



KANALİZASYON, TERFİ MERKEZİ VE FOSEPTİK ÇUKURDA HİDROJEN SÜLFÜRÜN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ



TARİH: 21 ARALIK 2020

İçindekiler Tablosu

1. GİRİŞ	3
2. İÇ ORTAMLARDA H₂S'İN BİRİKMESİ.....	4
3. ÇÜRÜK YUMURTA KOKUSUNUN HİSSEDİLDİĞİ YERLER	4
4. H₂S ÖLÇÜMÜ	4
5. H₂S'İN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ VE BELİRTİLERİ	5
6. H₂S KOKU EŞİK DEĞERİ	7
7. İÇ ORTAMLARDAN ZEHİRLİ GAZLARIN EMİLMESİ.....	7
8. BAKIM VE ONARIM ÇALIŞMALARI.....	8
9. MASKE TAKILMASI	8
10. TÜRKİYE'DE H₂S'DEN ÖLÜMLER	8
11. BODRUM KATLARDA YAŞAYANLAR İÇİN RİSKLER	9
12. YANAN İZMARİT VE PATLAMA	9
13. KORUNMA	10
14. MESLEKİ TEHLİKE.....	11
15. HAVA KİRLİLİĞİ.....	11

Şekil 1. Kanalizasyon Sisteminde H₂S Oluşumu	3
Şekil 2. H₂S Ölçüm Aletleri	5
Şekil 3. H₂S Gazının Sağlık Üzerine Etkisi/Belirtileri	6
Şekil 4. Kısa Süreli Maruziyetle İlgili Sayılar	7
Şekil 5. H₂S Fitre Eden Maskeler	8
Şekil 6. Kanalizasyon Sisteminin Havalandırılması.....	10

Tablo 1. H₂S'ün Sağlık Etkisi	6
---	----------

1. GİRİŞ

Şehirlerde yerin altında görmediğimiz ve bilmediğimiz kanalizasyon sistemi var. Kanalizasyon sistemi ile atıksular toplanır ve arıtma tesisine taşınır. Zaman zaman zaman kanalizasyon sistemi bacaları çürük yumurta kokusu hissederiz ve kokudan tiksiniyoruz.

Hidrojen sülfür (H_2S) hiç görmemiş, dokunmamış ve hatta duymamış olabilirsiniz, ama kesinlikle kokusunu almışsınızdır. H_2S , çürük yumurta kokusuna sahiptir.

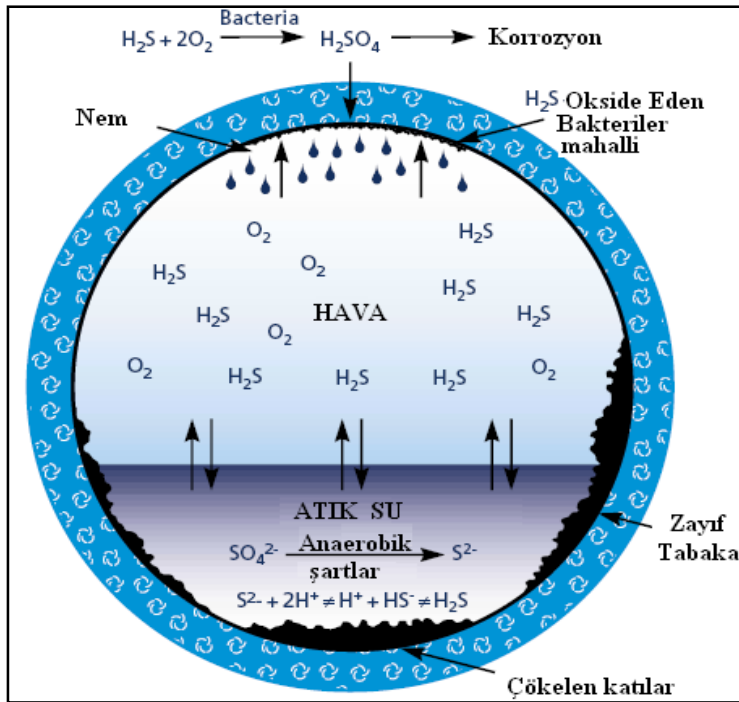
İnsanlar, genellikle temiz havada 0,0005 ila 0,3 (ppm) arasında değişen çok düşük konsantrasyonlarda bile H_2S 'ün kokusunu (çürük yumurta) hissedebilirler. Havadaki bu seviyedeki H_2S konsantrasyonu tehlikeli değildir ve sağlık üzerinde olumsuz etkilere neden olmaz. Kirlenmemiş havada H_2S , konsantrasyonu çok düşüktür, 0,03 ile 0,1 mikrogram/ m^3 arasında değişir.

