

KANALİZASYON ŞEBEKELRİ İÇİN OTOMATİK KONTROL İHTİYACI

Mehmet ÇAKMAKCI
Çevre Yük. Müh.
İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ)
Su İsale Daire Başkanlığı – SCADA Birimi
Aksaray, İstanbul, Türkiye

Cumali KINACI
Doç. Dr.
İTÜ İnşaat Fakültesi
Çevre Mühendisliği Bölümü
Maslak, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, bir atıksu toplama sistemi için belirli bir merkezden otomatik olarak ölçülebilecek parametreleri belirlemek, bu parametrelerin online olarak ölçebilirliğini tartışmak, İstanbul'un belirli bir havzası için kanalizasyon şebekesinde otomatik kontrol sisteminin uygulanabilirliğini göstermek ve böyle bir sistemin maliyet boyutunu belirlemektir. Yukarıdaki amaç doğrultusunda önce İstanbul'da meydana gelen kanal arıza sayıları ve bunların maliyet boyutu hakkında bilgi verilmiş, merkezi bir otomatik kontrol sistemimim olumlu ve olumsuz yönleri tartışılmış, bir atıksu toplama sisteminde online olarak ölçülebilecek parametreler belirlenmiş, İstanbul'un Paşaköy Atıksu Toplama Hayzası'nda bir otomatik kontrol sistemi kurulması için öneri geliştirilmiş ve geliştirilen önerinin maliyet boyutu hesaplanmıştır.

GİRİŞ

Türkiye'de belediye teşkilatı kurulmuş yerleşim merkezlerinin neredeyse yarıya yakınında teknik kurallara uygun olarak inşa edilmiş ve fenni kurallara göre işletilen atıksu toplama sistemleri mevcut değildir. Mevcut kanalizasyon

şebekelerinin önemli bir kısmının ise maksadına uygun hizmet verdiğini söylemek mümkün değildir. Özellikle küçük yerleşimlerde inşa edilen atıksu toplama sistemlerinin işletilememesi sonucu çevreye hoş olmayan kokuların yayılması sonucu orada yaşayanlar tarafından bacaların toprakla doldurularak sistemin tamamen devre dışı bırakıldığı görülmektedir (1). Bütün bunlar büyük ölçüde, sadece yöneticiler değil teknik elemanlar arasında bile, kanal sisteminin inşa edilmesinden sonra yapılacak bir şeyin kalmadığı, yani işletme problemleri olmadığı, kanaatinin yaygın olmasından kaynaklanmaktadır.

Kanalizasyon (atıksu toplama) sistemleri pahalı altyapı yatırımlarıdır. Tuna ve Kınacı (1999) tarafından, İller Bankası tarafından inşa edilen 85 kanalizasyon şebekesinin maliyeti üzerinde yapılan bir çalışmada, 30.000 den büyük nüfusa sahip yerleşimler için kişi başına düşen kanalizasyon inşa maliyetinin 125 ABD Doları mertebesinde olduğu belirlenmiştir (2). Buradan hareketle İstanbul için sadece kanalizasyon inşa maliyetinin 1,5 milyar ABD Doları mertebesinde olduğu görülmektedir. Bu değere ana kolektörleri ve atıksu terfi merkezi inşa maliyetleri de dahil edildiğinde toplam atıksu toplama maliyeti 3 milyar ABD Doları mertebesine çıkmaktadır. Bu değerler kanalizasyon şebekesi gibi altyapı tesislerinin ilk yatırım maliyetleri hakkında bir fikir vermektedir. Diğer taraftan kanal şebekeleri inşa edilirken çoğu durumlarda denetim yetersizliğinden kaynaklanan önemli imalat hataları yapılmaktadır. Kanallar hendeğe döşendikten sonra toprakla üzeri kapatılmakta, yapılan hatalar gözden kaybolmakta, bunun sonucunda kanal maksadına hizmet edememektedir.

Kanalizasyon şebekeleri gibi çevresel altyapı hizmetlerinin faydalarını kısa sürede görmek mümkün olamamaktadır. Diğer taraftan bu tesislerin faydalarını ölçülebilir büyüklüklerle ifade etmekte güçlüklerle karşılaşmaktadır. Bunun sonucu çevresel altyapı tesisleri diğer yatırımlara nazaran daha geri planda kalmakta, gerekli kaynak temini zorlaşmaktadır. Bütün bu sebeplerden dolayı kanalizasyon şebekeleri bazı yönetici ve halkın gözünde bazen toprağa gömülen para olarak değerlendirilebilmektedir.

Kanalizasyonda inşaat hatalarının yanında önceden kestirilemeyen bazı

sebepler dolayısıyla da önemli işletme problemleri ortaya çıkabilmektedir. Mesela atıksu debisinin dolayısıyla akım hızının beklenenden düşük çıkması kanalda birikmelere yol açmaktadır. Birikmeler akımı önlemekte ve kanal içinde biriken organik maddelerin anaerobik ortamda stabilizasyonu sonucu metan (CH_4), hidrojen sülfür (H_2S) ve benzer özellikte çok sayıda yanıcı, patlayıcı ve korrozif özelliğe sahip gaz ortaya çıkmaktadır. Bu gazlardan bazıları, mesela metan, bazen eşik değerlerin üzerine çıktığında kendiliğinden patlayabilmekte, bu da kanalizasyon patlaması diye bilinen kazalara yol açmaktadır. Diğer taraftan H_2S gibi belirli bir değere kadar kötü kokuya sebep olan, ancak eşik değerler aştığında kokusu hissedilmeyen gazlar, özellikle temizlik çalışmaları sırasında, ani zehirlenme ve ölümlere yol açmaktadır. H_2S gazının yoğunluğunun fazla olması düşük kotlu noktalarda (bacalarda, binaların taban kısımlarında veya fosseptik içinde) birikmesine yol açmakta, bunun sonucunda koku ve benzeri hiçbir olumsuz etki görülmezken içeri giren kişi aniden fenalaşarak hayatını kaybedebilmektedir. İşletme sırasında belirli noktalara konulacak sensörler vasıtasıyla eşik değerlere ulaşıldığında bacalardan otomatik olarak hava emilmesi suretiyle bu gazların kanal içinde tehlike sınırlarının altına düşürülmeleri sağlanabilir. Diğer taraftan kanalda birikmeleri önlemek için su hızları otomatik olarak kontrol edilip hız 0,5 m/s değerinin altına düştüğünde yıkama bacasından otomatik olarak kanal yıkama suyu bırakılabilir. Bunlara benzer çok sayıda işletme problemi ve bu problemler için çözüm üretmek mümkündür.

Atıksu toplama sistemlerinin gerek inşaatı sırasındaki denetim eksikliği sebebiyle yapılan hataların ortaya çıkarılıp gerekli bakım ve onarımların yapılması (dolayısıyla hatalı imalatı yapan yükleniciden bunun bedelinin tahsiline imkan sağlanması), gerekse işletme sırasında meydana gelebilecek işletme problemlerinin çözümü için bir bakım ve işletme programına ihtiyaç bulunmaktadır. İyi bir işletme yanında zamanında bakım ve onarımın yapılabilmesi için kanal sisteminin sürekli olarak denetlenmesi, teknolojik gelişmelerin ortaya çıkardığı araçlar da kullanılarak denetim yapılması gerekmektedir. Bu bakımdan kanalizasyon sistemlerinin merkezi bir sistemle otomatik kontrolünün yapılabilmesini sağlayacak yollara baş vurulması düşünülebilir. Bilgisayar destekli merkezi bir otomatik kontrol sistemi bu açıdan önemli imkanlar sağlama potansiyeline sahip görünmektedir. Su şebekelerine benzer şekilde bir ağ (SCADA) sistemi kurularak kanalizasyon şebekesi sürekli

şekilde kontrol altında tutulabilir.

