



T.C.

ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÜKSEK
LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİNDEKİ KAPALI
ALANLARDA BULUNAN TEHLİKELİ VE ZARARLI GAZLARA
YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA**

Yakup KARAGÖZ

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Müge ENSARİ ÖZAY

İSTANBUL - 2019

T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÜKSEK
LİSANS PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİNDEKİ KAPALI
ALANLARDA BULUNAN TEHLİKELİ VE ZARARLI
GAZLARA YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA**

Yakup KARAGÖZ

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Müge ENSARİ ÖZAY

İSTANBUL - 2019

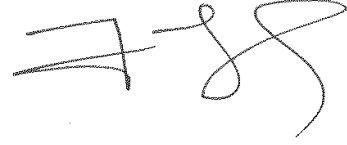
T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Anabilim Dalı : İş Sağlığı ve Güvenliği
Program : İş Sağlığı ve Güvenliği
Öğrenci No : 134223015
Öğrenci Adı Soyadı : Yakup KARAGÖZ

“Eysel Atıksu Arıtma Tesislerindeki Kapalı Alanlarda Bulunan Tehlikeli ve Zararlı Gazlara Yönelik Bir Araştırma” isimli çalışma aşağıdaki jüri tarafından 29.05.2019 tarihinde yapılan sınavda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Fatih Yılmaz
(Yıldız Teknik Üniversitesi)

İmza



Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Müge ENSARİ ÖZAY
(Üsküdar Üniversitesi)

İmza



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Rüştü UÇAN
(Üsküdar Üniversitesi)

İmza



ONAY

Bu tez, yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Türker Tekin ERGÜZEL
Enstitü Müdür V.

ÖZET

Dünyada ve ülkemizde nüfusun hızla artması buna bağlı olarak temiz su kaynaklarının azalmaya başlaması ve var olan kaynakların kirlenmesi çağımızın en büyük problemlerinin başında gelmektedir. Bu nedenle su kaynaklarının kirlenmesini önlemek ve su kaynaklarının korunmasını sağlamak için atıksuların arıtılarak alıcı ortama deşarj edilmesi gerekmektedir. Şehirlerde nüfusun artması, alıcı ortamlarında meydana gelen kirliliğin artık ötelenemez olması ve yasal zorunluluklardan dolayı atık suların arıtılması için arıtma tesislerinin kurulmuştur. Ülkemizde, evsel atık suların yaklaşık %85'i arıtma tesislerinde çeşitli işlemlerden geçirilerek alıcı ortamlara deşarj edilmektedir. Atıksu arıtma tesisleri çok sayıda ve türde tehlike ve riskleri barındıran işyerleridir. Bu tehlike ve risklerin başında ise, kapalı alanlarda yapılan çalışmalarda ortaya çıkan tehlikeli ve zararlı gazlar gelmektedir. Son yıllarda ülkemizde meydana gelmiş olan atık su arıtma tesislerinde ki ölümlü iş kazaları incelendiğinde, büyük bir kısmının kapalı alanlarda yapılan çalışmalar esnasında yaşanan zehirlenmelerden kaynaklı olduğu görülmektedir. Bu çalışmada İSKİ Genel Müdürlüğü tarafından işletilen İstanbul Avrupa Yakasında yer alan iki adet ileri biyolojik arıtma tesisinde bulunan kapalı alanlarda periyodik olarak gaz ölçüm çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Kapalı alanlarda yapılan ölçüm sonuçlarında hidrojen sülfür ve metan gazlarının varlığı tespit edilmiştir. Arıtma tesislerinde bulunan kapalı alanlara girmeden önce mutlaka gaz ölçümünün yapılması gerektiği, gerekli izin ve güvenlik tedbirlerinin alınmasından sonra kapalı alanlarda çalışmaya başlanması gerektiği saptanmıştır. Atık su arıtma tesislerinde bulunan kapalı alanlarda yapılacak çalışmalarda kazaların meydana gelmemesi için önleyici ve sınırlayıcı tedbirler belirtilmiştir. Kapalı alan çalışmalarında gerekli önlemler alınmış olsa bile yaşanması muhtemel kaza senaryolarına göre acil durum planlamaları da yapılmalıdır. Acil durum senaryolarına göre tatbikat ve eğitimler verilerek çalışanlar bilinçlendirilmelidir.

Anahtar kelimeler: Tehlikeli Gazlar, Zararlı Gazlar, Kapalı Alan, İş Sağlığı Ve Güvenliği, Atıksu Arıtma Tesisi

ABSTRACT

Because of the fact that the substantial growth in the population of the world and our country, the scarcity of clean water resources and the contamination of the existing resources are among the biggest problems of our age. For this reason, to prevent pollution and ensure the protection of water resources, wastewater must be treated and discharged to the receiving environment. The increase in the population in cities has led to the establishment of treatment plants for the treatment of wastewater due to the legal obligations and the pollution in receiving environments can no longer be postponed. In our country, approximately 85% of domestic wastewater is discharged into receiving environment through various processes in treatment plants. Wastewater treatment plants are working sites that contain many different type of hazard and risks at various numbers. One of these hazard and risks is the dangerous and hazardous gases that emerge during the work done in closed areas. In the recent years, if we look at the fatal accidents at the wastewater treatment plants in our country, it is observed that most of these deaths are caused by the poisonings during the work done in closed areas. Gas measurements were carried out periodically in the closed areas of two pretreatment plants and two advanced biological treatment plants which are located in the European side of Istanbul. According to measurement results, the presence of hydrogen sulfide and methane gases were determined in closed areas. It has been concluded that gas measurements should be made before entering the closed areas in the treatment plants and it should be started to work in closed areas after the necessary permissions and security measures are required. Preventive and limiting measures have been indicated in the works to be carried out in the closed areas in the wastewater treatment plants. Emergency planning should also be carried out according to accident scenarios likely to occur even if the necessary measures have been taken in closed area works. By providing exercises and trainings, employees should be informed according to these emergency scenarios.

Keywords: Dangerous Gases, Hazardous Gases, Closed Area, Occupational Health And Safety, Wastewater Treatment Plant

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmaları boyunca bana yön veren ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Müge ENSARİ ÖZAY'a, çalışmalar boyunca özellikle saha ölçümleri konusunda yardımları esirgemeyen iş güvenliği uzmanları Sn. Eyüp YILMAZ ve Sn. Sakine DAŐDAN'a teşekkürü bir borç bilirim.



BEYAN FORMU

Bu çalışmanın kendi tez çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

/ / 2019

Yakup KARAGÖZ



İÇİNDEKİLER

ÖZET	İ
ABSTRACT	İİ
TEŞEKKÜR	İİİ
BEYAN FORMU	İV
TABLolar DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
RESİMLER DİZİNİ	X
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Atıksuyun Özellikleri	3
2.1.1. Evsel Atıksuyun Fiziksel Özellikleri.....	3
2.1.2. Evsel Atıksuyun Kimyasal Özellikleri	3
2.1.3. Evsel Atıksuyun Biyolojik Özellikleri.....	5
2.2. Evsel Atıksu Arıtma Tesisleri	5
2.2.1. Birinci Kademe Arıtma (Fiziksel Arıtma)	6
2.2.2. İkinci Kademe Arıtma (Biyolojik Arıtma)	7
2.2.3. Üçüncü Kademe Arıtma (İleri Arıtma).....	9
2.3. Dünya, Türkiye ve İstanbul’da Atıksu Arıtımı	9
2.3.1. Dünyada Atıksu Arıtımı.....	9
2.3.2. Türkiye’de Atıksu Arıtımı.....	10
2.3.2. İstanbul’da Atıksu Arıtımı	12
2.4. Evsel Atıksu Arıtma Tesislerinde Kapalı Alan.....	13
2.4.1. Kaba Izgara	13
2.4.2. Giriş Terfi Merkezi	14

2.4.3. İnce Izgara.....	15
2.4.4. Vana Odaları ve Kuyular	15
2.4.5. Çamur Depolama Tankı.....	16
2.4.6. Çamur Çürütme Ünitesi	17
2.4.7. Gaz Depolama Tankı	17
2.5. Evsel Atıksu Arıtma Tesislerindeki Atmosferik Tehlikeler	18
2.5.1. Oksijen Yetersizliği	18
2.5.2. Tehlikeli ve Zararlı Gazlar.....	19
2.5.2.1. Hidrojen Sülfür (H ₂ S)	18
2.5.2.2. Metan (CH ₄).....	22
2.5.2.2. Karbonmonoksit (CO)	22
2.5.3. Gazların Maruziyet Sınır Değerleri	23
2.6. Gaz Algılama ve Güvenlik Sistemleri	26
2.6.1. Sabit Gaz Algılama Dedektörleri.....	26
2.6.2. Portatif Gaz Ölçüm Cihazları.....	28
2.6.3. Flaşör ve Siren	29
2.6.4. Havalandırma Sistemi.....	30
2.7. Evsel Atıksu Arıtma Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazaları	30
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	33
3.1. Çalışmanın Amacı.....	33
3.2. Çalışmanın Alanı	8
3.3. Çalışmanın Metodolojisi.....	34
4. BULGULAR.....	35
4.1. Anlık Yapılan Gaz Ölçüm Sonuçları	35
4.2. Sabit Gaz Dedektörleri Ölçüm Sonuçları	39
4.3. Gazların Oluşturduğu Riskler ve Alınması Gereken Önlemler	40

5. TARTIŞMA.....	43
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	46
6.1. Sonuç.....	46
6.2. Öneriler.....	47
7. KAYNAKLAR	49
EKLER.....	52
Ek 1. Gaz Ölçüm Formu.....	52
Ek 2. Kapalı Alan Giriş İzin Formu.....	53
Ek 3. Terfi Merkezlerinde Bulunması Gereken Gaz Algılama ve Güvenlik Ekipmanları... 54	
Ek 4. Terfi Merkezlerinde Havalandırma Sistemi Ekipmanları... ..	55
Ek 5. İSKİ Çalışma ve Veri Kullanımı İzin Belgesi.....	56
Ek 6. Özgeçmiş.....	57

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: Türkiye’deki Bazı Şehir Atıksularının Karakterizasyonu	4
Tablo 2: Kentsel Atıksu Arıtım Tesislerinden İkincil Arıtıma İlişkin Deşarj Limitleri...8	
Tablo 3: Avrupada Atıksu Arıtma Tesisi Oranları, (2015)	10
Tablo 4: Yıllar İtibariyle Türkiye’deki Atıksu Arıtma Tesisi Sayıları.....	11
Tablo 5: Havadaki Oksijen Konsantrasyonunun İnsan Vücutu Üzerine Etkileri.....	18
Tablo 6: Hidrojen Sülfür Konsantrasyonunun İnsan Sağlığına Etkileri.....	21
Tablo 7: Karbonmonoksit Gazı Konsantrasyonunun İnsan Sağlığına Etkileri	23
Tablo 8: Bazı Gazların IDHL Konsantrasyonları ve TWA ve STEL Değerleri	24
Tablo 9: Bazı Gazların Patlama Sınır Değerleri ve Özellikleri.....	25
Tablo 10: Programlı Teftişlerde Tespit Edilen Noksan Sayıları	31
Tablo 11: Anlık Gaz Ölçümleri Yapılan Kapalı Alanlar	35
Tablo 12: Ataköy İBAAT Anlık H ₂ S Gazı Ölçüm Sonuçları	36
Tablo 13: Ataköy İBAAT Anlık CH ₄ Gazı Ölçüm Sonuçları.....	36
Tablo 14: Ataköy İBAAT Anlık CO Gazı Ölçüm Sonuçları	37
Tablo 15: Ambarlı İBAAT Anlık H ₂ S Gazı Ölçüm Sonuçları.....	37
Tablo 16: Ambarlı İBAAT Anlık CH ₄ Gazı Ölçüm Sonuçları	38
Tablo 17: Ambarlı İBAAT Anlık CO Gazı Ölçüm Sonuçları	38
Tablo 18: Gazların Oluşturduğu Riskler ve Alınması Gereken Önlemler	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Genel Akış Şeması.....	6
Şekil 2: Yıllar İtibariyle Türkiye’deki Atıksu Arıtma Tesisi Sayıları	11
Şekil 3: Türkiye’deki Atıksu Arıtma Tesislerinin Türlerine Göre Dağılımı	12
Şekil 4: H ₂ S Gazının Aneorabik Şarlarda Oluşum Reaksiyonları.....	20
Şekil 5: Kanalizasyon Sisteminde Hidrojen Sülfür Oluşumu.....	20
Şekil 6: Terfi Merkezlerinde Gaz Algılama ve Güvenlik Sistemi.....	27
Şekil 7: Kanalizasyon İşlerinde Meydana Gelen İş Kazası Sayıları (2012-2017).....	32
Şekil 7: Gürpınar ve Ambarlı Terfi Merkezleri Metan Gazı Konsantrasyon Grafiği.....	39
Şekil 8: Gürpınar ve Ambarlı Terfi Merkezleri Hidrojen Sülfür Gazı Konsantrasyon Grafiği	40

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1: Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	5
Resim 2: Kaba Izgara Ünitesi.....	14
Resim 3: İnce Izgara Ünitesi	15
Resim 4: Havalandırma Ünitesi Vana Odası.....	16
Resim 5: Çamur Depolama Tankı	16
Resim 6: Çamur Çürütme Ünitesi	17
Resim 7: Gaz Depolama Tankları	17
Resim 8: Terfi Merkezi Sabit Hidrojen Sülfür Gazı Dedektörü	28
Resim 9: Portatif Gaz Ölçüm Cihazları.....	29
Resim 10: Ataköy İBAAT Çamur Ünitesinde Bulunan Flaşör Sistemi	29

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
BOİ₅	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
CSGB	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
CAS NO	Kimyasal Maddelerin Servis Kayıt Numarası
CE	Conformite Europeenne (Avrupa Uygunluğu)
CH₄	Metan
CO	Karbonmonoksit
EC NO	Enzim Komisyon Numarası
EPA	Environment Protection Agency (Avrupa Çevre Ajansı)
EUROSTAT	European Community Statistical Office (Avrupa İstatistik Ofisi)
H₂S	Hidrojen Sülfür
ILO	International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
IDLH	Hayati Tehlike Sınırı
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
İBAAT	İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
LEL	Alt Patlama Limiti
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health (Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü)
H₂S	Hidrojen Sülfür
OSHA	Safety and Health Agency (Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı)
PPM	PartsPer Million (milyonda bir birim)
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
TKN	Toplam Kjeldahl Azotu

TP	Toplam Fosfor
TLV-STEL	Eşik Sınır Değeri – Kısa Dönem Maruziyet Sınır Değeri
TLV-TWA	Eşik Sınır Değeri – Zaman Ağırlıklı Ortalama
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UEL	Üst Patlama Limiti



1. GİRİŞ

Su, yaşamın devam edebilmesi ve sürdürebilmesini sağlayan, buna karşılık kaynakları kısıtlı olan en önemli unsurdur. Yeryüzünde ki en küçük canlı organizmadan en büyük canlı varlığa kadar, bütün biyolojik yaşamın ve bütün insan faaliyetlerinin devam edebilmesi için temiz ve yeterli miktarda suya ihtiyaç vardır. Dünyadaki toplam su miktarı 1.4 milyar km³'tür. Bu suların %97.5'i okyanuslarda ve denizlerde tuzlu su olarak, %2.5'i ise nehir ve göllerde tatlı su olarak bulunmaktadır. DSİ'ye göre Türkiye'de ise brüt yer altı ve yer üstü yenilenebilir su potansiyeli 234 milyar m³olarak hesaplanmaktadır.

Dünyada da ve Türkiye de nüfusun ve sanayileşmenin hızlı artması bir taraftan su tüketim hızını artırırken, diğer taraftan da alıcı ortamların hızla kirlenmesine sebep olmaktadır. Doğadaki ekolojik dengenin bozulmasına sağlayan bu durumu önlemek için atıkları uzaklaştırmadan önce arıtma zorunluluğu doğmuştur. Atıksu arıtma tesisleri alıcı ortamda kirliliğin asgari seviyede tutulması ve önlenmesi açısından büyük önem arz etmektedir. Bu nedendir ki atıksuların arıtılması amacıyla inşa edilen ve işletmeye alınan evsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesislerinin sayısı son yıllarda büyük oranda artış göstermiştir.

Türkiye de atıksular Çevre Kanununa dayanılarak yayımlanan, "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği" ve "Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği" gereği kamu kurum ve kuruluşlar tarafından, mevzuat hükümleri doğrultusunda uygun yöntemlerle arıtılıp deşarj edilmektedir. Kentsel atıksu, evsel ya da evsel atıksuyun endüstriyel atıksu ve/veya yağmur suyu ile karışımı olarak tarif edilmektedir. Kentsel atıksuların arıtılması büyük şehirlerde büyükşehir belediyeleri su ve kanal idareleri; belediye ve mücavir alan sınırları içinde ise belediyelerin sorumluluğundadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016).

İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği'ne göre, atıksu arıtma tesislerinin işletilmesi çok tehlikeli sınıfta yer almaktadır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013). Atıksu arıtma tesisleri yapısı gereği birçok tehlikeyi barındırmakla beraber tehlikelerin getirdiği riskler ölümcül boyutlara ulaşabilmektedir. Bu risklerin en başında ise tehlikeli ve zararlı gazların ortaya çıkması gelmektedir. Atıksu arıtma tesislerinde meydana gelen ölümlü iş kazaları incelendiğinde en büyük nedenin, kapalı alanlarda oluşan ve biriken gazların çalışanlar tarafından inhalasyonudur. İşletmeye alınan kentsel atıksu arıtma tesislerinin sayısının her geçen yıl hızla artması ile

beraber bu sektördeki istihdamda hızlı bir şekilde artmaktadır. Bununla beraber atıksu arıtma tesislerinde çalışmaya başlayan çalışanların büyük çoğunluğu yeterli tecrübe ve bilgi birikimine sahip değildirler.

