects due to using backfill materials with incorrect grain diameter; while the problems in the manufacturing for deep sea discharge lie with deep sea discharge applications for water that has not been pre-treated, picking the wrong materials in the manufacturing process, and improper placement of the station point (first discharge point for water). It is necessary to apply deep sea wastewater discharge environmental management systems for right types of water allowed by domestic and international regulations, use corrosion-resistant materials in the manufacturing process, and pay attention to line length and depth while positioning the station point. In order to avoid negative environmental impact, it is key to enable timely maintenance of the heavy equipment used in the manufacturing of wastewater transmission lines and use authorized fuel retailers, deliver the excavation waste to facilities with disposal permissions, put up boards around the construction site,

use ballast with the right grain diameter for backfilling, and pick the right pipe type and manufacturing method.

Keywords: Wastewater line manufacturing methods, Deep Sea Discharge, Pipe Type, Risk Assessment for Environmental Management System



GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Yeryüzünde yaşayan canlı sayısı her geçen gün artmaktadır. İnsanoğlu yaşayan canlılar arasında çevreye en çok zarar veren canlı türüdür. İnsanın olduğu her yerde hava, su, toprak ve gürültü kirliliği oluşmaktadır. Geçmiş dönemlerde bu gibi olumsuz çevresel etkilerin önüne geçmek için hiçbir önlem alınmasa da günümüzde çevreye verilen zararların minimize edilmesi ve tamamen ortadan kaldırılması için çok sevindirici gelişmeler mevcuttur. En önemli çevresel etkilerden biri su kirliliğidir. Su bütün canlıların yaşaması için mutlak ihtiyaç duydukları bir kaynaktır. Dolayısıyla doğal kaynakların verimli kullanımı ve mevcut kaynakların kirletilmemesi gerekmektedir. Su kirliliğinin ana sebeplerinden biri insanoğlunun yaşamsal faaliyetleri sonucu oluşan atıksuyun kontrolsüz şekilde alıcı ortamlara deşarjıdır.

Atıksular karakterlerine göre tasfiye işlemi uygulanarak veya uygulanmadan deşarj edilmektedir. Atıksulardaki kirlilik yüklerini alıcı ortamlara zarar vermeyecek duruma getirmek için arıtma işlemleri uygulanmaktadır. Biyolojik arıtma tesisleri, ileri biyolojik arıtma tesisleri, membran yöntemi ile arıtma tesisleri ve derin deniz deşarjı sistemleri su arıtımını gerçekleştiren birimlerdir. Arıtma tesislerinin kapasiteleri arttıkça birim arıtma maliyetleri de düşmektedir. Atıksu ev bağlantı hatları, toplayıcı hatları ve kollektör hatları evsel atıksuların bir noktada toplanması ve taşınması için imal edilen altyapı sistemleridir. Bu sistemler sayesinde kaçak deşarjların önüne geçilmekte, atıksuların arıtma tesisine iletimi sağlanmakta ve arıtma maliyetleri minimize edilmektedir.

Atıksu toplayıcı hatları, kollektör hatları ve derin deniz deşarjı sistemleri atıksuyun çevreye vereceği zararı ortadan kaldırmaktadır ancak bu hatların imalatının plansız olarak gerçekleştirilmesi ile olumsuz çevresel etkiler meydana gelmektedir. Çevre yönetim sistemi,

bir faaliyeti planlayarak işlem esnasında veya sonucunda oluşabilecek çevresel etkileri ortadan kaldırmakta veya minimize etmektedir. Sürekli iyileştirme prensibine dayanan çevre yönetim sistemi, faaliyetlerin ve faaliyetler sonucunda oluşabilecek çevresel etkilerin planlaması, plan kapsamında uygulamaların gerçekleştirilmesi, uygulama ve planlamaların kontrolünün sağlanması ve iyileştirme amacıyla önlemlerin alınması şeklinde yürütülmektedir.

Atıksu hatlarının imalatlarında kullanılan çeşitli boru tipleri ve imalat yöntemleri mevcuttur. Atıksu hatlarının imalatında kullanılan boru tipleri beton boru, düktil demir boru, spiral kaynaklı çelik boru, polietilen borular ve cam takviyeli plastik borulardır [1]. İmalat yöntemleri ise açık kazı ile imalat, yönlendirilmiş yatay delgi tekniği ile imalat, boru itme metodu ile imalat ve alıcı ortama nakli sağlayan derin deniz deşarjı sistemleridir. İmalatın verimli, kısa sürede, ekonomik ve çevre etkisinin minimum olacak şekilde olabilmesi için projelendirme aşamasında uygun borunun ve yöntemin seçilmesi önem arz etmektedir. İmalat sırasında doğal kaynakların tüketimi, hafriyat atıkları, hatalı imalatlarda atıksuyun toprağa karışması, gürültü kirliliği vb. çevresel etkiler oluşabilmektedir. İmalatın çevre yönetim sistemi ile entegreli yapılması çevre sağlığı için gereklidir. Daha önce atıksu iletim hatlarının imalatında yapılmış bir çevre yönetim sistemi mevcut değildir.

Akyürek (2016), yüksek lisans tez çalışmasında Türkiye’de gerçekleştirilen üstyapı inşaat projelerindeki çevre yönetim sistemini ele almıştır. Tez çalışmasının amacı, bu projelerde TS EN ISO 14001 standardı esas alınarak mevcut sıkıntıların, etkenlerin ve sonuçların değerlendirilmesinin yapılmasıdır. Sonucunda, üstyapı inşaat projelerinde çevre yönetim sistemindeki standartların nasıl hayata geçirileceği gösterilmiştir. Dünya üzerinde kullanılan “inşaat projesi yönetimi” kavramının ulusal projelerde kullanılmadığına dikkat çekilmiştir. İnşaat projelerinde çevre yönetim sistemi uygulanması yüklenicilerin yapım projelerindeki çevresel boyut ve etkileri belirlemelerini kolaylaştıracak, çevre mevzuatına uyumu artıracak, önemli çevresel etkilerin azaltılmasını sağlamak için yöntem oluşturacak, kaynakların etkin kullanımına destek sağlayacak ve doğru yapım yöntemleri ile çalışılmasını ve öncelikle yüksek çevresel etkiye sahip boyutlar ve atık yönetimi için yatırım yapılmasını sağlayacağı belirtilmiştir [2].

Ayarkwa (2010), tarafından yapılan çalışmada Gana inşaat sektöründe çevresel yönetimle ilgili bilinç, tecrübeler, farkındalık düzeyi ile ilişkili bir değerlendirme anketler ve yüz yüze görüşme yolu ile tespit edilmiş, sonucunda inşaat işlerinin yalnızca doğal kaynak tüketimine

sebepe olmadığı aynı zamanda yüksek düzeyde atık, gürültü, toz ve partikül madde meydana getirdiği insanlar tarafından bilindiği ortaya çıkmıştır. İnşaat şirketleri çevre yönetim sistemi uygulamasının mevcut kar marjları ile yapılmasının mümkün olmadığına, maliyetinin yüksek olduğuna ve ancak devlet yardımı ile uygulanabileceğine dönük bilince sahip olduğu tespit edilmiş. Bu bağlamda sistemin zorunlu kılınarak ancak çevresel yükümlükleri üstlenen ve ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi belgeli firmaların devlet nezdinde ihalelere girmesi önerilmektedir. Buna ek olarak, işverenler ve vatandaşlar çevre dostu binaların yapımının artmasının Çevre Yönetim Sistemi'ne katkı sağlayacağını düşünmektedir [3].

Söderman (2006), tarafından yapılan çalışmada bir inşaat firmasının çevre yönetim sistemi uygulaması ele alınmıştır. Çalışmanın odaklandığı nokta ilgili firmanın şantiyesinde kullanılan mevcut çevresel boyut tanımlaması ve risk değerlendirmesinin yerine yeni bir yöntem olan sayısal değerlendirme seçeneği konulması ve bu yöntemin önleyici faaliyetler uygulanarak ve uygulanmadan değerlendirilmesidir. Her iki durum içinde risk analizi gerçekleştirilmiş ve mevcuttaki sistemle karşılaştırılmıştır. Yapılan araştırma sonucu, tanımlanan faaliyetlerin sebep olduğu kirlilik riskinin kontrol uygulandığında ciddi bir minimizasyon sağladığı görülmektedir. Toplam çevresel etki üzerindeki göreceli etki en çok kontrollerin etkinliği ile değişiklik göstermektedir, bunlardan en zararlısı PCB, civa ve kurşun deşarjlarından kaynaklanmaktadır. Yeni yöntem olan Sayısal Risk Değerlendirmesi mevcut risk değerlendirmesine göre aynı sonucu verse de daha ayrıntılı bir veri oluşturmaktadır. Bu yöntem uygun girdileri kullanarak istatistik yardımıyla net sonuçları ortaya çıkarmakta ve böylece önleyici faaliyetler için gerekli çözümleri sunmaktadır. Çevresel etkileri minimize edebilmek için Sayısal Risk Analizi ile çevresel yönetim arasındaki ilişkinin kurulmasının mecburiyetini göstermektedir [4].

Vur (2006), yüksek lisans tez çalışmasında bir ilaç firmasında anket yöntemi ile çalışanların çevre yönetim sistemine bakış açıları ve duyarlılığı değerlendirilmiştir. Çalışan duyarlılığının çevresel etkilerin minimizasyonundaki etkisi incelenmiştir. Aynı sektördeki iki firma arasında karşılaştırma yapılmıştır. İlaç sanayinde çevresel etkiyi oluşturan iki ana kaynağın katı atıklar ve tehlikeli atıklar olduğu belirlenmiştir. Doğal kaynak sarfiyatında azaltım ve oluşan atıkların indirgenmesi için üst yönetimin çevre bilinci olması ve uygulamada desteğinin önemi anket verileriyle kanıtlanmıştır. Karşılaştırılan firmalar arasında ISO14001 belgesine sahip firmada tehlikeli atık miktarı daha az, geri dönüştürülebilir atıklardan elde edilen gelirin daha fazla olması firma maliyetini azaltmaktadır. Bu da, ISO14001 Çevre Yönetim Sisteminin çevre olumsuzluklarını indirgemesinin yanında firmaya kazanç sağlayacak, prestijini

arttıracak, çalışan ve çevresine küresel yarar sağlayacak bir sistem olduğunu göstermektedir [5].

Literatürde görüldüğü gibi farklı sektörlerde değişik yöntemlerle gerçekleştirilmiş çevre yönetim sistemleri ele alınmaktadır. Çalışmaların çoğunda anket yöntemi kullanılarak çalışan bilincinin çevre yönetim sistemine etkisi araştırılmıştır. Ancak altyapı imalatları ile ilgili gerçekleştirilmiş çevre yönetim sistemi ve risk değerlendirilme çalışmaları bulunmamaktadır. Bu amaçla, literatürde bu belirgin boşluğun doldurulması ve yüksek yatırımların yapıldığı altyapı projelerinde çevre yönetim sisteminin ele alınması önemli bir araştırma konusudur.

Bu çalışmada, altyapı iletim ve deşarj hatlarının imalatında çevre yönetim sistemindeki risk değerlendirmesi araştırmaları yapılmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Tezin amacı, atıksu ve kollektör hatlarının imalatında oluşabilecek çevre olumsuzluklarının önüne geçilmesi için yapılması gerekenleri göstermektir. Bu çalışma sonucunda çevre yönetim sistemi ile entegre yürütülen bir atıksu imalatında hedeflenenler şu şekildedir:

- Yapılacak projelerde önlemlerin alınarak olumsuz çevre etkilerinin önüne geçebilmek,
- Doğal kaynakların tasarruflu kullanımı sağlamak,
- Şehir merkezi imalatlarında yaşayan halkın olumsuz etkilenmesinin önüne geçmek,
- Derin deniz deşarjlarında su canlıların habitatı korumak,
- Yeraltı sularının korunmasını sağlamak,
- Bitkilerin korunmasını sağlamak
- Altyapı tesislerine zarar vermeden atıksu imalat gerçekleştirmek

Tez çalışmasında boru özellikleri ve kullanım alanları, imalat yöntemlerinin hangi bölge için uygun olduğunun belirlenmesi, kazı ve dolgu işlemlerinin nasıl ve hangi malzeme ile yapılacağının belirlenmesi ve yapım aşamasında yapılması gerekenler araştırılacaktır. Bu şekilde yukarda sıralanan olumsuz çevresel etkilerin önüne geçilebilecektir.

1.3 Hipotez

Bu tezde literatür özetinde belirtilen atıksu boru tiplerinin iletim hatları kullanımı için uygunlukları araştırılmıştır. Bu boru tiplerinin hangi tip malzemedan üretildikleri, üretim teknikleri, dayanım özellikleri, üretim çapı aralıkları, dezavantaj ve avantajları detaylı olarak

gösterilmiştir. Boru tiplerinin hatalı seçimi sonucu oluşacak çevresel etkilere değinilmiştir. Atıksu hatları imalat yöntemlerinin yapım metodolojileri, uygulamada yapılan hatalar, bölge uygunlukları, avantaj ve dezavantajları, oluşturabilecekleri çevresel etkiler ve alınması gereken önlemler detaylı incelenmiştir. Derin deniz deşarj sistemlerinde kullanılacak malzemelerin seçimi ve önemi, yapılan hatalar ve çevresel etkileri, bu yapım hatalarına karşı alınması gereken önlemler, projelendirme aşamasında dikkat edilmesi gereken kriterler de araştırılmıştır. Çevre yönetim sisteminin atıksu iletim ve deşarj hatlarının imalatında gerekliliği ve faydaları belirtilmiştir.



ATIKSU HATLARINDA KULLANILAN BORU TİPLERİ

Altyapı projelerinin en önemli noktası imalatı yapılacak doğru boru tipinin tayin edilmesidir [6]. Bu imalatın uzun ömürlü ve verimli olması açısından oldukça önemlidir. Altyapı projelerinde kullanılan boru tipleri 5'e ayrılmaktadır. Bunlar;

- Polietilen Borular
- Spiral Kayaklı Çelik Borular
- Cam Takviyeli Plastik Borular
- Düktil Borular
- Beton Borular

Atıksu ve kollektör hattı imalatlarında genel olarak beton borular tercih edilmektedir. Derin deniz deşarj hatlarında ise iç ve dış kaplamalı spiral kaynaklı çelik borular kullanılmaktadır. Boruların hammaddeleri, döşeme kolaylıkları, maliyetleri, mukavemetleri, darbe dayanımları, çekme dayanımları ve korozif özellikleri boru tercih aşamasında dikkat edilen hususlardır. Altyapı imalatının yapılacağı zeminin eğimi ve zemin jeoleji raporları da boru tercihi konusunda belirleyicidir.

2.1 Polietilen Borular

Polietilen borular, hammaddesi petrol olan polietilenden üretilmiş borulardır [7]. Polietilen, Almanya'da bulunmuştur ve ilk olarak 1950 yıllarında içme suyu projelerinde kullanılmıştır [8]. Polietilen borular yoğunluk sınıflarına göre düşük yoğunluklu, yüksek yoğunluklu ve ultra yüksek yoğunluklu olarak ayrılmaktadır. Basınç sınıflarına göre ise PE32, PE40, PE63,

PE80 ve PE 100 şeklinde sınıflandırılmaktadır. Günümüz şartlarında yüksek kalitede üretimi mümkündür. Genel olarak doğalgaz, içme suyu, yağmursuyu ve nadir olarak atıksu iletim hatlarında kullanılmaktadır. PE boruların kullanım alanları Çizelge 2.1’de ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

Çizelge 2.1 PE Boruların Kullanım Alanları [7]

PE Boruların Kullanım Alanları	PE 40 LDPE	PE63 HDPE	PE80 MDPE	PE80 HDPE	PE 100 HDPE
İçmesuyu Boru Hatları		X	X	X	X
Basınçlı Sulama Hatları		X	X	X	X
Abone Bağlantı Uygulamaları	X	X	X	X	X
Hidroelektrik Santralleri					X
Gaz Hatları			X	X	X
Arıtma Tesisi Boru Hatları			X	X	X
Yüzme Havuzu Boru Hattı			X	X	X
Soğutma Suyu Boru Hattı			X	X	X
Basınçlı Hava Boru Hattı	X	X	X	X	X
Katı Madde Nakliye Hattı		X	X	X	X
Kimyevi Madde Hattı			X	X	X
Kanalizasyon Boru Hatları			X	X	
Derin Deniz Deşarj Uygulamaları			X	X	X
Balık Çiftliği Uygulaması			X	X	

Çizelge 2.2 PE Boruların Kullanım Alanları (devamı) [7]

Katı Atık Tahliye Hattı			X	X	
Kablo Muhafaza Borusu			X		

Ülkemizde Ø2500mm. Çap, 100mm. et kalınlığı ve 500m.uzunluğa kadar üretimi mevcuttur. Doğalgaz hatlarında PE80, içme suyu hatlarında ise PE100 basınç sınıfı daha çok tercih edilmektedir. Polietilen borular hafiflik, döşeme kolaylığı, tamiratın kolay olması, bağlantı noktalarının sızıntı ve kaçağa karşı korunaklı olmasından dolayı içmesuyu hatlarında tercih edilmektedir. İçmesuyu evsel bağlantılarında Ø32mm ve Ø40mm çapında HDPE boruların kullanımı yaygındır. Atıksu hatlarında ise korige boruların kullanımı yaygındır [9]. Korige borular Polipropilen ve Polietilen hammaddelerinden üretilen bir boru tipidir, ismini de dalgalı şeklinden almıştır. Atıksu ve yağmursuyu iletim projelerinde eğim oranı yüksek noktalarda tercih edilmektedir. Bunun sebebi ise eğimli zeminde beton boruların döşeme aşamasında kırılması ve daha kolay hasar görmesidir. Korige borular esnek yapısı ve hafifliklerinden dolayı eğimli yüzeylerdeki imalatları boru hasar görmeden ve daha kolay yapılabilir. Dalgalı şekillerinden dolayı boru içerisi teresubat birikintisi olmamaktadır. Ülkemizdeki İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi, TC Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi vb. diğer idareler projelerinde korige boru kullanımına sıkça yer vermektedir. Korige boruların görüntüleri Şekil 2.1’de görüldüğü gibidir.



Şekil 2.1 Korige Boru Görseli

2.1.1 Polietilen Boruların Birleştirme Yöntemleri

Polietilen boruların tercih edilmelerinin sebeplerinden biri birleştirme kolaylığıdır. Çeşitli birleştirme yöntemleri vardır. İmalat yapılacak lokasyona, boru et kalınlığı ve tipine göre birleştirme yöntemi değişiklik göstermektedir. 5 farklı birleştirme yöntemi vardır. Bunlar; elektrofüzyon kaynak ile birleştirme, alın kaynak ile birleştirme, soket füzyon kaynak ile birleştirme, köşe kaynak ile birleştirme ve flanşlı birleştirme şeklindedir. Elektrofüzyon kaynak ile birleştirme, manşon içine alınan boruların manşonun iki ucundan ısı verilerek kaynatılması işlemidir. Manşon et kalınlığının boruların et kalınlığından fazla olmasından dolayı boru çeperinin ısısı, manşon çeperinin ısısından fazla olacaktır. Bu sayede boru içerisinde basınç oluşumu sağlanmaktadır. Boru üzeri ve boru içi basınç sayesinde kaynak işlemi gerçekleşmektedir. Kaynak öncesi boruların uçları ve özel parçaları sanayi alkolü temizlenmeli, insan eli değmemeli ve boru yüzeyindeki oksidasyonu alınmalıdır. Söz konusu birleştirme yönteminde iki borunun aynı hammaddeye sahip olması gerekmektedir. Kaynak yapılacak ortamın olumsuz hava koşullarından etkilenmesinden dolayı başarılı bir işlemin gerçekleşmesi için ortam sıcaklığı 5°C ile 50°C arasında olmalıdır. Alın kaynak ile birleştirme; polietilen boru uçları tıraşlanarak kaynağa hazır hale getirildikten sonra boruların birleşim noktalarına yerleştirilen ütü yardımı ile ısıtma sağlanır ve yeterli ısıya ulaşıldığında iki boru birbirine birleştirilip daha sonra soğutma işlemi yapılmaktadır. Alın kaynak ile birleştirme yapılacak durumlarda aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Alın kaynağının yapılacağı ortam ısısı 5°C altında olmamalıdır,
- Birleştirilecek boru et kalınlıkları eşdeğer olmalı veya iki boru arasındaki et kalınlığı farkı azami %10'u geçmemelidir,
- Boru çapları 50mm - 1600mm arasında olmalı, et kalınlıkları da boru çapına bağlı olarak 5mm - 100mm arasında olmalıdır belirtilen değerler dışında kaynak işlemi yapılamamaktadır,
- Kaynak aşamasında boruların uçları tıraşlanmalı ve oksidasyonu alınmalıdır. Boru uçlarının birbirine tam teması açısından önemlidir,
- Kaynak işlemi aşamasında, borularının basınç değerleri eşdeğer olmalıdır.

Alın kaynak boru alan hesabı; $A_{\text{boru}} = (d_b^2 - d_i^2) * \pi / 4 \text{ mm}^2$ şeklindedir. Formülizasyonda bulunan d_b boru dış çapını, d_i ise boru iç çapını göstermektedir. HDPE boruların 20°C ortam ısındaki optimum kaynak süreleri Çizelge 2.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.3 HDPE Boruların 20°C Ortam Isısında Optimum Kaynak Süreleri [7]

Boru et kalınlığı(mm)	Dudak Yüksekliği(mm)	Isıtma Süresi(sn.)	Boru Birleştirme Süresi(sn)	Soğutma Süresi(dk)
4,5	0,5	45	5	6
4,5-7	1	45-70	5-6	6-10
7-12	1,5	70-120	6-8	10-16
12-19	2	120-190	8-11	16-24
19-26	2,5	190-260	11-14	24-32
26-37	3	260-370	14-19	32-40
37-50	3,5	370-500	19-25	40-60
50-70	4	500-700	25-35	60-80

Soket Füzyon kaynak ile birleştirme, alüminyum kalıplar yardımı ile boru dış yüzeyi ve boru özel parçalarının iç yüzeyi ısıtılmakta, birleşim noktaları yeterli eriğik kıvama ulaşınca kalıp içinden çıkartılarak borular birleştirilmektedir. Bu yöntem kullanım alanının kısıtlı olması nedeniyle çok tercih edilmemektedir. Küçük çaplardaki polietilen borularda kullanımı yaygındır. İsale hatları, ana şebeke hatları gibi büyük çaplardaki imalatlarda kullanılmamaktadır. Köşe kaynak ile birleştirme yöntemi de soket füzyon kaynak yöntemi gibi çok tercih edilmemektedir. Boruların kesilip birleştirilerek üretimi yapılan fittingslerin imalatında kullanılmaktadır. Boru köşelerinde oluşan boşluğu doldurma prensibine dayandığı için ismi köşe kaynak olarak anılmaktadır. Diğer adı ise ekstrüzyon kaynaktır. Gaz boruları ve basınçlı içmesuyu hatlarında bu yöntem kullanılamamaktadır. Kaynak ekstruderini kaynak yüzeyine 45° açı ile tutularak kaynak işlemi yapılmalıdır. Ortam ısısı diğer kaynak tiplerinde olduğu gibi bu kaynak yönteminde de önemlidir. Flanş ile birleştirme, diğer yöntemlerden farklı olarak herhangi bir ısı işlem yapılmadan gerçekleştirilmektedir. Boru ucuna flanş adaptörü bağlandıktan sonra birleştirilerek flanşlar üzerindeki cıvata ve somunların sıkılması ile yapılmaktadır. Genel olarak PE borular ile çelik gibi farklı cinsteki boruların, mekanik aksam bağlantı noktalarında, boruların hat arızası nedeni ile demonte edildiği durumlarda kullanılmaktadır.

2.1.2 Polietilen Borular ile İlgili Yasal Standartlar ve Teknik Şartnameler

Ülkemizde çeşitli kurumlar tarafından atıksu iletim hatları, kollektör hatları, isale hatları ve içmesuyu şebeke hatları ile ilgili birçok ihale yapılmaktadır. İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, İller Bankası A.Ş. Genel Müdürlüğü ve diğer su ve kanalizasyon idareleri tarafından altyapı ihaleleri yapılmaktadır. Söz konusu idareler projelerinde kullanılacak polietilen, HDPE ve koruge borularla ilgili olarak standartlardan atıf yaparak çeşitli teknik şartnameler ve yönetmelikler yayınlamaktadır.

İSKİ'ye ait İçme ve Kullanma Suyu Sistemlerinde Kullanılacak HDPE(YYPE) PE100 ve Boru Bağlantı Parçaları Teknik Şartnamesi ve DSİ Genel Müdürlüğüne ait Yüksek Yoğunluklu Polietilen (Hdpe) Borular Genel Teknik Şartnamesi aşağıdaki standartlara atıf yapılarak hazırlanmıştır.

- TS EN 12201-1: Basınç altında içme ve kullanma suyu, kanalizasyon ve drenaj suyu için plastik boru sistemleri- Polietilen (PE) Bölüm1- Genel
- TS EN 12201-2:2011+A1: Basınç altında içme ve kullanma suyu,kanalizasyon ve drenaj suyu için plastik boru sistemleri - Polietilen(PE) Bölüm 2 - Borular
- TS EN 12201-3+A1: Basınç altında içme ve kullanma suyu,kanalizasyon ve drenaj suyu için plastik boru sistemleri - Polietilen(PE) Bölüm 3 – Ekleme Parçaları
- TS EN 12201-5: Basınç altında içme ve kullanma suyu,kanalizasyon ve drenaj suyu için plastik boru sistemleri - Polietilen(PE) Bölüm5: Sistemin amacına Uygunluğu
- TSE CEN/TS 12201-7: Plastik Boru Sistemleri – İçme veKullanma Suyu İçin – Polietilen(PE)- Bölüm 7 Uygunluk Değerlendirme Kılavuzu
- TS ISO 11922-1: Termoplastik Borular – Akışkanların Taşınmasında Kullanılan – Boyutlar ve Toleranslar- Bölüm1: Metrik Seriler
- TS EN ISO 1183-2: Plastikler – Gözeneksiz plastikler – Yoğunluk tayin metotları – Bölüm 2: Gradyen yoğunluk kolonu metodu
- TS EN ISO 1183-1: Plastikler – Gözeneksiz plastikler – Yoğunluk tayin metotları – Bölüm1: Daldırma metodu, sıvı piknometre metodu, titrasyon metodu
- TS EN ISO 1183-1: Plastikler – Gözeneksiz plastikler – Yoğunluk tayin metotları – Bölüm3: Gaz piknometre yöntemi

- TS EN ISO 1133-1: Plastikler – Erimiş termoplastiklerin küresel akış hızının (MFR) ve hacimsel akış hızının (MVR) tayini
- TS 11448: Plastik Borular ve Eklenme Parçaları Kimyasal Maddelere Dayanıklılık – Sınıflandırma
- TS EN 728: Plastik Borular ve Kanal Sistemleri – Poliofilen Borular ve Ekleme Parçaları – Oksidasyon İndüksiyon Süresi Tayini
- TS 7792: Poliofilen Borular ve Bağlantı Elemanları – Kasinasyon ve Piroliz ile Karbon Siyahı Tayini – Deney Metodu ve Ana Özellik
- TS EN ISO 3126: Plastik Boru Sistemleri – Plastik Birleşenler – Boyutların Tayini
- TS EN ISO 6259-1 Termoplastik Borular - :ekme özelliklerinin tayini – Bölüm1: Genel Deney Yöntemleri
- TS EN ISO 13479: Poliofilen Borular – Sıvıların Taşınmasında Kullanılan – Çatlak İlerlemesine Karşı Koyan Mukavemetin Tayini – Çentikli Borular Üzerinde Yavaş Çatlak İlerlemesi Deneyi(Çentik Deneyi)
- TS ISO 13953: Borular ve ekleme parçaları – Polietilen(PE)- Alın kaynaklı bir bağlantıdan alınan deney parçalarının çekme mukavemetinin ve hasar tipinin belirlenmesi
- TS ISO 13954: Plastik Borular ve Ekleme Parçaları – Anma Dış Çapı 90mm veya Daha Büyük Olan Elektrik Eritmeli Polietilen(PE) Takımlar için Sıyrarak Ayırma Deneyi
- TS ISO 13955: Plastik Borular ve Ekleme Parçaları – Elektrik Eritmeli Polietilen Takımların Sıkıştırılarak Ayrılması Deneyi
- TS ISO 13956: Plastik Borular ve Ekleme Parçaları – Yapışma Mukavemetinin Tayini – Polietilen (PE) Takımlar için Yırtılma Deneyi
- TS EN – 681-1: Elastomerik Contalar – Su ve Drenaj Uygulamalarında Kullanılan Malzeme Özellikleri – Bölüm 1: Lastik
- TS EN ISO 1167-1: Termoplastik borular,ekleme parçaları ve takımlar – Sıvıların taşınmasında kullanılan- iç basınca direncin tayini- Bölüm 1: Genel yöntem
- TS EN ISO 1167-2: Termoplastik borular,ekleme parçaları ve takımlar – Sıvıların taşınmasında kullanılan- iç basınca direncin tayini- Boru deney parçalarının hazırlanması

- TS 5572:Borular – Polietilen(PE) – Taşıma ve Depolama Kuralları
- TSE CEN/TR 1046: Plastik Boru ve Kanal Sistemleri – Bina Dışı Su ve Pis Suyun Taşınmasında Kullanılan Sistemler- Yer altı ve Yer üstü döşeme Kuralları

İSKİ'ye ait teknik şartnamede polietilen boruya ait istenilen teknik özellikler, muayene ve testler, birleştirme yöntemleri ve nakliye aşamasında dikkat edilmesi gereken hususlar ayrıntılı olarak gösterilmektedir. İlgili şartnameye göre HDPE Hamurunun özellikleri Çizelge 2.3'te gösterildiği şekilde olmalıdır. İdare boru kabulü aşamasında boru üreticisinden boru ve bağlantı parçalarının özellikleri, fiziksel, mekanik diğer özellikleri, kimyasal karşı dayanımı, yüzey pürüzsüzlüğü ve pürüzlülük katsayısı, basınç kaybı diyagramları, servis ömrü diyagramları, aşınma direnci diyagramları, üretim ebatları, bağlantı ekipmanlarına ilişkin detaylar ve sevk edilen malzemeye ait depolama detaylarını talep etmektedir [10].

Çizelge 2.4 Granül halindeki HDPE Hamuru Özellikleri [10]

Özellikler	Test Metodu	Değer
Yoğunluk (23°C)	TS EN ISO 1183	>0.95gr/cm ³
Karbon Siyahı Miktarı	TS 7792 ISO 6964	Kütlece %2-2,5
Karbon Siyahı Dağılımı	ISO 18553	≤ 3
Yükseltgenme İndeksiyon Süresi(ısıtılabilirlik)(200°C)	TS EN 728	≥ 20dk
Kütle Erime Akış Hızı MFR (190°C/5kg-şart T)	TS EN ISO 11331	0,2-0,7 gr/10
Kopma Uzaması	TS EN ISO 6259	>%350
Kopma Mukavemeti	TS EN ISO 6259	>23N/mm ² (MPa)
MRS		10MPa
Çevre gerilmesi		≥8MPa
Dış cidar rengi		Siyah

DSİ Genel Müdürlüğüne ait Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE) Borular Genel Teknik Şartnamesi de İSKİ'ye ait teknik şartname ile benzerlik göstermektedir. Devlet kurumları

boru tipleri için oluşturmuş olduğu teknik şartnameleri standartlardan atıf yapılarak ürettikleri için şartnameler arasında çok farklılık bulunmamaktadır. Bu şartnamede de polietilen boruların kimyasal özelliklerinde dikkat edilmesi gereken hususlar şöyle gösterilmektedir;

- Ultraviyole ışınlara karşı dayanımı yüksek
- Açık hava ortamında bozunmaya uğramayacak
- Toprak alkali metallerle karşı mukavim özellikli
- Kimyasallara karşı dirençli
- Toprak altı nemden etkilenmeyecek
- Hijyenik ve toksikolojik bakımdan Sağlık Bakanlığı Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne uygun olacaktır [11].