Kanal sistemlerinde gerek inşaatları sırasında yapılan imalat hatalarının gerekse işletme aşamasında herhangi bir dış etki (trafik yükü, taç korrozyonu sonucu göçme vs.) sebebiyle meydana gelen arızaları bularak tamirâtı yapabilmek için kanal içini kontrol edebilecek, yani gösterebilecek, sistemlere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu konuda kapalı devre TV sistemleri veya kızıl ötesi ışınlar kullanılabilmektedir. Bunların çalışma esaslarının ve Türkiye'de, özellikle İstanbul'da, uygulanabilirliğinin araştırılması büyük önem taşımaktadır.

Su şebekelerine benzer şekilde kanalizasyon sistemi için de otomatik kontrol sisteminin esaslarının belirlenmesi, sağlayacağı faydaların ve bu sistemin kurulmasının ekonomik olarak boyutunun belirlenmesi konularında Türkiye'de akademik anlamda yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu bilgi eksikliği bu sistemin sağlayacağı faydalardan istifade edilmesini önlediği gibi, yöneticilerin bu sistemi pazarlayanların etkilemeleri sonucu yanlış ve gayri ekonomik karar vermelerine de yol açmaktadır. Bu sebeplerle bu konularda akademik araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

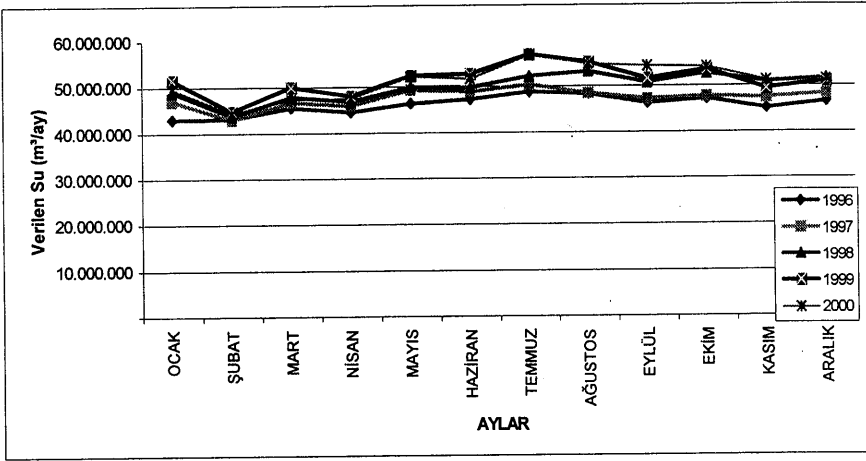
İSTANBUL KANALİZASYON ŞEBEKESİNDE MEYDANA GELEN İŞLETME PROBLEMLERİ

İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) Genel Müdürlüğü tarafından İstanbul Metropolitan Alanı'na verilen su miktarları, 1996-2000 yılları için aylık ve günlük olarak Şekil 1. ve Şekil 2.'de grafik olarak gösterilmiştir. İstanbul'a ayda ortalama 50.000.000 m³ su verilmekte olup bu suyun hemen tamamının kanalizasyon şebekesi ile toplandığı kabul edilmektedir. Gerçekte bu suyun % 70-80'inin kanal şebekesine ulaşması söz konusudur (3). Ancak gerek sızıntı suları, gerekse suyunu kuyulardan kendi temin eden kuruluşların atıksularını doğrudan kanalizasyona vermesi sebebiyle İstanbul'dan kaynaklanan atıksu miktarı ile şehire

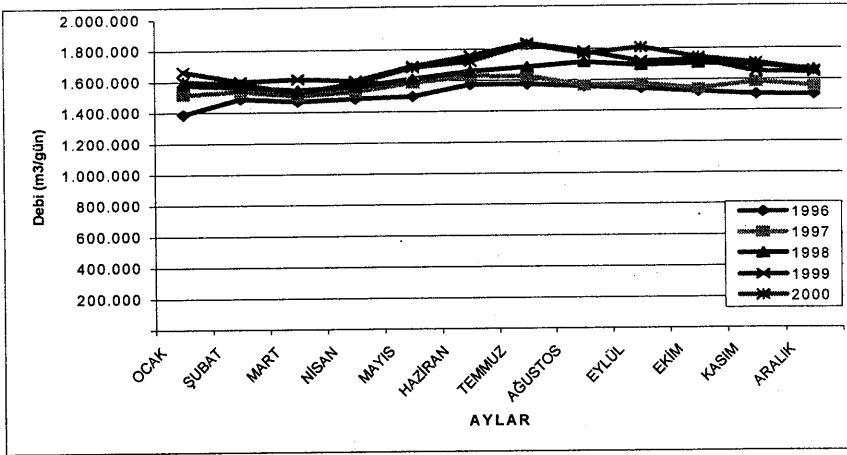
verilen su miktarının aynı olduğu kabulü gerçekçi bir yaklaşımdır. İSKİ kayıtlarından hareketle 1996-2000 yılları arasında İstanbul'a verilen ortalama yıllık su miktarı $590.827.489 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Günlük verilen maksimum su miktarının (temmuz), günlük verilen minimum su miktarına (şubat) oranı, ($\text{maxQg}/\text{minQg}$) 1,2 dir (Şekil 2.). Bu değerin düşük olmasının yaz aylarında İstanbul nüfusunun kışa nazaran azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

1997-2000 yılları için İstanbul'da m^2 alana düşen yağış miktarlarının değişimi ise Şekil 3. de grafik olarak gösterilmiştir. İstanbul'da ayrık sistem yağmur suyu drenaj şebekesi olmadığından bu yağışın bir kısmı kanalizasyon şebekesi ile toplanmaktadır. Bu da yağışlı havalarda atıksulara ilaveten kanallara yağmur sularının da gelmesine yol açmakta ve yağmur sularının kanal şebeke kapasitesini aştığı durumlarda geri tepme sonucu bodrum katları su basması gibi işletme problemleri ortaya çıkmaktadır. Diğer taraftan yağmur sularının sürüklediği kum ve benzeri maddeler kanallarda birikerek akımı engelleyebilmektedir. Evsel atıksu ve yağmur sularına ilaveten kanallara endüstriyel atıksu girişi de olmaktadır. Endüstrilerin önemli bir kısmı su ihtiyaçlarını kuyu ile yeraltından veya tanker ile başka yerlerden temin ettiklerinden Şekil 2. de verilen su tüketimi bu sarfiyatı göstermemektedir. Endüstriyel su ihtiyaçlarının en az % 50'si İSKİ su şebekesi dışından temin edilirken atıksuların tamamı İSKİ kanalına verilmektedir. Dolayısıyla kanalizasyon şebekesine gelen toplam atıksu miktarının Şekil 2. deki grafikte verilenden daha fazla olabileceğini söylemek mümkündür.

