

## Büyükşehirlerin Kanalizasyon Hatlarının Etkili İşletmesi, İstanbul Örneği

Mehmet Dikici <sup>1</sup> 

<sup>1</sup> İnşaat Mühendisliği Bölümü, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Alanya, Antalya, Türkiye  
mehmet.dikici@alanya.edu.tr

### Özet

Şehirleşmenin iklim değişikliğine sebep olduğu tartışmaları sürerken, mega kentlerin altyapı sorunları ve çözümleri artan nüfus artışına dayalı olarak sürekli güncellenen bir hizmet sahası olmuştur. En önemli altyapı hizmeti şüphesiz su ve kanalizasyon çalışmalarıdır. İkisi bütüncül anlamda birbirinden ayrılmaz olsa da iş bölümü olarak, kullanılmış suların uzaklaştırılması, arıtılması ve alıcı ortama gönderilmesi işini kanalizasyon işletmesi olarak da sınıflandırabiliriz. Plansız kentleşme mega kentlerin altyapı hizmetlerini güçleştirmiştir. Yerel yönetimlerin çoğu zaman engel olamadığı plansız kentleşmenin sonucu oluşan sorunlar ile altyapı idarecileri yüz yüze kalmaktadır. Bu çalışmada öncelikle, kanalizasyon işletmesinin temel tanım ve ilkelerinden bahsedilmiştir. Etkili bir kanal temizliği için olması gereken, araç gereç ve uygulama pratikleri anlatılmıştır. 23 Avrupa ülkesinin nüfusundan büyük bir mega kent olan İstanbul örneği ile bütüncül bir yönetim sistemi ortaya konmuştur. Projelendirmeden bakım, onarım, işletme, arıtma ve deniz deşarjına kadar süreçler için yapılması gerekenler maddeler halinde özetlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kanal, temizlik, bakım onarım, kanalizasyon işletmesi, İstanbul.

## Effective Operation of Sewerage Lines of Metropolitan Cities and the Case of İstanbul

### Abstract

While the debate over urbanization has caused climate change, infrastructure problems and solutions for mega-cities have been a constantly updated service, based on growing population growth. The most important infrastructure service is undoubtedly water and sewer work. Although the two are inseparable from each other in a holistic sense, we can also classify the work as the sewerage operation; the disposal of used water, the treatment and the sending of the receiving center. Unplanned urbanization has strengthened the infrastructure services of mega-cities. Problems increased that arise as a result of unplanned urbanization, which local governments often can not avoid and infrastructure administrators face. In this study, firstly, the basic definitions and principles of sewerage operation were mentioned. The tools and application practices that need to be done for an effective channel cleaning were described. An example of İstanbul, a mega-city that is bigger than the population of 23 European countries, has been proposed a holistic management system. Design, repair, maintenance, operation, treatment, sea discharge were summarized as advices that they should be performed in effective sewerage operation.

**Key words:** Channel, cleaning, maintance, sewerage operation, İstanbul.

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda iklim değişikliği, küresel ısınma veya şehirleşmenin insan yaşamına etkisi ciddi olarak hissedilmeye başlanmıştır. Artan nüfus ve sanayileşme neticesinde onlarca milyonluk büyük şehirler meydana gelmiştir. Uzun vadeli, bilimsel imar, yatırım ve kalkınma planları yapılmayan kentler, çevre felaketleri ile karşı karşıya kalmıştır. Tarım alanları ve ormanlık alanların binalara terk edilmesi, alt yapısı tamamlanmadan yerleşim yerlerinin çoğalması, hava kirliliği, gürültü kirliliği ve çevre kirliliğine dolayısıyla iklim değişikliğine de sebep olmaktadır. Altyapıların çevre açısından da başlıcası su ve kanalizasyon hizmetleridir. Kentlerin su hizmeti olmadan hayat olmayacağı gibi, aynı şekilde, kullanılmış suların uzaklaştırılması hizmeti olan kanalizasyon işletmesi de en az su hizmeti kadar önemlidir. Dünyada kullanılabilir tatlı su kaynaklarının az olması, artan nüfus ve iklim değişikliğine bağlı olarak gelecek nesiller için gerekli tedbirlerin alınmasını zorunlu kılmış ve bu yönde tedbirler alınmaya başlanmıştır. Diogo ve diğ. [3] kanalizasyon işletmesine etki eden faktörleri ele aldığı çalışmada yeterli ve çevreci bir maliyet analizi yapmıştır, Brandt ve diğ. [5] kanalizasyon ve arıtmadaki koku ve korozyonun azaltılması yöntemlerini araştırmıştır, Fowdar ve diğ. [4] yağmur sularının kanalizasyon işletmesine baskısının azaltılmasını ele almıştır. Kanalizasyon işletmesinin kırsal bölgelerdeki doğal ortamda çok hayati bir önemi olmasa da, kentlerde ve özellikle de mega kentlerde son derece önem arz etmektedir. Nowakowska ve diğ. [7] şehir kanalizasyon sistemlerinin SWMM modelleme programı ile modellemesini araştırmış ve Wrocław için alan çalışması yaparak bölgesel parametreleri elde etmiştir. Kumar ve diğ. 2016 'da [2] Delhi şehri için bütüncül bir kanalizasyon yönetiminin gerekliliğini ele almış ve mevcut işletmenin yetersizliğini göstermiştir.

Dünyanın birçok bölgesinde, büyük şehirlerdeki su gibi kanalizasyon hizmetleri de, yerel yönetimler tarafından kısa vadeli yapılmış, merkezi yönetimlerin şehirleşmeyi körükleyecek yanlış politikalarına engel olunamamıştır. İstanbul'da bu yanlış uygulamaya örnek bir mega kenttir. Bu çalışma kapsamında, mevcut olumsuzluğa rağmen etkili bir kanalizasyon işletmesi ile kentin plansız büyümesinden kaynaklanan çevre kirliliğinin en aza indirgenmesinin yolları incelenmiştir. Kanalizasyonun tarihçesinden, tanımlarından, işletme kuralları ve yöntemlerinden günümüz için şehir altyapı işletmecilerine ışık tutacak uygulamalar ve çözüm önerilerinden bahsedilmiştir. İstanbul örneği ile plansız kentleşme sonucu oluşan büyükşehirlerin kanalizasyon hatlarının işletmesi, bakım ve onarımı için etkili çözüm önerileri sunulmuştur.