Havadaki hidrojen sülfür ($20^\circ C$, 101,3 kPa) için dönüşüm faktörleri aşağıdaki gibidir:

- 1 mg/ m^3 = 0,71 ppm
- 1 ppm = 1,4 mg/ m^3

Standartlara göre havadaki H_2S yıllık ortalama, 0,05 ppm'i ve saatlik ortalama ise 0,125 ppm'i geçmemeli.

Kanalizasyon sistemleri, terfi merkezi ve fosseptik çukurlarda atıksu içinde bulunan sülfatın bakteriler (sülfat indirgeyen bakteriler) tarafından anaerobik şartlarda bozulması ile H_2S gazı oluşur.



Şekil 1. Kanalizasyon Sisteminde H_2S Oluşumu

H₂S gazı, renksiz, çürük yumurta kokulu, korrozif ve toksik bir gazdır.

H₂S gazı, son derece tehlikeli bir gazdır. H₂S, sessiz katildir.

2. İÇ ORTAMLARDA H₂S'İN BİRİKMESİ

H₂S havadan ağırdır. Kanalizasyon sisteminde, terfi merkezinde ve fosseptik çukur zeminde birikir. Kanalizasyon sistemine yakın bodrum katlarında H₂S birikebilir. Çöp depolama alanında açılan çukur içinde birikir.

- Kanalizasyon sisteminin yanlış inşa edilmesi, zeminin çökmesi ve kızartma yağların lavaboya dökülmesi sonucu kanal içinde kemerleşmenin oluşması gibi nedenler, atıksuyun anaerobik (havasız) şartlarda biyokimyasal reaksiyon sonucu iç ortamda metan, H₂S ve merkaptanlar gibi gazların oluşmasını hızlandırır.
- Kanalizasyon sistemi iç ortamında atıksuların göllenmesi, anaerobik şartların oluşmasını hızlandırır. Kanalizasyon sisteminde muayene bacası kapaklarının kapalı olması da H₂S ve merkaptanların birikimini artırır.
- Zeminden birkaç metre derinde olan terfi merkezlerinde yeterli havalandırılmanın yapılmaması metan, H₂S ve merkaptanlar gibi gazların birikmesine neden olur.
- Havalandırması yapılmayan fosseptik çukurlarda anaerobik şartlar oluşması sonucu H₂S gibi gazlar birikir.

Diğer yandan kanalizasyon sisteminde ve terfi merkezlerinde biriken H₂S gazı, altyapı sistemine hasar verir, çökmesine neden olur, koku kirliliğine neden olur ve potansiyel sağlık tehlikesi oluşturur.

Bozulan, tahrip olan, bakım ve onarımı gerektiren kanalizasyon sistemi, terfi merkezi ve fosseptik çukurlarda çalışmalar yapılmadan önce gerekli koruyucu önlemler alınmalı. Halkın bu tür yerlere girmesi kesinlikle önlenmeli.

3. ÇÜRÜK YUMURTA KOKUSUNUN HİSSEDİLDİĞİ YERLER

Yerel yönetimler, özellikle koku ve taşkın probleminin yaşandığı kanalizasyon sistemi içinde atıksu göllenmesinin oluşup oluşmadığı sık aralıklarla kontrol edilmeli. Koku ve taşkın probleminin yaşandığı yerlerde tıkanmanın, kemerleşmenin ve çökmelerin olması kuvvetle muhtemeldir. Bu yüzden, kanalizasyon sistemleri belli aralıklarla kamera sistemi ile kontrolü edilmelidir.

Bozulan, çöken, tahrip olan ve kemerleşen kanalizasyon sistemini kontrol etmek, bakım-onarımını yapmak için uzman kişiler tarafından yapılmalı ve gerekli risk önlemleri alınmalıdır.

