

Çöp Depolama alanlarındaki Yangınların Sağlık Üzerine Etkisi



Tarih: 25 Ekim 2024

İçindekiler Tablosu

1. Giriş.....	3
2. Çöp Depolama Sahalarında Oluşan Kirleticiler.....	6
3. Çöp Depolama Alanlarında Oluşan Gazlar	10
4. Çöp Depolama Alanı Yangınlarının Çalışanların Üzerine Etkileri	14
5. Çöp Depolama Alanı Yangınlarında Oluşan Kirleticilerin Çevrede Yaşayanların Sağlık Üzerine Etkileri	17
6. Çöp Depolama Sahası Yangınları Hangi Mesafede Etkili	20
7. Çöp Depolama Alanında Oluşan Deponi Gazı Sızması.....	23
8. Kaynaklar	25

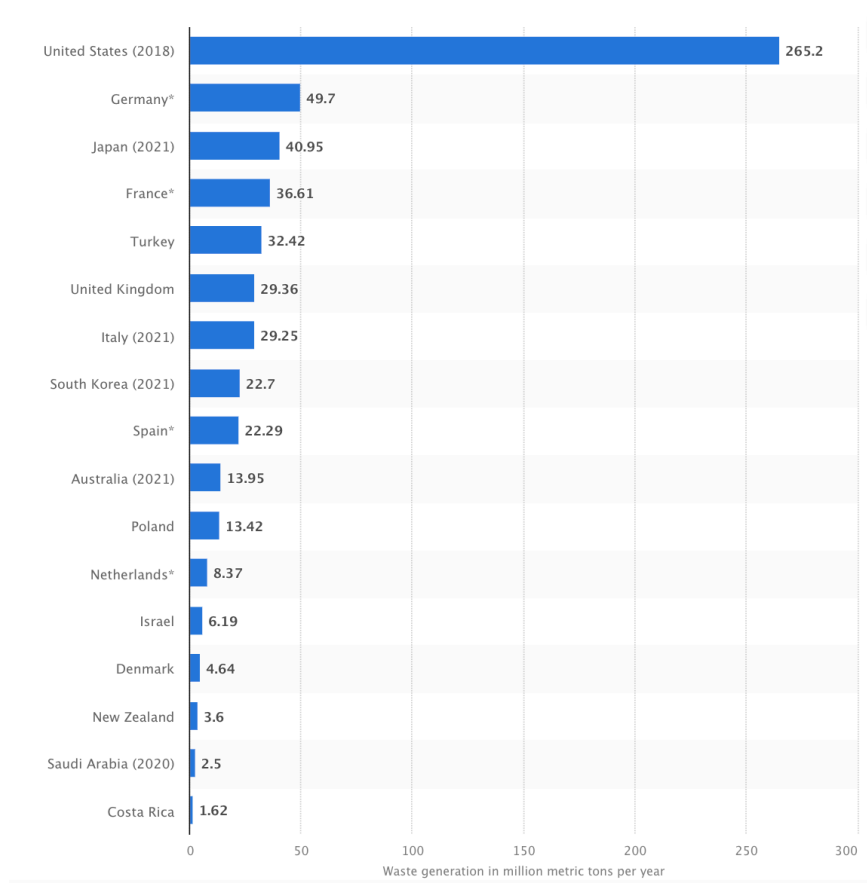
Şekil 1-1. 2022 İtibarıyla Dünya Çapında Seçili Ükelere Göre Belediye Atık Üretimi (Milyon Metrik Ton Olarak)	3
Şekil 1-2. Bölgeye Göre Tahmini Atık Üretimi (milyon ton/yıl)	4
Şekil 2-1. Çöp Depolama Alanlarında Meydana Gelen Yangın Olaylarının İklim ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkilerini	8
Şekil 7-1. Deponi Gazına Olası Maruziyet Yolları.....	23

Tablo 2.1. Çöp Depolama Alanlarında Oluşan Bazı Kirleticiler için Emisyon Faktörleri.....	7
Tablo 2.2. Hindistan'da BMSWTP'deki Çöp Depolama Sahası Yangınları Sırasında PM ₁₀ , PM _{2.5} , CO, SO _x , NO _x , CO ₂ , CH ₄ Ve VOC'nin Toplam Emisyonlarına İlişkin Yerinde ve Yerinde Olmayan Tahminler.....	7
Tablo 3.1. Çöp Depolama Alanında Azalan Oksijen Konsantrasyonunun Sağlık Üzerine Etkileri	11
Tablo 3.2. Hidrojen Sülfür Maruziyetinden Kaynaklanan Sağlık Etkileri.....	12
Tablo 3.3. PCDD/F'nin ng/Nm ³ Cinsinden Konsantrasyonu	13
Tablo 6.1. Tamangapa Çöp Sahasının Sağlık Etkisi	20
Tablo 6.2. Tamangapa Çöp Sahası Yangınlarının 5 Yaş Altı Çocuklar Üzerindeki Sağlık Etkileri	21
Tablo 6.3. Tamangapa Çöp Sahası Yangınlarının Çevresel Etkisi	21
Tablo 6.4. Tamangapa Çöp Sahası Yangınlarının Sosyal Etkisi	21

1. Giriş

Dünya’da her yıl 2,12 milyar tonluk devasa bir atık oluşuyor ve bunun en az yüzde 33’ü çevresel önlemler alınarak güvenli bir şekilde bertaraf edilmiyor. Tüm bu atıklar kamyonlara yüklense dünyayı 24 kez dolaşırdı.