Bu tezin başlıca amacı; atıksu arıtma tesislerinde var olan bu tehlike ve risklerin boyutları hakkında tespitlerin yapılması, risklerin yok edilmesi ya da kabul edilebilir seviyeye düşürülmesini sağlamak için izlenecek yolları açıklamaktır. Bu Çalışma kapsamında İstanbul ili Avrupa yakasında yer alan ve İSKİ Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğunda işletilen iki farklı ileri biyolojik atıksu arıtma tesisinde yer alan 12 farklı kapalı alanda periyodik olarak gaz ölçümleri yapılmıştır. Yapılan bu ölçümler neticesinde kentsel atıksu arıtma tesislerinde farklı proseslerde yer alan kapalı alanlarda ortaya çıkabilecek tehlikeli ve zararlı gazların risk etmenlerini tespit etmek, yapılan ölçümler beraber gazların ortaya çıkma ihtimallerini araştırmak amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Atıksuyun Özellikleri

Atıksu, Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğinde; “evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucunda kirlenmiş veya özellikleri kısmen veya tamamen değişmiş sular ile maden ocakları ve cevher hazırlama tesislerinden kaynaklanan sular ve yapılaşmış kaplamalı ve kaplamasız şehir bölgelerinden cadde, otopark ve benzeri alanlardan yağışların yüzey veya yüzeyaltı akışa dönüşmesi sonucunda gelen sular” olarak tanımlanmaktadır. Evsel atıksular ise, Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliğinde; yaygın olarak yerleşim bölgelerinden ve çoğunlukla evsel faaliyetler ile insanların günlük yaşam faaliyetlerinin yer aldığı okul, hastane, otel gibi hizmet sektörlerinden kaynaklanan atıksular olarak tarif edilmektedir. Evsel atıksular fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri bakımından katagorize edilebilirler.

2.1.1. Evsel Atıksuyun Fiziksel Özellikleri

Taze, aerobik, evsel atıksuyun, gazyağı (kerosen) veya henüz yeni çapalanmış taze toprağa benzeyen kokusu bulunmaktadır. Bunun yanında beklemiş, septik atıksuyun ise koku alma hücrelerimizi daha fazla rahatsız edici özellikte olduğu bilinmektedir. Hidrojen sülfürün belirgin halde bulunan çürük yumurta kokusunu andıran koku ve merkaptanlar, septik atıksuyun varlığının göstergesidir (Davis M.L, 2015). Yeterli seviyede havalandırmanın bulunmadığı ortamda kalan evsel atıksular kısa bir zaman içinde septik hale gelmektedir. Atıksu sıcaklıkları normal olarak 10-20 °C arasındadır. Bunun nedeni evsel kullanımdan sıcak suların karışması ve binalardaki sıhhi tesisat sistemlerinin içindeki ısıtmalardır (Davis M.L, 2015).

Bir metreküp atıksu yaklaşık olarak 1 ton ağırlığında olup, yaklaşık 500 gram katı madde içermektedir. Katı maddelerin yarısı suda çözünebilir kalsiyum, sodyum tuzlarıyla çözülmüş organik bileşikler içerir. Kalan 250 gram ise çözünmez formdadır (Davis M.L, 2015).

2.1.2. Evsel Atıksuyun Kimyasal Özellikleri

Atıksu içerisindeki kimyasal bileşikler sınırsız sayıda oldukları için bileşenlerin genel bir sınıflandırma yapılmaları gerekmektedir. Bu sınıflar içerdikleri bileşiklerin

isimlerinden ziyade, ölçümlerinde kullanılan analitik prosedürlerin isimleriyle daha iyi bilinirler Bunlardan birisi Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ₅) testi olup diğeri Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) testidir. KOİ testi asidik ortamda güçlü bir oksitleme maddesi (potasyum dikromat) tarafından oksitlenen organik maddelerin oksijen değerini belirlemede kullanılır. Bir atığın KOİ değeri genel olarak BOİ₅'ten yüksektir.

Azot ve fosfor, evsel atıksuyun muhtevasında bulunan bakteriler için besin kaynağıdır. Atıksudaki azot ve fosfor arıtılmadan alıcı ortama deşarj edildiğinde hem oksijen tüketimine hem de organik kirliliğe neden olmaktadır. Toplam Kjeldahl Azotu (TKN) atıksu içerisindeki toplam organik ve amonyum azotunun toplamıdır. Fosfor ise, atıksu içerisinde birçok formda bulunabilir. Bunlar orto fosfatlar, polifosfatlar ve organik fosfottır. Bunların hepsi” Toplam Fosfor (P)” olarak bilinir (Davis M.L, 2015).

Tablo 1’de evsel atıksuların kimyasal özelliklerini göstermek adına 5 (beş) farklı şehirde ki (Ankara, Isparta, Antalya, Tarsus, İzmir) atıksu arıtma tesislerinden elde edilen uzun süreli ölçüm değerleri verilmiştir.

Tablo 1: Türkiye’deki bazı şehir atıksularının karakterizasyonu

Tesis	KOİ (mg/l)		BOİ (mg/l)		TKN (mg/l)		TP (mg/l)	
	Aralık	Ortalama	Aralık	Ortalama	Aralık	Ortalama	Aralık	Ortalama
İzmir Arıtma Tesisi	79-1154	424	80-540	202	16-97	41	2.52-27.6	7.68
Tarsus Arıtma Tesisi	100-1198	439	140-400	225	21-71	46	15-37	24
Antalya Arıtma Tesisi	35-704	386	30-475	252	9-50	27	1-14	6
Ankara Arıtma Tesisi	109-528	305	50-245	159	8-87	40	3.3-12.2	8.2
Isparta Arıtma Tesisi	184-976	423	150-450	251	-	-	-	-

(İtü dergisi / su kirlenmesi kontrolü, 2015)

2.1.3. Evsel Atıksuyun Biyolojik Özellikleri

Evsel atıksuların içeriğinde bulunan organizmalar fungi, protozoa, virüsler, bakteriler, kurtlar ve algler gibi mikroorganizmalardır. Evsel atıksulardaki mikroorganizmaların birçoğu insanlar ve hayvanlar için hastalık yapıcı özelliğe sahiptir. Koliform bakterisinin ortamda bulunması evsel atıksuyun varlığının göstergesidir.

2.2. Evsel Atıksu Arıtma Tesisleri

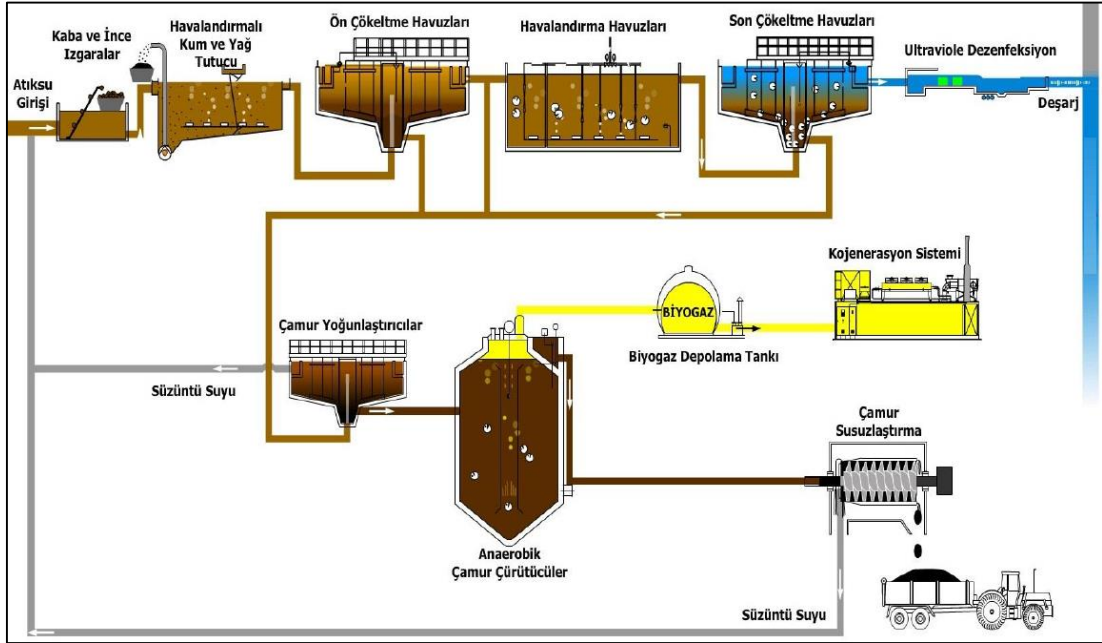
Evsel atıksuların arıtımı, atıksuyun deşarj edildikleri alıcı ortamın fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirmek, çevre ve atıksu mevzuatında belirlenmiş deşarj limitlerini sağlamak için uygulanan fiziksel kimyasal ve biyolojik proseslerin birini ya da birkaçını kapsamaktadır. Atıksu içindeki kirleticilerin uzaklaştırılmasını sağlamak için atıksu karakterine göre birinci kademe arıtma, ikinci kademe arıtma ve ileri arıtma yöntemleri kullanılır.

Resim 1: Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi



(iski 15.05.2019)

Evsel atıksu arıtma tesisleri genel olarak benzer proses yapılarına göre tasarımı yapılmakta olup, atıksuyun arıtım süreci, kullanılan makine ve ekipmanlar(pompa, ızgara, sıyırıcı vb.) değişmemektedir. Evsel atıksu arıtma tesisindeki atıksu arıtımını proses akış şeması şekil 1’de yer almaktadır.



Şekil 1: Evsel atıksu arıtma tesisi genel akış şeması
(emo 15.05.2019)

2.2.1. Birinci Kademe Arıtma (Fiziksel Arıtma)

Birincil kademe arıtma atıksuyun içinde bulunan askıda çökebilir veya yüzebilen maddelerin uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. Arıtma tesisine giren atıksuyun BOİ₅'inin en az %20 ve askıda katı maddelerin en az %50 oranında gideriminin sağlandığı fiziksel/mekanik ve/veya kimyasal işlem/işlemler ya da diğer işlemlerle arıtılmasını sağlayan proseslerden oluşan arıtma sistemidir. Fiziksel işlemlerden oluşan birinci kademe arıtma tesisleri “fiziksel arıtma” ve “ön arıtma” olarak adlandırılır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2010). Ön arıtma genellikle üç önemli fonksiyona hizmet etmektedir: arıtılmayan katı maddelerin uzaklaştırılması; sonraki arıtma ünitelerinin korunması ve arıtma ünitelerinin performansının iyileştirilmesi (Davis M.L, 2015). Birinci kademe arıtma üniteleri: kaba ve ince ızgara, döner elek, kum tutucu ve ön çökeltme havuzlarından oluşmaktadır.

Kaba Izgaralar: Evsel atıksu arıtma tesisinde yer alan ilk mekanik ünedir. İlk işlem olarak kaba ızgara sisteminin yapılması, bu noktadan sonraki ekipmanların korunması açısından büyük önem taşımaktadır. Kaba ızgaraların 30-50 mm arasında değişen çubuk aralarında tutulan iri parçalar sonraki mekanik ya da elle temizlenebilmektedir.

İnce Izgaralar Ön arıtma aracı olarak da kullanılan ince ızgaralar, sahip olduğu temizleme mekanizmaları sayesinde sudaki katı maddelerin diğer ünitelere geçmesini engeller. Bu katı maddeler değişik zamanlarda el değmeden temizlenerek katı madde konteynerlerinde tesis edilerek uygun depolama alanlarına dökülür. Izgaralarda tıkanmalardan dolayı yük kayıpları önemli mertebelere ulaşır. Bu nedenle ızgaraların periyodik olarak temizlenmesi gerekmektedir. İnce ızgaralar manuel veya mekanik olarak temizlenebilmektedir. Temizlik ya da bakım işleri esnasında işçiler ünite içinde ya da üzerinde çalışabilmektedir.

Kum Ve Yağ Tutucu Üniteler: Temel amaç 0.2 mm'den büyük kum tanelerinin tutulmasıdır (Şen, 2012). Atıksu arıtma tesisine gelen pissu içerisinde mevcut bulunan ve kolayca çökebilme özelliğine sahip çakıl, kum vb. gibi maddeler, boruların tıkanmasına, pompaların zarar görmesine, çamur çürütme tankların ile çökeltme havuzlarında tıkanmalara neden olabileceğinden dolayı bu tür maddeler kum ve yağ tutucular aracılığı ile uzaklaştırılır.

Ön Çökeltme Havuzları: Kaba organik ve inorganik maddelerden çoğu ızgara ve kum tutucularda alıkonulduktan sonra, organik esaslı ve büyük ölçüde kirletici karakterde olan geriye kalmış askıdaki katı maddelerin atıksudan uzaklaştırılması gerekmektedir. Ön çökeltme havuzunun başlıca amacı atıksuyu; çamur ve çökelmiş atıksu olmak üzere iki temel bileşene ayırmaktır (Şen, 2012).

2.2.2. İkinci Kademe Arıtma (Biyolojik Arıtma)

İkincil kademe arıtma atıksuyun içinde bulunan çözünmüş Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ) ile, birinci kademe berteraf edilemeyen katı maddelerin uzaklaştırılmasıdır. İkincil kademe arıtma tesisleri, kentsel atıksuların genellikle Tablo 2'deki şartlara uygun olacak şekilde ön çökeltim havuzu da olabilen biyolojik arıtma veya diğer proseslerle arıtılmasını sağlayan tesislerdir.

Tablo 2: Kentsel atıksu arıtım tesislerinden ikincil arıtıma ilişkin deşarj limitleri

Parametreler	Konsantrasyon (mg/l)	Minimum arıtma verimi (%)	Referans ölçüm metodu
Nitrifikasyonsuz ¹ Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (20°C’de BOİ ₅)	25	70-90 40 Madde 8 (c)	Homojen, filtre edilmemiş, çöktürmemiş ham örnek. Tamamen karanlık ortamda 20°C ±1°C’de beşgünlük inkübasyondan önce ve sonra çözünmüş oksijenin ölçülmesi. Bir nitrifikasyon inhibitörünün ilavesi
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	125	75	Homojen, filtre edilmemiş, çöktürmemiş ham örnek. potasyum dikromat yöntemi.
Toplam askıda katı madde (TAKM)	35 35 Madde 8 (c) (10000 E.N.’den fazla) 60 Madde 8 (c) (2000-10000E.N.)	90 90 Madde 8 (c) (10000 E.N.’den fazla) 70 Madde 8 (c) (2000-10000E.N.)	-Temsili örneğin 0,45 µm membran ile filtrasyonu. 105 °C’de kurutulması ve tartılması. - Temsili örneğin santrifüj edilmesi (ortalama 2800- 3200 g.lık ivme ile en az beş dakika kadar),105 °C’de kurutulması ve tartılması.

(Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği, 2016)

İkincil kademe arıtma “ biyolojik arıtma” olarak da adlandırılır. Biyolojik arıtma, atıksuda bulunan organik kirleticilerin, mikroorganizmalar tarafından besin ve enerji kaynağı olarak kullanılmak suretiyle atıksudan uzaklaştırılmaları esasına dayanmaktadır. Biyolojik arıtmada kullanılan en yaygın yöntem aktif çamur sistemleridir. Bu sistem organik kirliliğın, askıda tutulan mikroorganizmalar (heterotrofik bakteriler) yardımıyla giderildiği bir arıtma metodudur (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2010). İkinci kademe arıtma üniteleri: havalandırma havuzları ve son çöktürme havuzlarından oluşmaktadır.

Oksidasyon Hendeği (Havalandırma Havuzu): Oksidasyon hendekleri dairesel ya da oval şekilli hendekler olup mekanik yöntemlerle (rotor ya da yüzey havalandırıcı) havalandırılırlar. Izgaradan geçirilerek veya çöktürülerek katılardan arındırılmış atıksu hendek içinde 0.3-0.4 m/s yatay hızla hareket ederken havalandırılarak sistemdeki mikroorganizmalar tarafından arıtılır.

Son Çökeltme Havuzu: Son çökeltme havuzunun tasarımının yanlış yapılması veya iyi işletilememesi sebebiyle çıkış suyu kalitesi düşük olabilir. İstenen arıtım derecesine ulaşabilmek, havalandırma tankında yeterli çamur konsantrasyonunu tutabilmek için son çökeltme tanklarından çamur geri dönüşü yapılmaktadır (Şen, 2012).

2.2.3. Üçüncü Kademe Arıtma (İleri Arıtma)

İkinci kademe arıtma, atıkların BOİ'sini, katı madde ve patojenik mikroorganizmaları önemli miktarda azaltmasına rağmen ağır metal, azot ve fosfor konsantrasyonlarını az etkilemektedir. Üçüncü kademe arıtma atıksuyun içinde bulunan bu tür kirleticileri uzaklaştırmayı hedefleyen sistemlerdir. Esas olarak, ileri atıksu arıtma teknolojileri, suyu yeniden kullanma amacıyla uygulanan yöntemlerdir. Üçüncü kademe arıtma: kimyasal çöktürme, granüler filtrasyon, membran filtrasyon ve karbon adsorbsiyonu uygulamalarıdır (Davis M.L, 2015).