4. H₂S ÖLÇÜMÜ

Kanalizasyon sisteminde bakım ve onarımı çalışmasına başlanılmadan ve muayene bacalarının kapakları açılmadan, terfi merkezleri ve fosseptik çukur iç ortamına girmeden önce iç ortamda oluşan tehlikeli gaz, H₂S, konsantrasyonu mutlaka ölçülmeli. Ölçüm esnasında muayene bacası



üzerinde durulmamalı, terfi merkezi içine girilmemeli ve fosseptik çukur dışında olunmamalıdır.



Şekil 2. H₂S Ölçüm Aletleri

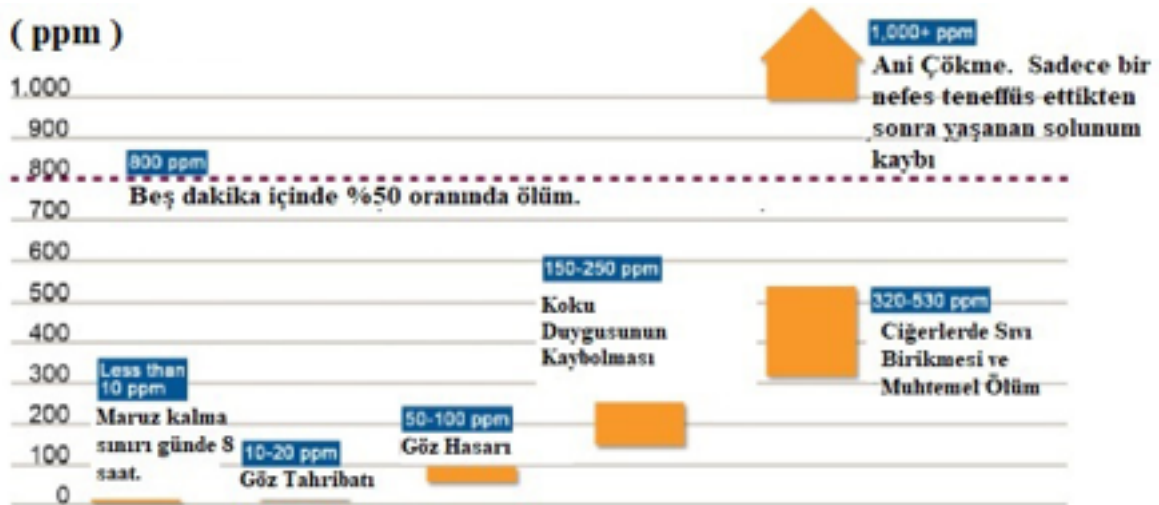
5. H₂S'İN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ VE BELİRTİLERİ