## 2. MALZEME VE YÖNTEM

### 2.1. Tarihçe

Meskûn bölgelerde kullanılmış suların kanallarda toplanabilmesi için her binada basınçlı suyun mevcut olması gerekir. Aksi halde kullanılmış sular septik çukurlarda toplanmalıdır. Eski zamanlarda şehirlerde basınçlı su olmadığından kullanılmış su kanallarından önce yağmur suyu kanalları inşa edilmiştir. Önceleri yağış sularının zararlarından korunmak için inşa edilen kanallar daha sonra değiştirilerek kullanılmış su kanalları haline getirilmiştir. Bu günkü manada olmasa bile ilk kanallar Hindistan'da ve daha sonra da Mısır'da inşa edilmiştir. İlk çağlarda Romalılar ve Etrüskler (Ön Türkler) daha ileri seviyede kullanılmış su kanalları inşa etmişlerdir. Eti'ler ve diğer Türk boyları da su ve kanal inşaatlarında devirlerinin en ileri tekniklerini tatbik etmişlerdir. Orta çağda, ortaya çıkan isyan ve harplerden dolayı yerleşim merkezlerinin emniyetinin temini her şeyin önüne geçmiştir. Bilhassa Avrupa'daki din ve mezhep kavgaları ve derebeylik düzeni su ve kanalizasyon işlerinin ihmeline sebep olmuştur. Bu ihmal o derecede fazla idi ki Viyana ve Londra gibi büyük şehirlerde kullanılmış sular pencerelerden caddelere atılmaya başlanmıştır. İngiltere'de 1831 senesindeki büyük kolera salgınından sonra çevre sağlığı tesislerine önem verilmeye başlanmıştır. Almanya'da ilk kullanılmış su kanalları inşaatına 1842 senesinde Hamburg'da başlanmıştır [8]. İstanbul'da, Bizans ve Roma devrinden kalma kanalizasyon hatları sur içi denilen tarihi yarımada da mevcuttur. Günümüz teknolojisiyle yapılan hazır

beton büzlere gelene kadar, yerinde dökme beton, tonoz veya kutu kesitler ile yapılan kolektörler veya kazısız teknolojiyle yapılan tüneller hâlihazırda kent kanalizasyon hatlarını oluşturmaktadır.

## 2.2. Kanalizasyon İşletmesi ile ilgili Temel Tanımlar

### 2.2.1. Kanalizasyon İşletmesi

Evsel veya sanayi atıklarından oluşan kullanılmış suların çevreyi kirletmeden arıtma tesislerine gönderilmesine kadar ki işleme kanalizasyon, ileri biyolojik arıtmadan geçirildikten sonra, rusubatin alıcı ortama deşarj edilmesine arıtma süreci denir. Her iki aşamaya birden kanalizasyon işletmesi de denebilir. Kanalizasyon hatları; çoğunlukla yerden 3-6 m aşağıda yapılan kazılar ile oluşturulan hendeklere döşenen borular veya kazı yapılması uygun olmayan yerlerde kazısız teknoloji ile yapılan derin tünellerden ve kum tutucu, su alma yapısı gibi ara tesislerden oluşur.

### 2.2.2 Kullanılmış Sular

İşletmesi yapılan kolektörlerin içindeki kullanılmış sular (rusubat) kaynağı itibari ile dört ana gruba ayrılır. Bu kullanılmış sular aşağıda kısaca tanımlanmıştır;

#### *Evlerden Gelen Kullanılmış Sular*

Şehir içme suyu şebekesiyle evlere verilen temiz suların çeşitli şekillerde kullanıldıktan sonra aldıkları şekildir. İçerisinde bol miktarda organik madde, sabun, deterjan artıkları, kâğıt parçaları ve mutfak artıkları ihtiva eder. Bu suların içindeki maddeler zamanla ayrışabilir niteliktedir. Ayrışma sonucunda H<sub>2</sub>S (Hidrojen Sülfür), NH<sub>3</sub> (Amonyak), CO<sub>2</sub> (Karbon Dioksit) ve CH<sub>4</sub> (Metan) gazları ortaya çıkar, ayrışma esnasında ağır kokular etrafa yayılır. Ayrıca patojen bakteriler de ihtiva edebileceğinden bu sular bekletilmeden arıtılıp uzaklaştırılmalıdır.

#### *Sanayi Tesislerinden Gelen Kullanılmış Sular*

Sanayi tipine bağlı olup, alıcı ortama doğrudan verilebilecek kadar temiz olanların yanında kanallara ve tasfiye tesislerine verilemeyecek derecede kirli olanları vardır. Sanayi tesislerinden gelen asitli sular, sıcak sular (40 dereceden fazla), benzin ve gazolin gibi maddeleri ihtiva eden sular, fenol, siyanür ve arsenik gibi zehirli kimyasal madde ihtiva eden sular kanallara doğrudan bağlanamazlar.

#### *Yağmur Suları*

Binaların çatılarından, caddelerden bahçe ve parklardan gelen yağmur suları olup, toz, toprak, çakıl gibi maddelerle yaprak süprüntü ve çöp artıkları gibi organik maddeleri ihtiva ederler. Sokakları temiz olmayan yerleşim merkezlerinde ilk düşen yağmurlardan sonra kolektörlerde ani tıkanmalar yaşanabilir.

#### *Yeraltı Suları*

Yeraltında genellikle kanalların bağlantı yerlerinden sızan sular genel olarak temizdir. Projelendirme esnasında kanal debisinin hesabında miktar olarak göz önünde bulundurulur.

## 2.3. Kanalizasyon İşletmeciliği İlkeleri

Yukarıda karakteristik özellikleri belirtilen kullanılmış suların kanalizasyon hatları ile alıcı ortama verilmesi kapsamını dört ana başlıkta ele alınabilmektedir.

### 2.3.1. İşletmede birinci öncelik doğru projenin yapılmasıdır

Yerel yönetimlerin proje dairesi tarafından, havza bazında çevre koruma projeleri hazırlanır ve yatırımcı daire tarafından imalatı yapılır. Yapılan doğru projeler ve nizami imalatlar işletmenin kolaylığını sağlar. Aksi takdirde, sürekli tıkanıklığa sebep olan, işletme yükünü ağırlaştırıcı hatlar ile karşı karşıya kalınır. Belirlenme yöntemleri ve kriterler ile hesaplar, kanalların içinde çökme olmaması ve kanalın aşınmasına sebep olmayacak minimum ve maksimum hızları elde edecek eğimler projelendirme için önemlidir [1].

