



T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

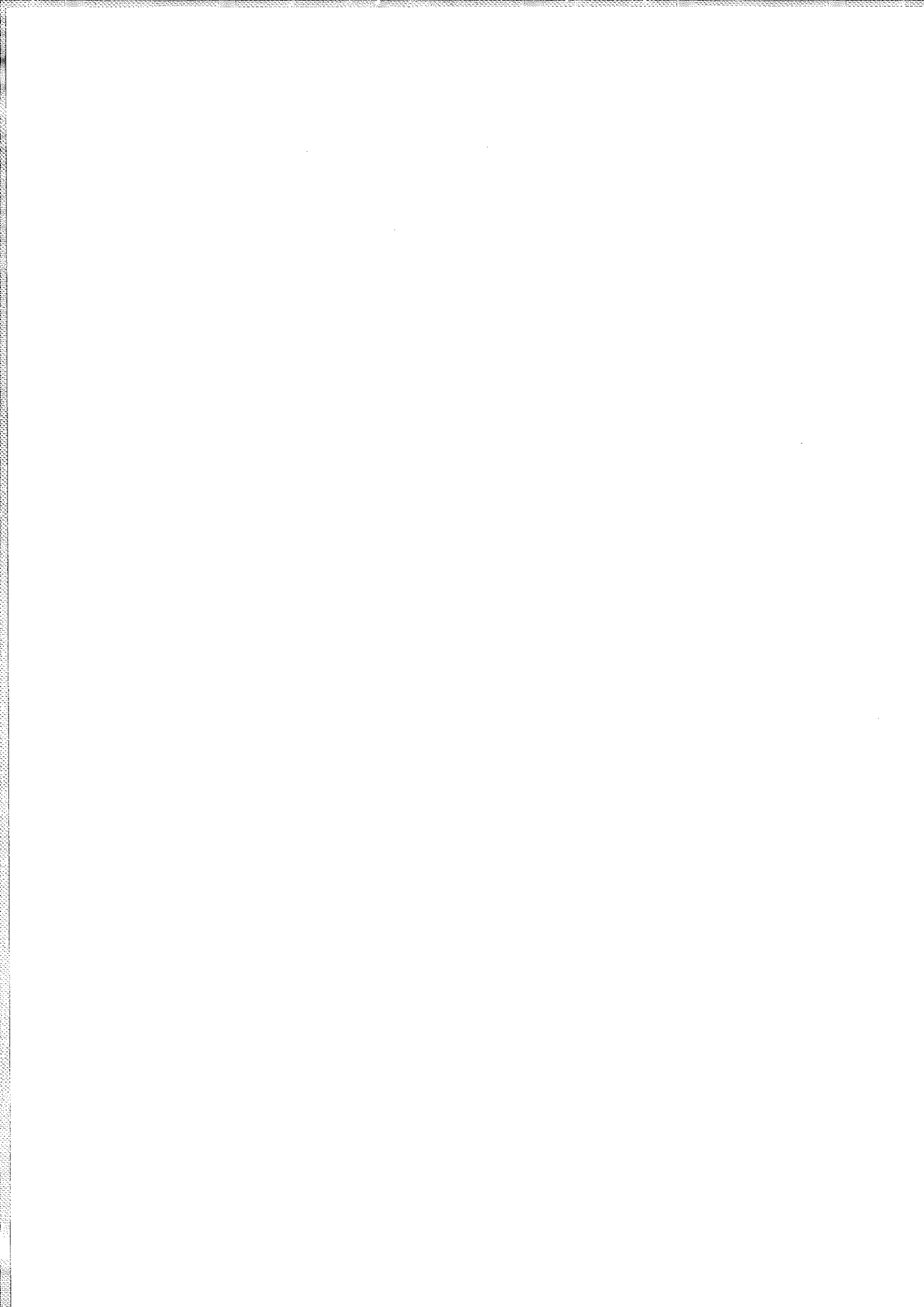
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KANALİZASYON TERFİ İSTASYONLARINDAKİ
HİDROJENSÜLFÜR, KARBONMONOKSİT, METAN
GAZLARININ İNSAN VE ÇEVRE ÜZERİNE ETKİSİ:
MERSİN İLİ MERKEZ**

Lütfiye Ayça KÖSTEKÇİ

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Özlem İZCİ AY**

İstanbul – 2018



T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KANALİZASYON TERFİ İSTASYONLARINDAKİ
HİDROJENSÜLFÜR, KARBONMONOKSİT, METAN
GAZLARININ İNSAN VE ÇEVRE ÜZERİNE ETKİSİ:
MERSİN İLİ MERKEZ**

Lütfiye Ayça KÖSTEKÇİ

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Özlem İZCİ AY**

İstanbul – 2018


T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Anabilim Dalı : İş Sağlığı ve Güvenliği
Program : İş Sağlığı ve Güvenliği Tezli Yüksek Lisans
Öğrenci No : 164203060
Öğrenci Adı Soyadı : Lütfiye Ayça Köstekci

"Kanalizasyon Terfi İstasyonlarındaki Hidrojensülfür, Karbonmonoksit, Metan Gazlarının İnsan ve Çevre Üzerine Etkisi: Mersin İli Merkez" isimli çalışma aşağıdaki jüri tarafından 01/06/2018 tarihinde yapılan sınavda Yüksek Lisans Tezli olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Dr.Öğr. Üyesi Rüştü UÇAN
(Üsküdar Üniversitesi)

İmza




Danışman : Doç.Dr. Özlem İZCİ AY
(Mersin Üniversitesi)

İmza



Üye : Dr.Öğr.Üyesi Mustafa YAĞIMLI
(Beykent Üniversitesi)

İmza



ONAY

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

Prof.Dr.Nilgün SARP
Enstitü Müdürü

ÖZET

Türkiye’de işletilen atıksu arıtma tesislerinin sayısı her geçen gün artmaktadır. Arıtma tesislerinin her biri iş sağlığı ve güvenliği açısından potansiyel bir risktir. Bu çalışmada, Mersin ilinde üç atıksu arıtma tesislerinde bulunan hidrojen sülfür, karbon monoksit ve metan gazları ile ilgili yaz ve kış aylarında gaz ölçümleri Dräger X-am® 5000 gaz ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiş, gaz ölçümleri ile birlikte ortam ölçümleri de yaptırılarak tesislerdeki iş sağlığı ve güvenliği yönünden potansiyel risk faktörleri ortaya konmuştur. Sonuç olarak, kanalizasyon terfi sistemlerinde yönetmelikte belirlenen zehirli gazların risk sınırlarına dikkat edilmediği ve yüksek güvenlik sorunu olduğu gözlenmiştir. Gerekli düzenlemelerinin yapılması için değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: İnsan, Çevre, Gazlar, Kanalizasyon Terfi İstasyonları

ABSTRACT

IMPACT OF HYDROGEN SULFIDE, CARBON MONOXIDE, METHANE GASES ON HUMAN AND ENVIRONMENT IN SEWAGE PUMPING STATIONS: CENTRUM OF MERSIN

The number of waste water treatment facility operated in Turkey is increasing every day. Each of the treatment facilities is a potential risk in terms of occupational health and safety. In this study, gas measurements were made in summer and winter about hydrogen sulphide, carbon monoxide and methane gases in three waste water treatment plants in Mersin province. Potential risk factors in terms of occupational health and safety in facilities were revealed by making gas measurements and environmental measurements together with necessary measures evaluations were made.

Keywords: Human, environment, gas, sewage transfer stations

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasını gerçekleşmesi aşamasında tez konumu belirlemede bana yardımcı olan Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü , İŐ Sağlığı ve Güvenliği Bölümü öğretim üyesi olan Dr. Öğr. Üyesi Esin TÜMER'e, tez alıŐmamım yürütülmesi sırasında desteğini esirgemeyen ve bana her daim yardımcı olan, kendisine ne zaman danıŐsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle dinleyen bana faydalı olabilmek için elinden gelenin fazlasını sunan tez danıŐmanım Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Özlem İZCİ AY'a istatistik değerlendirmelerim için Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi BiliŐim Anabilimdalı Dr.Öğretim Üyesi Didem DERİCİ YILDIRIM'a , eğitim hayatım boyunca beni destekleyen ve her zaman yanımda olan değerli aileme teŐekkürlerimi sunarım.

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.

28/06/2018

L. Ayça KÖSTEKÇİ

İmza

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
BEYAN FORMU	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
RESİMLER DİZİNİ	x
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1 Kanalizasyon Sistemleri	4
2.2 Kanalizasyon Sistemlerinin Sınıflandırılması	5
2.3 Kanalizasyon Terfi İstasyonlarında Kapalı Alanlar	6
2.4 Atıksu ve Çevreye Etkisi.....	9
2.4.1 Atıksuyun Fiziksel Parametreleri	10
2.4.2 Atıksuyun Biyolojik Parametreleri.....	11
2.4.3 Atıksuyun Kimyasal Parametreleri	11
2.5 Atıksuların Arıtılması.....	12
2.5.1 Fiziksel Arıtma ve Yöntemleri	13
2.5.2 Biyolojik Arıtma ve Yöntemleri.....	14
2.5.3 Kimyasal Arıtma ve Yöntemleri	14
2.5.4 İleri Arıtma ve Yöntemleri	15
2.7 Atıksuyun Türkiye ve Dünya'daki Yeri.....	15

3. KANALİZASYON TERFİ İSTASYONLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ	18
3.1 İş Sağlığı ve Güvenliği	18
3.1.1 Kanalizasyon Terfi İstasyonlarında İş Sağlığı ve Güvenliği.....	19
3.1.2 Türkiye ve Dünyada Atıksu Arıtma Tesislerinde Görülen İş Kazaları ..	19
3.1.3 Atıksu ve Kanalizasyon Mevzuatı.....	21
3.2 Mevzuatlarda Yer Alan Maruziyet Limitleri.....	23
3.2.1 Avrupa Mesleki Maruziyet Limitleri	24
3.2.2 ABD Mesleki Maruziyet Limitleri	25
3.2.3 Türkiye ve Dünyadaki Maruziyet Limitlerinin Karşılaştırılması.....	27
3.2.4 MESKİ'nin Görev ve Yetkileri	27
3.3 Atıksu Arıtma Tesislerinde Karşılaşılan Risk Etmenleri	29
3.3.1 Atıksu Arıtma Tesislerinde Karşılaşılan Fiziksel Risk Etmenleri.....	29
3.3.2 Atıksu Arıtma Tesislerinde Karşılaşılan Biyolojik Risk Etmenleri	32
3.3.3 Atıksu Arıtma Tesislerinde Karşılaşılan Kimyasal Risk Etmenleri.....	33
3.4 Kanalizasyon Terfi İstasyonlarındaki Kapalı Alanlarda Gaz Kaynakları .	33
3.4.1 Gaz Algılama Ekipmanı	34
3.4.2 Gaz Algılama Ekipmanının Seçimi.....	35
3.4.3 Gaz Algılama Cihazlarının Konumu ve Bakımı	37
3.4.4 Nefes Alma Bölgesi.....	37
3.5 Kanalizasyon Terfi Sistemlerinde Anlık Gaz Ölçümleri	38
3.5.1 Basit ve Kimyasal Boğucu Gazlar ve Oksijen Yetersizliği.....	38
3.5.2 Alev Alan ve Patlayan Gazlar	39
3.5.3 Toksik Gazlar	43
3.6 Gazların İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi	45
3.7 Gazların Kanalizasyon Sistemi Üzerine Etkisi	50

4. GEREÇ / YÖNTEM	51
4.1 Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	51
4.2 Araştırmanın Yöntemi.....	52
4.3 Araştırma Örnekleme	52
4.4 Araştırmanın Kısıtlıkları.....	52
5. BULGULAR	53
5.1 Mersin İli Kanalizasyon Terfi Sistemleri ile İlgili Genel Bilgiler.....	53
5.2 Gaz Ölçümleriyle İlgili Bulgular.....	54
5.2.1 Kullanılan Anlık Gaz Ölçüm Cihazı: Dräger X-am® 5000.....	54
5.2.2 Gaz Ölçümlerinin Yapıldığı Alanlar	56
5.2.3 Anlık Gaz Ölçüm Sonuçlarının Analizi	60
5.3 Gürültüyle İlgili Bulgular.....	69
5.3.1 Gürültü Ölçümlerinin Analizi	70
5.4 Aydınlatmayla İlgili Bulgular	71
5.4.1 Aydınlatma Ölçümlerinin Analizi.....	72
5.5 Diğer Risklerle İlgili Bulgular.....	72
6. TARTIŞMA	76
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	79
8. KAYNAKLAR	84
9. EKLER	88
EK 1. GAZ ÖLÇÜM FORMU.....	88
EK 2. KAPALI ALAN GİRİŞ İZİN FORMU	89
EK 3. ÖZGEÇMİŞ	90

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1: Kapalı alanların sınıflandırılması	9
Tablo 2: Atıksu bileşenleri ve çevreye etkisi	10
Tablo 3: Türkiye’de atıksu arıtma tesislerinde ölümlü iş kazaları tablosu	20
Tablo 4: Mesleki maruziyet limitleri karşılaştırma tablosu	27
Tablo 5: Gürültü desibel dereceleri ve insan üzerindeki etkileri	30
Tablo 6: Kapalı ortamlardaki hava kalitesini bozan ve sağlık sorunlarına neden olan kirletici gazların sınıflaması.....	38
Tablo 7: Kanalizasyon sistemlerinde bulunan gazların özellikleri	40
Tablo 8: Yanıcı-patlayıcı gazlara ait veriler	42
Tablo 9: Metan, karbonmonoksit ve hidrojen sülfür gazlarının buhar yoğunlukları.....	42
Tablo 10: Karbon monoksit fazlalığının fizyolojik etkileri	46
Tablo 11: Solunulan havadaki CO konsantrasyonu ve semptomlar arasındaki ilişki....	47
Tablo 12: Hidrojen sülfür düzeyleri ve klinik etkileri arasındaki ilişki.....	48
Tablo 13: Mersin’deki atıksu tesisleri ile ilgili genel bilgiler.....	54
Tablo 14: Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu Anlık Gaz Konsantrasyon Değerleri STEL.....	61
Tablo 15: Batı Pompa İstasyonu Anlık Gaz Konsantrasyon Değerleri STEL.....	62
Tablo 16: Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi Anlık Gaz Konsantrasyon Değerleri STEL...	63
Tablo 17: Gazların haftalık ortalaması	64
Tablo 18: Atıksu terfi istasyonları iç ortam gürültü ölçüm sonuçları.....	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1: Yerleşim yerlerinin drenajı	4
Şekil 2: a) Birleşik kanalizasyon sistemi b) Ayrık kanalizasyon sistemi.....	5
Şekil 3: Kapalı alanın belirlenmesi için izlenen yol.....	8
Şekil 4: Atıksu arıtım işlem basamakları	12
Şekil 5: Türkiye'deki atıksu arıtma tesislerinin türlerine göre dağılımı	16
Şekil 6: Toksik maddelerin vücuda girişi, emilimi ve yayılması	43
Şekil 7: Endüstriyel toksik maddelerin etkilediği organlar	44
Şekil 8: Vücutta oksijen yetersizliğinin sonuçları	49
Şekil 9: Dräger X-am® 5000 Cihazı Kısımları.....	55
Şekil 10: Hidrojen sülfür gazının yıllık istatistiksel grafiği	65
Şekil 11: Karbon monoksit gazının yıllık istatistiksel grafiği.....	66
Şekil 12: Metan gazının yıllık istatistiksel grafiği	67
Şekil 13: Oksijen gazının yıllık istatistiksel grafiği	68

RESİMLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Resim 1: Mersin kanalizasyon terfi istasyonlarında kullanılan Dräger X-am® 5000 Cihazı. a) Ön yüzü b) Arka yüzü	56
Resim 2: Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi tarak kısımları	57
Resim 3: Batı Pompa İstasyonu'nun tarak kısımları.....	57
Resim 4: Batı Pompa İstasyonu'nda hidrojen sülfür gazının ölçümünün yapıldığı alanlar	58
Resim 5: Hidrojen sülfür gazının etkisi	58
Resim 6: Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi'nde hidrojen sülfür gazının ölçümünün yapıldığı alanlar.....	59
Resim 7: Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu kapalı alan girişi	60
Resim 8: Batı Pompa İstasyonu gürültü ölçümlerinin yapıldığı alanlar	69
Resim 9: Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi gürültü ölçümlerinin yapıldığı alanlar	69
Resim 10: Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu gürültü ölçümlerinin yapıldığı alanlar	70
Resim 11: Batı Pompa İstasyonu yeterli olmayan aydınlatma.....	71
Resim 12: Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu aydınlatma	71
Resim 13: Atıksu terfi istasyonları iç ortam aydınlatma sonuçları	72
Resim 14: Çalışanın uygun olmayan iş çizmesi ile çalışması.....	73
Resim 15: Elle temizlenen tarak kısımları	74
Resim 16: Sürekli korezyona uğrayan aspiratörler	75
Resim 17: Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi'nde yeterli olmayan havalandırma.....	75

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
BEI	Biyolojik Maruziyet Endeksleri
BOI	Biyolojik oksijen ihtiyacı
CAS NO	Kimyasal maddelerin servis kayıt numarası
Cd	Kadmiyum
CIB	Güncel Bilgilendirme Bültenleri
CH₄	Metan Gazı
CO	Karbonmonoksit Gazı
COSHH	Sağlığa Zararlı Maddelerin Kontrolü Yönetmeliği
Cr	Krom
Cu	Bakır
ÇSB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
EPA	Environment Protection Agency (Avrupa Çevre Ajansı)
EUROSTAT	European Community Statistical Office (Avrupa İstatistik Ofisi)
Ex	Patlamaya Dayanıklı
H₂S	Hidrojen Sülfür Gazı
Hg	Civa
ILO	International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
LEL	Alt Patlama Limiti
LTEL	Uzun Süreli Maruz Kalma Limiti
MAC	Maksimum Konsantrasyonlar
MEL	Maksimum Maruziyet Limitleri
MESKİ	Mersin Su ve Kanalizasyon İdaresi
NFPA	National Fire Protection Agency (Amerika Milli Yangından Korunma Kurumu)

Ni	Nikel
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health (Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü)
O₃	Ozon
OEL	Mesleki Maruziyet limit Değerleri
OES	Mesleki Maruziyet Standartları
OSHA	Occupational Safety and Health Agency (Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı)
Pb	Kurşun
PEL	ABD' de OSHA tarafından İzin Veilen Maruziyet Limit Değeri
REL	Önerilen Maruziyet Seviyeleri
STEL	Kısa Süreli Maruziyet Limiti
TLV	Eşik Limit Değerler
UEL	Üst Patlama Limiti
UV	Ultraviyole Işık
WEL	İşyeri Maruziyet Limiti

1. GİRİŞ

Tarihteki ilk uygarlıklardan beri kentsel yerleşim yerlerinde biriken ve taşan yağmur sularını kontrol altına almak ve boşaltım için sistemler geliştirilmiştir. Roma döneminde yaygınlaşan boşaltma sistemleri sonraki çağlarda kentlerin büyümesiyle birlikte içme suları ile karışmaya ve birçok hastalığın yayılmasına neden olmuştur. Bu durumun fark edilmesiyle birlikte kanalizasyon sisteminin önemi ve gerekliliği anlaşılmış, zamanla kanal sistemlerinde geliştirmeler yapılmıştır.

Günümüzde hızla artan nüfus artışı ve birlikte getirdiği kentleşme, endüstri alanında üretim faaliyetlerinin gelişmesi, tarımda kullanılan zirai ilaçların temiz su kaynaklarını kirletmesi gibi nedenlerle temiz suya ulaşım zorlaşmaktadır. Temiz suya olan ihtiyacın artması var olan su kaynaklarının daha iyi korunmasını hatta geri dönüştürülmesini gittikçe daha zorunlu hale getirmektedir. Bu gereklilik, içme ve kullanma suyunu sistematik bir biçimde dağıtma ve atıksuyun modern yöntemlerle toplanarak uygun biçimde şehirlere ve sanayi bölgelerinden uzaklaştırılmasına, arındırılarak doğaya zarar vermeyecek hale geri dönüştürülmesinin zeminini hazırlamıştır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 1983).

Evsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesisleri, su kaynaklarında kirliliğin azaltılması ve önlenmesi için büyük önem taşımaktadır. Günümüzde kentleşmeye bağlı olarak artan atıksu oluşumu daha etkin ve verimli çalışan arıtma tesislerine ihtiyacı arttırmaktadır. Çevre ve insan sağlığı açısından önemli bir yere sahip olan atıksu arıtma tesisleri, günümüzde daha da önem kazanmıştır ve kentsel suların arıtılması ile ilgili faaliyetler belediyelerin sorumluluğuna geçmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2004).

Çevre Bakanlığı tarafından yayımlanan *Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği*'ne uygun olarak, belediyeler tarafından ileri arıtma teknolojileri kullanılarak atıksular uygun yöntemlerle arıtılıp deşarj edilmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2004). Atıksu arıtma tesisleri, *İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği*'nde "**çok tehlikeli**" sınıfta yer almaktadır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı 2012).

Çok tehlikeli sınıfta yer alan ve son yıllarda kanalizasyonlardaki gazlar nedeniyle gerçekleşen ölümler gündemde çokça yer almaktadır. Atıksu arıtma tesislerindeki

karbonmonoksit, hidrojen sülfür ve metan gazları basit ve kimyasal boğucu gazlardan olup iş sağlığı ve güvenliği açısından yaz ve kış aylarında tesislerde gaz ölçümleri yapılır; bu tesislerde karşı karşıya kalınan ciddi risklere karşı farkındalık oluşturulması bu çalışmanın yapılmasının ana nedenlerindedir. Bu amaçla, Mersin ilinde bulunan, üç farklı atıksu arıtma tesisinde gaz ölçümleri gerçekleştirilerek belirlenen noktalarda kimyasal maruziyet ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca Mersin ilinde bulunan üç farklı atıksu arıtma tesisinde ortamda fiziksel maruziyet ile ilgili ölçüm çalışmaları da yapılarak çalışanların maruz kaldığı riskler tespit edilmiştir. Maruz kalınan riskler, ölçüm sonuçları ışığında değerlendirilerek hangi risklere ne düzeyde maruz kaldığının belirlenmesi hedeflenmiştir.

Kanalizasyon işlerinde bakım, onarım, temizlik, kanal yapımı çalışmaları gibi işler yapı işleri yönetmeliğine tabi olup çok tehlikeli sınıfta yer almaktadır. Bu çalışma, sektörde çalışanların iş sağlığı ve güvenliği koşulları hakkında ve bu koşulların insan ve çevre üzerine etkisine yönelik araştırmalar yaparak iş sağlığı ve güvenliğine katkı sunmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Gerekli güvenlik tedbirleri alınarak kanalizasyon işlerinde iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önüne geçilebilir.

Bu çalışmanın amacı, kanalizasyon terfi istasyonlarında atıksular ve kapalı ortam nedeniyle iş kazalarına ve meslek hastalığına neden olabilecek fiziksel ve kimyasal etmenleri tespit etmek, yapılan ölçümler ile literatürde ve mevzuatlarda belirtilen maruziyet limitlerini karşılaştırarak Mersin İli Kanalizasyon Terfi İstasyonları kapsamında oluşabilecek risk potansiyelini ve iş güvenliği ihlallerini ortaya çıkarmaktır.

Bu tez çalışması kapsamında, “Genel Bilgiler” bölümünde; su ve kanalizasyon hizmetleri ve kanalizasyon sistemleri ile ilgili temel bilgiler yer almaktadır. Kanalizasyon sistemlerinin sınıflandırılmasından, atıksu terfi istasyonlarının öneminden, atıksu, başlıca atıksu parametrelerinden, atıksu ve çevreye etkisinden, atıksu arıtım sürecinde gerçekleştirilen işlemlerden, atıksu arıtma tesislerinin genel çalışma prensibinden, atıksu arıtma tesislerinde karşılaşılan tehlike ve risklerden, Türkiye ve Dünya’daki atıksu arıtımının durumu, gazlar ve etkileri anlatılmıştır. Sonraki bölümde atıksu arıtma tesislerinde meslek hastalığı ve iş kazasına sebep olabilecek risk etmenleri ile iş kazası ve meslek hastalığı istatistikleri ile atıksu ve kanalizasyon mevzuatından bahsedilmiştir.

“Gereç ve Yöntemler” bölümünde, çalışmanın temel problemi, amacı, önemi, örneklemi ve kısıtlılıkları açıklanmıştır.

Zararlı gazların gaz ölçümlerinin sonuçları “Bulgular” bölümünde saha çalışmalarının gerçekleştirildiği atıksu arıtma tesisleri tanıtılmış; uygulanan gaz ölçüm metodu ve gaz ölçüm cihazı ile ilgili bilgi verilmiştir. Literatür özetinde vurgulanan temel bilgiler ışığında bulgulara detaylıca incelenmeye çalışılmıştır. Belirlenen riskler tesisin bölümlerine, risk etmenlerine, risk düzeylerine göre ANOVA testi uygulanarak grafikler halinde değerlendirilmiş; ayrıca gürültü ve aydınlatma ölçüm sonuçları tesisler bazında kıyaslanmıştır.

“Tartışma” bölümünde elde edilen sonuçlar birbiriyle karşılaştırılmış, literatürdeki çalışmalar ışığında değerlendirilerek atıksu arıtma tesislerinin durumu tartışılmış ve literatür taraması yapılarak sektöre ilişkin daha önce ortaya konmuş diğer çalışmalar incelenerek yapılan çalışma ile diğer çalışmalar ile arasındaki bağlantılara yer verilmiştir.

“Sonuç ve Öneriler” bölümünde ise kanalizasyon terfi sistemlerindeki fiziksel, kimyasal ve biyolojik bulgular değerlendirilerek özellikle gaz ölçümleri sonucunda elde edilen önemli tespitlere yer verilmiş ve alınması gereken diğer önlemler maddeler halinde sunulmuştur.

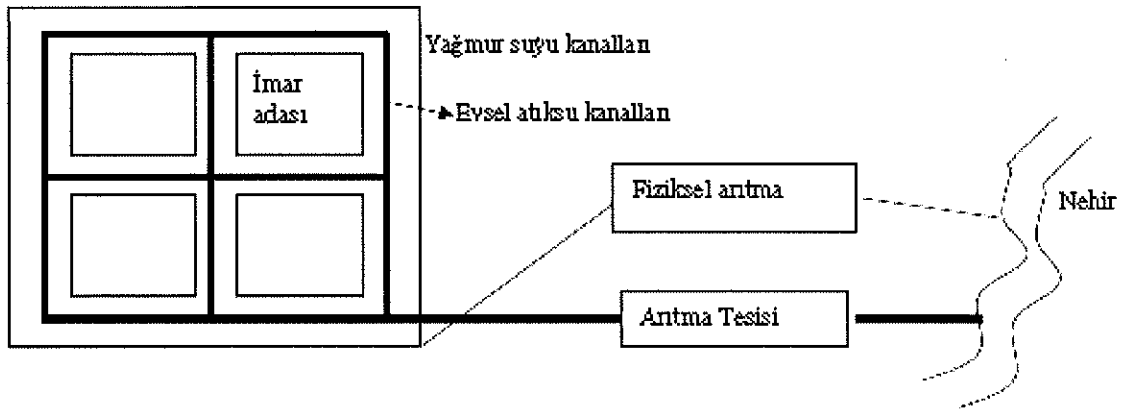
2. GENEL BİLGİLER

Günümüzde kanalizasyon sistemleri ve atıksu arıtma tesisleri, yaşam kalitesinin artmasında özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ekonomik refah seviyesinin yükselmesinde önemi giderek artan hizmetlerden biridir.

2.1 Kanalizasyon Sistemleri

Kanalizasyon sistemleri, birbiriyle bağlantılı kanal ve boru hatlarından oluşan, atık suların yerleşim yerlerinden ve sanayi bölgelerinden uzaklaştırılmasını sağlayan kanallar (lağım) sistemidir. Atıksular ve yağmur suyu gibi sıvılar yalnızca yerleşim bölgelerinden uzaklaştırmak için taşınmaz, aynı zamanda arıtma tesislerine ya da diğer alıcı su kaynaklarına deşarj etmede kullanılır. Şekil 1 yerleşim yerlerinde kullanılan drenaj sistemini temsil etmektedir.

Şekil 1: Yerleşim yerlerinin drenajı



(Ardıçlıoğlu 2014)

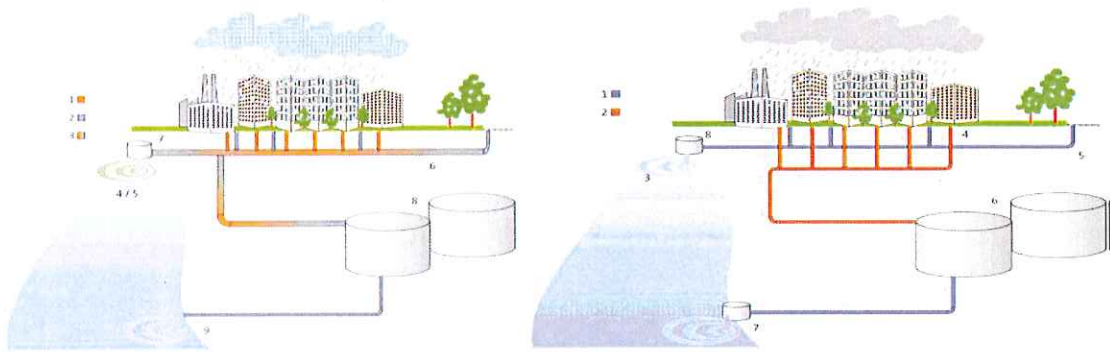
Şekil 1'de gösterildiği gibi evlerde ve sanayi bölgelerinde oluşan atıksularla yağmur suları kanalizasyon sisteminin farklı yapılarından geçerek arıtma tesisine ulaştırılır. Binaların atıksu tesisatından geçen atıksu sırasıyla; rögar, bağlantı kanalı, kanalizasyon boruları, bacalar, pompa istasyonlarından geçerek **arıtma tesisine** gelir. Arıtma tesisinde çevreye zararlı bileşenlerinden ayrıştırılmak üzere işlenen atıksu, deniz, nehir gibi uygun bir alıcı ortama deşarj edilir (Ardıçlıoğlu 2014).

2.2 Kanalizasyon Sistemlerinin Sınıflandırılması

Kanalizasyon sisteminde atıksuyun taşınması için ihtiyaca göre farklı yöntemler aktifleştirilir. Atıksuyun yerçekimi kuvveti yardımıyla yer değişimini sağlayan **cazibeli sistemlerde**, enerji sarf eden hiçbir alet kullanılmaz. Cazibeli akışın işe yaramadığı kanallarda devreye giren pompa istasyonu ile sağlanan basınçla yapılan transfer sistemi **ana terfi hattıdır**. Atıksu oluşturulan pozitif basınç ile aktarılıyorsa sistem, **pozitif basınçlı sistemler**, negatif basınç ile çekiliyorsa **vakumlu kanalizasyon sistemler** olarak adlandırılır.