2.1.3 Polietilen Boruların Avantajları ve Dezavantajları

Polietilen boruların bazı özellikleri altyapı imalatlarında avantaj sağlarken, dezavantajlı olduğu durumlarda bulunmaktadır. Polietilen boruların avantajları şu şekilde sıralanmaktadır;

- Yüksek Basınç altında bağlantı noktalarında kopma olmamaktadır [12].
- Boruyu tranşe içine almadan dışarıda da birleştirilmesi mümkündür.
- Boru hammaddesi kimyasal mukavemeti yüksektir, korozyondan etkilenmez, 50 ile 100 yıl arası kullanım ömrü mevcuttur [12].
- Eğimli yüzeylerde, yumuşak topraklarda, deniz, dere, nehir ve göl kenarlarında kullanılabilir.
- İç yüzeyinin hidrolik pürüzsüzlüğü sayesinde projelerde kullanılan boru çapı minimize edilir, işletmelerdeki enerji ihtiyacını minimum noktaya indirmektedir.
- Esnek olmalarından dolayı fittings ve özel parça ihtiyacını azaltmaktadır.
- Üretici tesislerden taşıtlara yükleme, nakliye, indirme ve döşeme aşamasında sağlamlıklarından dolayı kayıp minimum noktasındadır.
- Bakım ihtiyacı azdır.
- Döşerirken dirsek, T paçası gibi yerlerde beton kütle ihtiyacı gerekmez.
- Esnektir.
- Çatlama direnci darbe direnci fazladır [13].
- Arazinin şekline uyum sağlar.

- Bünyesindeki karbon siyahı ihtiva etmesi sebebiyle ultraviyole dayanımı yüksektir
- Toprak içindeki aşındırıcı maddelerden etkilenmediği için katodik koruma gibi koruma sistemlerine ihtiyaç duymaz.
- PE 100 Borular suyun kimyasal özelliğini değiştirmez, bu nedenle insan sağlığına uygundur.

Polietilen boruların dezavantajları da şu şekilde sıralanmaktadır;

- Kesici darbelere karşı hassastır.
- Maliyeti diğer borulara göre oldukça yüksektir.
- Büyük çaplarda kendi malzemelerinden yapılan özel parça temininden güçlüklerle karşılaşmaktadır.
- Hendek içinde yataklama ve gömlekleme dolgusu aşamasında hassasiyet gerektirmektedir.
- Yüksek basınçta gaz transferine uygun değildir.
- Mukavemeti zaman ve sıcaklığa göre azalmaktadır.
- Düz tip borularda atıksu taşınması durumunda boru içi kalıntı birikintisi oluşmaktadır.

2.2 Spiral Kaynaklı Çelik Borular

Spiral kaynaklı çelik boru, çelik levhaların spiral şekilde kıvrılarak iç ve dış taraflarından toz altı kaynağı yapılarak üretilmektedir [14]. Geçmiş yıllarda çelik borular su ve hava ile temaslarında korozyona uğradıklarından dolayı tercih edilmemekteydi. Ancak katodik koruma sayesinde bunun da önüne geçilmiştir. Katodik koruma, bir çeşit metal koruma yöntemidir. Çalışma prensibi, korozyon metalin potansiyelini değiştirerek onu anot yerine katod olarak davranmaya zorlamaktır. Metalin dış yüzeyine katodik yönde bir dış akım sağlayarak bu gerçekleştirilmektedir [15]. Bu çözüm sayesinde spiral kaynak çelik boruların altyapı sistemlerinde kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. İsale hatlarında, atıksu yatay delgi hatlarında, doğalgaz hatlarında, derin deniz deşarj sistemlerinde kullanımları yaygındır. Kullanım alanlarına göre imalatla kullanılan çelik kalitesi değişiklik göstermektedir. İsale hatlarında genel olarak ST44, derin deniz deşarjlarında ST52 ve yatay delgi metotlarında kullanılan kılavuz borularında ise ST37 kalite çelik tercih edilmektedir. Atıksu şebeke veya ana kollektör hatlarında kullanımı yaygın değildir. İSKİ, DSİ ve İller Bankası A.Ş. vb. diğer devlet kurumları özellikle isale hattı yapım projelerinde spiral kaynaklı çelik boru tercih etmektedir. Ülkemizde çelik boru üretimi gerçekleştiren birçok firma bulunmaktadır. Spiral

Kaynaklı Çelik Borular 3000mm çap, 25mm et kalınlığı ve 12m. Boya kadar üretilebilmektedir. Çelik borulara polietilen, beton, epoksi, polipropilen, bitüm, poliüretan, toz epoksi gibi iç ve dış kaplama yöntemleri uygulanmaktadır. Boru yüzeylerini yapılan kaplamaların genel amacı; korozyona karşı dayanıklılığını artırmak, boru içini daha hijyen hale getirmek, boru içinde pürüzsüzlüğü arttırarak akışlardaki yük kaybının önüne geçmek ve boru dışında oluşabilecek darbeleri minimize etmektir. Kaplama tiplerinin boru içi ve dışı uygulama şekli Çizelge 2.4’te gösterilmektedir.

Çizelge 2.5 Kaplama Tipleri Boru İç ve Dış Uygulamaları

Kaplama Türü	Boru İç Uygulama	Boru Dış Uygulama
Polietilen		X
Polipropilen		X
Epoksi	X	X
Bitüm	X	X
Beton	X	
Toz Epoksi		X
Poliüretan		X

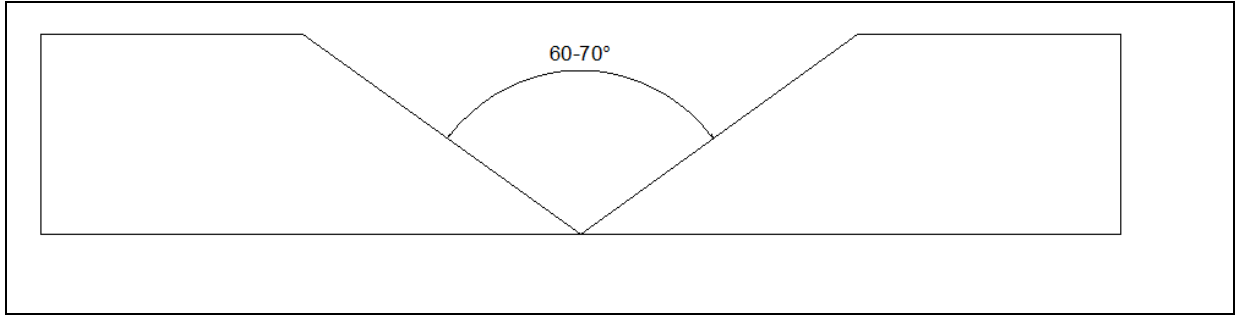
2.2.1 Spiral Kaynaklı Çelik Boruları Birleştirme Yöntemleri

Spiral Kaynaklı çelik borular kaynakla birleştirme, mufla birleştirme ve flanş yardımı ile birleştirme olmak üzere üç tip birleştirme yöntemi mevcuttur. Bunlardan en yaygın olarak kullanılan yöntem kaynakla birleştirme yöntemidir. Kaynakla ile birleştirme su sızdırmazlığı açısından diğer yöntemlere göre daha verimlidir. Bu yöntemde sırası ile kaynak ağzı açılmakta, boru uçları kesilerek düzeltilmekte, kesim sırasında oluşan çapakların temizlenmekte, boru başlarında ki ovalliğin giderilerek dairesel eksene alınmakta, boruların kaynak yapılacak şekilde tam olarak uç uca getirilerek ark kaynağı işlemi gerçekleştirilmektedir. Kaynak ağızlarının iyi açılması ve ağız kısmının hasar görmemesi başarılı bir kaynak için çok önemlidir. Aksi takdirde kaynak yapılan noktada çatlama ve sonucunda da sızırdırmalar meydana gelmektedir. Kaynak ağızları;

- Y kaynak ağzı
- X kaynak ağzı

- V kaynak ağzı
- İki kademeli kaynak ağzı şeklinde sıralanmaktadır.

Bunlardan en çok tercih edilen V kaynak ağzıdır. V kaynak ağzı Şekil 2.2’de gösterildiği gibidir. V kaynak ağzlarında iki boru temas ettiğinde aralarında 60° - 70° açıklık olması kaynak işlemi için önemlidir. Kaynak işlemi tamamlandıktan sonra boru birleşim noktası radyografik yöntem yani röntgen makinesi yardımı ile kontrol edilmektedir. Kaynağın boşluksuz, verimli ve düzgün bir şekilde yapıldığı röntgen vasıtasıyla anlaşılmaktadır. Kaynak işlemi tamamlandıktan sonra birleşim noktasına primer yapıştırıcı yardımı ile PE sargı bandı sarılmaktadır. PE sargı bandı olası kaynak çatlaklarına karşı sızdırmazlık sağlamaktadır.



Şekil 2.2 V Tip Kaynak Ağzı

Flanş yardımı ile birleştirme, PE borularda kullanılan sistemin aynısıdır. Vana, vantuz, krepin, depo giriş ve çıkışları, terfi istasyonu çıkışları gibi düğüm noktalarında kullanılmaktadır. Bu birleşim metodunda en önemli nokta cıvata ve somonların iyi sıkılmasıdır. Aksi takdirde hatta kaçaklar ve patlamalar yaşanabilmektedir. Mufla birleştirme yöntemi, boruların bir ucu boru çapına göre daha dar diğer ucu da daha geniş üretilmektedir, boru birleşim noktaları iç içe geçerek uç kısımlardaki lastik contalar yardımı ile birleştirme işlemi gerçekleştirilmektedir. Günümüzde bu yöntemin spiral kaynaklı çelik borularda kullanımı oldukça azdır. Birleşim noktaları diğer yöntemlere göre daha dayanıksızdır. Koç darbesi, yüksek basınçlı su pompalanması durumunda birleşim noktalarında atma gerçekleşebilmektedir.

2.2.2 Spiral Kaynaklı Çelik Borular ile İlgili Yasal Standartlar ve Teknik Şartnameler

İsale hattı yapım ihaleleri yerel su ve kanalizasyon idareleri, DSİ ve İller Bankası A.Ş. tarafından yapılmaktadır. DSİ ve İSKİ gerçekleştirmiş olduğu isale hattı yapım ihale sayısının

diğer idarelerden fazla olmasından diğer idarelere göre daha tecrübelidirler. Ulusal projelerde isale hattı inşaatlarında spiral kaynaklı çelik borular tercih edilmektedir.

İSKİ yakın tarihte “Asya Bölgesi Betonarme Boruları Yenileme İnşaatı(1)”, “Asya Bölgesi Betonarme Boruları Yenileme İnşaatı(2)” ve “Asya Bölgesi Betonarme Boruları Yenileme İnşaatı(3)” olmak üzere üç ihale gerçekleştirmiştir. Projelerin amacı, mevcut beton borudan oluşan isale hattının spiral kaynaklı çelik boru ile revize edilmesini kapsamaktadır. Asya Bölgesi Betonarme Boruları Yenileme İnşaatı(1) ihalesi, Asya Bölgesinde Dudullu Depo – Çamlıca Depo arasına 8.349m Ø1800 mm çelik boru isale hattı döşenmesini, Salacak – Üsküdar arasına 1.720m Ø1000mm çelik boru isale hattı döşenmesini kapsamaktadır [16]. Asya Bölgesi Betonarme Boruları Yenileme İnşaatı(2) ihalesi, Asya Bölgesinde Ömerli Temiz Su Arıtma Tesisi – Şeyhli Depo arasına 13.812m Ø2200mm çelik boru isale hattı döşenmesini, Şeyhli Depo – Pendik arasına 3.750m Ø1600mm çelik boru isale hattı döşenmesini kapsamaktadır [17]. Asya Bölgesi Betonarme Boruları Yenileme İnşaatı(3) ihalesi, Asya Bölgesinde Ömerli Temiz Su Arıtma Tesisi – Dudullu Depo arasına 15.500m Ø2500mm çelik boru isale hattı döşenmesini, Ümraniye - Çekmeköy arası 6.000m Ø1200mm çelik boru ve 7.250mt Ø 1800mm çelik boru isale hattı inşaatını kapsamaktadır [18]. Gerçekleştirilmiş olan üç proje için toplam yatırım miktarı yaklaşık 516.000.000,00.-TL ve kullanılan boru tipi spiral kaynaklı çelik borudur.

İSKİ'ye ait Spiral Kaynaklı Çelik Boru Teknik Şartnamesi ve DSİ'ye ait Çelik Boru Teknik Şartnameleri aşağıdaki standartlardan atıf yapılarak hazırlanmıştır.

- TS EN 10217-1:Çelik borular - Kaynaklı - Basınç amaçları için - Teknik teslim şartları - Bölüm 1: Belirtilen oda sıcaklık özellikleri olan alaşımsız çelik borular
- TS EN 10220:Çelik borular-dikişli-dikişsiz-boyutlar ve birim uzunluk kütleleri.
- API 5L : Amerikan Petrol Enstitüsü - Boru Hatları Şartnamesi
- TS EN ISO 8501-1:Çelik taban malzeme yüzeylerinin hazırlanması-Boya ile ilgili malzemelerin uygulanmasından önce - Yüzey temizliğinin gözle muayenesi - Bölüm 1: Kaplanmamış çelik taban malzeme yüzeylerinin ve önceki kaplamanın tamamen kaldırılmasından sonraki çelik taban malzeme yüzeylerinin pas dereceleri ve hazırlanma dereceleri.
- TS EN ISO 8504-2:Çelik yüzeylerin hazırlanması - Boya ile ilgili malzemelerin uygulanmasından önce - Yüzey temizleme metodları - Bölüm 2: Aşındırıcı püskürterek temizleme

- TS 3357:Çelik yapılarda kaynaklı birleşimlerin hesap ve yapım kuralları
- TS 550 EN 10 021:Demir ve çelik mamuller genel teknik teslim şartları
- TS 5437:Kaynak ağızları - Çelik boru ve bağlantı parçaları uçlarının kaynak için hazırlanması
- TS ISO 7005-1:Flanşlar – Metalik - Bölüm 1: Çelik flanşlar
- TS 5139:Çelik borular-korozyona karşı korumak için polietilen ile kaplanması kuralları
- TS EN 10289 :Kıyıda ve kıyıdan uzaktaki boru hatlarında kullanılan çelik borular ve bağlantı parçaları - Haricen sıvı epoksi ve değişime uğramış epoksi kaplamalar
- TS EN 10339 :Çelik Borular - Karada ve denizde döşenen boru hatlarında kullanılan – Korozyondan koruma için, sıvı uygulanan epoksi ile iç yüzey kaplaması
- TS EN 196-1:Çimento deney metodları - Bölüm 1: Dayanım tayini
- TS EN 10298:Çelik su borularının beton ile kaplanması
- TS 4356 :Çelik borular - Korozyona karşı korunma-bitüm esaslı maddelerle sıcak olarak kaplanması kuralları.
- TS 9341 EN 10224:Su ve diğer sulu akışkanların taşınmasında kullanılan alaşımsız çelik borular ve bağlantı elemanları - Teknik Teslim Şartları
- TS 2170:Su ve gaz borularının yeraltına yerleştirilmesi kuralları
- TS EN 12474:Yeraltında kullanılan çelik boruların korozyondan korunma kuralları.
- TS 2861 :Basınçlı su ileten boru hatlarına iç basınç deneyi uygulanması kuralları.

İSKİ'ye ait şartnamede boru imalatında kullanılacak olan çeliğin kimyasal özellikleri aşağıda Çizelge 2.5'de gösterilmektedir.

Çizelge 2. 6 Boru İmalatında Kullanılacak Çeliğin Kalitesi ve Kimyasal Özellikleri [19]

Çelik Kalitesi	C	Mn	P	S	N	Cu
Çelik Adı	En	En	En	En	En	En
EN 10025-2'ye göre	Çok	Çok	Çok	Çok	Çok0	Çok
S235JR	0,17	1,4	0,035	0,035	0,012	0,55
S275JR	0,21	1,5	0,035	0,035	0,012	0,55
Boru çapı(D) ≤ 2235mm için S235JR malzeme kullanılır.						
Boru çapı(D) ≥ 2235mm için S275JR malzeme kullanılır.						

İlgili şartnamelerde boru kabulü öncesi yapılacak testler şöyle gösterilmektedir;

- Kaplama Deneyleri
- Kimyasal Testler
- Mekanik Testler: Gövde Çelik Malzemesine Çekme Testi, Kaynak Dikişinden Çekme Testi, Kaynak Eğme Testi
- Hidrostatik Testler [19]

Ulusal teknik şartnamelerde yapılan testler, istenilen kalite belgeleri ile boru dayanıklılığı, insan sağlığına zararsızlığı ve yüksek mukavimlik özelliği spiral kaynaklı çelik borularda sağlanmaktadır.

2.2.3 Spiral Kaynaklı Çelik Boruların Avantaj ve Dezavantajları

Spiral Kaynaklı Çelik Boruların bazı özellikleri altyapı imalatlarında avantaj sağlarken, dezavantajlı olduğu durumlarda bulunmaktadır. Spiral Kaynaklı Çelik Boruların avantajları şu şekilde sıralanmaktadır;

- Ülkemizde birçok çelik boru firmasından kaynaklı termin süresi kısadır.
- Dayanıklılıkları sayesinde boruda zaman içinde ovalleşme olmaz [20].
- Kullanılan kaplama yöntemleri boru dışı darbelere karşı hattı korur, iç kaplama sayesinde ise pürüzsüz zemin sağlanmaktadır. Daha düşük pompaj masrafı ile su iletimi gerçekleştirilebilmektedir [21].
- Yatay delgi imalatlarında kırılmadan kullanılabilir.
- Katodik koruma sayesinde zaman içinde korozyona uğramaz, kullanım ömürleri uzundur.
- Esneklikleri sayesinde boru yataklama ve gömlekleme dolgusu aşamasında boruda hasar meydana gelmemektedir.
- Kaynak ile birleşim yapıldığı için olası boru arızalarında diğer boru tiplerine göre daha kolay tamiri yapılmaktadır.

Spiral Kaynaklı Çelik Boruların dezavantajları şu şekilde sıralanmaktadır;

- Hammadde yurtdışından temin edildiği için fiyatları yüksektir
- Boruların ağırlıklarından dolayı döşemesi PE borulara göre daha zordur.

- İsale hatlarında kullanım avantajı sağlasa da şebeke hatlarında kullanımı mümkün değildir.
- Katodik koruma yapılmadığı durumlarda malzeme ömrü kısadır.
- Korozif özelliğini kaldırmak için diğer boru tiplerinde uygulanmayan katodik koruma uygulaması yapılmaktadır. Katodik koruma yapılmadığı durumlarda malzeme ömrü kısadır.
- Kaynak işlemi uzun sürdüğü için yapım süresi beton borulara göre daha uzundur.

2.3 Cam Takviyeli Plastik(CTP) Borular

Cam takviyeli plastik borular, cam elyafı, reçine, silika kum ve polyesterin karışımı sonucu elde edilen boru tipidir [22]. CTP boru görseli Şekil 2.3’de görüldüğü gibidir.



Şekil 2.3 CTP Boru Görseli

İki şekilde üretimi yapılabilmektedir [23]. Sürekli Elyaf Sarma prosesi ile üretilen CTP borular devamlı akan cam elyaflarının otomatik yöntemle sarılması yoluyla üretilmektedir. Bu yöntemde üç çeşit tabaka vardır;

- İç yüzey tabakası
- Dayanım tabakaları
- Dış yüzey tabakası

Savurma Döküm metoduyla üretilen CTP boru üretimi, bilgisayar teknolojisi sayesinde hammaddenin homojen karışması ve hammadde sarfiyatı kontrol altında tutularak üretilen yöntemdir. Bu yöntemde de dört çeşit tabaka vardır;

- Dış yüzey tabakası
- Dayanım tabakası
- Bariyer tabakası
- Astar tabakası

CTP boruların ülkemizde kullanımı çok yaygın değildir. CTP borular;

- Sulama projeleri,
- İçme suyu şebeke ve isale hatları,
- Denize yakın atıksu imalatları,
- Su depolama sistemleri,
- Aritmalar,
- Derin deniz deşarjı hatları,
- Yatay delgi metotlarında kullanılmaktadır.

Ø300mm - Ø4000mm çap arasında, 3m – 12m boy arasında ve 1 -32 atm basınç aralığında üretilebilmektedir. Yurtdışı kullanımı ülkemize göre daha yaygındır. Kullanılacağı alana göre üretim kriterleri ayarlanabilmektedir.

2.3.1 Cam Takviyeli Plastik Boruları Birleştirme Yöntemleri

CTP boruların 4 farklı bağlantı şekli vardır. Bunlar; flanşlı bağlantı, manşon yardımıyla bağlantı, el yatırması bağlantı ve muflu bağlantı. Bu yöntemlerden en çok tercih edilen manşonlu bağlantıdır. Manşonlu bağlantı, düz uçlu bir manşon içinde boruların esnek olarak birleştirilmesi ile oluşan bağlantıdır. Bağlantı manşonun iç kısmının her iki tarafında ve ortasında sızdırmazlığı sağlayacak elastometrik contaların yerleştirileceği oyuklar bulunan DC tipi manşonlarla yapılabileceği gibi ; iç yüzeyi tamamen 55 + 5 shore A sertliğinde elastomer E.P.D.M. (etil propilen) conta kaplı FWC tipi manşonlarla da yapılabilmektedir.(kaynak dsi boru şartnamesi). El yatırması bağlantı yöntemi, boru başlarının karşılıklı getirilerek birleşim yerlerine cam elyaf takviyeli reçinenin yeterli genişlikte sürülerek gerçekleştirilen birleştirmedir. Flanşlı bağlantı ve muflu bağlantı yöntemleri diğer boru tiplerindeki uygulamanın aynısıdır.

2.3.2 Cam Takviyeli Plastik Borular ile İlgili Yasal Standartlar ve Teknik Şartnameler

Ülkemizde CTP boru tipinin kullanıldığı sulama ve isale hattı projeleri DSİ tarafından gerçekleştirilmektedir. Nadiren İSKİ atıksu şebeke hattı projelerinde de kullanılmaktadır. DSİ'nin gerçekleştirmiş olduğu CTP boru tipinin kullanıldığı bazı sulama ihaleleri şöyledir;

- Mardin Ceylanpınar Sulaması 2. Kısım Yapım İşi,
- Dicle-Kralkızı Sulaması 2. Kısım Yapım İşi,
- Kütahya Altıntaş Beşkarış Sulaması Yapım İşi,
- Malatya Kuruçay Boztepe Sulaması Yapım İşi.

DSİ, CTP boruların sağlaması gereken özellikleri Cam Takviyeli Plastik Borular Genel Teknik Şartnamesinde yayınlamıştır. Bu şartname aşağıdaki standartlardan atıf yapılarak hazırlanmıştır.

- AWWA C 950-88,
- AWWA M-45,
- ASTM D 3262,
- ASTM D 3517,
- ASTM D 3754,
- ASTM D 4162,
- DIN 16869,
- BS 5480
- TS 4355

CTP boruların kabulü öncesinde sızdırmazlık deneyi, çember çekme dayanım deneyi, boyuna çekme dayanım deneyi, rijitlik deneyi ve yüzey sertlik deneyi yapılmaktadır. Boru imalatçısı boru üzerine anma çapı(DN), anma basıncı (PN), anma rijitliği (SN), üretim tarihi, üretim numarası, boyu, kalite kontrolden geçtiğini belirten işaret, imalatçı firma logo veya markasını yazmakla görevlidir [23].

2.3.3 Cam Takviyeli Plastik Boruların Avantajları ve Dezavantajları

Cam Takviyeli Plastik Boruların bazı özellikleri altyapı imalatlarında avantaj sağlarken, dezavantajlı olduğu durumlarda bulunmaktadır. Cam Takviyeli Plastik Boruların avantajları şu şekilde sıralanmaktadır;

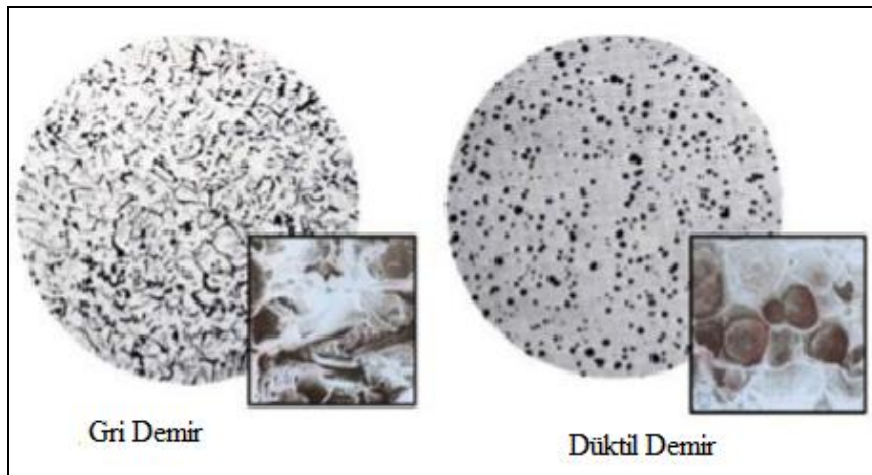
- Hafif olmaları döşeme kolaylığı sağlamaktadır.
- Kullanım ömürleri yüksektir [24].
- 4000mm çapa kadar üretimi mevcuttur. Özel projelerde kullanılabilir.
- Korozyona ve yüksek iç basınca karşı mukavemeti yüksektir.
- Maliyet olarak HDPE ve çelik borulara göre daha uygundur.
- Boru iç yüzeyi pürüzsüzlüğü yük kayıplarının önüne geçmektedir [25].

Cam Takviyeli Plastik Boruların dezavantajları şu şekilde sıralanmaktadır;

- Borularda uzun süre dolgu malzemesini vermiş olduğu baskıya maruz kalmalarından dolayı ovalleşme görülebilmektedir.
- Çelik hatlara göre darbe dayanıklılıkları azdır.
- Borular döşeme aşamasında kırılabilir.

2.4 Düktil Demir Borular

Düktil borular, savurma teknikle üretilen sfero döküm demir borulardır. Bu boruların hammadde gri demir elementine magnezyum ilavesi ile oluşmaktadır. Grafit küreler içindeki karbon kristalizasyonu mamülün çatlak yayılma riskini azaltmakta, mukavemeti arttırmaktadır [26]. Gri demirin iç yapısı ve düktil demirin metalografik yapısı Şekil2. 4’de gösterilmektedir. Şekil 2.4’de anlaşılacağı üzere düktil demir gri demire göre daha sıkı formdadır. Bu şekilde düktil demir borular diğer boru tiplerine kıyasla kopma direnci daha yüksek ve dayanıklılıkları daha fazladır.



Şekil 2.4 Düktil Demir ve Gri Demirin Metalografik Yapısı [26]

Gri demir, düktil ve çelik hammaddeleri mekanik olarak karşılaştırıldığında, düktil demirin birçok özellik bakımından daha verimli olduğu gözlemlenmektedir. Bu üç borunun mekanik karşılaştırmaları Çizelge 2.6’da gösterilmektedir.

Çizelge 2.7 Gri Demir, Düktil ve Çelik Hammaddelerinin Mekanik Karşılaştırılması [26]

Materyal Tipi	Mekanik Özellikler		
	Çekme Mukavemeti(Mpa)	Konvansiyonel Verim Noktası(Mpa)	Kopma Uzunluğu(%)
Düktil Demir	400-420	290-300	10-13
Gri Demir	150-240	-	0,7
Çelik	320-410	216-240	23-25

Ulusal kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Düktil borular, genel olarak içme suyu şebeke hattı imalatlarında kullanılmaktadır. Boru üretimi, Ø80mm. - Ø2200 mm. arası çap, 6m. – 8m. Boy, 25bar - 50bar basınçta üretilebilmektedir. Boru iç kaplamaları beton, boru dışı ise toprak durumuna göre çinko üzeri bitüm veya polietilen şeklindedir. Ülkemizde düktil boru üretimi gerçekleştirebilen tek firma mevcuttur. Ulusal projelerde yurtdışı menşeli borularda kullanılmaktadır. Çin menşeli ve Hindistan menşeli şirketler düktil boru konusunda global piyasanın en büyük şirketleridir. Birçok yerel projede bu firmalara ait borular kullanılmaktadır. Ancak 2017 ortalarında çıkan gümrük yasaları ile birlikte gelen ek vergiler ithalatın önünü tıkamıştır. Bundan dolayı Türk müteahhit firmaları yüksek maliyetlerle karşılaşmıştır. Proje maliyetleri artmış ve boru termin sürelerinden kaynaklı proje tamamlanma süreleri gecikmiştir.

Düktil boruların bağlantıları muflu sistemle yapılmaktadır [27]. Boru uçlarında bulunan lastik contalar yardımı ile borular birbirini eklenerek birleştirme işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu sistem kolaylığı günlük yapılan altyapı imalat miktarını arttırmaktadır.

2.4.1 Düktil borular ile İlgili Yasal Standartlar ve Teknik Şartnameler

İller Bankası A.Ş. ve diğer su ve kanalizasyon idareleri su şebeke yapımı ihalelerinde genel olarak düktil boruyu tercih etmektedir.

İSKİ’ye ait Küresel Grafitli Düktil Boru Şartnamesinde boru malzeme özellikleri şu şekilde sıralanmaktadır:

- Boruların imalatında kullanılacak malzeme küresel grafitli düktil demir olacaktır.
- İmallatta kullanılacak olan malzeme magnezyum ile kürleştirilecektir.
- Mikro yapı %99 küreselleştirilmiş ve ana yapısı ferittik matris olacaktır.
- Mikro yapıdaki grafit küre sayısı en az 150 adet/mm² olacaktır.
- Çekme mukavemeti minimum 420 Mpa olacaktır.
- Minimum kırılma uzaması DN40-DN1000 borular için %10, DN1000 üstü borular için %7 olacaktır.
- Malzeme sertliği maksimum 230HB olacaktır [28].

Şartnamede boru kabulü öncesi borudan numune alınarak iç ve dış kaplama kontrolü, fiziksel muayene, metalografik inceleme, kimyasal test, boru boyutlarının tayini, çekme mukavemet deneyi yapılacağı belirtilmektedir. Bu şekilde hatasız boruların kullanımı sağlanmaktadır.

İSKİ'ye ait Küresel Grafitli Düktil Boru Şartnamesi aşağıdaki standartlardan atıf yapılarak hazırlanmıştır.

- TS EN 545: Borular – Sünek Dökme Demir – Su Hatlarında Kullanılan Borular, Bağlantı Parçaları, Aksesuarlar ve Ek Yerleri- Özellikleri ve Deney Metotları
- ISO 4179 Basıncılı Basıncsız Boru Hatları için Düktil Demir Borular ve Bağlantı Parçaları – Çimento Harç Kaplama
- TS EN 196-1 Çimento Deney Metotları- Bölüm1: Dayanım tayini
- TS EN 197-1, TS EN 197- 1/A1: Çimento- Bölüm1 : Genel çimentolar- Bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri
- TS EN 1008: Beton – Karma Suyu – Numune Alma, Deneyler ve Beton Endüstrisindeki İşlemlerden Geri Kazanılan Su Dahil, Suyun, Beton Karma Suyu Olarak Uygunluğunun Tayini Kuralları
- TS 706 EN 12620+A1: Beton Agregaları
- ISO 8179-1: Düktil Demir Borular- Dış çinko bazlı kaplama – Kısım 1: Metalik çinko ile sonlandırılmış tabaka
- BS 3416(1991): Soğuk uygulamalar için bitüm-bazlı kaplamaların içme suyu ile temastaki kullanımına uygunluk standartları
- TS EN 681-1 + TS EN 681-1/A3: Elastomerik Contalar-Su ve Drenaj Uygulamalarında Kullanılan Malzeme Özellikleri- Bölüm1: Lastik

- ISO 4633(2002): Kauçuk contalar- Su, drenaj ve atıksu boru hatları için bağlantı contalarında malzeme spesifikasyonları
- BS 7874(1998) : Boru hatlarındaki elastomer birleştirme contalarının mikrobiyolojik bozunma açısından test metotları
- TS EN ISO 6506-1: Metalik malzemeler – Brinell sertlik deneyi – Bölüm 1:Deney metodu

2.4.2 Düktil Boruların Avantaj ve Dezavantajları

Düktil Boruların bazı özellikleri altyapı imalatlarında avantaj sağlarken, dezavantajlı olduğu durumlarda bulunmaktadır. Düktil Boruların avantajları şu şekilde sıralanmaktadır;

- İçmesuyu şebeke imalatlarında döşeme kolaylığı sağlamaktadır.
- Kopma, kırılma ve dış darbelere karşı oldukça dayanıklıdır.
- Korozyondan korunmak için katodik koruma gibi ek bir işlem gerektirmez.
- Kısa sürede yüksek metrajda imalat yapılması mümkündür.
- Hammadde özelliği bakımından diğer boru cinslerine kıyasla oldukça mukavimdir.
- Boru içi kaplama sayesinde insan sağlığı açısından elverişli bir iletim hattı ortaya koyulmakta ve içme suyu transferlerinde yük kaybı meydana gelmemektedir.
- Deprem gibi doğal yer hareketlerine karşı en dayanıklı boru cinsidir [29].
- 100 yılın üzerinde kullanım ömrü mevcuttur [30].