İstanbul'da 1997-2000 yıllarında, 700 mm çapından küçük kanallarda meydana gelen ve İSKİ 'ye intikal eden arıza şikayetlerinin sayıları Şekil 4. de grafik olarak gösterilmiştir. Arıza sayılarında yıllara göre önemli artışlar olduğu görülmektedir. Bu artışların, meydana gelen



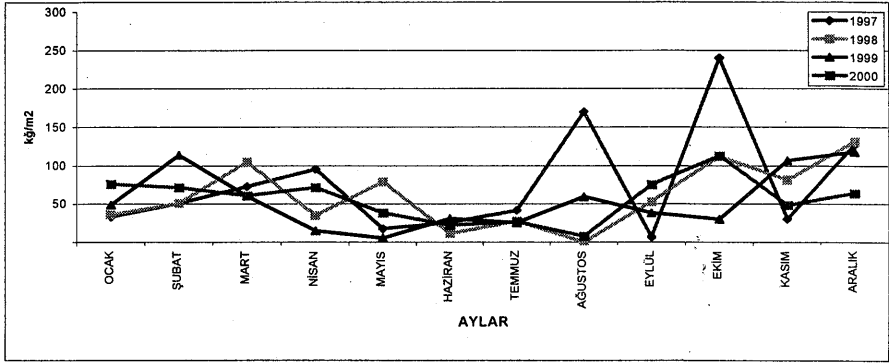
Şekil 1. İstanbul'a aylık olarak verilen içme ve kullanma suyu miktarı



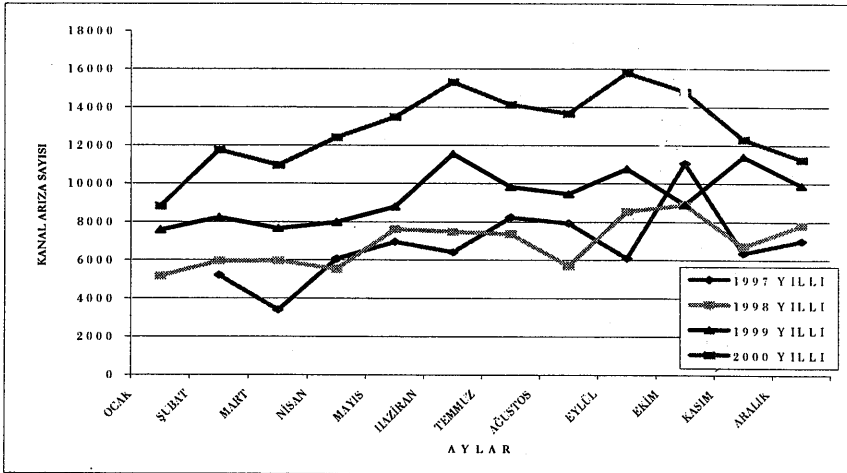
Şekil 2. İstanbul'a günlük olarak verilen ortalama içme ve kullanma suyu miktarı

arızaların onarılmasının hizmet sözleşmesi ile özel firmalara verilmesi ile orantılı olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan arıza sayılarında yaz aylarında diğer mevsimlere göre artış olduğu dikkati çekmektedir. Arıza sayısındaki artışın bu aylarda yağış olmaması sebebiyle kanal debilerinin düşmesinden, buna bağlı olarak kanallarda birikinti ve koku artışından ileri geldiği söylenebilir. Şekil 4 deki arıza

sayıları kanalizasyon şebekeleri için otomatik kontrol sistemi kurmanın önemini açıkça ortaya koymaktadır.



Şekil 3. İstanbul'da metrekare alana düşen yağış miktarlarının aylara göre değişimi (Elmalı, Ömerli, Darlık, Terkos, Alibey, Büyükçekmece havzalarında ki yağışların toplamının ortalamasıdır.)



Şekil 4. İstanbul'da 700 mm Çapının Altındaki Hatlarda Meydana Gelen Kanal

Arıza Şikayeti Sayısı

2000 yılı İSKİ birim fiyatlarına göre bir kanal tıkanıklığının açmanın bedeli 100 milyon TL, kanal çökme arızasını gidermenin bedeli de 650 milyon TL'dir. 2000 yılı için İSKİ Genel Müdürlüğü'ne intikal eden arıza sayısı 154.564 tür. Bu arızaların tamamının tıkanıklık olduğu ve bu sayının sadece %50'sine İSKİ tarafından müdahale edildiği kabul edilse bile, 2000 yılı itibarıyla ödenen para 7 trilyon 728 milyar 200 milyon TL değerine ulaşmaktadır. Bunun 2001 yılı itibarıyla karşılığını bulmak için arıza sayılarındaki ve fiyatlardaki artışı dikkate alarak İSKİ indeks katsayısı olan 1,23 ile çarpmak gerekmektedir. Bir otomasyon sistemi ile bu arızaların önemli ölçüde kontrol altına alındığı dikkate alınırse sağlanacak ekonomik kazanç açıkça ortaya çıkacaktır. Bu kazanç arızalardan meydana gelen zararlar ve toplumu rahatsız edici etkilerin ortadan kalkması da ilave edilirse bunun önemi daha iyi bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

KANALİZASYON ŞEBEKESİNDE OTOMATİK OLARAK ÖLÇÜLEBİLECEK PARAMETERLER

Kanalizasyon şebekesinde bazı parametrelerin, özellikle zehirli gazların ve atıksu debisinin, sürekli olarak izlenmesi açısından belirli bir merkezden otomatik olarak kontrol edilmesi büyük önem taşımaktadır. Otomatik kontrol sistemi ile kanalizasyon şebekelerinde ölçülmesinin uygun olduğu düşünülen parametreler aşağıda verilmiştir.

1. Debi (ve dolayısıyla hız)
2. Atıksudaki çözünmüş (suda) ve hava ortamındaki serbest (gaz formunda) oksijen

3. İletkenlik

4. pH

5. H₂S

6. CH₄

7. KOI

KOI ve pH ölçümleri ile kanalizasyona yapılan kaçak endüstriyel deşarjları belirlemek ve anında müdahale etmek mümkün olacaktır.

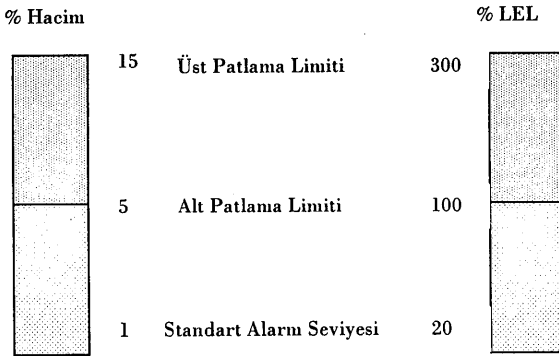
Atıksu Toplama Sisteminde Oluşan Gazlar: Kanalizasyon havası zehirleyici seviyede H₂S (hidrojen sülfür), patlayıcı konsantrasyonunda metan ve tehlikeli olacak düşük seviyede oksijen içerebilir. Bunların yanı sıra, klor ve CO (karbonmonoksit) gibi tehlikeli birçok gaz mevcut olabilir. "Kanalizasyon Gazı" spesifik bir gazı temsil etmez; korrozif, zehirleyici, kokulu ve patlayıcı gazların kombinasyonundan meydana gelir. Bunların hepsi toplama sisteminde mevcut olabilir. Operatörler tehlike durumlarını tanımlayabilmek ve kendi güvenlikleri için gerekli önlemleri almak zorundadırlar. Kanalizasyon gazları kendi içerisinde üç gruba ayrılır: Kolayca yanabilen gazlar, uygun olmayan oksijen seviyeleri, boğucu ve zehirleyici gazlar.

Kolayca Yanabilen Gazlar: Kanalizasyon işçileri kolayca yanabilen veya patlayıcı gazları düşündüğünde akıllarına hemen CH₄ (metan) gelmektedir. Metan en çok bilinen son derece tehlikeli yanıcı-parlayıcı-patlayıcı bir gazdır. Metan, organik maddelerin anaerobik çürümesi (fermantasyon) sonucu oluşmaktadır. Toplama sisteminde metanı önlemenin en iyi yöntemi düzenli olarak hattın temizlenmesi ve yıkama bacalarından su verilmesidir. Kirli hatlarda, düz kısımların sıkça temizlenmesi de metan oluşumunu azaltmaktadır.