Atıksu Toplama ve Uzaklaştırma Sistemleri Hakkında Yönetmelik'e göre ülkemizde kanalizasyon sistemleri üç gruba ayrılır. Evlerden ve endüstriyel bölgelerden gelen atıksuları ile yağmur suları ayrı kanallarla toplanıyorsa **ayrık sistem**, aynı boru kanalları ile toplanıyorsa **birleşik sistem** olarak tanımlanır (Kaya 2016). Bazen ayrık ve bileşik sistem birleştirilerek **yarı ayrık sistemler** oluşturulabilir.

Şekil 2: a) Birleşik kanalizasyon sistemi b) Ayrık kanalizasyon sistemi



(Erdoğan 2017)

Şekil 2a'da birleşik kanalizasyon suyu ile yağmur suları ile şehirden gelen evsel ve sanayi tesislerinden gelen atıksuların tek kanal sistemi ile nasıl birleştirildiği gösterilmektedir. Şekil 2b'de ise ayrık kanalizasyon sistemlerinde ayrı boru sistemleri ile yağmur suyunun akarsu yatağına, atıksuyun artıma tesisine transfer edilmesini göstermektedir. Bazı ayrık sistemlerde yağmur suyu kanalı üste, atıksu kanalı ise daha derine döşenmektedir. Bazıları ise daha ekonomik olarak yağmur suyunun yeryüzünden serbest olarak akmasını sağlar ve ayrı kanala gerek duyulmaz. Sadece atıksu için kanal yapılmış olur (Kalkan 2007).

Her sistemin kendine özgü avantaj ve dezavantajları vardır. Yerleşim yerlerinin özelliklerine göre doğru sistemi seçmek gerekir. Bir yerleşim yerinde metre kare başına düşen yağmur miktarı çok yüksekse, yalnızca tek kanal hattı döşenen birleşik kanalizasyon sistemlerinde birleşen evsel atıksu ve yağmur suları nedeniyle evlerde ve sokaklarda taşmalar olabilir. Ayrıca evlerden gelen atıksu miktarı daha az olmasına rağmen yağmur sularını kirletir ve büyük bir arıtma sorunu ortaya çıkar. Bu tür yerlerde atıksularla yağmur sularının hiç karışmadan uygun alıcı ortama bırakıldığı ayırık sistemlerin kurulması daha akıllıcadır. Böylece yağmur suları arıtılmadan ırmak ve göllere aktarılır ve atıksuların arıtması için küçük ve ucuz arıtma tesisleri yeterli olur.

Ayrık sistemlerde, evlerden gelen kanalizasyon boruları bilerek ya da bilmeyerek yanlış kanallara bağlanabilir. Birleşik sistemde ise tek bir kanal olduğu için bu tür bir problem yaşanmaz. Birleşik kanal sisteminin işletme ve bakımının kolay olması yağmurla birlikte kanallara çöken atıkların sık sık temizlenmesi sağlanır. Ayrık sistemin bakımı daha zordur. Doğal yollarla temizlenemediğinden suni olarak müdahale edilmesi gerekir. Dar sokaklara birleşik sistemin döşenmesi trafiğin refahı için daha uygundur. Birleşik sistemlerin en büyük dezavantajı, dolu savaklar yoluyla kanaldaki atıkların akarsuya karışmasıdır. İller Bankası ülkemizde ayırık sistemin kullanılmasını önermektedir (Kalkan 2007).

2.3 Kanalizasyon Terfi İstasyonlarında Kapalı Alanlar

Kanalizasyon terfi istasyonlarında olumsuz şartlardan ya da tehlikeli maddelerden kaynaklanabilecek ciddi yaralanma veya ölüm riskinin olduğu etrafi çevrili vaziyette bulunan sınırlı yerler "**kapalı alan**" olarak tanımlanır. Tesiste bulunan kanalizasyon boruları, menfezler, pompa istasyonlarının da dahil edilebileceği alanlar, debimetre yapıları, vana odaları, bacalar, primer çamur istasyonu vb. alanlar kapalı alan olarak bu tanıma uymaktadır. Yeteri kadar sınırlı alanı olan işçilerin çalıştığı yapılar kapalı alan olarak nitelendirilmektedir. Kapalı alan tanımına uymayan bazı açık yerlerin de o anda yapılan çalışma bağlamında kapalı alan gibi değerlendirilebilir (Güzel 2013).

Kapalı alanların tasarımı, ulaşımı ve amacına göre değişiklik gösterebilir. Atıksu terfi istasyonlarında bulunan bodrum katlardaki alanlar, tamir ve bakım odaları, tavan araları kapalı alan olarak nitelendirilir. Kısmen açık ya da tamamıyla kapalı olabilir. Kanalizasyon terfi istasyonlarında depolama ve reaksiyon tankları, silolar, kapalı tanklar

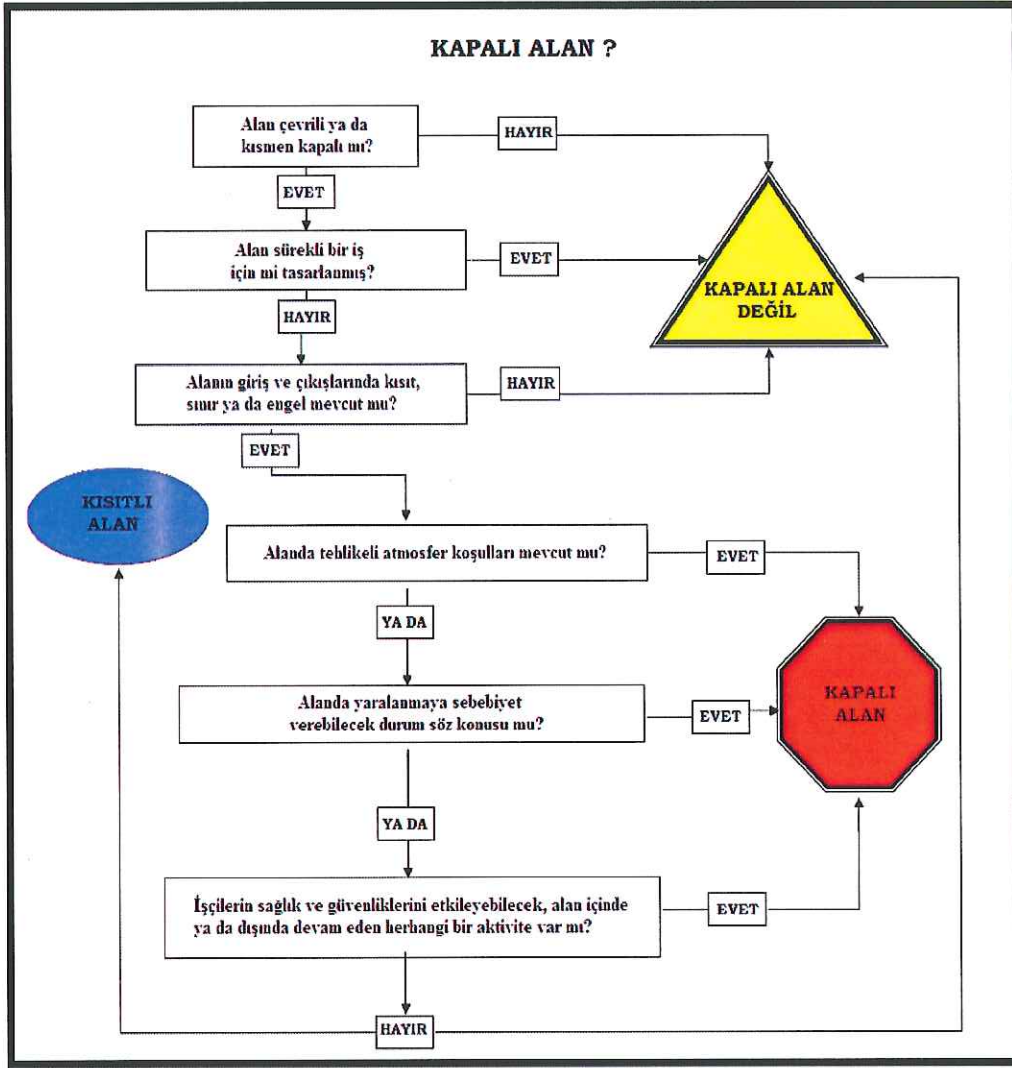
ve kanalizasyon boruları tamamıyla kapalı olup üstü açık odalar, tekneler, kalorifer kazanlarındaki yanma hazneleri, kanal sistemleri ve havalandırılmayan odalar da kapalı alandır (Yazıcı 2007).

Kapalı alanlarda yapılan çalışmaların içerdiği riskler yüksektir. Kapalı alanlarda atmosfer şartları çalışanlarda bilinç kaybına, sakatlanmaya, yaralanmaya ya da ölüme yol açabilir. Ortamda çokça bulunan gaz, toz ve buhar benzeri maddelerin tutuşması sonucu yangın veya patlama olabilir. En büyük risklerin başında oksijen seviyesindeki yetersizlik gelirken oksijen seviyesinin belirli sınırların üzerinde olması ise patlayıcı ortam oluşmasına yol açabilir. Oksijen yetersizliği ya da su, kum, hububat vb. maddelerin yoğunlaşması nedeniyle boğulma olayları yaşanabilir. Kapalı alanların tehlikeleri genel olarak şöyle sıralanabilir (Güzel 2013):

- Ortamın atmosferik şartlarının değişmesi
- Gaz kaynaklı tehlikeler; yangın, patlama, zehirlenme
- Oksijen yetersizliği; boğulmalar
- Biyolojik tehlikeler; pis suya temas sonucu deri yolu ile emilim, teneffüs veya açık yaralardan sızma yolu ile virüs, bakteri gibi mikroorganizmalar
- Mekanik tehlikeler; çarpma, ezilme ve kesilme
- Elektrik kaynaklı tehlikeler; çarpılma, şok, yanıklar
- Radyasyona dayalı tehlikeler; X-ışın, kaynak parlaması ya da radyo frekansı kaynaklı
- Çevresel tehlikeler; ses, sıcaklık, soğukluk ve ışık vb.
- Sağanak yağmur ve taşkınlar sebebiyle debisinin ve seviyesinin artması
- Çalışanların dikkatsizliği ve bilgisizliği
- Göçük ve çökmeler

Bir yerin kapalı alan olup olmadığı Şekil 3'te gösterilen yolla belirlenebilir.

Şekil 3: Kapalı alanın belirlenmesi için izlenen yol



(Yazıcı 2007)

Şekil 3'teki yönlendirme sorularına verilecek cevaplar bir alanın kapalı alan olup olmadığını belirlemekte yardımcı olur. Özellikle atıksu terfi istasyonlarında kapalı alan olarak belirlenen bölgelerde gerekli tedbirlerin en kısa sürede alınması gerekir.

Kapalı alanlarda oluşan zararlı gaz birikmeleri ve tehlikeli durumlar nedeniyle ciddi ölüm ve yaralanma riski oldukça yüksektir. Bu yüzden giriş çıkışlar sınırlandırılır. Bir kanalizasyon işçisinin girebileceği kadar genişlikteki kapalı alanlar kimyasallardan, atıklardan ya da lağımlardan kaynaklanabilecek tehlikeli atmosfer şartları içerir. Kapalı alanların tasarlanma şekli insanların çalışmasına pek uygun değildir. Bu yüzden bazı tehlikeler barındırırlar. Genellikle hareket alanı kısıtlı, havalandırma sistemi yetersizdir. Gaz içeriğine sahip tehlikeli ortamlar genellikle fark edilemez ve kısa zamanda içinde ani

değişiklikler gösterebilir. Bu nedenle giriş çıkışlarda dikkatli olmak ve bu tür alanlara bilgi sahibi eğitimli kişilerin kontrollü olarak girmesi gerekir. EK-2’de kapalı alanlara girebilmek için doldurulması gereken “Kapalı Alan Giriş İzin Formu” yer almaktadır (Güzel 2013).

Amerika’da Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (NIOSH) kapalı alanları tehlike derecesine göre A, B ve C olarak sınıflandırmıştır. Tablo 1’de verilen bu sınıflandırmada tutuşabilirlik ve zehirleyicilik (toksiklik) oranları da sınıflamaya katılmıştır.

Tablo 1: Kapalı alanların sınıflandırılması

	A SINIFI	B SINIFI	C SINIFI
Özellikler	Ciddi hayati tehlike	Tehlikeli, ancak ciddi Hayati tehlike yok	Potansiyel Tehlike
Oksijen	$O_2 \leq \%16$ ya da $O_2 \geq \%25$	$\%16.1 < O_2 < \%19.4$	$\%19.5 < O_2 < \%21.4$
Tutuşma Özelliği	En küçük tutuşma değerinin $\%20$ si ya da fazlası	En küçük tutuşma değerinin $\%10$ ’u ile $\%19$ u arası	En küçük tutuşma değerinin $\%10$ ’u ya da daha azı
Zehirleyicilik	Ciddi hayati tehlike	Zehirlenme değerinden daha yüksek	Zehirlenme değerinden daha düşük

(Güzel 2013)

Tablo 1’e göre, en tehlikeli sınıf A, en az tehlikeli sınıf C olarak kabul edilmiştir. Sınıflandırma, iş uygulamaları ve kurtarma prosedürleri ile ilgili önlem ve müdahalelere yönelik çerçeve oluşturmaktır. Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (NIOSH) tarafından yayınlanan 29 CFR Part 1910 numaralı standartta zehirli ve tehlikeli kimyasalların izin verilen en yüksek değerleri belirlenmiştir.

2.4 Atıksu ve Çevreye Etkisi

Atıksular, ev, sanayi bölgesi, ticari işletme, her türlü kurum gibi binalardan kullanım sonrası boşaltılan sular olarak tanımlanır. En yüksek atıksu oranı yerleşim bölgelerindeki insanların günlük yaşamını sürdürdüğü okul, hastane, otel gibi hizmet sektörlerinden kaynaklanır. İnsan ve hayvan dışkıları, idrarı, banyo, lavabo ve mutfaklardan gelen kirli sulardan oluşan atıksular, renkli, pis görünen, içinde çözünmeyen ve çözünemeyen maddeler içerir. Atıksulardaki en büyük kirliliği deterjan, organik

madde ve yağ atıkları oluşturur. Atıksu bileşenleri ve çevreye etkisi Tablo 2’de gösterilmektedir (Orhan 2016).

Tablo 2: Atıksu bileşenleri ve çevreye etkisi

Mikroorganizmalar	Patojen bakteriler, virüsler, kurtlar vb.	Göl ve nehirlerde oksijeni tüketmek
Diğer organik maddeler	Deterjanlar, fosfor, fenol, azot, amonyak,	Toksik etki, biyo-birikim
Besi maddeleri	Azot, amonyak, fosfor,	Otrifikasyon, oksijen eksikliği, biyo-birikim
Metaller	Hg, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni	Toksik etki
Diğer inorganik maddeler	Asitler, Bazlar	Korozyon toksik etki
Termal etkiler	Sıcak su	Yaşam koşullarına etkisi
Tat, koku	Hidrojen sülfür	Toksik etki, estetik rahatsızlık
Radyoaktivite	Radyoaktif maddeler	Toksik etki, birikim

(Arceivala 2008)

Tablo 2’ye göre, mikroorganizmalar biyolojik olarak virüs, bakteri gibi canlıların oksijeni tüketmesiyle zarar verirken, organik maddeler, metaller, termal etkiler, radyoaktivite gibi etkenler kimyasal olarak toksik etkileşimle zarar vermektedir. Tablo 2’de verilen simgelerden Hg, Civa; Pb, Kurşun; Cd, Kadmiyum; Cr, Krom; Cu, Bakır; Ni, Nikel olarak adlandırılmaktadır ve ağır metallerdir. Atıksuların %99’u sudur ve yüzde olarak çok küçük bir kesimi organik ve inorganik karışımlardan oluşur (Muslu1996).

2.4.1 Atıksuyun Fiziksel Parametreleri

Suyun rengi, sıcaklığı, kokusu ve içerdiği katı atık miktarı gibi beş duyu ile belirlenebilen özellikleri fiziksel parametrelerini oluşturur. İçilebilir sular renksiz ve kokusuzdur fakat suya karışan endüstriyel atıklar, organik ve inorganik maddeler suyun renginin değişmesine neden olur. Aynı zamanda kokusuna da etki eder. Atıksuda bozunan organik maddeler ortama kötü koku yayan gazların açığa çıkmasına neden olur. Gazlardan başka yağlar, petrol ve organik çözücüler de atıksuyun kokmasına neden olurlar (Meral 2013). Genellikle atık suyun sıcaklığı, kış aylarında hava sıcaklığından daha yüksektir. Yaz aylarında ise hava sıcaklığından daha düşüktür. Su sıcaklığı arttıkça

su içerisinde çözülmüş halde bulunan maddeler, gaz formuna geçer ve suyu terk ederler. Sıcaklık arttıkça bakterilerin faaliyetleri hızlanır, besinleri daha hızlı tüketirler. Atıksu da bulunan katı maddeler, sudaki çözülmüş ve askıdaki maddelerdir. Evsel atıksulardaki ortalama katı madde 720 mg/l, çözülmüş kısmı 500 mg/l'si, geri kalanı ise uçucu da olabilen askıda katı durumdadır. Katı atık yoğunluğu ve miktarı arıtma sürecinde büyük önem taşır (Erdoğan 2017).

2.4.2 Atıksuyun Biyolojik Parametreleri

Atıksularda bulunan fungi, protozoa, virüsler, bakteriler, algler gibi mikroorganizmalar, bitki ve hayvanlar suyun biyolojik parametrelerini oluşturur. Atıksu içinde yaklaşık 300 çeşit bakteri bulunur ve arıtma sisteminde en büyük organik madde giderim payına sahiptirler (Meral 2013). Tifo, paratifo, dizanteri, diyare ve kolera gibi hastalıklara yakalanmış insanlar tarafından suya aktarılan bu organizmalar birçok hastalığı diğer canlılara taşıyarak her yıl binlerce ölüme neden olmaktadır. İnsan atıklarından kaynaklanan koliform bakterileri, tat ve koku problemlerine yol açan algler de suyun biyolojik parametreleri arasındadır (Erdoğan 2017).

2.4.3 Atıksuyun Kimyasal Parametreleri

Suyun içindeki **alkalinite, kimyasal ve biyokimyasal oksijen ihtiyacı, klorür ağır metaller ve zehirli bileşikler** gibi özellikleri kimyasal parametrelerini oluşturur. Atıksu içinde bulunan **klorürün** temel kaynağı insan idrarı olmakla birlikte suyun sertliğini ayarlamak için suya katılan klorürün de büyük miktarı atıksuya karışır. Atıksudaki azot ve fosfor mikroorganizmalar için besin maddesidir ve varlığında bitkilerin anormal derecede artışına sebep olabilir. Sülfatlar, kimyasal olarak oksijensiz koşullarda bakteriler tarafından sülfüre ve hidrojen sülfüre indirgenir ardından sülfürik aside oksitlenir. Nikel, kuşun, krom, kadmiyum, çinko, bakır ve cıva gibi ağır metaller ve oluşturdukları bileşikler mikroorganizmalar için zehirlidir. Evsel atıksularda ağır metaller ve zehirli elementler bulunmaz (Peker 2007).

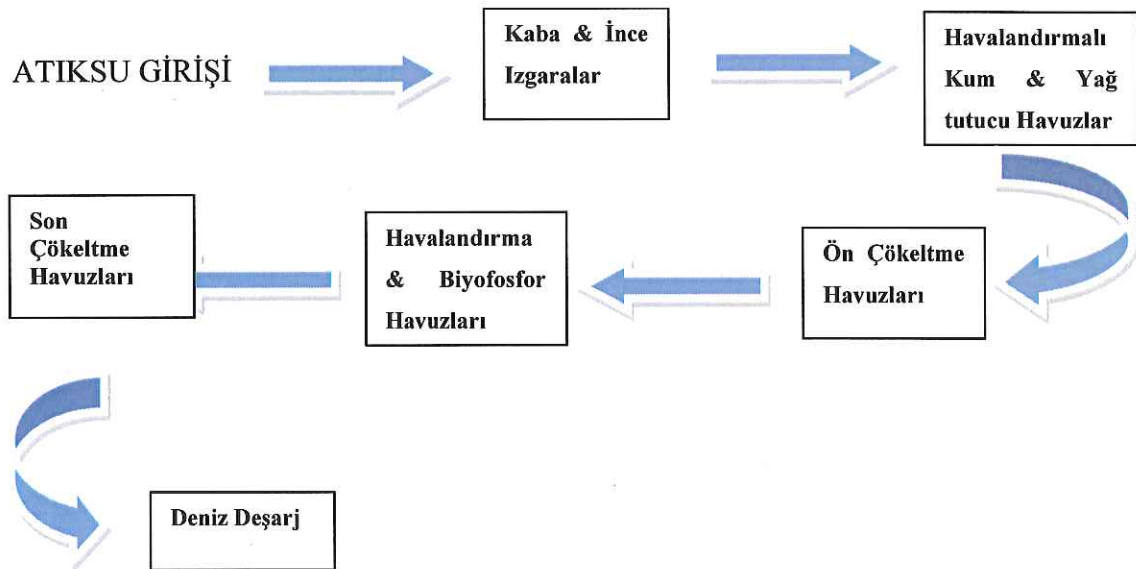
Alkalinite suyun asit toplama kapasitesi ve pH değişimine gösterdiği dirençtir. Hidroksit, karbonat ve bikarbonatların varlığı suyun alkalitesini oluşturur. İçme suyu için 6–8, deniz suyu için 8, doğal sular için 7 ve evsel atıksu için 7–8 arasında olan pH değeri, atıksu için referans olarak kullanılır ve buna göre uygulanması gereken biyolojik ve kimyasal arıtma işlemleri belirlenir (Erdoğan 2017).

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), atıksudaki mikroorganizmaların biyokimyasal oksidasyonu sırasında kullandıkları çözünmüş oksijen miktarı olarak tanımlanır. **Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)** ise atıksudaki organik maddelerin kullandığı oksijen miktarının ölçümüdür. Atıksuyun KOİ'si, BOİ'sinden daha yüksektir. Atıksuyun kimyasal parametreleri atıksuların kirlilik derecesini belirlemede kullanılan en önemli parametrelerden biridir (Meral 2013).

2.5 Atıksuların Arıtılması

Kullanılan suyun alıcı ortamlara kirli bir şekilde bırakılması nedeniyle Dünya'daki su kaynaklarının gün geçtikçe azalması ve içilebilir su kaynaklarına erişimin zorluğu atıksu arıtımının önemini daha da arttırmaktadır. Suyun arıtılması canlılar için temel yaşam kaynağı olan suyun ıslah edilmesi işlemidir. Farklı amaçlarla kullanılan suların kanalizasyon sistemleri ile atıksu halinde arıtma tesislerine geldikten sonra yitirdikleri özelliklerinin yeniden kazandırabilmek ve aktarıldıkları alıcı ortamın doğal fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirebilmek için uygulanan arıtma işlemlerine atıksu arıtma adı verilmektedir. Şekil 4'te atıksu arıtma işlem basamakları sırasıyla temsil edilmektedir (Orhan 2016).

Şekil 4: Atıksu arıtım işlem basamakları



(Orhan 2016)

Şekil 4'teki gibi genel olarak ana atıksu arıtma sistemleri, ızgara (ince veya kaba), ön dinlendirme havuzu, koagülasyon ünitesi, flokülasyon ünitesi, çöktürme ünitesi,

filtrasyon ünitelerinden oluşur (Orhan 2016). Atıksu arıtma tesislerinde genel olarak kullanılan makine, ekipman ve arıtım sürecinin değişmediği görülmektedir. Evsel ve endüstriyel olmak üzere iki tür atıksu arıtma tesisi bulunur. Sanayi tesisleri, fabrikalar, organize sanayi bölgelerinde üretim sonucu oluşan atıksuların zararsız hale getirilmesi ve geri kazanılması amacıyla kurulan endüstriyel atıksu arıtma tesisleri sektörün çıkardığı atıksu karakteri göz önüne alınarak özel tasarlanır. Bu yüzden atıksu arıtma tesisleri boyutları, arıtma üniteleri, sanayi/sektör türü, üretim yöntemi, atıksu miktarı, atıksuyun kirlilik değerleri ve alıcı ortam türüne göre değişiklik gösterir (Arundaş 2010).

Atıksu arıtma işlemleri genel olarak kimyasal, fiziksel, biyolojik ve ileri arıtma teknolojileri kullanılarak dört gruba ayrılır. Bu işlemler duruma göre ayrı ayrı ya da ardı ardına kullanılabilir. İşlem basamaklarını tamamlayan atıksuyun kazandığı karaktere göre çeşitli alanlarda kullanılabilir. Son aşamada elde edilen suyun kalitesini, atıksuyun arıtmadan önceki durumu, arıtma sırasında uygulanan işlem basamakları ve suyun arıtmadan sonraki durumunu belirler. Arıtma sistemlerinde genellikle birincil arıtma olarak bilinen fiziksel atıksu arıtımı görülmektedir (Demir 2000). Organik, maddelerin arıtılmasında kullanılan biyolojik ve kimyasal arıtma ise ikincil arıtmadır. Dünya genelinde evsel atıksuların arıtılması için yaygın olarak biyolojik arıtma yöntemleri tercih edilmektedir. Evsel atıksuların arıtılması için geliştirilmiş birçok sistem bulunmakla birlikte dünya çapında benzer yöntemler kullanılmaktadır. Kalkınmasını tamamlamış ülkelerde bu alternatiflerin sayısı istenilen çıkış suyu kalitesinin çok sıkı tedbirlerle sınırlandırılması nedeniyle daha az sayıdadır (Von Sperling 1996).

2.5.1 Fiziksel Arıtma ve Yöntemleri

Hiçbir kimyasal veya biyolojik yöntem kullanmadan cazibe ve çöktürme gibi fiziksel yollarla atıksuyun içindeki katı ve yağların ayıklanması işlemidir. Fiziksel arıtma çökelebilen, yüzebilen katı maddelerin, çözülmüş organik ve inorganik maddelerin ayrıştırılması işlemlerini kapsamaktadır. Izgara ve elekler, öğütücüler ve parçalayıcılar, dengeleme havuzları, yüzdürme havuzları, filtreler, kum tutucular, çöktürme havuzları, yağ ayırıcılar fiziksel arıtma sistemlerindeki temel ünitelerdir. Atıksu biyolojik ve kimyasal arıtma sistemlerine girmeden önce fiziksel arıtma sürecinden geçirilir. Böylece atıksuda bulunan kirleticilerin bir kısmı giderilerek ana arıtma sistemine gelen kirlilik yükünü azaltır. Bu da ana sistem ekipmanlarının zarar görmesini engeller ve tesisinin işletme maliyetini düşürür (Meral 2013).

2.5.2 Biyolojik Arıtma ve Yöntemleri

Atıksuyun fiziksel arıtmadan sonra iletildiği ikincil arıtma sistemlerinden olan biyolojik arıtma atıksu içindeki askıda veya çözünmüş organik maddelerin bakteriyolojik faaliyetlerle inorganik maddelere dönüştürülmesi yoluyla ortadan kaldırılan tesislerdir (Öztürk 1999). Biyolojik arıtma sistemleri ortamda hava varsa **aerobik**, hava yoksa **anaerobik** arıtma olarak iki çeşittir. Biyolojik arıtma sistemlerinin temel çalışma prensibi bakterilerin organik maddeleri dönüştürebilmeleri için gerekli pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, toksik maddeler gibi parametrelerin optimum koşullarını sağlamaktır. Aerobik arıtma için aktif çamur, biyofilm, stabilizasyon havuzları, havalandırılmalı lagünler kullanılırken; anaerobik arıtma için ise sürekli karışımli reaktörler, anaerobik filtreler ve akışkan yataklı sistemler kullanılmaktadır (Erdoğan 2017).

2.5.3 Kimyasal Arıtma ve Yöntemleri

Kimyasal arıtma, atıksudaki kirleticilerin kimyasallarla tepkimeye sokularak çöktürülmesi ve KOİ, BOİ, ağır metal ve fosfor gibi kimyasal parametrelerin kontrol altına alınması işlemidir. Kimyasal arıtma basamaklarının birincisi atıksuyu uygun pH değerine getirmek için uygun asit veya bazın eklenmesi işlemi olan nötralizasyondur. İkinci aşamada koagülant olarak tanımlanan alüminyum sülfat, demir, klorür, demir sülfat ve poli alüminyum klorür gibi maddeler uygun pH'a getirilmiş olan atıksuya eklenerek atıksudaki katı maddelerle birleşmesi sağlanır. Flokülasyon denen son aşamada ise atıksu uygun hızda karıştırılarak önceki aşamada oluşturulan flokların çöktürülmesi sağlanır.

Klorlama sudaki patojen mikroorganizmaların yok edilmesi amacıyla dezenfeksiyon yapılmasıdır. Dezenfeksiyon işleminde en çok klor kullanılmaktadır. Klorlama ünitesi, suya ilave edilen klorun depo edildiği ve dozlamaya hazır hâle getirildiği ünedir. Basınçlı tanklarda sıvı olarak saklanan klor, buhar hâline geldikten sonra suyla karıştırılır. Atıksuya eklenen aktif oksijen (Ozon O₃), bilinen en etkili mikrop öldürücü ve koku gidericidir. Güneşin ultraviyole ışını ve yıldırım anında ortaya çıkan elektrik arkları ile oluşan ozon, dünyanın etrafında koruyucu kalkan olarak mevcuttur ve canlıları güneşin radyasyon etkisine karşı korur. Yıldırımlar sonucu oluşan ozon, havayı da temizler (Erdoğan 2017).

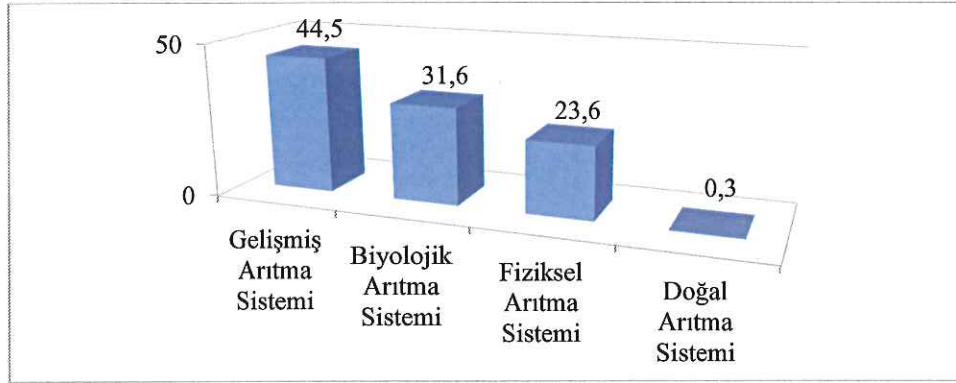
2.5.4 İleri Arıtma ve Yöntemleri

İleri arıtma fiziksel, biyolojik ve kimyasal yollarla arıtma yapıldıktan sonra geriye kalan fosfor, azot, karbon gibi kirleticilerin giderilmesi işlemidir. Atıksuyun içerdiği amonyum iyonları, azot bakterileri yardımıyla nitrifikasyon kademesinde önce nitrite ve sonra nitrata dönüştürülür. Daha sonra denitrifikasyon kademesinde anoksik şartlar altında azot gazı hâlinde sudan uzaklaştırılır. Fosfor bileşiklerini gidermek için kimyasal ve biyolojik metotlar ayrı ayrı veya birlikte kullanılır (Erdoğan 2017).