Sık sık çöküntü olan eski tonoz veya kutu kesitlerin ve artan nüfusa göre çapları yetersiz olan hatların bilgileri ile imalat esnasında görülen aksaklık ve işletme açısından yarar sağlayacak değişiklikler ilgili birime bildirilerek doğru projenin yapılması sağlanır.

Kolektörlerin iş sonu kabul heyetlerinde GIS elemanı, şebeke ve işletme teknik elemanının bulunması, eğitim kontrolü ve imalat kalitesinin sağlanması açısından önemlidir.

### **2.3.2. İkinci önemli husus denetimdir**

Sanayi atık sularının kolektörlere giriş noktasında ilgili kontrol dairesi kolektörlere giriş kriterlerini denetler. Bu denetim kolektörlerin zarar görmemesini ve daha uzun ömürlü olmasını ve işletmenin kolaylığını sağlar. İkinci önemli denetim ise muayene bacalarından yapılan doluluk tespit denetimidir.

Periyodik denetimlerin yanı sıra yerel olarak değişen rusubat doluluk miktarına göre de bir iş programı yapılır. Daha büyük çaplı bir maliyet olmadan idarenin kombine araçları ile kısmi iyileştirme sağlanır. Kolektörler üzerindeki kum ve taş tutucuların özellikle her yağıştan sonra kontrolü yapılır. Arıtma tesislerine gelen rusubatın kontrolü ise ilgili birimle koordineli olarak yapılır. Deniz deşarjlarının kontrolü de, düzenli olarak sahillerdeki belirli noktalardan yapılır.

### **2.3.3. Üçüncü önemli husus, kolektörlerde güvenli ve yeterli temizliğin yapılmasıdır**

Kolektör hattının üzerindeki muayene bacaları gerekli trafik tedbirleri alındıktan sonra kapakları açılarak kolektör havalandırılır. Bacalardaki sıkışmış gazın dışarı çıkışı sağlandıktan sonra iş elbiseli, eldivenli elemanlarca gaz detektörü yardımıyla gaz seviyesi ölçülür. Uygun ise emniyet kemeri takılı, gaz maskeli eleman bacaya iner ve doluluk tespiti yapılır. Akış normal ve bir doluluk yok ise baca kombine araç ve işçi marifetiyle yıkanıp, kapağı kapatılır. Eğer bir kısmı doluluk var ise membaı yönüne doğru kanal açma başlığı atılıp, ileri noktalar kontrol edilir, vakum yardımı ile bir iyileştirme sağlanır. Eğimin az olduğu kolektörler üç ayda bir, herhangi bir problem görülmeyen kolektörler yılda bir, kesişen kolektörler ayda bir, kum tutucu ve çevirme yapıları her yağış esnasında ve sonrasında muayene edilir.

Temizlikte esas olan kolektörlerdeki rusubatın vakumlanarak dışarı çıkarılıp, döküm sahasına nakledilmesidir. Yalnız kanal tıkanıklığının giderilmesi sorunu ötelemektir. Uygun aralıklarla muayene bacaları olan bu kolektörlerde, debinin müsait olduğu mevsimlerde, işçilerin kolektöre inerek, el arabası yardımıyla rusubatu bacalara getirmesi ve asansör yardımıyla dışarı çıkarılması yöntemi ile en verimli temizlik yapılır.

### **2.3.4. Dördüncüsü, bakım onarım sürekli olmalıdır**

Kolektörlerin daha uzun ömürlü olması için zarar verici atık suların girişinin önlenmesi gerekir. Bu da sanayi tesislerinin sağlıklı ve düzenli periyodik denetimlerinin yapılması ile ilgilidir. Vatandaşların kaçak olarak, rabit bağlantılarını tekniğine uygun yapmamaları, diğer altyapı yapan kurumların çalışmaları esnasında dış müdahalelerle, mevcut hatlara zarar vermeleri, imalatın kalitesiz yapılması veya eski hatların mukavemetini kaybederek çökmesi neticesinde zaman zaman çöküntü tamirata yapılır.

Gerekli emniyet tedbirleri alındıktan sonra çöküntü olan kısım temizlenir, hattın çöken kısmı yerine yeniden aynı çapta imalat yapılarak kısmi iyileştirme sağlanır.

Ayrıca, muayene bacalarının kireçle yıkanması ve aktif karbon uygulaması ile aşırı koku olan bacalarda bakım çalışması yapılır.

### **2.3.5. Beşincisi, yağmur suyu ayırık sistem olmalıdır**

Yağmursuyu ve atık su kanallarının ayırık sistem işletilmesinin düşünülmesi ile birlikte işletme ağırlığı da bir kat daha artmıştır. Yağmursuyu kanallarının bakımı daha hızlı bir işletim ağını gerektirir. Her yağış esnasında ve sonrasında yağmursuyu kanallarının temizliği gerektiği gibi, yağmursuyu ızgaralarının da temizliği gerekir.

Yağmur suyu kanalı olmayan yerleşim bölgelerinde durum daha zordur. Yüzey suları, önüne toz, toprak ve çöp gibi her türlü organik veya inorganik malzemeler ile birlikte atık su kolektörlerine girerler. Bu ise kolektörlerin savak noktalarından sızmalara ve geri tepmelere sebep olur. Normal şartlarda yeterli olan kesitler, yağmur sularının karışması ile bu tür işletme problemlerine yol açar. Çoğunlukla ani ve yoğun yağışlarda sel baskınları yağmursuyu kanalı olmayan düşük kotlarda bulunan noktalarda oluşur.

Ayrıca, yağmur suyu kanalları yüzeye daha yakın olduğundan, bakım onarım başlığında belirtilen hususlar yönünden, hatlara dış müdahaleler daha yoğundur.

### **2.3.6. Altıncısı, dereler periyodik olarak ıslah edilmelidir**

Kolektör hatlarının yetersiz olduğu veya hiç olmadığı yerlerde dereler karışık sistem gibi çalışmakta, kurplarda ve menfezlerde yer yer tıkanıklığa sebep olmaktadır. Yağışlarda ise sel baskınlarına yol açacağından atık su kolektör hatlarının işletmesini sağlamak açısından, zaman zaman temizlik ve kesit düzenlemesi yapılır. Öncelikle yerleşim bölgelerinde bulunan derelerin, membaından denize döküldüğü noktalara kadar kuşaklama kolektörlerinin tamamlanması gerekir. Sadece yağmur suyu taşıyan derelerin işletilmesi ise yağmursuyu ızgaralarının periyodik bakımı ve kaba malzemeler için yapılmış olan kum ve taş tutucuların bakımı ile sağlanır.