Düktil Boruların dezavantajları da şu şekilde sıralanmaktadır;

- Ulusal piyasada tek firma olması, uygulanan gümrük vergileri sebebi ile maliyeti çok yüksektir.
- Boru termin süreleri oldukça uzundur.
- İsale hatlarında kullanımı uygun değildir. Çünkü boru tamiratları oldukça zordur.
- Boru yükleme ve indirme aşamasında boru hasar görebilmektedir.
- Fittings parça üretimi oldukça zordur.

2.5 Beton Borular

Beton borular, çimento, agrega ve diğer katkı maddelerinin karışımı sonucu çelik donatılı veya donatısız olarak kalıp içine dökülerek üretimi tamamlanan borulardır. Atıksu iletim hatlarının %80'lik kısmı beton borulardan imal edilmiştir. Kullanılacak malzeme kalitesi

beton dayanıklılığı açısından oldukça önemlidir. Ø150mm. – Ø4000mm. arasında üretilmektedirler. Atıksu iletim hatlarının yanında, yatay delgilerde, derin deniz deşarjı hatlarında kullanılmaktadır. Ülkemizde beton boru üretimi gerçekleştiren çok sayıda firma mevcuttur. Yerel belediyeler kendi işbirliklerini kurarak beton boru imalatı gerçekleştiren firmalar oluşturmuştur. Bu sistem yapılan yatırımları daha ekonomik hale getirmekte ve üretim kalitesini de maksimumda tutmaktadır. Bunların yanında özel firmalar da beton boru imalatı gerçekleştirmektedir. Beton boruların bağlantıları genel olarak entegre contalı muflu veya lamba zıvanalı sistemle yapılmaktadır. Şehir içi hatlarda entegre contalı muflu birleşim yöntemi tercih edilmektedir. Bu sistem boru imalatını daha kolay hale getirmektedir. Boru baş kısımlarında bulunan contalar yardımı ile birleşim işlemi gerçekleştirilmektedir. Lamba zıvanalı borular ise kollektör hatlarında tercih edilmektedir. Genel olarak Ø1200 mm çap üzerinde üretimi gerçekleştirilmektedir.

2.5.1 Beton borular ile İlgili Yasal Standartlar ve Teknik Şartnameler

Beton borular devlet ihalelerinde en sık kullanılan boru tipidir. Yerel belediyeler beton boruyu idare malı olarak müteahhitte temin etmektedir. İller Bankası AŞ ve DSİ gibi kurumlar yapmış olduğu projelerde beton boruyu müteahhit malı olarak istemektedirler. Yerel belediyelerin birçoğunun kendi işbirlikleri olan beton firmaları bulundukları için borular idare malı olarak yükleniciye verilmektedir. Bu projelerde boru termin sıkıntısı, yüksek maliyet gibi problemlerin önüne geçmektedir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi işbirliği olan firma Türkiye'deki en büyük beton elemanları üreticisidir.

Yerel belediyeler beton boruyu kendileri temin ettikleri için ihale kapsamında beton borularla ilgili teknik şartname yayınlamamaktadırlar. İller Bankası A.Ş. atıksu altyapı ihalelerinde Beton Betonarme Boru ve Bağlantı Parçaları Özel Şartnamesini kullanmaktadır. Bu şartname aşağıdaki standartlardan atıf yapılarak hazırlanmıştır.

- TS 821 EN 1916 Beton Borular ve Bağlantı Parçaları Donatısız, Çelik Lifli ve Donatılı
- TS 3830 Beton Boru Yapım Kuralları, Kür Metodu, Havuzda Kür Uygulaması
- TS EN 681-1 Elastomerik Contalar-Su ve Drenaj Uygulamalarında Kullanılan Malzeme Özellikleri – Bölüm 1: Lastik
- TS 802 Beton Karışım Hesap Esasları
- TS EN 206-1 Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk

- TS 3440 Zararlı Kimyasal Etkileri Olan Su, Zemin Gazları Etkisinde Kalacak Borular için Yapım Kuralları

Beton borularda en önemli nokta bağlantı noktalarında kaçak oluşmamasıdır. Aksi takdirde toprağa atıksu nüfuz edebilmekte, yeraltı su kaynaklarına, toprak canlılarına ve bitki köklerine zarar vermektedir. İller Bankası A.Ş.'ye ait şartnamede 0,5 barlık boru iç basıncı altında yapılan sızdırmazlık deneylerinde beton borulara ait her metrekare iç yüzey başına müsaade edilen su miktarı Çizelge 2.6'da gösterilmektedir.

Çizelge 2.8 Betonarme Borulara Ait Her m² İç Yüzey Başına İlave Su Miktarı [31]

Anma Çapı(mm)	Islak İç Yüzeyinin Her Metrekaresi İçin Kabul Edilen İlave Su Miktarı(Litre)
Ø150	-
Ø200	
Ø300	0,08
Ø400	
Ø500	
Ø600	
Ø800	0,07
Ø1000	
Ø1200	0,05
Ø1400	
Ø1600	
Ø1800	
Ø2000	
Ø2200	
Ø2400	
Ø2600	
Ø2800	
Ø3000	

2.5.2 Beton Boruların Avantaj ve Dezavantajları

Atıksu imalatlarının vazgeçilmezi olan beton boruların imalat için avantajları olduğu kadar dezavantajları da vardır. Beton boruların avantajları şöyledir;

- Maliyet avantajı ve termin kolaylığı sağlamaktadır.
- Döşeme açısından ustalık gerektirmemektedir. Bu da yetişmiş personel ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır.
- Toprak içerisinde korozyona uğramaz
- Beton boruların conta kısmına yapılan elastomer kaplama su sızdırmazlığı ortadan kaldırılabilir.
- Belediye bütçelerini rahatlatmaktadır.
- Dış basınçta deformasyon meydana gelmez [35],
- Yataklama ve gömlekleme dolguları hassasiyet gerektirmez.
- Noktasal yüklere karşı mukavemeti yüksektir.

Beton borulara ait dezavantajlarda şu şekildedir;

- Boru yükleme ve indirme aşamasında boru zayiattı diğer borulara göre fazladır.
- Birleşim yerlerine bir uygulama yapılmadığı takdirde toprağa sızıntı olabilir.
- Kırılgan borulardır [36].
- Birim ağırlıkları diğer borulara göre fazladır.
- Boru üretim boyları 4m. İle kısıtlıdır.

ATIKSU ALTYAPI SİSTEMLERİNDE KULLANILAN İMALAT YÖNTEMLERİ

Atıksu altyapı sistemleri atıksuyu bertaraf için önem arz etmektedir. İnsanoğlunun yaşadığı ve çalıştığı her ortamda atıksu oluşmaktadır. Atıksular karakterlerine göre arıtma işlemi gerçekleştirilerek veya gerçekleştirilmeden alıcı ortama deşarj edilmektedir. Atıksu hatlarındaki olası tıkanmalar, arızalar ve atıksuların iletimini daha kolay yapabilmek için parsel bacaları ve muayene bacaları yapılmaktadır. Atıksu oluşum noktasından iletim hatları yardımıyla alınan sular ilk olarak parsel bacalarına sonrasında muayene bacalarına ve su analizine göre arıtma tesislerine, fosseptiklere veya alıcı ortamlara transferleri gerçekleştirilmektedir. Atıksu hattının döşeneceği zeminin etüt raporları ve üstyapı durumuna göre kullanılan imalat yöntemleri, kazı yöntemleri, dolgu malzemesi cinsi değişiklik göstermektedir.

Zemin yapısı basitçe incelendiğinde; yumuşak toprak, sert toprak, yumuşak küskülük, sert küskülük, yumuşak kaya, sert kaya ve balçık zemin olarak sınıflandırılmaktadır. Yumuşak zeminler, kum ve bitkisel topraklardan oluşmaktadır. Bu toprak tipinde makine veya elle rahatlıkla kazı işlemi yapılabilmektedir. Küskülük zeminler ise yumuşak zeminlere nazaran daha sert olan kil, gravye ve şistlerden oluşmaktadırlar. Küskülük zeminlerin durumuna göre ekskavatör veya kırıcı yardımı ile kazılması mümkündür. Sert zeminler andezit, trakit, serpantin, betonlaşmış konglomera, bazalt türlerinden meydana gelmektedir. Zemin durumuna göre kırıcı başlıklı ekskavatörlerle veya patlayıcı madde kullanılarak kazı işlemi yapılması mümkündür. Balçık zeminler, su içeriği yüksek cıvık zeminlerdir. Buralarda atıksu hattı imalatı yapılmadan önce zemin iyileştirilmesi yapılmalıdır.

Kazı yapılacak hat üzerinde bulunan üstyapı ve altyapı da imalat yöntemini etkilemektedir. Atıksu imalatlarında çoğunluk olarak açık kazı yöntemi tercih edilse de karayolları geçişlerinde, nehir ve dere geçişlerinde, altyapı sistemlerin yoğun olduğu durumlarda yatay

delgi metodu tercih edilmektedir. Yatay delgi metodu iki farklı yöntemle yapılabilir. Bunlar; pipe-jacking yöntemi ve boru çekme yöntemi şeklindedir. Atıksu hattı imalat yöntemleri 3'e ayrılmaktadır. Bunlar,

- Açık kazı yöntemi
- Pipe-jacking (Boru itme) yöntemi
- Boru çekme yöntemi

Bu yöntemler haricinde atıksuyun deşarjında alıcı ortam olarak denizin seçilmesi durumunda Derin Deniz Deşarjı uygulamaları kullanılmaktadır. Bu bölümde bu yöntemler detaylı olarak incelenecektir.

3.1 Açık Kazı Yöntemi

Elektrik, içmesuyu, yağmursuyu, doğalgaz ve atıksu gibi altyapı hatları imalatlarının bir çoğu açık kazı yöntemi kullanılarak yapılmaktadır. Açık kazı yöntemi ile boru döşeme uygulama olarak en kolay yöntemdir. Bu yöntem metodolojisi;

- Üst zeminde bulunan asfalt, parke gibi zemin kaplamasının kaldırılması
- El, makine veya patlayıcı madde kullanarak boru hendeğinin açılması
- Tranşe içerisinden çıkan hafriyatın geçici döküm sahalarına nakli
- Boru yataklama tabakasının yapılması
- Atıksu imalatında kullanılacak olan borunun vinç, ekskavatör veya kazıcı makine yardımı ile hendek tabanına indirilmesi
- İşçiler yardımı ile hattın bağlantı işleminin yapılması
- Boru gömlekleme dolgusunun yapılması
- Hendek üst dolgusunun yapılması
- İmalat yapılan bölgeye göre beton atılması
- Üst zeminin eski haline getirilmesi işlemlerini kapsamaktadır.

Açık kazı imalatları diğer yöntemlerle kıyaslandığında maliyet olarak da çok düşüktür. Söz konusu yöntem için istenen ekipmanların kolay bulunması(Ekskavatör, kazıyıcı yükleyici, vinç vb.), ekipmanları kullanabilen operatörlerin fazlalığı, diğer yöntemlerdeki gibi yetişmiş personel ihtiyacı duyulmaması maliyetleri düşürmektedir. Bazı projeler de açık kazı imalatlarının maliyetleri yükselmektedir. Bunların başlıca sebepleri;

- Zeminin sert olması nedeni kullanılan makinelerin yakıt ihtiyacının artması

- Hafriyat sahalarının ve taş ocaklarının uzakta olması sebebiyle nakliye masraflarının artması
- Büyükşehirlerde yapılan imalatlarda döküm ücretlerinin yüksek olması
- Bölgede taş ocağı bulunmaması durumunda dolgu maliyetinin artması
- Şehir merkezi yapılan imalatlarda hassasiyetin fazla olmasından kaynaklı günlük yapılan imalat metrajının düşmesi
- Sert zeminlerde kazı işleminin zor olmasından kaynaklı kazı imalat metrajının düşmesi
- Boru fabrikalarının imalatın yapılacağı bölgeye uzak olması
- Balçık zeminlerde zemin iyileştirme gereksinimi
- Altyapı yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde elektrik, su ve doğalgaz gibi hatların kopması ve hattın zarar görmesi durumunda kesilen cezalar, şeklindedir.

Şehir merkezi atıksu imalatlarının maliyeti kırsal bölgelerde yapılan imalatlara göre daha yüksektir. Şehir merkezinde trafiğin olması ve çalışma alanlarının kısıtlı olması da imalatı zorlaştıran etkenlerdendir. Şehir merkezi açık kazı imalatı Şekil 3.1’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1 Atıksu Açık Kazı İmalatı

3.1.1 Açık Kazı İmalatlarında Hendek Boyutları ve Dolgu Tipleri

Açık kazı yönteminde, hendek boyutları ve dolgu tipleri verimli bir atıksu kanalı imalatı için önem arz etmektedir. Hendek boyutları, çalışan personelin kolay çalışabilmesi, çevreye verilecek rahatsızlığın minimuma indirilmesi ve bölge altyapısına zarar verilmemesi için doğru boyutlandırılmalıdır. Döşenen boru üzerine yapılacak dolgu malzemesi dane boyutlarının standarttı sağlaması, iyi sıkıştırılması ve dolgu malzemesi tipinin zeminin durumuna uygun olması atıksu kanal imalatının emniyeti için gereklidir. Dolgu malzemesinin yanlış seçimi ve geri dolgu yapılması, zeminin çökmesine, hattın bozulmasına, altyapı sistemlerinin zarar görmesine sebep olmaktadır.

Açık kazı yönteminde hendek genişliği tranşe içerisinde çalışacak işçinin rahat çalışması için önemlidir. Boru kenarlarına 30cm ile 40cm aralığında boşluk bırakılmalıdır. Atıksu bacaları için de bu durum;

- Ø1000mm bacalar için 2m x 2m kazı
- Ø1200mm bacalar için 2,2m x 2,2m kazı şeklindedir [32].

Atıksu parsel bağlantıları Ø150mm veya Ø200mm çapında yapılmaktadırlar. Parsel bağlantıları, atıksu toplayıcı kanallarından çıkarak hanelere yapılan bağlantılardır. Bütün parsel bağlantıları parsel bacalarına bağlanmaktadır. Atıksu toplayıcı hatları da çoğunluklu Ø300mm olarak yapılmaktadır. Ø200mm bir hat için hendek genişliği 90cm, Ø300mm hat için 100cm'dir. Atıksu toplayıcı ve kollektör hatları Ø200mm - Ø2600mm arasında imal edilmektedir. Kollektör hatları, fabrikada (veya yerinde dökülmüş olarak) imal edilen beton/betonarme boru, prekast, kutu kesit, tonoz vb. şeklinde inşa edilmiş; yağmursuyu veya atıksu taşıyan kapalı ve toplayıcı kanallardır. Atıksu kollektör hatlarının çapları Ø1200mm – Ø2600mm arasında değişmektedir. Atıksu toplayıcı hat imalatlarında genel olarak derinlik 2,5m – 3m arasındadır. Bu derinlik bölgenin durumuna altyapı sistemlerine göre değişiklik gösterebilmektedir. İçme suyu hatları 1m - 1,4m arasında, yağmursuyu hatları 1,8m – 2,4m arasında konumlandırılmaktadır. Aynı tranşe içinde içme suyu, doğalgaz, yağmursuyu ve atıksu hatları bulunabilmektedir. Mevcut hatlara zarar vermeden imalat yapabilmek için deneyimli bir operatöre ihtiyaç duyulmaktadır. Atıksu hatları zemin kot farklarından dolayı 1,5m derinliğine veya 8m derinliğine döşenebilmektedir. Atıksu hatlarının konumu bölge coğrafi yapısı ve altyapı tesisatının durumuna göre projelendirildiği için net olarak bir derinlik verilmesi yanlıştır. Muayene bacaları, bacan taba elemanı, baca gövde elemanları, baca ayar bileziği, baca konik elemanı ve sfero döküm baca kapaklarından oluşmaktadır. Kanal

derinliğine göre kullanılacak baca gövde elemanları değişkenlik göstermektedir. Muayene bacaları 40m ile 50m arasında atıksu hatları üzerine konumlandırılmaktadır.

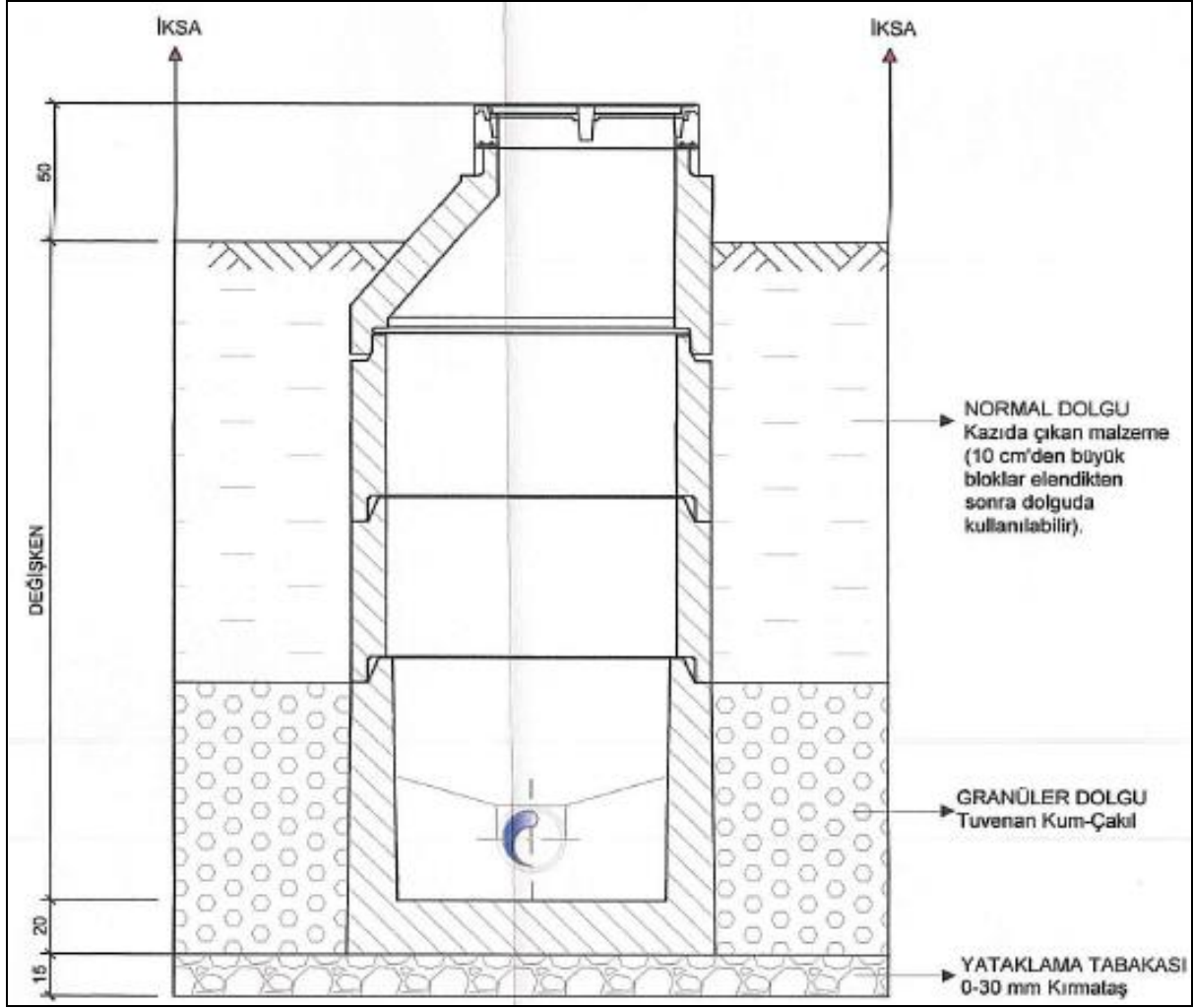
Açık kazı yönteminde atıksu kanal imalatında dolgu malzemesinin cinsi ve dane boyutu zemin durumuna göre tercih edilmektedir. Zeminin asfalt olması, parke olması, şehir merkezinde olması, tabi zemin olması, zemin ilıştırma ihtiyacı gibi faktörler dolgu malzemesinde belirleyicidir. Dolgu malzemeleri ve dane çapları;

- Kum, Taş tozu: 1mm- 3mm
- Kırmataş: 0mm – 30mm
- Stabilize: 10mm – 250mm olarak belirlenmiştir.

Kum ve taş tozu malzemelerinin dane çapları düşük olduğunda iyi sıkışma sağlamaktadır. İçme suyu, isale hatlarında yataklama ve gömlekleme tabakalarında kullanılmaktadır. Yataklama dolgusu, boru altına serilen malzemedir. Borunun zemine çökmemesi ve zarar görmemesi maksadı ile kullanılmaktadır. Gömlekleme dolgusu da boru üstünde oluşabilecek etkilere karşı borunun zarar görmesini engellemektedir. Dolgu malzemesi iyi sıkıştırıldığı takdirde hat borusu stabil halde durabilmekte ve zarar görmemektedir. Kırmataş malzeme, içme suyu hatlarında gömlekleme üstüne, atıksu hatlarında ise yataklama ve boru üstü dolgusu olarak kullanılmaktadır. Dane boyutu olarak kuma göre daha büyük çaplıdır. Borulara dış etkilere karşı korur. Bazı zeminlerde tabi zemin iyi sıkışabilen ve karışimsız kumlardan oluşmaktadır. Bu tip durumlarda boru kazısından çıkan malzeme geri doldurulabilmektedir. Atıksu imalatlarında kazı malzemesi dolguya uygunsa imalat maliyetleri oldukça düşmektedir.

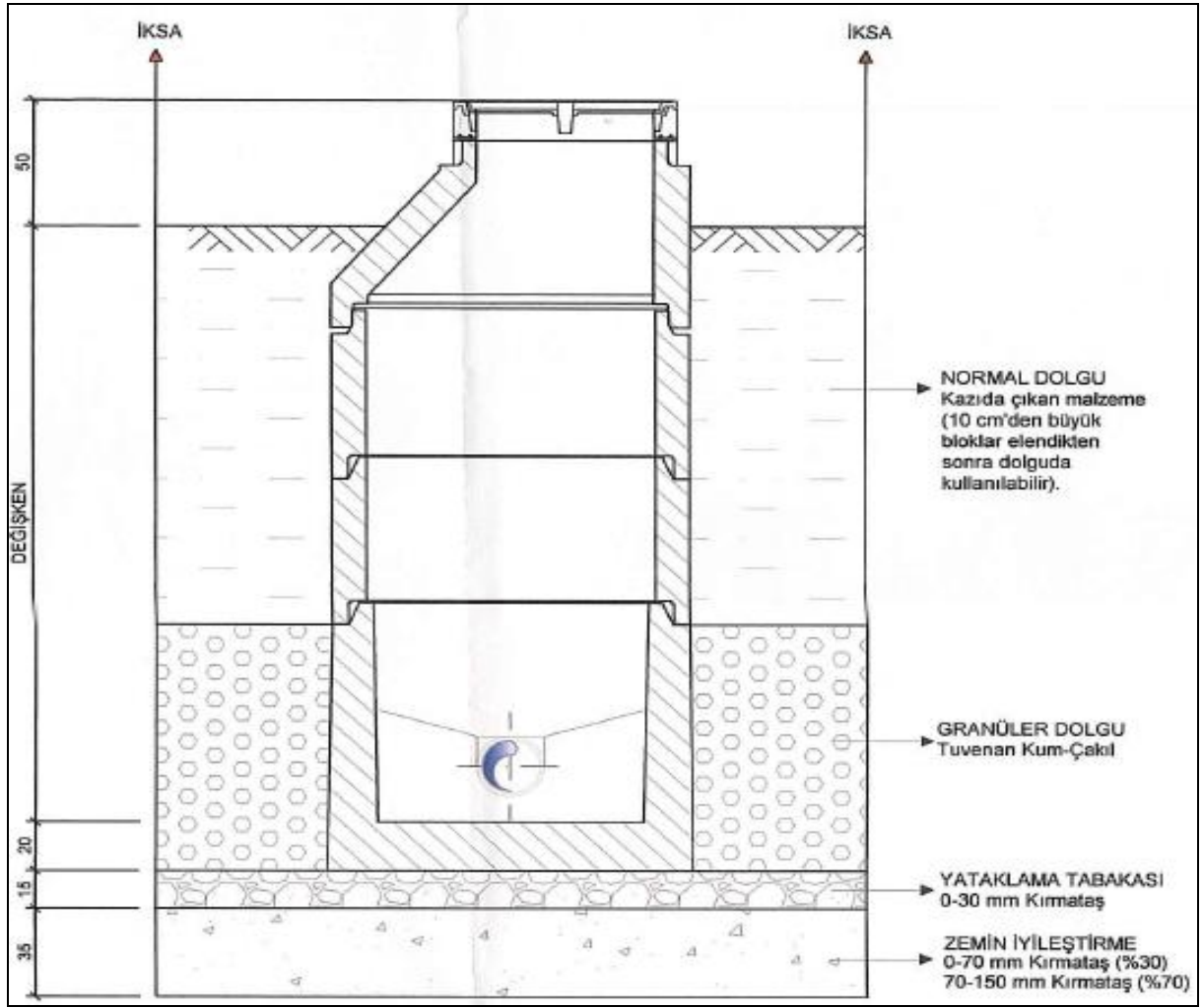
Aşağıdaki Şekil 3.2, Şekil 3. 3 ve Şekil 3.4’de DSI’ye ait “Çorlu Atıksu Kollektör Hattı Ana Toplayıcı İnşaatı” yapım işi projesinde kullanılan atıksu baca imalatları dolgu uygulama tipleri gösterilmektedir. Tabi zeminlerde toprak kalitesi iyi ise iyileştirme gereksinimi duyulmamaktadır. Öncelik olarak baca altlarına 0,15cm derinlikte 0-30mm dane çaplı kırmataş serilmekte, baca taban elemanı, baca gövde elemanları ve baca koniği teşkil edilmektedir. İkinci işlem olarak zeminden baca taban elemanının bitimine kadar granüler dolgu yapılmaktadır. Zemin üstü dolgu derinliği toprak kalitesine göre değişkenlik gösterebilmektedir. Tabi zeminlerde üst dolgu üzerine kazıdan çıkan malzeme geri doldurulmaktadır. Şekil 3.2’de bulunan görselde tabi zeminlerdeki dolgu kademeleri gösterilmektedir. Geri dolgu işlemi her toprak tipinde uygulanamamaktadır. Toprağın doğal

olmadığı, karışımından oluştuğu ve su muhtevasının çok olduğu durumlarda tranşenin tamamı kırmataş ile doldurulmaktadır.



Şekil 3.2 Tabi Zeminlerde Dolgu Kademeleri

Şekil 3.3'te de zemin iyileştirilme ihtiyacı gereken tabi zeminlerdeki dolgu tipleri gösterilmektedir. Zemin iyileştirilmesi gereken durumlarda, kazı yapılırken baca taban elemanının teşkil edileceği zemin kotundan 50cm veya 70cm daha derine inerek kazı yapılmalıdır. Çıkan balçık malzeme kesin depoya nakledilmeli, zemin altına 35cm – 50cm boyunda stabilize malzeme doldurulmalıdır. Bu zeminin daha sıkı durmasını sağlayacak ve aşağı yönlü çökmelerin önüne geçecektir. Yapılan zemin iyileştirme malzemesi yoğunluk olarak 70mm-200mm dane çaplı kırmataş malzemeden oluşmakta ve geri kalanı ise 0-70mm kırmataş tamamlamaktadır. Boru zemin iyileştirme uygulaması yapıldıktan sonra yapılacak dolgu tabi zeminde uygulanan dolgu tipinin aynısıdır. Tabi zeminler, kırsal bölgeler, yerleşimin olmadığı dağlık bölgeler ve şehirlerarasında kalan tarlalardır.



Şekil 3.3 Zemin İyileştirme İhtiyacı Gereken Tabi Zeminlerde Atıksu Dolgu Kademeleri

Şekil 3.4'de şehir merkezinde üst zeminin asfalt olduğu durumlarda uygulanacak dolgu kademeleri gösterilmektedir. Zemin tabanının iyileştirmeye ihtiyaç duyması halinde tabi zeminde uygulanan yöntemin aynısı uygulanmaktadır. Sonrasında baca teşkil edilmekte ve açılan baca tranşesinin tamamı kırmataş malzeme ile doldurulmaktadır. Kullanılan kırmataş malzeme dane çapı 0-30mm arasındadır. Kırmataş dolgusu üst noktasına gelindiğinde sırası ile;

- 22cm plentmiks alt temel malzemesi
- 20cm plentmiks temel tabakası
- 10cm bitümlü temel tabakası
- 8cm asfalt betonu binder tabakası
- 5cm asfalt betonu aşınma tabakası ile doldurulmaktadır.

İKSA

0.5

20

10

8

22

15

20

35

DEĞİŞKEN

İKSA

ASFALT BETONU AŞINMA TABAKASI

ASFALT BETONU BİNDER TABAKASI

BİTÜMLÜ TEMEL TABAKASI

PLENT-MIKS TEMEL TABAKASI

PLENT-MIKS ALTTEMEL TABAKASI

GRANÜLER DOLGU
Tuvenan Kum-Çakıl

YATAKLAMA TABAKASI
0-30 mm Kırmataş

ZEMİN İYİLEŞTİRME
0-70 mm Kırmataş (%30)
70-150 mm Kırmataş (%70)

3.1.2 Şevli Açık Kazı İmalatları, İksa ve Palplanş sistemleri

38

kıymetli değildir. Bundan dolayı açık kazı imalatlarının tamamında iksa sistemi kullanılmalıdır. Yükleniciler iksa sistemini günlük yapılan imalat miktarlarını düşürdükleri için kullanmamaktadır. Bunun sonucunda da iş kazaları kaçınılmazdır. Şantiye şefleri, saha mühendisleri ve kontrol mühendislerinin öncelikli görevi çevreye verilen zararın önlenmesi ve iş güvenliği önlemlerinin alınmasıdır. Bundan dolayı söz konusu meslek erbapları kanal kazı çalışmalarında sırasında iksa sistemi olmadan çalışmaya müsaade etmemelidir. İksa sistemi sayesinde olası toprak kaymalarında işçilerin göçük altında kalmasının önüne geçilmektedir. Şekil 3.5’de çelik isale hattı yapımı sırasında kullanılan iksa sistemi gösterilmektedir. İksa sistemi çelik boruların birleşim noktasına konumlandırılmıştır. Bu şekilde işçi iksa içerisine girerek emniyetli olarak kaynak işlemini gerçekleştirecektir.



Şekil 3.5 İksa Sistemi

Şevli açık kazılar, atıksu hat derinliğinin yüksek olduğu ve zeminin kaygan olduğu imalatlarda tercih edilmektedir. Tranşe iki yana açılan yamuk şeklinde kazılmakta bu işleme şevli kazı denilmektedir. Hat derinliği bazı bölgelerde 10m.’ye kadar yükselebilmektedir. Bu durumlarda şevli kazı olası toprak kaymalarının önüne geçmekte ve kanal içerisinde çalışan personelin güvenliğini sağlamaktadır. Derin kazılarda iksa kullanımı da işe yaramamaktadır. İksa sistemi kanalın içerisine gömülü olduğundan toprak kayması sonucu iksa da toprak altında gömülü kalmaktadır. Şevli kazılar belli eğimler doğrultusunda yapılmaktadır. Verilen eğim açısı (D) ve kazı derinliği (H) değerleri kullanılarak üst yüzey alanı bulunmaktadır. Üst yüzey alanı ve taban alanının ortalaması alınmakta ve kazı derinliği ile çarpımı sonucunda toplam kazı hacmi bulunmaktadır. Şevli kazının haricinde kademeli kazılarda mevcuttur. Söz

konusu kazı, iki kademe oluşturacak şekilde toprağın şevli olarak geniş kazılması sonrasında düzleme yapılması ve düzeleme yapılan noktadan tekrar şevli kazı yapılması ile yapılmaktadır. Kırsal bölgelerde daha çok yapımı müsaittir. Geniş çalışma alanı ihtiyacı gerektirdiği için şehir içi uygulamalarda kullanılmamaktadır. Şekil 3.6’da şevli kazı örneği gösterilmektedir.