2023 yılında belediye katı atık üretim miktarı ise 2,3 milyar ton olmuştur.



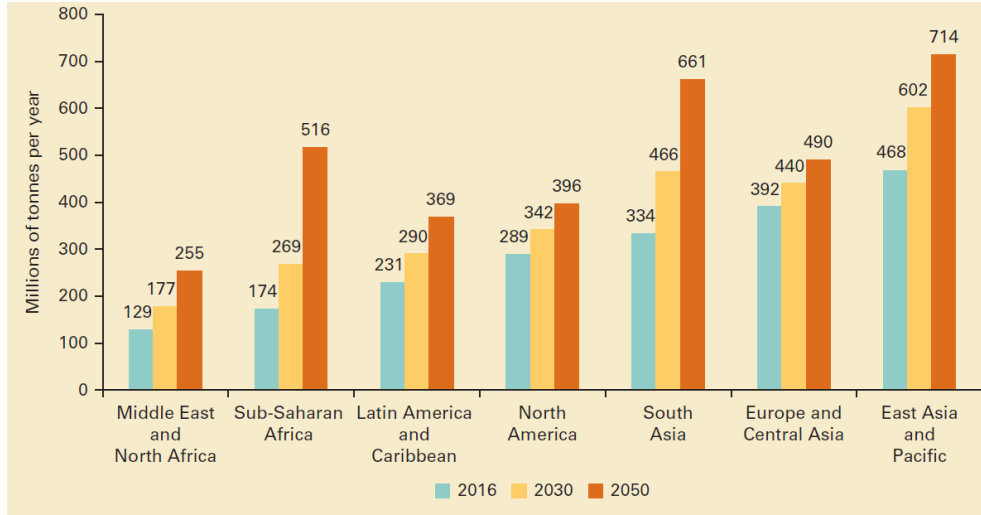
Şekil 1-1. 2022 itibarıyla Dünya Çapında Seçili Ülkelere Göre Belediye Atık Üretimi (Milyon Metrik Ton Olarak)

Dünyada yıllık olarak oluşan 2,12 milyar ton atığın 1,3 milyar tonu gıda atığıdır. **Bu, her yıl üç trilyondan fazla yemeğin, yani insan tüketimi için üretilen tüm gıdanın yaklaşık üçte birinin israf edildiği anlamına gelmektedir.**

Dünya çapında, kişi başına günlük üretilen atık ortalama 0,74 kilogramdır ancak 0,11 ila 4,54 kilogram arasında büyük ölçüde değişir.

Dünya nüfusunun yalnızca %16'sını oluşturmalarına rağmen, yüksek gelirli ülkeler dünya atığının yaklaşık %34'ünü veya 683 milyon tonunu üretmektedir.

Çöp Depolama alanlarındaki Yangınların Sağlık Üzerine Etkisi



Şekil 1-2.Bölgeye Göre Tahmini Atık Üretimi (milyon ton/yıl)

Dünya çapında atıkların yaklaşık %37'si çöp depolama alanlarına atılıyor. ABD'de, 1200 adet çöp depolama sahasında, atıkların yaklaşık %52,6'sı, Brezilya'da %59,1'i, Malezya'da %94,5'i, Suudi Arabistan Krallığı'nda (KSA) %85, Çin'de %79'u, Polonya'da %37'i, Yunanistan'da %82'i, Malta'da 92'i, Slovakya'da %38'i ve Çek Cumhuriyeti'nde (CR) %50'i, Meksika'da sıhhi çöp sahalarına %65, kontrolsüz ve açık çöp sahalarına %30 ve Tayland'da %27'a çöp sahalarına gönderiliyor.

İsviçre'de katı atıkların yüzde sıfırı çöplüklere giderken, Bulgaristan'da katı atıkların neredeyse yüzde 100'ü çöp depolama alanlarına gidiyor. 2014 yılında Avrupa genelinde toplanan katı atıkların %41'i çöplüklere gönderildi.

İsviçre, Almanya, Hollanda, Avusturya, Danimarka ve Belçika, üretilen atığın %5'inin altında depolama yapıldığını bildirmektedir.

Türkiye'de çoğu belediyede evsel çöplerin önemli miktarı, %75'nin üzerinde, çöp depolama alanında depolanmaktadır.

2018 yılında, yaklaşık 146,1 milyon ton belediye katı atığı (MSW) ABD'de düzenli depolama sahasına gönderilmiştir. ABD'de belediyelere ait çöp depolama sahası sayısı 1990'dan 2018 yılı sonuna kadar %83 oranında azalmıştır.