Toplumsal bir yara olarak, vatandaşın evinin önünden geçen dereyi bir çöp deposu gibi kullanması gerçeği vardır. Zaman zaman yapılan dere temizliklerinde yatak, dolap, otomobil lastiği ve hatta eski araba kaportası bile çıkarıldığına şahit olunmuştur. Derelerin ıslah projeleri ile birlikte ağaçlandırılması toplumsal bilinç sağlanana kadar tel çitler ile koruma altına alınması gerekir.

## **2.4. Mega Kentlerde Kanalizasyon Hatlarında Temizlik Pratikleri**

Yeraltı sistemlerinde aktif olarak çalışmayan insanların çok azı ayaklarının altında yatan karmaşık boru ve kablo ağını ve önemini anlar. Yeraltındaki hatlar ister yerel otorite, ister merkezi hükümet olsun karar vericiler tarafından da zaman zaman ihmal edilmiştir. Yeraltı hatlarının döşenmesi ve bakımı sahipleri olan belediyeler ve yol yetkilileri için yoğun uğraş alanıdır. 1997’de İngiltere’deki yollar ve yaya yolları çeşitli nedenlerle (yeni servis, tamir veya bakım için) bir yıl içinde 4 milyon kez kazılmıştır. Sadece Londra’da 2004’de 1 milyon kazı yapılmıştır. Yeraltındaki borular ve kablolar ağı çok büyüktür ve şehirleşme ile giderek artmaktadır. Örneğin, İngiltere’de 396.000 km su, 353.000 km kanalizasyon, 275.000 km gaz ve 482.000 km elektrik kablo hattı vardır. 1945’ten bu yana Japonya’da döşenen kanalizasyon hattı toplam uzunluğu 390.000 km’ dir. Diğer ülkelerde de durum aynıdır. Hollanda’da gömülü kablo ve boru hattı uzunluğu 1,75 milyon km’ dir [8]. Türkiye’de mevcut kanalizasyon hatlarından ekonomik ömrü dolup da yenilenmesi gereken hatların toplam uzunluğu ise 30.000 km olarak belirlenmiş olup, bu hatların yenilenmesi için gerekli yatırım ihtiyacı yaklaşık 10.800.000.000 TL (2017) olarak hesaplanmıştır [9].

Kanalizasyon borularının yaşları 0 ile 100 yıl arasında değişir. Boru malzemesi genellikle beton ve kil (ve az oranda dökme demir ve plastikler) den oluşur. Boru çapı 250 ile 2000 mm arasında değişir. Yaşlanan kanalizasyon hatlarında kusurlar; bağlantıda kaçıklık, birikinti-kir, çatlaklar, kök uzantısı ve

çökme şeklinde gelişir. Tıkanma veya kapasite kaybı nedeniyle reaktif müdahale gerekebilir. Bu durumda boru hattı temizlenir ve arkasından sabit veya robot destekli kamera ile incelenir. Sorunsuz eski boru hatlarına proaktif (önleyici bakım) inceleme-temizleme (veya inceleme-temizleme-inceleme) de uygulanabilir. Kapalı devre televizyon kamera (CCTV) en genel iç inceleme tekniğidir. Diğer doğrudan veya destekleyici incelemeler: Radyografi, akustik, termografi, emiyon, ultra ses, magnetik teknik, titreşim, mikrodalga, kızılötesi ve lazer tarama'dır. Satelite kamera ve sonar sistemi sadece CCTV ve/veya diğer tekniklerle hasarsızlık veya dereceli hasarlılık tayin edilir. Kanalizasyon boruları için; i) İç, ii) Cidar ve iii) Dış inceleme olmak üzere 3 farklı kategori vardır. İç inceleme en ekonomik ve tercih edilendir. Eski boru hattını incelemeyen sonra rehabilitasyon yöntemi, gerekçeleri ve gerekleri tartışılır. Geleneksel açık kazılı sistemle tamir yenileme yapılabildiği gibi, kazısız teknolojiler de önemli alternatiflerdir. Başlıca kazısız teknikler; yerinde kürlenme ile astarlama, kaymalı astarlama CIPP, CIPP - GRP, parça astarlama, deforme baskı boru ile astarlama, ısı ile şekil alan sıkı geçmeli boru astarlama, kimyasal harç ile sıvama teknikleri, beton harç ile kaplama uygulamaları, boru patlatma tekniği, robotik rehabilitasyondur.

Kuzey Amerika için verilen istatistikler kanalizasyon sisteminin %70'e yakın oranının bakım gerektirdiği yönündedir. Bundan dolayı, idarelerin yapı ve rehabilitasyon harcamalarında kanalizasyonun payı çok yüksektir ve içme suyuna oranı genellikle 2 kattır.

Kanalizasyon sisteminin performansı atık suyu ve seli hidrolik denge bozulmadan iletmesine bağlıdır. Sistem, minimum ekolojik hasar ve iyi yapısal kararlılık göstermelidir. Çevreye verdiği zarar ve diğer nedenlerle (sağlık ve güvenlik) açık kazı yerine kazısız teknolojiler öne çıkmaktadır. Zira yolların kazı için kapanmasından sebeple farklı yollar ve fazla yakıt, zaman israfı ve ayrıca sosyal yönü de dikkate alınmalıdır.

#### 2.4.1. Kanal temizliği

Atık su kanallarının temizliği su ve kanalizasyon idarelerinin ana görevlerinden biridir. Almanya' da sadece Kuzey Westfalen' de senede 40.000 km kanal temizliği yapılmaktadır. Bunların maliyeti 50 Milyon Euro üzerindedir. Almanya'da kilometre başına düşen temizlik gideri 1250 Euro civarındadır [8].

Kanallardaki debinin azlığı kanaldaki katı cisimlerin ve atıkların akışını zorlaştırır. Bu durum rusubat, tortu, çamur ve katı cisimlerin kanallarda birikmesine sebep olur. Bu yüzden kanal temizliği ve kontrolü çok önemlidir. Bu bölümde kanal temizliğinin optimum derecede ve en iyi şekilde yapılabilmesi için işletim adımları ve öneriler verilmiştir. Su ve kanalizasyon idarelerinde temizlik işleriyle görevli mühendisler ve teknik elemanlar bu bölümde verilen temizlik aşamalarının planlanması ve uygulanmasından sorumludurlar. Yüksek basınçla temizlik, temizlik aşamalarındaki en önemli noktadır ve pratikte % 95 oranında bu uygulama kullanılır. Bu bölüm, kanal temizleme aşamasının daha iyi anlaşılabilmesi için bilgiler içermektedir.