Kolayca yanabilen ve patlayıcı gazlar bütan, propan, asetilen, ksilen gibi

“anes” ve “enes” leri içermektedir. Kanalizasyon boruları içerisinde ayrıca solventler, tinerler ve akaryakıtlar içeren hidrokarbonlar bulunabilmektedir. Atıksu toplama sistemleri sınırlı yarı kapalı hacimlerden oluşmakta olup bacalardan doğal olarak havalanmaktadır; ancak bu havalanma yetersiz kaldığından anaerobik şartlar oluşmakta, bunun sonucunda yukarıda sayılan kolayca yanabilen gazlar ortaya çıkmaktadır. Bu yanabilir gazlar zamanla, kanalizasyon borularının hava ile dolu olan üst kısımlarında ve bacalarda birirmektedir. Yanabilir gazların tehlike arz etmemeleri için hava kısmındaki oranlarının, prensip olarak düşük patlama limitinin (LEL) %10 undan daha az olması gerekmektedir.

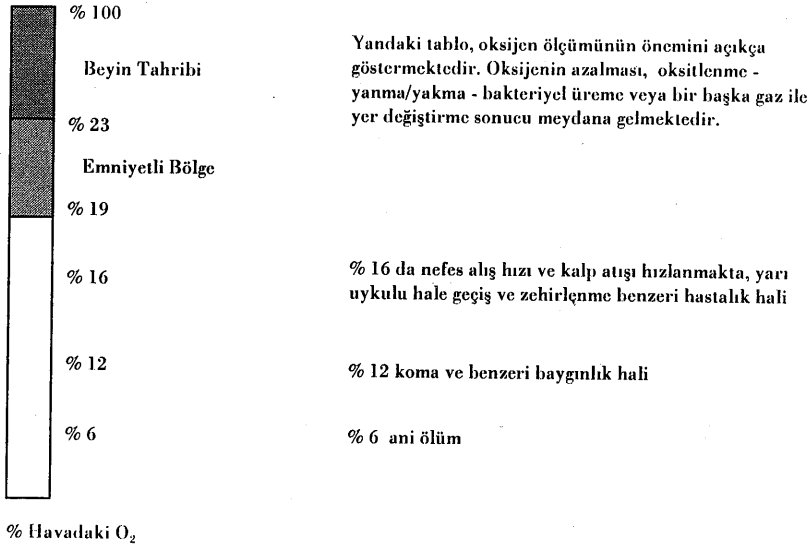
Patlama Limitleri: Kolayca yanabilen gazların patlayabilmeleri için bir tutuşma kaynağına ve oksijene ihtiyaçları vardır. Gazların patlama limitleri, birim hacim hava içindeki oranları ile verilmektedir. Saf halde bulunan ve havadaki oranı %5 den daha az olan metan yanıcı değildir. Birim hacim içerisindeki oranı % 5 ile % 15 arasında olduğunda metan, yanıcı ve patlayıcı bir gaz niteliği kazanmaktadır. Metanın % 5 konsantrasyonu % 100 LEL, % 15 konsantrasyonu ise % 300 LEL e eşdeğer kabul edilerek bir eşel tanımlanmıştır. Ortam içerisinde bulunan konsantrasyon değerine göre tehlike limit ve aralıkları Şekil 5 de temsili olarak gösterilmiştir. Metan gazı patlama limitleri arasına girdiği zaman en ufak bir kıvılcımla veya kıvılcım gerektirmeksizin basınç yükselmesi sonucu ani olarak patlamaktadır. Etkisini zamana bağlı olmadığından metana maruz bir kişinin kurtulması için çok fazla bir imkan söz konusu değildir. Bu sebeple kanalizasyon tesisine giriş öncesi mutlak olarak ölçümü yapılmalıdır.



Şekil 5. Metanın patlama limitleri.

Oksijen: Oksijen, kanalizasyon ortamında da bulunması gereken bir gazdır.

Temiz hava birim hacimde % 20,9 oranında oksijen içermektedir. Kanalizasyon ortamları yetersiz havalandırma, korrozyon ve organik çürüme sebebiyle oldukça düşük seviyelerde oksijen içermektedir. Kapalı alanda çalışan işçiler zaman zaman, oksijenin yeterli olmasından dolayı bilinçlerini kaybetmekte ve bunun sonucunda kazalar meydana gelmektedir. Operatörlerin bacalara girmeden önce sürekli oksijen seviyelerini ölçmeleri ve olumsuz etkilenmemek için üfleyciler ile kanalizasyon içine temiz hava vermeleri gerekmektedir. İşçilerin kanalizasyonda kaldıkları süre boyunca sürekli havalandırma yapılmalıdır. Çoğu atmosferik ölçüm aygıtı % 19,5 oksijen seviyesinde alarm vermektedir. Solunan havadaki oksijen seviyesinin % 19,5 den daha olması, göğüste sıkışma, şuur kaybı ve baş dönmesine sebep olmaktadır. Oksijenin % 6 dan daha düşük seviyede birkaç kez solunması ölüme yol açmaktadır. Aynı zamanda yüksek oksijen seviyesi de tehlikelidir. % 23,5 in üzeri oksijence zengin bir ortamdır. % 25 ve daha yüksek konsantrasyonda oksijen patlayıcıdır. İnsanoğlu yaşamsal fonksiyonlarını, ancak % 19-23 arası oksijen içeren bir hava teneffüs ederek devam ettirebilmektedir. Havadaki oksijen oranlarının hayati fonksiyonlar üzerindeki etkileri Şekil 6 da gösterilmiştir.



Şekil 6. Havadaki oksijen oranlarının insanoğlunun hayati fonksiyonlarına etkileri

Farklı gazlar farklı spesifik gravitelere ve yoğunluklara sahiptirler. Havadan hafif olan gazlar kanalizasyon sisteminde yeryüzüne yakın yerde bulunmakta; havadan ağır gazlar kapalı alanın tabanına çökmektedir. Boğucu gazlar kapalı alanda oksijenin yerine geçmektedir. Bunların başlıcaları karbonmonoksit, azot ve azotdioksittir. Bu bakımdan, kanalizasyona girmeden önce gaz oranı ölçümlerinin yapılması oldukça önemlidir. Çalışma sırasında üfleyicilerle etkili biçimde havalandırma yapılmalı ve temiz hava boğucu gazların yerini almalıdır.

Zehirli ve Boğucu Gazlar: Hidrojen sülfür (H_2S), son derece zehirleyici bir gaz olup kumlu-killi zeminlerde, kanalizasyon boruları gibi organik açıdan zengin topraklardan su kaçakları olduğunda veya doğal kimyasal reaksiyonlar sonucunda ortaya çıkmaktadır. H_2S havadan daha ağır olduğundan yer seviyesinde çökeliş kalan tehlikeli bir gazdır. H_2S 'in olumsuz etkilerini ve tehlike seviyelerini aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (5):

- 5 ppm H_2S 'in kokusu kolayca hissedilebilmektedir.
- H_2S 'in 10 ppm değerinde yanma-yaşlanma gibi göz rahatsızlıkları görülmektedir.
- 30 ppm H_2S de çürük yumurta kokusu duyulmaktadır.
- 100 ppm H_2S de 2-15 dakikada koku alma hissinde azalma olmaktadır.
- 200-300 ppm H_2S de nefes yolları ile ilgili rahatsızlıklar ve koku alma hissinde ani kayıp meydana gelmektedir.
- 500-700 ppm H_2S de kişi kendinden geçmekte, 30-60 dakika sürede ölebilmektedir.
- 700-1000 ppm H_2S de kişi hızla kendinden geçmekte, nefes alışı durmaktadır.
- 1000-2000 ppm H_2S de kişi aniden kendinden geçmekte ve 1-2 dakikada ölmektedir.