2.3. Dünya, Türkiye ve İstanbul'da Atıksu Arıtımı

2.3.1. Dünyada Atıksu Arıtımı

Nüfus artışı ve endüstrileşme ile birlikte gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde atıksuların arıtılması büyük önem kazanmıştır. Dünya da modern manada ilk atıksu tesisi, 1842 yılında Hamburg'da inşaa edilmiştir. 1855 yılında Chicago'da, ilk kanalizasyonun yapımına başlanmıştır. Tasfiye tesislerinin inşaaı ise 1870 yılından sonradır. 20. yüzyıl başlarından itibaren atıksu tesisleri hızla artış göstermiştir (Muslu, 2000).

Avrupada atıksuların kanalizasyon sisteminde toplanma oranı bölgesel olarak farklılık göstermekle beraber arıtma teknolojisi olarak en yaygın kullanılan ileri arıtma yöntemleridir. Orta Avrupada atıksuların % 88.6'sı arıtma tesislerinde arıtılırken bu oran Güney Doğu Avrupa ülkelerinde % 59.67 seviyelerindedir. Tablo 3'te Avrupa kuzey, orta, güney, doğu ve güney doğu Avrupa olarak gruplandırılarak kullandıkları arıtma yöntemleri gösterilmiştir. Orta Avrupada atıksuların % 80'si ileri arıtma tesislerinde arıtılırken, Güney Avrupada atıksuların yarısından fazlası, Doğu Avrupa'daki atıksuların % 60'ından fazlası ileri arıtma tesislerinde arıtılmakta olduğu görülmektedir (European Environmental Agency, 2018).

Tablo 3: Avrupada atıksu arıtma tesisi oranları, (2015)

Bölge	Fiziksel Arıtma(%)	Biyolojik Arıtma(%)	İleri Arıtma(%)
Kuzey Avrupa	5.6	2.3	77
Orta Avrupa	0	16.5	80.1
Güney Avrupa	2.2	21.3	53.4
Doğu Avrupa	0.2	13.6	60.6
Güney Doğu Avrupa	16.27	22.8	20.6

(European Environmental Agency, 2018)

2.3.2. Türkiye’de Atıksu Arıtımı

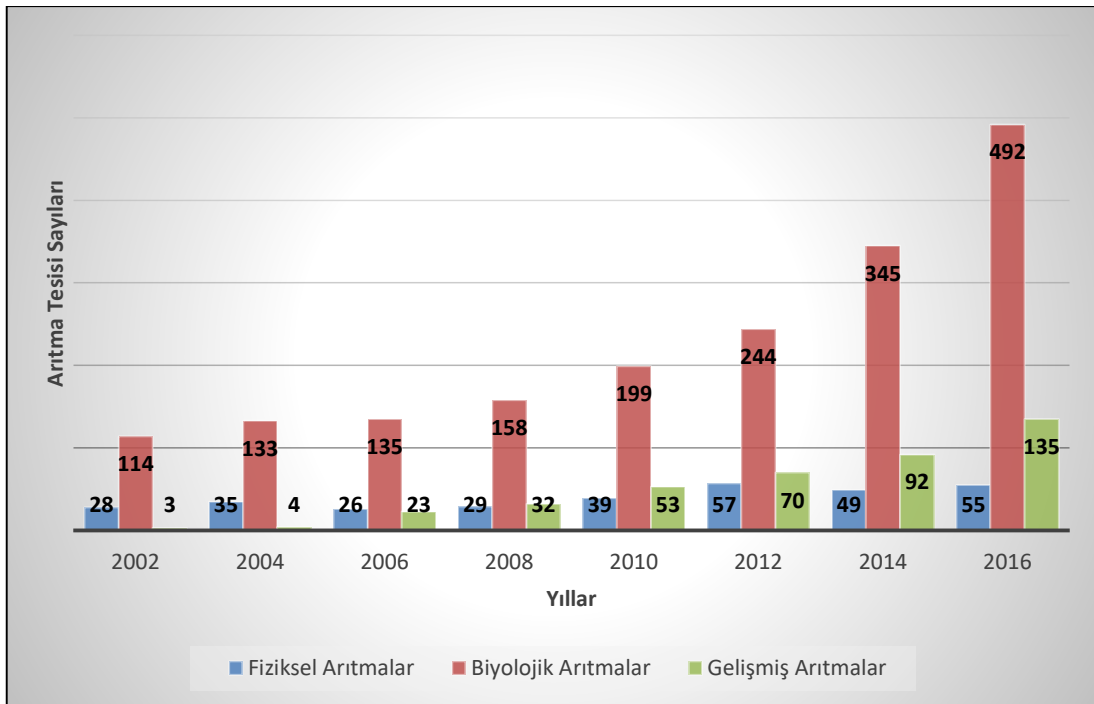
Kentsel atık suların arıtılması büyük şehirlerde büyükşehir belediyeleri su ve kanal idareleri; belediye ve mücavir alan sınırları içinde ise belediyelerin sorumluluğundadır. Nüfus artışı ve sanayileşmenin yaygınlaşması atıksu miktarını artırırken yürürlüğe giren çevre yasaların etkisiyle beraber atıksu arıtma tesislerinin sayısı da artmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2001 yılında 2 497 657 m³ atıksu oluşurken, 2016 yılına gelindiğinde ise oluşan atıksu miktarı 4 484 075 m³’e çıkmıştır. Yine Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, 2001 yılında 126 atıksu arıtma tesisi ile atıksuların %52.5’i arıtılıyordu, 2016 yılında 682 atıksu arıtma tesisi ile atıksuların 85.7’i arıtılır duruma gelmiştir. 2002-2016 yılları arasında Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Türkiye’de uygulanan kentsel arıtma tesislerinin türü, miktarı ve yıllara göre dağılımı Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4: Yıllar itibariyle Türkiye’deki atıksu arıtma tesisi sayıları

Yıllar	Fiziksel Arıtmalar	Biyolojik Arıtmalar	İleri Arıtmalar
2002	28	114	3
2004	35	133	4
2006	26	135	23
2008	29	158	32
2010	39	199	53
2012	57	244	70
2014	49	345	92
2016	55	492	135

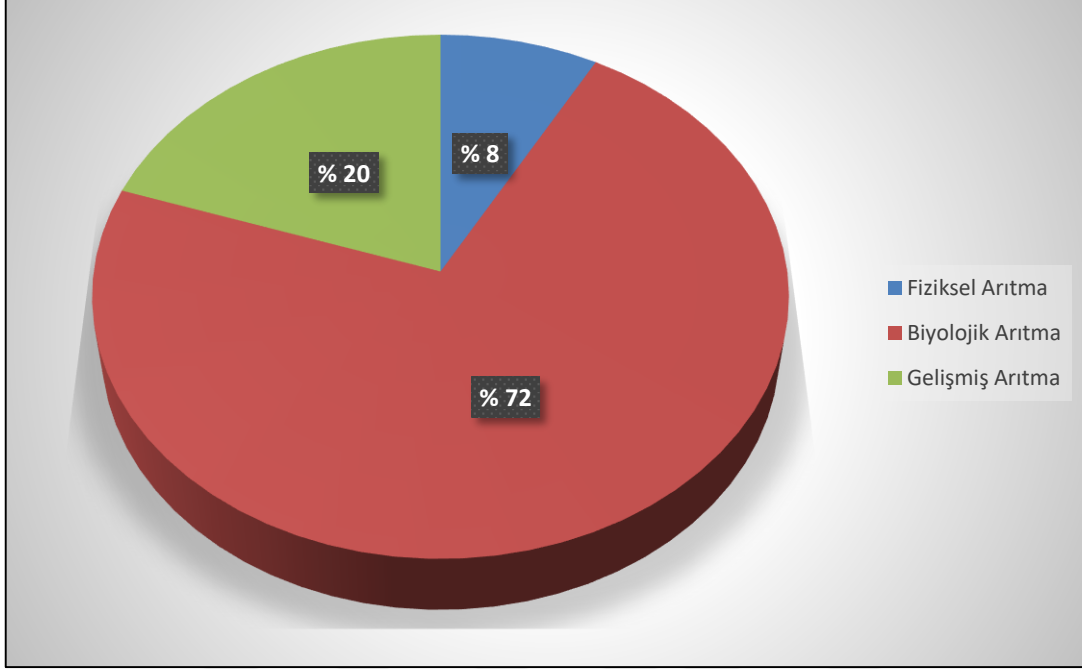
(tuik 15.05.2019)

Bu veriler incelendiğinde Türkiye’de 2002-2016 yılları arasında kentsel atıksu arıtma tesislerinin sayısında büyük oranda artış olduğu görülmektedir. Türkiyede ileri arıtma teknolojilerinin kullanımı 2001 yılından itibaren başlamıştır. Şekil 2’ye bakıldığı zaman gelişmiş(ileri) arıtma tesislerinin sayısının 45 kat artarak 135 olduğu görülmektedir.



Şekil 2: Yıllar itibariyle Türkiye’deki atıksu arıtma tesisi sayıları

2016 yılına ait TÜİK verilerine göre hazırlanan Şekil 3'te ki grafikte mevcut kentsel atıksu arıtma tesislerinin % 72'sinin biyolojik arıtmalar, % 20'sinin ileri arıtmalar, % 8'sinin ise fiziksel arıtmalardan oluştuğu görülmektedir.



Şekil 3: Türkiye'deki atıksu arıtma tesislerinin türlerine göre dağılımı, 2016

2.3.3. İstanbul'da Atıksu Arıtımı

İstanbul, 15 milyon üzerinde nüfusu ve 5453 km²'lik yüzölçümü dünyanın en büyük kentleri arasında yerini almaktadır. İstanbul'un genelinde her gün yaklaşık olarak 2 milyon m³ su tüketilmektedir. Şehrin temiz su ihtiyacını karşılamının yanı sıra temiz bir çevre sunmak için de atık sular kanalizasyon sistemi(atıksu şebekesi, kolektör, tünel) vasıtasıyla atıksu arıtma tesislerine taşınarak bertaraf edilmektedir. İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) sorumluluğunda işletilmekte olan toplam 5 612 260 m³ /gün kapasiteli 88 adet atık su arıtma tesisi bulunmaktadır. İstanbul'da mevcut tesislerin 9 tanesi ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi, 9 tanesi ön arıtma tesisi geriye kalan 70 tanesi biyolojik arıtma tesisleri ile biyolojik köy arıtma tesisleridir.

2.4. Evsel Atıksu Arıtma Tesislerinde Kapalı Alan

ABD İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği İdaresi (OSHA) herhangi birinin giriş ve çıkışı için sınırlandırılmış, çalışanların girip çalışacağı kadar geniş ancak çalışanlar tarafından sürekli kalmaya uygun olmayan yasaklı alan tanımını yapmıştır. Bu yapılar, toksik ve patlayıcı gazların birikim potansiyellerinden dolayı birinci derecede güvenlik tehdidi oluştururlar (Marcy, M.S, 1980).

Kapalı alan, tamamen veya kısmen kapatılmış sınırlı bir hacmi olan, içerisinde sınırlı miktarda hava bulunan, giriş ve çıkışı sınırlı olup sürekli olarak çalışma için tasarlanmamış olan alanlar olarak tarif edilmektedir. Evsel atıksu arıtma tesislerinde kapalı alanlar iki kategoriye ayrılabilirler:

1) Doğal hava hareketlerini kısıtlayan, kenarları çevrelenmiş üstü açık yerler: derin ama boş sayılabilecek havuzlar, kazılmış çukurlar, terfi istasyonları, pompa merkezleri.

2) Giriş ve çıkışı kısıtlı olan sistemler: atık su arıtma tesislerindeki ızgaraların bulunduğu giriş üniteleri, atık su borularının geçtiği vana odaları, çamur susuzlaştırma üniteleri, çamur geri devir pompa üniteleri, bakım veya temizlik amacıyla boşaltılan havalandırma, çökeltme, çamur yoğunlaştırma havuzları kapalı alanlar olarak değerlendirilebilir. Bu alanlarda yapılacak çalışmalarda gerekli önlemlerin alınması gereken kapalı alanlardır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2014).

2.4.1. Kaba Izgara

Kaba ızgaralar koruyucu ekipman kapsamında tesisin ilk ünitesini oluşturmaktadır. Atık su içinde bulunan ve uzaklaştırılmadıkları takdirde, ızgaradan sonraki ünitelerde (pompa vb.) tıkanmalara yol açabilecek büyüklükte olan katı maddelerin ayrılması için kullanılır. Izgaralar mekanik olarak veya elle temizlenebilmektedir (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2014). Görevli personeller temizlik ya da bakım işleri esnasında ünite içine girip çalışabilmektedir.

Resim 2: Kaba ızgara ünitesi



2.4.2. Giriş Terfi Merkezi

Tesise kanalizasyon ya da kollektör hatlarıyla düşük kotlardan gelen atıksuyun tesis giriş seviyesine taşınabilmesi maksadıyla pompalarının kullanıldığı ünedir. Pompa sayıları tesis tasarımına ve kapasitesine göre değişmekte, 3+1, 4+1, 5+1 olmak üzere yedekli olarak çalışmaktadır. Bu pompalar atıksu için üretilmiş dalgıç tip pompalardır. Her bir pompadan gelen basma hattı ana kollektörde birleşir ve atıksu ana kolektörden geçerek bir sonraki üniteye ulaşır. Pompalar periyodik olarak hazneden çıkarılır, temizlik ve bakımları yapılır (http://www.emo.org.tr/ekler/6b5b453f6a153e4_ek.pdf?dergi=4).

Özellikle terfi merkezlerinde ıslak tip pompa istasyonlarında pompalar atık suyun toplandığı haznenin içerisinde olduğu için pompalarda herhangi bir arıza olması durumunda veya bakım çalışmalarında atık su haznesine giriş yapılması gerekebilmektedir. Ayrıca belirli aralıklarda atık su haznesinin dibinde biriken çamurun temizlenmesi gerekmektedir. Temizlik işlemi genellikle vidanjörler ve kombine araçlarla yapılmakta ancak nadiren de olsa temizlik işlemi sırasında çalışanların hazneye girişi gerekebilmektedir. Bu alanlara girişlerde kapalı alanlarda güvenli çalışma ile ilgili önlemler alınmalıdır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2014).

2.4.3. İnce Izgara

Kaba ızgaradan geçen katı maddelerin uzaklaştırılması için kullanılan ünedir. İnce ızgaraların çubuk aralığı kaba ızgaraya göre daha azdır. Temizlik ya da bakım işleri esnasında ünite içinde ya da üzerinde görevli personel çalışabilmektedir.

Resim 3: İnce ızgara ünitesi



2.4.4. Vana Odaları ve Kuyular

Vana odaları, vana ve diğer ekipmanların içine yerleştirildiği derin kuyulardır. Manuel olarak müdahale gerektiren durumlarda oda içine girip çalışabilmektedir. Vana odaları ve kuyular ıslak ve kuru tip olmak üzere iki farklı yapıda olabilmektedir. Bu alanlara girmeden önce muhakkak portatif gaz ölçüm cihazları ile ölçüm yapılmalıdır.

Resim 4: Havalandırma ünitesi vana odası



2.4.5. Çamur Depolama Tankı

Ön çöktürme havuzlarından gelen ve çamur yoğunlaştırıcılardan geçen ham çamurun toplandığı depo tanklarıdır. Bu alanda katı madde oranı yükseltilebilir çamur pompaları ile çamur çürütme tankları pompalanmaktadır.

Resim 5: Çamur depolama tankı



2.4.6. Çamur ürütme Ünitesi

Çamur depo tanklarından yoğunlaştırılmış vaziyette gelen çamur ve ön arıtma ünitelerinden çıkan çamurun stabilize edildiği ünite dir. Bu ünite de ayrıca biyogaz elde edilebilmektedir.

Resim 6: Çamur ürütme ünitesi



2.4.7. Gaz Depolama Tankı

ürütücülerde elde edilen biyogaz, gaz depolama tanklarında depolanır. ürütücülerde oluşan biyogaz (metan) gaz jeneratörlerinde yakılarak elektrik ve ısı enerjisi elde edilmektedir. Digester gaz hattındaki ve gaz balonlarındaki fazla gaz, kontrollü bir şekilde gaz çakmağı (flare) ile yakılarak sistemden uzaklaştırılır.

Resim 7: Gaz depolama tankları



2.5. Evsel Atıksu Arıtma Tesislerindeki Atmosferik Tehlikeler

2.5.1. Oksijen Yetersizliği

Oksijen yetersizliği, kimyasal veya biyolojik reaksiyonların kapalı alanlarda oksijeni tüketmesinden veya yer değiştirmesi nedeniyle azaltılmasından meydana gelir. Kapalı alanlardaki oksijen yetersizliğinden dolayı ortaya çıkan sonuçlar ve bunların insan sağlığına etkileri Tablo '5 te verilmiştir.