Kanalların tıkanması ve atık suyun akamaz duruma gelmesi halinde temizlik zorunludur (Şekil 1). Bazı durumlarda az da olsa su akışı olabilir çok kirlenmiş suyun akış hızı yavaşlar ve katı atıkları taşıyamaz duruma gelir.

Bazen kanalizasyon hatlarında kükürt oluşumu görülebilir. Çok fazla kükürt oluşur ve su konsantrasi azalırsa koku oluşur ve çevreye büyük oranda rahatsızlık verir. Kanallar; şaft, baca, arıtma, mazgal, konutlarla olan bağlantı, basınç, pompa ve vakum aletleri, nozulları vs.' yi kapsar.

#### Esas çalışmalar;

- Kontrol; yürütme, ölçümler, yoğunluk ölçümü, TV ile denetleme robotu, dokümantasyon,

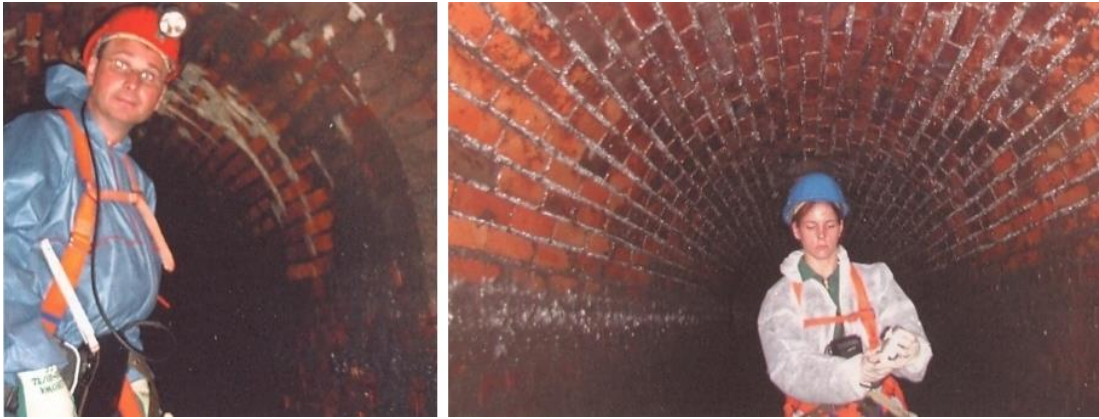
- Hidrolik; kanal duvarlarındaki kirliliğin, kanal daralmalarının, katılaşmaların, türbülansların azaltılması,
- Modernleştirme ve düzenleme; mazgallar, kapaklar, bağlantılar, atıkların uzaklaştırılması,
- Diğer işler; havalandırma, kokunun engellenmesi, kanaldaki farelerden kurtulma vs.



Şekil 1. Kombine ile kanal temizliği

#### Aşamalar:

- Kanalizasyon idareleri, temizliğin şeklini planlamasını, sıklığını yerel koşullara ve teknik zorluklara göre belirlerler (Şekil 2).
- Kanallar ve kesişme noktalarındaki birikme, temizlik planından sonra kontrol edilmelidir. En az iki sene bir optik aletler ile de kontrol yapılabilir.



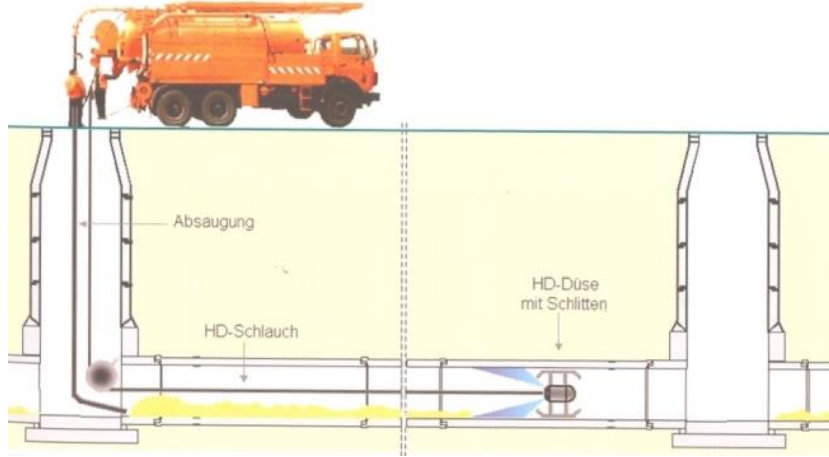
Şekil 2. Kanallarda yapılan incelemeye örnekler (tonoz yapılar)

#### **2.4.2. Temizleme Yöntemi ve Araç-Gereçler**

##### **Yüksek Basınçla Temizleme Yöntemi**

Kanal temizliğinin % 90'ından fazlası düzenli bakım ve yüksek basınçla temizleme sayesinde yapılır. Bu aşamalarda sadece istisnai durumlarda kanalizasyona girilir. Gerekli teknik araç gereçler ise; su tankı, yüksek basınç pompası, su hortumu, çekme hortumu ve temizleme nozullarıdır.

Kanal içinde bulunan ya da kanal duvarlarına yapışmış tortu ve pislikler, yüksek basınçlı su sayesinde çözülür ve temizleme aracı sayesinde emilir. Daha sonra elde edilen tortu ve çamurun drenaj ve arıtması yapılır. Böylece içindeki kimyasal maddeler etkisizleştirilmiş olur (Şekil 3).



Şekil 3. Kanal temizliğinin şema halinde gösterimi (kombine aracı)

### Yüksek Basınçlı Temizleme Araçları

- a) Yüksek basınçlı temizlik aracı, tazyikli suyun basıncı sayesinde kanal duvarlarını temizler ve bunları emme araçlarıyla kanaldan yukarı çekilir.
- b) Emme araçları çamur ve tortuyu şaft (baca) ve kanallardan yukarı çeker.
- c) Hem tazyikle yıkama hem de çekme özelliğine sahip kombine araçlar da vardır. Bu araçlarda su tankı ile atıkların çekildiği iki farklı hazne vardır. Konteynırlar arasında bir duvar bulunmaktadır.
- d) Ayırıştırma araçları çamur kütlelerini ve kirli suyu birbirinden ayırır. Tortu ve çamurlar atık haznesinde saklanır. Kirli su ise mekanik olarak temizlenir ve tekrar yıkama bölümüne iletilir.
  - Araçlar satın alınırken maksimum kapasiteleri göz önünde tutulmalıdır.
  - Motor güçleri yeterli olmalıdır.
  - Yedek parçaların bulunması motorun ve araçların ömürlerini korur.
  - Araçların satın alınmadan önce test edilmesi önerilir (Şekil 4).