H₂S korrozif bir gaz olup yüksek konsantrasyonlarda operatörlerin akciğerlerinde tahribata yol açmaktadır. Düşük konsantrasyonlarda, H₂S çürük yumurta gibi kokmaktadır. Çoğu koku şikayetlerinin sebebi olan H₂S, keskin kokulu bir gazdır ve kokusu kolayca fark edilmektedir. Hidrojen sülfür yüksek konsantrasyonlarda tehlikelidir; çünkü koku duyusunu azaltmaktadır. Dolayısıyla yüksek H₂S konsantrasyonlarında koku duyusuna bağlı bayılma meydana gelmektedir. Operatörler yanlış koku algılamasıyla hareketsizleşmektedir. Bu sebeple, hidrojen sülfür taramasında asla koku duyusuna güvenilmemelidir. Kapalı alana girmeden önce her zaman, kesinlikle elektronik dedektörler kullanılmalıdır.

Anaerobik şartlara maruz atıksuda, sülfatın bakteriler tarafından indirgenmesi sonucu sülfür oluşmaktadır. Kanalizasyondaki akım şartları, sülfür oluşumu için oldukça uygundur. Zira kanalizasyon borularında atmosferden oksijen kazanım hızı çok yavaş ve atıksu akım hızı çok düşüktür. Kanalizasyon borularının iç cidarlarında da sülfür oluşumu söz konusudur. Eğer kanalizasyon sisteminde sülfür oluşumu engellenmek isteniyorsa, atıksuya oksijen transferinin yeterli olması gerekmektedir. Bu da kanalizasyon borularının iç cidarlarındaki ince tabakada aerobik koşulların sağlanması demektir. Atıksuyun içindeki oksijen miktarı çok düşük seviyelere indiği zaman az miktardaki oksijen, iç duvardaki ince tabakanın içine girerek oluşan sülfürü okside etmekte, bundan sonra H₂S oluşumu önemli bir problem oluşturmaya başlamaktadır.

Öte yandan atıksu içindeki sülfür, çözünemeyen metal sülfürleri formunda da bulunabilir. Yalnız metal sülfürlerin atıksudaki konsantrasyonu çok düşük seviyelerdedir. Atıksudaki sülfürlerin önemli bir kısmı H₂S ve HS⁻'in karışımı şeklinde bulunmaktadır. Bu karışım çözünmüş sülfür olarak adlandırılmaktadır. İçinde sülfür bulunan atıksuyun pH'ı 7 olduğu zaman, çözünmüş sülfürün yaklaşık % 50'si H₂S ve geri kalan kısmı ise HS⁻ iyonu halinde bulunmaktadır. Farklı pH değerlerinde H₂S' in hangi oranlarda bulunduğu, Tablo 1. de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çeşitli pH Değerleri İçin H₂S Yüzdeleri

pH	5	6	6.5	7.0	7.1	7.2	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8
H ₂ S, (%)	99	91	76	50	44	39	28	24	20	17	14	11	9

H₂S'in iyonlaşma denge reaksiyonu aşağıda gösterilmiştir.



Atıksuda çözünmüş H₂S ve HS⁻'in kısmi oranı aşağıdaki eşitlikle tahmin edilebilir.

$$\frac{[\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]} = \text{pH} - \text{pK}' \quad (2)$$

HS⁻ : Hidrosülfürün molar konsantrasyonu

H₂S: Hidrojen sülfürün molar konsantrasyonu

pH: Hidrojen iyonunun aktivitesinin negatif logaritması

pK: Sudaki iyonlaşma sabitinin negatif logaritması

Hat İçinde Kirletici Ölçümleri: Kanalizasyon hattı görsel olarak denetlenebilmelidir. Boru yapı malzemesi, boru içindeki korozyonun büyüklüğü, baca ve merdivenleri, sediment ve cidarlardaki birikintiler ve koku ile ilgili bilgiler not edilmelidir. Ölçüm noktalarının yerinin ve sayısının belirlenmesinin ardından, kanalizasyon hattı içinde akan atıksuyun özellikleri ve bileşimi ile ilgili değişiklikleri belirlemek için bir izleme programı başlatılmalıdır. Her noktada alınan numunelerin hacimleri aynı olmak zorundadır. Atıksudan örnek alma periyodu atıksuyun sıcaklık aralığını temsil etmelidir. Eğer zaman ve insan gücü kısıtlı ise, sülfür birikimi testleri atıksuyun maksimum sıcaklıkta aktığı periyotta 6 saatlik ölçüm aralığı için yapılabilir. Gerekli sayı ölçüm verilerinin güvenilirliğine bağlıdır. En az 3 ölçüm tavsiye

edilmektedir. Atıksuyun iyi bir şekilde karakterize edilebilmesi için bir çok parametrenin izlenmesi gerekmektedir. Bu parametreler BOI_5 , pH, sıcaklık, CO , çözülmüş sülfür ve debi olarak sıralanabilir. BOI_5 ölçümü her atıksu için laboratuvar testi ile yapılabilir. Geri kalan 5 parametre ise örnekler alındıktan hemen sonra ölçülmek zorundadır. Bu sebeple bunları yerinde ölçmek en uygun yoldur.

Korrozyonun Önlenmesi: Kanalizasyon sisteminde korrozyonun önlenmesi amacıyla tasarım yapan bir mühendis korrozyona dayanıklı materyal seçmek zorundadır. Korrozyon kontrolü genellikle astarlama ya da kaplama yaparak veya kanalizasyon boru materyalinin kalınlığını ya da bileşimini ayarlayarak sağlanabilir. Koruyucu astar ya da kaplama malzemeleri kanalizasyon borusunu agresif etkenlerden korumakta ve kanalizasyon borusunun kullanım ömrü kadar hizmet vermesini sağlamaktadır. ABD Çevre Koruma Teşkilatı (EPA), maliyet hesaplarında bir kanalizasyon sisteminin en az 50 yıl hizmet verdiğini kabul etmektedir (5). Bu değer Türkiye’de 30 - 50 yıl alınmaktadır. Astarlama ve kaplama işleminin verimliliği kullanılan malzemenin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile malzemenin kullanım şekline ve bakımına bağlıdır. Boru içinde yapılan astarlama malzemesi genellikle 1,5 mm kalınlığındadır. Boru malzeme cinsine göre astarlama aşağıdaki şekillerde yapılmaktadır:

Beton Borular: Çok farklı astarlar ve kaplamalar mevcuttur. Bu kaplamaların polietilen ve polivinilkolürür tabakası epoksi malzeme kullanılarak borunun iç kısmına yapıştırılmaktadır.

Düktil Font Borular: Bu boruların iç kısmında çimentolu astar malzemesi ile asfalt içeren kaplama malzemesi bulunmaktadır. Çok farklı termoplastik astar malzemeleri borunun iç kısmına adezyon ile yapıştırılmaktadır. Boruların dış kısmı asfaltlı kaplama malzemesi ile genellikle üretim esnasında kaplanmaktadır.

Çelik Borular: Dalgalı çelik borular çok farklı kaplama malzemesi ile korunabilmektedir.