2.7 Atıksuyun Türkiye ve Dünya'daki Yeri

Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2016 yılı verilerine göre, tüm belediyelere uygulanan 2016 yılı Belediye Atıksu İstatistikleri Anketi sonuçlarına göre, 1 397 belediyeden 1 338'ine kanalizasyon şebekesi ile hizmet verildiği. Kanalizasyon şebekesi ile toplanan 4,5 milyar m³ atıksuyun %40,4'ü denize, %48'i akarsuya, %2,8'i baraja, %1,8'i göl-gölete, %0,5'i araziye ve %6,5'i diğer alıcı ortamlara deşarj edildiği ve Deşarj edilen atıksuların %85,7'si arıtıldığı ve kanalizasyon şebekesinden deşarj edilen 4,5 milyar m³ atıksuyun 3,8 milyar m³ü atıksu arıtma tesislerinde arıtılmıştır. Arıtılan atıksuyun %44,5'ine gelişmiş, %31,6'sına biyolojik, %23,6'sına fiziksel ve %0,3'üne doğal arıtma uygulandı. Arıtılan atıksuyun %44,9'u denize, %45'i akarsuya, %2'si baraja, %1,4'ü göl-gölete, %0,4'ü araziye ve %6,3'ü diğer alıcı ortamlara deşarj edildi. Atıksu arıtma işlemleri sonucunda 299 bin ton (kuru madde bazında) atıksu arıtma çamuru oluştuğu tespit edildi. TÜİK verilerine göre "deşarj edilen günlük kişi başı atık su miktarını 183 litre" olduğu belirtilmiştir (<http://www.tuik.gov.tr>, 1.12.2017).

Şekil 5: Türkiye'deki atıksu arıtma tesislerinin türlerine göre dağılımı



(Orhan 2016)

SGK'nın 2014 yılı verilerine göre atıksu arıtma tesisinde çalışanlar kanalizasyon faaliyet grubu başlığı altında değerlendirilmiş olup yapı işleri yönetmeliğine tabi çok tehlikeli sınıfta bulunmaktadır. 2014 verilerine göre bu alanda çalışanların sayısı kesin olmamakta birlikte 12 337 olarak açıklanmıştır. Bu faaliyet grubunda çalışanlar kanalizasyon atıklarının uzaklaştırılması ve arıtılması dahil kanalizasyon atıksu tesislerinin işletimi, fosseptik çukurların, havuzların ve belediye seyyar tuvaletlerin temizlenmesi ve boşaltılması dahil her işi yapmaktadırlar. Kanalizasyon sistemiyle hizmet verilen belediye nüfusunun Türkiye nüfusuna oranı % 84, toplam belediye nüfusu içindeki oranı % 90 olarak belirlenmiştir. Atıksu arıtma tesisleriyle hizmet verilen belediye nüfusunun oranı ülke nüfusu içinde % 64, toplam belediye nüfusu içinde % 68 olarak hesaplanmaktadır. Belediyeler tarafından kanalizasyon şebekesiyle deşarj edilen kişi başı günlük ortalama atıksu miktarının 181 litre, ortalama atıksu miktarı İstanbul için 230, Ankara için 183, İzmir için 214 litre olarak belirlendi. (<http://www.tuik.gov.tr/> 1.12.2017).

Dünyada ise günlük atıksu miktarının 1.5 km^3 'e ulaştığı ve bunun 0.23 km^3 'ünün Kuzey Amerika'da üretildiği ifade edilmektedir. Yüksek gelir gurubundaki ülkelerde üretilen atıksuyun %70'i arıtılırken, üst orta gelir gurubunda bu oran %38'e, alt orta gelir gurubunda %28'e, alt gelir gurubundaki ülkelerde ise bu oran ancak %8'e düşmektedir. AB ülkelerine bakıldığında atıksu arıtma hizmetinden yararlanan nüfus oranı oldukça yüksek olup, Eurostat verilerine göre, Almanya, Hollanda, Danimarka, İsveç, Finlandiya gibi ülkelerde %99'un üzerindedir. Türkiye için bu oran %58.2 olarak belirtilmiştir (Eurostat 2014).

Dünya çapında kullanılan suyun %80'inin kanalizasyon ile toplanmadığı veya arıtılmadığı tahmin edilmektedir (Corcoran 2010). Avrupa Çevre Ajansı tarafından yayınlanan, AB ülkelerine ait 1980-2009 yılları itibariyle atıksu arıtma hizmeti alan nüfusun sularının kaçınıcı kademe arıtıma tabi tutulduğunu gösteren verilere bakıldığında Avusturya, Danimarka, Finlandiya, Almanya, Hollanda ve İsveç gibi ülkelerdeki atıksuların %70'ten fazlası ileri arıtmaya tabi tutulurken Güney Avrupa'da ise bu oran yalnızca %10 civarındadır (EPA 2013). Türkiye'nin, AB'nin öngördüğü çevre ve atıksu yönetimi politikalarına uyması ve uygulamalarına paralellik sağlaması ve bu kapsamda ülkemizde arıtma tesislerinin ileri kademede arıtan tesislere dönüştürülmesi gerekmektedir.

3. KANALİZASYON TERFİ İSTASYONLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

3.1 İş Sağlığı ve Güvenliği

Var olduğu andan itibaren güvenlik insanın en temel ihtiyacı olmuş ve insan hayatını korumak için hep mücadele etmiştir. Özellikle Sanayi Devrimi'nden sonra iş sağlığı ve güvenliği kavramı ortaya çıkmış ve giderek daha büyük önem kazanmıştır.

İşçi sağlığı; “Tüm mesleklerde çalışanların bedensel, ruhsal, sosyal iyilik durumlarını sürdürmek, çalışanların çalışma koşullarından kaynaklanan risklerden korunmasını sağlamak, sağlıklarının bozulmasını önlemek, kendilerine uygun olan işlere yerleştirmek ve işin insana, insanın işe uyumunu sağlamak.” olarak tanımlanır (İLO 2017).

İş güvenliği ise; “İşçilerin iş kazalarına uğramalarını önlemek amacıyla, güvenli çalışma ortamını oluşturmak için alınması gereken önlemler dizisine denir. “Çalışanların iş ortamında karşılaştıkları tehlikelerin yok edilmesi veya azaltılması için getirilen yükümlülüklerden oluşan teknik kuralların bütününe ifade eder.” (Uzar 2014).

İş sağlığı ve güvenliği kavramı öncelikli olarak insan hayatı olmak üzere, aynı ekosistem içindeki tüm canlıların hayatlarını korumayı ve sağlıklı yaşamın sürdürülebilirliğini amaçlar. Bu amaçla insan hayatını ve sağlığını etkileyen bütün unsurları tespit edip değerlendirmek, bunları takip ederek risk potansiyellerini en aza indirmek en temel hedeflerdendir. İş güvenliğini sağlayarak hem maddi hem manevi olarak kayıpları aza indirmek, ödemekten daha kolay, ucuz, akılcı ve insancıl olandır. (Demirbilek 2005).

İş sağlığı ve güvenliği politikaları ortamın güvenliğini, iş tatmini ve işçilerin motivasyonunu sağlayarak işletme verimini arttıran stratejilerdir. Doğrudan işletmeye etki etmekle birlikte dolaylı olarak bireyin aile hayatını, çevresini ve toplumun yaşam kalitesini etkiler. Dolayısıyla çalışanlardan yöneticilere, işletme sahiplerinden devletin ilgili birimlerine her birey iş sağlığı ve güvenliği konusunda ve politikalarının geliştirilmesinde, uygulanmasında sorumludur (Çelik 2008).

3.1.1 Kanalizasyon Terfi İstasyonlarında İş Sağlığı ve Güvenliği

Günümüzde sayıları da hızla artmakta olan kanalizasyon terfi istasyonları gerek fiziksel yapıları gerekse çalışma ortamlarından dolayı gerekli önlemlerin alınmaması durumunda ciddi iş kazalarının yaşanabileceği ve çalışanların çeşitli hastalıklara yakalanabilecekleri yerlerdir. Atıksu arıtma tesisleri, NACE koduna göre “çok tehlikeli” sınıfında yer almaktadır. Kanalizasyon terfi istasyonlarında bulunan üniteler, yapılan işlemler ve çalışma koşulları açısından iş sağlığı ve güvenliği konusunda birçok riski bünyesinde barındırmaktadır.

Literatürdeki araştırmalar ve incelemeler göstermektedir ki; atıksu arıtma tesislerinde görülen en önemli risklerin, kimyasal gazlara maruziyet, gürültü maruziyeti, bulaşıcı hastalıklar, kapalı alanlarda çalışma, cilt, solunum, sindirim ve sinir sistemi rahatsızlıkları ile kas iskelet sistemi rahatsızlıklardır.

3.1.2 Türkiye ve Dünyada Atıksu Arıtma Tesislerinde Görülen İş Kazaları

Ülkemizde ise atıksu arıtma tesislerinde gerçekleşen iş kazaları, meslek hastalıkları ve sebepleri SGK verilerinin derlenmesi ile oluşturulmaktadır. SGK iş kazası ve meslek hastalıkları istatistiklerine göre 2014 yılında “Kanalizasyon” başlığı altında 137 iş kazası yaşandığı ve bu kazalar sonucu 2 ölümün gerçekleştiği belirtilmiştir. İzmir Tabip Odası tarafından hazırlanan raporda ise 6 kişinin öldüğü kaydedilmiştir. İzmir Tabip Odası tarafından 2011 – 2014 yılları arasında yapılan araştırmada ve 2014 yılında yayınlanan “Türkiye Kanalizasyon-Atıksu Arıtma Tesislerinde Ölümlü İş Kazalarını Değerlendirme Raporu”na göre 2011 yılından sonra Türkiye arıtma tesisleri ve kanalizasyonlarında çoğunluğu taşeron işçi olmak üzere en az 32 işçi iş kazalarında hayatını kaybetmiştir. Fakat SGK’da derlenen istatistiklerde “kanalizasyon” başlığı birçok farklı faaliyeti de içerdiğinden net bir sayıya erişilememektedir (SGK 2017).

Tablo 3’te Türkiye’de atıksu tesislerinde meydana gelen ölümlü iş kazaları listelenmektedir. Sonuçlara göre 2011 – 2014 yılları arasında arıtma tesislerinde 15 çalışanın yaşamını yitirdiği kazalarda ölüm nedeni metan gazı zehirlenmeleri ve havuza düşme olduğu belirtilmiştir. Bu tesislerde toplam 14 işçi metan gazı zehirlenmesi nedeniyle öldüğü belirtilmiştir. Metan gazı ölçüm cihazlarının bulunmaması sonucu meydana gelen metan gazı zehirlenmelerinin bu kazaların başlıca nedeni olduğu vurgulanmaktadır. Bununla birlikte, kapalı alanlarda yapılan çalışmalar için acil durum

eylem planlarının bulunmaması, işçilere maruz kalacakları riskler hakkında eğitim verilmemesi gibi nedenlerin ölüm sayılarını arttırdığı belirtilmektedir. Kapalı alanlarda biriken metan gazının fark edilememesi nedeniyle işçiler atıksu havuzları ve çukurlarında çalışırken metan gazı nedeniyle bilinçlerini kaybedip düşerek ölüyorlar. Ne yazık ki metan gazından zehirlenerek düşen kişileri kurtarmak için yardıma giden işçi veya yöneticilerin de bilinçsizlikleri nedeniyle metan gazından zehirlendiği tespit edilmiştir. Halbuki acil durumlar için önceden belirlenmiş prosedürler ve tatbikatlar yapılsa ihmal ve bilgisizlikten kaynaklı ölümlerin önüne geçilebilir (Orhan 2016).

Tablo 3: Türkiye’de atıksu arıtma tesislerinde ölümlü iş kazaları tablosu

YIL	YER	İŞ KAZALARI	Sonucu
2011	Muğla Bodrum İlçesi Konacık Beldesi	Bakım çalışması yapılırken kazılan kanalda göçük altında kalma	1 Ölüm
2011	Trabzon Akçaabat ilçesi	Kanalizasyon çukurunda metan gazı zehirlenmesi	1 Ölüm
2013	Muğla Milas İlçesi Güllük Beldesi	Bakım yapılırken metan gazı zehirlenmesi	7 Ölüm
2013	Aydın Kuşadası İlçesi	Derin deşarj kuyusunda metan gazı zehirlenmesi	3 Ölüm
2014	Manisa Şehzadeler İlçesi	Çökeltim havuzunda metan gazı zehirlenmesi	3 Ölüm

(Orhan 2016)

İzmir Tabip Odası tarafından 2014 yılında yayınlanan “*Türkiye Kanalizasyon-Atıksu Arıtma Tesislerinde Ölümlü İş Kazalarını Değerlendirme Raporu*”na göre arıtma tesislerinde yaşanan iş kazaları incelendiğinde bazı tesislerde yeterli havalandırmanın yapılmadığı ve metan gazının biriktiği tespit ediliyor. Tesislerden birinde gaz kokusunun çevreyi rahatsız etmemesi için havalandırma bacalarının kapatıldığı ve işçilerin tesislere girerken maske prosedürüne uygun davranmadığı ya da işyerinde yeterli maske bulunmadığı belirlenmiştir.

Amerika’nın Milli Yangından Korunma Kurumu (NFPA) tarafından 2012 yılında yayınlanan çalışmasına göre de 1992-2010 yılları arasında 61 çalışanın atıksu arıtma tesislerinde hayatını kaybettiğini açıklamıştır. Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (NIOSH), 2009 yılında atıksu arıtma tesislerinde iş kazası oranının % 4.1 olduğunu, en

sık karşılaşılan iş kazasının kayma ve düşme olduğunu, en sık karşılaşılan yaralanma çeşidinin incinme ve burkulma olduğunu belirtmiştir (NFPA, 2012, 21.02.2018).

3.1.3 Atıksu ve Kanalizasyon Mevzuatı

Kanalizasyon sektöründe izlenen politikaların çıkışı, 1977 tarihinde Birleşmiş Milletlerin düzenlediği Mar del Plata Su Konferansı'dır (Tayfun 2008). Bu Konferansta, sağlıklı suya erişim, su kaynaklarının korunması ve atıksuların uzaklaştırılması için kanalizasyon şebekesinin kurulması için bir eylem planı hazırlanması fikri doğmuştur. Türkiye'de, Dünya Bankası'nın kanalizasyon sektörü için sağladığı kredinin ön koşulu olarak, 1981 yılında 2560 sayılı yasa çerçevesinde ortaya çıkan İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (İSKİ) (Görer 2014) modeli ile kanalizasyon ve içme suyu hizmetleri mutlak bir kamu hizmeti olarak benimsenmiş ve ilerleyen yıllarda İSKİ modelini takiben Türkiye'deki diğer şehirlerde olduğu gibi Mersin ilinde de belediye bünyesinde Su ve Kanalizasyon İşleri İdare'leri kurulmuştur.

Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği alanında atıksu arıtma tesisleri ile ilgili doğrudan hükümlerin olduğu bir mevzuat bulunmasa da bu alanda faaliyet gösteren işletmelerde iş kazalarına ya da meslek hastalıklarına sebep olabilecek etmenlerle ilgili yasal düzenlemeler mevcuttur. Bu düzenlemeler 3.1.3 sıralı başlık altında "Atıksu ve Kanalizasyon Mevzuatı"nda verilmiş olup ilgili güncel mevzuatın takibi ve işyerlerinde uygulanması işverenin yükümlülüğündedir.

Türk mevzuatında atıksuların çevre ve insan sağlığına zarar vermesini önlemek amacı ile toplanması, uzaklaştırılması, arıtılması gibi işlemleri mevzuat standartlarına uygun hale getirildikten sonra deşarj edilmeden önce kapsayan, 21 Mayıs 1991 tarih ve 91/271/EEC sayılı "Kentsel Atıksu Arıtımı Konsey Direktifi"ne dayalı olarak kentsel atıksu deşarjını düzenleyen belgeler şunlardır (Kaya 2016):

- Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği; kentsel atıksuların, kentsel atıksu arıtımı tesislerinde toplanması, arıtılması ve deşarjını düzenler.
- Atıksu Toplama ve Uzaklaştırma Sistemleri Hakkında Yönetmelik
- 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu; genel sağlığı korumak amacıyla atıkların bertaraf edilmesi ile ilgili hükümler içerir.
- 2872 Sayılı Çevre Kanunu; atıksuları toplayan kanalizasyon sistemi ile atıksuların arıtıldığı ve arıtılmış atıksuların bertarafının sağlandığı atıksu

altyapı sistemlerinin kurulması, bakımı, onarımı, ıslahı ve işletilmesi esaslarını kapsar.

- 3202 Sayılı Köye Yönelik Hizmetler Hakkında Kanunu; köy ve bağlı yerleşim birimlerinin yol, su, elektrik, kanalizasyon tesislerinin inşaatı, bakımı, onarımı, geliştirme ve işletme hizmetlerini düzenlemek üzere gerekli tedbirleri almak, bakım, onarım, işletme ve geliştirme hizmetlerine ait esasları tespit etmek ve yürütmek gibi köye yönelik hizmetler arasında sayılmıştır.
- 5302 Sayılı İl Özel İdaresi Kanunu; belediye sınırları dışında kanalizasyon hizmetlerini il özel idaresinin görev ve sorumlulukları arasında sayılmıştır.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği; Çevre Bakanlığı tarafından yayımlanan yönetmeliğe göre su ortamlarının kalite sınıflandırmaları ve kullanım amaçları, su kalitesinin korunmasına ilişkin planlama esasları ve yasakları, atıksuların boşaltım ilkeleri ve boşaltım izni esasları, atıksu altyapı tesisleri ile ilgili esasları ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetleme usul ve esaslarını kapsar.
- Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği; yönetmelik, kanalizasyon sistemlerine boşaltılan kentsel ve belirli endüstriyel atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjı; atıksu deşarjının izlenmesi, raporlanması ve denetlenmesi ile ilgili teknik ve idari esaslarını kapsar.
- Yapı İşleri Yönetmeliğinde; kanalizasyon işleri ile ilgili kısımlar geçmektedir.

Atıksu arıtma tesislerinde bulunan tehlikeli nitelikteki gazlar ile ilgili yasal düzenlemeler; tehlikeli kimyasal maddeler olarak tanımlanan "Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik" in 4/1-p maddesinde "Patlayıcı, oksitleyici, çok kolay alevlenir, kolay alevlenir, alevlenir, toksik, çok toksik, zararlı, aşındırıcı, tahriş edici, alerjik, kanserojen, mutajen, üreme için toksik ve çevre için tehlikeli özelliklerden bir veya bir kaçına sahip maddeleri ve karışımları veya kimyasal, fiziko-kimyasal veya toksikolojik özellikleri ve kullanıma veya işyerinde bulundurulma şekli nedeni ile çalışanların sağlık ve güvenliği yönünden risk oluşturabilecek maddeler veya mesleki maruziyet sınır değeri belirlenmiş maddeler" olarak tanımlanmaktadır.

Avrupa Komisyonu 2006 yılı sonu itibariyle 1907/2006/EC sayılı Tüzüğü kabul ederek REACH adı altında yeni kimyasallar politikasını 1 Haziran 2007 tarihi itibariyle uygulamaya koymuştur. Tüzüğün temel amacı, insan ve çevre sağlığı gözetilerek, kimyasallardan kaynaklanan risklerin yönetiminin ve üretilen kimyasallar hakkında sağlıklı bilgilerin sağlanması olarak belirlenmiştir. Ülkemizde yürürlükte olan kimyasallarla ilgili yönetmelikler aşağıda verilmiştir.

- Kimyasal maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik
- Kimyasalların Envanteri ve Kontrolü Hakkında Yönetmelik; REACH Tüzüğü ile ilga edilen 793/93/EC sayılı Direktifine kısmi uyum amaçlı olarak hazırlanmıştır.

3.2 Mevzuatlarda Yer Alan Maruziyet Limitleri

"İşyeri maruziyet limitleri" veya "mesleki tehlikelerin izlenmesi" ifadeleri genellikle çalışanların gazlara, toza, gürültüye vs. maruz kalabildikleri endüstriyel uygulamalardaki sağlık izleme faaliyetlerini belirtmek için kullanılır. Temel amaç işyerindeki maruziyet seviyelerini yasal limitlerin altında tutabilmektir.

Bu konu, hem saha çalışmalarını (potansiyel maruziyet profillerinin çıkarılması) hem de çalışanın bazı cihazları takmak zorunda olduğu ve nefes alma bölgesine olabildiğince yakın yerde yapılan numune alma çalışmalarını içeren kişisel izleme çalışmalarını kapsar. Bu sayede, ölçülen kontaminasyon seviyesi ile gerçekte çalışanın soluduğu seviye doğru bir şekilde gösterilmiş olur.

Hem çalışanın hem de tesisin izlenmesinin entegre emniyet planının önemli birer parçası olduğunun üzerinde mutlaka durulmalıdır. Bu veriler sadece ortamda bulunabilecek koşullar hakkında gerekli bilgileri sunmaya yönelik olmalıdır. Bu sayede kullanılarak endüstriyel yönetmeliklere ve emniyet gereksinimlerine uyumluluğu sağlayacak gerekli tedbirler alınmalıdır.

Belirlenen yöntem hangisi olursa olsun, söz konusu gazların toksisite mahiyetleri mutlaka hesaba katılmalıdır. Örneğin, sadece zaman ağırlıklı ortalama kullanan bir cihaz veya daha sonra yapılacak laboratuvar analizleri için numune alan bir cihaz çalışmanı yüksek derecede toksik bir maddeye kısa süreli ve ölümcül dozda maruz kalmaya karşı korumayacaktır. Diğer taraftan, "Uzun Süreli Maruz Kalma Limiti" (LTEL) tesisin bazı

alanlarında kısa süreli olarak aşılması gayet normal bir durum olabilir ve bu durumun alarmla sonuçlandırılması gerekmeyebilir. Bu nedenle, optimum enstrüman sistemi, kısa ve uzun süreli maruziyet seviyelerinin yanı sıra, anlık alarm seviyelerini de izleyebilecek kapasitede olmalıdır.

3.2.1 Avrupa Mesleki Maruziyet Limitleri

Mesleki maruziyet limit değerleri (OEL), çalışılan yerin havasındaki tehlikeli bileşen konsantrasyonları için uygulanacak limitler yetkili ulusal makamlar veya ilgili diğer ulusal kurumlar tarafından belirlenir. Tehlikeli maddeler için belirtilen OEL'ler (Mesleki maruziyet limit değerleri) risk değerlendirmesi ve yönetiminde önemli birer araç oldukları gibi, tehlikeli maddelerle ilgili iş güvenliği ve sağlık faaliyetlerine de temel bilgi kaynağı teşkil ederler. Mesleki maruziyet limitleri piyasaya sürülen ürünlerin yanı sıra üretim yöntemlerine ait atık ve yarı mamul ürünler için de geçerli olabilir. Bu limitler çalışanları sağlık sorunlarına karşı korur, ancak patlama riski gibi tehlikeleri irdelemez. Limitler sürekli değiştiğinden ve ülkelere göre farklılık söz konusu olabildiğinden, en güncel bilgilere sahip olduğunuzdan emin olmak için ilgili ulusal makamlara danışmamız gerekir.

İngiltere'deki mesleki maruziyet limitleri, Sağlığa Zararlı Maddelerin Kontrolü Yönetmelikleri'ne (COSHH) göre uygulanır. COSHH yönetmelikleri, çalışanların zararlı maddelere maruz kalmasının işveren tarafından tamamen önlenmesini, bunun mümkün olmadığı hallerde ise en etkin şekilde kontrol altına alınmasını öngörür.6 Nisan 2005 itibarıyla bu yönetmelikler yeni ve daha sade bir mesleki maruziyet limiti sistemini uygulamaya koymuştur. Doğru uygulamalara bağlı kalma gereklilikleri, 2004 tarihli Sağlığa Zararlı Maddelerin Kontrolü Yönetmeliği'nin (revize edilmiş haliyle) sekiz temel ilkesinin yürürlüğe girmesiyle birlikte bir arada toplanmıştır.

Maksimum Maruziyet Limitleri (MEL) ve Mesleki Maruziyet Standartları (OES) tek bir limit türü olan İşyeri Maruziyet Limiti (WEL) ile değiştirilmiştir. Tüm MEL'ler (Maksimum Maruziyet Limitleri) ve (Mesleki Maruziyet Standartları) OES'lerin pek çoğu (İşyeri Maruziyet Limiti) WEL'ler olarak yeni sisteme aktarılmaktadır ve önceki nümerik değerlerini muhafaza etmişlerdir. Kullanımı artık yasaklanan, nadiren kullanılan veya eski limit değere yakın derecede sağlığa zararlı oldukları kanıtlanan yaklaşık 100 maddeye ait Mesleki Maruziyet Standartları (OES'ler) silinmiştir. İngiltere'de yasal

açından zorunlu tüm (İşyeri Maruziyet Limiti) WEL'ler hava limiti değerleridir. Maksimum izin verilen veya kabul edilen konsantrasyon, toksisite düzeyine göre maddeden maddeye değişir. Maruziyet sürelerinin ortalamaları sekiz saat (8 saat Zaman Ağırlıklı Ortalama TWA) ve 15 dakika (Kısa Süreli Maruziyet Limiti; STEL) olarak belirlenmiştir. Bazı maddeler, kısa süreli maruziyette bile asla aşılmayacak kadar kritiktir, bu sebeple sadece STEL olarak set edilirler. Cilde nüfuz etme potansiyeli ise WEL listelerinde (İşyeri Maruziyet Limiti) "Skin (Cilt)" ifadesiyle gösterilir. Mevcut bilimsel bilgiler kapsamında bir Mesleki Maruziyet Limit değeri (OEL) hazırlanırken kanserojenlik, toksisite üretme, tahriş potansiyeli ve hassasiyet de dikkate alınır (www.honeywellanalytics.com / www.gasmonitors.com 09.08.2017). TWA ve STEL olarak adlandırılan limit tanımları ülkemizde de "Kimyasal maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik"de kullanılmaktadır.

3.2.2 ABD Mesleki Maruziyet Limitleri

ABD'deki mesleki maruziyet limitleri eyaletten eyalete değişkenlik gösterirken ABD'deki başlıca Mesleki Maruziyet Limitleri hakkındaki bilgiler ;

- Amerikan Endüstriyel Hijyen Makamları Konseyi (ACGIH)
- ABD Çalışma Bakanlığı'na bağlı İş Güvenliği ve Sağlığı Dairesi (OSHA)
- Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (NIOSH) tarafından belirlenmektedir.

Amerikan Endüstriyel Hijyen Makamları Konseyi (ACGIH) tarafından İzin Verilen Maksimum Konsantrasyonlar (MAC) yayımlanmış ve bunlar daha sonra "Eşik Limit Değerler" (TLV) olarak isimlendirilmiştir. Eşik Limit Değerler, "hemen her çalışanın çalışma hayatı boyunca hasta olmadan her gün karşılaşabileceğine inanılan" maruziyet limitleridir. ACGIH, üniversitelerin ve devlet kurumlarının mesleki hijyen uzmanlarından oluşan bir meslek kuruluşudur. Özel sektörden mesleki hijyen uzmanları da bu kuruluşa üye olabilir. Her yıl, farklı komiteler yeni eşik limitleri veya en doğru çalışma kılavuzları yayımlamaktadır. TLV (Eşik Limit Değerler) listeleri 700'den fazla kimyasal madde ve fiziksel ajanın yanı sıra seçilen kimyasallara ait onlarca Biyolojik Maruziyet Endeksini de içerir.

Amerikan Endüstriyel Hijyen Makamları Konseyi (ACGIH) tarafından farklı TLV türleri tanımları yapılmaktadır.

Eşik Limit Değer – Zaman Ağırlıklı Ortalama (TLV-TWA): 8 saatlik iş günü ve toplamda 40 saat haftalık iş mesaisi boyunca neredeyse tüm çalışanların her gün hastalanmadan maruz kalabileceklerine inanılan zaman ağırlıklı ortalama yoğunluktur.

Eşik Limit Değer – Kısa Süreli Maruziyet Limiti (TLV-STEL): Çalışanların tahriş, kronik/kalıcı doku hasarı veya uyuşma yaşamadan kısa bir süre boyunca kesintisiz maruz kalabilecekleri yoğunluktur. STEL 15 dakikalık bir TWA maruziyetidir ve bir çalışma günü içinde asla aşılmamalıdır.

Eşik Limit Değer - Tavan (TLV-C): Çalışma sırasındaki maruziyetin hiçbir evresinde aşılmaması gereken yoğunluktur. STEL'leri bulunmayan bu TLV-TWA'lara uygulanan genel bir sapma limiti de vardır. Çalışanın maruziyet seviyelerindeki sapma bir iş gününde toplam 30 dakikayı geçmemek kaydıyla TLV-TWA'nın 3 katını aşabilir, ancak asla TLV-TWA'nın 5 katını geçmemelidir. ACGIH-TLV'ler sadece tavsiye niteliğinde olup ABD'de yasal bağlayıcılıkları yoktur. OSHA ise zorunlu limitleri tanımlar. Ancak, ACGIH-TLV'ler ve kriter dokümanları ABD ve diğer pek çok ülkede TLV'lerin oluşturulmasında referans olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. ACGIH maruziyet limitleri çoğu durumda OSHA limitlerinden daha koruyucudur. Pek çok ABD'li şirket de güncel ACGIH seviyelerini ya da diğer daha koruyucu limitleri kullanmaktadır.

ABD Çalışma Bakanlığı'na bağlı İş Güvenliği ve Sağlığı Dairesi (OSHA), İzin Verilen Maruziyet Limitleri'ni (PEL) olarak yayımlamaktadır. İzin Verilen Maruziyet Limitleri'i (PEL'ler), bir maddenin havadaki miktarı veya yoğunluğu ile ilgili düzenleyici limitler olup yasal açıdan bağlayıcıdır. Bugünkü ACGIH / TLV'lerin temelinde 1971 yılındaki limitler bulunmaktadır. OSHA, yaklaşık 300 kimyasal madde için 500 civarında PEL'e (İzin Verilen Maruziyet Limiti) sahiptir ve bunların pek çoğu sanayi kuruluşlarınca yaygın olarak kullanılmaktadır. Mevcut PEL'ler (İzin Verilen Maruziyet Limitleri'i) , bir hava kirleticileri standardı olan "29 CFR 1910.1000" isimli belgede tutulmaktadır.

Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (OSHA), aşağıdaki Mesleki Maruziyet limit Değerleri (OEL) türlerini ACGIH' ye benzer şekilde kullanmaktadır: TWA'lar, Aksiyon Seviyeleri, Tavan Limitler, STEL'ler, Sapma Limitleri ve bazı durumlarda Biyolojik Maruziyet Endeksleri (BEI). Ulusal Çalışma Güvenliği ve Sağlığı Dairesi (NIOSH), çalışanları korumaya yönelik maruziyet seviyeleri önerme konusunda yasal

sorumluluğa sahiptir. Ulusal Çalışma Güvenliği ve Sağlığı Dairesi yaklaşık 700 tehlikeli madde için Önerilen Maruziyet Seviyeleri (REL) olarak tanımlamıştır. Bu limitlerin yasal bir bağlayıcılığı yoktur. Ulusal Çalışma Güvenliği ve Sağlığı Dairesi, önerdiği limitleri Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (OSHA) ve diğer Mesleki Maruziyet Limit Değerleri (OEL) belirleme kuruluşu vasıtasıyla duyurulur. Önerilen Maruziyet Seviyeleri türleri: TWA, STEL ve BEI' dir. Öneriler ve kriterler, Güncel Bilgilendirme Bültenleri (CIB), Alarmlar, Özel Tehlike İncelemeleri, Mesleki Tehlike Değerlendirmeleri ve Teknik Kılavuzlar gibi farklı dokümanlarda yer almaktadır (www.honeywellanalytics.com, 09.08.2017).

3.2.3 Türkiye ve Dünyadaki Maruziyet Limitlerinin Karşılaştırılması

Tablo 4 mesleki maruziyet limitlerini karşılaştırmalı olarak göstermektedir.

Tablo 4: Mesleki maruziyet limitleri karşılaştırma tablosu

ACGIM	OSHA	NIOSH	EH40	ANLAMI
Eşik Limit Değerleri (TLV'ler)	İzin Verilen Maruziyet Limitleri (PEL)	Önerilen Maruziyet Seviyeleri (REL)	Çalışma Yeri Maruziyet Limitleri (WEL)	Limit tanımlama
TLV-TWA	TWA	TWA	TWA	Uzun Süreli Maruziyet Limiti (8/saat-TWA referans süresi)
TLV-STEL	STEL	STEL	STEL	Kısa Süreli Maruziyet Limiti (15/dakika maruziyet süresi)
TLV-C	Tavan	Tavan	-	Çalışma maruziyetinin herhangi bir anında aşılması gereken konsantrasyon
Sapma Limiti	Sapma Limiti	-	-	STEL belirtilmediğinde limit
-	BEI'ler	BEI'ler	-	Biyolojik Maruziyet Endeksleri

(www.honeywellanalytics.com, 09.08.2017)

3.2.4 MESKİ'nin Görev ve Yetkileri

Çalışma kapsamında gaz ölçümlerinin yapıldığı Mersin Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (MESKİ), Mersin Büyükşehir Belediyesi'nin 09/09/1993 tarih ve 504 sayılı kanun hükmünde kararname ile kurulmuştur. MESKİ, Su ve Kanalizasyon

hizmetlerini yürütmek ve bu amaçla gereken her türlü tesisi kurmak, kurulu olanları devralmak ve bir elden işletmek üzere Bakanlar Kurulu'nun 04/05/1995 tarih ve 95/6750 sayılı kararı ile kurulmuştur. Hizmet alanı Mersin Büyükşehir Belediyesinin görev alanı ile sınırlıdır. Kentin yararlandığı su kaynaklarının korunmasına ilişkin çalışmaları da yürütmekle görevlidir. Mersin Su ve Kanalizasyon İdaresi, Mersin Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı müstakil bütçeli ve kamu tüzel kişiliğine haiz bir kuruluştur (<http://www.meski.gov.tr/Kurumsal/11/meski-tarihcesi>, 11. 11. 2017).

MESKİ'nin görev ve yetkileri şunlardır (MESKİ 2017):

- İçme, kullanma ve endüstri suyu ihtiyaçlarının her türlü yeraltı ve yerüstü kaynaklarından sağlanması ve ihtiyaç sahiplerine dağıtılması için; kaynaklardan abonelere ulaşıncaya kadar her türlü tesisin etüt ve projesini yapmak veya yaptırmak, bu projelere göre tesisleri kurmak veya kurdurmak, kurulu olanları devralıp işletmek ve bunların bakım ve onarımını yapmak, yaptırmak ve gerekli yenilemelere girişmek,
- Kullanılmış sular ile yağış sularının toplanması, yerleşim yerlerinden uzaklaştırılması ve zararsız bir biçimde boşaltma yerine ulaştırılması veya bu sulardan yeniden yararlanılması için abonelerden başlanarak bu suların toplanacakları veya bırakılacakları noktaya kadar her türlü tesisin etüt ve projesini yapmak veya yaptırmak; gerektiğinde bu projelere göre tesisleri kurmak ya da kurdurmak; kurulu olanları devralıp işletmek ve bunların bakım onarımını yapmak, yaptırmak ve gerekli yenilemelere girişmek,
- Bölge ve içindeki su kaynaklarını, deniz, göl, akarsu kıyılarının ve yeraltı sularının kullanılmış sularla ve endüstri artıkları ile kirletilmesini, bu kaynaklarda suların kaybına veya azalmasına yol açacak tesis kurulmasını ve bu tür faaliyetlerde bulunulmasını önlemek, bu konuda her türlü tedbiri almak, Su ve Kanalizasyon Hizmetleri konusunda hizmet alanı içindeki belediyelere verilen görevleri yürütmek ve bu konulardaki yetkileri kullanmak,
- Her türlü taşınır ve taşınmaz malı satın almak, kiralamak, ekonomik değeri kalmamış araç ve gereçleri satmak, MESKİ'nin hizmetleriyle ilgili tesisleri doğrudan doğruya yahut diğer kamu veya özel kuruluşlarla ortak olarak kurmak ve işletmek, kuruluş amacına dönük çalışmaların gerekli kılması halinde her türlü taşınmaz malı kamulaştırmak veya üzerinde kullanma hakları tesis etmek

Mersin Su ve Kanalizasyon Hizmetleri İdaresinin görev ve yetkileri içerisinde.

3.3 Atıksu Arıtma Tesislerinde Karşılaşılan Risk Etmenleri

Atıksu arıtma tesislerinde iş kazalarına ve meslek hastalıklarına yol açabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik sebepler iş sağlığı ve güvenliği risk faktörleri ve etkileri aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır (Kaya 2016).

3.3.1 Atıksu Arıtma Tesislerinde Karşılaşılan Fiziksel Risk Etmenleri

Yapılan çalışmalar gürültü, koku, titreşim, ısı ve nem, aydınlatma, tozlar gibi kötü çalışma koşulları oluşturan çevresel faktörlerin iş kazalarına doğrudan yol açtığını ve dolaylı olarak çalışanların psikolojik durumlarını etkilediğini göstermektedir. Kanalizasyon işlerinin önemli bir parçası olan atıksu terfi istasyonları, çalışanlar üzerinde tehlikeli sayılabilecek fiziksel risk etmenlerini içermektedir. Açık havada çalışma, gece vardiyası, tesiste bulunan ekipmanların çalışmasından dolayı gürültü oluşması, termal konfor, aydınlatma ve toz gibi fiziksel tehlikelere çalışanlar maruz kalmaktadırlar. Bireyin duyu organlarını ve ilgili sistemleri doğrudan etkileyen bu faktörler verdikleri zararlar nedeniyle iş kazalarına yol açar ve güvenlik zaafiyeti oluştururlar (Camkurt 2007).

3.3.1.1 Aydınlatma

Atıksu arıtma tesislerinde karşılaşılan fiziksel risk etmenleri bakımından aydınlatma; insanın çevreyi algılamasında göz en büyük önem derecesine sahiptir. Bütün algılamının %80 - %90'ı göz ile gerçekleşir. Endüstriyel işlerin çoğunda iş koşullarının getirdiği yorgunluk nedeniyle insanın en fazla zorladığı organ gözdür. Bu nedenle çalışma ortamlarının gözü yormayacak şekilde aydınlatılması gerekir. İyi bir aydınlatmayla çalışanların iş performansı %15 - %40 oranında artabilir. Kanalizasyon işleri gece-gündüz aralıksız devam eder. Özellikle gece vardiyasında yetersiz aydınlatmadan dolayı, gözleri çok fazla yoracağından kısa süre içinde yorgunluk belirtileri, görme bozuklukları, gözlerde kamaşma ve yanma hissi baş ağrıları ve bunlara bağlı olarak ortaya çıkabilecek kazalar ve yaralanmalar meydana gelebilir. İşyerlerindeki aydınlatmanın şiddeti, çalışanların yaş durumlarına göre de değişiklik gösterir. 40 yaşından yukarı yaşlar için genellikle daha fazla aydınlığa ihtiyaç bulunmaktadır (Ilicak 1988). Yaşlı işçilerin

çalıştığı bölgelerde aydınlatma derecesinin iyi ayarlanması gerekir. 60 yaşındaki bir işçi 20 yaşındaki bir işçiye göre 2-5 kat daha güçlü bir ışığa ihtiyaç duyar (Camkurt 2007).

3.3.1.2 Gürültü

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) "Gürültü ve Titreşim" hakkındaki sözleşmesinde gürültüyü, "İşitme kaybına yol açan, sağlığa zararı olan veya başka tehlikeleri ortaya çıkaran bütün sesler" olarak tanımlar. İşitme sağlığını ve duyu organlarını olumsuz yönde etkileyen gürültü aynı zamanda canlıların fizyolojik ve psikolojik dengesini bozar, iş performanslarını azaltır.

Atıksu arıtma tesislerinde kullanılan makine ve cihazlardan kaynaklı gürültüye maruziyet ile karşılaşmaktadır. Atıksu arıtma tesislerindeki gürültü kaynaklarından bazıları; çamur kurutma ünitesinde bulunan çamur kurutucular, dekantörler, blowerlar, ve terfi istasyonlarında bulunan pompalar vb. ekipmanlardır (ILO 2012). Tablo 5'te gürültünün insan sağlığı üzerine etkileri verilmektedir.

Tablo 5: Gürültü desibel dereceleri ve insan üzerindeki etkileri

Gürültü Derecesi	Şiddeti (Desibel)	İnsan sağlığı üzerine etkisi
1. Derece	30 dB (A) – 65 dB (A)	Konforsuzluk, rahatsızlık, konsantrasyon bozukluğu, kızgınlık, uyku düzensizliği
2. Derece	65 – 90 dB (B)	Fizyolojik reaksiyonlar, kan basıncı artışı, kalp atışlarında ve solunumunda hızlanma
3. Derece	90 – 120 dB (B)	Fizyolojik reaksiyonların artması, baş ağrıları
4. Derece	120 dB (B)	İç kulakta devamlı hasar, dengenin bozulması
5. Derece	140 dB (B)	Ciddi beyin tahribatı

(ILO 2012)

Tablo 5'e göre gürültünün psikolojik etkileri; davranış bozukluğu, öfkelenme, rahatsızlık duygusu, sıkılma, fiziksel etkileri; işitme hasarı, fizyolojik etkileri; vücut aktivitesinde değişiklik, vücudun direncinde azalma, kan basıncında artma, dolaşım bozukluğu, bitkinliğin kronikleşmesi, solunum ve kalp atışlarında hızlanma, ani refleksler, performans etkileri; iş veriminde azalma, konsantrasyon bozukluğu, hareketlerin engellenmesi şeklinde görülür. Gürültü düzeyleri ve sıklıkları en yüksek düzeydeyken çalışanın tepki zamanını etkiler, hata sayısında ve üretim miktarı başına

düşen hata sayısında artmaya neden olur. Bu da çalışanların kaza riski oranlarında artmaya sebep olur (Yılmaz 2007).

3.3.1.3 Koku

Atıksu arıtma tesislerinde çevre için en önemli bir sorun kaynaklarından biri burun yoluyla hissedilen kokudur. Kanalizasyon sistemleri ve tesisleri, bölgede yaşayan insanlarda rahatsızlık oluşturur. Koku oluşturan kaynakların başında atıksu kanalizasyon tesisleri gelmektedir. Koku, genellikle kanalizasyon ve pompa istasyonlarında, arıtma kademelerinde, çamur bertaraf ünitelerinde organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından parçalanması sırasında oluşur. Mikrobiyolojik faaliyetlerle oluşan hidrojen sülfür, merkaptan/disülfür gibi organik sülfür bileşikleri ile protein parçalanmaları sonucu açığa çıkan amonyak başta olmak üzere diğer kokulu bileşikler ve endüstrilerden gelen kokulu bileşikler kokuya sebep olur. Bu yüzden özellikle ölümcül etkilere sahip hidrojen sülfür gibi gazların doğru şekilde atmosfere verilmesi hayati önem taşır. Atıksuyun doğası atıksu tesislerinin tamamen kokusuz olmasını engellemektedir. Dünya’da ve ülkemizde atıksu arıtma tesislerinin tasarım aşamasında koku kontrolünün dikkate alınmadığı görülmektedir. Uygulama aşamasında yaşanan sıkıntılarla birlikte çözüm üretmek ise genellikle faydasızdır. Tasarım aşamasında, öncelikle önemli koku kaynakları olabildiğince çevreden uzağa konumlandırılmalıdır. Çevre düzenlemeleri ile birlikte güzel kokulu ağaç ve bitkilerin varlığı kötü kokuları perdeleyebilir. Kanalizasyon sistemlerinde oluşan kokuyu kontrol altına almak için deşarj yönetmeliğindeki sınır değerlerin sağlanması ve endüstriyel atıksu deşarjlarına ön arıtım uygulanması gerekir. Kanalizasyon sistemlerinin akışı sağlayacak şekilde tasarlanması, kanalizasyon sistemlerinin kritik noktalarına hava verilmesi pH kontrolü ya da dezenfeksiyon uygulanması da diğer yöntemlerdir (Burton ve Stensel , 2003).

3.3.1.4 Toz

Kanalizasyon terfi istasyonlarında çamurun kurutmaya tabii tutulduğu tesislerde çamur kurutma ünitesinde çalışanlar toza maruz kalırlar. Çamur susuzlaştırıcılar, kurutucular ve kurutulan çamurun çimento fabrikalarına gönderilmek üzere yüklenmesi tesislerde toza neden olan etmenlerdir. Tozların neden olduğu hastalıkların çoğu solunum sistemi ile ilgilidir. Kronik solunum sistemi hastalıklarının yanı sıra tozlar deri ve mukozalarda tahriş edici etkiye ve kansere neden olmaktadır. Bakım onarım işlerinde

özellikle kanalizasyon atıksu muayene bacalarında yapılan çalışmalarda da kimyasalların yanı sıra toz maruziyeti de mevcuttur (Bünger ve ark., 2007).

3.3.1.4 Termal Konfor

Atıksu terfi istasyonlarında çalışanlar işin doğası gereği açık alanlarda aşırı uç sıcak – soğuk hava koşullarına ve ultraviyole ışık (UV) radyasyona maruz kalmaktadırlar. Yaz aylarında, özellikle sıcaklığın yoğun hissedildiği Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında hava sıcaklık ve nem oranının artmasıyla birlikte, vücut dengeleri de değişmektedir. Termal konforun sağlanmadığı, ısı-nem dengesinin korunmadığı çalışma ortamlarında sıcaklıkla birlikte vücut direncinde düşme, aşırı duyarlılık, moral ve konsantrasyon bozuklukları ile yorgunluk ve uyku hali oluşmasıyla dikkatsizliğin artması iş kazasına sebep olabilir (Kaya 2016).

3.3.2 Atıksu Arıtma Tesislerinde Karşılaşılan Biyolojik Risk Etmenleri

Atıksu arıtma tesislerinde çalışma, mevzuata göre biyolojik etkenlere maruziyetin olabileceği işler listesinde yer almaktadır. Bu sebeple atıksu arıtma tesisleri yapılan işin niteliğinden dolayı çalışanların çeşitli hastalıklara yakalanabileceği bir çalışma ortamıdır. Evsel atıksular bitkiler, hayvanlar, fungi, protozoa, virüsler, bakteriler ve algler gibi çeşitli mikroorganizmaları barındırır, bu mikroorganizmaların birçoğu hastalık yapıcı özelliكتedir. Evsel atıksularda bulunan bakteri ve virüslerden hepatit ve toksik maddelere uzun süreli olarak maruz kalmaya bağlı kronik solunum sistemi semptomları ve alerjiler, atıksuda bulunan çeşitli patojenlerin (parazitler, bakteriler vb.) ellere ve ağız ile sindirim sistemine geçmesinden kaynaklanan cilt (dermatit) ve sindirim sistemi rahatsızlıkları, böcek, sinek ya da farelerden kaynaklanan bulaşıcı hastalıklar, atıksulardan kaynaklanan biyolojik tehlikelerin başında gelmektedir (Tiwari 2008). Bu mikroorganizmaların en yaygın vücuda girme yolları solunum ve deri temasıyla gerçekleşmektedir. Bu biyolojik ajanlar, kulak-burun-boğaz ve üst solunum yolu enfeksiyonlarının yanı sıra tüberküloz, mide ve bağırsak iltihabı, hepatit, menenjit, çocuk felci, tifo, beyin zarı iltihabı, (amipli) dizanteri, alerjik astım, lejyoner hastalığı, leptospiroz vb. hastalıklara neden olmaktadır (Khuder ve ark., 1998). Çalışanların sağlık kontrollerinin düzenli olarak yaptırılması, Hepatit A ve B gibi hastalıklara ve tetanosa karşı koruyucu aşularının yaptırılması ve aşuların takibinin yapılması biyolojik ajanlara karşı korunmada önem arz etmektedir. Kanalizasyon işçileri (Weil hastalığı ve diğer

leptospirozisler, Hantavirüs enfeksiyonları, hepatit-A, Amip ve Giardia enfeksiyonları, Bağırsak solucanları vb.) gibi biyolojik tehlikeler bakımından da tehdit altındadır.

3.3.3 Atıksu Arıtma Tesislerinde Karşılaşılan Kimyasal Risk Etmenleri

Kimyasal maddeler yapısal özelliklerine göre organizma için tehlikeli ya da güvenli olurlar. Kimyasal maddelerin tehlike dereceleri farklıdır. Ortamın sıcaklığı, ışık miktarı, nemi, basıncı, radyasyonu gibi çevresel faktörler; insan, hayvan ya da diğer canlılar gibi etki ettiği organizmaya göre etki süresi, etki mekanizması ve etki derecesi değişkendir. Aynı kimyasalın etkisi farklı yaş, beslenme, genetik özelliklere sahip insanlarda da farklı sonuçlar doğurur. Bu yüzden kimyasalların çevreye ve insana verebileceği tehlikelerin öngörülebilmesi için güvenli bir şekilde üretilmesi, kullanılması, taşınması gerekir. Bir kimyasal maddeye ya da elemente özgü özellikler bilinmezse her şartta kontrol altına almak mümkün olamaz.

Kanalizasyon terfi istasyonlarında kimyasal maddelerin en büyük tehlikeyi oluşturduğu ortamlar kapalı alanlardır. Çünkü kapalı alanlar gazların biriktiği ve etki derecesinin yükseldiği yerlerdir. Kimyasal tehlikeler gazlarla ilgili olup; basit boğucu gazlar, kimyasal boğucu gazlar, atmosfer şartlarıyla ilgili tehlikeler (oksijen yetersizliği) ve endüstriyel atık kaynaklı kimyasal tehlikeleri içerir. Üç temel gaz tehlikesi türü vardır; alev alan gazlar (metan, etan, propan ve bütan gibi yangın ve patlama riski taşıyan hidrokarbonlar), toksik gazlar (karbon monoksit gibi zehirlenme riski taşıyan) ve boğucu gazlar (nefessiz kalarak boğulma riski taşıyan) olmak üzere gaz algılama cihazları açısından sınıflandırılır.

3.4 Kanalizasyon Terfi İstasyonlarındaki Kapalı Alanlarda Gaz Kaynakları

Bir bölge içinde gaz salınımına neden olabilecek potansiyel kaynakların tanımlanması önemli ve hayatidir. Kanalizasyon tesislerinde kapalı alanlarda kimyasal risklere karşı alınacak tedbirler kapsamında gerekli olacak gaz algılama sisteminin detektör sayısını ve yerini belirlemek için yol göstericidir. Bölgedeki gaz salınımı bilinmiyorsa riskli bölgelerde çalışanların taşınabilir gaz algılama ekipmanı kullanılmalıdır. Riskli bölgelerdeki bazı tipik gaz kaynaklarından bazıları şöyledir:

- Doğal oluşum; atık bozulmasından ortaya çıkan metan ve hidrojen sülfür gazları

- Sızıntılar; besleme borusu veya depolama tankı sızıntısında, borudan kaçan doğal gaz kaynakları
- Yanma sonrası; bir egzoz ya da kazan baca gazından karbon monoksit
- Üretim işlemi sonrası; matbaa ve kaplama endüstrisinden solventler
- Üretim tesisinden emisyonlar; soğutma tesisinde oluşan amonyak ya da azot

Algılanacak gazlar risk değerlendirmesiyle tanımlanmalıdır. Atıksu terfi istasyonu çalışanlarına, bir gazın niteliği ve neden olabileceği tehlikelerle ilgili eğitim verilmesi gerekmektedir.

3.4.1 Gaz Algılama Ekipmanı

Kapalı alanlarda kullanılan gaz dedektörleri gibi erken uyarı cihazları kanalizasyon sistemlerinde özellikle atıksu kanalizasyon tesislerinde kullanılan en önemli tedbirlerdendir. Olası tehlikeleri önlem alınabilecek kadar erken belirleyip haber verebilen bu cihazlar hayati önem taşır. Gaz algılama cihazlarının kanalizasyon terfi sistemlerindeki uygulama alanları şunlardır:

- Arıtma tesisinin izlenmesi
- Lağım suyu çürütücüler
- Tesisteki lağım çukurları
- Tesis girişleri ve savaklar
- Enerji santrali üretiminin izlenmesi
- Hidrojen sülfür yıkayıcılar

Gaz algılama ekipmanı seçiminden önce alana yönelik risk değerlendirmesi yapılmalıdır. 29 Aralık 2012 Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'na ait *İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği*'ne göre risk değerlendirmesi şöyle tanımlanmaktadır:

“İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmaları ifade eder.”

Risk değerlendirmesi işverenin sorumluluğunda olup, *İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği*'nde işverenin yükümlülüğü Madde 5'te şöyledir:

“(1) İşveren; çalışma ortamının ve çalışanların sağlık ve güvenliğini sağlama, sürdürme ve geliştirme amacı ile iş sağlığı ve güvenliği yönünden risk değerlendirmesi yapar veya yaptırır.

(2) Risk değerlendirmesinin gerçekleştirilmiş olması; işverenin, işyerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması yükümlülüğünü ortadan kaldırmaz.

(3) İşveren, risk değerlendirmesi çalışmalarında görevlendirilen kişi veya kişilere risk değerlendirmesi ile ilgili ihtiyaç duydukları her türlü bilgi ve belgeyi temin eder.”

Personel çalıştıran her türlü işletme, potansiyel tehlikeleri tanımlamak için risk değerlendirmeleri yapmakla yükümlüdür. Riskleri tespit etmede kullanılan ideal uygunlukta bir gaz algılama cihazı, tehlikeli seviyelere ulaşılmadan önce algılayıp alarm vermeyi amaçlar. Aynı yayınlanan veriler, gaz ya da buharın havadan ağır ya da hafif olduğuyla ilgili de veriler verir, çünkü bu durum algılama noktalarında sensörün yerleşim seçimini etkiler.

3.4.2 Gaz Algılama Ekipmanının Seçimi

Alan için hangi türün kullanıma daha uygun olduğu alana çalışanın ne sıklıkta eriştiği gibi birkaç faktöre bağlıdır. Geniş bir çeşitlilikteki uygulama ve süreçler, başta yanıcı-patlayıcı, toksik ve oksijen ihtiva eden gazlar olmak üzere son derece tehlikeli maddelerin kullanılması ve üretilmesini gittikçe daha fazla içermektedir. Bu proseslerde kaçınılmaz olarak gaz kaçaqları meydana gelmekte sanayi ve atıksu arıtma tesisleri, çalışanları ve tesislerin yakınında yaşayan vatandaşları tehdit etmektedir. Ülkemizde ve tüm dünyada görülen patlamalar, nefessiz kalma sonucu boğulma vakaları ve can kayıpları bu tehdidi her zaman bize hatırlatmaktadır.

Sabit ve taşınabilir gaz algılaması için birçok farklı uygulama mevcuttur. Endüstriyel proseslerde, başta toksik ve yanıcı gazlar olmak üzere son derece tehlikeli maddelerin kullanılması ve üretilmesi giderek yaygınlaşmaktadır. Bu proseslerde kaçınılmaz olarak gaz kaçaqları meydana gelmekte ve tesis, çalışanlar ve tesisin yakınında yaşayan vatandaşlar tehdit altında kalmaktadır. Tüm dünyada ve ülkemizde de görülen patlamalar, nefessiz kalma sonucu boğulma vakaları ve can kayıpları bu tehdidi

her zaman bize hatırlatmaktadır. Atıksu arıtma tesislerinde ise seyyar (taşınabilir) gaz ölçüm cihazları ile birlikte sabit gaz ölçüm cihazları tercih edilmelidir.

Taşınabilir gaz dedektörleri Kişisel Koruyucu Donanımın (KKD) bir türü olarak tanımlanır ve personeli gaz tehlikelerinden güvende tutmak ve girilmeden önce konumların mobil testine izin vermek üzere tasarlanır. Bu küçük cihazlar gaz tehlikelerinin ortaya çıkabileceği birçok alanda elzemdir, çünkü sabit veya hareketli bir operatörün nefes alma alanını sürekli izlemenin tek yoludur.

Gaz algılama cihazları, sabit ve taşınabilir gaz algılama cihazları olmak üzere iki çeşittir. Sabit gaz algılama cihazları yanıcı-patlayıcı, toksik ve oksijen gaz tehlikeleri için statik türde algılama sistemidir. Tasarımı belirli bir alana yöneliktir ve personel ve çevreyi korumak, gaz değişim süreçlerini izlemek için tasarlanmıştır. Taşınabilir gaz algılama cihazları ise çalışanın üzerine taktığı yanıcı-patlayıcı, toksik ya da oksijen gazı tehlikesini algılayabilen, operatör tarafından nefes alma bölgesini izlemek için tasarlanmıştır. İş güvenliği felsefelerinin parçası olarak birçok bölgede hem sabit hem de taşınabilir gaz algılama prosedürleri uygulanmalıdır.

Alev alır ve toksik gaz algılama cihazları genellikle iki farklı formattadır: Taşınabilir (yani 'nokta okumalı') ya da 'sabit' kalıcı monitörler. Bunların hangisinin söz konusu uygulamaya daha uygun olduğu ise, bu gaz ölçüm cihazlarının kullanılacağı alana, personelin ne sıklıkla gireceği, tesisin koşulları, tehlikenin geçici mi kalıcı mı olduğu, test işlemlerine ne sıklıkla ihtiyaç duyulduğuna bağlıdır. Atıksu terfi istasyonlarında taşınabilir gaz dedektörleri tercih edilmektedir. Taşınabilir gaz dedektörleri tekli veya çoklu gaz üniteleri halinde mevcuttur. Tekli gaz algılama üniteleri belirli bir gazın algılanması için bir adet sensör kullanırken, çoklu gaz üniteleri altı adede kadar farklı gaz sensörleriyle donatılmış olanları kullanılmaktadır. Çoklu gaz ünitesi olarak oksijen, alev alır metan gazı, karbon monoksit ve hidrojen sülfür içermektedir.

Gaz algılama ekipmanının seçiminde sahanın temel ihtiyaçları ve şartları önemlidir. Gaz algılamasına neden sahip olmak gerektiğini bilmek, temel bilgi ve motivasyona sahip en iyi çözümü seçmede ilk adımdır. Kanalizasyon sistemlerinde temel amaç güvenliği sağlamak için algılanan gazlara bağlı olarak sağlık ve güvenlik kayıtlarını günlük halinde oluşturmak ve saha dışı alarm bildirimleri göndermektir.

3.4.3 Gaz Algılama Cihazlarının Konumu ve Bakımı

Gaz algılama ekipmanlarının bakımı hem sabit olanlar hem taşınabilir olanlar için düzenli bakım gerektirir. Hayati risk taşıyan bölgelerin korunması gaz ekipmanlarının doğru çalışmasına bağlıdır. Dolayısıyla bu şartını sağlanmasının en önemli şartı bakım, servis ve kalibrasyon işlerinin doğru ve düzenli yapılmasıdır. Yangın algılama sistemleri gibi diğer emniyet ekipmanlarından farklı olarak, gaz algılama cihazlarının bakım sıklığı ile ilgili belli bir mevzuat ya da yönetmelik yoktur. İlgili dokümanlar, bakım işlerini eğitilmiş kişilerin insiyatifine bırakmış ve cihaza göre üretici talimatlarına uygun sıklıkta yapılması önermektedir. Atıksu arıtma tesislerinde genel olarak bakım ve kalibrasyon süresi kullanılan gaz ölçüm cihazları için yılda bir defadır. Her türlü gaz algılama ekipmanının performansı, doğruluğu ve güvenilirliği maruz kaldığı çevresel koşullardan etkilenir. Konumdaki sıcaklık, nem ve basınç seviyelerinin tümünün seçilmesi gereken ekipman türü üzerinde doğrudan bir yükü vardır. Bizzat ürün sürecinin kendisinden doğan potansiyel değişkenlikler, gece/gündüz dalgalanmaları ve mevsimsel değişiklikler gibi ilave faktörler de gaz algılama cihazlarının işlevselliğini etkileyebilir. Ekipmanın içeride mi harici olarak mı kullanılacağını dikkate almak da önemlidir, zira bu husus cihazın nereye konumlandırılacağını önemli ölçütüdür. Örneğin, rüzgar, yağmur ve tuz sıçraması gibi elemanlara maruz kalan harici bir yerde söz konusu ortamın korozif etkilerine dayanıklı bir ekipman gerekecektir. İç mekan yerlerinin tipik olarak daha az sağlam muhafazaya ihtiyaç duymasına karşın, sıklıkla hortumla sulanan dahili alanlara da dikkat edilmelidir. Su, nem, toz ve kirin çok olduğu yerlerde su girişinden korunan bir cihaz edinmek önemlidir. Hava gibi doğal koşulların dışında, ortamda, seçilen ekipmanın türü üzerinde potansiyel etkisi olabilen başka materyaller de olabilir. Örneğin, korozif özellikleri olan hidrojen sülfür gibi diğer elemanlar veya bazı algılama teknolojilerinin güvenilir çalışması üzerinde olumsuz etkisi olabilen havadaki diğer bileşikler, örneğin; katalitik boncuk algılama teknolojilerini zehirleyen silikonlar mevcut olabilir. Dikkat edilecek diğer bir husus ise bir cihazın belli tehlikeli yerlerde kullanım uygunluğudur. Tehlikeli alanlarda mevcut gazların algılanan olasılıklarına göre sınıflandırılır.

3.4.4 Nefes Alma Bölgesi

"Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkındaki Yönetmelik" ye göre solunum bölgesi olarak tanımlanan nefes alma bölgesi operatörün ağız ve burun çevresindeki 25 cm (10 inç) yarıçaplı alandır. Atıksu terfi istasyonlarında

kullanılan taşınabilir gaz cihazları nefes alma alanının içinde çeşitli yerlere sabitlenir. Çalışanın ceket ya da göğüs ceplerine (cebin içine değil) sabitlenmesi ya da yerinde bir donanım / şapka klipsi ile tutulması dahildir. Cihazın her zaman sağlam şekilde durması hayati önem taşır.