Şekil 4. Yüksek basınçla temizliğin genel görünümü (aparatar)

### Araçların Kullanımı

Öncelikli olarak doğru aracın seçilmesi gerekmektedir. Araçların manevra kabiliyeti, gerekli pompa gücü ve hortum uzunluğu dikkat edilmesi gereken unsurlardır. Bunların dışında kanal durumuna göre beklenen atık miktarı da araç seçimindeki önemli bir faktördür. Ayrıca kışın donmaması için kaloriferli ve ısıtmalı araçlar da mevcuttur (Şekil 5).



Şekil 5. Araçların kullanım koşulları (kırsal ve kentsel yerler)

- a) Kavşakta temizlik ve çekme aracının birlikte çalışması,
- b) Arazide ulaşılması zor bir shaft (baca)

### Yüksek Basınçlı Yıkama Hortumları

Hortumların seçiminde işin boyutu, hortumun taşıyabileceği su kapasitesi ve basınçları göz önünde tutulmalıdır. Hortum büyüklüklerine göre önerilen hortum debi-akım tipleri aşağıdaki gibidir;

Hortum boyutu	Debi-Akım (lt/dk)
DN 19	200
DN 25	200 – 325
DN 32	325 – 650
DN 38	650 – 800

Hortumların içindeki su basıncı hortumun iç duvarında sürtünme kaybına yol açar. Bu pompanın gücüne, hortumun kalınlığına ve uzunluğuna bağlıdır. Hortumlar lastik ya da plastikten yapılmaktadır ve genelde 120 – 250 m uzunluğunda olmalıdır.

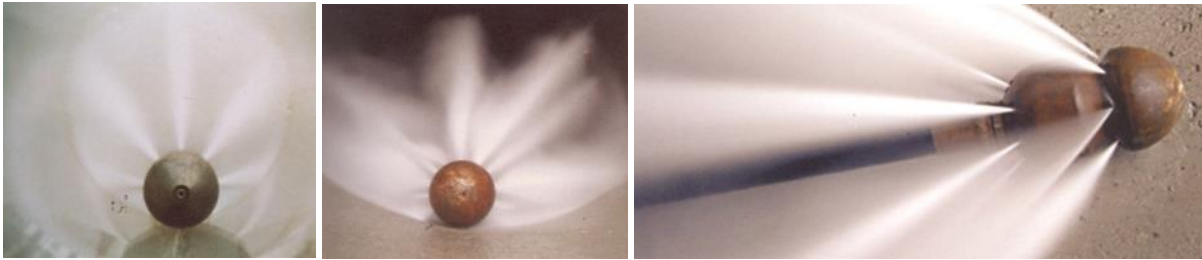
- Hortumda sürtünme nedeni ile oluşan basınç kayıpları her metre başına 0,3 – 0,4 bar arasındadır.
- Örneğin; 120 m' lik lastik bir hortumda dakikada 300 lt pompalanırsa, basınç kaybı 40-50 bar civarında olur.
- Plastik hortumlar daha hafif olup suda yüzebilirler. Aynı zamanda içerisindeki sürtünme azdır. Bu durum kanal içine hortum çekilirken avantaj sağlar.
- Plastik hortum üreten şirketler, bu hortumların ilk 10 – 20 m' sini lastikten yaparlar.

### Nozullar (Başlık)

Temizlik için kullanılan çeşitli nozullar vardır. Bunlar aşağıdaki gibidir;

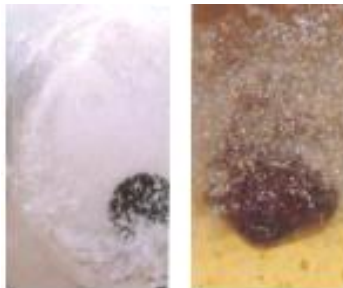
- Yuvarlak Nozullar: DN 600' e kadar olan kanal duvarlarını temizlemek için kullanılır (Şekil 6). Nozullar, üzerlerindeki delik sayısına ve suyu püskürtme açılarına göre sınıflandırılır. Yüksek açılarda kanal duvarlarındaki kirlenmeleri çözme kuvveti artmış olur.

Yuvarlak uçlu nozullar püskürtme açıları nedeniyle kanallarda hava akımı oluştururlar. Bu akımlar Aerosol oluşumuna neden olabilir. Daha büyük püskürtme açılarında ya da küçük basınç ve akım değerlerinde bu risk azalır.



Şekil 6. Yuvarlak nozul örnekleri (su püskürtme aparatı)

- Dönen Nozullar: Tüm kanal duvarına yayılmış sert tortuları çözmek için kullanılır (Şekil 7). Dönen nozul, tüm kanal duvarını temizleyecek biçimde ayarlanmalıdır. Basıncılı suyun püskürtülmesi, nozulun ortasındaki dönen bir başlık sayesinde yapılır. Böylece temizlik daha az miktarda fakat daha yüksek enerjideki suyla yapılmış olur.



Şekil 7. Dönen nozullara örnekler

- Yassı (düz) Nozullar (Dip-Taban Temizleyici): DN 500 ' den büyük kanallarda dipte kalan çözülmüş, gevşek tortuları uzaklaştırmak ve taşımak için kullanılır (Şekil 8). Bu nozullarla kanal dipleri ve buradaki ağır tortu ve çamur temizlenir. Yassı nozullar, yuvarlak nozullardan daha büyük kesitler için kullanılır. Yassı nozulların püskürtme gücü, 320 lt/dk' dan fazladır [8].



Şekil 8. Yassı (düz) nozul örnekleri

Fıskırtıcı (Enjektör) nozullar (Şekil 9.), çok yüksek miktarda su püskürtebilir (yaklaşık dk' da 3 m<sup>3</sup> den fazla).



Şekil 9. Fıskırtıcı (Enjektör) nozullara örnekler

- **Öne doğru (ilerleyen) Nozullar:** Tıkanıklıkları çözmek için kullanılmaktadır (Şekil 10). Bu nozullar sayesinde tıkanıklıklar çözülebilir. Tortu ve çamurun taşınmadığı yerlerde, bu nozullar taşımaya yardımcı olurlar. Bazı yuvarlak nozullar, tıkanıklıkları çözmesi için ilerleyen nozullarla donatılmıştır.