Şekil 3.6 Şevli Kazı Çalışması Örneği

Palplanş sistemi, çelik panellerin şahmeran makinesi(kazık çakma makinesi) yardımı ile toprak içine çakılması ve ihtiyaç halinde de payandalarla desteklenmesi işlemi ile yapılan bir iksa sistemidir. Su muhtevasının yüksek olduğu kıyı şeridi yerleşim yerlerinde daha çok tercih edilmektedir. Bu bölgelerdeki zeminlerde su muhtevası yüksek olduğu için zeminler balçık haline gelmekte ve kaygan olmakta, bölgelerin geneli bu halde olduğundan iyileştirme işlemi de yapılamamaktadır. Bundan dolayı palplanş çakılarak olası zemin kaymalarının önüne geçilmekte ve kazı işlemi gerçekleştirilmektedir. Palplanş sistemleri kazı derinliğinin 0,6’sı kadar çakılmaktadır. Palplanşın kullanım alanları aşağıda sıralanmaktadır:

- Zeminin sağlam olmadığı bölgeler
- Zemin su muhtevasının yüksek olduğu bölgeler(deniz, göl vb. su alanlarının yakınlarındaki yerleşim alanları)
- İksanın uygun olmadığı tranşeler
- Kazının geniş yapılamadığı şehir içi bölgeleri

3.1.3 Açık Kazı İmalatları Teknik Şartnamelerinde Yapılması Gerekenler ve Tanımlar

DSİ, İSKİ, ASKİ, İZSU, İller Bankası A.Ş., Özel İl idareleri gibi devlet kurumları altyapı ihaleleri yapmaktadır. Yapılan ihalelerin tamamında açık kazı ile ilgili şartnameler mevcuttur. Şartnamelerde genel olarak açık kazı öncesi yapılması gereken zemin etütlerinden, zemin şartlarına göre uygulanması gereken sistemlerden, boru çaplarına göre açılacak hendek genişliğinden, kullanılacak dolgu malzemesi cinsinden, alınması gereken emniyet tedbirlerinden vb. gibi birçok özelliğten bahsedilmektedir. Bu idarelere ait “Kanalizasyon İşleri Genel Teknik Şartnamesi” kullanılarak kazı öncesi, işlem sırasında ve sonrasında yapılması gerekenler gösterilmektedir.

İSKİ’ye ait “İnşaat İşleri Genel Teknik Şartnamesi” içerisinde zemin araştırması için gereksinimler şu şekildedir;

- Dikey test sondajları
- Örnek alma ve laboratuvar testleri
- Penetrasyon testleri: İşyerlerinde 1,5m’yi geçmeyen derinlik aralıklarındaki sondalarla yürütülecektir. Test için 1,5m aralıklarla alınan örselenmiş örneklerin hacim ağırlığı ve nem oranı da bulunacaktır.
- Yüzey taşıma testleri
- Geçirgenlik testleri
- Yeraltı Kalite Tespiti:Yüklenici farklı toprak çeşitlerini sınıflandırmak için her sondajda 1m’yi geçmeyen aralıklarla örselenmiş örnekler alacaktır [33].

Aynı şartnamede, sağlam olmayan zeminde kazı yapılması ile ilgili yapıların temellerinde herhangi bir çürük malzemenin olması durumunda, yüklenici kontrol teşkilatının görüşleri doğrultusunda bu malzemeyi sıyrarak ve 200 dozlu grobeton ile doldurulacağı belirtilmektedir [33].

İSKİ'ye ait “Kanalizasyon İşleri Teknik Şartnamesi” içerisinde açık kazı yöntemi ile yapılan kanalizasyon imalatlarında kullanılacak boru çapına göre kazılacak hendek genişlikleri Çizelge 3.1’de gösterildiği gibidir.

Çizelge 3.1 Boru Çaplarına Göre Açılması Gereken Hendek Genişlikleri [32]

Boru Çapı(mm)	Hendek Genişliği(cm)
Ø 200	90
Ø300	100
Ø400	110
Ø500	130
Ø600	140
Ø ≥700	Ø _d (Boru Çapı)+2 x 40cm

Dolgu malzemesinin boru çapına göre serilmesi gereken kalınlık;

0,32mm tane çapında kırmataş kalınlığı(m) $0,1 + D/10$ şeklinde hesap edilmektedir.

İnşaat zemin durumuna göre özel iksa türlerinin kullanım gereksinimleri aktarılmakta ve bunların idare onayı ile yapılacağı belirtilmektedir. Hafriyatların ise şantiye dışında yapılacak nakillerinde depo sahalarının kazı ve moloz depolamaya ait resmi belgelerinin olması gerektiği belirtilmektedir.

İSKİ'ye ait 2016 Yılı İSKİ Bayrampaşa Şube Müdürlüğü Mesuliyet Sahası İçerisinde Atıksu ve İçmesuyu Hatlarında Yapım Bakım ve Onarım İş i ihalesinde dokümanında bulunan açık kazı yapılması ile ilgili birim fiyat tarifleri şu şekildedir.

- Yol Üst Kaplamasının Sökülmesi: Mevcut yol üst kaplamasının asfalt olması halinde; asfalt kaplamanın hendek üst genişliğince çizilmesi veya işaretlenmesi, işaretlenen çizgi boyunca itinalı ve düzgün bir şekilde asfalt kaplamasının asfalt kalınlığınca kesilmesi, bıçak soğutma suyunun temin edilmesi ve kesilen hendek kenarı asfalt kaplamanın korunması, her kalınlıktaki asfaltın her cins alet veya makine ile sökülmesi, Mevcut yol üst kaplamasının parke olması halinde; parke yol kaplamalarından çıkan parke taşlarının tekrar kullanılmaya elverişli olacak şekilde

sökülmesi, uygun yerlerde istif edilmesi, malzemenin zayii olması halinde yerine aynı evsafa malzemenin temini, iş yerine nakli, mevcut yol üst kaplamasının beton olması halinde; her kalınlıkta beton yolun her cins alet veya makine ile sökülmesi için gerekli her türlü masraf, inşaat yerindeki yatay, düşey taşıma, yükleme boşaltma ve her türlü işçilik, makine, ekipman, alet edevat giderleri, yüklenici karı ve genel giderler dahil yol üst kaplamasının sökülmesidir.

- Atıksu Hatlarında Kazı Yapılması: Her çeşit atıksu ve yağmur suyu hatlarında, her cins zeminde her derinlik ve genişlikte el veya her çeşit makine ile hendek kazısının yapılması, şartnamesine ve projesine göre uygun olarak kazı çukuru tabanının ve yan cidarlarının düzeltilmesi, aralıklı, sık aralıklı veya tam ahşap kaplama ile iksa yapılması, kazı sırasında karşılaşılabilecek mevcut yer altı tesislerine zarar verilmemesi, zarar verilmesi halinde tazmini, yer altı seviyesinin yüksek olduğu durumlarda suyun boşaltılarak çalışma bölgesinden uzaklaştırılması için gerekli her türlü masraf, malzeme ve zayıatı, alet, edevat, makine ve işçilik giderleri ile yüklenici karı ve genel giderler dahil her cins zeminde atıksu hatlarında kazı yapılmasıdır.
- Ø 300 mm MBB Döşenmesi İşçiliği (Nakliye Dahil): İdare tarafından verilen muflu beton boruların ve C parçalarının, İdare ambarlarından teslim alınması, hendek veya konulacağı yere kadar nakli, hazırlanması ve hendek içine indirilmesi, şartnamesi ve projesine göre yerine yerleştirilmesi, boru başlarının bağlanması, mevcut hat üzerinde iki baca arası yenileme veya onarım yapılırken imalatın yapıldığı hattın mevcut atıksu debisi imalatın yapımına engel teşkil etmesi halinde atıksu hattının bir önceki muayene bacasından tıkama yastığı ile tıkanması ve dalgıç pompa ile atıksuyun bir sonraki muayene bacasına aktarımının yapılması ve boru hattının tamamlanmasını müteakip hattın uzaktan kumandalı kamera donanımlı araç ile görüntülerinin alınması ve DVD ortamında idareye teslim edilmesi için gerekli her türlü masraf, her türlü işçilik, makine, ekipman, alet ve edevat, malzeme zayıatı, nakliye, yatay ve düşey taşıma, yükleme, boşaltma giderleri ile yüklenici karı ve genel giderler dahil muflu beton boruların ve C parçalarının döşenmesidir.
- Kırmataş Dolgu Yapılması: Boru hendek tabanının tesviyesi tamamlanıp tabanda ki suyun kurutulmasından sonra, yüklenici tarafından temin edilen dane çapı 0mm-32mm arası kırmataşın hendek veya konulacağı yere kadar nakli, hendek veya konulacağı yerde hazırlanması, makine veya elle alınarak hendek veya temel tabanına atılması, 30 cm 'lik tabakalar halinde serilerek pünomatik tokmaklar ve vibrasyonlu silindirler

kullanılmak suretiyle sıkıştırılması için gerekli her türlü masraf, her türlü işçilik, makine, ekipman, her türlü müşkülât zammı, alet ve edevat, malzeme zayiatı, nakliye, yatay ve düşey taşıma, yükleme, boşaltma giderleri ile yüklenici karı ve genel giderler dahil kırmataş dolgu yapılmasıdır.

- Kazı Moloz Nakli: Kazıdan veya her cins yol üst kaplamasının sökülmesinden çıkan malzemenin taşıtlara yüklenerek her mesafedeki döküm sahalarına nakledilmesi, boşaltılması, kesin depo yerinde serilip düzeltilmesi için gerekli her türlü masraf her türlü işçilik, makine, alet ve edevat, her türlü vergi, harç, ekip ekipman giderleri, nakliye, döküm bedeli yatay ve düşey taşıma, yükleme, boşaltma giderleri ile yüklenici karı ve genel giderler dahil kazı molozun nakledilmesidir [34].

Bu verilen beş pozda sırası ile açık kazı yöntemi ile yapılan atıksu imalatlarının tüm süreci gösterilmektedir. Yüklenicinin söz konusu ihale kapsamında birim metre atıksu imalatının kazısı, boru döşemesi, dolgusu ve hafriyat nakillerinde yapması gerekenler gösterilmektedir.

3.2 Pipe-jacking (Boru İtme) Yöntemi

Genel olarak yatay delgi metotları açık kazı yöntemine göre daha maliyetlidir. Ancak açık kazı yöntemi ile imalatın mümkün olmadığı durumlarda bu yöntem tercih edilmektedir. Altyapının yoğun olduğu şehir içi bölgelerinde açık kazı yapabilmek için elektrik, yağmursuyu, içme suyu ve doğalgaz hatlarının bozulup deplasesinin yapılması gerekmektedir. Böyle durumlarda yatay delgi metotları açık kazı yöntemine göre daha ekonomik olmaktadır. Pipe-jacking diğer adıyla boru itme yöntemi genel olarak şehir merkezlerinde, yol geçişlerinde, dere geçişlerinde ve altyapı sistemlerinin yoğun olduğu noktalarda tercih edilmektedir [37]. Boru itme yönteminde kullanılacak ekipmanlar şunlardır:

- Kılıf Borusu
- Hat Borusu
- Ekskavatör veya Kazıyıcı Makine
- Kesici Kafa
- İtme Sistemi
- Yönlendirme Mekanizması
- Kazıdan çıkacak hafriyat için konveyör sistemler veya vakumlu boru sistemi

Pipe-jacking sistemleri zeminin sert olduğu ve boru çapının yüksek olduğu durumlarda tercih edilmektedir. Metodoloji olarak sırası ile;

- Boru itme aftının ekskavatör yardımı ile açılması
- İtme aftının kalıplar veya kazıklar yardımı ile olası toprak kaymalarına karşı emniyetli hale alınması
- İtme Sisteminin kurulması
- Kesici kafanın hat giriş noktasına yerleştirilmesi
- Kılıf borusunun sisteme eklenmesi
- İtme işleminin başlatılması
- Sistemden çıkan hafriyatın elle, konveyör bantlarla veya borular yardımı ile dışarı ıkartılması
- Bir boy boru itildikten sonra diğer borunun birleşimi yapılarak itme işlemine devam edilmesi, çıkış noktasına kadar bu işlemin tekrarlanması
- Kılıf borusu içerisine hat borusunun geçirilmesi ve iki boru arası boşluğun kendinden yerleşen beton yardımı ile kapatılması
- Açılan giriş aftının tekrar eski hale getirilmesi işlemi ile gerçekleştirilmektedir.

Pipe-jacking sisteminde daha çok elik borular tercih edilmektedir [38]. elik boruların haricinde beton ve CTP boruların da tercih edildiği uygulamalar görülmektedir. Ancak elik borular diğer borulara göre daha mukavim oldukları, birleşim noktalarının sağlamlığı ve bu sistem içerisinde kullanım kolaylığı sağladığı için ulusal projelerde büyük oranında elik borulara yer verilmektedir. Geçmiş dönemlerde boru itme sistemi her türlü zeminde elverişli olmadığı, teknolojinin yaygın olmamasından kaynaklı maliyetinin yüksek olduğu ve boruların itme işlemi için yeterli mukavemete sahip olmadığı için çok tercih edilmemekteydi. Günümüzde bu problemlerin hepsinin önüne geçilerek vazgeçilmez bir teknik haline gelmiştir. Boru itme sisteminin avantajları şunlardır:

- Her türlü zeminde uygulanabilir olması
- Proje maliyetlerini düşürmesi [39]
- Çalışmanın yapıldığı bölgede insan hayatını etkilememesi
- Altyapı sistemlerine zarar vermeden imalatın gerçekleştirilebilmesi
- Yağmursuyu, içmesuyu ve atıksu hatları imalatlarının tamamında kullanılabilmesi
- Boru cinslerine, et kalınlıklarına ve mukavemetlerine göre sistemin ayarlanabilmesi
- Projelerde zaman kaybının önüne geçilmesi [40]

Ülkemizde birçok kurum yapmış olduğu altyapı ihalelerinde bölge durumuna göre pipe-jacking sistemini tercih etmektedir. Örnek olarak İSKİ'ye ait Asya Betonarme Boruları Yenileme İnşaatı(1) işinde Ø1800mm spiral kaynaklı çelik boruların açık kazı imalatı ile döşenemediği durumlarda Ø2200mm spiral kaynaklı çelik boruların itme metodu kullanılarak itilmesi ve içerisinden Ø1800mm boruların geçirilmesi işlemi uygulanmıştır. Şekil 3.7'de söz konusu projede bulunan Ø2200mm çaplı boru itme shaftı gösterilmektedir.



Şekil 3.7 Boru İtme Şaftı

Söz konusu ihalede Ø2200mm boru itme metodu için istenilen işin tarifi; dere ve nehirler ile karayolunun yapısal özelliğini bozmadan bunları enine kesen yatay delgi metodu ile çakılan veya itilen çelik boru içinden geçirilmesi işi ile ilgili olarak delme ve çakma işinde kullanılacak her cins makinasının ve bu işte kullanılmak üzere diğer alet ve edevatın iş yerinde çalışır hale getirilmesi, müteahhit tarafından temin edilen St44 kalitesindeki 25 mm et kalınlığındaki sacın bükülerek yatay geçişin yapılabilmesi için Ø2200 mm çapındaki Çelik Boru haline getirilmesi, çalışma odası kenarındaki çelik borunun çalışma odası içine indirilmesi, gerekmesi halinde boru ucuna kaynak ağzı açılması, boru uçlarının kesilmesi, düzeltilmesi, kesim sırasında oluşan çapakların temizlenmesi, boru başlarında ki ovalliğin

giderilerek dairesel eksene alınması, boruların kaynak yapılacak şekilde tam olarak uc uca getirilmesi, kaynakla ilgili norm ve fenni şartnamesine uygun olarak elik boru başlarının boru et kalınlığına göre icap ettiği kadar sıralar halinde ark kaynağı ile birleştirilmesi, geçiş işlemi için her cins yatay boru çakma makinasının veya yatay hidrolik itme makinasının çakma, itme ve delgi işlemi için iş yerinde hazırlanması zeminin yapısal özelliğini bozmadan borunun zemin içine itilmesi veya çakılması, boru içine giren kazının yapılması, kazılan malzemenin çalışma odasına atılması, çalışma odası dışına çıkarılan kazı malzemesinin, çalışma odası kenarına atılması ve 25 mt ye ötelenmesi ile borunun zemine itilmesi veya çakılması için her türlü müşkülat zammı dahil (toplama odasında toplanan suyun boşaltma bedeli ile her çaptaki yatay geçişler için boru içindeki kazı malzemesinin toplama odasına kadar nakli dahil) işçilik, alet, edevat, makina, ekip, ekipman, malzeme ve zaiyatı, yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma, yüklenici karı ve genel giderleri dahil, elik boruların zeminin yapısal özelliğini bozmadan her cins makina ile (akma veya itme usulü ile) Dere ve nehirler ile karayolunun altından zeminin yapısal özelliğini bozmadan bunları enine kesen yatay delgi metodu ile geçiş yapılması şeklinde ifade edilmektedir [41].

3.3 Boru ekme Yöntemi

Boru ekme yöntemi diğer bir adıyla yönlendirilebilir yatay delgi tekniği, boru çapının Ø800 ve daha küçük çaplarda uygulanmaktadır. Sert zeminlerde uygulanması boru itme metoduna göre daha zordur. Genel olarak atıksu şebeke ve içme suyu hatlarında tercih edilir. Bu yöntemin metodolojisinde sırası ile şu işlemler yapılmaktadır:

- Delici kafa yardımı ile hat gzerghının açılır
- Açılan hat gzerghı istenilen boru çapına göre genişletilir
- Sistemden püskürtülen kimyasal ilaveli bentonit yardımı ile delinen bölgenin çökmemesi sağlanır
- Boru ekme aparatı boru ucuna bağlanarak delginin yapılmış olduğu kanaldan geçirilerek imalat tamamlanır.

Boru itme metoduna kıyasla avantajları ve dezavantajları şu şekildedir;

- Boru itme metodundaki gibi bir şafta ihtiyaç duyulmaz.
- Çalışma alanı kısıtlı olduğu bölgelerde de işlem yapılabilir.
- Yapım maliyeti daha düşüktür.
- Yapım süresi daha kısadır

- Toprak altında istenilen yön doğrultusunda yönlendirilebilmektedir.
- Yaygınlığı boru itmeye göre daha azdır.
- Ulusal piyasada tecrübeli personel bulunmamaktadır.
- İlk yatırım maliyeti yüksektir.(Araç ücreti yüksektir.)
- Kullanılan makine gücüne göre fiyat artışı ivmeli artmaktadır.
- Ağır borularda ve sert zeminlerde kullanımları mümkün değildir.

Bu yöntemde daha çok çelik ve HDPE borular tercih edilmektedir. Ama düktil boru ile yapılan uygulamalarda görülmektedir. Boru çekme metodu ülkemizden daha çok diğer ülkelerde tercih edilmektedir. Yeni ihalesi yapılan yerel projelerde bu yöntemin yaygınlığı artmaktadır. Çizelge 3.2’de Rusya’da düktil demir borularla yapılan boru itme imalat miktarları gösterilmektedir.

Çizelge 3.2 Rusya’da Düktil Boru ile Yapılan Yönlendirilmiş Yatay Delgi İmalat Miktarları
[26]

Uygulama Yılı	Şehir	Boru çapı(mm)	İmalatın Uzunluğu (m)
2004	Saint-Petersburg	100	100
2007	Moscow	300	700
2007	Krasnoyarsk	250	1700
2008	Saint-Petersburg	300	142
2008	Ivanova	200,300	420
2009	Khabarovsk	200	1430
2009	Nizhny-Novgorod	300	100
2010	Kiev	200	280
2010	Krasnoyarsk	100	129
2010	Cheboksary	200	30
2012	Kiev	300	220

Çizelge 3.2 Rusya’da Düktil Boru ile Yapılan Yönlendirilmiş Yatay Delgi İmalat Miktarları
[26] (devamı)

2012	Vologda	400	130
2013	Belarus	150	60
2013	Belarus	200	160
2013	Kovrov	200	270
2014	Belarus	400	240
2014	Belarus	500	60
2015	Kaluga	300	132
2015	Vologda	300	80
2016	Saint-Petersburg	300	150

Ulusal projelerde de kullanımı yaygınlaşmaktadır. İSKİ’nin 2015 yılında çıkarmış olduğu Asya ve Avrupa Yakaları Müteferrik Boru İtme İnşaatı işinde çeşitli çaplarda HDPE boruların yönlendirilmiş yatay delgi metodu ile imalatı gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.8’de yönlendirilmiş yatay delgi metodunun yapım aşaması gösterilmektedir.



Şekil 3.8 Yönlendirilmiş Yatay Delgi ile Atıksu İmalatı

3.4 Derin Deniz Deşarjı İmalatı

Günümüzde atıksular, nüfusun artışıyla eşdeğer oranda artmaktadır. Arıtma tesislerinin kapasiteleri arttıkça birim işletme maliyeti de azalmaktadır. Bundan dolayı atıksuların bir noktada toplanması enerji tasarrufu açısından çok önemlidir. Büyükşehirlerdeki nüfus yoğunluğu ve çarpık kentleşme, atıksu toplama hatlarının imalatını zorlaştırmaktadır. Atıksu arıtma tesislerinin(Biyolojik Arıtma, İleri Biyolojik Arıtma vb.) ilk yatırım maliyeti ve işletme maliyetleri oldukça yüksektir. Mekanik arıtma akabinde yapılacak olan Derin Deniz Deşarjı Sistemleri ise hem ilk yatırım maliyeti hem de işletme maliyeti açısından diğer arıtma yöntemlerine göre oldukça ekonomiktir.

Derin Deniz Deşarjı Sistemleri, yeterli arıtma kapasitesine sahip alıcı ortamlarda seyreltme yöntemi ile ön arıtma uygulayarak veya uygulamadan atıl suyun deniz dibine borular veya difüzörler yardımı ile deşarj edilmesi işlemidir [42]. Derin Deniz Deşarj sistemlerinde yetişmiş eleman gerektirecek proses bulunmadığından işletmesi de oldukça kolaydır. Ancak verimli bir arıtma gerçekleştirilebilmesi için alıcı ortamın uygunluğu ve atıksuyun karakteri iyi analiz edilmelidir. Çizelge 3.3’de 31 Aralık 2014 tarihli 25687 sayılı Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde, derin deniz deşarjına müsaade edilen suyun özellikleri gösterilmektedir. Söz konusu parametreler sağlanmadan suyun deşarjına müsaade edilmemektedir.

Çizelge 3.3 Derin Deniz Deşarjına İzin Verilebilecek Atıksuların Özellikleri [42]

Parametre	Sınır	Düşünceler
pH	6-9	-
Sıcaklık	35°C	-
Askıda Katı Madde(mg/L)	350	-
Yağ ve Gres(mg/L)	15	-
Yüzer Maddeler	Bulunmayacaktır	-
BOİ ₅ (mg/L)	250	-
KOİ(mg/L)	400	-

Çizelge 3.3 Derin Deniz Deşarjına İzin Verilebilecek Atıksuların Özellikleri [42] (devamı)

Toplam Azot(mg/L)	40	-
Toplam Fosfor(mg/L)	10	-
Metilen Mavisi ile Reaksiyon Veren Yüzey Aktif Maddeleri(mg/L)	10	Biyolojik olarak parçalanması Türk Standardları Enstitüsü standardlarına uygun olmayan maddelerin boşaltımı prensip olarak yasaktır.
Diğer Parametreler		31/12/2005 tarihli ve 26040 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelikte bu parametreler için verilen sınır değerlere uymalıdır.

Analizler neticesi dikkate alınarak deşarj hattı projelendirilmelidir. Projelendirme aşamasında dikkat edilecek hususlar aşağıda gösterilmektedir:

- Projeye esas alınan debi
- Deniz tabanı batimetrisi
- Yükleme odası ve su yüksekliği
- İmalatta kullanılacak malzeme ve ekipman seçimi
- Seyrelme formülleri
- Akıntı hızı ve yönleri
- SKKY Derin Deniz Deşarj kriterleri

Boru akım formüllü olarak William-Hazen formülü kullanılmaktadır.

Bu formül; $Q = 0,2785 * C * D^{2,63} * J^{0,54}$ ve $V = 0,85 * C^{0,63} * J^{0,54}$ [43]

Q = Debi (m³/sn)

R = Hidrolik yarı çap, $D/4(m)$

$J = \text{Hidrolik eğim (m/m)}$

$C = \text{William-Hazen katsayısı}$

$V = \text{Hız (m/sn) şeklindedir.}$

Derin Deniz Deşarj Sistemleri projelendirilirken seyrelme formülleri de dikkate alınır. Atıksudaki kirlilik yükü üç değişik yolla seyrilmektedir.

•İlk seyrelme (S1) : Atıksuyun difüzörlerden çıkış yaparak deniz suyu ile ilk seyrelmesidir. En önemli seyrelmedir. Formülü; $S1 = 1 + (u \cdot L \cdot H) / Q$, u: Akıntı Hızı, L: Difüzör boyu, H: $1/2 \cdot (\text{Deşarj Derinliği} - \text{Batmış Tarla Derinliği})$

•İkinci seyrelme (S2): Atıksu tarlasının türbülans difüzyonu ve boyuna dispersiyon etkisi ile yatay istikamette yayılıp, açılarak seyrelmesidir.

•Üçüncü seyrelme (S3): Atıksu içerisindeki korunamayan türden unsurların zamanla biyolojik olarak ayrışması, güneş ışığı tesiri ve çökelen maddelerle sürüklenme yoluyla uğradıkları ilave seyrelmedir [43].

İlk Seyrelme formülünden de anlaşılacağı gibi deniz deşarj hattının derinliği ve difüzörün boyları seyrelme açısından çok önemlidir. Seyrelmenin sağlanamaması durumunda çevre ve insan sağlığı olumsuz etkilenecek ve deniz kirliliği kaçınılmaz olacaktır. Boru çapı, boyu ve deşarj derinliği projelendirilirken dikkat edilmeli, imalat aşamasında da borular projeye uygun konumda yerleştirilmelidir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğinde de minimum ilk seyrelmenin 40m açıklıkta ve deşarj derinliğinin 20m olması öngörülmektedir. Projelendirme aşamasında yük kayıpları da dikkate alınmalıdır. Yük kayıpları genel olarak dirseklerden, redüksiyonlardan, med-cezirlerden, yoğunluk farklarından ve yatay ve düşey difüzör boruların yersel ve sürekli yük kayıplarından kaynaklanmaktadır. Projelendirme aşamasında yük kayıpları dikkate alınmazsa imalat hatalı gerçekleşebilmektedir [43].

Derin Deniz Deşarj Hatlarının İmalat Metodolojisi; boru tranşesinin zemin durumuna göre barç üstünde ekskavatör veya pompa yardımı ile açılması, boru yataklama dolgusunun yapılması, boru imalatlarının gerçekleştirilip birleştirme işleminin yapılması, batırma blokları yardımı ile borunun hendeğe indirilmesi eğer boru hattının tamamı tek seferde suya indirilemiyorsa borular hendeğe indirildikten sonra flexible joint parçaları yardımı ile su altında birleştirilmesi, boru gömlekleme ve üst dolgusunun gerçekleştirilmesi ve difüzörlerin(deşarj ağızlarının) montajının yapılması şeklindedir. Derin deniz deşarj

sisteminin hatalı imalatı ve suyun arıtımının tam sağlanamaması su canlılarının habitatını, çevredeki plaj ve dinlenme yerlerini ve balıkçılık sektörünü doğrudan etkilemektedir.

3.4.1 Derin Deniz Deşarjlarında Boru Döşeme Yöntemleri

Boruların deniz dibine döşenmesi üç farklı yöntemle sağlanmaktadır. Bunlar şöyle gösterilmektedir:

- Tabandan Çekme Yöntemi
- Uzun Boru Dizileri Halinde Yüzdürme ve Batırma Yöntemi
- Modüller Halinde Yüzdürme ve Batırma Yöntemi [44]

Tabandan çekme metodu, özellikle çelikten imal edilen tüm boyutlardaki borular için en yaygın yöntemdir. Borular önceden açılan hendeğin içine döşenmektedir. Borular, sahilin kara tarafındaki şantiye sahasında, kaynakla eklenerek montajları yapılabilmesi için, ek yeri istasyonlarında boru hali dizisi haline getirilmektedir. Bu kısım sahilde özel bir çekme rampası yardımı ile deniz tabanında hazırlanan yatak üzerinde çekilmeye başlanır. Daha sonra, hattın karadaki son ucu, suya indirme sahasındaki hattın montajı yapılmış olan bir sonraki boru kısmına kaynaklanır ve çekme işlemine tekrar başlanır. Deşarj hattının hepsi tamamlanana kadar bu işlem devam etmektedir.

Boruların karadaki hareketleri makaralar yardımı ile kolaylaştırılmaktadır. Boruların deniz tabanında çekilmesini kolaylaştırmak için, su içindeki ağırlığı ayarlamak çok önemlidir. Ağırlığın ayarı ile boruları çekmek için gereken kuvvet minimize edilmiş olmakta ve boruların dalga ve akıntılara karşı stabil durması sağlanmaktadır. Boruların çekilmesi, güzergah doğrultusunda açığa bırakılan bir ankraj kütesine bırakılan makaran gelen çelik halatın, bir ucunun boruya bağlanması diğer ucunda karada tesis edilmiş bir vinç ile çekilmesi suretiyle sağlanmaktadır. Buna alternatif olarak açıkta bulunan bir vincin çekmesi sureti ile de sağlanabilmektedir. Burada önemli olan çekme işleminin sürekli olmasıdır. Aksi takdirde boru deniz tabanına çökebilmektedir.

Tabandan çekme yönteminin avantajları şu şekildedir:

- Hava ve deniz şartlarının etkisi yok denecek kadar azdır.
- Deniz ulaşımını engellememektedir.
- Boru hatlarının teşkili sırasında oluşabilecek yüksek dalgalardan etkilenmemektedir.
- Uzun boru yöntemindeki gibi büyük bir şantiye alanına ihtiyaç duyulmamaktadır.

Uzun boru dizileri halinde yüzdürme ve batırma yöntemi ile modüller halinde yüzdürme ve batırma yöntemi benzerlik göstermektedir. Tabandan çekme metodundan farklı olarak borular karada kaynatılmaktadır. Su içerisinde batırma kütleleri yardımı ile açılmış olan hendek içerisinde döşenmektedir. İşlem sırasında dalgadan ve hava şartlarından olumsuz etkilenir, deniz trafiği engellenir ve imalat sırasında hatalar oluşabilmektedir. Bu üç yöntem arasından en makbul olanı tabandan çekme yöntemidir.