3.5 Kanalizasyon Terfi Sistemlerinde Anlık Gaz Ölçümleri

Atıksu arıtma tesislerinde kapalı alanlarda büyük çoğunlukla hidrojen sülfür, metan, karbondioksit, karbonmonoksit gibi basit ve kimyasal boğucu gazlar bulunur. Kapalı alan çalışmalarından önce alanın havalandırılması ve gazların konsantrasyonlarının kalibrasyonlu cihazlarca ölçülmesi, gaz maruziyeti riskinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Zehirlenme ve boğulma riskinin oldukça yüksek olduğu kapalı alanlarda meydana gelebilecek kazaların önlenmesi için gerekli ölçümler yapılmalı, güvenlik önlemleri alınmalı, eğitimler verilerek güvenlik kültürü bilincinin oluşması ve yerleşmesi sağlanmalıdır.

3.5.1 Basit ve Kimyasal Boğucu Gazlar ve Oksijen Yetersizliği

Basit boğucu gazlar, biyolojik olarak doğrudan etki gücü olmayan gazlardır: Argon, nitrojen, hidrojen, helyum, metan, etan ve karbondioksit. Hava içinde doğal olarak bulunurlar ancak havadaki yoğunlukları çok arttığında oksijen miktarı azalacağından, solunumu zorlaştırırlar. Havadaki oranı %21 olması gereken oksijenin azalması, alveollerdeki kısmi basıncı azaltır ve dokulara yetersiz oksijen gitmesine neden olur. Böylece merkezi sinir sistemi üzerinde tahribata yol açar. Kimyasal boğucu gazlar, basit boğucu gazlarla benzerdir fakat kimyasal olarak reaksiyona giren ve biyolojik olarak etken maddelerdir. Hücresel oksijen kullanımını kimyasal olarak etkilerler. Ortamdaki boğucu gaz miktarı ve sayısı arttıkça etki şiddeti de artar.

Tablo 6: Kapalı ortamlardaki hava kalitesini bozan ve sağlık sorunlarına neden olan kirlenici gazların sınıflaması

BOĞUCU GAZLAR (ASFİKSİYAN)	OKSİDAN GAZLAR	İRİTAN GAZLAR
KARBON DİOKSİT (CO ₂)	OZON (O ₃)	SÜLFÜR DİOKSİT (SO ₂)
KARBON MONOKSİT (CO)	AZOT OKSİT (NO)	AMONYAK (NH ₃)
KARBON SÜLFÜR (CS ₂)	AZOT DİOKSİT (NO ₂)	FORMALDEHİT
HİDROJEN SÜLFÜR (H ₂ S)		ASETALDEHİT

Tablo 6: Kapalı ortamlardaki hava kalitesini bozan ve sağlık sorunlarına neden olan kirletici gazların sınıflaması (devamı)

METAN (CH₄)

ACROLEİN

HİDROJEN FLORÜR (HF)

Ortamdaki havalandırmanın durumu, koruyucu ekipmanların doğru ve yerinde kullanılmaması, ortamdaki kişilerin sağlık durumu, maruziyet süresinin uzaması, iş yükünün ağırlığı gibi etkenler etki derecesini değiştirir. Kaynak işleri ya da paslanma nedeniyle ortamdaki oksijen miktarı azalabilir (Henry Ling 2005).

Kimyasal boğucu gazlardan olan karbon monoksit renksiz, kokusuz ve tatsızdır. Endüstriyel ve tarım alanlarında ve ticari kuruluşlarda sıkça görülür. En çok itfaiyeciler, ağır vasıta operatörleri, trafik polisleri, kömür madeni işçileri, mutfak çalışanları, maden işçileri ve kanalizasyon çalışanları etkilenir.

CO'nun maruziyet sınır değerleri;

OSHA standartlarına göre 50 ppm (8 saat),

NIOHS standartlarına göre 35 ppm (10 saat) yoğunluğundadır.

Renksiz, yoğun kötü kokulu boğucu gazlardan olan hidrojen sülfür, özellikle kirli suların arıtılması, maden ve petrol işleri sırasında çevreye salınır. Organik maddelerin bozunmasıyla ortaya çıkan hidrojen sülfür (H₂S) özellikle madenci ve kanalizasyon çalışanlarını etkiler.

3.5.2 Alev Alan ve Patlayan Gazlar

Alev alır gazlarda yanma, oksijenin hızlıca bir başka maddeyle (alev alır gazlarla) birleşerek enerji açığa çıkmasına neden olan basit bir kimyasal tepkime yaratır. Bu enerji genelde ısı olarak ortaya çıkar, bazen de alev formunda oluşabilir. Ateşlenmeye neden olan madde genellikle (her zaman değil) hidrokarbon bileşiği olduğu gibi katı, sıvı, gaz veya buhar halinde olabilir.

Alev Alırlık Limiti, yanıcı bir karışım üretebilecek sadece sınırlı bir gaz/hava yoğunluğu bandı oluşması gerekir. Bu bant her bir gaza ve buhara özgü olup Üst Patlama Limiti (UEL) ya da Alt Patlama Limiti (LEL) olarak bilinen iki seviyeye sınırlanmıştır. LEL'den düşük seviyelerde patlamaya neden olabilecek yeterlilikte

gaz yoktur ve karışım çok "fakir" olarak adlandırılır. UEL'den yüksek seviyelerde ise karışım yetersiz oksijene sahiptir ve karışım çok "zengin" olarak adlandırılır. Bu nedenle de yanma-patlama aralığı her bir gaz veya gaz karışımı için LEL ve UEL limitleri arasındadır. Bu limitlerin dışındaki noktalarda karışım tutuşamaz. Tablo 7'de bulunan alev alabilir gazlarla ilgili veriler, iyi bilinen bazı yanıcı-patlayıcı gazlar ve bileşenler için sınır değerlerini göstermektedir.

Tablo 7: Kanalizasyon sistemlerinde bulunan gazların özellikleri

Tehlikeli Gaz Adı	Bağıl Yoğunluk	LEL/ UEL	Açıklamalar
Hidrojen Sülfür	1,2	%4,3-%45	Çürük yumurta kokusu
Karbon Monoksit	1,0	%12,5-%75	Renksiz ve kokusuz
Metan	0,6	%5,3-%15	Boğulmaya sebep olur

(Kaya 2016)

Tablo 7'deki veriler normal basınç ve sıcaklık koşulları altındaki gazları ve buharları kapsar. Basınç, sıcaklık veya oksijen muhtevisi arttıkça alev alabilirlik aralığı da genişler. Ortalama bir sanayi tesisinde, normal şartlarda ortama sızabilecek gaz yoktur veya en kötü ihtimalle düşük seviyede gaz mevcuttur. Bu nedenle, algılama ve erken uyarı sistemi sadece % 0 gaz seviyesi ile alt patlama limiti arasındaki seviyeleri algılamak için gerekecektir. Bu yoğunluğa ulaşıldığı anda faaliyetlerin derhal sonlandırılması ve tesisin boşaltılması gerekir. Bu genellikle LEL değerinin %50'sinden düşük bir yoğunlukta gerçekleştiğinden yeterli bir emniyet payı sağlanmaktadır. Ancak, havalandırılmayan veya kapalı alanlarda UEL seviyesini aşan bir gaz yoğunluğuna ulaşılabilmesi unutulmamalıdır. Dışarıdan hava girmesi sonucu gazlar tehlikeli (yani yanıcı) karışım haline gelecek kadar seyreldebileceğinden kontroller sırasında kapıları, kapakları vs. açarken çok dikkatli olunmalıdır.

Atıksularda bulunan azot, oksijen, karbondioksit, amonyak ve metan gazları ortamda biriktiği zaman yanma ve patlama riskleri oluştururlar. Çabuk alev alan, patlama ve yanma tehlikesi yüksek olan **metan gazı (CH₄)**, aynı zamanda boğucu bir gazdır ve oksijenin yer değiştirmesine neden olarak oksijen yetersizliği yaratır. Düzgün çalışmayan lağım ya da doğal gaz borularındaki kaçaklardan açığa çıkar. Metanın yanması için

havadaki metan oranının % 9 olması gerekir. Isı kaynağı, basınç gibi sebeplerle % 4-15 oranlarına kadar patlama riski yaratabilir. Bu oranda metan bulunan havaya grizu denir. % 4'ün altındaki oranlarda patlama riski düşüktür ve yüksek sıcaklık yoksa grizu bulunduğu yerde yanar. Metan gazı yoğunluğu % 15'in üstündeyse grizu patlama özelliğini kaybeder.

Yanıcı bir gaz olan **karbonmonoksit (CO)** hava içinde % 6 oranında bulunursa patlayıcı özellik kazanır. En tehlikeli patlama konsantrasyonu % 30 civarındadır. Renksiz, çok zehirli, uçucu ve yanıcı bir gaz olan **hidrojen sülfür (H₂S)** havadan %20 daha ağırdır. Bu yüzden havalandırılmayan kapalı yerlerde dibe çöker ve çukurlarda birikir. Ortamdaki hidrojen sülfür konsantrasyonu %4.3 - %46 ulaştığında patlama olur (Adelson 1966).

Kanalizasyon atıksu terfi istasyonlarında yangın ve patlamalar genellikle gaz ve buharların tutuşmasıyla meydana gelmektedir. Aynı zamanda iki veya daha fazla gazın kimyasal reaksiyona girerek patlayıcı ortam oluşturması veya yanıcı buhar oluşturmasıyla da meydana gelebilir. Atıksu terfi istasyonlarında yangın, kanalizasyonda mevcut olan metan, hidrojen sülfür gibi gazlar sebebiyle veya kaynak gibi yapılan çalışma nedeniyle ortaya çıkabilen asetilen gibi gazlar sebebiyle meydana gelir. Yanmanın gerçekleşmesi için 3 kaynağa ihtiyaç vardır. Ateşleme kaynağı, oksijen, gaz veya buhar formunda yakıttır. Bu nedenle, herhangi bir yangın korunma sisteminde temel amaç tehlike yaratabilecek bu üç öğeden en az birini ortadan kaldırmaktır. Yanıcı-patlayıcı gazlar da kıvılcım veya alev gibi harici bir ateşleme kaynağı olmadan tutuşmanın meydana gelebileceği bir sıcaklığa sahiptir. Bu sıcaklık da tutuşma sıcaklığıdır. Tehlikeli alanlarda kullanılacak cihazlar tutuşma sıcaklığından yüksek bir yüzey sıcaklığına sahip olmamalıdır. Bu nedenle, bu cihazlarda maksimum yüzey sıcaklığı (T derecelendirmesi) belirtilir. Yanıcı-patlayıcı bir sıvının parlama noktası, sıvı yüzeyinin küçük bir alevle bile tutuşacak kadar buhar yaydığı en düşük sıcaklıktır. Parlama noktası ile tutuşma sıcaklığı birbirinden çok farklıdır. Parlama noktası, havadaki uçucu yanabilen madde buharlarının bir alevle teması sırasında tutuşabildiği en düşük sıcaklıktır. Tutuşma noktası ısınan maddeden çıkan gazların bir alevin geçici olarak yaklaştırılıp uzaklaştırılması sonucunda yanmayı sürdürdüğü en düşük sıcaklığı ifade eder. Metan gazının parlama sıcaklığı - 188 °C iken ve tutuşma sıcaklığı 595 °C tir.

Tablo 8'e göre parlama noktası (F.P. C°) altında "Gaz", olarak beyan edildiğinde, bileşik her zaman gaz formundadır ve dolayısıyla bir parlama noktası (Fire Point) yoktur. Atıksu arıtma tesislerinde yaz ve kış aylarında farklılık gösteren buharlaşmaya göre buharlaşma yoğunluğunun bilinmesi gaz sensörlerinin nereye yerleştirileceğine karar verilmesini kolaylaştırır.

Tablo 8: Yanıcı-patlayıcı gazlara ait veriler

Ortak İsim	CAS No.	Formül	Moleküler Ağırlık	Kaynama Noktası °C	Bağıl Buharlaşma Yoğunluğu	Parlama noktası°C
Karbonmonoksit	630-8-0	CO	28	-191	0.97	gaz
Hidrojen Sülfür	7783-06-04	H ₂ S	34.1	-60	1.19	gaz
Metan (grizu)	74-82-8	CH ₄	16	-161	0.55	-188

Bir gazın buharın yoğunluğunun hava ile kıyaslanmasında;

- hava = 1,0 olduğunda dengede kalır,
- hava < 1,0 buhar yoğunluğu yukarı yükselir,
- hava > 1,0 buhar yoğunluğu aşağı düşer.

Tablo 9'da atıksu terfi istasyonlarında bulunabilecek metan , karbonmonoksit ve hidrojen sülfür gazlarının buhar yoğunlukları verilmiştir.

Tablo 9: Metan, karbonmonoksit ve hidrojen sülfür gazlarının buhar yoğunlukları

Gaz / Buhar	Buhar Yoğunluğu
Metan	0.55
Karbon monoksit	0.97
Hidrojen sülfür	1.19

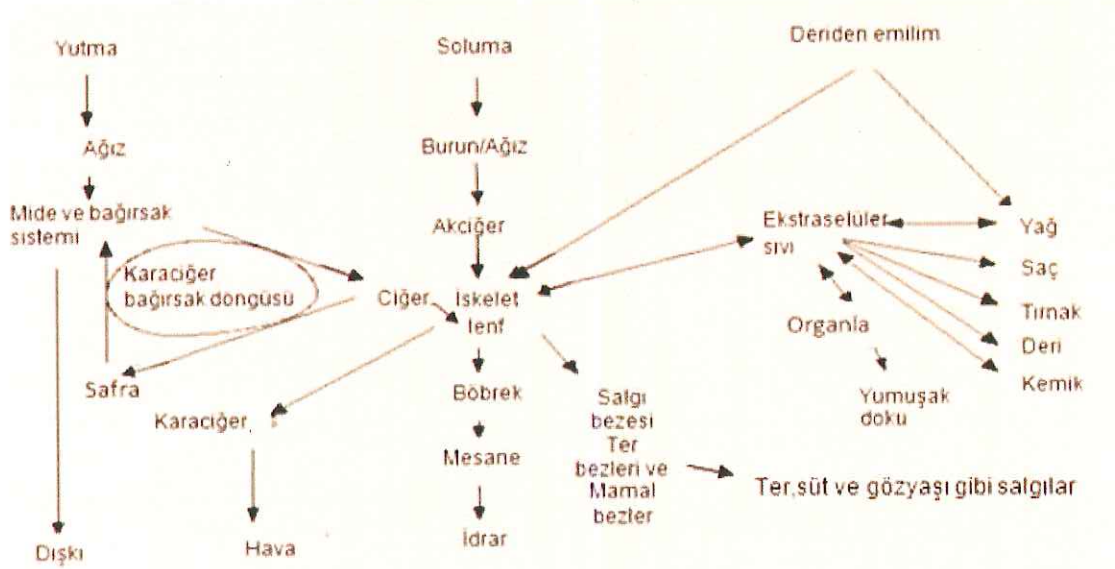
Oksijen zenginleştirmenin aynı zamanda riskli bir işlem olduğu çoğu zaman unutulmaktadır. Yüksek oksijen seviyelerinde maddelerin ve gazların alev alma riski yükselir. %24 gibi oksijen seviyelerinde giysiler bile aniden tutuşabilir. Oksi asetilenle kaynaklama ekipmanları çok yüksek sıcaklıklar üretmek için oksijen ve asetilen gazı kullanır. Oksijen yönünden çok zengin olmaları nedeniyle risk altında olan diğer alanlardan bazıları ise roket fırlatma sistemleri ürünlerinin, kağıt hamuru ve kağıt endüstrisinde beyazlatma işlemleri için kullanılan ürünlerin depolandığı üretim alanları,

ve temiz su arıtma tesisleri olarak sayılabilir. Sensörler, oksijen yönünden zengin ortamlarda kullanılacak şekilde sertifikalandırılmış olmalıdır.

3.5.3 Toksik Gazlar

Solunum, yutma ya da deri yoluyla az miktarı bile insan sağlığı üzerinde ciddi etkiler yapan, hasara veya ölüme neden olan maddeler “toksik” maddelerdir. Eğer bir gazın çok az miktarı yüksek tahribat yaratırsa “çok toksik” olarak değerlendirilir. Etki ettiğinde üreme fonksiyonlarını azaltan veya doğacak canlı üzerinde kalıtsal olmayan sonuçlar doğuran maddelere ise “üreme için toksik madde” denir. Şekil 6’da toz, lif, buhar veya havadaki sis halinde dağılmış toksik kimyasal parçacıklarının vücuda giriş yollarını, yayılması ve atılmasını göstermektedir.

Şekil 6: Toksik maddelerin vücuda girişi, emilimi ve yayılması



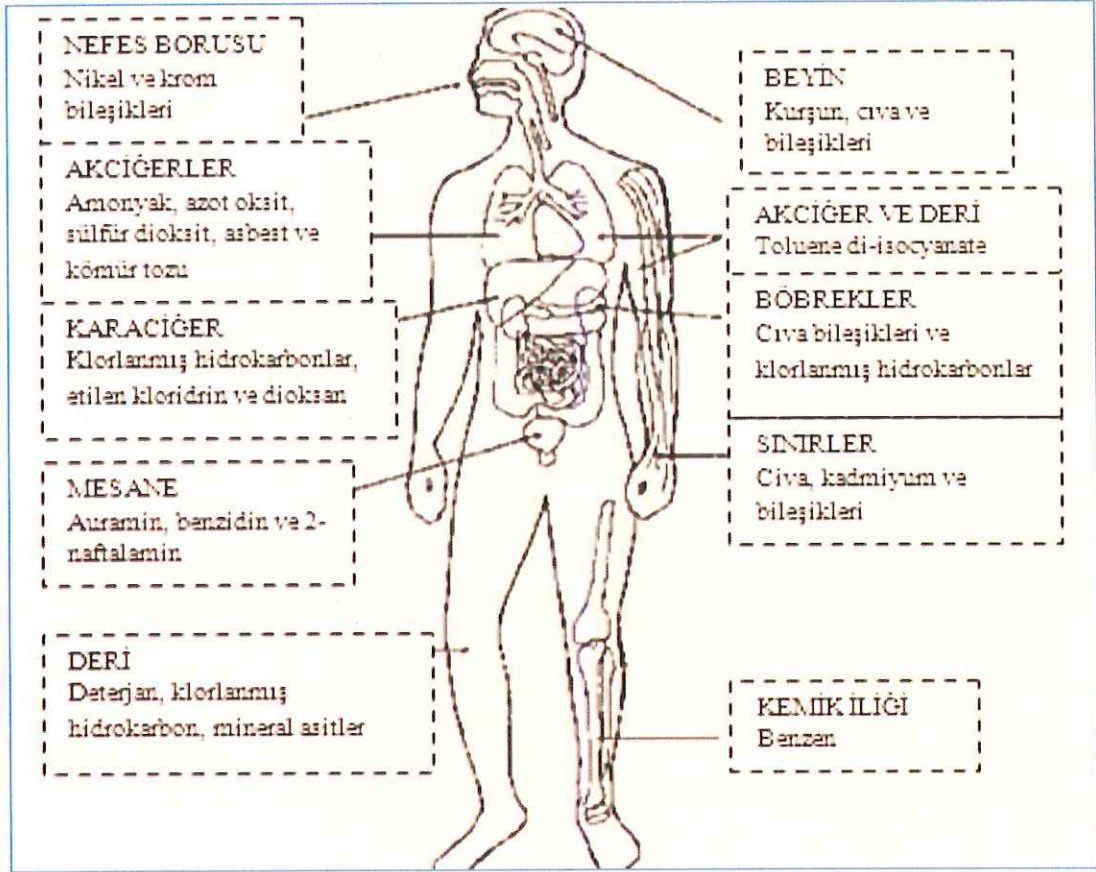
(Öksüz 2014)

Toksik gazlara maruz kalarak yaşanan ölümler gaz patlaması nedeniyle yaşanan ölümlerden fazladır. Toksik ve yanıcı patlayıcı gazların ayrı değerlendirilmesinin temel nedeni bunlarla ilişkili olan tehlikeler ve yönetmelikler ile kullanılması gereken sensör tiplerinin farklı olmasıdır. Hem yanıcı-patlayıcı hem toksik pek çok gaz bulunması nedeniyle toksik gaz detektörlerinin bile bazen zararlı alan onayına sahip olması gerektiği unutulmamalıdır.

Kimyasalların toksik etkileri, organlarda farklı sonuçlara sebep olur. Maruziyet sonrasında organizmaya giren etken maddenin vücut tarafından emilerek kan dolaşımı

yoluyla özellikle hedef organ olarak tanımlan organlara taşınması ve burada birikmesi ile zehirlenme gerçekleşir. Şekil 7’de bazı toksik kimyasalların insan vücudunda etkilediği organlar gösterilmiştir (Öksüz 2014).

Şekil 7: Endüstriyel toksik maddelerin etkilediği organlar



(Öksüz 2014)

Toksik gaz nedeniyle oluşan zehirlenmeler (boğulma), dokuların yetersiz oksijenlenmesi sonucu oluşan bir olaydır. Eğer yetersiz oksijen solunuyorsa veya hücreler oksijene ulaşamıyorlarsa oksijen açlığı oluşabilir. Toksik maddelerin etki gücü maruz kalma süresi ve sıklığına bağlıdır. Toksik kimyasala 24 saatten az bir süre için maruz kalarak hemen belirtilerin kendini gösterdiği zehirlenmeye akut toksisite, 3 ay veya daha fazla gaza maruz kalma ile ortaya çıkan zehirlenmeye kronik toksisite denir. Endüstride kimyasal maddelere maruz kalan işçilerde kronik toksisite sonucunda benzolizm, silikozis, plumbizm gibi birçok hastalık görülebilmektedir (Öksüz 2014).

Toksik maddelerle ilgili temel endişe (çevre üzerinde yarattıkları etkilerin dışında), çok düşük konsantrasyonlarda solundukları, yutuldukları veya cilde nüfuz ettiklerinde bile çalışanlar üzerinde bırakabilecekleri etkidir. Yan etkiler genellikle kalıcı

ve uzun süreli maruziyetten kaynaklandığından, gaz yoğunluğunun yanı sıra toplam maruziyet süresinin ölçülmesi de çok önemlidir. Bunların yanı sıra, maddelerin diğer etkenlerle etkileşime girerek toplamda tek başlarına olduklarından çok daha kötü etkiler gösterdikleri etkileşim vakaları da görülmüştür. Bir işyerindeki toksik maddelerin konsantrasyonları ile ilgili endişeler, hem organik hem de inorganik bileşenlere, odaklanmanın yanı sıra, bu maddelerin çalışanların sağlığı ve emniyeti üzerindeki olumsuz etkilerini, üretilen nihai üründe (veya üretiminde kullanılan ekipmanda) neden olabilecekleri kontaminasyonu ve normal çalışma sonradan kesintiye uğratmasını da içerir. Bazı gazlar zehirlidir ve çok düşük yoğunluklarda bile yaşamı tehdit edebilirler. Bazı toksik gazlar Hidrojen Sülfür gibi çürük yumurtaya benzer kokusu gibi güçlü kokulara sahiptir. Toksik gazların yoğunluğunu ölçmede kullanılan temel ölçüm birimi milyonda bir (ppm) ve milyarda bir (ppb) birimleridir. Örneğin 1 ppm, bir odada bulunan 1 milyon siyah topun arasında bulunan tek bir kırmızı topa eşdeğerdir. Kırmızı topun buradaki oranı 1 ppm olarak belirtilir (Öksüz 2014).

3.6 Gazların İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi

ABD'de CO gazından zehirlenerek ölen kişi sayısının yılda 3500'den fazla olduğu tahmin edilmektedir. Meslek nedenli etkilenimler dışındaki nedenler de buna dahildir. CO'in hemoglobine affinitesi oksijene göre 220 kat fazla olduğu için çok az miktarda solunması bile önemli klinik sonuçlar doğurmaktadır. CO, oksijenin hemoglobinden ayrılmasına neden olur ve sonra oksijenin bağlanmasını engeller. İlaveten karboksi hemoglobin (COHb) oluşturarak hemoglobinin dokulara oksijen taşıma işlevini bozar. Bu etkisinin yanında klinik olarak etkisi henüz kanıtlanmamakla birlikte sitokromoksidaz sistemini baskılayıcı (inhibitör) etkisi de vardır. CO etkileniminin klinik etkileri, karboksihemoglobineminin derecesine bağlıdır. Bireysel aktivite durumu, etkilenim süresi ve solunulan havadaki CO konsantrasyonu da bu durumu etkileyen faktörlerdir.

Volüm açısından solunulan hava %0,02 CO içeriyorsa birkaç saatlik etkilenim sonrasında (200 ppm) baş ağrısı, kulak çınlaması, egzersiz sırasında dispne, kendini kötü hissetme görülür. 800 ppm'de birkaç saat etkilenme sonrasında, frontal baş ağrısı, bulantı ve baş dönmesi görülür. 1600 ppm'de narkoz, koma ve ölüm meydana gelir. Açık muayene bacası yanında CO çıkaran makineler çalışıyor ise egzoz gazının baca kapağından uzak olduğuna emin olunmalıdır. 25 ppm den yüksek dozlara maruziyet durumunda kulak çınlaması, mide bulantısı, baş ağrısı ve uyku hali semptomları baş

gösterir. Konsantrasyon seviyesi ve maruziyet süresi arttıkça yan etkiler şiddetlenir. Acil müdahalede bulunulmazsa bilinç kaybı ve ölüm gerçekleşir. Ülkemizdeki yasal limiti 50 ppm olan Karbonmonoksit (CO) gazının farklı konsantrasyonlarına ilişkin zarar düzeyleri Tablo 10'daki gibidir.

Tablo 10: Karbon monoksit fazlalığının fizyolojik etkileri

CO (ppm)	Klinik Etki
35 ppm	OSHA tarafından 8 saatlik vardiya da müsaade edilen maksimum limit değerdir ve herhangi bir sağlık sorunu yaratmaz. Bu değer WHO tarafından 10 ppm olarak kabul edilmektedir.
200 ppm	2-3 saat maruz kalındığında hafif baş ağrısı, halsizlik, bulantı ve baş dönmesi, sersemlik yapar.
400 ppm	1-2 saat maruz kalındığında ciddi yoğun baş ağrısı ve diğer belirtilerin daha şiddetli ortaya çıkışı ve 3 saatten sonra yaşamsal tehdit oluşumu söz konusu.
800 ppm	45 dakika maruz kalındığında halsizlik, bulantı ve sarsılma-kasılmalar ve 2 saat maruz kaldığında bilinç ve şuur kaybı 3 saat maruz kalındığında ölüm gerçekleşir.
1600 ppm	20 dakika içerisinde baş ağrısı, halsizlik, bulantı ve 1 saat içerisinde ölüm gerçekleşir.
3200 ppm	5-10 dakika maruz kalındığında baş ağrısı, halsizlik, bulantı ve 1 saat içerisinde ölüm gerçekleşir.
6400 ppm	1-2 dakika içerisinde baş ağrısı, halsizlik ve bulantı, 5-30 dakika içerisinde ölüm gerçekleşir.
12 800 ppm	1-3 dakika içerisinde ölüm gerçekleşir.

(Tekbaş ve Vaizoğlu 1999)

Karbon monoksit, solunduktan sonra akciğerler aracılığıyla kana geçer. Karbon monoksit gazı kırmızı kan hücrelerinin içerisinde bulunan ve dokulara oksijen taşıyan hemoglobine oksijenden ortalama 200 kat daha hızlı bağlanır. Kan dokulara yeterince oksijen taşıyamaz. Kalp, beyin ve diğer organlarımız çalışamaz hale gelir. Bu da hastalıklara ve en kötüsü ölümlere neden olur.

Tablo 11'de ise kan / COHb düzeyine göre klinik görünüm verilmektedir. Solunulan havadaki düşük CO konsantrasyonu bile Hemoglobine afinitesi fazla olduğu için önemlidir. Semptomlar ve kan COHb düzeyi arasında korelasyon vardır. Bu nedenle,

zehirlenmenin şiddetine, COHb düzeyinin ölçülmesinden çok klinik görüntü ile karar verilir.

Tablo 11: Solunulan havadaki CO konsantrasyonu ve semptomlar arasındaki ilişki

Yoğunluk	CO Konsantrasyonu	% COHb	Semptomlar
Hafif	0,002 – 0,007	<20	Bulantı, tinnitus, efor sırasında dispne
Orta	0,011-0,035	20-40	Yorgunluk, bilinç bulanıklığı
Şiddetli	>0,035	>40	Aritmiler, Ölüm

(Tekbaş ve Vaizoğlu, 1999)

COHb düzeyi sigara içenlerde %8 düzeyine kadar çıkabilir. Bu nedenle düşük konsantrasyonlarda karbonmonoksit sigara içmeyenlere göre daha duyarlıdır. Yüksek rakımda çalışmak veya ağır iş yükü ve temposu içinde bulunmak da karbonmonoksit maruziyeti etkiler ki atık su terfi istasyonu çalışanları ağır iş yükü ve temposu içinde çalışmaktadırlar. Buna göre semptom ve bulgular daha hızlı gelişebilir. Bazı tartışmalı konulara rağmen hayvan deneyleri; karbonmonoksit etkileniminin koroner arter hastalığını alevlendirdiğini göstermektedir. Birçok olgu raporlarında ve hayvan deneyi verilerinde düşük düzeyde karbonmonoksit solunanın koroner hastalık semptomlarını teşvik ettiği görülmektedir.

Hidrojen sülfür zehirlenmeleri, boğulmaları ve ölümlerinin yıllık insidansı hakkında güncel veriler yoktur. Bununla birlikte hidrojen sülfür ile yüksek doz etkilenim sonucu oluşan endüstriyel kazalar ve ölümler hakkında bazı vaka serisi raporları mevcuttur. Örneğin 1950'de Meksika'nın Poza Rica kentinde 320 kişi petrol rafinerisinden sızan hidrojen sülfür dumanı nedeniyle hastaneye yatırılmış ve 22 ölüm meydana gelmiştir. Literatür taramalarında 1960-1974 arasında 14 vaka raporuna rastlanmıştır.

Dakikada 0.025 ppm'den daha az yoğunlukta H₂S'e maruz kalmak (çürük yumurta kokusu benzeri koku ile) mukoz membranlar ve solunum yollarında irritasyon yapar. Hidrojen sülfür yüksek konsantrasyonlarda hızla ölüme götüren bir etki yapar. Özel ve yoğun bir koku ile karakterize olmasına rağmen bu koku çalışanlar için tehlike durumunu gösteren bir uyarı özelliği taşımaz. Çünkü, hidrojen sülfür konsantrasyonu arttıkça

olfaktor hücreleri yüksek doz hidrojen sülfür kokusuna karşı duyarsız olurlar. Kronik düşük dozda (50-100 ppm) hidrojen sülfür etkilenimi (veya akut düşük doz hidrojen sülfür nedeniyle oluşan subakut intoksikasyon) gecikmiş pulmoner ödem ve ölümle sonuçlanır (Tekbaş ve Vaizoğlu 1999).