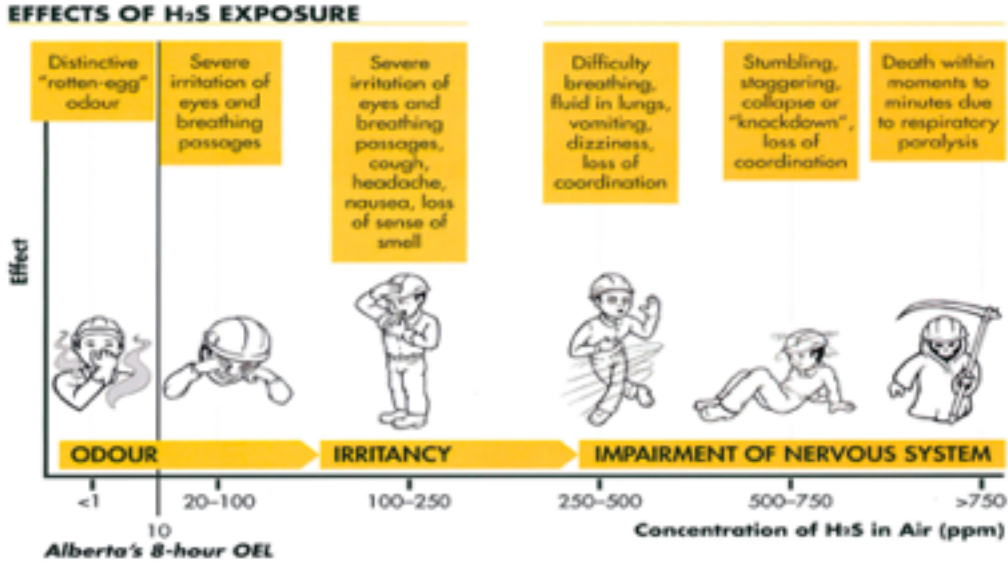
İnsanların ve çalışanların kanalizasyon sistemi, terfi merkezi ve fosseptik çukur gibi dışsal H₂S gazına maruz kalması halinde solunum yolu ile alınır ve gaz akciğerler yoluyla hızla emilir. H₂S, üç yolla metabolize edilir: oksidasyon, metilasyon ve metaloproteinler veya disülfür içeren proteinlerle reaksiyonlar. Karaciğerdeki oksidasyon, başlıca detoksifikasyon yoludur. Ana oksidasyon ürünü, daha sonra sülfata dönüştürülen ve idrarla atılan tiyosülfattır. Metilasyon yolu ayrıca bir detoksifikasyon yolu olarak hizmet eder. H₂S'ün toksisitesi, metaloenzimlerle reaksiyonunun bir sonucudur. Mitokondride, solunum zincirindeki son enzim olan sitokrom oksidaz, H₂S tarafından inhibe edilir; bu elektron taşıma zincirini bozar ve oksidatif metabolizmayı bozar. Oksijen bloke edilir. Oksijen ihtiyacı en yüksek olan sinir ve kalp dokuları özellikle oksidatif metabolizmanın bozulmasına karşı hassastır. Birkaç soluk almadan sonra merkezi sinir sisteminde bu etki, solunum durması nedeniyle ölümle sonuçlanabilir.

H₂S gazının sağlık üzerine etkileri Tablo 1, Şekil 3 ve Şekil 4'de verilmiştir.

Tablo 1. H₂S'ün Sağlık Etkisi

Seviye,(ppm)	Beklenen Sağlık Etkileri/Belirtileri
0-002-0,2	Çürük yumurta kokusunda hissedilir.
0.0047	İnsanlar tarafından algılanır.
0,78	Koku eşik değeridir.
2	Astımlı bireylerde bronşiyal tıkanmaya neden olabilir.
2-3	Çevrede ciddi koku oluşturur.
5	İşyerleri için sınır değeridir.
10	ABD Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü NIOSH tarafından belirlenen REL'dir (Önerilen Maruz Kalma Sınırı).
10-20	Göz tahrişi için sınır konsantrasyondur. Ciddi göz yaşarmasına, baş ağrısına ve mide bulantısına neden olur.
50-100	Göz tahribatına (hasarına) neden olur.
100	Ciddi solunum problemine neden olur. 48 saat maruz kalırsa ölüm.
100-150	Koku duyu sisteminde hassasiyeti kaybına neden olur.
200-300	1 saat içinde belirgin konjunktivit ve solunum yolu tahrişi ve Uzun süreli maruziyette pulmoner ödem oluşabilir.
300	Birkaç saat sonra ölüm meydana gelir.
300-500	Solunum sisteminin ciddi ölümcül tahribatına ve birkaç dakika içinde ölüme neden olur.
600	Akciğer gazla dolduğu için soluk alma engellenir.
500-700	Gözlerde ciddi hasar. 30-60 dakika içinde bilinç kaybı ve muhtemelen ölüm.
800	5 dakika maruz kalındığında insanların %50'si için öldürücü konsantrasyondur.
530-1000	Merkezi sinir sistemini ciddi olarak olumsuz etkiler. Birkaç dakika içinde ölümlerle sonuçlanma.
1000	Tek bir nefes soluduktan sonra 10 saniyeden kısa sürede ani ölüm etkisine neden olur.