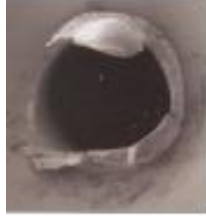


Şekil 10. Öne doğru (ilerleyen) nozullara örnekler

### Nozul Delikleri

Nozul delikleri, nozul içlerine monte edilmiş olup, deliklerden su akışı temizlik verimini belirleyen faktörlerdendir. Hızlı püskürten nozullar daha güçlüdür. Nozul delikleri hasar görmemelidir (Şekil 11). Uygun nozul seçimi yapılmalıdır. Basınç ve enerji kaybını nozulun çeşidi, büyüklüğü, pompanın gücü, hortumun hammaddesi, uzunluğu ve genişliği belirler. Temizlik verimi de bu parametrelerden etkilenir. Nozulun çalışması mevcut su kütlesi için az ise basınç artırılabilir. Araçlardaki pompalar basıncı düzenler.

**Öneriler:** Nozul ve delikleri düzenli biçimde kontrol etmek gerekir. Araçtaki motor devir sayısı ve basınç aletinin kontrolüyle nozul deliklerindeki su kontrol edilir.



Şekil 11. Hasar görmüş bir nozul deliğinin mikroskop altındaki görünüşü

### Çekme (Emme) Aşaması

Temizlikte kullanılan suyun araca çekilmesi için enjektörler de kullanılabilir. Kanaldaki kütlelerin çekilmesi için enjektörler derin bacalarda yardımcı olabilir (Şekil 12).



Şekil 12. Çekme pervanesi

Emme pervanesi pisliklerin ve suyun akıp gitmesini engeller. Böylece suyun dönüşümü esnasında daha az kayıp olur (Şekil 13).



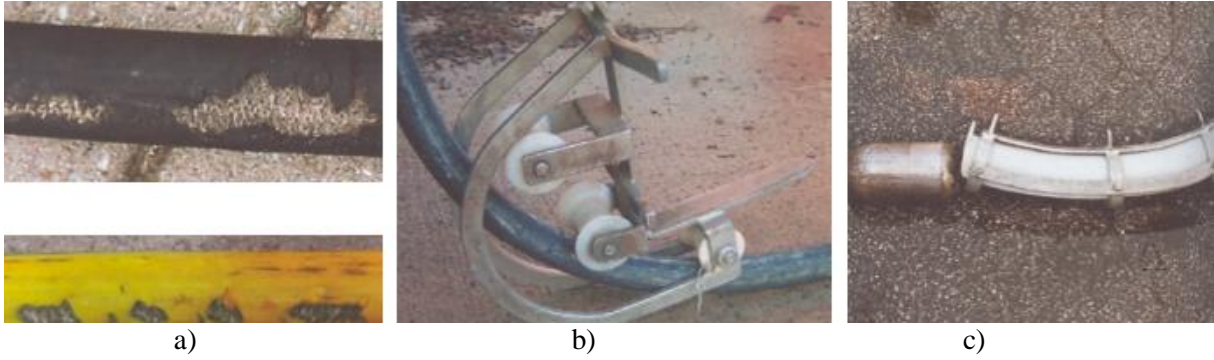
a)

b)

Şekil 13. a) Filtreli enjektörler, su birikintilerinden (gölet, dere) araçlara su çekebilirler, Şekil 13. b) Enjektörlerle araç daha hızlı doldurulur

### Dönme Menteşesi ve Güvenlik Borusu

Hortumun dönmemesi için dönme menteşesi kullanılır. Nozulun kanalda dönmemesi ya da kontrolsüz hareket etmemesi için güvenlik borusu nozul ile su hortumu arasında kullanılır. Hortumun kuyudan sarkıtılırken ve kuyu içindeyken korunması gerekmektedir. Dönen makaralar nozulu tahliye şaftına yaklaştırana kadar kanal dibinde tutar ve böylece aerosol oluşumu azaltılır. Dönen parça, hortum ve döndürme parçası arasında sürtünme kuvveti oluşturur, bu yüzden hareketli makaralar tercih edilir (Şekil 14).



Şekil 14. a) Hasar görmüş bir hortum, b) Dönen makaralar, c) Dönen parça

Temizlik suyun akış yönünde uygulanır. Yüksek basınçla temizliğin aşamaları şunlardır:

- Yüksek basınç nozulu bacadan sarkıtılır,
- Hortum ve nozul, pompanın da yardımıyla çıkış shaftına kadar ilerler,
- Hortum ve nozul, motorlu makarayla geri çekilir,
- Tazyikli su, çözülmüş tortu ve çamurla beraber temizlik aracına çekilir.

Temizlik başarısına, nozul seçiminin yanında nozul basıncı, etkisi ve nozulun geri çekilme hızı gibi parametreler etki eder. Örneğin çok az su varsa, ya da nozul çok hızlı geri çekildiyse, kanalda tortular kalabilir ve tekrar bir temizliğe ihtiyaç duyulabilir. Büyük kirlenmelerde önerilenler; Enjektör nozullar kullanmak, temizlik parametrelerine uymak, Örnek: Püskürtme  $\geq 280$  lt/dk ve nozul geri çekimi  $\leq 24$  m/dk [8].

### 3. BULGULAR

#### İstanbul'un Su ve Kanalizasyon Altyapısı

İstanbul medeniyetler boyunca tarih sahnesinde yerini almış ve kıtalararası coğrafi konumu itibariyle de her devirde cazibe merkezi olmuştur. Hızlı nüfus artışı ve beraberinde gelen sanayileşme, plansız kentleşmeyi rant merkezli bir yapılaşmaya dönüştürmüştür. Altyapısı buna bağlı olarak yetersiz olan İstanbul'un en önemli sorunu içme suyu teminidir ve Melen Projesi'nin tamamlanmasıyla kısmen birinci öncelikten çıkması düşünülmektedir. En az onun kadar önemli altyapı çalışması ise kullanılmış suların alıcı ortamlara ulaştırılması hizmetidir. Mevcut ve halen yapılmakta olan, kanalizasyon hatları, kolektör, tünel ve atık su arıtma tesisleri, Marmara Denizi kirlenmeden çok önce yapılmalıydı. Yağmur suyu kanalları olmayan yerler, derelerin kanalizasyon hattı gibi kullanıldığı bölgeler ve ileri biyolojik arıtmasız deniz deşarjı olan sahillerin olması, işletmeyi her koşulda yetersiz kılacak sebeplerdir. İstanbul gibi mega kentlerin kanalizasyon işletmesi ilkeleri, yöntemleri ve sürekli temizliği ile ilgili pratikler 2. bölümde incelenmiştir. Kanal temizliği bölümünde izah edilen şartların, kentin temizlik ihalelerinde teknik şartname olarak kullanılmasına rağmen, uygulamada eksiklikler mevcuttur [6]. Bu durumda göz önünde bulundurularak, İstanbul örneğinde kanalizasyon sistemlerinin en verimli şekilde işletmesinin yolları sonuç bölümünde ele alınmıştır.