Tablo 5: Havadaki oksijen konsantrasyonunun insan vücudu üzerine etkileri ve fizyolojik belirtileri

Oksijen Seviyesi (%)	Etkileri
23.5	Oksijence zengin ortam
21	Havadaki normal oksijen konsantrasyonu
19.5	En düşük güvenli düzey
15-19	Oksijensiz kalmanın ilk belirtileri, çalışma yeteneğinde azalma, kişilerde kalp, akciğer ve dolaşım problemleriyle ilgili belirtilerin ortaya çıkması.
12-15	Solunumun hızlanması, nabzın yükselmesi, kas koordinasyonu ve anlama-karar verme yeteneğinin azalması.
10-12	Solunum hızı ve derinliğinin daha da artması, zayıf karar verme yeteneği ile dudakların mavileşmesi.
8-10	Zihin bozukluğu, bayılma, bilinç kaybı, kül rengi yüz, mavi dudaklar, baş dönmesi, kusma ve hareket edememe.
6-8	Altı dakika → Ölüm olasılığı, %50 Sekiz dakika → Ölüm olasılığı, %100

(Kaynak: Azot ve Katalizör İşlerinde Tehlikeler, ABD Kimya Mühendisleri Enstitüsü, 2004)

Oksijen yetersizliği ani bir şekilde bilinç kaybına ve ölüme sebep olabilmektedir. Oksijen yetersizliği bütün kapalı alanlarda meydana gelebilmesinden dolayı dikkat edilmesi gereken en önemli unsurlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.5.2. Tehlikeli ve Zararlı Gazlar

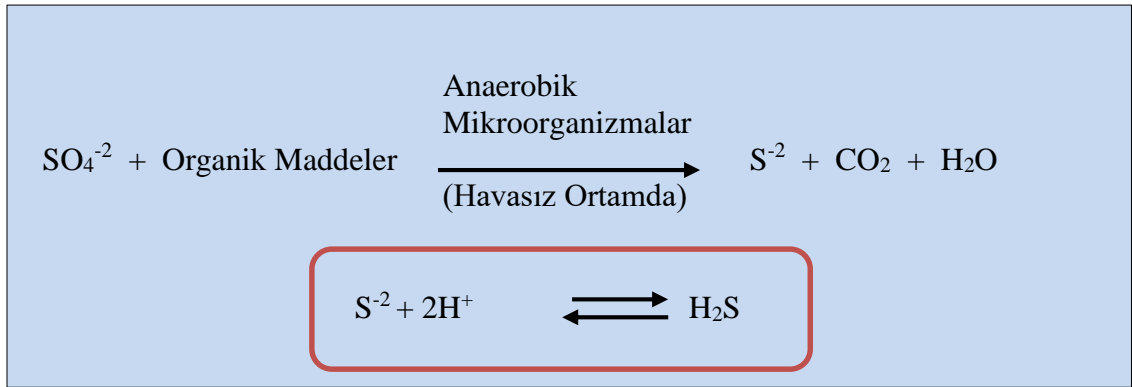
Atık su arıtma tesisleri ünitelerinde; kaba ızgara, giriş terfi merkezi, ince ızgara, çökeltme havuzları, havalandırma havuzları, çamur çürütme ünitesi gibi bölümlere ait ortamlarda; hidrojen sülfür (H_2S), metan (CH_4) ve karbonmonoksit (CO) gibi tehlikeli ve zararlı gazlar ortaya çıkabilmektedir.

2.5.2.1. Hidrojen Sülfür (H_2S)

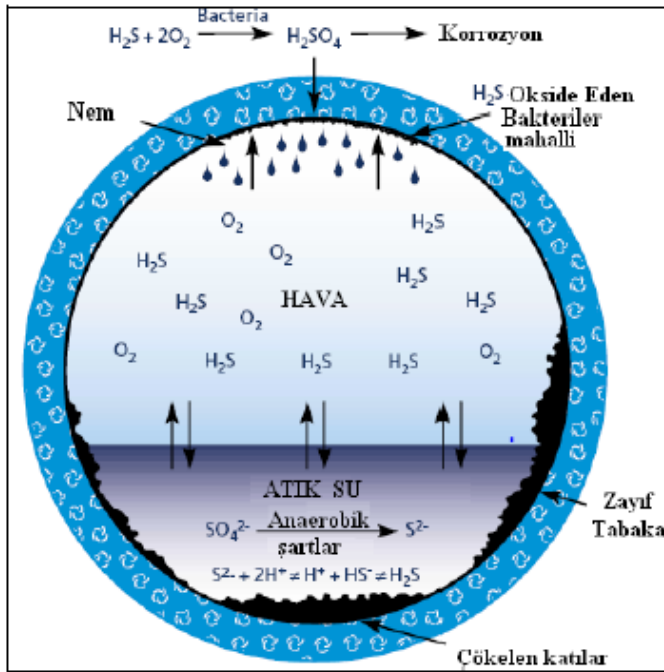
Sülfür bileşikleri hidrojen sülfür (H_2S), organik sülfürler ve merkaptanlardır. Hidrojen sülfür normal şartlar altında renksiz bir gazdır. Hidrojen sülfür gazı çok zehirli, uçucu, renksiz ve yanıcı bir maddedir. Hidrojen sülfür gazı havadan %20 daha ağırdır. Dolayısıyla yeterli havalandırmanın olmadığı kuşatılmış yerlerde ve zemindeki çukurlarda birikir ve bu nedenle dibe çöker. Ortamdaki hidrojen sülfür konsantrasyonu %4.3 - %46 ulaştığında patlama olur. 20 °C sıcaklıkta hidrojen sülfürün saf sudaki çözünürlüğü 2.7 litre H_2S/L havadır. Su sıcaklığının bir derece artışı ile hidrojen sülfürün sudaki çözünürlüğü %2.5 azalır. Kanal, çukur, hazne ve benzeri bölgelerde birikerek tehlike yaratır. Özellikle sakin havalarda kirliliğin olduğu yerlerde yoğun hidrojen sülfür gazı birikmesi olur (Kara, 2007).

Evsel atıksu içinde sülfat konsantrasyonu 20 - 100 mg/l arasında değişir. Atık su içinde bulunan sülfat (SO_4^{2-}), anaerobik (havasız ortamda) şartlarda (oksijen ve nitrat yokluğunda) sülfat indirgeyen bakteriler yardımıyla biyokimyasal reaksiyon için oksijen kaynağı olarak sülfattaki oksijeni kullanarak sülfüre dönüşür. Sülfür iyonu ortamdaki hidrojen iyonu ile reaksiyona girerek hidrojen sülfür gazı oluşur. Bu reaksiyonlar yaz aylarında daha hızlı gerçekleşir. Atık sularda biyokimyasal reaksiyonlar sıcaklıkla artmaktadır. Özellikle atık suların derelere ve açık kanallara verildiği yerler ile kanalizasyonlarda türbülans artışından ve yaz aylarında hidrojen sülfürün sudaki çözünürlüğü azaldığından dolayı ciddi koku kirliliği problemi oluşur (Öztürk, 2017).

Atık su içinde bulunan sülfatın anaerobik şartlarda sülfat indirgeyici bakteriler tarafından hidrojen sülfüre dönüşümü Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 4: H₂S gazının aneorabik şartlarda oluşum reaksiyonları (Sawyer vd, 2003, Boston).



Şekil 5: Kanalizasyon sisteminde hidrojen sülfür oluşumu (Sawyer vd, 2003, Boston).

Temiz havada 0,1-0,2 ppb arasında hidrojen sülfür bulunur. Standartlara göre havadaki hidrojen sülfür konsantrasyonu yıllık ortalama olarak 0,05 ppm'i ve saatlik ortalama olarak ise 0,125 ppm'i geçmemelidir (Öztürk, 2017).

Hidrojen sülfür geniş aralıkta zehirlenme etkisine sahiptir. Özellikle sinir sistemi üzerinde çok etkilidir. Hidrojen sülfür mitochondrial cytochrome enzimlerindeki demirle kompleks bağ oluşturur. Böylece cellular solunuma bağlanarak ve durdurularak, oksijen bloke edilir. Birkaç soluk almadan sonra bilinç kaybı olur ve ölüm gerçekleşir (Öztürk, 2017).

Hidrojen sülfür ile kirlenmiş hava bulunduğu zaman hidrojen sülfür kırmızı kan pigmentini değiştirir. Kan rengini kahverenginden zeytin rengine dönüştürür. Oksijen taşınmasını engeller. Kişi derhal boğulur (Öztürk, 2006). Hidrojen sülfür konsantrasyonunun insan sağlığına etkileri Tablo 6' da verilmiştir.

Tablo 6: Hidrojen sülfür konsantrasyonunun insan sağlığına etkileri

Konsantrasyon (ppm)	Etkileri
0,01-1,5	Çürük yumurta kokusu olarak hissedilmeye başlanır.
2-5	Çevrede ciddi şekilde hissedilmeye başlanır. Uzun süreli maruz kalma halinde mide bulantısı, gözlerde yaşarma ve baş ağrısına neden olur.
20	Yorgunluk, iştahsızlık, baş ağrısı, sinirlilik, baş dönmesine neden olur.
50-100	Göz tahribatlarına neden olur. Sindirim rahatsızlığına ve iştah kaybına da neden olabilir.
100-150	Koku duyu sistemi tahribata uğrar ve koku algılanmaz.
200-300	Bir saat içinde solunum yolunda belirgin şekilde tahriş oluşur. Uzun süreli maruz kalmalarda akciğerde ödem ortaya çıkabilir.
500-700	30 dakika bir icinde gözlere ciddi hasar verir. 30-60 dakika sonra ölüm meydana gelir.
700-1000	Bilinç kaybı oluşur, solunum dengesi bozulur.
> 1000	Ani ölüm meydana gelir.

(osha 15.05.2019)

2.5.2.2. Metan (CH₄)

Bozunmakta olan olan karbonlu maddelerden ve maden çalışmaları sırasında açığa çıkan, şiddetli patlamalara neden olabilen, renksiz, kokusuz, hafadan hafif, yanıcı ve boğucu niteliklere sahip bir gazdır. Matan gazı zehirli olmamasına rağmen asıl tehlikesi patlama özelliğidir. Alt patlama limiti (LEL) %5 olan metanın üst patlama limiti (UEL) %15'dir. Genel itibariyle çok kararlı yapıda olan madde olmasına rağmen yüzde 5-15'lik karışımlarında şiddetle patlayabilir. Yüksek konsantrasyonlara ulaştığı ortamlarda oksijen oranını düşürmesi nedeniyle ortamda boğucu özellik göstermektedir.

Metan gazı havadan hafif olduğundan kapalı ortamlarda tavana yakın bölgelere toplanır. Çukur, kuyu gibi üzeri açık yerlerde de metan yoğunlaşması olabilmektedir.

2.5.2.3. Karbonmonoksit (CO)

Karbonmonoksit (CO) renksiz, kokusuz, tatsız ve iritan olmayan bir gazdır. CO, karbon kaynaklı yakıtların iyi yanmaması sonucu ortaya çıkar, akut ve kronik zehirlenmelere neden olabilir (Kandış ve Ark., 2009). Motorlu araç egzoz gazları, yangınlardan kaynaklanan dumanlar, gaz gücüyle çalışan motorlar, orman yangınları ve metilen klorür içeren boyalar en yaygın CO kaynaklarıdır. CO havadan ağır bir gaz olup, iyi havalandırılan kapalı ortamlarda bile hızlı bir şekilde birikebilir.

Karbonmonoksit gazı solunduktan sonra akciğerler yardımıyla kana geçmektedir. Kanda bulunan ve oksijen taşıma yapan hemoglobine oksijene göre 200 kat daha hızlı bağlanır. Böylelikle karbonmonoksit hemoglobinle birleşerek karboksihemoglobin (COHb) oluşturur. Kan bu sebepten dokulara yeterli miktarda oksijen taşıyamaz. Karbonmonoksit zehirlenmesine maruz kalan kişide baş ağrısı, bulantı, halsizlik, baş dönmesi, zihinsel karışıklık, halüsinasyonlar görülmekte yüksek konsantrasyonlara maruz kalınması halinde ise ölümlere neden olmaktadır.

CO içeren hava solunduğunda kan yoluyla CO alım hızı, dinlenme ve ağır iş arasında 3 ila 6 kat artar. Alım hızı ayrıca oksijen kısmi basıncından ve rakımdan da etkilenmektedir. Karbonmonoksit gazının insan sağlığına etkileri Tablo 7' de verilmiştir.

Tablo 7: Karbonmonoksit gazı konsantrasyonunun insan sağlığı etkileri

Konsantrasyon (ppm)	Etkileri
70	Yüksek eforda nefes darlığı.
120	Orta derecede eforla nefes darlığı.
220	Kararlı baş ağrısı, sinirlilik, kolay yorulma; rahatsız yargı, olası baş dönmesi, görme azlığı.
350-520	Baş ağrısı, karışıklık, çöküş, eforla bayılma.
800-1220	Bilinç kaybı, solunum yetmezliği, maruz kalma uzun sürmesi halinde ölüm.
1950	Kısa sürede ölüm.

(osha 15.05.2019)

2.5.3. Gazların Maruziyet Sınır Değerleri

Kapalı alanlarda ortaya çıkan tehlikeli ve zararlı gazlar insan üzerinde çok ciddi akut veya kronik etkilere neden olabilmektedir. Bu sebeple çalışma ortamlarında ortaya çıkan gazların konsantrasyonlarının sınır değerleri bilinmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Amerikan Resmi Endüstriyel Hijyenistler Birliği (ACGIH) ve Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü (NIOSH) tarafından belirlenen bu değerler zehirlenme olaylarında yol gösterici olmaktadır. Buna göre;

TLV-TWA(Zaman Ağırlıklı Ortalama): Günlük 8 saatlik belirlenen referans süre içinde ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama değerdir.

TLV-STEL(Kısa Dönem Maruziyet Sınırı): 15 dakikalık süre içindeki aşılmaması gereken maruziyet üst sınır değeridir.

IDLH(Hayati Tehlike Sınırı): Kesinlikle aşılmaması gereken hayati tehlike arz eden sınır değeridir.

Amerika Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü (NIOSH) ve Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelikte yer belirlenmiş olan sınır değerler Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8: Bazı Gazların IDHL konsantrasyonları ve ulusal mevzuattaki TWA ve STEL Değerleri

Maddenin Adı	ABD NIOSH Verileri		Ulusal Mevzuat Değerleri			
	(IDLH)		TWA (8 saat)		STEL (15 Dak.)	
	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm
Hidrojen Sülfür (H ₂ S)	-	100	7	5	14	10
Metan (CH ₄)	-	-	-	-	-	-
Karbonmonoksit (CO)	-	1200	-	-	-	-

(resmi gazete 15.05.2019)

Tablo 9’da hidrojen sülfür (H₂S), metan (CH₄) ve karbonmonoksit (CO) gazlarının fiziksel özellikleri, patlama aralığı ve zararlılık ifadeleri verilmiştir.

Tablo 9: Bazı Gazların Patlama Sınır Değerleri ve Özellikleri

Maddenin Adı	Hidrojen Sülfür (H ₂ S)	Metan (CH ₄)	Karbonmonoksit (CO)
EC No	231-977-3	200-812-7	211-128-3
CAS No	7783-06-4	74-82-8	630-08-0
Patlama Aralığı (%)	4.3-46	5.3-13.9	12.5-74.2
Yoğunluk	Havadan ağır	Havadan hafif	Havadan hafif
Özellikleri	Zehirli, uçucu, renksiz ve yanıcı bir gazdır. Çürük yumurta kokusundadır. Arıtma kanallarının, çukurların, kuyuların dibinde birikir.	Renksiz, kokusuz, yanıcı ve boğucu bir gazdır. Kapalı ortamlarda tavana yakın yerlerde birikir.	Renksiz, kokusuz ve boğucu bir gazdır.
Zararlılık İfadesi	H220: Çok kolay alevlenir gaz. H330: Solunması halinde öldürücüdür. H400: Sucul ortamda çok toksiktir.	H220: Çok kolay alevlenir gaz.	H220: Çok kolay alevlenir gaz. H360D: Doğmamış çocukta hasara yol açabilir. H331: Solunması halinde toksiktir. H372: Uzun süreli veya tekrarlı maruz kalma sonucu organlarda hasara yol açar.

(osha 15.05.2019)
(mevzuat 15.05.2019)

2.6. Gaz Algılama ve Güvenlik Sistemleri

Kentsel Atıksu arıtma tesislerinde, toksik etkiye sahip ya da patlayıcı özelliği olan ve tedbir alınması gereken gazlar açığa çıkabilmektedir. Çalışma ortamında ortaya çıkabilecek olan gazların tespiti iş sağlığı ve güvenliği açısından büyük önem arz etmektedir. 12 Ağustos 2013 tarihinde Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından yayınlanan 28733 sayılı Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliğin'de “İşveren, çalışanların sağlığı için risk oluşturabilecek kimyasal maddelerin düzenli olarak ölçümünün ve analizinin yapılmasını sağlar. İşyerinde çalışanların kimyasal maddelere maruziyetini etkileyebilecek koşullarda herhangi bir değişiklik olduğunda bu ölçümler tekrarlanır. Ölçüm sonuçları, bu Yönetmelik eklerinde belirtilen mesleki maruziyet sınır değerleri dikkate alınarak değerlendirilir.” denilmektedir. İşveren toksik, patlayıcı gibi özelliklere sahip gazların tespit ve takibini yapabilmek, çalışanın sağlığı ve işletmenin güvenliği korumak için gaz algılama ve güvenlik sistemlerinin teşkil edilmesi gerekmektedir.