**Şekil 3.** H₂S Gazının Sağlık Üzerine Etkisi/Belirtileri



Şekil 4. Kısa Süreli Maruziyetle İlgili Sayılar

6. H₂S KOKU EŞİK DEĞERİ

H₂S kokusu, 0,0005 ppm kadar düşük konsantrasyonlarda çürük yumurta halinde hissedilir. Ancak koku duyusu 2-15 dakika sonra 100 ppm'de kaybolur. Bu da gazın kokusunu etkisiz bir tehlike uyarısı haline getirir. Havada aşırı derecede yüksek H₂S seviyeleri içeren durumlarda, potansiyel kurbanlar "yere düşme" veya bölgede bayılma riski taşır. Devrilme, düşüş sırasında yaşanan travma ve/veya kaçamama nedeniyle hayatta kalma oranlarını ciddi şekilde azaltır. Çöken kurbanlar, kurtarıcıları tehlikeli derecede yüksek toksik madde seviyelerine sahip yerlere girmelerini ikna ettikleri için müdahale ekiplerini de tehlikeye atarlar.

Önlem alınmayan ve açıkta bırakılan kanalizasyon sistemlerinden, terfi merkezlerinden ve fosseptik çukurlardan salınan H₂S gazından dolayı her yıl onlarca kişi zehirlenerek ölmektedir.

7. İÇ ORTAMLARDAN ZEHİRLİ GAZLARIN EMİLMESİ

Zehirli ve tehlikeli gazlar iç ortamdan emilip tahliye edilmeden, maske takılmadan ve gerekli önlemler alınmadan kirli iç ortamda biriken H₂S gazı, özellikle sinir sistemine zarar verir. Kanalizasyon sistemine, terfi merkezine ve fosseptik çukura gerekli önlemleri almadan giren operatörler, H₂S içeren gazlar, bulunduğu zaman akciğer ve burun gibi solunum sistemine ve gözlerin tahribatına neden olur. Yüksek konsantrasyona maruz kalınma süresine bağlı olarak H₂S gazı, gerekli önlemleri almayan operatörlerin (çalışanların) kanının kimyasını bozar, oksijen taşınmasını bloke eder, akciğer tahribatına neden olur ve zehirleyerek öldürür. Birkaç soluk almadan sonra bilinç kaybı olur ve kişi derhal boğularak yaşamını yitirir. Bu yüzden koku duyusuna güvenilmemeli ve H₂S konsantrasyonu mutlaka elektronik detektörlerle ölçülmelidir (Şekil 2).

8. BAKIM VE ONARIM ÇALIŞMALARI

Daha sonra bakım ve onarım çalışmaları için gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alınarak uzmanlar tarafından yapılmalıdır. Kanalizasyon sisteminin bakım ve onarımında çalışacak kişiler, kapsamlı eğitim almış ve yeterli ekipmana sahip olmalıdırlar. Kanalizasyon sistemlerinde bakım onarımın nasıl yapılacağı ve çalışacak kişilerin sağlıklarını nasıl koruyacakları öğretilmelidir.

Kanalizasyondan sorumlu yerel yönetimler, yeterli H₂S ölçüm ekipmana, H₂S detektöre ve teknik ekibi yeterli eğitimi almış uzmanlığa sahip olmalıdır. Kanalizasyon sisteminin bakım onarımı, terfi merkezlerinin işletilmesi ve fosseptik çukurlar yeterli eğitimi almış uzman kişiler tarafından yapılır.

Kanalizasyona girmeden önce operatörlerin, her türlü güvenlik önlemi alınmış iş elbiseleri ve maskeleri giymeleri sağlanmalıdır. Bu tür işler yerel yönetimlerin asli görevidir.

9. MASKE TAKILMASI

İç ortamda biriken zehirli gazlar mutlaka önce emilip tahliye edilmelidir. H₂S ve diğer zararlı gazları ölçülmüş ve emilip tahliye edilmiş kanalizasyon sistemi bacalarına, terfi merkezlerine ve fosseptik çukur ortamına filtre edici maskelerle girilmelidir. Bu tür ortamlara maskesiz girilmesi kesinlikle yasaklanmalıdır.



Şekil 5. H₂S Filtre Eden Maskeler

Kanalizasyon sistemi, terfi merkezi ve fosseptik çukur, temizliği ve bakımı esnasında çalışmaları esnasında H₂S ve diğer zararlı gazları filtre edici maskeler takılmadan, iş elbiseleri giyilmeden çalışmalara su idareleri, izin vermemelidir.