### 4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Mühendislik, mevcut olumsuz şartlara rağmen optimum çözümü gerçekleştirmektir. Bu anlamda, yaşayan bir şehirde altyapı sisteminin eksik ve yanlış kısımlarına rağmen işletilmesi oldukça güçtür. İstanbul'un öncelikle mevcut durumunun envanterinin çıkarılması, eksik kısımlarda yatırım önceliklerinin belirlenmesi, işleyen kısımların sürdürülebilirliğinin sağlanması ve bütüncül bir

sistem anlayışı ile entegre bir kanalizasyon yönetimine çözüm odaklı yaklaşılması gerekmektedir. Bu amaçla aşağıda öncelik sırasına göre belirlenen bir master plan yapılmalıdır.

- 1- İstanbul'un nazım planına göre bölgesel olarak bir nüfus artış hesabı yapılmalı
- 2- Yapılması planlanan büyük projeler ve çevresindeki yapılanma hesap edilmeli
- 3- Mevcut içme suyu havzaları korunmalı, yerleşimlerden arındırılmalı ve kamulaştırılmalı
- 4- Mevcut derelerin taşkın risk haritaları çıkarılmalı, bu veriler dikkate alınmadan imar izinleri verilmemeli
- 5- İklim değişikliği modellemelerine göre deniz seviyeleri ölçülmeli ve hesaplarda dikkate alınmalı
- 6- Yağmur suyu kanalizasyon hatları taşkın önceliğine göre tamamlanmalı, mevcut olanların bakım, onarımı ve temizliği sürekli yapılmalı
- 7- Yağmur suyu depoları yapılmalı ve toplu konutlarda yağmur suyundan geri dönüşüm teşvik edilmeli
- 8- Ayrık sistem olmayan kanalizasyon ve yağmur suları ayrıştırılmalı
- 9- Yeraltı suları tespit edilip, beslenmesi için yağmur suları yönlendirilmeli
- 10- Tüm dereler ve sahiller kuşaklama kolektörleri ile çevrilmeli, atık su girişi önlenmeli
- 11- Kanal şebekelerinden ana kolektörlere gönderilen atık suyun giriş noktaları denetlenmeli ve kanala girmeden arıtılması gereken yerlerde arıtma tesisi yaptırılmalı
- 12- Kanal projelendirme aşamasında kriterler gözetilmeli, eğim, boru çapı ve baca mesafesi gibi hesaplar doğru yapılmalı
- 13- Yağmur suyu ve kanalizasyon hatlarının doluluk oranları muayene bacalarından kontrol edilip veya robotla boru içleri görüntülenip gerekli periyodik temizlik sürekli yapılmalı
- 14- Kanal temizliği yapılırken güçlü kombine araçları kullanılmalı, idarece yapılmıyorsa ihale teknik şartnameleri titiz hazırlanmalı
- 15- İstanbul için kentleşmenin müsaade etmediği yerlerde derinlerdeki temizlik ve doluluk tespiti için yeni yöntemler araştırılmalı, yeterli miktarda bacası olmayan ve debisi yüksek tüneller için çalışma yapılamamakta, bu yüzden yerel olarak yeni temizlik yöntemleri üzerinde çalışılmalı
- 16- Kanal görüntüleme ve ses dalgaları gönderen cihazlar (sonar) ile kolektör içerisine girmeden hattın durumunu tespit etme teknikleri üzerinde de çalışılmalı
- 17- Kum tutucu yapıları periyodik olarak temizlenmeli, penstok kapakları düzenli olarak çalıştırılmalı
- 18- Arıtma tesislerinin tamamı ileri biyolojik olmalı ve deniz deşarjı dip akıntıya verilmeli, sızıntı olan bağlantılar yenilenmeli
- 19- Sahillerin belirli noktalarından sürekli numuneler alınıp, tahlil yapılmalı, kirlilik tespit edilen noktalar anlık tetkik edilmeli, gerekli tedbirler alınmalı
- 20- Kanalizasyon SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sistemi kurulmalı, anlık olarak içme suyu debileri gibi, kanal debi ve doluluk oranları da sürekli takip edilmeli ve kayıt altına alınmalıdır.

## KAYNAKLAR

- [1] A. Ardıçlıoğlu, (2014). Kanalizasyon Sistemleri, Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Kayseri
- [2] D. Kumar, R. McMasters, (2016). " Foster, Holistic and Efficient Sewage System Development for Delhi", Pipelines Conference, Kansas City, pp.740-749, July 17-20.
- [3] A. Diogo, F. Barros, L. Tiago, S. Joana et al. (2018). "An effective and comprehensive model for optimal rehabilitation of separate sanitary sewer systems", Science of The Total Environment, Volume: 612, pp. 1042-1057.

- [4] H. Fowdar, B. Hatt, P. Breen, et al. (2017). “Designing living walls for greywater treatment,” Water Research, Volume 110, pp. 218-232.
- [5] F. Brandt, E. Manfred, S. Claudio, L. Chernicharo, C. Augusto, (2017).” Alternatives to odor and corrosion control in sanitary sewerage systems and treatment plants”, Engenharia Sanitaria Ambiental volume: 22 Issue: 4 pp. 611-623.
- [6] İSKİ, (2017). Atık su ve Yağmursuyu Hatlarında Temizlik Ve Görüntüleme İşine Ait Özel Teknik Şartname, İstanbul.
- [7] M. Nowakowska, B. Kazmierczak, A. Kotowski, et al., (2017). “Identification, Calibration and Validation of Hydrodynamic Model of Urban Drainage System in the example of the City of Wroclaw”, Ochrona Srodowiska, Volume: 39 Issue: 2 pp. 51-60.
- [8] Schlüter, M., (2004). BİT El Kitabı: Kanalizasyon Temizliği, Yeraltı Altyapısı Enstitüsü gGmbH, Exterbruch 1, 45886 Gelsenkirchen ([www.ikt.de](http://www.ikt.de)), Almanya.
- [9] Öztürk, M., (2017). Kanalizasyon Bakımı Onarımı ve Temizliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.