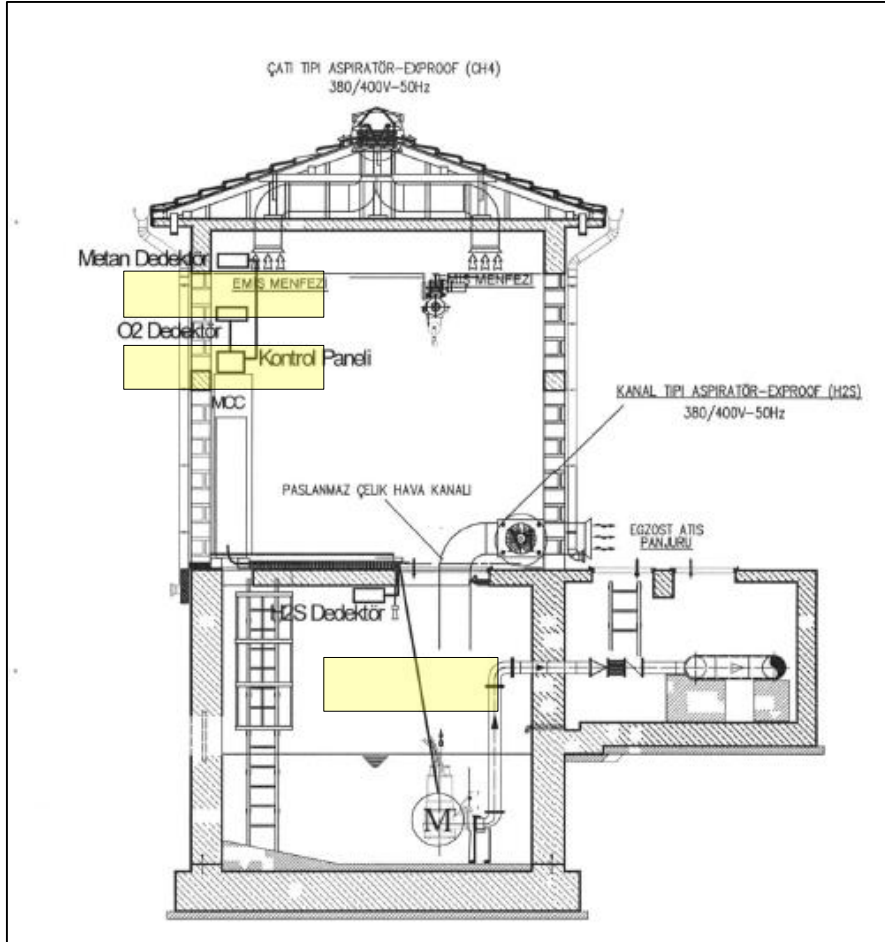
Evsel atıksu arıtma tesislerinde gaz algılama maksatlı kullanılan iki tür gaz algılama cihazı mevcuttur; bunlar sabit ve portatif gaz dedektörleridir. Arıtma tesislerinde gaz oluşma ihtimali bulunan alanlara, kapasiteye uygun olacak şekilde gazın cinsine göre sabit gaz dedektörleri yerleştirilmektedir. Bakım ve onarım işlerinde, sürekli kullanılmayan kapalı alanlara girişlerde kontrol maksatlı ise portatif dedektörler kullanılmaktadır. Devamlı suretle ortamda ölçüm yapan detektörler ile birlikte gelen gaz ölçüm sonuçlarına göre gerekli uyarı ve ikaz verebilen kontrol ünitesi ve havalandırma sistemi kullanılmaktadır.

2.6.1. Sabit Gaz Algılama Dedektörleri

Sabit gaz algılama sistemleri dedektörler, kontrol üniteleri ve uyarı sistemlerinden meydana gelen entegre yapılardır. Sistemin ilk ve en önemli unsuru sabit gaz algılama dedektörleri, arıtma tesislerinde başta terfi merkezleri olmak üzere ünitelerde oluşabilecek hidrojen sülfür (H₂S), metan (CH₄) gazları ile havadaki oksijen (O₂) gazını devamlı olarak ölçebilen cihazlardır. Sabit gaz dedektörlerinin kullanım maksatı, ortamda bulunan gazın tehlikeli olarak kabul edilen seviyelere çıkmadan önce algılayıp alarm vermesini sağlamaktır.

Atıksu arıtma tesislerinde dedektör seçimi ortamda oluşabilecek gaz, buhar ya da oksijen yetersizliği riskleri dikkate alınarak yapılmalıdır. Şekil 5'te İller Bankası tarafından hazırlanmış olan terfi merkezlerinde sabit dedektörlerin yerleştirilmesi ilgili plan yer almaktadır.

Şekil 5: Terfi Merkezlerinde Gaz Algılama ve Güvenlik Sistemi



(İller Bankası – Gaz Algılama ve Güvenlik Sistemi Teknik Şartnamesi)

Sabit Hidrojen Sülfür (H₂S) Dedektörü: Ortamda bulunan hidrojen sülfür (H₂S) gazının devamlı ölçümünü yapabilen dedektörlerdir. Hidrojen sülfür (H₂S) gazının yoğunluğu havadan ağır olması sebebiyle tabanda biriken gazı ölçebilmek için dedektörler zemin seviyesinin üzerine yerleştirilmelidir. Terfi merkezlerinde dedektörler atıksuyun taşkın seviyesi dikkate alınarak taşkın seviye kotunun üzerine yerleştirilmesi gerekmektedir. Resim 8'de Ambarlı İBAAT'nde ki terfi merkezinde bulunan hidrojen sülfür gaz algılama dedektörü gösterilmektedir.

Resim 8: Terfi merkezi sabit hidrojen sülfür gazı dedektörü



Sabit Metan (CH₄) Dedektörü Ortamda bulunan metan (CH₄) gazının devamlı ölçümünü yapabilen dedektörlerdir. Metan (CH₄) gazının yoğunluğunun havadan hafif olması nedeniyle gaz kapalı ortamın üst bölümünde biriken gazı ölçebilmek için tavana yakın olan bir noktaya yerleştirilmelidir.

2.6.2. Portatif Gaz Ölçüm Cihazları

Portatif (taşınabilir) gaz algılama dedektörleri çalışanların, ortamda bulunabilecek gazların türü ve seviyeleri hakkında bilgi sahibi olmasını sağlayan cihazlardır. Portatif gaz dedektörleri tek bir gazı algılayan ya da birden fazla gazı algılama niteliğine sahip çeşitleri bulunmaktadır.

Atıksu arıtma tesislerinde ünite personelleri ile bakım onarım personelleri terfi merkezine, kanalizasyon bacalarına ve diğer kapalı ortamlara girmeden önce portatif gaz ölçüm cihazları ile ölçüm yapması gerekmektedir. Yapılan ortam ölçümlerinin doğru sonuçları verebilmesi için kullanılan gaz ölçüm cihazlarının kalibrasyonunun yapılmış olması gerekmektedir. Resim 9'da farklı tipteki portatif gaz ölçüm cihazları gösterilmiştir.

Resim 9: Portatif gaz ölçüm cihazları



(drager 15.05.2019)

2.6.3. Flaşör ve Siren

Terfi merkezleri ve atıksu arıtma tesisi pompa istasyonları ve diğer kapalı alanlara yerleştirilen sabit dedektörler tarafından algılanan gazların konsantrasyonlarının belirlenen limitler üzerine çıkması halinde çalışanlara uyarı ve ikaz vermek için flaşör ve siren kullanılmaktadır. Flaşörler buldukları ünitelerin iç ve dış kısmına, siren ise sadece iç kısma yerleştirilmelidir. Resim 10'da Ataköy İBAAT'nde yüksek gaz konsantrasyonu sebebiyle devreye flaşör sistemi görülmektedir.

Resim 10: Ataköy İBAAT çamur ünitesinde bulunan flaşör sistemi



2.6.4. Havalandırma Sistemi

Evsel atıksu arıtma tesislerinde toksik ve patlayıcı niteliklere sahip gazların ortamdaki uzaklaştırılmasını sağlamak kurulan sistemlerdir. Havalandırma sisteminin tipi ve konumlandırılacağı alan gazın cinsine göre belirlenmelidir. Terfi merkezlerinde, hidrojen sülfür (H₂S) gazı için sabit gaz algılama dedektörleri ile tümleşik (entegre) halde çalışan ve biriken gazların dışarıya atılmasını sağlayayan havalandırma sistemlerinde kanal tipi, çatı tipi ve pencere tipi fanlar kullanılmaktadır. Biriken metan (CH₄) gazlarının tahliyesinde ise çatı tipi fan yardımıyla gaz emişi sağlanmaktadır. Çatı tipi fanın kullanılmadığı ortamlarda pencere tipi aspiratörler kullanılmaktadır.

Sabit havalandırma sisteminin bulunmadığı kapalı alanlarda ortamda havayı tazelemek biriken toksik ve zehirli gazları tahliye etmek için seyyar havalandırma sistemleri kullanılmalıdır.

2.7. Atıksu Arıtma Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazaları

Evsel atıksu arıtma tesislerinin sayıları son yıllarda hızla artarken bu faaliyet alanında istihdam edilen işçi ve teknik personelin sayısı da artmaktadır. Bir taraftan yeni yapılan arıtma tesisleri devreye alınırken diğer taraftan mevcut ön arıtma tesisleri modernize edilip yeni üniteler eklenerek ileri biyolojik atıksu arıtma tesisleri dönüştürülmektedir. Özellikle ileri biyolojik arıtma tesislerinin artmasıyla beraber tehlike ve risk çeşitliliği de artış göstermiştir. Bu tehlike ve risklerin başında ise, kapalı alanlarda yapılan çalışmalarda ortaya çıkan tehlikeli ve zararlı gazlar geldiği görülmektedir. Atıksu arıtma tesislerinde yaşanan ölümlü iş kazaları incelendiğinde ise büyük bir kısmının kapalı alanlarda yapılan çalışmalar esnasında yaşanan zehirlenmelerden kaynaklı olduğu görülmektedir.

Çalışma Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı tarafından 2014 yılında Türkiye genelinde 8 ilde toplam 64 işyerinde yapılan atık su arıtma tesisleri ve terfi merkezlerinde iş sağlığı ve güvenliği programlı teftiş yapılmış ve genel değerlendirme raporu başlığıyla yayınlanmıştır. İki aşamadan oluşan teftişte 15 ana başlık altında incelemeler yapılmış, bunlardan risk değerlendirme, eğitim, gaz algılama, havalandırma ve kişisel koruyucu donanımlarla ilgili tespit edilen hususlar Tablo 10'da verilmiştir. Rapora göre kapalı alanlarda çalışma ile ilgili eğitim, seyyar gaz ölçüm cihazları, havalandırma ve kkd kullanımı ile eksiklikler dikkat çekmektedir. Raporda en

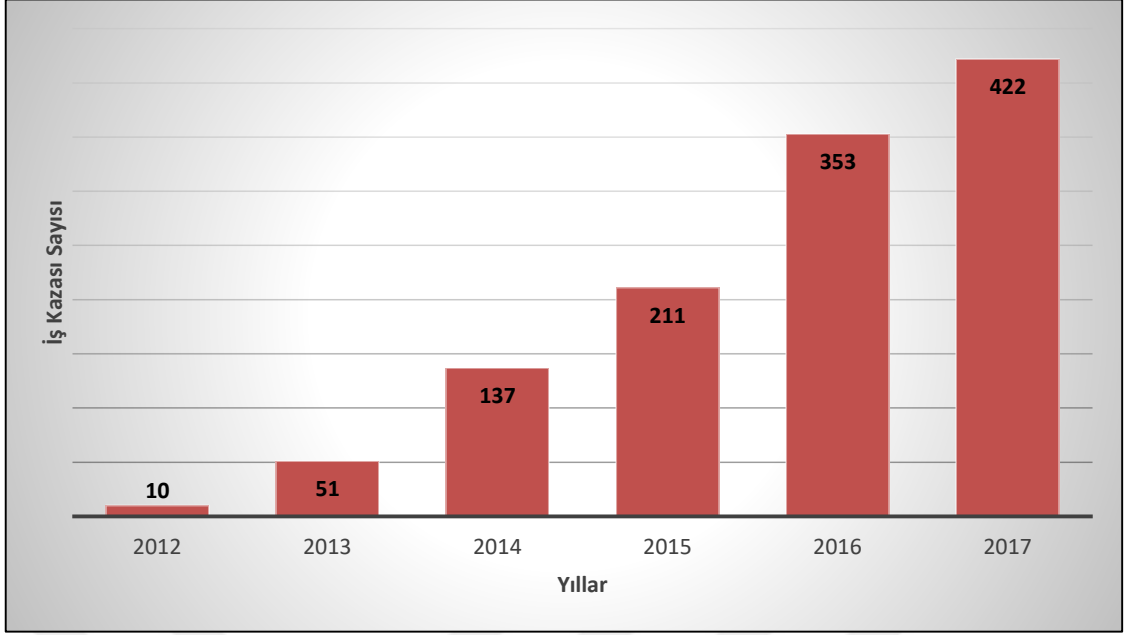
çok tespit edilen noksan hususun acil durum tatbikatları olduğu, 52 işyerinde özellikle kapalı alanlarda meydana gelebilecek acil durumlara ilgili tatbikatların yapılmadığı tespit edildiği belirtilmiştir.

Tablo 10: Programlı teftişlerde tespit edilen noksan sayıları

Noksan Husus	Toplam Noksan Sayısı	Giderilen Noksan Sayısı	Noksan Giderilme(%)
Risk Değerlendirmesi			
Risk Değerlendirmesi	31	29	93.55
Risk Değerlendirmesi İçeriği	26	21	80.77
Risk Değerlendirmesi Dökümantasyon	9	5	55.56
Eğitim			
Genel İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimi	42	30	71.43
Kapalı Alanlarda Çalışma İle İlgili Eğitim	46	34	73.91
Gaz Algılama			
Sabit Gaz Ölçüm Cihazı	22	9	40.91
Seyyar Gaz Ölçüm Cihazı	47	43	91.49
Gaz Algılama Cihazlarının Kalibrasyonu	2	2	100
Havalandırma			
Havalandırma	56	32	57.14
Kişisel Koruyucu Donanım (KKD)			
KKD Kullanımı	42	26	61.90
KKD Kullanımı Eğitimi	8	6	75.00

(ÇSGB – İş Teftiş Kurulu Başkanlığı)

Atıksu arıtma tesisleri, İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği ekinde yer alan işyeri tehlike sınıfları listesinde kanalizasyon başlığı altında yer almaktadır. Kanalizasyon faaliyet grubunda arıtma tesislerinin işletilmesinin yanında kanalizasyon atıklarının uzaklaştırılması, kanalizasyon sistemlerinin işletimi, foseptik çukurların ve havuzların boşaltılması ve temizlenmesi, seyyar tuvalet faaliyetlerinde bulunmaktadır. Türkiyede iş kazaları ve meslek hastalıklarına yönelik istatistiksel veriler SGK tarafından yayınlanmaktadır. Kanalizasyon başlığı altında değerlendirilen işyerlerinde meydana gelen iş kazaları ve gerçekleşen ölüm sayısı Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7: Türkiye’de kanalizasyon işlerinde meydana gelen iş kazası sayıları (2012- 2017)

SGK tarafından yayınlanan 2017 yılı iş kazası ve meslek hastalıkları istatistikleri verilerine göre kanalizasyon faaliyetlerinde 422 iş kazası meydana gelirken 2 kişi hayatını kaybetmiştir. 2016 yılı SGK verilerine göre ise, 353 iş kazası yaşanırken 3 kişi hayatını kaybetmiştir.

İzmir Tabip Odası tarafından 2014 yılında yayınlanan “Türkiye Kanalizasyon-Atıksu Arıtma Tesislerinde Ölümlü İş Kazalarını Değerlendirme Raporu (2011-2014)”na göre 2011 yılından bu yana Türkiye’de arıtma tesisleri ve kanalizasyonlarında çoğunluğu taşeron işçi olmak üzere en az 32 işçi iş kazalarında hayatını kaybettiği belirtilmiştir. Bu rapor incelendiğinde ölüme neden olan ana etmenin gazlar olduğu görülmektedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışmanın Amacı

Son yıllarda ülkemizde inşası tamamlanan ve hizmete giren atıksu arıtma tesislerinin sayısı hızla artmıştır. Bu gelişmeye bağlı olarak atıksu arıtma sektöründe istihdam da artış göstermiştir. Ancak, arıtma tesislerinde görev alan yöneticiler, mühendisler, teknik elamanlar iş sağlığı ve güvenliği açısından yeterli bilgi birikimine sahip değildirler. Sektörün yeni ve hızla büyüyen bir yapıda olması nedeniyle kalifiye ve tecrübeli işçi bulunamamasına neden olmaktadır. Evsel atıksu arıtma tesislerinde sayılan sebeplerden dolayı iş güvenliği açısından birikmiş tecrübe bulunmamaktadır. Evsel atıksu arıtma tesislerinde meydana gelen ölümlü iş kazaları incelendiğinde en büyük nedenin, kapalı alanlarda oluşan ve biriken gazların çalışanlar tarafından inhalasyonu olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada, evsel atıksu arıtma tesislerinin farklı ünitelerinde bulunan kapalı alanlarda meydana gelebilecek ve oluşabilecek tehlikeli ve zararlı gazların türlerini tespit etmek, çalışanların maruz kaldıkları gazların konsantrasyonlarını saptamak, alınması gereken önleyici ve sınırlandırıcı tedbirleri belirlemeye çalışmak amaçlanmaktadır.