Tablo 12'de hidrojen sülfürün insan sağlığı üzerine klinik etkisi tabloda kısaca özetlenmiştir (Öztürk 2006).

Tablo 12: Hidrojen sülfür düzeyleri ve klinik etkileri arasındaki ilişki

H₂S KONSANTRASYONU (ppm)	KLİNİK ETKİ
0.1- 0.2	Koku Eşiğini Felç Etmesi
10-100	Göz ve Üst Solunum Yollarında İritasyon
>200	Geç Dönemde Anozmi, Pulmoner Ödem
>500	Hiperpnea, Apnea
>1000	Solunum Felci, Ölüm

(Tekbaş ve Vaizoğlu 1999)

Özellikle kanalizasyon sistemlerinde ve çöp depolama alanlarında açılan çukurlarda bu konsantrasyona ulaşmak mümkündür. Filtre edici maskeler takılmadan kanalizasyon sistemlerine ve çöp depolama alanlarında açılan çukurlara girilmesi yasaklanmalıdır. Hidrojen sülfürün boğucu özelliği sitokrom oksidaza bağlanması ve oksidatif fosforilasyonu engellemesi nedeniyledir. Bu durum derin metabolik asidoz ve aerobik metabolizmanın bozulması ile sonuçlanır. Hidrojen sülfür ayrıca beyindeki solunum merkezi ve carotis cisimciği üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Başlangıçta solunumu uyarır ancak ardından solunumu baskılayarak apne ve ölüm meydana getirir.

H₂S'in maruziyet sınır değerleri:

OSHA Standartlarına göre (PEL) : 20 ppm (üst sınır)

NIOHS standartlarına göre (REL) : 10 ppm (10 dakikadan az olmak üzere)

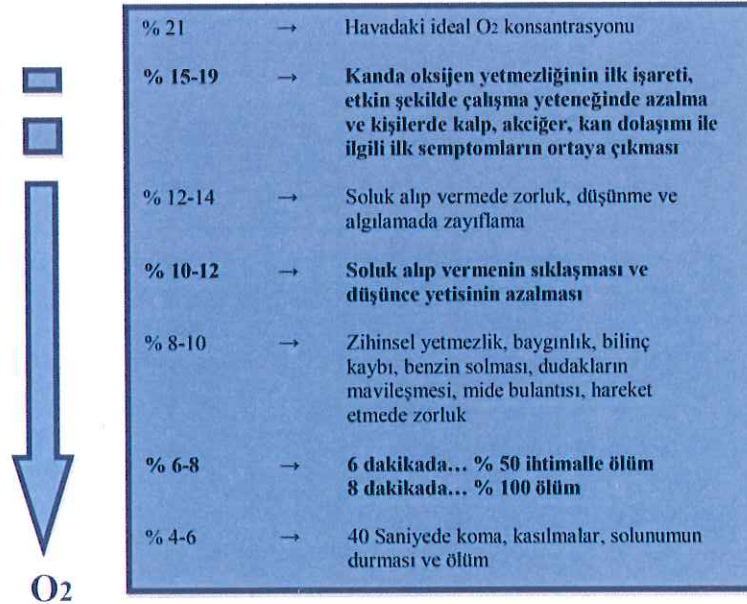
OSHA standartlarına göre (PEL) : 50 ppm (10 dakikadan az olmak üzere)

Hidrojen sülfür havadan ağır bir gaz olup, çukurlar, kuyular, tanklar ve kapalı yerlerde tabanda birikme eğiliminde olan bir gazdır. Bu gerçek hidrojen sülfür nedenli

boğulmaların oluşumu ve önlenmesi için faydalı bir kılavuzdur (Tekbaş ve Vaizoğlu 1999).

Hidrojen sülfür kanalizasyon sistemlerinde bulunan en tehlikeli zehirli gazlardan biridir ve geçmişte bu gaza maruziyet, yapılan bazı araştırmalarda tespit edilmiştir. Hidrojen sülfür organik maddelerin bozunmasıyla ortaya çıkar ve 1 ppm altındaki konsantrasyonları çürük yumurta kokusu yayar. 100 ppm in üstündeki konsantrasyonlarda koku duyusunu körelttiğinden ve 500 ppm üzerindeki konsantrasyonu birkaç saniye içerisinde bilinç kaybına sebep olduğundan; çalışan temiz havaya kavuşamazsa kısa sürede hayatını kaybeder. Oksijen seviyesinde meydana gelen azalmanın insana olan etkileri ise; kademeli bir şekilde Şekil 8’de açıklanmaktadır.

Şekil 8: Vücutta oksijen yetersizliğinin sonuçları



(Güzel 2013)

Şekil 8’de görüldüğü gibi %16-21 arasındaki oksijen oranları klinik olarak problem teşkil etmez ancak çevre şartlarının etkisi ile kişinin gördüğü zarar yükselir. Dokuların oksijen ihtiyacı belirleyicidir. OSHA standartlarına göre havadaki oksijen yoğunluğunu minimum %19 olması gerektiği belirtilmektedir. Havadaki oksijen miktarı %19’un altı klinik sorun oluşturabilir. Havadaki oksijen seviyesi hacimce %19,5’in altına düştüğünde oksijen yetersiz kabul edilir. %16’in altındaki oksijen seviyeleri ise insanlar için tehlikelidir. Oksijen yetersizliği bireylerde hareket zorluğu, bilinç kaybı, çok hızlı bir bitkinlik ve güçten düşme görülür. Acil müdahale gereken durumlarda yeterli sürede müdahale edilmediği takdirde ölüm kaçınılmazdır.

3.7 Gazların Kanalizasyon Sistemi Üzerine Etkisi

Atıksu içindeki organik katı maddeler kanalizasyon sisteminde uzun süre kalırsa hidrojen sülfür gazı konsantrasyonu kanal içinde **6000 ppm** çıkabilir. Atık su içindeki organik katı maddeler dağıtıldığı zaman gaz derhal dağılır ve hidrojen sülfür konsantrasyonu düşer (Öztürk 2006).

Konutlarda, işyerlerinde ve bazı sanayilerde oluşan atık sular, kanalizasyon sistemi ile toplanıp merkezi bir arıtma sisteminde arıtılmaktadır. Kanalizasyon sistemi genel olarak beton malzemelerden yapılmaktadır. Taze betonun pH'ı (bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi) kullanılan malzemeye bağlı olarak 11-12 arasında değişir. Bu yüksek pH, betonda kullanılan kireçten ileri gelir. Kanalizasyon yüzeyinde bu kadar yüksek pH'ın olması bakterilerin üremesine müsaade etmez. Beton yüzeyindeki pH değeri zamanla atık sudan salınan karbon dioksit ve hidrojen sülfürden dolayı düşer.

Her iki gazda asidik gaz olarak bilinir. Bu gazlar nemli yüzeyde çözünürler. Kanal üzerindeki nemli yüzeyde hem hidrojen sülfür hem de açık havadan kanala sızan havadaki oksijen çözünür.

Hidrojen sülfür ve oksijen, nemli ortamda bakteriler yardımı ile reaksiyona girerek çok kuvvetli asit olan sülfürik asit oluşur. Bu da özellikle sıcak bölgelerde kanalizasyon sisteminin 6-8 yıl içinde tamamen tahrip olmasına yol açmaktadır (Öztürk 2006).

4. GEREÇ / YÖNTEM

4.1 Araştırmanın Amacı ve Önemi

İş kazalarına sebep olan en büyük unsurlar tehlikeli durum ve hareketlerdir. Dikkatli bir şekilde izlenip önlem alınmadığı takdirde süreklilik kazanan durumlar iş kazalarının artmasının da temel sebebidir. Çalışanların kişisel, fiziksel ve psikolojik sorunları tehlikeli hareketlerin yapılmasına, işverenin maliyet, zaman baskısı ve tehlikeleri görememesi gibi sebepler ise tehlikeli durumların ortaya çıkmasına neden olur. Kontrolün sağlanması için işyerindeki tehlike ve risklerin iyi tanımlanması gerekir.

İş sağlığı ve iş güvenliği kapsamında kanalizasyon tesisleri hem fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan hem çalışma ortamı açısından son derece önemli tesislerdir. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından yayımlanan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve bu kanuna istinaden çıkarılan ilgili mevzuat hükümleri çerçevesinde kanalizasyon tesislerinde sağlıklı ve güvenli bir iş ortamının oluşturulmasını ve olası iş kazalarının önlenmesini sağlamak adına gerekli tedbirlerin alınması hayati önem taşımaktadır.

Kanalizasyon sisteminin sürekliliğinin sağlanabilmesi için bakım ve onarımların yapılması son derece önemlidir. Kanalizasyon sistem bakımları, sistemde oluşacak tıkanıklığa sebebiyet verilmemesi, tıkanma olmuşsa açılması, ızgaraların ve kâgir kısımların tamirleri, mecraların temizlenmesi ile bacaların temizlik ve periyodik muayenelerini kapsamaktadır. Kanalizasyon sisteminde yapılan bakım ve onarım çalışmaları, kapalı veya yarı kapalı ortamlarda gerçekleşmektedir. Bu alanlarda, atıksular ve gazlar çalışanların sağlığı için tehlike oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, iş sağlığı ve iş güvenliği kapsamında dünya çapında “çok tehlikeli” sınıfta değerlendirilen kanalizasyon terfi istasyonları içinde yapılan çalışmalarda ortaya çıkabilecek muhtemel riskleri incelemek ve gereken iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin geliştirilmesine yönelik ön çalışmalar yapmaktır. Çalışmanın temel kapsamını kanalizasyon terfi istasyonlarının kapalı alanlarındaki kimyasal gazlar ve bu çerçevede personel, çevre ve canlılar üzerinde ortaya çıkabilecek etkileri oluşturmaktadır. Buna ek olarak incelenen tesislerdeki fiziksel ve biyolojik riskler de göz önüne alınarak genel bir çerçeveden bakış sağlanmaya çalışılmıştır.

4.2 Araştırmanın Yöntemi

Gerçekleştirilen bu tez kapsamında, yaptığı işler açısından çok tehlikeli sınıfta yer alan Merkez Pompa İstasyonu, Batı Pompa İstasyonu ve Mezitli Atıksu Terfi İstasyonu olmak üzere üç farklı atıksu arıtma tesisinde, çalışanların kimyasal maruziyetlerinin belirlenmesi için hidrojen sülfür, karbonmonoksit, metan gazlarının anlık ölçümleri yapıldı. Üç tesisin ortak arıtma süreçlerinde fiziksel arıtma uygulanmakta olup tesislerde on iki ay boyunca yapılan ölçüm sonuçları analiz edilip değerlendirildi.

Dräger X-am® 5000 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerden elde edilen veriler, istasyonların kendi içinde aylara göre ve istasyonlar arasında istatistiksel bir farklılık olup olmadığı incelendi. İncelemeler için ANOVA testi uygulandı. Elde edilen analiz sonuçları tablo haline getirildi ve birbirleriyle kıyaslanarak grafikler halinde bulgular bölümünde sunulmaktadır.

4.3 Araştırma Örneklemi

Araştırmanın evrenini Mersin Su ve Kanalizasyon İşleri'ne bağlı Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi, Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu, Batı Pompa İstasyonu, Karacailyas Pompa Atıksu Terfi İstasyonu, Kazanlı Atıksu Terfi İstasyonu, Karaduvar Atıksu Terfi İstasyonu ve Adanalıoğlu Atıksu Terfi İstasyonları oluşturmaktadır. Mersin Su ve Kanalizasyon İşleri'ne bağlı merkezde bulunan 7 istasyon içinden Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu, Batı Pompa İstasyonu ve Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi olarak 3 tanesinde anlık gaz ölçüm verileri alınabilmiştir. Yapılan çalışmalar terfi istasyonlarının giriş vana odalarında ve tarak kısımlarında olmak üzere iki kısımda uygulanmıştır.

4.4 Araştırmanın Kısıtlıkları

Bu çalışma ile Su ve Kanalizasyon İdaresi'ne bağlı tüm atıksu terfi istasyonları temsil edilememektedir. Bununla birlikte işletmelerin ortak sorunlarına değinen ve olası çözüm önerilerini içeren, yol gösterici bir çalışma ortaya konulduğu düşünülmektedir.

Kanalizasyon terfi istasyonlarında alınan anlık gaz ölçümleri çalışanlar tarafından alınmıştır. Terfi sistemlerine ait fiziksel ve biyolojik risk etmenleriyle ilgili yalnızca genel olarak fotoğraflar çekilmiş, araştırmanın asıl kapsamı içinde olmadığından çok ayrıntılı çalışma yapılmamıştır.

5. BULGULAR

Gerçekleştirilen bu tez kapsamında Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu, Batı Pompa İstasyonu ve Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi olmak üzere üç farklı atıksu arıtma tesisinde, çalışanların kimyasal maruziyetlerinin belirlenmesi için anlık hidrojen sülfür, karbonmonoksit, metan gazlarının ölçümleri yapıldı. Üç tesisin ortak arıtma süreçlerinde fiziksel arıtma uygulanmakta olup tesislerde on iki ay boyunca yapılan ölçüm sonuçları analiz edilip değerlendirildi.

Dräger X-am® 5000 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerden elde edilen veriler, istasyonların kendi içinde aylara göre ve istasyonlar arasında istatistiksel bir farklılık olup olmadığı görülmek amacıyla incelendi. İncelemeler için ANOVA testi uygulandı. Elde edilen analiz sonuçları tablo haline getirildi ve birbirleriyle kıyaslanarak grafikler halinde bu bölümde sunulmaktadır.

5.1 Mersin İli Kanalizasyon Terfi Sistemleri ile İlgili Genel Bilgiler

Atıksu olarak nitelendirilen su oluşumundan arıtma tesisine gelene kadar kanalizasyon sisteminin farklı yapılarından geçer. İlk olarak bina tesisatından geçen Atıksu sonra sırasıyla rögar, bağlantı kanalı, kanalizasyon boruları, bacalar, pompa istasyonlarını takip ederek arıtma tesisine ulaşır. Arıtma tesisine gelen atıksu deniz, nehir gibi uygun bir alıcı ortama deşarj edilir. Mersin ili için deşarj noktası olarak deniz kullanılmaktadır.

Mersin İli'nde incelenen Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu, Batı Pompa İstasyonu ve Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi fiziksel (mekanik) arıtma ünitelerini içerir. Mersin ilinde bulunan atıksu arıtma tesislerinde suyun veya atıksuyun yerçekimi kuvvetiyle cazibeli sistemle iletilemediği durumlarda ana terfi hattı ve pozitif basınçlı sistemler kullanılmaktadır.

Gaz ölçümü yapılan tesisler "İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği"ne göre "çok tehlikeli" sınıfta yer almaktadır. Tesisler, evsel atıksuların arıtıldığı belediyelere bağlı fiziksel ve çamur susuzlaştırma çamur kurutma işlemleri yapılan atıksu arıtma tesisleridir. Bu işletmeler atıksuyun yoğunluğu baz alınarak seçilmiştir.

Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu, Batı Pompa İstasyonu ve Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi Tablo 13’de sunulmaktadır.

Tablo 13: Mersin’deki atıksu tesisleri ile ilgili genel bilgiler

Tesis Adı	Çalışan Sayısı	Vardiya Sayısı	Fiziksel Büyüklük (m ²)	Kapasite (m ³ /ay)	Hizmet Ettiği Nüfus	Tesislerdeki Prosesler
Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi	7	3	1600	1.050.000	187.536	Fiziksel Arıtma Çamur Susuzlaştırma Çamur Kurutma
Batı Pompa İstasyonu	7	3	1500	840.000	203.768	Fiziksel Arıtma
Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu	7	3	2500	1.680.000	268.876	Fiziksel Arıtma

Tablo 13 Mersin İli’nde bulunan ve araştırmaya katılan üç atıksu tesisi ile ilgili genel bilgileri içermektedir. Grafiğe göre üç terfi istasyonunda da 3 vardiya çalışılmakta ve her bir atıksu terfi istasyonunda 7 işçi çalışmaktadır.

5.2 Gaz Ölçümleriyle İlgili Bulgular

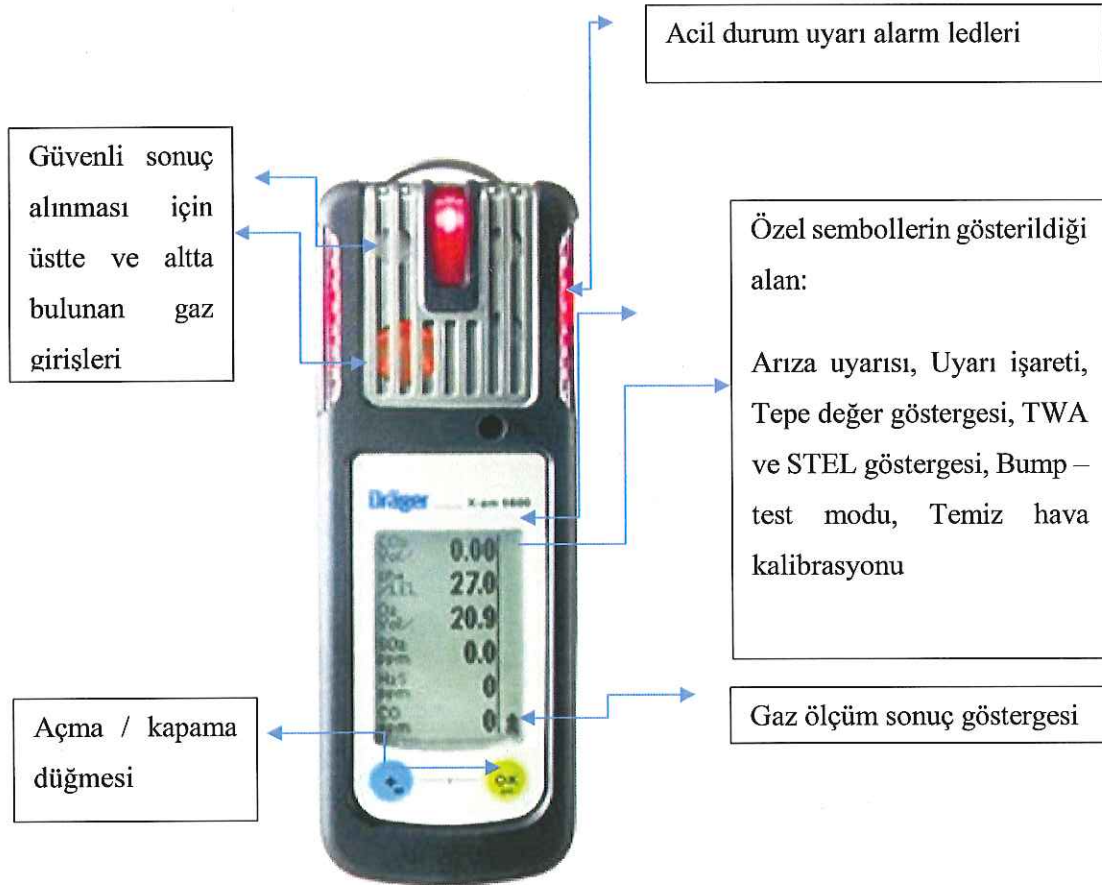
5.2.1 Kullanılan Anlık Gaz Ölçüm Cihazı: Dräger X-am® 5000

Dräger X-am® 5000 cihazı taşınabilir olarak tasarlanmış 4 adet gazı (karbonmonoksit, metan, hidrojen sülfür ve oksijen) bağımsız ölçen bir cihazdır. Kanalizasyonlarda çalışma alanında ve patlama riski olabilecek bölgelerde ortamın havasında bulunan birden çok gazın sürekli denetimini yapmak için kullanılır.

Dräger X-am® 5000, kızılötesi sensörleri ile patlayıcı gazlar veya CO₂ ölçümleri için de kullanılmaktadır. Kızılötesi sensör (IR Ex) patlayıcıların, alt patlama limitlerindeki parlayıcı hidrokarbonların ölçümünü sağlar. Bu gaz ölçüm cihazı ile hacimce % 0-100 aralığında metan, propan ve etilen ölçümü de mümkündür. Hacimce % 0.01 ölçüm çözünürlüğü ile kızıl ötesi sensörlü (CO₂) karbondioksit güvenli ve tam bir ölçüm sağlarken, ortamdaki havada mevcut olan zehirli karbon dioksit konsantrasyonlarına karşı da uyarı verir. Patlayıcı gazlar ve CO₂’nin özellikle güvenilir bir şekilde ölçümünü gerektiren yerlerde, her iki sensörün avantajları, ikili sensörle birleştirilmiştir.

Dräger X-am® 5000 gaz algılama cihazı kişisel izleme için uygundur. Basit iki tuş ile kontrol edilmesi oldukça kolaydır. Üst ve ön yüzlerde bulunan gaz girişleri dalgınlıkla ceplere yerleştirildiğinde bile veya gaz girişi kapandığında optimal ölçüm doğruluğu sağlar. Cihazın, 20 metreye kadar uzunluğu olan hortumlarla çalıştırılabilen opsiyonel harici pompası, tanklar veya boru hatlarında giriş öncesi ölçümler için mükemmel çözümdür. Şekil 9 kanalizasyon terfi sistemlerinde kullanılan gaz ölçüm cihazını göstermektedir.

Şekil 9: Dräger X-am® 5000 Cihazı Kısımları



Şekil 9 kanalizasyon terfi merkezlerinin tarak bölgelerinde ve kapalı alanlarında yapılan anlık gaz ölçümleri için kullanılan taşınabilir gaz ölçüm cihazı olan Dräger X-am® 5000 kısımlarını göstermektedir. Şekilden de anlaşılacağı gibi, ölçüm cihazının kullanımı oldukça kolay ve basittir.

Resim 1'de Mersin kanalizasyon terfi istasyonlarında kullanılan Dräger X-am® 5000 Cihazı'nın kutusunda bulunan ön yüzünü ve çalışan tarafından arka yüzünü göstermektedir.

Resim 1: Mersin kanalizasyon terfi istasyonlarında kullanılan Dräger X-am® 5000 Cihazı. a) Ön yüzü b) Arka yüzü



5.2.2 Gaz Ölçümlerinin Yapıldığı Alanlar

Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi'nde anlık gaz değişimleri için yapılan ölçümlerin alındığı tarak bölümleri Resim 2'de gösterilmektedir.

Resim 2: Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi tarak kısımları



Batı Pompa İstasyonu'nda anlık gaz değişimleri için yapılan ölçümlerin alındığı atıksu terfi istasyonu tarak bölümleri Resim 3'te gösterilmektedir.

Resim 3: Batı Pompa İstasyonu'nun tarak kısımları



Gaz ölçümlerinin yapıldığı alanlarda gaz ölçüm cihazı ile ölçüm yapılırken kapalı alanların kapakları açılıp içine hidrojen sülfür gazının ölçülmesi için gaz ölçüm cihazının özel aparatının hortumu gönderilerek ölçümler gerçekleştirilmektedir. Resim 4'de Batı Pompa İstasyonu'nda hidrojen sülfür gazının ölçümünün yapıldığı atıksu girişi vana odalarını (kapalı alanları) göstermektedir.

Resim 4: Batı Pompa İstasyonu'nda hidrojen sülfür gazının ölçümünün yapıldığı alanlar



Ayrıca Resim 4 ve Resim 5'te hidrojen sülfür gazının etkisi ile kapalı alanda bulunan demirleri sürekli korozyona uğrattığı ve H₂S gazının binaya verdiği zararı göstermektedir.

Resim 5: Hidrojen sülfür gazının etkisi



Resim 6'da Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi'nde hidrojen sülfür gazının ölçümünün yapıldığı kapalı alanları göstermektedir.

Resim 6: Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi'nde hidrojen sülfür gazının ölçümünün yapıldığı alanlar



Resim 7'de Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu'nda hidrojen sülfür gazının ölçümünün yapıldığı kapalı alanı göstermektedir.

Resim 7: Merkez Pompa Atısu Terfi İstasyonu kapalı alan girişi



5.2.3 Anlık Gaz Ölçüm Sonuçlarının Analizi

Bu çalışmada kullanılan Dräger X-am® 5000, gaz ölçüm cihazı ile alınan sonuçlar haftalık olarak hazırlanan Tablo 14, 15 ve 16'da bulunan kapalı alanlarda gaz ölçüm sonuçları tablosuna işlenmiştir.

Tablo 14'de Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu'nda her ay haftalık ölçülen anlık gaz konsantrasyon değerlerini H₂S, CO, CH₄ ve O₂ için göstermektedir.

Tablo 14: Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu Anlık Gaz Konsantrasyon Değerleri STEL

MERKEZ POMPA İSTASYONU	H2S (5ppm-10ppm)	CO (30ppm-60ppm)	CH4 (%20-%40)	O2 (%19-%23)
Ocak ayı haftalık	10.4ppm,10.2ppm,12.0ppm,13.5ppm	30.2ppm,30.1ppm,20.5ppm,39.8ppm	%18.7,%19.8,%20.1,%19.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Şubat ayı haftalık	10.8ppm,10.4ppm,12.3ppm,13.3ppm	30.1ppm,30.5ppm,20.7ppm,39.7ppm	%18.5,%19.9,%20.1,%19.4	%20.8,%20.4,%20.9,%20.6
Mart ayı haftalık	9.7ppm,11.2ppm,12.3ppm,13.6ppm	30.3ppm,30.7ppm,20.9ppm,38.8ppm	%19.7,%18.8,%20.1,%19.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Nisan ayı haftalık	9.6ppm,10.4ppm,13.0ppm,14.5ppm	28.2ppm,29.1ppm,20.5ppm,19.8ppm	%18.6,%18.8,%20.5,%17.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Mayıs ayı haftalık	9.2ppm,10.2ppm,12.0ppm,13.5ppm	30.1ppm,30.4ppm,20.7ppm,29.8ppm	%18.4,%19.5,%20.2,%19.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Haziran ayı haftalık	7.8ppm,9.2ppm,11.0ppm,8.5ppm	28.2ppm,23.1ppm,18.5ppm,29.8ppm	%12.7,%14.8,%11.3,%17.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Temmuz ayı haftalık	7.4ppm,10.2ppm,12.0ppm,13.5ppm	19.2ppm,18.1ppm,10.5ppm,19.8ppm	%15.7,%19.8,%9.1,%17.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Ağustos ayı haftalık	6.4ppm,9.2ppm,11.0ppm,12.5ppm	26.2ppm,24.1ppm,17.5ppm,19.8ppm	%16.7,%13.8,%2.1,%17.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Eylül ayı haftalık	7.4ppm,8.2ppm,9.0ppm,12.5ppm	27.2ppm,21.1ppm,20.2ppm,17.8ppm	%18.1,%15.8,%7.1,%16.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Ekim ayı haftalık	8.4ppm,11.2ppm,10.0ppm,15.5ppm	28.2ppm,31.1ppm,20.5ppm,19.8ppm	%19.7,%19.8,%0.7,%19.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Kasım ayı haftalık	9.4ppm,10.6ppm,12.0ppm,14.5ppm	29.2ppm,30.1ppm,20.5ppm,39.8ppm	%18.7,%19.8,%0.1,%19.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Aralık ayı haftalık	9.7ppm,10.5ppm,12.0ppm,14.5ppm	30.2ppm,30.1ppm,20.5ppm,39.8ppm	%19.7,%19.8,%1.5,%18.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9

Tablo 15'de Batı Pompa İstasyonu'nda her ay haftalık ölçülen anlık gaz konsantrasyon değerlerini H₂S, CO, CH₄ ve O₂ için göstermektedir.

Tablo 15: Batı Pompa İstasyonu Anlık Gaz Konsantrasyon Değerleri STEL

BATI POMPA İSTASYONU	H2S (5ppm-10ppm)	CO (30ppm-60ppm)	CH4 (%20-%40)	O2 (%19-%23)
Ocak ayı haftalık	11.4ppm,11.2ppm,12.0ppm,13.5ppm	30.2ppm,30.1ppm,20.5ppm,39.8ppm	%18.7,%19.8,%20.1,%19.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Şubat ayı haftalık	10.8ppm,10.5ppm,12.4ppm,13.2ppm	30.1ppm,30.5ppm,20.7ppm,39.7ppm	%18.5,%19.9,%20.1,%19.4	%20.8,%20.4,%20.9,%20.6
Mart ayı haftalık	9.7ppm,11.2ppm,12.3ppm,13.6ppm	30.3ppm,30.7ppm,20.9ppm,38.8ppm	%19.7,%18.8,%20.1,%19.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Nisan ayı haftalık	9.6ppm,10.4ppm,13.0ppm,14.5ppm	28.2ppm,29.1ppm,20.5ppm,19.8ppm	%18.6,%18.8,%20.5,%17.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Mayıs ayı haftalık	9.2ppm,10.2ppm,12.0ppm,9.8ppm	30.1ppm,30.4ppm,20.7ppm,29.8ppm	%18.4,%19.5,%20.2,%19.6	%20.9,%20.5,%20.7,%20.9
Haziran ayı haftalık	7.8ppm,8.2ppm,5.1ppm,8.5ppm	28.2ppm,23.1ppm,18.5ppm,29.8ppm	%12.7,%14.8,%11.3,%17.6	%20.9,%20.6,%20.7,%20.9
Temmuz ayı haftalık	5.4ppm,7.3ppm,6.0ppm,7.5ppm	19.2ppm,18.1ppm,10.5ppm,19.8ppm	%17.7,%19.8,%9.1,%20.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Ağustos ayı haftalık	6.4ppm,6.2ppm,9.0ppm,6.5ppm	26.2ppm,24.1ppm,17.5ppm,19.8ppm	%16.7,%13.8,%2.1,%17.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Eylül ayı haftalık	7.4ppm,8.2ppm,8.5ppm,7.5ppm	27.2ppm,21.1ppm,20.2ppm,17.8ppm	%18.1,%15.8,%7.1,%16.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Ekim ayı haftalık	8.4ppm,11.2ppm,10.0ppm,15.5ppm	28.2ppm,31.1ppm,20.5ppm,19.8ppm	%19.7,%19.8,%0.1,%19.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Kasım ayı haftalık	9.4ppm,10.6ppm,12.0ppm,14.5ppm	29.2ppm,30.1ppm,20.5ppm,39.8ppm	%18.7,%19.8,%0.1,%29.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9
Aralık ayı haftalık	9.7ppm,10.5ppm,12.0ppm,14.5ppm	30.2ppm,30.1ppm,20.5ppm,39.8ppm	%19.7,%19.8,%0.1,%38.6	%20.9,%20.3,%20.7,%20.9

Tablo 16'da Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi'nde her ay haftalık ölçülen anlık gaz konsantrasyon değerlerini H₂S, CO, CH₄ ve O₂ için göstermektedir

Tablo 16: MeziTLi Atıksu Arıtma Tesisi Anlık Gaz Konsantrasyon Değerleri STEL

MEZİTLİ ATIKSU ARITMA TESİSİ	H2S (5ppm-10ppm)	CO (30ppm-60ppm)	CH4 (%20-%40)	O2 (%19-%23)
Ocak ayı haftalık	12.4ppm,10.2ppm,11.0 ppm,12.5ppm	30.2ppm,30.1ppm,20. 5ppm,39.8ppm	%18.7,%19.8,%2 0.1,%19.6	%20.9,%20.3,%2 0.7,%20.9
Şubat ayı haftalık	10.8ppm,13.4ppm,12.3 ppm,13.3ppm	30.1ppm,30.5ppm,20. 7ppm,39.7ppm	%18.5,%19.9,%2 0.1,%19.4	%20.8,%20.4,%2 0.9,%20.6
Mart ayı haftalık	9.7ppm,10.2ppm,11.3p pm,12.6ppm	30.5ppm,30.7ppm,20. 9ppm,38.8ppm	%19.7,%18.8,%2 1.1,%19.6	%20.9,%20.3,%2 0.7,%20.9
Nisan ayı haftalık	9.6ppm,10.4ppm,13.0p pm,14.5ppm	30.2ppm,29.1ppm,20. 5ppm,19.8ppm	%18.6,%18.8,%2 0.5,%17.6	%20.9,%20.3,%2 0.7,%20.9
Mayıs ayı haftalık	9.2ppm,10.2ppm,12.0p pm,13.5ppm	30.1ppm,30.4ppm,20. 7ppm,29.8ppm	%18.4,%19.5,%2 0.2,%19.6	%20.9,%20.3,%2 0.7,%20.9
Haziran ayı haftalık	7.8ppm,9.2ppm,11.0pp m,8.5ppm	28.2ppm,23.1ppm,18. 5ppm,29.8ppm	%12.7,%14.8,%1 1.3,%17.6	%20.9,%20.3,%2 0.7,%20.9
Temmuz ayı haftalık	7.4ppm,10.2ppm,12.0p pm,13.5ppm	18.2ppm,18.1ppm,10. 5ppm,19.8ppm	%18.7,%19.8,%1 9.1,%17.6	%20.9,%20.3,%2 0.7,%20.9
Ağustos ayı haftalık	6.4ppm,9.2ppm,11.0pp m,12.5ppm	19.2ppm,24.1ppm,17. 5ppm,19.8ppm	%16.7,%13.8,%1 2.1,%17.6	%20.9,%20.3,%2 0.7,%20.9
Eylül ayı haftalık	7.4ppm,8.2ppm,9.0ppm ,12.5ppm	27.2ppm,21.1ppm,20. 2ppm,17.8ppm	%15.5,%15.8,%1 7.1,%16.6	%20.9,%20.3,%2 0.7,%20.9
Ekim ayı haftalık	8.4ppm,11.2ppm,10.0p pm,15.5ppm	28.2ppm,21.1ppm,20. 5ppm,19.8ppm	%19.7,%19.8,%2 0.1,%19.6	%20.9,%20.3,%2 0.7,%20.9
Kasım ayı haftalık	9.4ppm,10.6ppm,12.0p pm,14.5ppm	29.2ppm,30.1ppm,20. 5ppm,39.8ppm	%16.7,%19.8,%2 0.1,%19.6	%20.9,%20.3,%2 0.7,%20.9
Aralık ayı haftalık	9.7ppm,10.5ppm,12.0p pm,14.5ppm	30.2ppm,30.1ppm,20. 5ppm,39.8ppm	%19.7,%19.8,%2 0.1,%18.6	%20.9,%20.3,%2 0.7,%20.9

Hidrojen sülfür için yasal mevzuattaki sınır değeri ile Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (OSHA) ile sınır değerleri aynıdır. Yapılan anlık gaz ölçüm sonuçlarının istasyon bazında bir yıl boyunca alınan gaz ölçüm sonuçlarının ortalaması Tablo 17’de verilmiş olup sonuçlar grafik olarak değerlendirilmiştir.