10. TÜRKİYE'DE H₂S'DEN ÖLÜMLER

Gerekli eğitimleri almamış kişiler kanalizasyon sistemine sokulursa ölüm olur. Yanlış yönetilen kanalizasyon sistemi, terfi merkezi ve fosseptik çukurdan dolayı;

- Eyüp'te gece saatlerinde kanalizasyon içerisinde metan gazı sıkışmasından kaynaklı bir patlama meydana gelmiştir. Fırlayan rögar kapakları yolda ve evlerde hasara neden olmuştur.
- 2015 yılında Kuşadası'nda 10 kişi hayatını kaybetmiştir.
- 2015 yılında Aydın'da 2 işçi temizlemek için girdikleri kanalizasyonda zehirlenerek ölmüştür.
- 2019 yılında Bursa'da kanalizasyonda çalışırken zehirlenen 2 işçi hayatını kaybetmiştir.
- 2020 yılı aralık ayında Denizli'de fosseptik çukur çalışmasında 3 çalışan zehirlenerek ölmüştür.
- Mersin'de kanalizasyondan sızan gazla zehirlenerek hastaneye kaldırılan Suriyeli 15 yaşındaki Midya Mustu, 6 günlük yaşam mücadelesini yitirmiştir.
- 2014 yılında Kanalizasyonu açmak için gitmişlerdi ama zehirlenerek bir işçi ölmüştür.
- Aydın Kuşadası'nda 2013 yılında 3, 2015'te 2 işçi onarım için girdikleri kanalizasyonda zehirlenerek ölmüştür.
- Muğla'nın Milas ilçesine bağlı Güllük beldesinde atıksu arıtma tesisinde H₂S gazı zehirlenmesinden 7 çalışan zehirlenerek ölmüştür.
- Adana Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi'ne (ASKİ) ait Doğu Katı Atık Arıtma Tesisinde arızalan çamur tankındaki motoru tamir etmek isteyen iki tekniker ile bir işçi zehirlenerek ölmüş ve 2 işçi ise yaralanmıştır.
- Erzurum'da kanalizasyon bakım çalışması sırasında metan gazı sıkışmasından dolayı patlama meydana gelmiştir.
- Adıyaman'da bir ikamette metan gazının sıkışması sonucu meydana gelen patlamada 1 kişi ağır yaralanmıştır.

Özellikle kanalizasyon sistemlerinde ve çöp depolama alanlarında açılan çukurlarda H₂S konsantrasyonunun sağlık için kritik seviyeye ulaşması mümkündür.

Metan, H₂S ve merkaptanları filtre eden maskeler takılmadan, iş elbiseleri giyilmeden ve oksijen tüpü kullanılmadan kanalizasyon ve terfi merkezi sistemlerine, fosseptik çukura ve çöp depolama alanlarında açılan çukurlara girilmesi yasaklanmalıdır.

11. BODRUM KATLARDA YAŞAYANLAR İÇİN RİSKLER

Bodrum katlarında zaman zaman kanalizasyondan ileri gelen gaz sızıntıları meydana gelebilir. Bodrum katlarındaki hidrojen sülfür ve merkaptan gazlarının sızıntılarından dolayı dünyada onlarca insan hayatını kaybetmektedir. Belediyeler, bu tür çürük yumurta koku kirliliği şikayeti olan yerleri acil olarak izlemeli, gaz konsantrasyonunu ölçmeli ve olumsuzluğu ortadan derhal kaldırmalıdır. Gerekli önlemler alınıncaya kadar kişilerin evlere girmesi yasaklanmalıdır.