3.4.2 Derin Deniz Deşarj Hatlarından Uygun Ekipman Seçimi

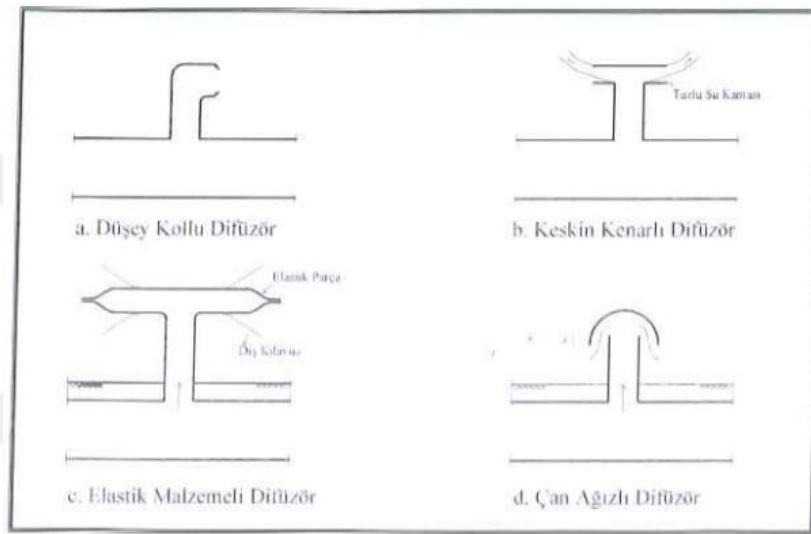
Deniz deşarj hatlarının imalatında uygun malzeme seçimi çok önemlidir, bu yöntemde kullanılabilecek 4 boru cinsi vardır. Bunlar; öngermeli beton boru, yüksek yoğunluklu polietilen boru, cam takviyeli boru, çelik boru şeklindedir. Beton boruların boru maliyetleri düşüktür ancak döşeme maliyeti yüksektir. Korozyona karşı dayanıklı borulardır. Bağlantıları lastik contalı muflu bağlantı şeklindedir. Ağırlıklarından dolayı deniz tabanı yumuşak ise döşenmesi risklidir. YYPE borular ise maliyetleri beton borulara göre daha yüksek, hafif olmalarından dolayı döşeme maliyetleri düşüktür. Korozyona karşı mukavimdir. Sürtünme kayıpları azdır. Darbelere karşı dayanıklı değildirler, dolgu aşamasında dikkat edilmesi gerekmektedir. Zamanla ovalleşme gözlemlenmektedir. CTP borular 4000mm çapına kadar üretilmektedir. Boru bileşimi karada el sarması, su altında döner flanşlar yardımı ile sağlanmaktadır. CTP borular korozyona karşı ve yüksek iç basınca karşı mukavemeti oldukça yüksektir ancak noktasal yüklere karşı çok dayanıksızdır. CTP ve YYPE borular gemi çaplarından hasar görebilmektedir. Çelik borular daha hafiftir. Boru maliyeti ve döşeme maliyeti düşüktür. Diğer borulara kıyasla genleşme katsayıları da düşüktür. Darbelerden kolay hasar almamaktadır. Korozyona karşı zayıftırlar ancak katodik koruma ve iç, dış tecrit yapılarak bu problem de halledilebilmektedir. Derin Deniz Deşarj projelerinde genellikle çelik borular tercih edilmektedir. Türkiye'deki Tuzla DD., Ergene Havzası DD., Paşaköy DD. Vb. gibi bir çok projede de çelik boru tercih edilmiştir.

Derin Deniz Deşarj prosesinin en önemli noktalarından biri de difüzör seçimidir. Difüzörler, atıksu ile deniz suyunun birbirine iyi karışmasını sağlayacak şekilde olmalıdır. Difüzör aralıkları, ilk seyrelmenin maximum düzeyde sağlamalı ve atıksu hüzmelerinin birbirine girişimini engellemelidir. Şekil 3.9'da gösterildiği gibi dört çeşit difüzör tipi vardır. Bunlar;

- Düşey kollu,
- Keskin kenarlı,

- Elastik malzemeli
- Çan ağızlı şeklindedir.

Difüzör tiplerinden en uygun olanı elastik malzeme (ördek ağızlı) difüzörlerdir. Duckbill vana, naylon ve polyester lifleri ile güçlendirilmiş volkanize malzemeden imal edilmiştir. İçeriden atıksu gelmemesi durumunda elastik ağız kapanarak tuzlu suyun ve çökeltinin içeriye girmesini engellenmektedir. Tesisler nüfus artış planlarına göre projelendirildiği için ilk kurulumda bütün difüzörler görev yapmamaktadır. Atıl durumdaki difüzörler kör tapa vasıtasıyla kapatılmaktadır. Ancak ördek ağızlı difüzörlerde su akışı olmadığından içeri deniz suyu giremediği için kör tapaya da ihtiyaç duyulmamaktadır.



Şekil 3.5 DDD Difüzör Tipleri

3.4.3 Derin Deniz Deşarj Sistemlerinde Dolgu Tabakaları

Derin Deniz Deşarjlarında boru üstü dolgusu, borunun zemini sağlam oturması ve hareket etmemesi açısından önemlidir. Dolgunun düzgün yapılmadığı, dane çapının yanlış seçildiği durumlarda, dalganın dolgu malzemesini taşıması sonucu boru hasar almakta ve borularda delinmektedir. Bunun neticesinde atıksu hattında kaçaklar meydana gelmekte ve seyrelme gerçekleşmemekte ve deşarj olmadığı veya debinin az olduğu durumlarda hatta deniz suyu karışabilmektedir. Hendek dolgusunda en önemli ölçüt 0-10m derinliğinde en üst tabakada seçilen malzemenin dalga yükleriyle taşınmayacak şekilde seçilmesidir. Bundan dolayı en üst dolgu tabakası dane çapı 600mm. yüksek seçilmelidir. Boru tabanından dolgu bitim noktasına kadar çeşitli dolgu tipleri mevcuttur. Dolgu malzemelerinin dane çapları tabandan yukarıya doğru artış göstermektedir.

ATIKSU İLETİM VE DEŞARJ HATLARINDA ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMİ

Gelişen teknoloji ile birlikte Dünyamız üretim ve hizmet konusunda daha da küçük bir hal aldı ve sanayi tek pazar haline geldi. Üretim ve tüketim dünyanın her noktasına yayılarak global hale gelmiş ve dolayısıyla global rekabet doğmuştur. Dünyamızın daha da hızlı değişmeye başlamasıyla üreticinin global rekabete ayak uydurması gerekmektedir. Bunun için kuruluşlar, ürün ve hizmeti ilgili tarafların istediği kalitede sunmalı ve kalitenin sürekliliğini sağlamalıdır. Bunu amaçlayan kuruluşların da öncelikle “Yönetim Sistemlerini” anlaması ve uygulaması şarttır.

ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi Standardı, müşteri beklentileri, ihtiyaçları ve mevzuat şartlarını karşılama yolu ile müşteri memnuniyetinin artırılmasını öngören dünyaca kabul görmüş bir kalite yönetimi sistemi biçimidir.

ISO tarafından oluşturulan ve Türk Standartları Enstitüsü tarafından Türkçeye çevrilen TS EN ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi standardı, tüm yönetim sistemleri gibi TS EN ISO 14001 Çevre Yönetim Sisteminin de temelini oluşturmaktadır. Kalite yönetim standardında yer alan ilgili taraflar ve şartların yerini çevresel gereklilikler ve mevzuat şartları almaktadır. Çevre Yönetim sisteminin aşağıdaki unsurlara dayandırılmalıdır,

- Doğal hayatın korunması ve sürdürülmesi
- Doğal kaynak kullanımının minimize edilmesi
- Ürün, hizmet ve faaliyetler sırasında oluşan kirliliğin azaltılması
- Ürün, hizmet ve faaliyetlerden oluşabilecek çevresel etkilerin tespiti ve iş planlamalarında çevresel etkilerin göz önünde bulundurulması
- Ürün ve hizmet sunumunda çevre yaşam döngüsü konusunun değerlendirilmesi

- Tüm bireylerin çevresel farkındalığının artırılması, çevre eğitimleri

ISO tarafından çevre yönetim sistemi kapsamında oluşturulmuş ve Türk Standartları Enstitüsü tarafından ülkemizde yayımlanmış ve uygulamada bulunan 14000 serisi standartlar aşağıda bilgi amaçlı sunulmuştur. TS EN ISO 14001 standardı denetimler ile uyumluluğun değerlendirilmesi sonucu belgelendirme yapılabilen standart olup diğer standartların büyük bir kısmı kılavuz niteliğindedir.

- TS EN ISO 14045 Çevre yönetimi-Ürün eko-verimlilik değerlendirmesi sistemleri - Prensipler, kurallar ve ilkeler
- TS EN ISO 14051 Çevre yönetimi-Malzeme akış harcama hesabı-Genel çerçeve
- TS EN ISO 14015 Çevre yönetimi - Kuruluşların ve yerleşim alanlarının çevre açısından değerlendirmesi
- TS EN ISO 14031 Çevre yönetimi- Çevre performans değerlendirilmesi-Kılavuz
- TS EN ISO 14063 Çevre yönetimi - Çevresel iletişim - Kılavuzlar ve örnekler
- TS EN ISO 14044 Çevre yönetimi - Hayat boyu değerlendirme - Gereklere ve kılavuz
- TS EN ISO 14050 Çevre yönetimi - Terimler ve tarifleri
- TSE ISO/TR 14062 Çevre yönetimi - Ürün tasarımına ve geliştirilmesine çevresel boyutların dahil edilmesi
- TSE EEC D 337/85 Çevre yönetimi - Bazı kamu ve özel sektör projelerinin çevre etkilerinin değerlendirilmesi
- TS ISO 14020 Çevre yönetimi- Çevre ile ilgili etiketlenmenin temel prensipleri
- TS ISO 14060 Çevre yönetimi-Çevre etkilerinin mamul standartlarına dahil edilmesi ile ilgili kılavuz
- TS EN ISO 14001 Çevre yönetimi-Çevre yönetim sistemleri-Özellikler ve kullanım kılavuzu
- TS EN ISO 14010 Çevre yönetimi-Çevre denetim kılavuzu- Genel prensipler
- TS EN ISO 14011 Çevre yönetimi-Çevre denetim kılavuzu-Denetim usulü Çevre yönetim sistemlerinin denetimi

- TS EN ISO 14012 Çevre yönetimi-Çevre denetimi için kılavuz-Çevre denetçilerinin sahip olması gereken özellikler
- TS ISO 14021 Çevre yönetimi - Çevreyle ilgili etiketleme - Çevreyle ilgili iddiaların öz beyanı - Terimler ve tarifler
- TS EN ISO 14040 Çevre yönetimi-Hayat boyu değerlendirme-Prensip ve çerçeve
- TS EN ISO 14041 Çevre yönetimi- Hayat boyu değerlendirme-Amaç ve kapsam tanımı ile envanter analizi
- TS EN ISO 14042 Çevre yönetimi - Hayat boyu değerlendirme-Hayat boyu etki değerlendirmesi
- TS EN ISO 14043 Çevre yönetimi - Hayat boyu değerlendirme - Hayat boyu yorumu
- TS ISO 14004 Çevre yönetimi - Çevre yönetim sistemleri - Prensipler, sistemler ve destekleyici teknikler için genel kılavuz (www.tse.gov.tr) [45]

4.1 Çevre Yönetim Sistemi ve İlk Oluşumu

Sanayi devrimi ile başlayan çevre kirliliği, teknolojinin artmasıyla birlikte daha da ilerlemiştir. 1970 yılından itibaren sanayi ülkeleri, üretim faaliyetleri sonucunda oluşan atıkların yarattığı çevresel etkiler ile birlikte çevre sorunlarının farkına varmaya başlamışlardır. Bu doğrultuda Avrupa Birliği Ülkeleri, çevresel etkilerin azaltılmasına dayalı koruyucu tedbirleri uygulamak amacıyla 1973 yılında ilk çevre eylem planını yayınlamıştır. Yayımlanan bu çevre eylem planında, Dünya üzerindeki kaynakların tükenmez olmadığı, oluşan çevresel etkilerin küresel olduğu ve kirlenmeden prensibi kabul edilmiştir. Çevre Eylem Planlarının uygulanması, çevresel kazalarının önlenmesi için yeterli olmamış ve yalnızca eylem planlarının uygulanmasının yetersiz olduğu görülmüştür. Bunun üzerine yayınlanan yeni eylem planında çevresel etkilerin yalnızca yasal uygulamalar ile değil, belirlenen standartlar ile de kontrol altında tutulması için uygulama yürürlüğe konmuştur. (BS Standardı) 1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen dünya zirvesinde alınan kararlar, ISO 14000 Çevre Yönetim Sistemi standardının hazırlanmasının yolunu açmıştır. 1947 yılında sanayi standartlarının uluslararası düzeyde eşitlenmesi amacıyla kurulan ISO, 1993 yılında 50'ye yakın ülke temsilcilerinden oluşan bir komite kurarak çevre yönetim sistemi üzerinde çalışmalarını başlattı. 1996 yılında ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Standardı yayınlanarak hayata geçirildi. Çevresel faaliyetlerin izlenebilir ve sürdürülebilir olması için sanayi

lkelerinin kendi Şartlarına göre belirlediği gereklilik ve kanunlar, ticari ve hukuki engeller oluŐturduđundan evre konusunda hiÇbir zaman denklik sađlanamamıŐtır. Ancak evre yönetim sistemi, Şartlara uygunluğunun ve yeterliliğinin uluslararası kabul görmüş tek ve ortak bir standart olarak dünya genelindeki kuruluŐlara eŐitlik sađlamıŐ ve çevresel faaliyetlerin izlenmesi, denetlenmesi, iyileştirilmesi ve sürdürülebilir olmasına imkan sađlamıŐtır.

Halen ISO 14000 standardının uygulaması gönüllülük esasına dayanmaktadır. evre yönetim sisteminin oluŐturulmasında geçilen aŐamalar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- 1973’de AB lkeleri tarafından Birinci Eylem planını yayınlamıştır.
- 1992’de BS 7750 standardı oluŐturulmuŐtur.
- 1992’de Rio de Janeiro’da düzenlenen Dünya Zirvesi toplanmıŐtır.
- 1993’de ISO tarafından 14000 ailesi standartlarını geliŐtirmek için ISO/TC 207. Çevresel Yönetim Teknik Komitesi kurulmuŐtur.
- 1994 TS 9719 standardı oluŐturulmuŐtur.
- 1996’da ISO 14001 standardı oluŐturulmuŐtur.
- Nisan 2005 ISO 14001 revize edilmiştir.
- 15 Eylül 2015 ISO 14001 güncel versiyonu yayınlanmıŐtır.

4.1.1 ISO 14001 evre Yönetim Sistemi

evre kirliliği ve evre sorunlarının giderek arttığı Dünyada sorunların ortadan kaldırılması veya minimize edilmesi için tüm insanlığa göre düşmektedir. Her işletme, kendi ürün, hizmet ve faaliyetlerinden oluşan çevresel etkilerini, çevresel baŐarı düzeylerini izlemelidir. Yrtlen faaliyet, oluşturulan ürün ve sunulan hizmetin sonucu olarak ortaya çıkan bu çevresel etki ve baŐarılar değerlendirilmeli, çevresel etkilerin azaltılması ve çevresel baŐarıların arttırılması için planlamalar gerçekleştirilmelidir. Planlanan aksiyonların uygulanması; uygulanan düzeltmelerin izlenmesi ve geliŐtirilmesi ile bu etki ve baŐarının kontrol altında tutulabildiği görülecektir. Böylece günümüzün en önemli sorunlarından olan evre kirliliği ve çevresel sorunların minimize edilmesi sağlanacaktır.

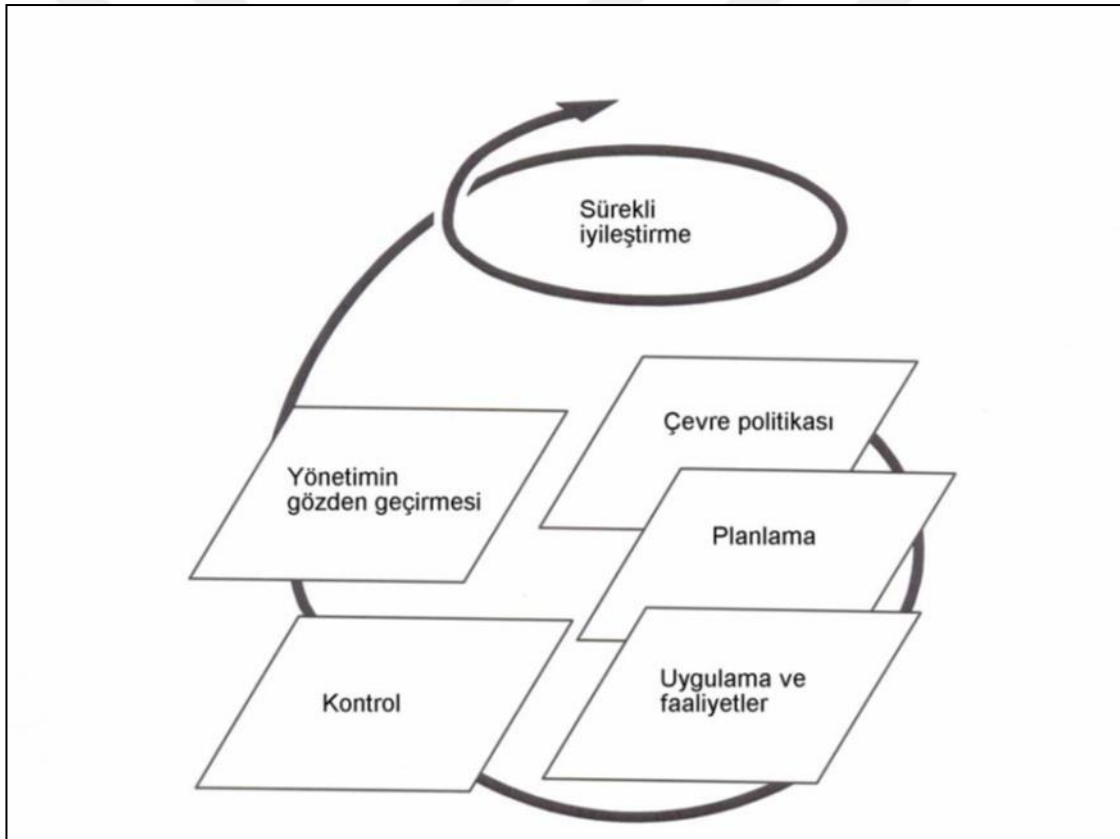
Bahsedilen tüm bu uygulamalar, Çevre Yönetim Sisteminin temel yapısını oluşturmaktadır. ISO 14001 Çevre Yönetim Sisteminin bu yapısı, ISO 9001 Kalite Yönetim Sisteminde de bahsedilen PUKÖ döngüsü olarak adlandırılır. “Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al”;

Planla: Kuruluşun çevre politikasına uygun olarak, sonuçların duyurulması için gerekli amaçların ve süreçlerin oluşturulması.

Uygula: Süreçlerin uygulanması.

Kontrol Et: Çevresel politika, amaçlar, hedefler, yasal ve diğer şartlara göre süreçlerin izlenmesi ve ölçülmesi ile sonuçların rapor edilmesi.

Önlem Al: Çevre yönetim sisteminin performansının sürekli iyileştirilmesi için önlem alınması olarak tariflenebilir. (TS EN ISO14001 2005).



Şekil 4.1 PUKO Döngüsü Şeması (TS EN ISO 14001)

4.2 TS EN ISO 14001: 2005 Çevre Yönetim Sistemi Standardı ve Standart

Gereklikleri

Atıksu iletim ve deşarj hatları imalatında Çevre Yönetim Sistemleri tezinin hazırlanması için yönetim sistemleri, kalite yönetim sistemi ve kalite yönetim sisteminin bir parçası olan çevre yönetim sistemleri gözden geçirilmiş ve irdelenmiştir. Standart olarak, TS EN ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi Şartları (2008 Versiyonu) ile TS EN ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemleri-Sartlar ve Kullanım Kılavuzu (2005 Versiyonu) seçilmiş ve bu standartlara uygun olarak değerlendirmeler yapılmıştır.

TS EN ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemleri-Sartlar ve Kullanım Kılavuzu standardında yer alan maddeleri ve tüm gereklikler titizlikle incelenerek Atıksu iletim ve deşarj hatları imalatı projelerinde uygulanma sekli yine standart maddelerindeki sıralama ve her bir gereklik için projede gerçekleştirilmesi gereken çalışmalar tespit edilip açıklanmıştır.

4.2.1 ISO 14001 Tanımları ve Amaç

ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Standardının genel amacı, toplumsal ve iktisadi ihtiyaçlarla dengeli şekilde çevrenin korunması ve kirlenmenin önlenmesidir (TS EN ISO14001:2005).

Sürekli İyileştirme: Kuruluşun, çevre politikasına uygun olarak, genel çevresel başarısının artırılmasını sağlamak amacıyla, çevre yönetim sisteminin sürekli olarak iyileştirilmesidir.

Çevre: Kuruluşun, faaliyetlerini yürüttüğü hava, su, toprak, doğal kaynaklar, bitkiler, hayvanlar ile insanları da içeren ortam ve bunlar arasındaki ilişkidir. Bu çerçevede ortam, kuruluştan başlayarak dünya geneline kadar genişletilebilir.

Çevre Boyutu: Bir kuruluşun çevre ile etkileşime girebilen faaliyetlerinin, ürünlerinin veya hizmetlerinin bir ögesidir. Önemli çevre boyutu, önemli bir çevresel etkiye sahiptir veya sahip olabilir.

Çevresel Etki: Kısmen ya da bütünüyle kuruluşun çevre boyutlarından kaynaklanan, çevreye yaptığı olumlu ve olumsuz her türlü değişikliktir.

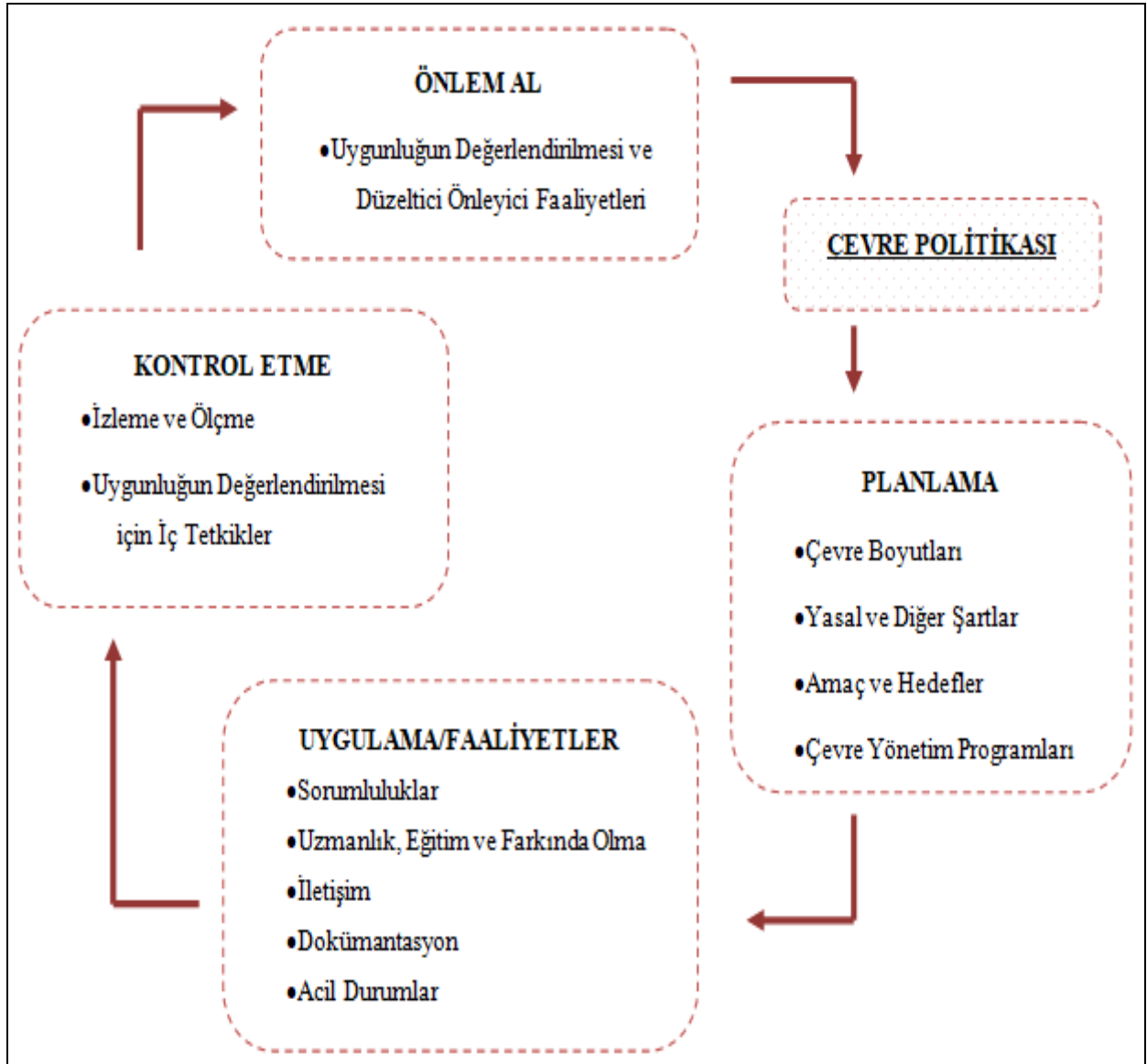
Çevre Performansı: Bir kuruluşun çevre boyutlarını yönetmede elde ettiği ölçülebilir sonuçlardır.

Kirlenmenin Önlenmesi: Kirliliğin kaynağında azaltılması, yeniden kullanım, arıtma, uygun bertaraf, kaynakların etkin kullanımı, teknolojik yeniliklerin araştırılması ve

uygulanması, işlemler ve kontrol düzenlemelerinde değişiklik, çevre ile daha uyumlu malzeme ve ürün kullanımı (TS EN ISO14001 2005).

4.2.2 Çevre Yönetim Sisteminin Kurulması

Yönetim sistemlerinin dayandığı temel planlama, uygulama, kontrol etme ve önlem alma döngüsüne dayanmaktadır. ISO 9001 Standardında şartlar, müşteri talepleri iken, çevre yönetim sisteminde çevre mevzuatı ve diğer şartlardır. ISO 14001 döngüsü Şekil 4.2’de açıklanmıştır.



Şekil 4.2 PUKO Döngüsü Açılımı

Çevre Yönetim Sistemi bir kuruluşun,

- Çevre politikasını oluşturmasını ve tüm çalışanları ile birlikte bu politikaya uygun hareket etmesini,
- Faaliyet, ürün ve hizmetlerinden kaynaklanan çevre boyutları ve bu çevre boyutlarının sebep olduğu çevresel etkilerin belirlenmesini,
- Çevre konusunda uymakla yükümlü olduğu yasal ve diğer şartları belirlenmesi, takip edilmesi,
- Çevre konusunda amaç ve hedeflerini oluşturmasını,
- Amaçlarına ve hedeflerine ulaşmak amacıyla, bir yapı ve program oluşturmasını,
- Çevre yönetim sisteminin uygunluğunu sağlamak üzere; faaliyetlerin planlanması, kontrolü, izlenmesi, önleyici ve düzeltici faaliyetlerin alınması, denetlenmesi ve gözden geçirilmesini,
- Değişen şartlara uyum sağlayarak sürekli iyileştirmeye açık olmasını gerektirmektedir .(TS EN ISO14001 2005).

Çevre Yönetim Sisteminin kurulması için çalışmaya başlayan bir kuruluş öncelikle çevresel açıdan mevcut durumunu belirlemelidir. Bir kuruluş, bu standardın uygulanmasına ilişkin olarak kendi sınırlarını belirleme serbestliğine ve esnekliğine sahiptir ve bunun için kuruluşun tamamını veya belirli birimlerini seçebilir. Kuruluş, kendi çevre yönetim sisteminin kapsamını tanımlamalı ve dokümente edilmelidir (TS EN ISO14001 2005)

4.2.3 Çevre Politikası

Bir Kuruluşun Üst Yönetimi, yürütülen faaliyet, ürün ve hizmetlerden kaynaklanan çevresel etkileri dikkate alarak; çevre kirliliğinin önlenmesi ve azaltılması, uymakla yükümlü olduğu yasal ve diğer şartlara uyum sağlanması, sürekli gelişme sağlanması amacıyla Çevre Politikasını oluşturmalı, dokümente etmeli ve tüm çalışanlar ile halka ve ilgili taraflara duyurulması sağlamalıdır. Oluşturulan politika, kuruluşun amaç ve hedeflerine ışık tutmalı ve sürekli gözden geçirilmelidir.

4.2.4 Planlama

4.2.4.1 Çevre Boyutu

Bir kuruluş,

- Rutin,
- Rutin dışı ve
- Acil durumlarda

gerçekleştirdiği tüm faaliyetler, ürün ve hizmetleri dikkate alarak, kontrol edebildiği veya etkileyebildiği çevre boyutlarını tanımlar, önemli çevre boyutlarını belirler, çevresel etkilerini değerlendirir ve gerekli kontrol tedbirlerini alır. Bu süreçlerin tariflenmesi ve dokümante edilmesi gerekmektedir. Kuruluş belirlediği çevre boyutlarını, bu çevre boyutlarından kaynaklanan çevresel etkileri periyodik olarak izlemelidir. Belirlediği periyot haricinde,

- İlgili mevzuatta yapılan değişiklik neticesinde ihtiyaç duyulması,
- Faaliyet, ürün ve hizmetlerde değişiklik yapılması,
- Faaliyet, ürün ve hizmetlerin sunumunda kullanılan teknoloji, kullanılan madde ve ekipmanlarda değişiklikler meydana gelmesi durumlarında çevre boyutlarını gözden geçirir ve günceller.

Çevre boyutlarının belirlenmesinde çeşitli yaklaşımlar bulunabilir. Önemli olan nokta oluşabilecek tüm boyutların ve bu boyutlardan kaynaklanabilecek çevresel etkilerin doğru ve önem derecesine uygun olarak tespit edilebilmesidir. TS EN ISO14001:2005 standardında da belirtildiği gibi bu yaklaşım aşağıdaki maddeleri içerebilir.

- Atık gazlar,
- Atıksular,
- Toprağa atılan atıklar,
- Ham maddelerin ve doğal kaynakların kullanımı,
- Enerji kullanımı,
- Ortama salınan ısı, ışıma, titreşim gibi enerji,
- Atık ve yan ürünler,

- Boyut, şekil, renk, görünüm gibi fiziksel özellikler.

4.2.4.2 Yasal ve Diğer Şartlar

Kuruluş,

- Çevre açısından uymakla yükümlü olduğu ulusal yasal mevzuatı,
- Faaliyet, ürün ve hizmetin gerçekleştiği çalışma alanı ve ilgili taraflar sebebi ile kuruluşun kabul ettiği diğer şartları
- Kuruluşun gönüllü olarak uymayı kabul ettiği diğer şartları belirlemelidir.

Bu şartların güncel olarak takip edilmesi, dokümente edilmesi, bu şartlara erişilebilir olması ve bu şartlara nasıl uyum sağlayacağına dair bir planlamanın kurulması gerekmektedir.

4.2.4.3 Çevresel Amaç Hedef ve Programlar

Yönetim sistemlerinin doğasında bulunan sürekli iyileştirmenin etkin şekilde sağlanması için kuruluş amaç ve hedefler belirlemelidir. Çevre Yönetim Sistemi kapsamında Kuruluş,

- Çevrenin korunması,
- Yasal ve diğer şartlara uygunluğunun sağlanması,
- Doğal kaynakların etkin kullanılması,
- Çevre kirliliğinin önlenmesi,
- Çevre boyutlarının yönetilebilmesi için,

tutarlı ve ölçülebilir amaç, hedef ve programlarını yıllık olarak oluşturmalıdır. Programlar uygulanır ve sürdürülür. Amaç, hedef ve programların hazırlanmasındaki temel kaynak çevre politikasıdır. Amaç, hedef ve programlar belirlenirken, ilgili taraf ve çalışanların görüşleri, yasal ve diğer şartlar, önemli çevre boyutları, çevresel etkiler, izleme ve ölçme performans sonuçları, sektörel uygulamalar, göz önünde bulundurulur. Programlarda;

- Sorumluluk ve Yetkiler,
- Yöntemler,
- Araç gereçler,
- Kaynaklar,

- Zaman çizelgeleri yer alır.

4.2.5 Uygulama ve Faaliyetler

4.2.5.1 Kaynaklar, Görevler, Sorumluluk ve Yetki

Kuruluş, Çevre Yönetim Sistemini kurmak, uygulamak ve iyileştirmek amacıyla insan kaynağını, kurumsal alt yapıyı, teknolojik ve malî kaynakları sağlamalı ve bu kaynakların yönetim sisteminin doğasında bulunan sürekli iyileştirme faaliyeti için kullanılmalıdır. Kuruluşun belirlediği insan kaynağının görev, yetki ve sorumlulukları belirlenmeli, dokümanite edilmeli ve duyurulmalıdır. Ayrıca ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Standardına uyumun sağlanması ve izlenmesi için Kuruluş bir yönetim temsilcisi belirlemelidir.