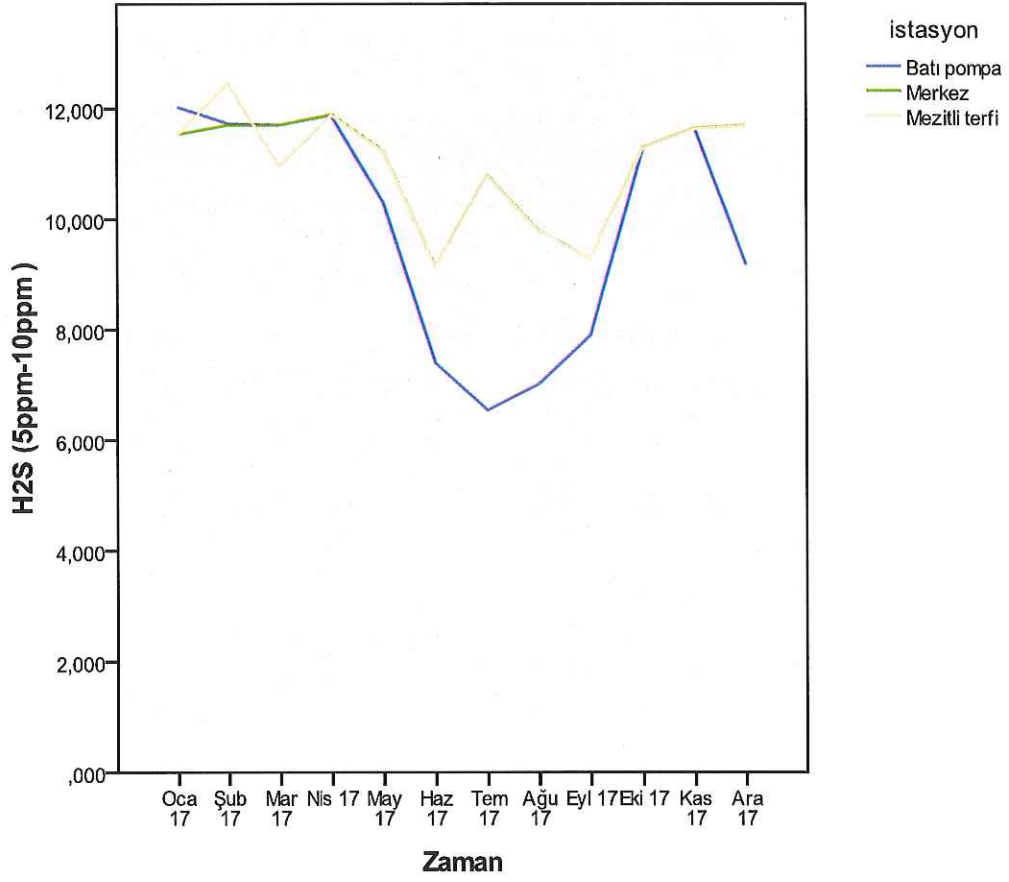
Tablo 18: Gazların haftalık ortalaması

	BATI POMPA İSTASYONU ort±ss	MERKEZ POMPA ATIKSU TERFİ İSTASYONU ort±ss	MEZİTLİ ATIKSU ARITMA TESİSİ ort±ss	p değeri
H ₂ S (5ppm-10ppm)	9,88±2,13	10,96±1,00	10,96±1,05	0,137
CO (30ppm- 60ppm)	26,07±4,39	26,49±4,50	25,68±4,73	0,910
CH ₄ (%20-%40)	19,07±2,79	20,46±6,04	18,31±1,99	0,421
O ₂ (%19-%23)	20,70±0,02	20,69±0,01	20,68±0,04	0,243

Sayısal değişkenler ortalama ± standart sapma cinsinden özetlenmiştir. Üç grup ortalamasının karşılaştırılması için ANOVA testi kullanılmıştır. İstasyonların ölçümleri için aylara göre grafiği line grafik yardımıyla çizilmiştir. P<0,05 istatistiksel anlamlılık düzeyi olarak kabul edilmiştir.

Şekil 10'da Hidrojen sülfür gazının (H₂S) yıllık istatistiksel grafiğini üç ayrı atıksu terfi istasyonu için karşılaştırmalı olarak göstermektedir. Grafiklerde mavi sürekli çizgi Batı Pompa İstasyonu'nu, yeşil sürekli çizgi Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu'nu, gri sürekli çizgi ise Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi'ni temsil etmektedir.

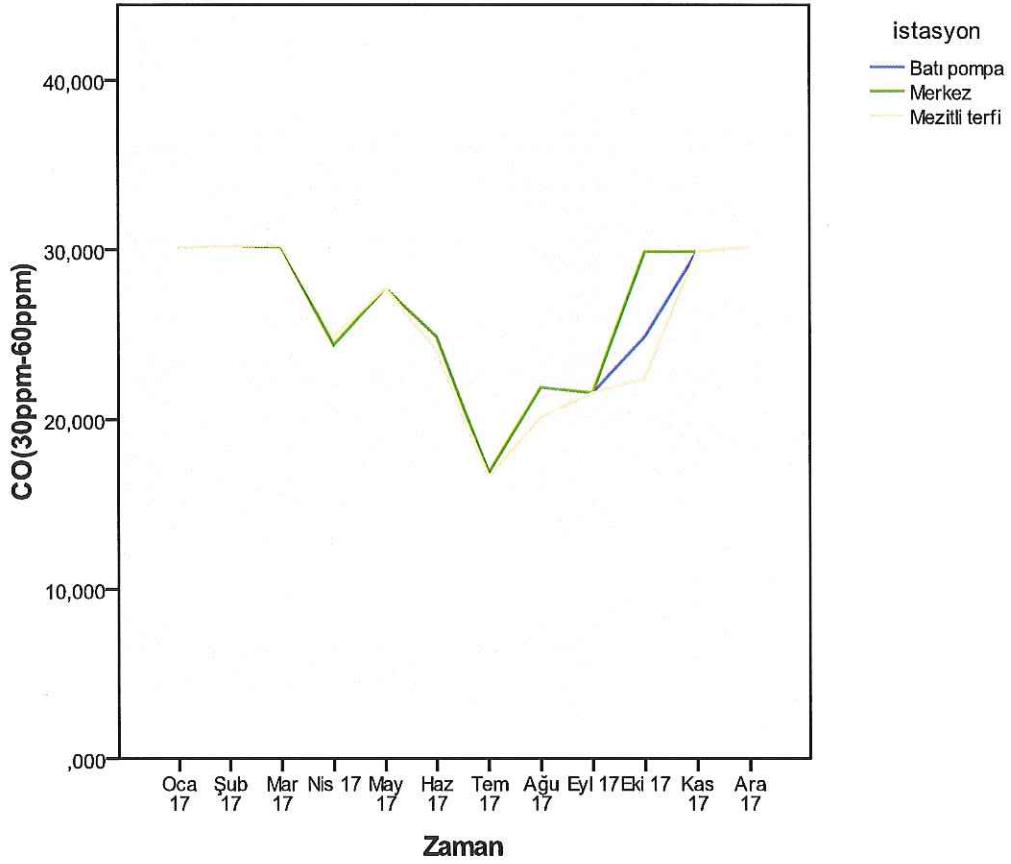
Şekil 10: Hidrojen sülfür gazının yıllık istatikselsel grafiği



Hidrojen sülfür gazı için (H_2S) 5ppm- 10ppm değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir ($p=0,134$). Ancak istasyonlar arasında aylara göre hidrojen sülfür oranını istasyonların kapasitesi oranında farklılık göstermektedir. Mezitli atıksu terfi istasyonunda grafiğe göre hidrojen sülfür oranı gaz ölçüm cihazının skala aralığını geçmiş olup dikkat edilmesi gerekmektedir.

Şekil 11'de Karbon monoksit gazının (CO) yıllık istatikselsel grafiğini üç ayrı atıksu terfi istasyonu için karşılaştırmalı olarak göstermektedir. Grafiklerde mavi sürekli çizgi Batı Pompa İstasyonu'nu, yeşil sürekli çizgi Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu, gri sürekli çizgi ise Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi'ni temsil etmektedir.

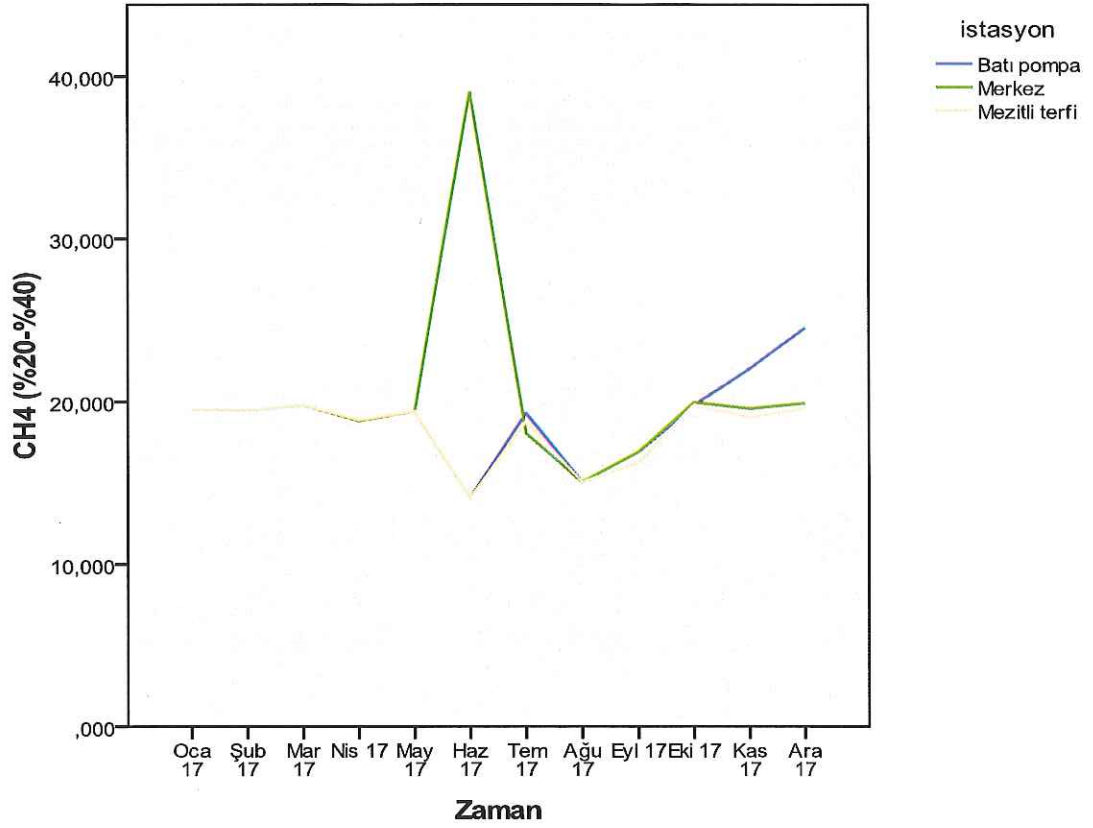
Şekil 11: Karbon monoksit gazının yıllık istatistiksel grafiği



Karbon monoksit gazı için (CO) 30ppm - 60ppm değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir ($p=0,615$). Ancak istasyonlar arasında aylara göre karbonmonoksit oranını istasyonların kapasitesi oranında farklılık göstermektedir.

Şekil 12'de Metan gazının (CH_4) yıllık istatistiksel grafiğini üç ayrı atıksu terfi istasyonu için karşılaştırmalı olarak göstermektedir. Grafiklerde mavi sürekli çizgi Batı Pompa İstasyonu'nu, yeşil sürekli çizgi Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonunu, gri sürekli çizgi ise Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi'ni temsil etmektedir.

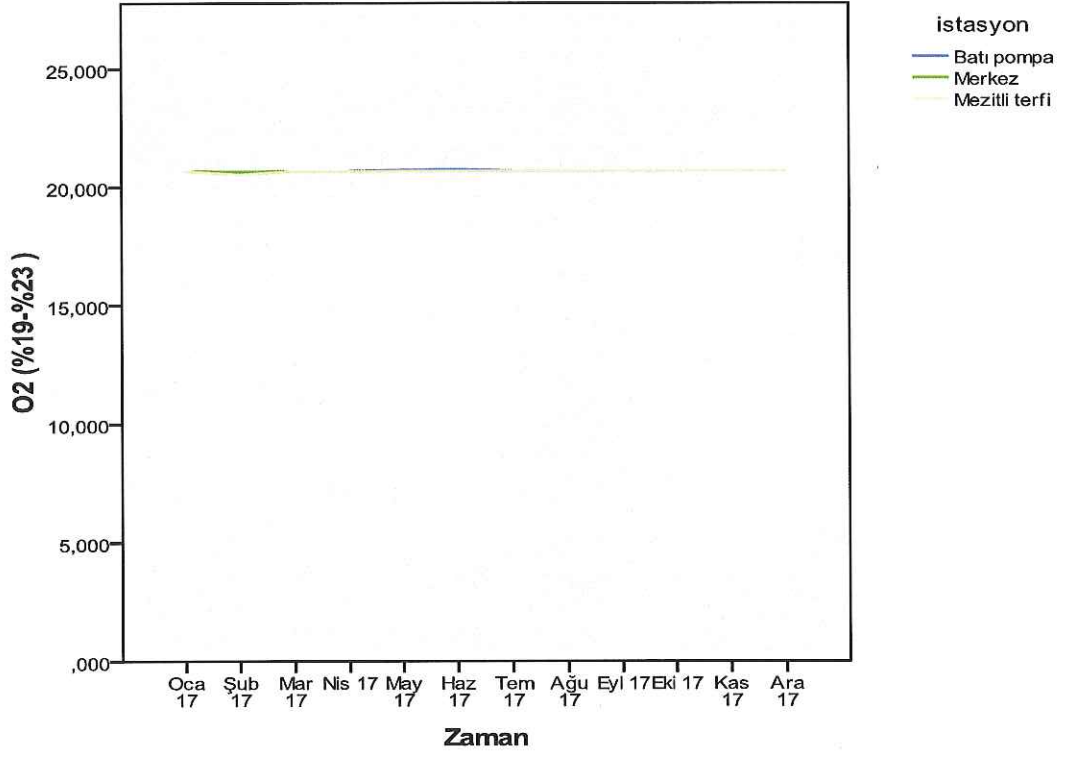
Şekil 12: Metan gazının yıllık istatistiksel grafiği



Metan gazı için (CH₄) % 20-% 40 değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir (p=0,167). Ancak istasyonlar arasında aylara göre metan oranını istasyonların kapasitesi oranında farklılık göstermektedir. Merkez pompa atıksu terfi istasyonunda grafiğe göre metan oranı gaz ölçüm cihazının skala aralığında üst sınırdan olup dikkat edilmesi gerekmektedir.

Şekil 13'de Oksijen gazının (O₂) yıllık istatistiksel grafiğini üç ayrı atıksu terfi istasyonu için karşılaştırmalı olarak göstermektedir. Grafiklerde mavi sürekli çizgi Batı Pompa İstasyonu'nu, yeşil sürekli çizgi Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonunu, gri sürekli çizgi ise Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi'ni temsil etmektedir.

Şekil 13: Oksijen gazının yıllık istatistiksel grafiği



Oksijen gazı için (O₂) %19- %23 değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir. (p=0,222)

5.3 Gürültüyle İlgili Bulgular

Batı Pompa İstasyonu için gürültü ölçümlerinin yapıldığı bölgelerden biri Resim 8'de gösterilmektedir.

Resim 8: Batı Pompa İstasyonu gürültü ölçümlerinin yapıldığı alanlar



Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi için gürültü ölçümlerinin yapıldığı bölgelerden biri Resim 9'da gösterilmektedir.

Resim 9: Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi gürültü ölçümlerinin yapıldığı alanlar



Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu için gürültü ölçümlerinin yapıldığı bölgelerden biri Resim 10'da gösterilmektedir.

Resim 10: Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu gürültü ölçümlerinin yapıldığı alanlar



5.3.1 Gürültü Ölçümlerinin Analizi

2017 yılı içinde 15 dakikalık sürelerle yapılan Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu, Batı Pompa İstasyonu, Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi iç ortam gürültü ölçümleri incelenmiştir. İncelemeler için yapılan ölçümler için SZUTEST Teknik Kontrol ve Belgelendirme hizmetlerinden destek alınmıştır. Elde edilen iç ortam gürültü ölçüm sonuçları Tablo 18’de gösterilmektedir.

Tablo 18: Atıksu terfi istasyonları iç ortam gürültü ölçüm sonuçları

Ölçüm No	Ölçüm Yapılan Nokta Adı	Ölçüm Sonuçları Ölçüm süresi (dk)	Leg dB (A)
1	Merkez Atıksu Pompa Odası	15	<u>91.0</u>
2	Merkez Atıksu Motor Odası	15	<u>90.7</u>
3	Mezitli Atıksu Arıtma	15	77.2
4	Batı Pompa Atıksu Arıtma	15	<u>80.3</u>

Tablo 18'e göre Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu, Batı Pompa İstasyonu, Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi'nde iç ortam gürültü ölçümleri yapılmış Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu pompa ve motor odalarında diğer istasyonlara göre daha yüksek oranda gürültü meydana geldiği belirlenmiştir.

5.4 Aydınlatmayla İlgili Bulgular

Resim 11'de Batı Pompa İstasyonu'ndaki yetersiz aydınlatmayı göstermektedir.

Resim 11: Batı Pompa İstasyonu yeterli olmayan aydınlatma



Resim 12'de Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu'ndaki aydınlatmayı göstermektedir.

Resim 12: Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu aydınlatma



5.4.1 Aydınlatma Ölçümlerinin Analizi

Atıksu terfi istasyonlarında iç ortam aydınlatma ölçüm sonuçları Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13: Atıksu terfi istasyonları iç ortam aydınlatma sonuçları

Ölçüm No	Ölçüm Yapılan Nokta Adı	Ölçüm Zamanı	Ölçülen lux	Sınır Değer lux
1	Merkez Atıksu Motor Odası	12:01:00	<u>116.1</u>	200
2	Merkez Atıksu Pompa Odası	12:15:00	334.88	200
3	Batı Pompa Atıksu Arıtma	12:40:00	<u>41.4</u>	200

Tablo 13'e göre aydınlatma sınır değerleri 200 lux olması gerekirken Merkez Atıksu Pompa Odasında değerler çok üzerinde aydınlatma varken Batı Pompa Atıksu Arıtma istasyon odalarında ise çok düşük değerler ölçülmüştür.

5.5 Diğer Risklerle İlgili Bulgular

Mersin İli'ndeki üç atıksu terfi istasyonu için yapılan genel değerlendirmelerde havalandırma, kanalizasyon işçilerinin çalışma koşulları ve çalışan davranışlarının iş güvenliği önlemlerine ve kurallarına karşı tutumu göze çarpmıştır. Resim 14'de kapalı alana uygun olmayan çizmeler ile çalışan bir işçiyi göstermektedir.

Resim 14: Çalışanın uygun olmayan iş çizmesi ile çalışması



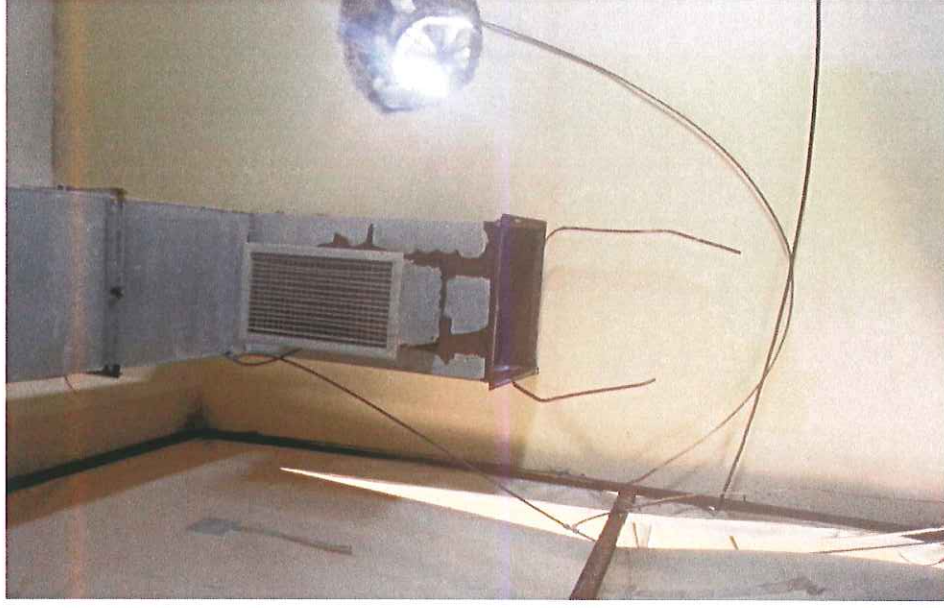
Resim 15'de Batı Pompa İstasyonu'nda tırmıklar yardımıyla elle temizlenen tarak kısımlarını göstermektedir.

Resim 15: Elle temizlenen tarak kısımları



Resim 16'da Batı Pompa İstasyonu'nda sürekli korezyona uğrayan aspiratörleri göstermektedir.

Resim 16: Sürekli korezyona uğrayan aspiratörler



Resim 17 Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi'nde yetersiz havalandırma sistemini göstermektedir.

Resim 17: Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi'nde yeterli olmayan havalandırma



6. TARTIŞMA

Bu çalışma ile Su ve Kanalizasyon İdaresi'ne bağlı tüm atıksu terfi istasyonları temsil edilememekle birlikte işletmelerin ortak sorunlarına değinen ve olası çözüm önerilerini içeren, yol gösterici bir çalışma ortaya konulduğu düşünülmektedir.

Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu, Batı Pompa İstasyonu, Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi olmak üzere Su ve Kanalizasyon İdaresi'ne bağlı üç tesiste yapılan gaz ölçüm çalışmalarının gözlemlenerek gerçekleştirildiği bu araştırmanın, atıksu arıtma tesislerinde gaz ölçümlerinin düzenli olarak yapılmadığı sadece tez çalışması kapsamında düzenli olarak verilerin alındığını ortaya çıkarmıştır.

Atıksu arıtma tesislerindeki tehlikeler incelendiğinde, özellikle kapalı alanlarda bulunan metan, hidrojen sülfür, karbondioksit ve karbonmonoksit gazlarının arıtım sürecinin her bölümünde karşılaşılan kimyasal tehlikelerdir. Ancak yapılan çalışmalar atıksu arıtma tesislerinde çalışanların, gazların zararlı etkilerini bilmediklerini ve önemsemediklerini göstermektedir.

Yapılan çalışma sonucunda tespit edilemeyen riskler de mevcuttur. Örneğin, atıksu ile kontamine olmuş atıklar ve aktif çamurda bulunan bakteri, virüs ve mikroorganizmalar biyolojik tehlikelerdir. Terfi pompa istasyonları, blower odasında bulunan turbo blowerlardan kaynaklanan gürültü, çamursusuzlaştırma ve kurutma bölümünde maruz kalınan toz ve tesis genelinde birçok bölümde açık havada çalışılmasından ötürü sıcak/soğuk hava koşullarıyla etkileşim ise çalışanların maruz kaldığı fiziksel tehlikeler olarak belirlenmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında atıksu çalışma ortamlarındaki zararlı gazlardan sonra fiziksel risk etmenleri bakımından en çok şikayet edilen ikinci faktör olarak gürültü, en çok şikayet edilen üçüncü faktör olarak da aydınlatması düşük bir alanda çalışma sorunu gelmektedir. Çalışılan birim bazında yapılan gaz analiz ölçümlerinin zararlı düzeyde olması çalışanların bu durumdan rahatsız olma durumu ile kanal ve su işlerinde çalışanlar arasından su ve kanalizasyon terfi istasyonu birimlerinde çalışanların diğer birimlere göre daha fazla zararlı gazlara maruz kaldığını göstermektedir. Literatürde yapılan araştırmalar da bunu destekler niteliktedir.

Watt ve ark. (1997), 26 kanalizasyon çalışanı ile yaptıkları araştırmada toksik gazlara maruz kalan kanalizasyon çalışanlarından boğaz ağrısı, öksürük, göğüs sıkışması, nefes darlığı, susama, terleme, çabuk öfkelenme ve libido kaybı gibi alt akut semptomlar geliştiğini tespit etmişlerdir. Dzaman ve ark. (2009)'ın Polonya'da yaptıkları araştırmaya göre, atıksu arıtma tesislerinde çalışanların tat ve koku alma kaybı oluşma risklerinin yüksek olduğunu belirtilmiştir.

Coelho ve ark. (2014)'un kanalizasyon çalışanları ile su arıtma tesisi çalışanlarını kıyasladıkları araştırmaya göre kötü kokuya maruz kalan kanalizasyon çalışanlarının daha şiddetli psikolojik sorunlar yaşadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca diğer bir çalışmada da kanalizasyon sistemlerinde bulunan karbon monoksit ve diğer çözücülere maruziyet çeşitli bitişik rahatsızlıkları tetikleyebileceğini göstermiştir.

Atıksu arıtma tesislerinde gürültülü alanlar ile ilgili yapılan bir araştırmada, atıksu arıtma tesislerindeki gürültülü alanların pompa istasyonları ve blower odaları olduğu belirtilmiş ve blower odasında ortam ölçümleri gerçekleştirilmiştir. 94,2 dB(A) olarak belirlenen gürültü, gürültü emici halı kullanılarak 92,1 dB(A) seviyesine indirilmiş, ancak hala maruziyet sınır değerinin 90 dB(A)'in üzerinde olmasından dolayı kapatma yapılarak yalıtım uygulanmış ve 92,1 dB(A) seviyesinden 90,6 dB(A)'e indirilmiştir. Malakahmad ve arkadaşlarının elde ettiği sonuçlar, bu tezdeki ölçüm sonuçları ile kıyaslandığında benzerlik göstermektedir (Malakahmad ve ark., 2012).

Richardson, (1995)'in hidrojen sülfür gazı ile ilgili yaptığı araştırmada, yüksek dozları ölümcül olan hidrojen sülfür gazına maruziyet sonucu oluşabilecek riskleri açıklamaktadır. Araştırmaya göre, düşük seviyede hidrojen sülfür maruziyetinin akciğer fonksiyonlarında kronik azalmaya sebebiyet verdiği ispatlanmış ve yüksek hidrojen sülfür gazına maruz kalan kanalizasyon çalışanlarında yüksek hidrojen sülfür maruziyetinden kaynaklanan akciğer rahatsızlıkları tespit edilmiştir.

Bu araştırmalar, yapılan gaz ölçümlerinin ne derece önemli olduğunu destekler niteliktedir. Bu tez çalışması kapsamında atıksu terfi istasyonunda çalışanların diğer çalışanlara oranla hidrojen sülfür gazına daha fazla maruz kaldığı yan etki olarak diğer çalışanlara göre daha çok nefes darlığına bağlı sağlık problemi yaşaması öngörülmekte olup Richardson'un ulaştığı sonuçlar doğrulanabilir niteliktedir. Saha çalışmaları sırasında yapılan gözlemlerde çalışanların büyük çoğunluğunun gaz maskesi

kullanmadığı, kullananların ise tarihi geçmiş veya çok yaklaşmış gaz filtreli maske kullanımından kaynaklanan gaz maruziyetinin tespit edilmesi de Richardson'un ulaştığı sonuçları desteklemektedir.

Benzer şekilde, 2011 yılında yapılan atıksu arıtma tesislerindeki iş güvenliği yönetimlerinin değerlendirildiği çalışmada blowerların bulunduğu alanda meydana gelen gürültünün uluslararası sınır değerlerin üzerinde olduğu görülmüştür ve bu bulgu da yapılan çalışmadaki ölçüm sonuçlarıyla örtüşmektedir (Sulojeva ve ark., 2011). Yapılan gürültü ölçüm sonuçlarına göre her üç atıksu terfi istasyonunda gürültü maruziyet değerleri birbiri ile karşılaştırılmış olup tez çalışması kapsamında atıksu terfi istasyonunda çalışanlarının diğer çalışanlara oranla daha fazla maruziyet yaşayacağını göstermektedir.