Kanalizasyon sisteminde önemli miktarda sülfür konsantrasyonu söz konusu olduğu zaman korrozyon tehlikesi doğmaktadır. Kanalizasyon sisteminin

korrozyonu, boru yapı maddesi ile atıksudan ortaya çıkan H_2S oluşum hızına bağlıdır. Atıksudan meydana gelen H_2S in toplam kütlesi boru cidarlarında biriken H_2S miktarıdır.

Klor: Kanalizasyonda karşılaşılan bir diğer zehirleyici gaz da klorudur. Klor havadan 2,5 kez daha ağır olduğundan bacaların dip kısmına çökmekte ve burada birirmektedir. Klor gazı sıvı hale göre 450 kez genişlemektedir. Yüksek konsantrasyonlarda klor, akciğer dokularına zarar vermektedir. Klorlu ortamda veya klorla çalışıldığı zaman çok ciddi önlemler alınmalıdır. Klorun doğal olarak oluşmadığı ve üretildiğine dikkat edilmelidir. Halojenlerin tamamının (klor, brom, iyot) zehirleyici gaz olduğu göz ardı edilmemelidir.

Klor likit (sıvı), katı veya toz olmak üzere üç formda bulunabilmekte, su ve atıksu arıtma tesislerinde dezenfektan olarak kullanılmaktadır. Klorun depolanması ve taşınması genelde sıvı halde iken yapılmaktadır. Çamaşır suyu olarak kullanılan sodyum hipoklorit bir sıvı klor çözeltisidir. Kalsiyum hipoklorit ise tozdur. Bunların ikisi de genellikle yüzme havuzlarının dezenfeksiyonunda kullanılmakta, daha sonra kanalizasyona girmektedir.

Kimyasal Tehlikeler: Atıksuyun en önemli bileşeni sudur; bununla birlikte çok sayıda sıvı maddeyi de içermektedir. Bunlardan bazıları tehlikeli kimyasallardır. Temizleyici solventler, boyalar, tinerler, yakıcılar ve yakıtlar toplama sistemine deşarj edilmiş olabilir. Operatörler aynı zamanda potansiyel tehlikeli kimyasalları kullanmaktadırlar. Kök köpükleri ve gres çözücü solventlerin her ikisi de uçucudur. Onların buharları akış yönünde akımla bacaya kadar zehirleyici olarak etkili olmaktadır. Kanalizasyon işçileri, bacaların her zaman tehlikeli yerler olduğunu dikkate almalıdır. Toplama sistemindeki şartlar hızlıca değişebilir. Bazı kişi veya kuruluşlar atık kimyasalları bazen pissu borularına dökebilir. Operatörler bunlara dikkat etmek ve gerekli önlemi almak zorundadır.

Madde Emniyet Veri Prosedürleri (MEVP): MEVP'ler, kullanılan potansiyel tehlikeli kimyasallar hakkında değerli bilgiler sağlamaktadır. Bir MEVP her tehlikeli kimyasal kullanımı için ayrı bir dosya içermek zorundadır. Yeni kimyasallar satışa sunulduğunda dosyalar yenilenmelidir. Kimyasal sağlayıcıları istek üzerine MEVP

yollamak zorundadır. MEVP'lerin kopyaları çalışma kamyonlarında bulunmalıdır. Bir kaza olduğunda, doktor için kazaya uğrayan kişi ile birlikte MEVP ve kimyasal etiket götürülmelidir. MEVP prosedürleri operatörlere kimyasalın nasıl kullanacağını, gerekli olan koruyucu ekipman listesini, maruz kalma ile ilgili detaylı belirtilerini ve ilk yardım prosedürünü belirtmelidir. Kök köpük kimyasalları, gres çözücü solventler ve kanalizasyon kaynaklı atmosferik gaz kirleticilerinin hepsi için MEVP prosedürleri hazırlanmış olmalıdır.

Kanalizasyon Gazları : Çoğu operatör kanalizasyon gazlarını yanlış bir tanımlama ile duman olarak adlandırmaktadır. Kanalizasyon ortamında gazlar, dumanlar, buharlar, tozlar, sisler ve aerosollar birlikte bulunmaktadır. Bunlar hakkında aşağıda özet bilgi verilmiştir.

Dumanlar: Kanalizasyon işçileri sık sık araç eksozları ve kaynak dumanlarına maruz kalmaktadır. Araçların eksozlarının çalışma yerinden uzakta olmasına dikkat edilmelidir. Kamyonlar için düşey eksoz tercih edilmelidir. TV araçlarının menhol üzerinde kuruldukları yerde, eksoz borusu menholden uzak tarafta olmalıdır. Eksoz dumanları (karbon monoksit içerir) havadan ağırdır ve açık bir menholü doldurabilir. Bir menhole girmek gerekli ise, ilave havalandırmaya ihtiyaç olacaktır. Havalandırıcının araç veya jeneratör eksozundan uzakta olduğundan emin olunmalıdır. Yanma ürünü dumanların genellikle metalleri içerdiği dikkate alınmalıdır.

Buharlar: Bazı organik kimyasallar uçucudur. Bunlar çok düşük buhar basıncına sahiptir ve kolayca buharlaşırlar. Çoğu sıvı solventler sağlık açısından tehlikeli buharlar üretirler.

Tozlar: Kanalizasyon işçileri tozlara da maruz kalmaktadırlar. Örneğin çimento, herbisitler ve insektisitler, yol ve asbest tozları, bunlardan bazılarıdır. Belirli tozlar kapalı alan atmosferinde patlayıcı karışımı formuna girebilir.

Sisler ve Aerosoller: Su veya atıksuların mekanik araçlarla basınçlı olarak fışkırtılmaları sonucu mikromoleküller (yani sis ve aerosoller) meydana gelmektedir. Bacaların kesişim noktalarındaki türbülans sonucu da aerosol oluşmaktadır.

Operatörler bu fışkırtma taneciklerini teneffüs edebilirler ve bu yolla milyarlarca bakteriyi soluyabilirler. Bu mikroorganizmalar patojenik mikroplar, bakteriler ve virüslerden meydana gelmektedir. Bazı bakterilerin ve bütün virüslerin aerosoller tarafından taşınması mümkündür. Operatörler aerosollerin solunması sonucu çeşitli hastalıklara maruz kalabilirler. Bu aerosollerden kaynaklanan hastalık riskleri bir toz maskesi kullanılarak elimine edilebilir.

Sartların Değiştirilmesi: Kanalizasyon bacalarının iç ortamındaki gaz karışımı statik değil dinamikdir; çünkü atıksu içeriğini tam olarak kontrol etmek imkansızdır. Atıksu akımındaki kimyasallardan dolayı, baca içindeki şartlar çok çabuk değişebilir. Daha önce güvenli şekilde girilip çıkılan bacalar, aniden ölümcül tehlike taşıyacak şartlara sahip olabilirler. Temizleme işleminden toksik gazlar ortaya çıkabilir. Örneğin kuru temizlik kimyasalları ve perkloroetilen boru duvarlarında kalabilir. Bunlar boru hattının temizlik işlemleri sırasında sisteme verilmiş olabilir. Ağır çamurların karıştırılması ya da büyük boru bloklarının aniden kırılması çok büyük miktarda zehirli gazın etrafa verilmesine sebep olabilir. Sistemin temizlenme işlemi sırasında metan ve hidrojensülfüre maruz kalınabilir. Bu gazlar akımla birlikte taşınabilirler.