3.2. Çalışmanın Alanı

Çalışma kapsamında İstanbul ili Avrupa yakasında yer alan ve İSKİ Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğunda işletilen Ataköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisleri ve Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisleri incelenmiştir. Gazların oluşma ihtimali daha yüksek görüldüğü terfi merkezleri, ızgaralar, çamur depolama tankları ile havalandırma havuzları, çökeltme havuzları, çamur çürütücüleri ve gaz depolama tanklarına ait vana odaları ölçüm noktaları olarak belirlenmiştir. Ataköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde 6, Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde 6 nokta belirlenerek ölçüm çalışması yapılmıştır. Ayrıca sabit dedektörlerin bulunduğu, elde edilen verilen kayıt altına alındığı Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisleri bulunan 2 terfi merkezinin gaz ölçüm sonuçları analiz edilmiştir.

3.3. Çalışmanın Metodolojisi

Çalışma kapsamında ölçümlerin yapılacağı evsel atıksu arıtma tesisleri belirlendikten sonra, tesisler ile ilgili hazırlanmış risk değerlendirmeleri ve literatür incelemesi yapılarak tehlikeli ve zararlı gazların kaynaklanabileceği kapalı alanlar tespit edilmiştir. Belirlenen kapalı alanlar, tesis sorumluları ve iş güvenliği uzmanları ile beraber kapalı alan çalışma izni alındıktan sonra yerinde incelenmiştir. Gaz ölçüm çalışması ise Drager marka X-am 2500 model portatif çoklu gaz algıma cihazı ile yapılmıştır.

Gaz ölçüm çalışması altı ay boyunca ayda bir kere olacak şekilde belirlenen noktalarda anlık olarak yapıldıktan sonra elde edilen veriler kayıt altına alınmıştır. Elde edilen veriler tablolar halinde listelendikten sonra analizi yapılmıştır. Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde bulunan terfi merkezlerinde ki sabit gaz ölçüm cihazları tarafından Kasım 2018 - Mayıs 2019 tarihleri arasında elde edilen veriler grafik haline dönüştürülerek analizi yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Anlık Yapılan Gaz Ölçümü Sonuçları

Ataköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi ve Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesislerinde ölçüm yapılan alanlar Tablo 11’de yer almaktadır.

Tablo 11: Anlık gaz ölçümleri yapılan kapalı alanlar

Ataköy İBAAT	Ambarlı İBAAT
Kaba Izgara	Gürpınar Terfi Merkezi
İnce Izgara	Ambarlı Terfi Merkezi
Son Çöktürme Havuzu Vana Odası	Havalandırma Havuzu Vana Odası
Çamur Çürütücü Vana Odası (Zemin)	Gaz Depolama Tankları Vana Odası
Çamur Çürütücü Vana Odası(Çatı)	Çamur Depolama Tankı
Çamur Depolama Tankı	Çamur Depolama Tankı 2

Gerçekleştirilen gaz ölçümleri sonucu hidrojen sülfür gazına terfi merkezi, kaba ızgara ve çamur depolama tanklarında, metan gazına çamur depolama tanklarında, karbonmonoksit gazına ise çamur depolama tankları ile çamur çürütücü vana odasında rastlanmıştır. Farklı tarihlerde yapılan ölçümlerde bazı kapalı alanlarda değişimler gözlemlenmiştir. Örneğin Tablo 12’de verilmiş olan Ataköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi kaba ızgara ünitesinde ki hidrojen sülfür (H₂S) gazı değeri Aralık ve Mart aylarında yapılan ölçümde 5 ppm’den yüksek ölçülürken Ocak ve Şubat aylarında 0, Nisanda 1.2 ppm ve Mayıs ayında yapılan ölçümde ise 2.1 ppm olarak ölçülmüştür.

Ataköy İBAAT’de yapılan anlık hidrojen sülfür (H₂S) gazı ölçüm sonuçları Tablo 12’de verilmiştir. Bu ölçümlerde son çöktürme havuzu vana odasında mart ayında yapılan ölçümde hidrojen sülfür (H₂S) gazı seviyesinin 65 ppm olduğu tespit edilmiştir. Kaba ızgara ünitesinde aralık ve mart aylarında hidrojen sülfür (H₂S) gazı seviyesinin 5 ppm’den yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çamur depolama tankında ise aralık ayında hidrojen sülfür konsantrasyonu 36 ppm ölçülürken, diğer kapalı alanlarda gaz konsantrasyonunun sınır (STEL) değerlerinin altında olduğu görülmüştür.

Tablo 12: Ataköy İBAAT’inde (2018-2019) anlık H₂S gazı ölçüm sonuçları (ppm)

Ölçüm Yapılan Nokta	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	TWA
Kaba Izgara	5.5	0	0	6.2	1.2	0	10
İnce Izgara	1.5	0	0	0	1.1	0	10
Son Çöktürme Havuzu Vana Odası	0	0	0.46	65	0	0	10
Çamur Çürütücü Vana Odası (Zemin)	0	0	0	0	0	0	10
Çamur Çürütücü Vana Odası (Çatı)	0	0	0	0	0	0.56	10
Çamur Depolama Tankı	36	3.6	0	0	3.2	5.6	10

Ataköy İBAAT’de yapılan anlık metan (CH₄) gazı ölçüm sonuçları Tablo 13’te verilmiştir. Bu ölçümlerde çamur depolama tankında metan gazına rastlanırken diğer bölümlerde metan gazı tespit edilememiştir.

Tablo 13: Ataköy İBAAT’inde (2018-2019) anlık CH₄ gazı ölçüm sonuçları (lel)

Ölçüm Yapılan Nokta	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Kaba Izgara	0	0	0	0	0	0
İnce Izgara	0	0	0	0	0	0
Son Çöktürme Havuzu Vana Odası	0	0	0	0	0	0
Çamur Çürütücü Vana Odası (Zemin)	0	0	0	0	0	0
Çamur Çürütücü Vana Odası (Çatı)	0	0	0	0	0	0
Çamur Depolama Tankı	0	10.3	9.0	0	8.0	6.5

Ataköy İBAAT’de yapılan anlık karbonmonoksit (CO) gazı ölçüm sonuçları Tablo 14’te verilmiştir. Çamur çürütme ünitesi çatı bölümünde bulunan vana odasında şubat ve mart aylarında yapılan ölçümlerde karbonmonoksit gazına rastlanmıştır. Diğer bölümlerde karbonmonoksit gazı tespit edilememiştir.

Tablo 14: Ataköy İBAAT’inde (2018-2019) anlık CO gazı ölçüm sonuçları (ppm)

Ölçüm Yapılan Nokta	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	MAK
Kaba Izgara	0	0	0	0	0	0	35
İnce Izgara	0	0	0	0	0	0	35
Son Çöktürme Havuzu Vana Odası	0	0	0	0	0	0	35
Çamur Çürütücü Vana Odası (Zemin)	0	0	0	0	0	0	35
Çamur Çürütücü Vana Odası (Çatı)	0	0	5.2	4.7	0	0	35
Çamur Depolama Tankı	0	0	0	0	0	0	35

Ambarlı İBAAT’de yapılan anlık hidrojen sülfür (H₂S) gazı ölçüm sonuçları Tablo 15’te verilmiştir. Bu ölçümlerde, çamur depolama tankında aralık ayında sülfür (H₂S) gazı konsantrasyonunun sınır (STEL) değerinin üstünde olduğu görülmüştür. Diğer kapalı alanlarda gaz konsantrasyonunun sınır (STEL) değerlerinin altında olduğu tespit edilmiştir. Havalandırma havuzu ve gaz depolama tanklarına ait vana odalarında ise hidrojen sülfür gazına rastlanmamıştır.

Tablo 15: Ambarlı İBAAT’inde (2018-2019) anlık H₂S gazı ölçüm sonuçları (ppm)

Ölçüm Yapılan Nokta	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	TWA
Gürpınar Terfi Merkezi	4.4	5,2	0,45	5,5	4,8	5,3	10
Ambarlı Terfi Merkezi	1	1,8	0	0,9	1,2	1,4	10
Havalandırma Havuzu Vana Odası	0	0	0	0	0	0	10
Gaz Depolama Tankları Vana Odası	0	0	0	0	0	0	10
Çamur Depolama Tankı	1	0,5	2,6	2,5	1,2	0,9	10
Çamur Depolama Tankı (Beton Depo)	57,7	2,5	0,79	45	2,5	4,2	10

Ambarlı İBAAT’de yapılan anlık metan (CH₄) gazı ölçüm sonuçları Tablo 16’da verilmiştir. Çamur depolama tankında yapılan ölçümler esnasında yüksek miktarda metan gazına rastlanırken diğer bölümlerde metan gazı tespit edilememiştir.

Tablo 16: Ambarlı İBAAT’inde (2018-2019) anlık CH₄ gazı ölçüm sonuçları (lel)

Ölçüm Yapılan Nokta	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Gürpınar Terfi Merkezi	0	0	0	0	0	0
Ambarlı Terfi Merkezi	0	0	3,1	0	0	1,1
Havalandırma Havuzu Vana Odası	0	0	0	0	0	0
Gaz Depolama Tankları Vana Odası	0	0	0	0	0	0
Çamur Depolama Tankı	46	24	28,6	28	32	27,6
Çamur Depolama Tankı (Beton Depo)	0	0	0	0	0	0

Ambarlı İBAAT’de yapılan anlık karbonmonoksit (CO) gazı ölçüm sonuçları Tablo 17’de verilmiştir. Çamur depolama tanklarında yapılan ölçümlerde karbonmonoksit gazına rastlanmıştır. Diğer bölümlerde karbonmonoksit gazı tespit edilememiştir.

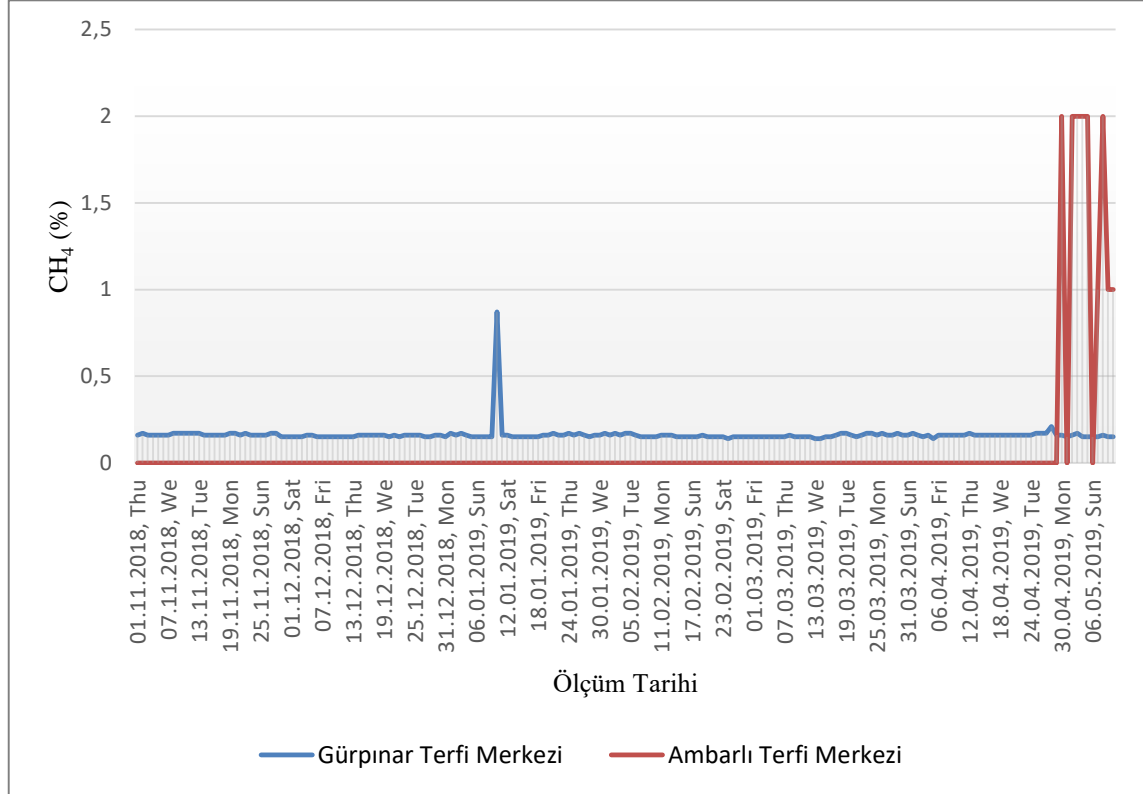
Tablo 17: Ambarlı İBAAT’inde (2018-2019) anlık CO gazı ölçüm sonuçları (ppm)

Ölçüm Yapılan Nokta	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	MAK
Gürpınar Terfi Merkezi	0	0	0	0	0	0	35
Ambarlı Terfi Merkezi	0	0	0	0	0	0	35
Havalandırma Havuzu Vana Odası	0	0	0	0	0	0	35
Gaz Depolama Tankları Vana Odası	0	0	0	0	0	0	35
Çamur Depolama Tankı	0	0	5,5	2,2	0	3,4	35
Çamur Depolama Tankı (Beton Depo)	2	1	3,2	2,	3,1	1,6	35

4.2. Sabit Gaz Dedektörleri Ölçüm Sonuçları

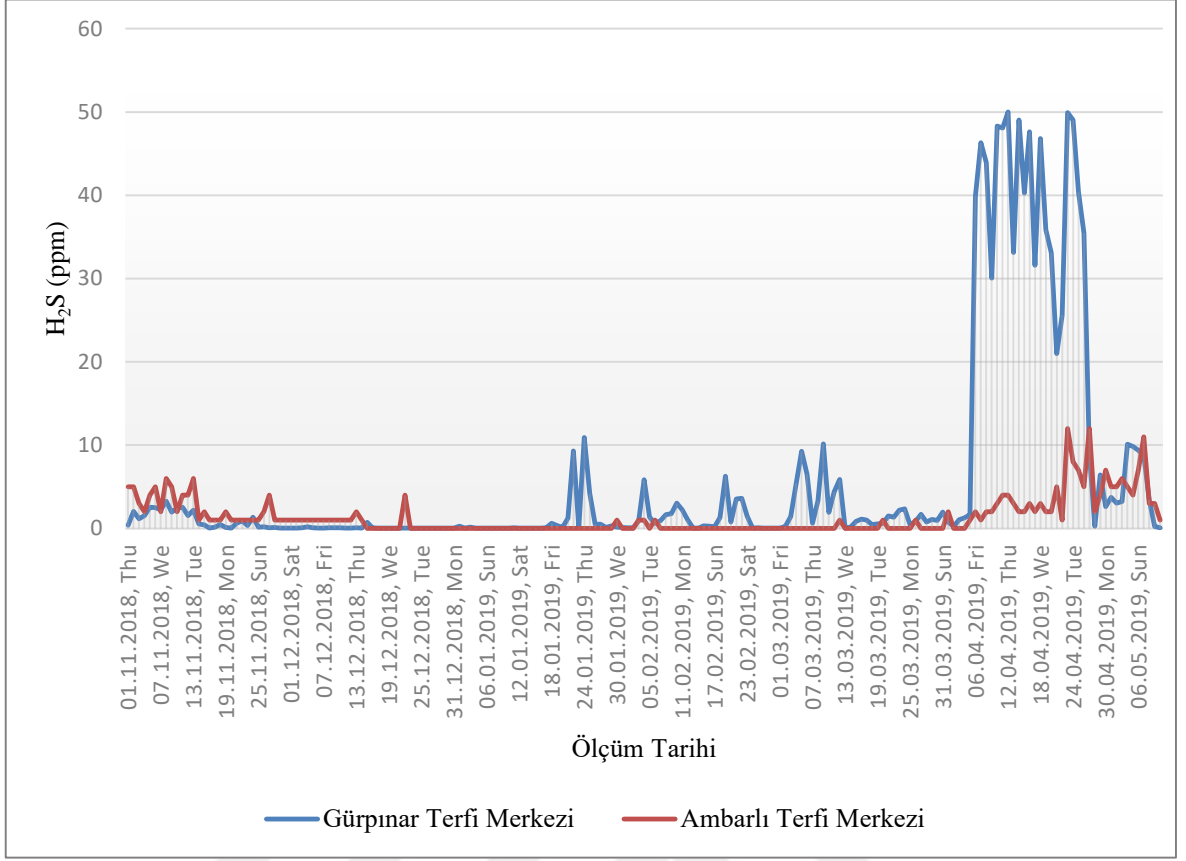
Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisindeki Gürpınar ve Ambarlı Terfi Merkezlerinde, 01.11.2018 - 06.05.2019 tarihleri arasında sabit hidrojen sülfür ve metan gazı dedektörleri tarafından ölçülen değerler grafik haline getirilmiştir. Grafiklerde her gün için o gün ölçülen en yüksek değer esas alınmıştır.

Şekil 7’de Gürpınar ve Ambarlı terfi merkezlerinde sabit metan gazı dedektörleri tarafından ölçülen metan gazı konsantrasyonunun grafiği verilmiştir. Grafik incelendiği değerlerin sınır değerlerinin altında olduğu görülmektedir.