12. YANAN İZMARİT VE PATLAMA

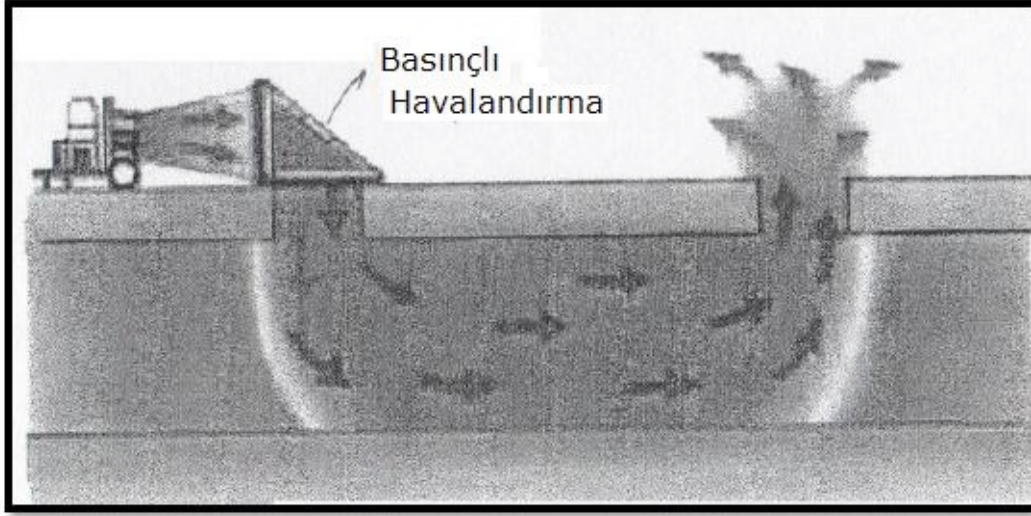
Kanalizasyon sistemi bacasına yanan sigara izmarit atılmaz. Atılırsa kanalizasyon sisteminde biriken metan gazından dolayı feci patlama olur. Patlama, ölümlere/yaralanmalara neden olur.



13. KORUNMA

Havadan ağır olan H_2S 'e maruz kalmaya karşı korumanın birkaç yolu vardır. Birincisi, çalışma alanlarından gazı gideren (emen) havalandırma sistemleri gibi mühendislik kontrollerini kullanmaktır. H_2S oldukça yanıcı olduğundan havalandırma sistemleri patlamaya dayanıklı olmalıdır.

Kanalizasyon sistemi H_2S konsantrasyonu, 10 ppm ve üzerinde ise, çalışanlar kanalizasyona girmemeli/girtilmemelidir. Bu tür zehirli ve zararlı gazlar solunum sistemi yolu ile kana karışarak insanların kısa sürede ölümüne neden olur. Kanalizasyon sistemine giriş şartları uygun değilse kanal kapakları açılarak ya da içeri basınçlı hava basılarak havalandırma sağlanmaktadır.



Şekil 6. Kanalizasyon Sisteminin Havalandırılması

Kanalizasyon, terfi merkezi ve fosseptik çukur gibi kapalı bir alana girmeden önce planlama yapmak çok önemlidir. Giriş yapmadan önce planlama şunları içerir:

- İç ortamda H_2S ve metan kirleticileri ölçülmeli.
- Kapalı alanlara girebilecek kişiler için tehlike içeriyorsa, yetkili kişi normal olarak bunu izin gerektiren kapalı alan olarak sınıflandırır.
- Kapalı alandaki olası tehlikeler belirlenmeli.
- Alandaki olası tehlikeleri mümkün olduğunca ortadan kaldırmak veya kontrol etmek için kaynak izolasyonu veya uygun havalandırma yöntemleri gibi mühendislik değişiklikleri kullanılmalı.
- Kapalı alandaki hava, işçiler için güvenli değilse, çalışanların alanda güvenli bir şekilde çalışabilmesi için havalandırma veya diğer mühendislik kontrolleriyle iyileştirilmesi yapılmalı. Ayrıca, hava beslemeli respiratörleri kullanan kişilerin girişe izin verilip verilmeyeceği de belirlenmeli.
- Giriş ve çıkış ekipmanları belirlenmeli.

- Gerekli kişisel koruyucu ekipmanın hazır olması sağlamalı.
- Kurtarma prosedürleri için gerekli ekipmanlar belirlenmeli.

14. MESLEKİ TEHLİKE

öp depolama alanları, kanalizasyon, terfi merkezi ve fosseptik çukur bakım ve onarımında çalışanlar için H₂S, önemli bir mesleki tehlike olmaya devam etmektedir.

15. HAVA KİRLİLİĞİ

Kanalizasyondan, terfi merkezlerinden ve fosseptik çukurlardan gaz olarak salımlanan H₂S, atmosferde (havada) yaklaşık olarak yazın bir gün ve kışın 42 gün kalır ve hidroksil radikalının katalize ettiği bir reaksiyonda sulfür dioksit ve sulfürik aside dönüşür. H₂S, hava kirliliğine neden olur.