4.2.5.2 Uzmanlık, Eğitim ve Farkında Olma

Kuruluştaki çevresel etkiye sebep olacak görev ve sorumluluklarda bulunan kişilerin yetkinlik ve eğitimleri belirlenerek buna yeterli kişilerin görevlendirilmesi sağlanmalıdır. Bu kişilerin eğitimleri Kuruluş tarafından sağlanmalı ve kayıt altına alınmalıdır. Kuruluştaki çalışan tüm kişiler için,

- Çevresel farkındalık,
- Kuruluşun taahhüt ettiği çevre politikası,
- Kuruluş faaliyetlerinden kaynaklanan çevre boyutları ve çevresel etkiler,
- Çevre yönetim sisteminin sağlanmasında çalışanlara düşen görevler

gibi konularda eğitim vermeli ve eğitimin yeterli olduğunun sağlanmasını gerçekleştirmelidir.

4.2.5.3 İletişim

Çevre Yönetim sistemine sahip bir kuruluş,

- İş birliği içerisinde olduğu kuruluşlardan,
- Çalışanlardan,
- Yükleniciler ve iş yerine gelen ziyaretçilerden,
- Otoriteler ve Müşterilerden,

gelen ilgili iletişimin alınması, dokümanite edilmesi ve cevap verilmesi için, uygun iletişim süreçlerini oluşturmalıdır. Ayrıca Kuruluş, faaliyetlerinden kaynaklanan çevre boyutları hakkında dışarıya bilgi verme ya da vermeme konusunda bir karar almalı ve dokümanite etmelidir. Atıksu kanal projelendirmeleri ve inşaatlarında uygulanacak çevre yönetim sistemi kapsamında çevre boyutlarının ilgili taraflara (kamu ve müşteriler) duyurulması kamuya açık alanda yürütölen projeler için gereklidir.

4.2.5.4 Dokümantasyon

Yönetim sistemi gerekliliklerinden bir de sistemin kurulması ve sürekliliğinin sağlanması için kayıt altına alınarak dokümanite edilmesidir. Çevre Yönetim Sistemine sahip bir kuruluş,

- Çevre Politikasını,
- Çevre Yönetim Sisteminin kapsamını belirleyen dokümanı (Çevre Yönetim Sistemi El Kitabı'nı),
- Çevre Yönetim Sistemi bileşenlerinin öngördüğü dokümanite edilmiş prosedürleri,
- Çevre amaç ve hedeflerinin belirlenmesi ve etkin takibine yönelik gerekli dokümanları,
- Çevre Yönetim Sistemi'nin öngördüğü tüm kayıtlarını,
- Çevre Yönetim Sistemi'nin etkin olarak uygulanması ve sürekli iyileştirilmesi için ihtiyaç duyulan diğerk dokümanları ve ilgili yasal mevzuatı,
- Önemli çevre boyutları ile ilgili süreçlerin etkin planlanmasını, işletilmesini ve kontrolünü sağlamak için gerekli dokümanları hazırlamalı ve ilgili taraflar ile paylaşmalıdır.

4.2.5.5 Dokümanların Kontrolü

Kuruluş, yayımlamış olduğı dokümanların kontrol altında tutulması için;

- Kuruluşun belirlediğı yerde yayımlamadan önce yeterlilik açısından gözden geçirilmesini ve onaylanmasını,
- Yetkili kişiler tarafından yürürlüğe konmasını ve yayımlanmasını,
- Dokümanların periyodik olarak gözden geçirilmesini, gerektiğinde güncellenmesini ve tekrar onaylanmasını,
- Doküman değışikliklerinin ve güncel revizyon durumunun kaydedilmesini ve anlık olarak görüntölenmesini,

- Yürürlükteki dokümanların ilgili baskılarının kullanım noktalarında bulunabilir olmasını, Dokümanların okunabilir kalmasını ve kolaylıkla tanınabilmesini,
- Güncelliğini yitirmiş dokümanların, herhangi bir amaçla saklanması durumunda, istenmeyen kullanımının önlenmesi için arşivlenmesini sağlamalıdır.

4.2.5.6 Faaliyetlerin Kontrolü

Kuruluş, çevreye doğrudan veya dolaylı önemli çevresel etkileri olan veya olabilecek faaliyet, ürün ve hizmetlerini kontrol altına tutmayı sağlamalıdır. Bunun için;

- Çevre politikalarından, amaçlarından ve hedeflerinden sapmalara yol açabilecek durumları kontrol etmek amacıyla, dokümante edilmiş prosedür veya prosedürlerin oluşturulması, uygulanması ve sürekliliğinin sağlanması,
- Kullanılan mal ve hizmetlerin, belirlenen önemli çevre boyutları ile ilgili prosedürlerin oluşturulması, uygulanması ve sürekliliğinin sağlanması ve ilgili taraflara uygulanabilir prosedürlerin bildirilmesini sağlamalıdır.

4.2.5.7 Acil Duruma Hazır Olma ve Müdahale

Çevre Yönetim Sistemini kuran ve sürdüren bir kuruluş,

- Potansiyel acil durumlarını çevre boyutlarının belirlenmesi esnasında tanımlar ve bu acil durumların çevresel etkilerini belirlemeli,
- Tanımlanan acil durumlarda yapılması gereken faaliyetleri belirlemeli,
- Potansiyel acil durumlarda yapılacak işlemler planlanırken ilgili tarafların (acil durum dış destek sağlayıcıları, komşu tesisler vb.) ihtiyaçlarını dikkate almalı,
- Uygulanabilir olması halinde acil durumlarda yapılacak işlemleri tatbikatlar yoluyla periyodik olarak kontrol etmeli,
- Acil durum hazırlıklarını ve prosedürlerini özellikle periyodik olarak yapılan tatbikatlardan sonra ve acil durum hallerinin meydana gelmesinden sonra periyodik olarak gözden geçirmelidir.

4.2.6 Kontrol Etme

4.2.6.1 İzleme ve Ölçme

Çevre Yönetim Sistemini kuran ve sürekliliğini sağlayan bir kuruluş,

- Önemli bir çevresel etkiye sahip olabilen faaliyetlerin izlenmesini ve ölçülmesini,
- Önemli çevre boyutlarının belirlenmesi için bilgi geliştirilmesini,
- Politika taahhütlerinin yerine getirilmesi, amaçlara ve hedeflere ulaşılması ile sürekli iyileşmede elde edilen gelişmelerin izlenmesini,
- Amaç ve hedeflerin karşılanması için gerekli şartların izlenmesini,
- Çevre performansının değerlendirilmesi için veri sağlanmasını,
- Yürürlükteki yasal şartların veya kuruluşun uymayı kabul ettiği diğer şartlara uyumun izlenmesini,
- Kalibre edilmiş ya da doğrulanmış izleme ve ölçme donanımının kullanılmasını,
- İşlem kontrollerinin değerlendirilmesi veya desteklenmesini sağlamalıdır.

4.2.6.2 Uyumluluğun Değerlendirilmesi

Kuruluş,

- Çevre açısından yürürlükte olan ulusal yasal mevzuatı,
- İlgili taraf olarak belirlediği Kurum, kuruluş, kişilerin kabul ettiği ve uyulmasını talep ettiği diğer şartları
- Kuruluşun gönüllü olarak uymayı kabul ettiği diğer şartlara uyumluluğunu periyodik olarak değerlendirmesi sağlanmalı ve dokümante etmelidir.

4.2.6.3 Uygunsuzluk, Düzeltici Faaliyet ve Önleyici Faaliyet

Kuruluş, meydana gelen uyumsuzluk ve uygunsuzlukların kök nedenlerinin ortadan kaldırılması ile uyumsuzluk ve uygunsuzlukların oluşmasını önlemek için uyumsuzlukları ve uygunsuzlukları ortaya çıkarabilecek sebeplerin ortadan kaldırması amacıyla prosedürler oluşturmalıdır. Bu prosedürler aynı zamanda, alınan düzeltici faaliyet veya faaliyetlerin ve

önleyici faaliyet veya faaliyetlerin sonuçlarının kaydedilmesi ve etkinliğinin gözden geçirilmesi hususlarına da değinmelidir.

4.2.6.4 Kayıtların Kontrolü

Kuruluş, Çevre Yönetim Sistemi'nin şartlara uygunluğunun gösterilmesi ve etkin olarak uygulandığının kanıtlanması için kayıtlarını oluşturur ve muhafaza eder. Kayıtların okunabilir olarak kalmasını, kolaylıkla ayırt edilebilir ve tekrar elde edilebilir olmasını sağlar ve güvence altına almak için dokümanlar eder. Bu kayıtların, iş ortaklığında ve ya iş diyalogunda bulunduğu diğer kurum ve kuruluşlar tarafından da uygulanmasını sağlaması müteselsil sorumluluğu için önem arz etmektedir.

4.2.6.5 İç Tetkik

Çevre Yönetim Sistemi bileşenlerinin tümünü kapsayacak şekilde; Kuruluşun, Çevre Yönetim Sistemi şartlarına uyulup uyulmadığını, sistemin etkin olarak uygulanıp uygulanmadığını ve sürdürülüp sürdürülmediğini belirlemek için planlı ve plansız iç ve dış denetimler gerçekleştirilmelidir. Denetim plan ve programını oluşturmada öncelikle önemli çevre boyutlarının bulunduğu süreçler değerlendirilmelidir. Denetim süreci, denetim sonucu kayıt altına alınmalıdır.

4.2.7 Uyumluluğu Gözden Geçirme

Kuruluş, Çevre Yönetim Sistemi'ni, bu sistemin uygunluğunu, sürekliliğini, yeterliliğini ve etkinliğini, gözden geçirmelidir. Bu gözden geçirme;

- Çevre politikasının gözden geçirilmesini,
- Çevre hedeflerin değerlendirilmesini,
- Bir önceki uyumluluğun gözden geçirmesine ait kararları,
- İç ve dış denetim sonucu oluşan düzeltme ve düzeltici faaliyetleri,
- Yasal ve diğer şartlara uyumluluğun değerlendirilmesi sonuçları,
- İlgili taraflardan gelen bildirimleri,
- Çevre Yönetim Sistemi'ndeki değişiklikleri ve varsa değişiklik ihtiyaçlarını,

- Kuruluşun ürün, hizmet ve faaliyetleri sonucu ortaya çıkan çevre boyutlarına ilişkim yasal ve diğer şartlardaki değişiklikleri,
- Dönem sonu elde edilen verilerin bir sonraki dönem planlaması için kullanılacak sonuçlarını,
- İyileştirme fırsatlarının değerlendirilmesini, içermelidir.

4.3 Atıksu İletim ve Deşarj Hatları İmalatı Projelerinde Çevre Yönetim Sisteminin Kurulması ve Sürekliliği

Atıksu iletim ve deşarj hatları imalatında çok farklı çevresel etkiler (gürültü, toz, titreşim, doğal kaynak tüketimi, doğal ortam kaybı vb.) ve tehlikeli ya da tehlikesiz sınıfta birçok atık oluşmakta ancak bu atıklar kaynağında ayrıştırmaya tabi tutulmaksızın hafriyat atığı ya da evsel atık olarak değerlendirilmektedir. Bu durum, öncelikle yanıcı, toksik, aşındırıcı ya da üremeye zarar verici özelliğe sahip tehlikeli sınıfta bulunan atıkların kontrolsüz şekilde bertarafına ve böylece toprak ve su kirliliğine sebep olmaktadır. Bu çevresel etki haricinde ambalaj, plastik, metal, cam gibi geri kazanılabilir atıkların diğer atıklar ile bertarafa gönderilerek ekonominin zarar görmesi ve hammaddenin ziyan olmasına, doğal kaynakların gereksiz olarak kullanılmasına yol açmaktadır.

Ülkemizde inşaa ve altyapı projelerinin hızlı şekilde yürütülmesi yönetim sistemlerinin kurulu olmaması ya da uygulanmamasına yol açmaktadır. Bu durum hem maliyeti, hem zaman değerlendirmesini, hem çalışanları, hem halkı, hem de çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Altyapı ve inşaat projelerinde Kalite Yönetim Sistemi ve Çevre Yönetim Sisteminin uygulanması, proje esnasında oluşabilecek çevre boyutu ve çevresel etkilerin önceden belirlenmesi ve önlemlerin alınmasını; mevzuata uyum sağlanarak uygun projelerin gerçekleştirilmesini ve doğru yatırımların yapılmasını sağlayacaktır.

4.3.1 Çevre Politikası

Atıksu iletim ve deşarj hatları imalatı projesinde uygulanacak çevre politikası, projeyi gerçekleştiren yapım şirketinin üst yönetimi tarafından taahhüt edilen ve projede yer alan tedarikçi ve alt işveren tarafından uygulanan çevre yönetim sisteminin parçasıdır. Bu politika,

- Projedeki Atıksu iletim ve deşarj hatları imalatı projesindeki işlerin ve kullanılacak girdilerin çevresel ölçek ve etkilerine uyumlu,
- Çevresel mevzuata uyumu taahhüt eden,

- Yapım işlerinden kaynaklanan kirlenmenin önlenmesini amaçlayan,
- Projeye has çevresel amaç ve hedeflerin belirlenmesi ve gözden geçirme için çerçeve oluşturan,
- Yöneticilerden işçilere, alt yüklenici ve tedarikçilere kadar tüm çalışanların anlamasının sağlanmış şekilde olmalıdır.

4.3.2 Çevre Boyutu ve Çevresel Etkiler

Atıksu iletim ve deşarj hatları imalatı projesinde inşaat yüklenicisi tarafından proje faaliyetlerinden kaynaklanan çevre boyut ve çevresel etkilerin tanımlanması için “Çevre Boyutu Belirleme ve Çevresel Risk Yönetimi Prosedürü” oluşturulur. Çevre Boyutu Belirleme ve Çevresel Etkilerden Kaynaklanan Risk Değerlendirmesi adımları şunlardır;

- i.İlgili çalışma alanında gerçekleştirilen faaliyet, ürün ve hizmetler ile bunlara ait çevre boyutlarının belirlenmesi
- ii.Çevre boyutlarından kaynaklanan çevresel etkilerin belirlenmesi
- iii.Çevresel etkilerin risk analizinin yapılması
- iv.Mevcut kontrol önlemlerinin belirlenmesi
- v.Referansların ve Yasal Diğer Şartların belirlenmesi
- vi.Çevre Boyutunun Önem Derecesinin Belirlenmesi
- vii.Alınacak kontrol önleminin belirlenmesi

4.3.2.1 Çalışma Alanında Gerçekleştirilen Faaliyet, Ürün ve Hizmetlerin Belirlenmesi

Atıksu iletim ve deşarj hatları imalatı sürecinde gerçekleştirilen faaliyetlerin adımları tek tek belirlenir. Bu faaliyetin proje için önemi, gerekliliği ve sıklığı sorgulanır. Faaliyetin gerçekleştirilme sıklığı, rutin, rutin dışı olarak belirlenir. Bu sıklık haricinde bir de acil durumda meydana gelebilecek unsurlar göz önünde bulundurulur. Belirlenen her bir faaliyet adımı hakkında bilgi toplanır, faaliyetin gerçekleştirilmesi sırasında kullanılan ekipmanlar incelenir, faaliyeti gerçekleştiren personel ile görüşülerek faaliyetin detaylandırılması sağlanır, faaliyet sırasında daha önce oluşmuş olaylar ve gözlemler araştırılır.

Atıksu iletim ve deşarj hatları imalatındaki faaliyet adımları aşağıda sıralanmıştır.

- Bitkisel toprağın-Asfaltın-Betonun-Parkenin sıyrılması
- Kazı
- Zeminin hazırlanması
- Zemin geçirimsizliğinin sağlanması
- Boruların Yerleştirilmesi
- Kaynak ve birleştirmenin yapılması
- Dolgu malzemenin dökümü
- Beton dökülmesi
- Asfalt atılması

4.3.2.2 Çevre Boyutlarının Belirlenmesi

Faaliyetlerin belirlenmesinin ardından, bu iş adımları sonrasında oluşabilecek çevre boyutları belirlenir. Çevre Boyutu, bir kuruluşun çevre ile etkileşime girebilen faaliyetlerinin veya ürünlerinin ya da hizmetlerinin bir elemanı olarak tanımlanabilir. Faaliyetlerden kaynaklanabilecek çevre boyutları aşağıda sıralanmıştır.

- Doğal Kaynak Kullanımı
- Hava Emisyonu Oluşumu
- Atık Su Oluşumu
- Evsel Atık Oluşumu
- Tehlikeli Atık Oluşumu
- Geri Kazanılabilen Tehlikesiz Atıkların Oluşumu
- İnşaat ve Hafriyat Atıklarının Oluşumu
- Gürültü/Titreşim Oluşumu
- Yangın
- Döküntü/Sızıntı
- Deprem

- Sel/Su Baskını

4.3.2.3 Çevre Boyutlarından Kaynaklanan Çevresel Etkilerin Belirlenmesi

Çevresel etki, kısmen veya tamamen, bir kuruluşun çevre boyutlarından kaynaklanan, çevreye yaptığı olumlu veya olumsuz herhangi bir değişiklik olarak tanımlanmaktadır. Çevre boyutlarından kaynaklanan ve hava, yer altı ve yüzeysel sular, toprak, biyoçeşitlilik, iklim değişikliği, ozon tabakası, doğal kaynak tüketimi ve gürültü üzerinde olumsuz değişikliğe neden olabilecek çevresel etkiler belirlenir. Çevre boyutlarından kaynaklanabilecek çevresel etkiler aşağıda sıralanmıştır.

- Doğal Kaynak Tüketimi
- İklim Değişikliği Etkisi
- Hava Kirliliği
- Yer Altı/Yüzeysel Suların Kirlenmesi
- Toprak Kirliliği
- Biyolojik Çeşitlilik/Ekosistem Üzerine Olumsuz Etki
- Çevresel Gürültü Kirliliği/Titreşim
- Ozon Tabakasının Zarar Görmesi
- Hassas Alanların Etkilenmesi
- Hava, Su, Toprak Kirliliği
- Hava ve Toprak Kirliliği
- Su ve Toprak Kirliliği
- Hava ve Su Kirliliği

4.3.2.4 Çevresel Etkilerin Risk Analizinin Yapılması

Çevresel etkilere ait risklerin hesaplanması için öncelikle şiddet ve olasılık puanları, Şiddet Puanı Belirleme Tablosu ve Olasılık Puanı Belirleme Tablosundan tespit edilir. Olasılık ve şiddet puanları Risk Değerlendirme Matrisinde kullanılarak risk puanının hesaplanması sağlanır.

4.3.2.5 Şiddet Puanlaması

Şiddet puanı, çevre boyutundan kaynaklanan çevresel etki/etkilerin büyüklüğünü gösteren değerdir.

Çevresel etkiye ait şiddet değerini belirlemede Şiddet Puanı Belirleme Tablosu kullanılır. Şiddet puanı çevre boyutunun

i.Hacim/Miktarına

ii.Yaratacağı çevresel etkinin itibar etkisine,

iii.Sebeplenebileceği hava, su, toprak, gürültü ve biyoçeşitlilik üzerindeki olumsuz etkilerin varlığına,

iv.Maddi hasara yol açabilecek bir çevresel etkiye sebep olup olmayacağına göre belirlenir.

Çizelge 4.1 Şiddet Puanı Belirleme Tablosu

SEMBOL	ŞİDDET PUANI	SEÇİM KRİTERİ	ŞİDDET
S1	1	•Çevre boyutunun, hava, su, toprak, gürültü ve biyocesitlilik vb. üzerinde olumsuz çevresel etkisi önemsiz seviyededir. •Çevre boyutunun hacim/miktarı önemsiz seviyededir. •Çevre boyutu itibar kaybına sebep olmaz. •Maddi hasar yok denecek kadar az.	YOK DENECEK KADAR AZ
S2	2	•Çevre boyutunun, hava, su, toprak, gürültü ve biyocesitlilik vb. üzerinde olumsuz çevresel etkisi az seviyededir. •Çevre boyutunun hacim/miktarı az seviyededir. •Çevre boyutu itibar kaybına sebep olmaz. •Maddi hasar ile sonuçlanabilir.	ÇOK AZ
S3	3	•Çevre boyutunun, hava, su, toprak, gürültü ve biyocesitlilik vb. üzerinde olumsuz çevresel etkisi orta seviyededir. •Çevre boyutunun hacim/miktarı orta seviyededir. •İtibar kaybına etkisi yerel düzeydedir. •Maddi hasar ile sonuçlanabilir.	AZ

Çizelge 4.1 Şiddet Puanı Belirleme Tablosu (devamı)

S4	4	•Çevre boyutunun, hava, su, toprak, gürültü ve biyocesitlilik vb. üzerinde olumsuz çevresel etkisi büyük seviyededir. •Çevre boyutunun hacim/miktarı büyük seviyededir. •İtibar kaybına etkisi ulusal düzeydedir. •Maddi hasar ile sonuçlanır.	ORTA
S5	5	•Çevre boyutunun, hava, su, toprak, gürültü ve biyocesitlilik vb. üzerinde olumsuz çevresel etkisi çok büyük seviyededir. •Çevre boyutunun hacim/miktarı çok büyük seviyededir. •İtibar kaybına etkisi uluslararası düzeydedir. •Maddi hasar büyük seviyededir.	BÜYÜK

4.3.2.6 Olasılık Puanlaması

Olasılık, çevresel etkilerin oluşma sıklığıdır. Çevresel etkiye ait olasılık değerini belirlemek için Olasılık Puan Tablosu kullanılır. Puanlama yapılırken, öncelikle faaliyetin, rutin ya da rutin dışı olduğuna karar verilir. Sonrasında tabloya göre çevre boyutunun kategorisi ve mevcut kontrol önlemlerinin değerlendirilmesi yapılarak olasılık puanı ve sembolü belirlenir.

Çizelge 4.2 Olasılık Puanı Belirleme Tablosu

PUAN	OLASILIK	RUTİN FAALİYET	RUTİN DIŞI FAALİYET
1	Pe (Uzak)	-Tehlikesiz atıklar -Doğal Kaynak Kullanımı Kontrol Önlemi var	-Tehlikesiz atıklar -Doğal Kaynak Kullanımı Kontrol Önlemi var
2	P0 (Az Muhtemel)	-Tehlikeli atıklar -Hava Emisyonu -Gürültü Kontrol Önlemi var	-Tehlikeli atıklar -Hava Emisyonu -Gürültü Kontrol Önlemi var
		-Tehlikeli atık -Hava Emisyonu -Gürültü Kontrol Önlemi Yok	-Tehlikesiz atıklar -Doğal Kaynak Kullanımı Kontrol Önlemi Yetersiz

Çizelge 4.2 Olasılık Puanı Belirleme Tablosu (devamı)

3	P1 (Muhtemel)	-Tehlikesiz atıklar -Doğal Kaynak Kullanımı Kontrol Önlemi Yetersiz	-Tehlikeli atık -Hava Emisyonu -Gürültü Kontrol Önlemi Yetersiz
4	P2 (Çok Muhtemel)	-Tehlikeli atık -Hava Emisyonu -Gürültü Kontrol Önlemi Yetersiz	-Tehlikeli atık Kontrol Önlemi Yok
			-Tehlikesiz atıklar -Doğal Kaynak Kullanımı Kontrol Önlemi Yok
5	P3 (Hemen Hemen Kesin)	-Tehlikesiz atıklar -Doğal Kaynak Kullanımı Kontrol Önlemi Yok	-Tehlikeli atık -Hava emisyonu -Gürültü Kontrol Önlemi Yok

4.3.2.7 Risk Puanının Belirlenmesi

Çevresel etkilerin mevcut risk puanı mevcut kontrol önlemi dikkate alınarak; hedeflenen risk puanı alınacak kontrol önlemi dikkate alınarak hesaplanır. Kontrol tedbiri alınmasına gerek olmadığı durumlarda çevresel etkilerin hedeflenen risk puanı mevcut risk puanı ile aynı olacaktır. Çevresel etkinin Risk Puanı, Risk Değerlendirme Matrisi'nde şiddet ve olasılık arasında basit bir ilişkilendirme yapılarak bulunur. Şiddet düşey eksenden, olasılık ise yatay eksende olmak üzere matris üzerinde çizilen dik doğruların kesiştiği nokta riskin Risk Puanıdır.

Çizelge 4.3 Çevresel Risk Değerlendirme Matrisi

ŞİDDET	1 (Uzak) Pe	2 (Ender) P0	3 (Az Muhtemel) P1	4 (Orta Muhtemel) P2	5 (Muhtemel) P3
5 (Çok Büyük) S5	5 Düşük	10 Kabul Edilebilir	15 Yüksek	20 Kabul Edilemez	25 Kabul Edilemez

Çizelge 4.3 Çevresel Risk Değerlendirme Matrisi (devamı)

4 (Büyük) S4	4 Düşük	8 Kabul Edilebilir	12 Kabul Edilebilir	16 Yüksek	20 Kabul Edilemez
3 (Orta) S3	3 Düşük	6 Düşük	9 Kabul Edilebilir	12 Kabul Edilebilir	15 Yüksek
2 (Az) S2	2 Önemsiz	4 Düşük	6 Düşük	8 Kabul Edilebilir	10 Kabul Edilebilir
1 (Çok Az) S1	1 Önemsiz	2 Önemsiz	3 Düşük	4 Düşük	5 Düşük

4.3.2.8 Çevre Boyutu Önem Derecesinin Belirlenmesi

Mevcut ve hedeflenen risk Puanı belirlendikten sonra Çevre Boyutu önem Değerlendirme Tablosu kullanılarak her iki durum için de Çevre Boyutu Önem Derecesi ve çevre boyutunun yönetilebilmesi için uygulanacak aksiyonlar belirlenir. Önem derecesinin kabul edilemez ve yüksek olması, ait olduğu çevre boyutunun önemli çevre boyutu olduğu anlamına gelmektedir. Çevreye olumsuz etki veren bütün faaliyetler için en kısa sürede aksiyon almak gerekmektedir. Bu olumsuz etkileri tamamen ortadan kaldırmak veya minimize etmek için öncelik olarak kaynakta çözüm yöntemine gidilmelidir. Kaynakta çözilemeyen problemleri önleyici ve koruyucular yardımı ile çevresel etkileri azaltılmalıdır.

Çizelge 4.4 Çevre Boyutu Önem Değerlendirme Tablosu

RİSK PUANI	ÇEVRE BOYUTU ÖNEM DERECESESİ	SEMBOL	UYGULANACAK AKSİYON
1-2	Önemsiz	E	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için kontrol tedbirleri planlamaya gerek yoktur.
3-6	Düşük	D	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için ilave kontrol tedbirlerine ihtiyaç olmayabilir. Ancak mevcut kontroller sürdürülmeli ve bu kontrollerin sürdürüldüğü denetlenmelidir.
8-12	Kabul Edilebilir	C	Belirlenen riskleri düşürmek için kontrol tedbirleri başlatılmalıdır. Orta vadede önlem alınmalıdır.
15-16	Yüksek	B	Belirlenen riskleri düşürmek için kontrol tedbirleri derhal başlatılmalıdır. Kısa vadede önlem alınmalıdır.
20-25	Kabul Edilemez	A	Belirlenen risk kabul edilebilir bir seviyeye düşürülünceye kadar iş başlatılmamalı, eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Risk, işin devam etmesi ile ilgili ise acil önlem alınmalı ve bu önlemler sonucunda faaliyetin devamına karar verilmelidir

4.4 Atıksu İletim ve Deşarj Hatlarının İmalatında Çevresel Etkiler, Riskler ve Kontrol Tedbirleri

Üst kaplaması asfalt olan çalışma alanlarında açık kazı yöntemi ile atıksu hattı imalatlarının gerçekleştirilmesinde, iş adımları aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- 1.Yol üst kaplamasının sökülmesi,
- 2.Kazı yapılması,
- 3.Çelik iksa konumlandırılması,
- 4.Hendek içine borunun döşenmesi,

5.Dolgunun yapılması,

6.Beton dökülmesi

7.Asfalt dökülmesi

Bu iş adımlarının oluşturduğu çevre boyutları ve çevresel etkiler, Çizelge 4.5’de gösterilmiştir. Yol üst kaplamasının sökülmesi, asfalt kesme makinası ile yapılmakta ve sonucunda asfalt atığı meydana gelmektedir. Asfalt kesme makinesi çalışma esnasında meydana getirdiği toz ve gürültüden dolayı hava kirliliği ve çevresel gürültü oluşturmaktadır. Asfalt atığı ise bünyesinde bitüm barındırdığı için tehlikeli atık olarak kabul edilmektedir. Kontrolsüz deşarjında toprak ve su kirliliğine sebebiyet vermektedir. Yol üst kaplamasının sökülmesi iş adımı rutin bir faaliyettir. Kazı yapılması, ekskavatör yardımı ile yapılmakta ve sonucunda hafriyat atıkları, atık beton, atık plastik, atık metal ortaya çıkmaktadır. Atık plastik, atık metal ve atık beton imalatın gerçekleştirildiği bölgede mevcut atıl hat bulunuyorsa ortaya çıkmaktadır. Ekskavatör kullanımının doğal kaynak sarfiyatı, gürültü ve egzoz emisyonu gibi çevresel boyutları vardır. Bunların çevresel etkileri de doğal kaynak tüketimi, hava kirliliği ve çevresel gürültü şeklindedir. Hafriyat atığı, atık plastik hatlar, atık metal hatlar ve atık beton hatlarının da çevresel etkileri toprak ve su kirliliğidir. Kazı yapılması iş adımı rutin bir faaliyettir. Çalışanların can güvenliği için hendek içine konumlandırılan çelik panolu iksa ekskavatör yardımı ile yapılmaktadır. Çevre boyutu ve etkileri kazı çalışması sırasında oluşturdukları ile aynıdır. Bazı imalatlarda altyapı sistemleri zarar görerek içmesuyu, doğalgaz ve elektrik hatlarının kopması ve çatlaması sonuçları da ortaya çıkabilmektedir. Bu hatların zarar görmesi veya kopması doğal kaynak sarfiyatına ve tehlikeli duruma sebebiyet vermekte sonucunda da doğal kaynak tüketimi ve çalışanların zarar görmesi veya ölümü gibi çevresel etkileri olmaktadır. Bu faaliyet bir acil durumdur. Hendek içine borunun döşenmesi aşamasında kullanılan borular doğal kaynak tüketimine sebebiyet vermektedir. Çelik boru döşeme işleminde birleştirme yöntemi olarak kullanılan kaynak işlemi hava kirliliği oluşturmaktadır. Dolgu işlemi de kazı işleminde olduğu gibi ekskavatör yardımı ile yapılmakta ve ocaklardan çıkarılan kırmataşlar kullanılmaktadır. Kırmataş kullanımı doğal kaynak tüketimine sebep olmaktadır. Yol üst kaplamasının eski haline getirmek için yapılan beton dökülmesi ve asfalt serilmesi işlemleri beton ve asfalt sarfiyatlarından dolayı doğal kaynak tüketimine sebebiyet vermektedir. Bu işlemler sırasında kullanılan beton aracı, asfalt robotu ve silindir in çevresel etkileri ve boyutu ekskavatör ile aynıdır. İş makinelerinin

oluşturduğu çevresel etkiler farklı değildir. Dolgu işlemi ve yol üst kaplamasının eski haline getirilmesi iş adımları rutin faaliyetlerdir.