Ülkemizde 2011- 2014 yılları arasında zehirli gazlardan dolayı atıksu arıtma tesislerinde meydana gelen ölümlü iş kazaları incelendiğinde meydana gelen 15 ölümlü iş kazasından 14 ölümlü iş kazasının atıksu arıtma tesislerindeki gazlardan zehirlenme sonucu olduğunu göstermektedir. Yapılan gaz, gürültü ve aydınlatma ölçümlerine göre ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde, kimyasal risk etmenleri bakımından gaz ölçümlerinin belirlenen tesislerde elde edilen hidrojen sülfür, karbon monoksit ve metan değerlerinin ulusal ve uluslararası referans sınır değerlere göre yaz ve kış aylarında farklılık gösterdiği ortaya çıkmaktadır. Buna göre tesislerde yaz ve kış aylarında çalışanlara yönelik iş sağlığı ve güvenliği açısından farklı tedbirlerin alınması gerekmektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Merkez Pompa Atıksu Terfi İstasyonu, Batı Pompa İstasyonu ve Mezitli Atıksu Arıtma Tesisi olmak üzere Mersin Su ve Kanalizasyon İdaresi'ne bağlı üç tesiste yapılan anlık gaz ölçüm çalışmalarının gözlemlenerek gerçekleştirildiği bu araştırmada, tesislere ait kimyasal ve fiziksel ölçümlerle bu kurumlarda çalışanların hangi bölümlerde, hangi risklere, ne düzeyde maruz kaldıkları saptanmıştır.

Bu çalışmanın gerçekleştirildiği atıksu arıtma tesisleri genel olarak yüksek kapasiteli, çalışan sayısının fazla olduğu ve vardiya sistemiyle yürütülen işletmelerdir. Risk oranının oldukça yüksek olması işletmenin yönetimindeki boşluklar ve insan kaynağının yeterince bilinçli olmaması nedeniyle tehlikeli durumların meydana gelme olasılığını arttırmaktadır. Öncelikle insan hayatı olmak üzere hem maddi hem manevi kayıplara sebebiyet vermektedir.

Bu tez kapsamında üç atıksu terfi istasyonunda gerçekleştirilen ilgili atıksu arıtma tesislerinde hijyenik olmayan ortam koşulları ve yapılan işin niteliği açısından biyolojik risklerin yüksek olmasının yanında çalışanların zehirli gazlar, toz ve gürültü gibi çeşitli kimyasal ve fiziksel risklere de maruz kalmaktadırlar.

Atıksu arıtma tesislerindeki gaz ölçümlerinin düzenli olarak yapılmadığı sadece tez çalışması kapsamında düzenli olarak verilerin alındığı ortaya çıkmıştır. Kanalizasyon terfi merkezlerinde zehirli gazların solunumu, atıksu ve zararlı kimyasallar ile temas, iş kazalarına ve meslek hastalıklarına yol açabilecek faktörlerin başında gelmektedir. Bu nedenle gaz ölçümlerinin her vardiyada düzenli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Ülkemizde 2011 – 2014 yılları arasında 15 iş kazasından 14 tanesinin zehirli gazlardan dolayı meydana gelen zehirlenme vakaları olduğu tespit edilmiştir. Bu durum göz önüne alındığında gazların zehirleyici etkisinin ne derece önemli olduğu ve dikkate alınması gereken bir konu olduğu açıkça görülmektedir.

Yapılan ölçüm sonuçları göstermektedir ki; gürültülü alanlar olan terfi pompa istasyonları ve blower odalarında yasal mevzuatta belirtilen kişisel gürültü maruziyet değerleri en yüksek sınırının üzerine çıkmaktadır. Bu durumun çalışanların çalışma sürelerinin kısalığına rağmen çalışan sağlığını kesin olarak tehdit ettiği bilinmektedir.

Atıksu terfi istasyonlarında 40 yaş üstü çalışan bulunmaktadır. Aydınlatmanın yetersizliği özellikle 40 yaş üstü çalışanları başta etkilemek üzere tüm çalışanların göz sağlığını risk altına sokmaktadır.

Çalışanların çalışma ortamına uygun olmayan ekipman ve giysilerle tehlikeli alanlara girdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca tarak kısımlarında yaptıkları temizlik çalışmalarında tırmıklar yardımıyla elle işlem yapmaktadırlar. Temizleme sırasında çalışana sıçrama olasılığının çok yüksek olduğu, atıksuyla temas riskinin olduğu bu bölgelerde atıksuyun biyolojik tehlikeleri çalışanları tehdit etmekte, önce kendi sağlıklarını, sonra bulaşıcı hastalık yoluyla aile ve etkileşimde buldukları insanların hayatlarını tehlikeye atmaktadır.

Arıtma tesisleri çok pahalı ve aynı zamanda işletilmesi de zor olan sistemlerdir. Bu nedenle tesisler uygun yerlere uygun sistemler kurularak, yetişmiş uzman personele teslim edilmelidir. Bu tür tesisler bir elemanın yönetimine bırakılmamalı, mutlaka yerine bakacak yedekli elemanlarla çalışılmalıdır. Aksi takdirde atıksu arıtma tesisinde problemler yaşanmaktadır.

Bu tez çalışması sonucunda yapılan ölçümlerle elde edilen sonuçlar ve çözüm önerileri aşağıda özetlenmiştir:

- Güvenilir işletme değerleri elde edebilmek için çok sayıdaki ölçüm cihazları işletme talimatına göre temizlenmeli ve kalibre edilmelidir.
- Yönetmelikler kapsamında istenilen diğer muayeneler ve gaz ölçümleri yapıp günlük kayıt altına alınmalıdır.
- Atıksu arıtma tesisinden istenilen verimin alınması için makineler, motorlar, pompalar ve köprülerin düzenli olarak bakımlarının yapılması gerekmektedir.
- Atıksu arıtma tesislerinde kullanılan gaz ölçüm cihazlarının kullanımı için düzenli aralıklarla nasıl kullanılacağına dair eğitim aldırılması veya verilmesi sağlanmalıdır.
- Kapalı alan çalışmasına başlamadan önce ilgili amirden ve iş güvenliği uzmanından onay alınmalı ve kapalı ortamda çalışma izin formları yetkili amir ve iş güvenliği uzmanı tarafından imzalanmalıdır.
- Kapalı alanda en az bir gözlemci eşliğinde çalışma yapılmalı ve kapalı alanda çalışma eğitimi almış tecrübeli çalışanlarca kapalı alana girilmelidir.

- Atıksu arıtma tesislerinde kapalı alana girmeden önce muayene baca kapakları açılarak yeterli süre havalandırılmalıdır.
- Kapalı alana girmeden önce hidrojen sülfür, karbon monoksit, metan, akaryakıt buharı ve oksijen seviyesi gaz detektörü ile ölçülmelidir.
- Oksijen yetersizliğinin olduğu durumlarda tüplü temiz hava solunum seti sistemleri kesinlikle kullanılmalıdır.
- Kapalı alana hava beslemeli solunum sistemleri ile girilmelidir.
- Çalışanlar yüz koruyucu siper kullanmamakta ve atıksu sıçramalarına karşı TS 5560 EN 166 ve TS 5558 EN 168 standartlarına uygun goggle tipi göz koruyucu kullanılmalıdır.
- Çalışanlara ağır malzemelerin ayağa düşme riskine karşı TS EN ISO 20345 standardına uygun 200 jule dayanımlı, su geçirmez S kategorisinde, kaymaz tabanlı emniyet ayakkabısı verilmelidir.
- Çalışanlar atıksu ile temas halinde olduğundan dolayı kesinlikle kulak tıkacı kullanması sağlanmalıdır.
- Acil durum kurtarma planları yapılmalıdır. Özellikle gazlar ve tehlikelerinden bahsedilmelidir.
- Atıksu teması ile maruz kalınabilecek biyolojik risk faktörlerinden dolayı kanalizasyon çalışanları birçok meslek hastalığıyla karşı karşıyadır. Kanalizasyon çalışanları biyolojik etmenlere karşı mutlaka aşı olmalıdır.
- Tesislerde belirlenen bölümlerde yapılan hidrojen sülfür, karbonmonoksit ve metan gazı ölçüm sonuçlarının yaz ve kış ayların da farklılık gösterdiği, mevzuatta belirtilen sınır değerleri aşmaması sağlanmalıdır. Ancak bu gazların düşük seviyelerine uzun süreli maruziyet çeşitli rahatsızlıklara, yüksek seviyede gaz çıkışı ise ölüme sebebiyet verebilmektedir. Seyyar gaz detektörlerinin bulunduğu fakat çalışanlar tarafından düzenli kullanılmamakla birlikte bazılarının konumlarının yanlış olduğu, ve havalandırma sistemlerinin yetersiz olduğu tespit edilmiştir.
- Sabit gaz detektörleri tesis edilmeli, gazların özelliklerini dikkate alarak uygun konumlara yerleştirilmelidir. Gaz detektörlerinin belirlenen seviyelerde uyarıda bulunarak havalandırma sistemini devreye sokmasını sağlayan detektör-havalandırma sistemi entegrasyonu barındıran teknolojiye geçiş sağlanmalıdır.

- Risk seviyesinin çok daha altında alarm vererek personelin o bölgeden uzaklaşmasını sağlayan seygar detektörlerle birlikte sabit detektörler temin edilmelidir.
- Havalandırma yeterli hale getirilmeli ve sürekli çalıştırılmalıdır.
- Hidrojensülfür gazının korozif aşındırıcı etkisine karşı havalandırma panellerinin değiştirilmesi sağlanmalıdır.
- Tesiste gürültü gibi fiziksel risk etmenlerinin, mekanik ve kimyasal risklere karşı kişisel koruyucu donanım kullanımının bazı çalışanlarca ihmal edildiği ve kişisel koruyucuların temininde sıkıntı yaşandığı gözlemlenmiş olup; eldivenlerin işe uygun olmadığı görülmüştür. Tesiste kişisel koruyucu donanım kullanımının denetlenmesi, teşviki ve yenisiyle değiştirilmesi konusunda eksik uygulamalar olduğu belirlenmiştir.
- Temin edilecek kişisel koruyucu donanımların ilgili teknik düzenlemeye, yapılan işin niteliğine ve çalışana uygun olması gerekmektedir.
- Kişisel koruyucu donanımların kullanımı, temizliği, saklanması konularında uygulamalı eğitim ve bilgilendirmeler yapılmalıdır.
- Gürültü maruziyet değerleri sınır değerlerin altına indirilemiyorsa mevzuat gereği çalışanların kulak koruyucuları kullanması zorunlu kılınmaktadır. Çalışanların hem iletişim kurmakta sıkıntı yaşamamalarını hem de gürültüden korunmalarını sağlayan atıksu pompa ve motor odalarında EN 352-1 veya EN 352-3 standardına uygun manşonlu kulak koruyucular kullanılması ve takibinin yapılması ayrıca gürültü maruziyet ölçümleri ile işitme testlerinin mutlaka her yıl düzenli yapılması sağlanmalıdır.
- Tesislerde iç ortam aydınlatmasının düşük çıktığı alanlarda çalışanın göz sağlığının korunması açısından iyileştirme yapılması sağlanmalıdır.
- Tesis personeli 3 vardiya çalışmakta ve büyük oranda açık havada soğuk ve sıcak havaya maruz kalarak çalışmaktadır.
- Temizlik ve bakım-onarım işlemlerinde biyolojik tehlikelere dikkat edilmediği, çalışanların birçok hastalık ile karşı karşıya oldukları görülmüştür. Çalışanlara iş yeri hekimlerince hijyen eğitimi verilmesi sağlanmalıdır .
- Çalışanların atıksu arıtma tesislerinde ilk işe alım sürecinde rutin yapılan tarama testlerine ek olarak kanda serum markerlarının (hepatit A,B,C) gibi incelenmesi gerekmektedir.

- Çalışanların atıksuyla temasını engellemek amacıyla mikroorganizma ve kimyasallara karşı koruma sağlayan EN 374 standardına uygun eldiven kullanmaları sağlanmalıdır.
- Atıksu arıtma tesislerinde ağır malzemelerin ayağa düşme riskine karşı da koruyan TS En 20345 standardına uygun, su geçirmez, kaymaz tabanlı ve ısı yalıtımlı iş çizmesi verilmesi sağlanmalıdır.
- Çalışma alanlarına sigara içilmez ve ateşle yaklaşma levhaları koyulmalı ve takibi yapılmalıdır.
- Kanallar, bacalar, vana odaları, primer çamur istasyonu ve pompa istasyonlarının da dahil edilebileceği kapalı alanlarda yapılan temizlik ve bakım çalışmaları sırasında ilkyardım ve acil durum hazırlıklarının yeterli olup olmadığı, maruz kalınabilecek gazlara karşı gerekli önlemin alınıp alınmaması, güvenlik kültürü bilincinin yerleşmemesinden kaynaklı zehirlenme, boğulma, yangın ve patlama risklerine karşı kapalı alanlarda çalışmalarda kapalı alanlara giriş formu düzenlenmeli ve sürekli kontrolü yetkililerce yapılmalıdır.
- Kapalı alanlarda bakım ya da temizlik yapılmadan önce, hidrojen sülfür, karbondioksit, metan, karbonmonoksit ve oksijen değerleri ölçülmelidir. Gözlemci eşliğinde çalışılmalı, EN 361 ve EN 358 standardına uygun paraşüt tipi emniyet kemeri sağlanmalıdır.
- Acil durumda çalışanı yukarıya çekebilmek için vinç, caraskal, düşme önleyici ile donatılmış tripod sistemi veya makara düzeneği tedarik edilmelidir.

Bu tez çalışmasında atıksu arıtma tesisinde gerçekleştirilen gaz ölçüm sonuçlarıyla birlikte ve üç farklı tesiste yapılan gürültü, aydınlatma ölçüm sonuçlarına göre tesislerin karşılaşılabilecekleri riskler, alınması gereken önlemler ve yasal mevzuatlar konusunda bilgi edinmeleri sağlanmış, gözden kaçırılan noktalar tespit edilerek ve ölçüm sonuçları paylaşılarak fikir alışverişi yapılmış; böylece risklerin önlenmesine yardımcı olunması hedeflenmiştir.

8. KAYNAKLAR

- Adelson L, Sunshine I, (1966). Fatal Hydrogen sulfide intoxication: report of three cases occurring in a sewer, *Arc Pathol*, 81; 375-380.
- Arceivala SJ. (2008). *Treatment for pollution control and reuse (3. Basım)*, Tata Mc Graw Hill, Sayfa: 46-95, New Delhi, 2008.
- Ardıçlıoğlu M. (2014) *Kanalizasyon Sistemleri*, Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ders Notu.
- Arundaş A. (2010) *Konya Organize Sanayi Bölgesi Kanalizasyon Sisteminde Kirlenmelerin İzlenmesi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Burton F.L.T, and Stensel H.D. (2003) *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 4th ed. Metcalf&Eddy Inc. Newyork. NY: McGraw-Hill, 2003.
- Bünger J, Schappler-Scheele B, Hilgers R, Hallier E, A 5-year follow-up study on respiratory disorders and lung function in workers exposed to organic dust from composting plants, *International archives of occupational and environmental health*, 80(4); 306-312, 2007.
- Camkurt M, İşyeri Çalışma Sistemi ve İşyeri Fiziksel Faktörlerinin İş Kazaları Üzerindeki Etkisi, *TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, 6; 12-15, 2007.
- Coelho D, Tavares D, Lourenço M, (2014) *Water and Sewage Treatment Workers Differences in Psychosocial and Ergonomics Assessment*, Human Factors In Organizational Design And Management – X1, Nordic Ergonomics Society Annual Conference, Sayfa: 83-88, 2014.
- Corcoran E, Nellemann C, Baker E, Bos R, Osborn D, Savelli H, *Sick water: the central role of wastewater management in sustainable development: a rapid response assessment (1. Basım)*, UNEP/Earthprint, Sayfa: 15-38, Nairobi, 2010.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, (2012) *İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği*, 28509 sayılı Resmi Gazete, 26 Aralık 2012.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (1983) "2872 Çevre Kanunu", 18132 sayılı Resmi Gazete, Ulaşım: 11 Ağustos 1983.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2004) *Su Kirliliği Yönetmeliği*, 25687 Sayılı Resmi Gazete, 31 Aralık 2004.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2006) *Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği*, 26047 sayılı Resmi Gazete, 8 Ocak 2006.
- Demir, A. (2000) *Atıksu Arıtımında Metotlar (1. Basım)*, YTÜ, Sayfa: 3-36, İstanbul, 2000.

- Demirbilek, T. (2005). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Ders Notları, İzmir.
- Dzaman K, Wojdas A, Rapiejko H, Jurkiewicz K, (2009) Taste and Smell Perception Among Sewage Treatment and Landfill Workers, International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, 22(3); 227-234, 2009.
- EPA, (2013) Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi İstatistikleri, EPA,2013. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/urban-waste-water-treatment/urban-waste-water-treatment-assessment-3> (Erişim: 21 Aralık 2017)
- Erdoğan, T. (2017) Atıksu Toplama ve Taşıma Sistemleri, http://personel.klu.edu.tr/dosyalar/kullanicilar/taner.erdogan/dosyalar/dosya_ve_b elgeler/ATIKSU%20V%C4%B0ZEDEN%20SONRA.pdf, (Erişim: 22 Kasım 2017).
- Eroğlu, V. (2002). Atıksuların Tasfiyesi, Su Vakfı Yayınları.
- EUROSTAT (2014), Su İstatistikleri 2004-2013, EUROSTAT, 2014. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Water_statistics (Erişim:11 .Ekim. 2017)
- Görer N, İçmesuyu ve Kanalizasyon Sektöründe İzlenen Küresel Politikalar Üzerine Bir Değerlendirme, Çağdaş Yerel Yönetimler,2; 18-30, 2014.
- Güzel, F.Ç. (2013) Kuyu, Dehliz ve Mahzen Gibi Kapalı Alanlarda Yapılan Çalışmalarda Alınması Gereken İş Sağlığı ve Güvenliği Önlemleri, T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, İstanbul, 2013.
- Ilıcak, Ş, (1988) "Çevre - İşyeri Koşulları ve Ergonomik Yaklaşımlar" I.Ulusal Ergonomi Kongresi, M.P.M.Yayımları, No:372, Ankara, 1988, s.136
- ILO (2017). Occupational Health Services, (Çevrimiçi) <http://www.ilocis.org/documents/chpt16e.htm>, (Erişim: 11 Mayıs 2018)
- ILO (2018), Chemicals In The Workplace, <http://actrav.itcilo.org/actrav-english/telearn/osh/kemi/chemicaa.htm>, (Erişim: 20 Ocak 2018).
- ILO, (1994). Declaration On Occupational Health For All, Geneva.
- Kalkan, H. (2007) Atıksu Kanalizasyon Şebekelerinin Bilgisayar Destekli Analizi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.
- Kaya, M. (2016) Şehir Şebekesi Kanalizasyon İşlerinde Risklerin Belirlenmesi Ve Çözüm Önerileri, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü 2016, Ankara.
- Khuder, Arthur T, Bisesi M.S, Schaub E.A. (1998) Prevalence of infectious diseases and associated symptoms in wastewater treatment workers, American journal of industrial medicine, 33(6); 571-577, 1998.

- Kukul, Y.S., Çalışkan, A. ve Anaç, S. (2007) Arıtılmış Atıksuların Tarımda Kullanılması ve İnsan Sağlığı Yönünden Riskler, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 44(3); 101-116, 2007.
- Malakahmad A, Downe A.G, Fadzil D.M, Application of Occupational Health and Safety Management System at Sewage Treatment Plants, Business Engineering and Industrial Applications Colloquium (BEIAC), Malaysia, 2012.
- Meral, R. (2013) Atıksu Arıtma Tesislerinin İşletilmesi, http://www.keremcevre.com/img/mevzuat/aat_tesislerinin_isletilmesi.pdf, (Erişim: 1 Mayıs 2018).
- MESKİ, (2017) “Kurumsal”, <http://www.meski.gov.tr/Kurumsal/11/meski-tarihcesi>, (Erişim: 1 Mayıs 2018).
- Muslu, Y. (1996) Atıksuların Arıtılması, Cilt I ve II, İTÜ Yayını, (1. Basım), İTÜ, Sayfa: 27-46, İstanbul, 1996.
- NFPA (2012) Worker Casualties involving Wastewater, Sewers or Sewage Treatment Plants and Fire Incidents at Water or Sanitation Utilities, NFPA, Quincy, 2012. https://www.nfpa.org/Assets/files/AboutTheCodes/820/1855%20%20Wastewater_Sewers_or_Sewage_Treatment.pdf (Erişim: 21 Şubat 2018).
- Orhan, G. (2016) Eysel Atıksu Arıtma Tesislerinde Kimyasal ve Fiziksel Risk Faktörlerinin İncelenmesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü 2016, Ankara.
- Öksüz, Ç. (2014) Tehlikeli Kimyasal Maddelerle Yapılan Çalışmalarda Maruziyet Risk Değerlendirmesi Ve Bir Uygulama Örneği, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, İş Müfettişi Yardımcılığı Etüdü, İstanbul.
- Öztürk, İ. (1999) Anaerobik Biyoteknoloji ve Atıksu Arıtımındaki Uygulamaları, Su Vakfı Yayınları.
- Öztürk, M. (2006) Kanalizasyonlarda Hidrojen Sülfür Gazı Oluşumu Sağlık Üzerine Etkileri. <http://www.gaosbitfaiye.org/images/fc747691-795c-413d-a07f-74775e252c5dh2s.pdf>, (Erişim: 1 Mayıs 2018).
- Peker, İ. (2007) Çevre Mühendisliği Kimyası, Birsen Yayınevi. ISBN: 9755114955, İstanbul, 2007.
- Richardson D.B. (1995) Respiratory Effects of Chronic Hydrogen Sulfide Exposure, American Journal of Industrial Medicine, 28(1); 99-108, 1995.
- Tayfun Ç, (2008) panel: 3 / Suya Erişim Hakkı, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, Mattek Matbaacılık, Sayfa: 15-16, Ankara, 2008.
- Tekbaş, Ç.F. ve Vaizoğlu, S.A. (1999) Toksik Gazların Sağlığa Etkileri Ve Korunma Önlemleri, http://www.thb.hacettepe.edu.tr/arsiv/1999/sayi_1/baslik8.pdf, (Erişim: 10 Eylül 2017)

- Tiwari R. R, (2008) Occupational health hazards in sewage and sanitary workers, Indian journal of occupational and environmental medicine, 12(3); 112-115, 2008.
- TUIK, (2016) Türkiye İstatistik Kurumu, 2016 Yılı Belediye Atıksu İstatistikleri <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18778> (Erişim: 1 Aralık 2017)
- Von Sperling M (1996) Comparision among the most frequently used systems for wastewater treatment in devoloping countries (3.Basım), IWA Publishing, Sayfa: 59-72, London, 1996.
- Watt M.M, Watt S.J, Seaton A. (1997) Episode of toxic gas exposure in sewer workers. Occup Environ Med, 54; 80-93, 1997.
- Yazıcı, M. (2007) Kapalı Alanlarda Güvenli Çalışma, Mühendis ve Makine Dergisi, C:48, S:573, 2007, s. 41.
- Yılmaz, A.G. (2005) İçme Suyu ve Kanalizasyon Bilgi Sistemi, T.C.Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta 2005
- Yılmaz, G. (2007) İş Kazalarının Nedenleri, http://www.isguvenligi.net/index.php?option=com_content&task=view&id=41, (Erişim: 20 Ocak 2017).

9. EKLER

EK 1. GAZ ÖLÇÜM FORMU

KAPALI ALANDA GAZ ÖLÇÜM SONUÇLARI			
Yeri :			
Gaz Ölçümü Yapılan Alana Giriş Tarihi :			
Gaz Ölçümü Yapan Çalışanlar :			
ADI/SOYADI :	İmza :		
ADI/SOYADI :	İmza :		
	SINIR DEĞER	SONUCU	
Hidrojen Sülfür (H ₂ S) Gaz Ölçüm Sonucu ?	5 ppm - 10 ppm		
Karbonmonoksit (CO) Gaz Ölçüm Sonucu ?	30 ppm - 60 ppm		
Metan (CH ₄) Gaz Ölçüm Sonucu ?	% 20 - % 40 LEL		
Kapalı alan oksijen ölçümü sonucu ?	% 19 - %23		
SAHA GÖZLEMİ			
	EVET	HAYIR	UYGUN DEĞİL İSE YAPILMASI GEREKEN
Korzyona uğranmış malzeme var mı? Varsa isimleri:			
Kaynak / Kesim/Oksijen Kaynağı ile iş yapacak mı?			
Ateşli işlerde çalışma izin formuna ihtiyaç var mı?			
Kıvılcım çıkartmayan, exproof ekipman kullanımına ihtiyaç var mı?			
Acil durum ilk yardım ve kurtarma organizasyonu uygun mu?			
KKD uygun mu?			
Gaz Maskesi ve filtresi var mı?			
Temiz hava kaynağı mevcut mu?			
Yangın söndürücünün manometre basıncı ve son kullanma tarihi uygun mu ?			
Emünyet kemeri / Can Halatı var mı ? Gerekli mi ?			
SONUÇ :			
ACİL NUMARALAR			
Özkartalbar Sağlık Birimi (İş Yeri Hekimi) SERDAL YÜNLÜ :595 441 9205	Polis :155		
İtfaiye :110	Hızır acil servis :112		
Saha Birim Sorumlusu			

EK 2. KAPALI ALAN GİRİŞ İZİN FORMU

KAPALI ALAN GİRİŞ İZİN FORMU	
Tehlike yaratabilecek her türlü kapalı alana giriş ve kapalı alanda yapılacak çalışmalarında ilgili sahalarda tedbir alınmasını gerektiren her türlü çalışmalardır. Bu izin sadece 'Çalışmanın cinsi bölümünde' tanımlanan işi kapsar, bunun dışındaki alanlar için ayrı izin alınmalıdır.	
TARİH :	ÇALIŞMA YERİ :
BİNA :	KAT / DEPARTMAN :
Sınırlanmış alanlara giriş izni verildi mi ?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
ÇALIŞMANIN CİNSİ :	
GÖZLEMCI :	
BU ÇALIŞMA İÇİN TANINAN SÜRE :	TARİH :
	SAAT : Den
	SAAT : 'e kadar
	geçerlidir.
BÖLÜM 1 : Kapalı Alana Giriş Öncesinde Alınması Gerekli Önlemler;	
İZOLASYON	
1 Gerekli tüm elektrikli ekipmanın izolasyonu gerçekleştirildi mi?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
2 Mahale gelen ve giden tüm borular izole edilmiş mi?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
3 Tüm hortunlar sökülülmüş mü?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
4 Kapalı alan tehlikeli maddelerden arındırılmak üzere yıkamaya havalandırıldı mı ?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
5 Çalışma alanı, yağ ve diğer yanıcı maddelerden arındırılmış mı?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
6 Çalışma alanındaki drenajlar, lağımalar ve kanallar emniyetli durumda mı?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
7 Çalışma alanı yeterli olarak işaretlenmiş ve banla çevrilmiş mi?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
ORTAM HAVASI	
8 Etrafta çalışma yapılacak mahaldeki ortamın havasını etkileyebilecek diğer operasyon ve çalışmalar askıya alınmış mı?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
9 Doğal hava sirkülasyonu içeride çalışma yapmaya yeterli mi?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
10 Ortam havası test edilmiş mi?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
11 Mahal temiz ve yağdan arındırılmış mı?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
12 Mahal çamur ve tortulardan temizlenmiş mi?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
13 Oksijen ve gaz testi yapıldı mı?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
14 Mahalde yapılacak iş esnasında zehirli yada tehlikeli gazların/dumanların oluşumunu engellemek için gerekli önlem alınmış mı?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
15 Havalandırma fanı takılmış ve çalışır halde mi?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
16 Mahal içindeki şartlar solunum cihazsız çalışmaya müsade ediyor mu?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
ÖLÇÜMLER	
17 Gaz ölçümü yapıldı ekranda 0 değeri okundu mu?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
18 Gün içinde zamanlı / planlı başka gaz ölçümü yapılacak mı?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
19 Sürekli gaz ölçümü yapmak gerekiyor mu?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
İŞ EMNİYETİ	
20 Mahallen iş emniyeti gözetilerek kontrol edilmiş mi?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
21 İlave koruyucu ekipman gereği değerlendirilmiş mi?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
22 Emniyet kemeri (vücutta saran tip) ve emniyet ipi takmak gerekiyor mu?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
23 Gerekliğinde içeride çalışanları çekmek için kurtarma ipi bağlanması gerekli mi?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
24 İşe sürekli olarak nezaret ediliyor mu?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
25 Mahale ulaşım ve mahalden kaçış rahat mı?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
26 Aydınlatma yeterli mi?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
27 Yangınla mücadele ekipmanı sahada mevcut mu?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
28 İş İzni Prosedürünün Gerekleri karşılanıyor mu?	EVET <input type="checkbox"/> HAYIR <input type="checkbox"/>
BARET <input type="checkbox"/>	HAVALANDIRMA FANI <input type="checkbox"/>
EMNİYET KEMERİ <input type="checkbox"/>	VE GAZ ÖLÇÜM CİHAZI <input type="checkbox"/>
TEMİZ HAVA MASKESİ <input type="checkbox"/>	DİĞER (Belirtiniz)
Kapalı alan çalışma öncesi alınan önlemler tamamlandı mı?	
Kısım Şefi :	İMZA :
Onay :	İMZA :
BÖLÜM 2 : Kapalı Alan Çalışmasının Tamamlanması ;	
Sıcak iş Saat Tarihinde tamamlandı mı.	
KONUyla İLGİLİ TÜM İŞ GÜVENLİĞİ KURALLARINA UYACAĞIMI, İHMAL, TEDBİRSİZ ÇALIŞTIRMaktan DOĞACAK HUKUKİ VE CEZAI SORUMLULUĞUN BANA AİT OLACAĞINI KABUL VE TAAHHÜT EDİYORUM	
Kapalı Alan Çalışmasını Yapan Personelin Adı Soyadı :	
Personel ;	
Şirket Personeli <input type="checkbox"/>	Müteahhit Personeli <input type="checkbox"/>
Çalıştığı bölüm :	Çalıştığı Firma :

EK 3.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Lütfiye Ayça Köstekçi
Doğum Yeri ve Tarihi : Ankara / 01.03.1980
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : akostekci@gmail.com
Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl) : Lisans 1999- 2003
Tezsiz Yüksek Lisanslar 2003- 2005 / 2015-2017
Lise : Özel Toros Okulları
Lisans : Kahramanmaraş Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Yüksek Lisans : Mersin Üniversitesi Tezsiz Yüksek Lisans
Karadeniz Teknik Üniversitesi Tezsiz Yüksek Lisans
Üsküdar Üniversitesi Tezli Yüksek Lisans
Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Mersin Su ve Kanalizasyon İşleri İş Sağlığı ve Güvenliği
Birimi 2015 / 2017