Şekil 7: Gürpınar ve ambarlı terfi merkezleri metan gazı konsantrasyon grafiği (2018-2019)

Şekil 8’de Gürpınar ve Ambarlı terfi merkezlerinde sabit hidrojen sülfür gazı dedektörleri tarafından ölçülen hidrojen sülfür gazı konsantrasyonunun grafiği verilmiştir. Gürpınar terfi merkezinde hidrojen sülfür gazı konsantrasyonunun ocak ve mart aylarında sınır değerlere ulaştığı, nisan ayında sınır değerlerin üzerine çıktığı görülmektedir. Ambarlı terfi merkezinde sınır değerlerin altında seyreden hidrojen sülfür konsantrasyonu nisan ve mayıs ayları içerisinde sınır değerlerin üzerine çıkmıştır.



Şekil 8: Gürpınar ve ambarlı terfi merkezi hidrojen sülfür gazı konsantrasyon grafiği (2018-2019)

4.3. Gazların Oluşturduğu Riskler ve Alınması Gereken Önlemler

Ataköy ve Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesislerinde anlık gaz ölçümlerinin yapıldığı süre zarfında kapalı ortamlarda karşımıza en sık çıkan gaz hidrojen sülfür gazı olmuştur. Bununla beraber metan gazı ve karbonmonoksit gazlarının da rastlanmıştır. Gazların kapalı alan içindeki varlığının yanı sıra konsantrasyon düzeyleride değişkenlik göstermektedir.

Tehlikeli ve zararlı özelliklere sahip olan gazlar fiziksel ve kimyasal niteliklerden dolayı potansiyel risklere sahiptirler. Hidrojen sülfür yanıcı ve zehirleyici, metan yanıcı ve boğucu, karbonmonoksit zehirleyici özellikleri nedeniyle var olduğu ortamlarda zehirlenme, boğulma, patlama yangın gibi riskleri ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca kapalı alanlarda mekanik, elektrik vb. tehlikelerden dolayı doğan risklerde mevcuttur. Tablo 18’de evsel atıksu arıtma tesislerindeki kapalı alanlarda bulunması muhtemel tehlikeler, riskler ve alınması önlemler yer almaktadır.

Tablo 18: Gazların oluşturduğu riskler ve alınması gereken önlemler

İşlem	Tehlike	Risk	Zarar	Alınması Gereken Önlemler
Bakım Onarım, Temizlik Faaliyetleri	Metan gazı (CH ₄) oluşumu	Patlama, Boğulma	Ölüm, Maddi hasar	<ol style="list-style-type: none">1. Metan gazının oluşabileceği alanların tavan kısmına sabit bir metan dedektörü yerleştirilmelidir.2. Çalışmaya başlamadan evvel gaz ölçüm cihazı ile metan(CH₄) gazı ölçülmelidir.3. Hidrojen sülfür bulunan ortamda sabit havalandırma bulunmuyorsa seygar havalandırmalar ile havalandırma yapılmalıdır.4. Havalandırma sistemi sürekli kontrol edilmelidir. Havalandırma sisteminin yıllık periyodik kontrolleri yaptırılmalıdır.5. Parlayıcı ve patlayıcı gazların oluşma olasılığı olan yerde elektrik tesisatı exproof olmalıdır.6. Kapalı Alan Değerlendirme Formu ve Çalışma İzin Formu doldurulmadan çalışmaya başlanılmamalıdır.
	Hidrojen Sülfür gazı (H ₂ S) oluşumu	Zehirlenme, Patlama	Ölüm, Maddi hasar	<ol style="list-style-type: none">1. Hidrojen sülfür gazının oluşabileceği alanların taban ya da tabana yakın kısmına sabit hidrojen sülfür dedektörü yerleştirilmelidir.2. Çalışmaya başlamadan evvel gaz ölçüm cihazı ile hidrojen sülfürün (H₂S) gazı ölçülmelidir.3. Hidrojen sülfür değeri 10 ppm'in altında ise çalışma yapılmalıdır. Ateşli çalışma ise ortamda hacimce %4 un altında ise yapılmalıdır.4. Hidrojen sülfür bulunan ortamda sabit havalandırma bulunmuyorsa seygar havalandırmalar ile havalandırma yapılmalıdır.5. Havalandırma sistemi sürekli kontrol edilmelidir. Havalandırma sisteminin yıllık periyodik kontrolleri yaptırılmalıdır.6. Çalışma ortamında filtreli tamyüz /yarım yüz gaz maskesi ile temiz hava solunum cihazı bulundurulmalıdır.7. Hidrojen sülfür seviyesi limit değerlerin üzerinde ve havalandırma ile düşürülemiyor ya da havalandırma yapılamıyorsa temiz hava solunum cihazı kullanılmalıdır.8. Parlayıcı ve patlayıcı gazların oluşma olasılığı olan yerde elektrik tesisatı exproof olmalıdır.9. Kapalı Alan Değerlendirme Formu ve Çalışma İzin Formu doldurulmadan çalışmaya başlanılmamalıdır..

	Karbonmonoksit gazı (CO) oluşumu	Zehirlenme	Ölüm	<ol style="list-style-type: none">1. Çalışmaya başlamadan evvel gaz ölçüm cihazı ile karbonmonoksit (CO) gazı ölçülmelidir. Konsantrasyon, 25 ppm'in üzerinde bulunması halinde ortamda çalışma yapılmamalıdır.2. Çalışma esnasında(ortamda CO gazı var ise) karbon monoksit maskeleri veya temiz hava solunum sistemi kullanılmalıdır.3. Kapalı Alan Değerlendirme Formu ve Çalışma İzin Formu doldurulmadan çalışmaya başlanılmamalıdır.
	Oksijen (O ₂) yetersizliği	Boğulma, Denge kaybı	Yaralanma, Ölüm	<ol style="list-style-type: none">1. Kapalı ortamlarda yeterli hava sirkülasyonu sağlanmalıdır.2. Kapalı alanda çalışma yapmadan önce gaz ölçümü yapılarak oksijen değerinin tespit edilmelidir.3. Oksijen <19,5 ise temiz hava solunum cihazı ve tam yüz gaz maskesi olmadan çalışma yapılmamalıdır.4. Kapalı Alan Değerlendirme Formu ve Çalışma İzin Formu doldurulmadan çalışmaya başlanılmamalıdır.

5. TARTIŞMA

Bu çalışma kentsel atıksu arıtma tesislerindeki kapalı alanlarda ortaya çıkan zehirleyici ve boğucu gazların tespitinin yanı sıra; çalışanların çalışma ortamında maruz kalabilecekleri hidrojen sülfür (H_2S), metan (CH_4) ve karbonmonoksit (CO) gazlarının miktarlarını ölçmeye yöneliktir. Bu amaç doğrultusunda çalışma yapılan atıksu arıtma tesislerinin risk değerlendirme raporları gözden geçirilmiş, tesislerde görevli iş güvenliği uzmanları ile birlikte saha incelemeleri yapılarak ölçüm yapılacak kapalı alanlar belirlenmiştir. Ataköy İ.B.A.A.T ve Ambarlı İ.B.A.A.T’inde belirlenen noktalar kapalı alan çalışma izinleri alındıktan sonra çoklu gaz ölçüm cihazı ile anlık ölçülmüştür. Gaz ölçümü yapılan alanlardan terfi merkezlerinde ise hidrojen sülfür ve metan gazı ölçüm sabit dedektörleri bulunmaktadır. Elde edilen veriler scada sistemiyle takip edilerek kayıt altına alınmaktadır.

Atıksu arıtma tesislerinde tüm kapalı alanlarda hidrojen sülfür (H_2S), metan (CH_4) ve karbonmonoksit (CO) gazları karşımıza çıkma riski bulunmaktadır. Atıksu içerisinde bulunan sülfat (SO_4^{-2}) anaerobik (havasız ortam) şartlarında bakteriler tarafından biyokimyasal reaksiyona uğratıldığı ve sülfür (S^{-2}) iyonunda hidrojen sülfür (H_2S) gazı oluşumuna neden olduğu bilinmektedir. Bu sürecin gerçekleşmesi için atıksudaki oksijen çözünürlüğünün 1 mg/l ‘den daha az olması gerekmektedir. Ayrıca ortamın anaerobik kalabilmesi için suyun hareketsiz olması, yani akış hızınının 0,6 m/s den küçük kalması gerekmektedir (İTÜ, 2011).

Terfi merkezlerinde zeminde sabit hidrojen sülfür (H_2S) gazı dedektörü, tavana yakın bölgede sabit metan (CH_4) gazı detektörleriyle ölçüm yapılmakta ve gaz miktarı takip edilmektedir. Taşınabilir cihazlarla yapılan anlık ölçümler ve sabit detektörlerle yapılan ölçümlerde gazlar sınır değerlerin altında çıkmaktadır. Ancak terfi merkezlerinde atıksu içinde bulunan pompa ve diğer ekipmanlara müdahale edilmesi gerektiği hallerde su seviyesi düşürülmektedir. Su seviyesinin düşürülmesi ile beraber tabanda biriken çamurdan dolayı yüzeyde hidrojen sülfür (H_2S) gazı sınır değerlerinin üzerinde olabilmektedir. Bu çalışmada, Gürpınar Terfi Merkezinde nisan ayı içinde sabit dedektörlerden elde edilen veriler incelendiğinde su seviyesinin düşmesinden kaynaklı hidrojen sülfür (H_2S) gazı konsantrasyonunun limit değerlerinin üzerine çıktığı görülmektedir.

Havalandırmanın olmadığı vana odalarında, vanalarda meydana gelebilecek sızıntılar sebebiyle ortamda hidrojen sülfür (H₂S) gazı açığa çıkabilmektedir. Havadan yoğun olan hidrojen sülfür (H₂S) gazı tabanda birikerek varlığını sürdürmektedir. Ataköy İBAAT'nde son çöktürme havuzu vana odasında yapılan anlık ölçümde, hidrojen sülfür (H₂S) gazı konsantrasyonunun 65 ppm olduğu görülmüştür. Son çöktürme havuzunun boşaltımı için vana odasında yer alan vanaya müdahale edildikten sonra ölçüm yapılmış ve hidrojen sülfür (H₂S) gazının limit üstü değerlere ulaştığı gözlemlenmiştir.

Köstekçi (2018) tarafından yapılan kanalizasyon ve terfi istasyonlarındaki gazların insan ve çevre üzerine etkisini araştırdığı çalışmada atıksu arıtma tesislerinde biyolojik risklerin yanında zehirli gazlar, toz ve gürültü gibi fiziksel ve kimyasal risklere de maruz kalındığı belirtilmektedir. Ayrıca çalışmanın yapılmış olduğu tesislerde düzenli olarak gaz ölçümlerinin yapılmadığı da vurgulanmıştır. Orhan (2016) tarafından yapılan "Evsel Atıksu Arıtma Tesislerinde Kimyasal ve Fiziksel Risk Etmenlerinin İncelenmesi" başlıklı çalışmada ise evsel atıksu arıtma tesisinde kapalı alanlarda hidrojen sülfür, karbondioksit ve amonyak ölçümü yapılmış limit değerlerinin aşmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Türkiye'de kentsel atıksu arıtma meydana gelen ölümlü iş kazaları incelendiğinde en önemli etkenin zehirleyici ve boğucu özelliklere sahip olan gazlar olduğu görülmektedir. Çalışma Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı tarafından 2014 yılında hazırlanan raporda; eğitim, gaz ölçüm cihazları, havalandırma ve kkd kullanımı ile noksanlıkların tespit edildiği belirtilmiştir. Arıtma tesislerinde çalışan işçiler tesise yönelik tehlike ve riskler konusunda yeterince bilgilendirilmemesi, gerekli tedbirlerin alınmaması ölümlü iş kazalarının yaşanması neden olmaktadır.

Serinken (2010) tarafından yapılan hidrojen sülfürün intoksikasyonuna yönelik yaptığı araştırmada, tüm diğer toksik gazlarda olduğu gibi, hidrojen sülfür zehirlenmelerinde de maruziyet süresi ve miktarı önemli olduğu vurgulanmaktadır. Hidrojen sülfür ile kirlenmiş hava solunduğu zaman hidrojen sülfür kırmızı kan pigmentini değiştirir. Kan rengini kahverenginden zeytin rengine dönüştürür. Oksijen taşınmasını engeller. Kişi derhal boğulur (Öztürk 2017). Dolayısıyla arıtma tesislerinde çalışma ortamına girmeden gerekli tedbirlerin alınması kişisel koruyucu donanımların kullanılması hayati önem taşır.

Hidrojen sülfür oluşumununa etki eden faktörlerin başında sıcaklık gelmektedir. Yaz aylarında sıcaklığın artmasıyla beraber hidrojen sülfürün sudaki çözünürlüğü azalırken diğer taraftan biyolojik faaliyet artış gösterir. Bu sebeplerden dolayı daha çok miktarda hidrojen sülfür serbest hale geçmektedir. Havalandırmanın olmadığı kapalı ortamlarda daha fazla hidrojen sülfür birikmesi olmaktadır. Bir diğer etkende suyun pH'dır. Atık suyun pH'ı yaklaşık olarak 7.5 ve üzerinde olursa/tutulursa hidrojen sülfür oluşumu azaltılabilir. Böylece hidrojen sülfürün kanalizasyona vereceği zarar minimize edilebilir (Öztürk 2017).



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Bu tez kapsamında Ataköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi ve Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesislerinde 12 (on iki) farklı alanda anlık gaz ölçüm çalışması yapılmıştır. Ayrıca Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi terfi merkezlerine ait sabit dedektörlerle yapılan ve kayıt altına alınmış olan ölçüm sonuçları incelenmiştir. Hidrojen sülfür (H_2S), metan (CH_4), karbonmonoksit (CO) gazlarının kapalı alanlardaki mevcudiyetini ve çalışanların maruz kaldıkları gaz konsantrasyonlarının araştırıldığı bu çalışmada, evsel atıksu arıtma tesislerindeki kapalı alanlarda bulunabilecek muhtemel tehlikeli ve zararlı gazların çalışan sağlığını etkileyebilecek boyutlarda olabileceği tespit edilmiştir.

Taşınabilir ölçüm cihazı ile yapılan anlık ölçümler tetkik edildiğinde çamur depolama tanklarında ve vana odalarında hidrojen sülfür (H_2S) gazı konsantrasyonunun sınır değerlerin üzerine çıkabildiği görülürken terfi merkezi ve ızgaralarda sınır değerlerinin altına kaldığı görülmektedir. Metan (CH_4) gazının varlığı çamur depolama tanklarında ve ambarlı terfi ünitesinde yapılan ölçümlerde tespit edilmiştir. Ambarlı terfi ünitesinde şubat ve mayıs aylarında yapılan ölçümde metan (CH_4) gazının var olmasına rağmen sınır değerlerinin altında olduğu tespit edilmiştir. Karbonmonoksit (CO) gazı ise çamur çürütücü vana odası ile çamur tanklarında saptanmıştır.

Bu çalışmada, evsel atıksu arıtma tesislerindeki kapalı alanlarda bulunan gazların mevcudiyetinin ve konsantrasyonlarının dengeli (stabil) olmadığı saptanmıştır. Ölçümlerin gerçekleştirildiği kapalı alanlarda yapılan çalışmalar genel itibariyle; bakım ve onarım, arıza giderimi, kontrol ve temizlik işleridir. Çalışmalar esnasında ortamda bulunabilen tehlikeli ve zararlı gazlar insan sağlığını olumsuz etkileyecek düzeye çıkabilmektedir. Evsel atıksu arıtma tesislerinde gaz varlığının ve konsantrasyonunun değişken nitelikte olmasından dolayı, özellikle kapalı ortamlarda her türlü tehlikeli ve zararlı gazın bulunduğu varsayılarak hareket edilmelidir.

6.2. Öneriler

1. Kapalı alanlarda yapılacak çalışmaları düzenleyen, güvenli ve sağlıklı çalışma ortamını oluşturulmasını hedefleyen kapalı alan çalışma prosedürü oluşturulmalıdır. Prosedür; kapalı alan giriş süreci, kapalı alanda çalışma, acil durum ve tahliye konularını içermelidir.
2. Giriş terfi merkezlerine gazın cinsine göre uygun yerlere sabit gaz algılama dedektörleri yerleştirilmeli, dedektörle tümleşik (entegre) sesli ve ışıklı alarm sistemi kurulmalı, uygun kapasitede ortamda biriken gazları tahliye edecek havalandırma sistemleri kurulmalıdır.
3. Evsel atıksu arıtma tesislerinde yeterli sayıda portatif gaz ölçüm cihazları bulundurulmalıdır. Terfi merkezleri, vana odaları, kaba ve ince ızgara, kuyu ve foseptikler gibi ortamlara girmeden önce ortamda gaz ve oksijen ölçümü yapılmalıdır.
4. Terfi merkezleri, vana odaları, kaba ve ince ızgara, gibi ünitelerde görevli olarak çalışanlara; bu alanlarda temizlik, bakım ve onarım vb. işleri yapan çalışanlara özel olarak evsel atıksu arıtma tesislerinde karşılaşılabilecekleri gazların özellikleri ve etkileri, gaz ölçüm cihazlarının doğru ve etkili şekilde kullanımı gibi konularda eğitim verilmelidir.
5. Kapalı ortamda gaz bulunuyorsa genel havalandırmanın olmadığı yerlerde seyyar havalandırma sistemiyle havalandırılması gerekmektedir. Havalandırmanın ardından tekrar portatif gaz ölçüm cihazıyla ölçüm yapılmalıdır.
6. Çalışanların, terfi merkezleri, vana odaları, kaba ve ince ızgara, kuyu gibi ortamlara girerken ortam ölçüm sonuçlarına göre kullanmaları gereken temiz hava solunum cihazı, gaz maskesi, kaçış maskesi gibi kişisel koruyucu donanımlar bulundurulmalıdır.
7. Sabit ve portatif gaz ölçüm cihazlarının bakım, doğrulama ve kalibrasyon işlemleri periyodik olarak yapılmalıdır.
8. Terfi merkezleri, vana odaları, kaba ve ince ızgara, kuyu gibi ortamlarda bulunması muhtemel metan, hidrojen sülfür, karbonmonoksit gibi gazların olduğu alanlara

girerken muhtemel ateşleme kaynakları kontrol altına alınmalıdır. Özellikle elektrik enerjisi kesilmeli, açık alevli lambalar ve ex-proof olmayan aydınlatma lambalar (el feneri vb.) ve elektrikli cihazlar kullanılmamalı, bunun yerine emniyet lambası ve/veya ex-proof madenci lambası kullanılmalıdır. Kapalı alanlarda kullanılacak olan ex-proof malzeminin bakım ve onarımları standartlara uygun şekilde yetkili kişilerce yapılmış olmalıdır.