Çizelge 4.5 Açık Kazı Yöntemi İle Yapılan Atıksu Hattı İmalatlarındaki İş Adımları, Çevre Boyutları ve Çevresel Etkileri

Sıra No	İş Adımı	Faaliyet	Çevre Boyutu	Çevresel Etki	Rutin, Rutin Dışı Acil Durum
1	Yol Üst Kaplamasının Sökülmesi	Asfalt Kesme Makinesi Çalıştırılması	Toz	Hava Kirliliği	R
			Gürültü Oluşumu	Çevresel Gürültü	
		Asfalt Atığı	Tehlikeli Atık	Toprak, Su Kirliliği	
2	Kazı Yapılması	Kazıdan Çıkan Malzeme	Hafriyat Atığı	Toprak, Su Kirliliği	R
		Ekskavatör Kullanımı	Doğal Kaynak Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	
			Egzoz Emisyonu	Hava Kirliliği	
			Gürültü Oluşumu	Gürültü Kirliliği	
		Mevcut Atıl Hatların Kaldırılması	Atık Plastik	Toprak, Su Kirliliği	
			Atık Çelik	Toprak, Su Kirliliği	
			Atık Beton	Toprak, Su Kirliliği	
3	Çelik İksa Konumlandırılması	Ekskavatör Kullanımı	Doğal Kaynak Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	R
			Egzoz Emisyonu	Hava Kirliliği	
			Gürültü Oluşumu	Gürültü Kirliliği	
4	Kazı Yapılması Sırasında Hatlara Zarar Verilmesi	İçme suyu Hattının Kopması	Atıksu	Su kirliliği, Kalk Sağlığının Bozulması	AD
			Doğal Kaynak Sarfıyatı	Doğal Kaynak Tüketimi	
		Doğalgaz Hattının Kopması	Yangın, Patlama	Çalışan Yaralanması ve Ölüm	
			Doğal Kaynak Sarfıyatı	Doğal Kaynak Tüketimi	
		Elektrik Hattının Kopması	Tehlikeli Durum	Çalışan Yaralanması ve Ölüm	
				Çalışan Yaralanması ve Ölüm	

Çizelge 4.5 Açık Kazı Yöntemi İle Yapılan Atıksu Hattı İmalatlarındaki İş Adımları, Çevre Boyutları ve Çevresel Etkileri (devamı)

5	Hendek İçine Borunun Döşenmesi	Boru Kullanımı (PE, CTP, Beton, Çelik, Düktil)	Doğal Kaynak Sarfıyatı	Doğal Kaynak Tüketimi	R
		Çelik Boru Kaynağı Yapılması	Emisyon Oluşumu	Hava Kirliliği	
6	Dolgusunun Yapılması	Ekskavatör Kullanımı	Doğal Kaynak Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	R
			Egzoz Emisyonu	Hava Kirliliği	
			Gürültü Oluşumu	Gürültü Kirliliği	
		Kırma taş Malzeme Kullanımı	Doğal Kaynak Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	
7	Beton Dökülmesi	Beton Aracı Kullanılması	Doğal Kaynak Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	R
			Egzoz Emisyonu	Hava Kirliliği	
			Gürültü Oluşumu	Gürültü Kirliliği	
		Beton Sarfıyatı	Doğal Kaynak Sarfıyatı	Doğal Kaynak Tüketimi	
8	Asfalt Dökülmesi (Asfalt Robotu Kullanımı)	Asfalt Robotu Kullanılması	Doğal Kaynak Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	R
			Egzoz Emisyonu	Hava Kirliliği	
			Gürültü Oluşumu	Gürültü Kirliliği	
		Asfalt Sarfıyatı	Doğal Kaynak Sarfıyatı	Doğal Kaynak Tüketimi	
		Silindir Kullanılması	Doğal Kaynak Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	
			Egzoz Emisyonu	Hava Kirliliği	
			Gürültü Oluşumu	Gürültü Kirliliği	

Bu iş adımlarının çevresel etkilerini minimize etmek için çeşitli kontrol önlemleri alınmaktadır. Çizelge 4.6'da sırası ile açık kazı imalatında yapılan faaliyetlerin oluşturduğu çevresel etkileri minimize etmek için alınan mevcut kontrol tedbirleri ve sonrasındaki çevresel etkinin risk derecesi gösterilmektedir. Asfalt kesme işlemi sırasında sulama yapılmalı, gürültüyü önlemek için de çalışma alanın ses absorbe eden paneller ile çevrilmelidir. Mevcut önlemler sonrası risk değerlendirme matrisi sonucunda çevresel gürültü derecesi E sınıfına, hava kirliliği derecesi D sınıfına girmektedir. Asfalt atıkları çevre mevzuatına uygun lisanlı firmalara gönderilerek bertaraf sağlanmalıdır. Bu faaliyetin risk derecesi C sınıfına

girmektedir. Kazı yapılması işlemi sonucunda ortaya çıkan hafriyat atığı lisanslı döküm sahalarına götürülerek depolanmalıdır. Hafriyat atıklarının risk derecesi D sınıfına girmektedir. Kazı işlemi sırasında kullanılan ekskavatörün düzenli bakımlarının yapılarak yakıt tasarrufu sağlamalı, çevreye yayılan emisyon miktarı ve kirliliği azaltılmalıdır. Gürültü kirliliğine mani olmak içinde çalışma sahası paneller yardımı ile kapatılmalıdır. Kazı sonucunda içme suyu, elektrik ve doğalgaz gibi altyapı hatlarına zarar vermemek için ilgili idareden görevliler çağrılmalıdır. Alınan mevcut önlemler sonrası elektrik hatlarının kopması ve doğalgaz hatlarının kopması risk derecesi B sınıfıdır. İçme suyu hattının kopması sonucu oluşacak çevresel etkiler daha kısıtlı olduğu sınıf risk sınıfı daha düşüktür, alınması gereken önlemler benzerlik göstermektedir. Kazılan hendekte mevcut eski hat var ise hafriyat atıklarında olduğu gibi lisanlı depo sahalarına götürülerek bertaraf edilmeli veya geri kazanım tesislerine gönderilmelidir. Risk derecesi ve mevcut önlemler hafriyat atığı faaliyeti ile aynıdır. Tranşe içine yeni döşenen boru, yataklamada kullanılan kırmataştan kaynaklı doğal kaynak sarfiyatının önüne geçmek için hatlar projelendirilirken buna dikkat edilmelidir, çevresel etkisi az olduğu için risk derecesi E sınıfına girmektedir. Beton aracı, asfalt aracı, silindir kullanımı mevcut kontrol tedbirleri ve risk derecesi ekskavatör kullanımı faaliyetininki ile aynıdır.

Çizelge 4.6 Açık Kazı Yöntemi İle Yapılan Atıksu Hattı İmalatlarındaki Mevcut Kontrol Tedbirleri ve Çevre Boyutu Önem Dereceleri

Sıra No	İş Adımı	Faaliyet	Çevresel Etki	Mevcut Kontrol Tedbiri	Mevcut Risk			
					Olasılık	Şiddet	Risk puanı	Çevre Boyutu Önem Dereci
1	Yol Üst Kaplamasının Sökülmesi	Asfalt Kesme Makinesi Çalıştırılması	Hava Kirliliği	Çalışma alanı, işlem sırasında sulanarak tozun daha fazla oluşması önlenmektedir.	2	3	6	D
			Çevresel Gürültü	Çalışma alanı, paneller ile çevrelenerek gürültünün çevreye etkisi olabildiğince kontrol altına alınmaktadır.	2	1	2	E
		Asfalt Atığı	Toprak, Su Kirliliği	Asfaltın kaldırılması sonucu oluşan tehlikeli sınıftaki atık, çevre mevzuatına uygun şekilde lisanslı firmalara gönderilmekte ve bertarafı sağlanmaktadır.	2	4	8	C

Çizelge 4.6 Açık Kazı Yöntemi İle Yapılan Atıksu Hattı İmalatlarındaki Mevcut Kontrol Tedbirleri ve Çevre Boyutu Önem Dereceleri (devamı)

2	Kazı Yapılması	Kazıdan Çıkan Malzeme	Toprak, Su Kirliliği	Oluşan hafriyat atığı, lisanslı döküm sahalarına iletilmekte ve mevzuata uygun şekilde depolanması sağlanmaktadır.	2	3	6	D
		Ekskavatör Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	Ekskavatörlerin periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Yakıt tüketimi, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir.	1	3	3	D
			Hava Kirliliği	Ekskavatörlerin periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Mevzata uygun şekilde egzoz ölçümleri yapılmakta ve izlenmektedir.	2	3	6	D
			Gürültü Kirliliği	Çalışma alanı, paneller ile çevrelenerek gürültünün çevreye etkisi olabildiğince kontrol altına alınmaktadır.	2	1	2	E
		Mevcut Atıl Hatların Kaldırılması	Toprak, Su Kirliliği (Metal Atık)	Yeni atıksu iletim hatlarının imalatında, eski hatların çalışma alanında kaldırılması ile atık plastik, çelik ve beton borular oluşur. Tehlikesiz atık sınıfında olan bu atıklar lisanslı geri kazanım firmalarına gönderilerek geri dönüşümü sağlanır.	3	2	6	D
			Toprak, Su Kirliliği (Plastik Atık)					
			Toprak, Su Kirliliği(Beton Atık)					
		Ekskavatör Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	Ekskavatörlerin periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Yakıt tüketimi, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir.	1	3	3	D
			Hava Kirliliği	Ekskavatörlerin periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Mevzuata uygun şekilde egzoz ölçümleri yapılmakta ve izlenmektedir.	2	3	6	D
			Gürültü Kirliliği	Çalışma alanı, paneller ile çevrelenerek gürültünün çevreye etkisi olabildiğince kontrol altına alınmaktadır.	2	1	2	E

Çizelge 4.6 Açık Kazı Yöntemi İle Yapılan Atıksu Hattı İmalatlarındaki Mevcut Kontrol Tedbirleri ve Çevre Boyutu Önem Dereceleri (devamı)

4	Kazı Yapılması Sırasında Hatlara Zarar Verilmesi	İçme suyu Hattının Kopması	Su kirliliği, Kalk Sağlığının Bozulması	Atıksu hatlarının imalat aşamasında şebeke içme suyu hatlarına ait vanalar kapatılmaktadır.	3	4	12	C
			Doğal Kaynak Tüketimi	Atıksu hatlarının imalat aşamasında şebeke içme suyu hatlarına ait vanalar kapatılmaktadır.	2	1	2	E
		Doğalgaz Hattının Kopması	Çalışan Yaralanması ve Ölüm	Atıksu hatlarının imalat aşamasında doğalgaz idaresinden görevlilere bilgi verilerek, onların gözetimi altında imalat tamamlanmaktadır.	3	5	15	B
			Doğal Kaynak Tüketimi	Atıksu hatlarının imalat aşamasında doğalgaz idaresinden görevlilere bilgi verilerek, onların gözetimi altında imalat tamamlanmaktadır.	3	2	6	D
		Elektrik Hattının Kopması	Çalışan Yaralanması ve Ölüm	Atıksu hatlarının imalat aşamasında elektrik görevlilere bilgi verilerek, onların gözetimi altında imalat tamamlanmaktadır.	3	5	15	B
			Doğal Kaynak Tüketimi	Atıksu hatlarının imalat aşamasında elektrik idaresinden görevlilere bilgi verilerek, onların gözetimi altında imalat tamamlanmaktadır.	3	2	6	D
5	Hendek İçine Borunun Döşenmesi	Boru Kullanımı (PE, CTP, Beton, Çelik, Düktil)	Doğal Kaynak Tüketimi	Atıksu deşarj ve iletim hatlarının projelendirilmesinde doğal kaynak tüketiminin minimum seviyede tutulmasına önem verilir.	2	1	2	E
		Çelik Boru Kaynağı Yapılması	Hava Kirliliği	Kaynak cihazlarının periyodik bakım ve kontrolleri yapılarak emisyon oluşumunun minimum seviyede tutulması sağlanır.	3	2	6	D
6	Dolgusunun Yapılması	Ekskavatör Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	Ekskavatörlerin periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Yakıt tüketimi, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir.	1	3	3	D

Çizelge 4.6 Açık Kazı Yöntemi İle Yapılan Atıksu Hattı İmalatlarındaki Mevcut Kontrol Tedbirleri ve Çevre Boyutu Önem Dereceleri (devamı)

6	Dolgusunun Yapılması	Ekskavatör Kullanımı	Hava Kirliliği	Ekskavatörlerin periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Mevzuata uygun şekilde egzoz ölçümleri yapılmakta ve izlenmektedir.	2	3	6	D
			Gürültü Kirliliği	Çalışma alanı, paneller ile çevrelenerek gürültünün çevreye etkisi olabildiğince kontrol altına alınmaktadır.	2	1	2	E
		Kırma taş Malzeme Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	Atıksu deşarj ve iletim hatlarının projelendirilmesinde doğal kaynak tüketiminin minimum seviyede tutulmasına önem verilir.	3	2	6	D
7	Beton Dökülmesi	Beton Aracı Kullanılması	Doğal Kaynak Tüketimi	Atıksu hatları imalatı, beton dökme aşamasında kullanılan beton aracının periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Yakıt tüketimi, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir.	1	3	3	D
			Hava Kirliliği	Atıksu hatları imalatı, beton dökme aşamasında kullanılan beton aracının periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Egzoz emisyonu oluşumu, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir.	2	3	6	D
			Gürültü Kirliliği	Atıksu hatları imalatı, beton dökme aşamasında kullanılan beton aracının periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Araçtan kaynaklanan gürültü oluşumu, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir. İş mahalli panellerle kapatılmalıdır.	2	1	2	E
		Beton Sarfiyatı	Doğal Kaynak Tüketimi	Atıksu deşarj ve iletim hatlarının projelendirilmesinde doğal kaynak tüketiminin minimum seviyede tutulmasına önem verilir.	3	2	6	D

Çizelge 4.6 Açık Kazı Yöntemi İle Yapılan Atıksu Hattı İmalatlarındaki Mevcut Kontrol Tedbirleri ve Çevre Boyutu Önem Dereceleri (devamı)

8	Asfalt Dökülmesi (Asfalt Robotu Kullanımı)	Asfalt Robotu Kullanılması	Doğal Kaynak Tüketimi	Atıksu hatları imalatı, asfalt serme aşamasında kullanılan asfalt robotunun periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Yakıt tüketimi, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir.	1	3	3	D
			Hava Kirliliği	Atıksu hatları imalatı, asfalt serme aşamasında kullanılan asfalt robotunun periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Yakıt tüketimi, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir.	2	3	6	D
			Gürültü Kirliliği	Atıksu hatları imalatı, asfalt serme aşamasında kullanılan asfalt robotunun periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Yakıt tüketimi, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir. İş mahalli panellerle kapatılmalıdır.	2	1	2	E
		Asfalt Sarfiyatı	Doğal Kaynak Tüketimi	Atıksu deşarj ve iletim hatlarının projelendirilmesinde doğal kaynak tüketiminin minimum seviyede tutulmasına önem verilir.	3	2	6	D
		Silindir Kullanılması	Doğal Kaynak Tüketimi	Atıksu hatları imalatı, asfalt serme aşamasında kullanılan silindirin periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Yakıt tüketimi, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir.	1	3	3	D
			Hava Kirliliği	Atıksu hatları imalatı, asfalt serme aşamasında kullanılan silindirin periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Yakıt tüketimi, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir.	2	3	6	D
			Gürültü Kirliliği	Atıksu hatları imalatı, asfalt serme aşamasında kullanılan silindirin periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Yakıt tüketimi, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir. Sayesinde minimum seviyede tutulabilir. İş mahalli panellerle kapatılmalıdır.	2	1	2	E

Çizelge 4.7’de mevcut kontrol tedbirlerine ilave önerilen tedbirler gösterilmektedir. Bu çizelgeden de anlaşılacağı gibi açık kazı yöntemi ile yapılan atıksu hattı imalatlarının rutin olan iş adımları için önerilen tedbir bulunmamakta ve bu faaliyetlerin oluşturacağı çevresel etkilerin risk dereceleri değişiklik göstermemektedir. Ancak acil durum faaliyetleri için kontrol önlemleri önerilmektedir. Elektrik hattı kopması ve doğalgaz hattının kopması durumunda oluşacak çevresel etkilerin önüne geçmek için elektrik şalterleri ve doğalgaz vanaları geçici süre ile kapatılmalıdır. Bu şekilde B-Yüksek risk derecesine sahip olan bu faaliyetin oluşma olasılığı düşerek C sınıfı- kabul edilebilir önem derecesine gerilemektedir.

Çizelge 4.7 Açık Kazı Yöntemi İle Yapılan Atıksu Hattı İmalatlarında Önerilen Kontrol Tedbirleri ve Çevre Boyutu Önem Dereceleri

Sıra No	İş Adımı	Faaliyet	Çevresel Etki	Önerilen Tedbir	Hedeflenen +Risk			
					Olasılık	Şiddet	Risk Puanı	Çevre Boyutu Önem Dereci
1	Yol Üst Kaplamasının Sökülmesi	Asfalt Kesme Makinesi Çalıştırılması	Hava Kirliliği	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	2	3	6	D
			Gürültü Kirliliği	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	2	1	2	E
		Asfalt Atığı	Toprak, Su Kirliliği	Oluşan tehlikeli atığın kontrolünün sağlanması devamlı olarak denetlenmeli ve mevzuata uygun şekilde kontrol önlemlerinin sürdürülmesi sağlanmalıdır.	2	4	8	C
2	Kazı Yapılması	Kazıdan Çıkan Malzeme	Toprak, Su Kirliliği	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir	2	3	6	D
		Ekskavatör Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir. Araç bakımları ve kontrolleri aksatılmamalıdır	1	3	3	D

Çizelge 4.7 Açık Kazı Yöntemi İle Yapılan Atıksu Hattı İmalatlarında Önerilen Kontrol Tedbirleri ve Çevre Boyutu Önem Dereceleri (devamı)

2	Kazı Yapılması	Ekskavatör Kullanımı	Hava Kirliliği	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir	2	3	6	D
			Gürültü Kirliliği	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	2	1	2	E
		Mevcut Atıl Hatların Kaldırılması	Toprak, Su Kirliliği (Metal Atık)	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	3	2	6	D
			Toprak, Su Kirliliği (Plastik Atık)					
			Toprak, Su Kirliliği (Beton Atık)					
		3	Çelik İksa Konumlandırılması	Ekskavatör Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir. Araç bakımları ve kontrolleri aksatılmamalıdır.	1	3
Hava Kirliliği	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir. Araç bakımları ve kontrolleri aksatılmamalıdır.				2	3	6	D
Gürültü Kirliliği	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir. Araç bakımları ve kontrolleri aksatılmamalıdır.				2	1	2	E
4	Kazı Yapılması Sırasında Hatlara Zarar Verilmesi	İçme suyu Hattının Kopması	Su kirliliği, Halk Sağlığının Bozulması	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir	3	4	12	C
			Doğal Kaynak Tüketimi	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir	2	1	2	E
		Doğalgaz Hattının Kopması	Çalışan Yaralanması ve Ölüm	Atıksu hatlarının imalat aşamasında elektrik kesilmelidir.	3	3	9	C

Çizelge 4.7 Açık Kazı Yöntemi İle Yapılan Atıksu Hattı İmalatlarında Önerilen Kontrol Tedbirleri ve Çevre Boyutu Önem Dereceleri (devamı)

4	Kazı Yapılması Sırasında Hatlara Zarar Verilmesi	Doğalgaz Hattının Kopması	Doğal Kaynak Tüketimi	Atıksu hatlarının imalat aşamasında doğalgaz vanaları kapatılmalıdır	2	1	2	E
		Elektrik Hattının Kopması	Çalışan Yaralanması ve Ölüm	Atıksu hatlarının imalat aşamasında elektrik kesilmelidir	3	3	9	C
			Doğal Kaynak Tüketimi	Atıksu hatlarının imalat aşamasında elektrik vanaları kapatılmalıdır	2	1	2	E
5	Hendek İçine Borunun Döşenmesi	Boru Kullanımı (PE, CTP, Beton, Çelik, Düktil)	Doğal Kaynak Tüketimi	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	2	1	2	E
		Çelik Boru Kaynağı Yapılması	Hava Kirliliği	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	3	2	6	D
6	Dolgununun Yapılması	Ekskavatör Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	1	3	3	D
			Hava Kirliliği	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir. Araç bakımları ve kontrolleri aksatılmamalıdır.	2	3	6	D
			Gürültü Kirliliği	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	2	1	2	E
		Kırma taş Malzeme Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir	3	2	6	D
7	Beton Dökülmesi	Beton Aracı Kullanılması	Doğal Kaynak Tüketimi	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir. Araç bakımları ve kontrolleri aksatılmamalıdır.	1	3	3	D
			Hava Kirliliği	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir..	2	3	6	D
			Gürültü Kirliliği	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	2	1	2	E
		Beton Sarfıyatı	Doğal Kaynak Tüketimi	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	3	2	6	D

Çizelge 4.7 Açık Kazı Yöntemi İle Yapılan Atıksu Hattı İmalatlarında Önerilen Kontrol Tedbirleri ve Çevre Boyutu Önem Dereceleri (devamı)

8	Asfalt Dökülmesi (Asfalt Robotu Kullanımı)	Asfalt Robotu Kullanılması	Doğal Kaynak Tüketimi	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir. Araç bakımları ve kontrolleri aksatılmamalıdır	1	3	3	D
			Hava Kirliliği	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	2	3	6	D
			Gürültü Kirliliği	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir	2	1	2	E
		Asfalt Sarfıyatı	Doğal Kaynak Tüketimi	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	3	2	6	D
		Silindir Kullanılması	Doğal Kaynak Tüketimi	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir. Araç bakımları ve kontrolleri aksatılmamalıdır.	1	3	3	D
			Hava Kirliliği	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir. Araç bakımları ve kontrolleri aksatılmamalıdır.	2	3	6	D
			Gürültü Kirliliği	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir	2	1	2	E

Atıksu iletim ve deşarj hatlarının imalatından kaynaklanabilecek çevre boyutu belirleme, çevresel etki ve risk değerlendirme formu, örnek bir atıksu kanal imalatında mevcut kontrol önlemleri dikkate alınarak gerçekleştirilmiş ve Çizelge 4.8’de sunulmuştur

Çizelge 4.8 Açık Kazı Yöntemi ile Atıksu İletim Hatlarının İmalatındaki Çevre Boyutu Belirleme, Çevresel Etki Ve Risk Değerlendirme Formu

ÇEVRE BOYUTU BELİRLEME, ÇEVRESEL ETKİ VE RİSK DEĞERLENDİRME FORMU														
AÇIK KAZI YÖNTEMİ İLE ATIKSU HATTI İMALATINDA MUHTEMEL ÇEVRE BOYUTU, ÇEVRESEL ETKİLER VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ														
Sıra No	Faaliyet / İş Adımı	Çevre Boyutu	Çevresel Etki	Rutin, Rutin Olmayan Acil Durum	Mevcut Kontrol tedbiri	Mevcut Risk				Önerilen Tedbir	Hedeflenen Risk			
						Olasılık	Şiddet	Risk Puanı	Çevre Boyutu Önem Derecesi		Olasılık	Şiddet	Risk Puanı	Çevre Boyutu Önem Derecesi
1	Yol Üst Kaplaması'nın Sökülmesi -Asfalt Kesme Makinesi Çalıştırılması	Toz	Hava Kirliliği	R	Çalışma alanı, işlem sırasında sulanarak tozun daha fazla oluşması önlenmektedir.	2	3	6	D	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülm elidir.	2	3	6	D
2	Yol Üst Kaplaması'nın Sökülmesi -Asfalt Kesme Makinesi Çalıştırılması	Gürültü Oluşum u	Çevresel Gürültü	R	Çalışma alanı, paneller ile çevrelenerek gürültünün çevreye etkisi olabildiğince kontrol altına alınmaktadır.	2	1	2	E	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülm elidir.	2	1	2	E
3	Yol Üst Kaplaması'nın Sökülmesi -Asfaltın Kaldırılması	Tehlikeli Atık (Bitümlü Karışım)	Toğrak, Su Kirliliği	R	Asfaltın kaldırılması sonucu oluşan tehlikeli sınıftaki atık, çevre mevzuatına uygun şekilde lisanslı firmalara gönderilmekte ve bertarafı sağlanmaktadır.	2	4	8	C	Oluşan tehlikeli atığın kontrolünün sağlanması devamlı olarak denetlenmeli ve mevzuata uygun şekilde kontrol önlemlerinin sürdürülmesi sağlanmalıdır.	2	4	8	C

Çizelge 4.8 Açık Kazı Yöntemi ile Atıksu İletim Hatlarının İmalatındaki Çevre Boyutu Belirleme, Çevresel Etki Ve Risk Değerlendirme Formu (devamı)

4	Kazı Yapılması	Hafriyat Atığı	Toğrak, Su Kirliliği	R	Oluşan hafriyat atığı, lisanslı döküm sahalarına iletilmekte ve mevzuata uygun şekilde depolanması sağlanmaktadır.	2	3	6	D	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülm elidir.	2	3	6	D
5	Ekskavatör Kullanımı (Kazı Yapılması, Çelik İksa Konumlan dırılması, Dolgu Yapılması)	Doğal Kaynak Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	R	Atıksu hatl rı imalatı aşamasında kazı yapılması, çelik iksanın yerleştirilmesi, dolgu yapılması gibi tüm aşamalarda kullanılan ekskavatörlerin periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Yakıt tüketimi, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir.	1	3	3	D	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülm elidir. Araç bakımları ve kontrolleri aksatılma malıdır.	1	3	3	D
6	Ekskavatör Kullanımı (Kazı Yapılması, Çelik İksa Konumlan dırılması, Dolgu Yapılması)	Egsoz Emisyonu	Hava Kirliliği	R	Atıksu hatları imalatı aşamasında kazı yapılması, çelik iksanın yerleştirilmesi, dolgu yapılması gibi tüm aşamalarda kullanılan ekskavatörlerin periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Mevzuata uygun şekilde egsoz ölçümleri yapılmakta ve izlenmektedir.	2	3	6	D	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülm elidir.	2	3	6	D
7	Ekskavatör Kullanımı (Kazı Yapılması, Çelik İksa Konumlan dırılması, Dolgu Yapılması)	Gürültü Oluşumu	Gürültü Kirliliği	R	Çalışma alanı, paneller ile çevrelenerek gürültünün çevreye etkisi olabildiğince kontrol altına alınmaktadır.	2	1	2	E	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülm elidir.	2	1	2	E
8	Kazı Yapılması Sırasında İçme Suyu Hattının Patlatılması	Atıksu	Su kirliliği, Kalk Sağlığının Bozulması	AD	Atıksu hatlarının imalat aşamasında şebeke içmesuyu hatlarına ait vanalar kapatılmamaktadır.	3	4	12	C	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülm elidir.	3	4	12	C

Çizelge 4.8 Açık Kazı Yöntemi ile Atıksu İletim Hatlarının İmalatındaki Çevre Boyutu Belirleme, Çevresel Etki Ve Risk Değerlendirme Formu (devamı)

9	Kazı Yapılması Sırasında Elektrik Hattının Kopması	Doğal Kaynak Sarfıyatı	Doğal Kaynak Tüketimi	AD	Atıksu hatlarının imalat aşamasında elektrik idaresinden görevlilerle çağırarak onların gözetimi altında imalat tamamlanmaktadır.	3	2	6	D	Atıksu hatlarının imalat aşamasında elektrik kesilmelidir.	2	1	2	E
10	Kazı Yapılması Sırasında Elektrik Hattının Kopması	Tehlikeli Durum	Çalışan Yaralanması veya Ölümü	AD	Atıksu hatlarının imalat aşamasında elektrik idaresinden görevlilerle çağırarak onların gözetimi altında imalat tamamlanmaktadır.	3	5	15	B	Atıksu hatlarının imalat aşamasında elektrik kesilmelidir.	3	3	9	C
11	Kazı Yapılması Sırasında Doğalgaz Hattının Kopması	Yangın, Patlama	Çalışan Yaralanması veya Ölümü	AD	Atıksu hatlarının imalat aşamasında doğalgaz idaresinden görevlilerle çağırarak onların gözetimi altında imalat tamamlanmaktadır.	3	5	15	B	Atıksu hatlarının imalat aşamasında doğalgaz vanaları kapatılmalıdır.	3	3	9	C
12	Kazı Yapılması Sırasında Doğalgaz Hattının Kopması	Doğal Kaynak Sarfıyatı	Doğal Kaynak Tüketimi	AD	Atıksu hatlarının imalat aşamasında doğalgaz idaresinden görevlilerle çağırarak onların gözetimi altında imalat tamamlanmaktadır.	3	2	6	D	Atıksu hatlarının imalat aşamasında doğalgaz vanaları kapatılmalıdır.	2	1	2	E
13	Kazı Yapılması (Eski Hatların Kaldırılması)	Atık Plastik	Toğrak, Su Kirliliği	R	Yeni atıksu iletim hatlarının imalatında, eski hatların çalışma alanında kaldırılması ile atık plastik borular oluşur. Tehlikesiz atık sınıfında olan atık plastikler, lisanslı geri kazanım firmalarına gönderilerek geri dönüşümü sağlanır.	3	2	6	D	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	3	2	6	D
14	Kazı Yapılması (Eski Hatların Kaldırılması)	Atık Metal	Toğrak, Su Kirliliği	R	Yeni atıksu iletim hatlarının imalatında, eski hatların çalışma alanında kaldırılması ile atık metal borular oluşur. Tehlikesiz atık sınıfında olan atık metaller, lisanslı geri kazanım firmalarına gönderilerek geri dönüşümü sağlanır.	3	2	6	D	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	3	2	6	D

Çizelge 4.8 Açık Kazı Yöntemi ile Atıksu İletim Hatlarının İmalatındaki Çevre Boyutu Belirleme, Çevresel Etki Ve Risk Değerlendirme Formu (devamı)

15	Kazı Yapılması (Eski Hatların Kaldırılması)	Atık Beton Boru (Hafriyat Atığı)	Toğrak, Su Kirliliği	R	Yeni atıksu iletim hatlarının imalatında, eski hatların çalıştırılması ile atık beton borular oluşur. Hafriyat atığı sınıfında değerlendirilen borular, lisanslı depolama ya da geri kazanım tesislerine iletilmektedir.	3	2	6	D	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	3	2	6	D
16	Hendek İçine Borunun Döşenmesi (PE, Çelik, Beton)	Doğal Kaynak Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	R	Atıksu deşarj ve iletim hatlarının projelendirilmesinde doğal kaynak tüketiminin minimum seviyede tutulmasına önem verilir.	2	1	2	E	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	2	1	2	E
17	Hendek İçine Borunun Döşenmesi (Çelik Boru Kaynak İşlemi)	Emisyon Oluşumu	Hava Kirliliği	R	Kaynak cihazlarının periyodik bakım ve kontrolleri yapılarak emisyon oluşumunun minimum seviyede tutulması sağlanır.	3	2	6	D	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir. Kullanılan ekipmanın periyodik kontrolleri aksatılmamalı, operatör konu hakkında bilgilendirilmiştir.	3	2	6	D
18	Yataklama Dolgusunun Yapılması (Yataklama Malzemesi Kullanımı)	Doğal Kaynak Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	R	Atıksu deşarj ve iletim hatlarının projelendirilmesinde doğal kaynak tüketiminin minimum seviyede tutulmasına önem verilir.	3	2	6	D	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	3	2	6	D
19	Beton Dökülmesi (Beton Aracı Kullanımı)	Doğal Kaynak Tüketimi	Doğal Kaynak Tüketimi	R	Atıksu hatları imalatı, beton dökme aşamasında kullanılan beton aracının periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Yakıt tüketimi, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir.	1	3	3	D	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir. Araç bakımları ve kontrolleri aksatılmamalıdır.	1	3	3	D
20	Beton Dökülmesi (Beton Aracı Kullanımı)	Egzoz Emisyonu	Hava Kirliliği	R	Atıksu hatları imalatı, beton dökme aşamasında kullanılan beton aracının periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Egzoz emisyonu oluşumu, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir.	2	3	6	D	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülmelidir.	2	3	6	D

Çizelge 4.8 Açık Kazı Yöntemi ile Atıksu İletim Hatlarının İmalatındaki Çevre Boyutu Belirleme, Çevresel Etki Ve Risk Değerlendirme Formu (devamı)

21	Beton Dökülmesi (Beton Aracı Kullanımı)	Gürültü Oluşumu	Gürültü Kirliliği	R	Atıksu hatları imalatı, beton dökme aşamasında kullanılan beton aracının periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Araçtan kaynaklanan gürültü oluşumu, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir.	2	1	2	E	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülm elidir.	2	1	2	E
22	Asfalt Dökülmesi (Asfalt Robotu Kullanımı)	Doğal Kaynak Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	R	Atıksu hatları imalatının ardından çalışma alanının asfaltlanması aşamasında kullanılan asfalt robotunun periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Yakıt tüketimi, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir.	1	3	3	D	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülm elidir. Araç bakımları ve kontrolleri aksatılma malıdır.	1	3	3	D
23	Asfalt Dökülmesi (Asfalt Robotu Kullanımı)	Egsoz Emisyonu	Hava Kirliliği	R	Atıksu hatları imalatının ardından çalışma alanının asfaltlanması aşamasında kullanılan asfalt robotunun periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Egsoz emisyonu oluşumu, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir.	2	3	6	D	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülm elidir.	2	3	6	D
24	Asfalt Dökülmesi (Asfalt Robotu Kullanımı)	Gürültü Oluşumu	Gürültü Kirliliği	R	Atıksu hatları imalatının ardından çalışma alanının asfaltlanması aşamasında kullanılan asfalt robotunun periyodik bakım ve kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Araçtan kaynaklanan gürültü oluşumu, aracın bakım ve kontrolleri sayesinde minimum seviyede tutulabilir.	2	1	2	E	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülm elidir.	2	1	2	E
25	Asfalt Dökülmesi (Asfalt)	Doğal Kaynak Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi	R	Asfalt atılmasından önce plan ve projelendirmede doğal kaynak tüketiminin minimum seviyede tutulmasına önem verilir.	3	2	6	D	Mevcut kontrol önlemleri sürdürülm elidir.	3	2	6	D

Bu çizelge haricinde genel olarak riskler ve çevresel etkiler atıksu hatlarının imalat yöntemlerinin uygun projelendirmeden ve plansız yapılması sonucunda olumsuz oluşabilmektedir. Açık kazı yöntemi atıksu hattı imalatlarında en çok tercih edilen metottur. Açık kazı yönteminde yanlış malzeme ve ekipman seçimi, uygun olmayan yakıt kullanımı, kazı ve dolgu işlemlerinin standartlara ve şartnamelere uygun olmaması gibi sebeplerden çevre zarar görmektedir. Açık kazı imalatlarında riskler, oluşturacağı çevresel etkileri ve alınması gereken tedbirler şöyledir:

- Kazı aşamasında bitki örtüsünün zarar görmesi:** Kazılacak bölgelerin üst tabakası şehir merkezlerinde asfalt, parke vb. kaplamalardan oluşabileceği gibi doğal bitki örtülerinde de oluşabilmektedir. Doğal bitki örtülerine zarar vermek o bölgede yaşayan ekosistemi doğrudan etkilemektedir. Bunun önüne geçebilmek için projelendirme aşamasında bölgede bitki örtüsünün bulunduğu noktalar tespit edilmeli ve hat güzergahı ona göre belirlenmelidir veya ağaç ve benzeri bitkiler ortamdaki taşınarak başka bir bölgeye nakledilmelidir.
- Kazı aşamasında altyapı sistemlerinin zarar görmesi:** Şehir içerisinde yapılan çalışmalarda kazının yapılacağı bölgede içme suyu, elektrik, yağmursuyu ve doğalgaz gibi birçok altyapı sistemi bulunabilmektedir. Kazı esnasında operatör hatalarından kaynaklı altyapı hatları koparılabilmekte veya zarar görmektedir. İçmesuyu hatlarının kopması veya delinmesi sonucu, şehir susuz kalmakta, boru içerisine kazı bölgesinde bulunan zararlı maddeler nüfuz etmekte sonucunda halk sağlığı doğrudan etkilenmektedir. Doğalgaz hatlarının kopması sonucunda etrafta yanıcı madde varsa patlama ve yanma tepkimeleri meydana gelmekte çevrede bulunan insanlar zarar görebilmektedir. Bu gibi sorunlarla karşılaşmamak için kazı esnasında riskli görülen noktalarda doğalgaz ve su hatları kapatılmalı, deneyimli operatörler tercih edilmeli ve bölgenin durumuna göre yatay delgi yöntemleri kullanılmalıdır.
- Hafriyat Atıkları:** Kazı sonucunda çıkarılan hafriyat atığı müteahhitlerin daha fazla kar etme düşünceleri yüzünden kaçak olarak deşarj edilmekte veya kazı yapılan bölgeye silindir yardımı ile serilmektedir. Ancak hafriyat çevreye zarar vermekte görüntü ve toprak kirliliğine yol açmaktadır. Dere ve göl gibi su alanlarına yapılan deşarjlarda buraların tıkanarak taşkınlar oluşmasına sebep vermektedir. Hafriyat atıkları lisanslı depo sahalarına gönderilerek oluşabilecek risklerin önüne geçilmelidir.