On-Line İletkenlik Ölçümü: İletkenlik içme suyu, atıksu ve endüstriyel atıksu proses analizlerinde ölçülmesi gereken zorunlu bir parametredir. İletkenlik ölçümleri, atıksu arıtma tesisi giriş suyundaki tuz yükünü izlemek, ultrasafıktaki su ve içmesuyunun kalitesini kontrol etmek ya da endüstriyel proseslerdeki spesifik olmayan kirleticileri belirlemek için kullanılır. Elektriksel iletkenlik bir çözeltideki iyon konsantrasyonu seviyesini ifade etmektedir. Bir suda ne kadar fazla tuz, asit ve baz çözünürse, o suyun iletkenliği o kadar fazla olacaktır. İletkenlik bir atıksudaki ya da bir içme suyundaki tuz yükünün bir göstergesi olarak tanımlanmaktadır. İletkenlik ölçümü ayrıca endüstriyel üretimde, özellikle gıda ve ilaç endüstrisi proses kontrolünde geniş çaplı uygulama alanına sahiptir. İletkenlik genellikle S/cm cinsinden ifade edilmektedir. Ultrasaf suların iletkenliği genellikle 0,05 $\mu\text{S/cm}$ değerinden başlamakta olup içme sularında ya da yüzeysel sularda bu değer 100-1000 $\mu\text{S/cm}$ arasında değişmektedir. Bir çözeltinin iletkenliği sıcaklığa da bağlıdır. Dolayısıyla bir çözeltide iletkenlik ölçümü yapılırken sıcaklık da belirtilmelidir.

On-Line pH Ölçümü: pH, su ve atıksu arıtma proses kontrolünde en önemli parametrelerden birisidir. Atıksuların biyolojik arıtılmasında karışımın asidik ya da alkali şartlara sahip olması mikroorganizmaların aktivitesi üzerinde önemli etkilere yol açmaktadır. Bu sebeple kanalizasyon sisteminde ve arıtma tesisine girişten önce sürekli on-line pH ölçümü gerekli görülmektedir. Prosesin asidite ya da alkalinitesi çoğu kimyasal ve biyolojik reaksiyonların yanında mekaniksel ve fiziksel aktiviteler üzerinde de önemli rol oynamaktadır. Çöktürme ve zehirlilik giderme reaksiyonlarında pH'ın çok iyi bir şekilde kontrol edilmesi gereklidir. pH'ın yanlış ayarlanması sistemde çok ciddi problemler doğurabilir. Bunların başında korrozyon gelmektedir. Bu yüzden çok düşük ya da çok yüksek pH'a sahip sıvıların nötralize edilmesi zorunlu olmaktadır.

Günümüzde çoğu ülkedeki yasal düzenlemeler ve çevresel yönetmelikler, endüstriyel faaliyetlerden gelen atıksuların evsel atıksu kanalizasyon şebekesine deşarj edilebilmesi için pH değerinin 6,5-8,5 aralığında olmasını zorunlu kılmaktadır. Bu yüzden endüstriyel atıksular kanalizasyon şebekesine deşarj edilmeden önce nötralizasyon tankında bir ön arıtmaya tabi tutulmaktadır.

Debi ve Hız Ölçümü: Kanalda çökelme olmaması için su hızının İller Bankası Yönetmeliğine göre 0,5 m/s'nin altına düşmemesi gerekir. Bu değer literatürde 0,6 m/s olarak verilmektedir. Debiyi elektromanyetik debimetrelerle on-line olarak ölçmek mümkündür. Debi ölçümünün ardından SCADA sisteminin hesaplama bölümünde bu değer $Q = V \cdot A$ bağıntısından hız biriminde de ifade edilebilir. Böylece kanalda çökelme meydana gelmemesi için gerekli tedbirler alınabilir.

İSTANBUL PAŞAKÖY ARITMA TESİSİ ATIKSU TOPLAMA HAVZASI İÇİN OTOMATİK KONTROL SİSTEMİ KURMANIN MALİYETİ

Paşaköy Atıksu Toplama Sistemi Kartal'ın, Maltepe'nin ve Pendik'in bir bölümündeki, Ümraniye ve Sultanbeyli ilçeleri ile Sultançiftliği, Samandıra, Alemdar, Yenidoğan, Sarıgazi belde belediyelerinin ise tamamındaki evsel ve endüstriyel atıksuları toplamaktadır. Atıksu toplama havzasında 1032 adet endüstriyel tesis

mevcut olup bunlardan 32 tanesinde arıtma tesisi bulunmaktadır. İSKİ kayıtlarına göre endüstriyel tesislerden 230 m³/gün endüstriyel atıksu ve 1680 m³/gün evsel atıksu kaynaklanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında Paşaköy atıksu toplama havzasındaki kanal şebekesinin otomatik kontrolü için 4 nokta seçilmiş ve bu noktalara konulacak cihazlar ile bunların maliyetleri belirlenmiştir. Bu cihazlar ile debi, pH, çözünmüş oksijen, H₂S, CH₄, KOI ve iletkenlik parametrelerinin on-line olarak ölçüleceği kabul edilmiştir. Alınacak cihazlar ve bunların maliyetleri Çakmakçı (2001)'de detaylı olarak verilmiştir. Bu sistemin ilk yatırım ve işletme maliyet toplamı 1.604.734 US \$ olarak hesaplanmıştır.

Paşaköy Havzasında 01.06.2000-31.12.2000 tarihleri arasında İSKİ'ye 7445 adet kanal arıza şikayeti intikal etmiştir. Bu arızaların 2087'sine İSKİ tarafından kanal tıkanıklığını açma maksadıyla müdahale edilmiştir. Bu müdahale sonucu yapılan harcama miktarı yaklaşık 300.000 US \$ dır. Öte yandan bu havzaya SCADA sistemi kurulması halinde, ilk yatırım maliyeti yaklaşık 372.550 US \$ iken, havzada otomatik kontrol sistemi olmaksızın yalnızca kanal tıkanıklığı problemlerinin giderilmesi için sadece 7 aylık harcama miktarı yaklaşık 300.000 US \$ dır. Görüldüğü gibi atıksu toplama sistemine SCADA sisteminin kurulmasıyla arıza giderimi için yapılan harcama asgariye indirilmiş olacaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Atıksu toplama sistemlerinin otomasyonu konusunda yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

Atıksu toplama sistemlerinin merkezi bir kontrol sistemi ile otomatik olarak kontrolü çok sayıda fayda temin etme potansiyeline sahiptir. Bu sebeple bu konu üzerinde gerek akademik gerekse teknolojik olarak çalışılması ve uygulanabilir sistemlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Böylece hem otomatik kontrolün

sağladığı faydalardan istifade edilecek hem de bu konuda ülke olarak dünyadaki teknolojik gelişmenin gerisinde kalınmayacaktır.

Atıksu toplama sisteminin otomasyonu ile kanaldaki akım hızı sürekli olarak kontrol edilecek ve hız kritik değer olan 0,6 m/s değerinin altına düştüğünde yıkama bacaları otomatik olarak devreye girerek kanalda katı madde birikimleri ve tıkanmalar büyük ölçüde önlenecektir.

Merkezi atıksu otomatik kontrol sistemi ile işletme kolaylığı, esnekliği ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamak mümkün olacaktır.

Otomasyon sistemi ile arıza ve problemlere en kısa zamanda müdahale edilebileceğinden kanalizasyon idarelerinin arıza giderimi için yaptıkları masraflar asgariye inecektir.

Kapalı devre kanalizasyon TV sistemi ile atıksu toplama sistemini belirli aralıklarla kontrol edip inşaat ve/veya işletme aşamalarından kalan arızaları belirlemek, böylece bu arızaları en kısa zamanda gidermek ve ayrıca mevcut kanal sisteminin bir envanterini çıkarmak mümkün olacaktır.