9. İşyerleri için hazırlanan acil durum planlarına mutlaka kapalı alan çalışmalarında ilave edilmelidir. Acil durum ekiplerinden kurtarma ve ilkyardım ekipleri özel olarak eğitilmelidir. Belli sürelerle kapalı alan kurtarma ve ilkyardım tatbikatları yapılmalıdır.
10. Terfi merkezleri, vana odaları, kaba ve ince ızgara, kuyu gibi ortamlarda çalışılırken mutlaka kapalı alan dışında bir nezaretçi/gözetmen bulunmalıdır. Gözetmen acil bir durumda nelerin yapılması gerektiği konusunda eğitilmiş olmalıdır.
11. Evsel atıksu arıtma tesislerinde yeterli sayıda kapalı alan kurtarma ekipmanı (tripod, geri sarımlı düşüş durdurucu, emniyet kemeri) bulundurulmalıdır. Kapalı alanlara (vana odası, kuyu vb.) inişlerde tripod sistemi ya da yaşam hatları kullanılmalıdır.
12. Evsel atıksu arıtma tesislerinde kapalı alanların bulunduğu ünitelere çalışanların görebileceği boyutlarda uyulması gereken güvenlik kurallarını içeren güvenlik talimatı asılmalıdır.
13. Evsel atıksu arıtma tesislerinde kapalı alanların bulunduğu ünitelere tehlike ve uyarı levhaları asılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

CERİT, D. Atıksu Arıtma Tesisi Ekipmanları, Elektrik Mühendisleri Odası Dergisi, (http://www.emo.org.tr/ekler/6b5b453f6a153e4_ek.pdf?dergi=4), Erişim:15.05.2019

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, (2012). İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği, 26.12.2012 tarih ve 28509 sayılı Resmi Gazete, Ankara

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, (2012). Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, 12.08.2013 tarih ve 28733 sayılı Resmi Gazete, Ankara

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, (2014). Atık Su Arıtma Tesisleri Ve Terfi Merkezlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Programlı Teftişi, Genel Değerlendirme Raporu, Ankara

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2004). Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete, Ankara

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2010). Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, 20.03.2010 tarih ve 27527 sayılı Resmi Gazete, Ankara

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2016). Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği, 08.01.2016 tarih ve 26047 sayılı Resmi Gazete, Ankara

DİLEK, S. (2015). Atıksu Arıtma Tesisi Atıklarının Bertarafı Ve Yeniden Değerlendirilmesi İle İlgili Mevcut Ve Yeni Teknolojik Yöntemlerin Karşılaştırılması, İller Bankası Anonim Şirketi, Uzmanlık Tezi, Ankara

Dräger, (https://www.draeger.com/tr_tr/Chemical-Industry/Productselector/Mobile-Gas-Detection), Erişim:15.05.2019

Elektrik Mühendisleri Odası, (http://www.emo.org.tr/ekler/caea8bdf2228573_ek.pdf), Erişim: 15.05.2019

ERDOĞAN, A. O. (2004). Türkiye’de Optimum Maliyete Dayalı Atıksu Arıtma Tesisi Tasarımı, İstanbul Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul

ERDOĞAN, A.O., Zengin, G.E., Orhon, D., (2005). Türkiye’de Evsel Atıksu Oluşum Miktarları ve Karakterizasyonu, İTÜ Dergisi, Cilt: 15, Sayı: 1-3, s:57-59

European Environmental Agency, (2018). Kentsel Atıksu Arıtma, (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/urban-waste-water-treatment/urban-waste-water-treatment-assessment-4>), Erişim:15.05.2019

İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi, (2019). <http://www.iski.istanbul/web/tr-TR/kurumsal/iski-hakkinda1/aritma-tesisleri6/atıksu-aritma-tesisleri2/ambarli-ileri-biyolojik-atıksu-aritma-tesisi>

İstanbul Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Hidrojen Sülfür Gazı Oluşumu Raporu, 13.09.2011 tarih ve 467 sayılı Yazı, İstanbul

İzmir Tabip Odası, (2014). Arıtma Tesislerinin Arıtılmayan Gerçeği: İşçi Ölümleri Raporu, (<http://docplayer.biz.tr/1026928-Aritma-tesislerinin-aritilmayan-gercegi-isci-olumleri-raporu.html>), Erişim:15.05.2019

KANDİŞ, H., Katırcı, Y., Karapolat, B.S., (2009). Karbonmonoksit Zehirlenmesi, Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, (<http://www.tipdergi.duzce.edu.tr/Dokumanlar/de2e06d1-0854-4f80-9b03-04ef8e34d675.pdf>), Erişim:15.05.2019

KARA, H. (2007). Havada Bulunan Hidrojen Sülfür (H₂S) ve Amonyak (NH₃) Kirliliğinin Biyolojik Olarak Giderimi, Selçuk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Konya

KÖSTEKÇİ L.A. (2018). Kanalizasyon Terfi İstasyonlarındaki Hidrojen Sülfür, Karbonmonoksit, Metan Gazlarının İnsan Ve Çevre Üzerine Etkisi: Mersin İli Merkez, Üsküdar Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

MACKANZIE L. Davis, (2015). Water and Wastewater Engineering Design Principles and Practice, 1st ed., Michigan State University

MARCY, M.S., R.D. Miller, S.A Kacmar, (1980). Safetyin Sanitary Sewers, Water Pollution Control Federation

MUSLU, Y. (2000). Su ve Atık su Teknolojisi, Üçüncü Baskı, Seç Yayın Dağıtım, İstanbul

Occupational Safety and Health Administration, Hidrojen Sülfür Gazının Etkileri, (<https://www.osha.gov/SLTC/hydrogensulfide/hazards.html>), Erişim:15.05.2019

Occupational Safety and Health Administration, Karbonmonoksit Gazının Etkileri, (<https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id209/id209.html>), Erişim:15.05.2019

ORHAN G. (2016). Evsel Atıksu Arıtma Tesislerinde Kimyasal ve Fiziksel Risk Etmenlerinin İncelenmesi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Uzmanlık Tezi, Ankara

ÖZTÜRK, M. (2017). Hidrojen Sülfürün Kanalizasyona ve Sağlık Üzerine Etkileri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara

ÖZTÜRK, M. (2006). Kanalizasyonlarda Hidrojen Sülfür Oluşumu Sağlık Üzerine Etkileri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara

SERİNKEN, M., Özen, M., Uyanık, E., (2010). Hidrojen Sülfür İntoksikasyonuna Bağlı ve Biri Ölümle Sonuçlanan İki Zehirlenme Olgusu, Türkiye Acil Tıp Dergisi Sayı:10(3), s. 141-143

Sosyal Güvenlik Kurumu, (2019). (http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari), Erişim:15.05.2019

Türkiye İstatistik Kurumu, (2019). Belediye Atıksu İstatistikleri, (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=120&locale=tr>), Erişim:15.05.2019

EKLER

Ek 1. Gaz Ölçüm Formu

 GAZ ÖLÇÜM FORMU	Dök. No	F.İSG.009
		Yayın Tarihi	.../04/2014
		Revizyon	00
		Revizyon Tarihi	
		Sayfa No	1/1

GENEL BİLGİLER			
İş Yeri Adı			
Ölçüm Yapılan Yer			
Ölçüm Tarihi		Saat:	

Gazlar	H ₂ S (ppm)	CH ₄ (%)	CO (ppm)	O ₂ (%)
Sınır Değerler	5	20	30	19-23.5
Ölçüm Sonucu				

Çalışma Ortamı Gözetimi		
Kontrol Soruları	Kontrol Sonucu (E/H/UY)	Ahınması Gereken Önlem
Gaz ölçümleri yapıldı mı?		
Ölçüm sonuçları sınır değerlerin altında mı?		
Sürekli gaz ölçümü yapmak gerekiyor mu?		
Alana girmeden havalandırıldı mı?		
Seyyar havalandırma kullanılması gerekiyor mu?		
Kişisel koruyucu donanımlar uygun mu?		
Gaz maskesi ve uygun filtre var mı?		
Solunum koruma ekipmanı gerekli mi?		
Kapalı alan giriş için uygun mu?		
Kapalı alana giriş için gerekli ekipmanlar kullanılıyor mu?		
Emniyet kemeri, tripod, halat kullanmak gerekiyor mu?		
Acil durum planı hazır mı?		
Gözlemci kurtarma konusunda eğitilmiş mi?		

Saha Sorumlusu (Adı Soyadı)		İmza	
--------------------------------	--	------	--

Ek 2. Kapalı Alan İzin Giriş Formu

..... KAPALI ALAN GİRİŞ İZİN FORMU	Dök. No	F.İSG.007
	Yayın Tarihi	01.04.2014
	Revizyon	00
	Revizyon Tarihi	01.02.2019
	Sayfa No	1/2

Genel Bilgiler			
İş Yeri Adı			
Çalışma İzni Başlama Tarihi		Saat	
Çalışma İzni Bitiş Tarihi		Saat	
Giriş Yapılan Alan/Bölüm			
Çalışmanın Türü			
Saha Sorumlusu Adı Soyadı / İmza			
Gözlemci Adı Soyadı / İmza			
Çalışma Yapacak Personel	1)		
	2)		
	3)		
	4)		
Ortak Çalışma İzinleri			
<input type="checkbox"/> Kazı İşleri Çalışma İzni	<input type="checkbox"/> Ateşli İşler	<input type="checkbox"/> Gaz Ölçüm	
<input type="checkbox"/> Genel Çalışma İzni	<input type="checkbox"/> Yüksekte Çalışma İzni	<input type="checkbox"/> Kaynak İşleri	
Tehlike Değerlendirmesi			
<input type="checkbox"/> Yüksekte Çalışma	<input type="checkbox"/> Zehirli Gazlar	<input type="checkbox"/> Atıksu Altında Çalışma	
<input type="checkbox"/> Kaldırma İşlemi	<input type="checkbox"/> Enerji Altında Çalışma	<input type="checkbox"/>	
Önlemler			
<input type="checkbox"/> Giriş çıkışlar uygun mu?	<input type="checkbox"/> Oksijen yeterli seviyede mi?	<input type="checkbox"/> Gaz maskesi hazır mı?	
<input type="checkbox"/> Gözlemci mevcut mu?	<input type="checkbox"/> Gaz limitleri uygun mu?	<input type="checkbox"/> Solunum cihazı gerekli mi?	
<input type="checkbox"/> Havalandırma mevcut mu?	<input type="checkbox"/> İniş ekipmanları uygun mu?	<input type="checkbox"/> Acil durum planı hazır mı?	
<input type="checkbox"/> İlk yardım çantası mevcut mu?	<input type="checkbox"/> Kkd'ler hazır mı?	<input type="checkbox"/> Yangın söndürücüler var mı?	

Ek 3. Terfi Merkezlerinde Bulunması Gereken Gaz Algılama ve Güvenlik Ekipmanları

**DALGIÇ TİPİ TERFİ MERKEZLERİNDE BULUNMASI
GEREKEN GAZ ALGILAMA SİSTEMİ ve GÜVENLİK EKİPMANLARI**

MALZEME ADI	MİKTARI
Sabit Hidrojen Sülfür Gazı (H ₂ S) Dedektörü	1 Adet
Sabit Metan Gazı (CH ₄) Dedektörü	1 Adet
Sabit Oksijen (O ₂) Dedektörü	1 Adet
Kontrol Panosu	1 Adet
Uyarı Levhaları <i>(Harici ortama ve gazlı-nemli ortamlara dayanıklı malzemeden imal edilmiş.)</i>	5 Adet
Flaşör <i>Harici ortama ve gazlı-nemli ortamlara dayanıklı malzemeden imal edilmiş.)</i>	2 Adet
Siren <i>(Harici ortama ve gazlı-nemli ortamlara dayanıklı malzemeden imal edilmiş.)</i>	1 Adet
Güvenlik Talimatnamesi <i>(Harici ortama ve gazlı -nemli ortamlara dayanıklı malzemeden imal edilmiş.)</i>	2 Adet
Portatif 4'lü Gaz Dedektörü	2 Adet
Temiz Hava Silindirli Solunum Kiti <i>(Tam yüz maskesi ve askı takımı ile birlikte komple set.)</i>	1 Adet
Yarım Yüz Kaçış Maskesi <i>(Saklama çantası ve özel aparatlı, belde taşınabilir özellikte, DIN 58647-7 Standartına uygun, ABEK filtresine sahip.)</i>	2 Adet

Ek 4. Terfi Merkezlerinde Havalandırma Sistemi Ekipmanları

**DALGIÇ TİPİ TERFİ MERKEZLERİNDE
HAVALANDIRMA SİSTEMİ EKİPMANLARI**

MALZEME ADI	MİKTARI
Kanal Tipi Aspiratör - Exproof	1 Adet
Çatı Tipi Aspiratör - Exproof	1 Adet
Pencere Tipi Aspiratör - Exproof	-
Paslanmaz Çelik Hava Kanalı	-
Fan Menfezleri (Kanal tipi - Çatı Tipi Fanlar için)	-
Paslanmaz Çelik Bükülebilir Borudan Hava Kanalı	-

Ek 5. İSKİ Çalışma ve Veri Kullanımı İzin Belgesi



T.C.
İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYE BAŞKANLIĞI
İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
Atıksu Arıtma Dairesi Başkanlığı



Sayı : 73595903-314.06.01-E.20190208040
Konu : Veri Talebi

16/05/2019

İNSAN KAYNAKLARI VE EĞİTİM DAİRESİ BAŞKANLIĞINA

İlgi : 25.04.2019 tarih ve 20190188120 sayılı İdaremizde kayıtlı yazı ve eki.

İlgi yazıda, Başkanlığımıza bağlı İş Sağlığı ve Güvenliği Şube Müdürlüğünde İş Güvenliği Uzmanı olarak görev yapan İ.2007/701 sicil numaralı Yakup KARAGÖZ'ün dilekçesinde, Üsküdar Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programında yürütmüş olduğu "Evsel Atıksu Arıtma Tesislerindeki Kapalı Alanlarda Bulunan Tehlikeli ve Zararlı Gazlara Yönelik Bir Araştırma " başlıklı tez çalışmasına kaynak ve veri sağlamak amacıyla Başkanlığımız bünyesinde faaliyet gösteren Ataköy ve Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesislerinde bulunan kapalı alanlarda anlık gaz ölçümleri yapmak ve ayrıca son 1 (bir) yıla ait sabit dedektörlerle yapılmış olan gaz ölçümlerinin raporları talep edilmektedir.

Başkanlığımızın görüşü; Yakup KARAGÖZ'ün talebinin, yapılacak çalışmanın çıktılarının bir örneğinin İdaremize sunulması ve kapalı alanlarda anlık gaz ölçümleri yapmaya gelmeden önce tesis yetkililerinin bilgilendirmesi (ölçüm sırasında gerekli İSG tedbirlerinin ve koruyucu donanımlarının sağlanması için) şartı ile uygun olduğu yönünde olup, ekte verilmiş olan sabit dedektörlerle yapılmış gaz ölçüm raporlarının ilgisine verilmesi hususunda;

Gereğini arz ederim.

e - İmzalıdır

Ali İNCİ
Atıksu Arıtma Dairesi Başkanı

Ek:Terfi Merkezleri H2S Ölçüm Grafikleri

Bu evrak E-İMZA ile imzalanmıştır. Yandaki karekod ile imza kontrolü yapabilirsiniz.
Doğrulama Adresi: <http://www.iski.istanbul/web/tr-TR/evrak-sorgulama?ReferansKodu=0AKSP1>

Telefon No: Fax No:
İnternet Adresi:



Bilgi için: DİLEK BAYRAKTAR
Mühendis
Telefon No: 7778 Elektronik posta: dbayraktar@iski.gov.tr

1/1

Ek 6. Özgeçmiş

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Yakup KARAGÖZ

Doğum Yeri ve Tarihi : Ünye / 14.12.1984

Yabancı Dili : İngilizce

İletişim (Telefon/e-posta) : 507 286 69 05 / ykaragoz@iski.gov.tr

Eğitim Durumu : Lisans - 2007

Lise : Özel Bağcılar Ensar Anadolu Lisesi

Lisans : Selçuk Üniversitesi / Çevre Mühendisliği Bölümü

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : İSKİ Genel Müdürlüğü-Atıksu Kontrol Ruhsat Müdürlüğü (2007 - 2015)
İSKİ Genel Müdürlüğü-İş Sağlığı ve Güvenliği Şube Müdürlüğü (2015 – devam)