- İmalatın gerçekleştirildiği bölgede oluşan gürültü ve toz kirliliği:** İş makineleri ve kullanılan ekipmanlar bölgede yüksek seviyede gürültüye ve oluşan tozlardan kaynaklı hava kirliliğine sebep olmaktadır. Çevrede yaşayan insanların bu tozları soluması ve yüksek seviye gürültüye maruz kalmaları sağlık açısından elverişli değildir. Kazı imalatının yapılacağı bölge yüksek panellerle çevrelenmeli ve oluşacak etki minimize edilmelidir.
- Boru hatları birleşim noktalarının bağlanamaması:** Atıksu imalatlarında kullanılan borular tiplerine göre farklı birleşim metotları uygulanmaktadır. Bağlantı noktalarında tam birleşim olmaması imalat gerçekleştikten sonra sızıntı oluşturmaktadır. Atıksuyun toprağa sızması yeraltı sularını kirletmekte, burada yaşayan canlıları olumsuz etkilemekte ve bölgenin yumuşayarak çökmesine sebebiyet vermektedir. Yeraltı sularının kirlenmesi doğal kaynakların doğrudan etkilenmesi anlamına gelmektedir. Bundan dolayı imalat aşamasında beton borulardaki contalar kontrol edilmeli, mufların iç içe geçtiği teyidi sağlanmalıdır.
- Yanlış boru seçimi:** Altyapı imalatlarının tamamında kullanılacak boru tipinin doğru seçilmesi uzun ömürlü bir hat için en önemli noktadır. Atıksular beton boru tercihi imalatın hızlı ve kolay olmasının yanında atıksu içerisinde bulunan zararlı partiküllerden daha az hasar görmekte ve yapısı gereği dolgunun oluşturacağı baskıdan etkilenmemektedir. Beton boru kullanımı sayesinde hatlarda zaman içinde patlamalar ve bunun oluşturacağı olumsuz etkilerle karşılaşılmamaktadır.
- Dolgu aşamasında kullanılan hatalı malzemeler:** Yüklenicilerin çoğu imalatı daha karlı hale getirmek için kazı toprağını boru döşeme işlemi tamamlandıktan sonra geri doldurmaktadır. Hafriyat toprağının, asfalt kırıklarının, tünel kazılarından çıkan malzemelerin ve dane çapı uygun olmayan dolgu malzemeleri ile hendeğin doldurulması hem hattın zarar görmesine hem de bölgede göçükler oluşmasına sebebiyet vermektedir. Dane çapı uygun olmayan malzemeler tam sıkışma gösteremediği için zemin ile dolgu malzemesi arasında boşluk oluşmakta ve üst zemin çökmektedir. Bu da daha büyük ekonomik zararları sebebiyet vermektedir. Hattın zarar görmesi toprağa atıksuyun karışması anlamına gelmekte ve toprak kirliliği oluşmaktadır. Dolgu yapılırken

0-35mm kırmataş malzeme kullanımı hat emniyeti ve zemin açısından oldukça önemlidir.

- **İmalat sırasında kullanılan iş makineleri ve sebep olduğu emisyonlar:** Kazı ve dolgu işlemleri sırasında kullanılan yükleyici ve kazıcı makineler, ekskavatörler dolgu malzemesi ve hafriyat naklinde kullanılan tır ve kamyonlar mazot ile çalışmaktadır. Bu iş makineleri ortama emisyon yaymakta ve hava kirliliğine sebebiyet vermektedir. Kullanılan kaçak yakıtlar ve bakımların zamanında yapılmaması hava kirliliği boyutunu arttırmaktadır. İş makinelerinin bakımları düzenli ve zamanında yapılmalı ve yakıt olarak resmi akaryakıt şirketlerinden temin edilen mazotlar kullanılmalıdır

Atıksu hatlarında kullanılan diğer yöntemler ise yatay delgi metotlarıdır. Yatay delgi metotlarında kazı ve dolgu işlemleri oluşmadığı için çevresel etkileri açık kazı imalatlarına göre daha azdır. Bu metotta karşılaşılabilecek sıkıntılar kılıf borularının zarar görmesi sonucu ana hatların kopması veya delinmesidir. Kılıf boruları ana hat borularının muhafaza borusu olarak görev yapmaktadır. Delinen hat borusundan ortama yayılan atıksu toprak kirliliğine sebebiyet vermekte ve toprak içerisinde yaşayan canlılar zarar görmektedir. Bunu engellemek için uygun et kalınlığında ve cinsinde boru kullanılmalıdır. Spiral kaynaklı çelik borular kılıf borusu olması açısından en uygun borulardır. Ana hat ve kılıf borusu arasına kendinden yerleşen beton enjekte edilmeli bu sayede hattın stabil formda olması sağlanacak ve dış ortamdan zarar görmesini engellenecektir. Boru itme metodunda itme şaftı açılırken açık kazılarda olduğu gibi kazı ve dolgu işlemleri yapılmaktadır. Açık kazı imalatlarında karşılaşılan iş makinelerinin emisyon problemleri, hafriyat dökümleri ve uygun olmayan dane çaplı dolgu malzemelerinin sebebiyet verdiği olumsuz çevresel etkiler boru itme metodunun şaft imalatında da oluşmakta ve bu konu için alınması gereken önlemlerde açık kazı yöntemindekiler ile eşdeğerdir.

Derin deniz deşarjı imalatları, kara hattı imalatlarından farklı çevresel etkilere sebebiyet vermektedir. Toprak kirliliğinden ziyade suda yaşayan canlıların habitatı olan denizi doğrudan etkilemektedir. Deniz deşarjlarında kullanılacak boruların beton olarak kullanılması ağırlıklarından dolayı hattın gömülmesine ve kopmasına sebep olur, cam takviyeli plastik borular ve hdpe borular da dolgu tabakasının ağırlık etkisi ile ovalleşmekte ve gemi çapalarından dolayı delinmeler meydana gelmektedir. Deşarj

hattında kaçak olması, hedeflenen seyrelmenin sağlanmadan atıksuyun denize karışmasına neden olmakta ve hattın çalışmadığı durumlarda içine deniz suyunun karışmasına sebep olmaktadır. Atıksuyun kıyı bölgelerinde ve yeterli derinliğe ulaşmadan deşarj edilmesi kıyı şeridindeki insan sağlığını doğrudan etkilemektedir. Deniz deşarjı sistemlerinde spiral kaynaklı çelik borular tercih edilmelidir. Bu şekilde hat olumsuz dış etkilere korunmuş olacaktır.

Evsel atıksuların denize deşarj sistemlerinde çoğunlukla üzerlerinde orifis (ağız açık delik) bulunan çok delikli difüzörler kullanılmaktadır. Denize deşarj yapıları belirli bir proje ömrüne göre tasarlandıkları için ilk çalışmaya başladıklarında tam kapasite ile çalışmamaktadırlar. Bu durumda difüzörün tıkanmasına neden olabilen deniz suyunun içeri akışı gerçekleşebilmektedir. Bunun önüne geçilebilmesi için rehabilitasyon yöntemi olarak difüzör orifisleri üzerine tek yönlü akışı sağlayan ördek gaga kontrol vanaları eklenebilmektedir. Kontrol vanaları bir miktar enerji kaybına neden olabildiğinden difüzörün akış rejimi etkilenebilmekte ve bu da birinci seyrelmenin tasarlandığı değerden pozitif veya negatif farklılık göstermesine neden olabilmektedir. Ancak tüm bu etkilere rağmen hattın uzun ömürlü olması ve su kirliliği gibi çevresel etkilerin önüne geçebilmek için ördek ağız tipi difüzör kullanılmalıdır.

0-10m mesafesindeki üst dolgu da derin deniz deşarjlarında önemli unsurlardır. Üst dolgu malzemesinin dalgalar ile taşınamayacak boyutta olması gerekmektedir. Bu şekilde dolgu malzemesinin dalgalar yardımı ile taşınmasının önüne geçilecek ve hattın zarar görmesi engellenecektir. Hat zarar görmesi durumunda projelendirilen arıtma gerçekleşmeyecek ve su kirliliği meydana gelecektir. Derin deniz deşarjlarında alıcı ortam ve deşarj edilecek suların karakterleri iyi analiz edilmelidir. Özellikle derin deniz deşarjı sistemleri kurulmadan önce denizdeki canlıların göç güzergâhları, yumurta bırakma alanları ve endemik türlerin yaşam alanlarına zarar gelecek herhangi bir alana bu sistemler kurulmamalıdır. Derin deniz deşarj hatlarının imalatlarında çevre yönetim sisteminin en önemli konusu proje aşamasıdır. Deşarj hattı projelendirilirken dikkat edilmesi gereken 3 nokta şöyledir;

- Hattın minimum hasar görme şartları sağlanması
- Maksimum atıksu seyrelmesi sağlanması
- Minimum çevresel etki oluşturulması

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Atıksu iletim hatları ve derin deniz deşarj sistemleri, ekosisteme zarar veren kaçak deşarjların önüne geçmektedir. Ancak hatalı imalatlar sonrasında çevre olumsuz etkilenmektedir. Atıksu iletim hatlarında kullanılan boru tipi seçilirken dikkat edilmelidir. Kullanılan imalat yöntemi ve imalatın yapılacağı bölgenin durumu boru seçiminde önemli etkindir. Düktil çelik borular ve cam takviyeli plastik borular atıksu imalatlarında çok tercih edilmemelidir. Düktil boruların maliyeti oldukça yüksektir, atıksu hattında arıza olması durumunda tamir aşaması uzun sürmektedir bu da çevrede yaşayan insanların olumsuz etkilenmesine ve toprağa atıksu karışmasından dolayı yeraltı sularının ve toprak canlıların zarar görmesine sebebiyet vermektedir. Cam takviyeli borularda dolgu malzemesinin oluşturacağı basınçtan etkilenmekte ve boru şekli ovalleşmektedir, döşeme işlemi daha zordur. Beton boruların kullanımı hem döşeme açısından hem de maliyet açısından oldukça avantajlıdır. Beton boruların yüklere karşı direncinin yüksek olması ve diğer özelliklerinden dolayı atıksu hatlarının imalatında kullanımı en uygun borudur. Yatay delgilerde ise spiral kaynaklı çelik boruların kılıf borusu olarak kullanılması gerekmektedir. Yönlendirilmiş yatay delgi ve boru itme yöntemi kazısız yöntemle imalatın gerçekleştirildiği işlemlerdir. Bu işlemlerde önemli olan borunun kırılabilirliğinin ve çekme dayanımının fazla olmasıdır. Spiral kaynaklı çelik boruların bu özellikleri diğer borulara göre oldukça fazladır.

Atıksu iletim hatlarının imalatlarında en başta dikkat edilmesi gereken husus çevreye minimum zararla atıksu hattını döşeyebilmektedir. Çevre yönetim sistemi yapı taşları olan planla, uygula, kontrol et ve önlem al basamakları ile imalatlarda çevre tehlikelerinin önüne geçmekte veya azaltmaktadır. Yapılan araştırmalar ve incelemeler

sonucunda atıksu iletim ve deşarj hatlarının en önemli sorununun, projelendirme hatalarından ve yüklenicilerin maliyetlerini azaltma çalışmalarından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Açık kazı yöntemlerinde ve yatay delgi metotlarında atıksu hattının geçeceği güzergâh iyi analiz edilmeli jeolojik raporları hazırlanmalı, bölgede bulunan bitki örtüsü ve yaşayan canlılar tayin edilmeli, mevcut altyapı sistemleri ve atıksu hattının geçeceği derinlikler belirlenmeli ve bunlara uygun projeler hazırlanmalıdır. Hatalı bir atıksu imalatı sonrası hatlarda meydana gelen patlamalar ve kaçaklar çevreye en fazla zarar veren unsurlardır. Hafriyat atıklarının kaçak dökümü, dane çapı uygun olmayan karışım dolgu malzemesi kullanımı, iş makinelerinin oluşturduğu gürültüler ve uygunsuz yakıt kullanımları, atıksu hatlarının yapımında çalışan deneyimsiz personeller, yanlış malzeme seçimi, yüklenicilerin karlarını yükseltme çabaları çevreyi olumsuz etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Yükleniciler maliyetlerinin düşürmek için hatlarda iksa sistemlerinin kullanımından kaçınmakta, uygunsuz dolgu malzemesi kullanmakta, kazıdan çıkan malzemeyi atıksu hattının dolgusunda kullanmakta ve hafriyat atıklarını kaçak olarak deşarj etmektedir. Atıksu altyapı sistemlerinin ihalelerini gerçekleştiren devlet kurumu çalışanları yüklenici firmanın çevreye vereceği bu olumsuz etkilerin önüne geçmek için yapım aşamasını sürekli kontrol etmelidir. Hat derinliğinin fazla olduğu durumlarda iksa sistemleri kullanılmalı, şevli kazı yapılmalı veya yatay delgi yöntemleri tercih edilmelidir. Bu şekilde toprak kaymalarından kaynaklı iş kazalarının da önüne geçilebilir. Hafriyatlar lisanslı depo sahalarına dökülmelidir. İş sahası gürültü ve toz kirliliğini engellemek için panellerle kapatılmalıdır. Dolgu malzemesi dane çapı uygun seçilerek atıksu hattının verimli ve uzun ömürlü olması sağlanmalı, zeminin ıslanması halinde oluşacak göçüklerin önüne geçilmelidir. İş makinelerinin bakımları zamanında yapılmalı, lisanslı akaryakıt firmalarından alınan mazotlar kullanılarak hava kirliliği önlenmelidir. Çalıştıracak personel deneyimli olmalı imalat sırasında mevcut altyapıya zarar vermemelidir.

Çizelge 4.8’de açık kazı yöntemi ile yapılan atıksu hatlarının imalatında çevre boyutları ve çevresel etkileri belirlenmiş, önem dereceleri tespit edilmiştir. Bu çizelgeden anlaşılabileceği gibi atıksu hatlarının imalatında karşılaşılan çevre boyutları kabul edilebilir mertebededir. Oluşan çevresel etkiler doğal kaynak tüketimi, hava kirliliği, gürültü kirliliği, toprak ve su kirliliği şeklindedir. Genel olarak iş makinelerinden kaynaklı çevresel etkiler oluşmaktadır. Çizelge 5.1’de belirlenen çevre boyutlarının önem derecelerine göre dağılımı gösterilmiştir. Açık kazı yöntemi ile yapılan imalatlardaki

hiçbir iş adımı kabul edilemez veya yüksek önem derecesine sahip değildir. Asfalt atıkları, içme suyu hatlarının kopması, doğalgaz hatlarının kopması ve elektrik hatlarının kopması faaliyetleri sonucu kabul edilebilir seviyedeki C sınıfı önem derecesine sahip çevresel etkiler oluşmaktadır. Faaliyetler arasında en yüksek risk derecesine sahip eylemler bu dört faaliyetlerdir. Bu faaliyetler için kısa vadede aksiyon alınıp koruyucu önlemler sağlanmalıdır. Açık kazı yöntemi ile yapılan atıksu hatları imalatlarının gerçekleştirilmesinde çevresel açıdan ciddi bir sakınca olmadığı söylenebilir. Ancak mevcut çevresel etkilerin önüne geçmek için en kısa sürede koruyucu tedbirler geliştirilmelidir.

Çizelge 5.1 Açık Kazı Yöntemi İle Yapılan Atıksu Hatları İmalatındaki Faaliyetlerin Çevre Boyutu Önem Dereceleri Dağılım Tablosu

ÇEVRE BOYUTU ÖNEM DERECEŚİ	FAALİYET	ÇEVRESEL ETKİ
E	Asfalt Kesme Makinesi Çalıştırılması	Gürültü Kirliliği
	Ekskavatör Kullanımı	Gürültü Kirliliği
	İçme suyu Hattının Kopması	Doğal Kaynak Tüketimi
	Doğalgaz Hattının Kopması	Doğal Kaynak Tüketimi
	Elektrik Hattının Kopması	Doğal Kaynak Tüketimi
	Boru Kullanımı (PE, CTP, Beton, Çelik, Düktil)	Doğal Kaynak Tüketimi
	Beton Aracı Kullanılması	Gürültü Kirliliği
	Asfalt Robotu Kullanılması	Gürültü Kirliliği
	Silindir Kullanılması	Gürültü Kirliliği
D	Asfalt Kesme Makinesi Çalıştırılması	Hava Kirliliği
	Kazıdan Çıkan Malzeme	Toprak, Su Kirliliği
	Ekskavatör Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi
	Ekskavatör Kullanımı	Hava Kirliliği
	Mevcut Atıl Hatların Kaldırılması	Toprak, Su Kirliliği

Çizelge 5.1 Açık Kazı Yöntemi İle Yapılan Atıksu Hatları İmalatındaki Faaliyetlerin Çevre Boyutu Önem Dereceleri Dağılım Tablosu (devamı)

D	Kırmataş Malzeme Kullanımı	Doğal Kaynak Tüketimi
	Çelik Boru Kaynağı Yapılması	Hava Kirliliği
	Beton Aracı Kullanılması	Doğal Kaynak Tüketimi
		Hava Kirliliği
	Beton Sarfiyatı	Doğal Kaynak Tüketimi
	Asfalt Robotu Kullanılması	Doğal Kaynak Tüketimi
		Hava Kirliliği
	Asfalt Sarfiyatı	Doğal Kaynak Tüketimi
	Silindir Kullanılması	Doğal Kaynak Tüketimi
		Hava Kirliliği
C	Asfalt Atığı	Toprak, Su Kirliliği
	İçme suyu Hattının Kopması	Su kirliliği, Halk Sağlığının Bozulması
	Doğalgaz Hattının Kopması	Çalışan Yaralanması ve Ölüm
	Elektrik Hattının Kopması	Çalışan Yaralanması ve Ölüm
B	Atıksu deşarj ve iletim hatlarının imalatında, gerekli kontrol önlemlerinin tam olarak alınması sonrasında önem derecesi B olan çevre boyutu ve çevresel etkiler bulunmamaktadır.	
A	Atıksu deşarj ve iletim hatlarının imalatında, gerekli kontrol önlemlerinin tam olarak alınması sonrasında önem derecesi A olan çevre boyutu ve çevresel etkiler bulunmamaktadır.	

Derin deniz deşarjı sistemleri kara hatlarından farklı olarak deniz ekosistemine zarar vermektedir. İncelemeler sonucunda deniz deşarj hatlarının imalatındaki problemlerin; suların ön arıtıma tabi olmadan derin deniz deşarj uygulaması yapılmasından, imalat aşamasında kullanılan malzeme tiplerinin yanlış seçilmesinden, istasyon (suyun ilk deşarj noktası) noktasının yanlış konumlandırılmasından, boru döşeme tipinin yanlış

seçilmesinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Derin deniz deşarj sistemlerinin atıksulara uygulanabilmesi için kirlilik parametrelerinin Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğindeki aşılamaması gerekir. Projelendirme aşamasında deşarj edilecek suyun debisi, deniz tabanı batimetrisi, yükleme odası ve su yüksekliği, imalatta kullanılacak malzeme ve ekipman seçimi, seyrelme formülleri, akıntı hızı ve yönlerine dikkat edilmelidir. Bu yönetime en uygun boru tipi spiral kaynaklı çelik borulardır. Çelik boruların dezavantajlı olduğu nokta korozyona karşı mukavemetlerinin olmamasıdır ancak katodik koruma sistemleri uygulanarak bu problem de aşılabilmektedir. Deniz içerisinde uygun et kalınlığında imal edilmiş spiral kaynaklı çelik borular darbe, dolgu baskısı vb. olumsuz dış etkilere karşı dayanıklıdır ve hatların ömürleri uzundur. Boru döşeme yöntemi olarak tabandan çekme yöntemi tercih edilmelidir. Bu yöntem, deniz ulaşımına mani olmaz, denizde oluşabilecek dalga veya akıntılar imalatı engellemez ve diğer yöntemlere göre uygulaması kolaylığı sağlamaktadır. Difüzörler ördek ağzı vana tipi seçilmelidir. Hatta akım olmadığı zaman içeriye deniz suyu girişi bu sayede engellenecektir. Dolgu aşamasında derin deniz deşarj sistemlerinde dikkat edilmesi gereken diğer bir husustur. Dolgu malzemelerinin 0-10m mesafesinde doğru seçimi hattın su altında stabil durarak verimli ve korunaklı çalışmasını sağlayacaktır. Deşarj hatlarında kaçak oluşması denizde yaşayan canlıları ve deniz ekosistemini doğrudan etkilemektedir. Bundan dolayı deniz deşarj sistemlerinin imalatı da çevre yönetim sistemine entegre bir şekilde gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Melnyk, S.A., (2003). “Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance”, *Journal of Operations Management* 21:329-351.
- [2] Akyürek, A., (2014). İnşaat Projelerinde Çevre Yönetim Sistemi Uygulamasının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [3] Ayarkwa, J., (2010). “Perspectives on Environmental Management in the Construction Industry in Ghana”, *International Journal of Sustainable Development*, 3:39-48.
- [4] Söderman M., (2006). Environmental Management in the Construction Industry – A Comparative Analysis of Skanska’s Environmental Risk Assessment, Yüksek Lisans Tezi, SLU Üniversitesi Ekonomi Fakültesi, Uppsala.
- [5] Vur, N., (2006). İlaç sanayinde ISO 14001 çevre yönetim sistemi uygulamasıyla atık minimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [6] Ellenberger, P., (2014). Piping and Pipeline Calculations Manual, Second Edition, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- [7] Fırat Plastik Kauçuk San ve Tic AŞ, <http://www.firat.com/icme-suyu-boru-sistemleri/pe-boru-ve-ek-parcalari>, 26 Ekim 2017.
- [8] Sangwan, K.S., (2017). “Life cycle analysis of HDPE pipe manufacturing – a case study from an Indian industry”, *The 24th CIRP Conference on Life Cycle Engineering*, 8-10 Mart 2017, Kamakura.
- [9] Tonon, D., (2010). “Whistling of a pipe system with multiple side branches: Comparison with corrugated pipes”, *Journal of Sound and Vibration*, 329:1007-1024.
- [10] İSKİ, (2016). İçme ve Kullanma Suyu Sistemlerinde Kullanılacak HDPE(YYPE) PE100 Boru ve Boru Bağlantı Parçaları Teknik Şartnamesi, İstanbul.
- [11] DSİ, (2015). Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE) Borular Genel Teknik Şartnamesi, Ankara.

- [12] Parsons, M., (2010). “Correlation of fatigue and creep slow crack growth in a medium density polyethylene pipe material”, *Journal of Materials Science*, 35:2659-2674.
- [13] Soares, A.K., (2008) “Analysis of PVC Pipe-Wall Viscoelasticity during Water Hammer”, *Journal of Hydraulic Engineering*, 134.
- [14] Nasim, K., (2015). “Investigation of residual stress development in spiral welded pipe”, *Journal of Materials Processing Technology*, 215: 225-238.
- [15] Gebhardt, J.E., (1986). “The effect of cathodic treatment on the anodic polarization of copper sulfides”, *Hydrometallurgy*, 17: 27-38.
- [16] İSKİ, (2015). Asya Bölgesi Betonarme Boruları Yenileme İnşaatı (1) İdari Şartnamesi, İstanbul.
- [17] İSKİ, (2015). Asya Bölgesi Betonarme Boruları Yenileme İnşaatı (2) İdari Şartnamesi, İstanbul.
- [18] İSKİ, (2017). Asya Bölgesi Betonarme Boruları Yenileme İnşaatı (3) İdari Şartnamesi, İstanbul.
- [19] İSKİ, (2015). Spiral Kaynaklı Çelik Boru Teknik Şartnamesi, İstanbul.
- [20] Çapın, H.F., (2014). S235 JR alaşımsız çelik boruların dik pozisyonda orbital kaynak cihazı ile birleştirilmesi ve uygulamanın optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [21] Dağ, E., (1997). Poliüretan kaplı çelik boruların katodik koruması, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [22] Tunç, K., (2011). “GRP pipe for Turkish irrigation project, Reinforced Plastics”, 55:38-39.
- [23] DSİ, (2013). Cam Takviyeli Plastik Borular Genel Teknik Şartnamesi, Ankara.
- [24] Rafiee, R., “Experimental and theoretical investigations on the failure of filament wound GRP pipes”, *Composites Part B: Engineering*, 45:257-267.
- [25] Mirsty, J., (1992). “Theoretical investigation into the effect of the winding angle of the fibres on the strength of filament wound GRP pipes subjected to combined external pressure and axial compression”, *Composite Structures*, 20:83-90.
- [26] Cherkashin, S., (2016). “Installation of the Pipelines Made of Ductile Iron (DI) With the Usage Of Horizontal-directional Drilling Technique (HDD) For Water Supply Treatment Service and Sewerage Pipelines Construction and Reconstruction”, *Procedia Engineering*, 165:717–725.
- [27] Liu, Z., (2016). “Processing thermography images for pitting corrosion quantification on small diameter ductile iron pipe”, *NDT & E International*, 47:105-115.
- [28] İSKİ, (2014). Küresel Grafitli Düktil Boru Şartnamesi, İstanbul.
- [29] Singhai, C., (1984). “Behavior of Jointed Ductile Iron Pipelines”, *Journal of Transportation Engineering*, 110:25-32.
- [30] Szeliga, M.J., (2003). “Evaluating Ductile Iron Pipe Corrosion”, *Pipeline Engineering and Construction International Conference*, 13-16 Temmuz 2003, Baltimore.
- [31] İller Bankası A.Ş., (2014). Beton Betonarme Boru ve Bağlantı Parçaları Özel Şartnamesi, Ankara.

- [32] İSKİ, (2010). Kanalizasyon İşleri Teknik Şartnamesi, İstanbul.
- [33] İSKİ, (2010). İnşaat İşleri Genel Teknik Şartnamesi, İstanbul.
- [34] İSKİ, (2016). 2016 Yılı İSKİ Bayrampaşa Şube Müdürlüğü Mesuliyet Sahası İçerisinde Atıksu ve İçmesuyu Hatlarında Yapım Bakım ve Onarım İş Birim Fiyat Tarifleri, İstanbul.
- [35] Steel, E.W., (1991). Water supply and sewerage, Fifth Edition, Mc Graw Hill, New Delhi.
- [36] Kanarek, M.S., (1981). “Chrysotile asbestos fibers in drinking water from asbestos-cement pipe”, Environmental Science & Technology, 15:923-925.
- [37] Milligan, G.W.E., (1996). “Site-based research in pipe jacking—objectives, procedures and a case history”, Tunnelling and Underground Space Technology, 11:3-24.
- [38] Shou, K., (2010). “On the frictional property of lubricants and its impact on jacking force and soil-pipe interaction of pipe-jacking”, Tunnelling and Underground Space Technology, 25:469-477.
- [39] Sofianos, A.I., (2004). “Pipe jacking a sewer under Athens”, Tunnelling and Underground Space Technology, 19:193-203.
- [40] Çetin, D., (2009). Boru itme yönteminde dirençler ve deplasmanlar, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [41] İSKİ, (2015). Asya Betonarme Boruları Yenileme İnşaatı(1) Birim Fiyat Tarifleri, İstanbul.
- [42] T.C. Resmi Gazete, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, (25687), 31.Aralık.2014, 2-15
- [43] Öztürk, İ., (2011). Deniz Deşarj Sistemlerinin Tasarımı - Atıksu Termal ve Tuzlu Su Deşarjları, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- [44] Okun, D., ve Ponghis, G., (1975). Community Wastewater Collection and Disposal, Second Edition, World Health Organization, Geneva.
- [45] TS EN ISO 14001 Çevre yönetimi-Çevre yönetim sistemleri-Özellikler ve kullanım kılavuzu.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Ahmet Burak AKKOYUNLU
Doğum Tarihi ve Yeri :31.10.1990 / İstanbul
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta :burakkoyunlu@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Çevre Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2013
Lise		Beşiktaş Atatürk Anadolu Lisesi	2008

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2014- Devam Ediyor	Gurbetoğlu İnşaat San. ve Tic. A.Ş.	İhale Birimi Sorumlusu

YAYINLARI

Bildiri

1. Akkoyunlu, A.B., ve Şakar, S., “Atıksu Derin Deşarj İmalatında Çevre Yönetim Sistemi”, Ulusal Çevre Deniz ve Kıyı Kirliliği Sempozyumu, 11 Ekim 2017, Bursa.