Kanalizasyon şebekelerinin otomatik kontrolü ile verimli bir işletme sağlanacak, böylece altyapı yatırımlarının paranın toprağa gömülmesi, başka bir deyişle kanalizasyon şebekelerinin birer ölü yatırım olarak görülmesi önlenecektir.

İyi bir işletme ile kanalizasyon şebekelerinin problemsiz çalışması sağlanacaktır. Kanalizasyon şebekesinin iyileştirilmesi, o civarda yaşayan insanların hayat standardının yükselmesini sağlayacaktır. Otomasyon bu konuda önemli bir potansiyel araç olarak ortaya çıkmaktadır.

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

Otomatik kontrol ile endüstriyel şok yüklerin yer ve zamanı tespit edilerek sorumluların cezalandırılması sağlanabilecektir. Bu sistem atıksu arıtma tesislerinin stabilitesi açısından önemli faydalar sağlayacaktır.

Eğer kanalizasyon şebekesine şok debi ve/veya kirlenici yükü verilmiş ise zamanında müdahale edilerek arıtma tesisinin olumsuz yönde etkilenmesi önlenecektir.

Kanalizasyon şebekesinde mevcut yanlış imalat, kırık, korrozyon ve benzeri arızaların tespit edilerek tamiratlarının yapılması sağlanacaktır.

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

Kanalizasyon şebekesinde meydana gelebilecek patlama tehlikesinin, hacimsel gaz konsantrasyonlarının eşik değere ulaşılması durumunda sensörlerin işareti ile otomatik sistem devreye girecek ve bacalarda teşkil edilecek gaz tahliye sistemiyle tehlikeli konsantrasyon değerleri bertaraf edilebilecektir.

Kanal temizlik faaliyetleri sırasında gazların konsantrasyonları belirlenerek işçiler açısından tehlike olup olmadığına karar vermek, böylece iş kazalarını önlemek mümkün olacaktır.

Zehirli gazlar fazla ise bacalardan hava verilerek güvenli bir çalışma ortamı sağlanacaktır.

Meydana gelen kanalizasyon arızalarının otomatik kontrol sistemi kullanılarak en aza indirilmesi ve böylece tamiratlarda ekonomik kazanç sağlanması imkan dahiline girecektir.

Kanalizasyon şebekesinin tek bir merkezden koordineli olarak yönetilmesi ve korrozyon gibi muhtemel işletme problemlerine, daha gelişme aşamasında tespit edilerek, zamanında müdahale edilmesi imkan dahiline girecektir.

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

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

Koku gibi çevredekileri rahatsız edici problemlerin önlenerek hayat standardının yükseltilmesine katkıda bulunulacaktır. Ayrıca bir çok yerleşim merkezinde görüldüğü gibi kokuyu önlemek için halkın bacaları toprakla doldurarak kanalizasyon şebekesinin devre dışı kalmasının önüne geçilmesi sağlanacaktır.

İncelenen kanal sistemine atıksu veren nüfus belli olduğu zaman, evlerden kaynaklanan atıksu miktarının belirlenmesi ve sürekli olarak izlenmesi mümkün olacaktır. Böylece endüstrilerle su/kanalizasyon idareleri arasında problem olan atıksu miktarının ne kadarının endüstriden kaynaklandığı hakkında bilgi edinmek mümkün olacaktır. Diğer taraftan ani debi değişimlerinin anlık olarak belirlenmesi imkan dahiline girecektir.

Otomatik kontrol sistemi ile tek bir merkezden atıksu hızı, debisi, KOI değeri, iletkenlik, pH, oksijen, H_2S ve CH_4 konsantrasyonlarını sürekli olarak izlemek mümkün olacaktır.

Kanalizasyon şebekesinin otomatik olarak kontrolü ve işletilmesi amacıyla İstanbul'un Ömerli Havzası'nda yapılan uygulama çalışmasında 4 noktada ölçme istasyonu kurulması ve böylece sistemin sağlıklı olarak işletilmesi, ayrıca atıksu arıtma tesisinin korunması hususu incelenmiştir. Bu sistemin toplam maliyeti 334.050 US \$ olarak tahmin edilmiştir. Buna karşılık bu çalışma kapsamında yapılan araştırmada İstanbul Paşaköy Atıksu Arıtma Tesisi Havzası'nda bulunan atıksu toplama sisteminde işletme problemlerinden dolayı bir yılda yaklaşık 500.000 ABD Doları mertebesinde harcama yapıldığı belirlenmiştir.

Arızaların giderilmesini özelleştirilmenin arıza sayısının İSKİ'ye daha fazla bildirilmesine yol açmış olabileceği düşünülmektedir.

Arıza sayısı yağışlı aylarda daha fazla olmaktadır. Bunun sebebinin kurak aylarda kanal içerisinde katı madde çökmesinden ve yağışlı havalarda atıksu

kanallarına yağmur suyu ile birlikte kum girişi olmasından meydana geldiği tahmin edilmektedir. Ağır partiküler maddelerin yağışla bir noktaya toplanması sonucu kanallarda daha çok tıkanma meydana gelmektedir. Bunun önlenmesi için ayırık sistem yağmur suyu dren şebekelerinin kurulmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Kınacı C. ve Akça L. (1992). "Türkiye'de Kırsal Yerleşimlerin Su Temini ve Sanitasyon Durumu", *Türk Devletleri Arasında 1. İlimi İşbirliği Konferansı*, 22- 24 Haziran 1992, Lefkoşe, KKTC, Sh.319 – 327.
2. Tuna M. ve Kınacı C. (1999). "Türkiye'deki Atıksu Arıtma Tesisi Maliyetlerinin İndeks Yardımıyla Değerlendirilmesi", *Su Kirlenmesi Kontrolü Dergisi*, Cilt 9, sayı 2, Sh. 9 – 16.
3. Fair G. M., Geyer J. C. ve Muslu Y. (1980). "Su Getirme ve Kullanılmış Suları Uzaklaştırma Esasları", Bayındır Kağıtçılık, İstanbul.
4. Çakmakçı M. (2001). "Atıksu Toplama Şebekeleri İçin Otomatik Kontrol Sistemi Geliştirme Esasları", *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
5. Pomeroy R. D. (1974). "Design Manual for Sulphide Control in Sanitary Sewer", US EPA.
6. Greenes D. And Thoeve C. (1998). "The Use of An On-line Respirometer for the Screening of Toxicity in the ANTWERP WWTP Catchment Area", *Water Science and Technology*, Vol. 37, No : 12, pp 213 – 218.

AUTOMATIC CONTROL REQUIREMENT FOR SANITARY SEWER SYSTEM

Mehmet ÇAKMAKÇI

Environmental Engineer, M Sc.

Istanbul Water and Sewerage Administration

İşletmeler Daire Başkanlığı – SCADA Birimi

Aksaray, İstanbul, Türkiye

Cumali KINACI

Associate Professor

Environmental Engineering Dept.

Faculty of Civil Engineering.

Maslak, İstanbul, Turkey

ABSTRACT

The objectives of this study are to propose the parameters which are measured by automatic devices in the monitoring center for sanitary sewer system and to conclude the measurability of these parameters by on-line and to present the application of automatic control system on the sanitary sewer network for a catchment area of İstanbul and to determine the cost of automatic control system. In these aims, firstly, it was given knowledge about the impediment numbers of sewer system in İstanbul and the cost of its repairs. Also the advantages and disadvantages of automatic control system were concluded. Then, they were proposed the parameters which are measured by on-line with automatic control system for sanitary sewer network. Finally, it was developed the new proposal of automatic control system for the wastewater catchment area of Paşaköy WWTP in İstanbul and calculated the cost of the new proposal.