Küresel olarak, çoğu atıklar şu anda çöp depolama alanlarına dökülüyor. Atıkların yaklaşık %37'si çöp depolama alanlarında bertaraf edilirken, %8'i deponi gazı toplama sistemlerine sahip sıhhi çöp depolama sisteminde bertaraf ediliyor.

Çöp depolama alanları atıkların yaklaşık %31'ini oluştururken, %19'u geri dönüşüm ve kompostlama yoluyla geri kazanılıyor ve %11'i nihai bertaraf için yakılıyor.

Kontrollü (düzenli) çöp depolama alanları veya daha kontrollü işletilen tesisler gibi yeterli atık bertarafı veya arıtımı neredeyse yalnızca yüksek ve üst-orta gelirli ülkelerde yapılmaktadır. Düşük gelirli ülkelerde, genellikle çöp depolama alanları daha az güvenlidir. Üç bölge atıklarının yarısından fazlasını çöp depolama alanlarına döküyor: Orta Doğu ve Kuzey Afrika, Sahra Altı Afrika ve Güney Asya. Üst-orta gelirli ülkeler, %54 ile en yüksek atık yüzdesine sahip



Çöp Depolama alanlarındaki Yangınların Sağlık Üzerine Etkisi

çöp depolama alanlarına gidiyor. Bu oran yüksek gelirli ülkelerde %39'a düşüyor ve atıkların %36'sı geri dönüşüm ve kompostlaştırmaya, %22'si ise yakmaya yönlendiriliyor.

Çöp depolama alanlarında tekniğine uygun depolama yapılmazsa sıklıkla yangın meydana gelir.

Çöp depolama alan kaynaklı hava kirliliği insanlara, hayvanlara, ormanlara, bitki örtüsüne ve su ekosistemlerine zarar verir.

Çöp depolama sahası yangınları havaya, suya ve toprağa yayılan toksik kirleticiler yoluyla çevreyi tehdit eder. Çöp depolama sahası emisyonları, çöp sahasındaki organik maddelerin (bahçe atıkları, evsel atıklar, yiyecek atıkları ve kağıt dahil) ayrışmasının sonucudur. Çöp sahalarının inşasının doğası gereği, anaerobik ayrışmadır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde çöp depolama sahaları en büyük metan emisyon kaynağıdır ve 1999'da metan emisyonlarının %35'ini oluşturmaktaydı.

Metan gazı (CH₄) ve karbon monoksit (CO) dışında, bir çöp sahası yangını durumunda endişe verici kirletici Dioksin emisyonlarıdır. Çöp sahalarında kazara çıkan yangınlar ve evsel atıkların kontrolsüz yakılması, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki en büyük dioksin emisyon kaynakları olarak kabul edilir. 'Dioksin' terimi, yanma süreci sırasında havaya salınan benzer kimyasal ve biyolojik özelliklere sahip bir grup kimyasal bileşiği ifade eder. Dioksinler klor içeren ve kalıcı olan toksik bileşiklerdir ve mutajenik ve teratojenik etkilere neden olabilirler.

Dioksinler doğal olarak da oluşur ve çevrenin her yerinde bulunur. Çöp depolama alanlarında klorlu bileşiklerin (PVC gibi) yakması sonucu dioksin oluşur. Düşük sıcaklıklarda lastik yakmak dioksin ve furan üretir. Bu toksinler biyolojik olarak büyütülmüştür, yani dioksinler besin zincirinde yukarı doğru hareket ettiğinde konsantrasyonları tekrar tekrar iki katına çıkar. Ancak, yüksek dioksin seviyelerine maruz kalmanın kanser, karaciğer hasarı, cilt döküntüleri ve üreme ve gelişim bozuklukları ile bağlantılı olduğu görülmüştür.

Çöp depolama alanlarında insan sağlığı için çok tehlikeli 4 kirletici;

- **1,3-bütadien**, sentetik kauçuk ve bazı plastiklerin üretiminde kullanılır.
- **Asetonitril**, belirli lifler, plastikler, lityum piller ve ilaçlar dahil olmak üzere çeşitli ürünlerin üretiminde kullanılır.
- **Benzen**, genellikle odun ateşleri ve bazı yakıtlar ve ev ürünleri tarafından üretilir.
- **Trikloroeten**, yağ çözücü ve leke çıkarıcı gibi ürünlerde kullanılır.

Bu dört kimyasalın güvenli olmayan miktarlarda solunması baş dönmesi, kafa karışıklığı, mide bulantısı, baş ağrısı ve göz, burun ve akciğer tahrişine neden olabilir. Trikloroeten ve 1,3-bütadien'in yeterince yüksek maruziyette kansere neden olduğu bilinmektedir.

Trikloroetilen (TCE) genellikle çöp sahası sızıntısından kaynaklanan bir kanserojendir. Çöp sahalarının yakınında yaşayan kişilerde görülen diğer rahatsızlıklar ve kendi kendine bildirilen semptomlar arasında uyuşukluk, baş ağrısı ve yorgunluk bulunur.



2. Çöp Depolama Sahalarında Oluşan Kirleticiler

Çevreyi ve insan sağlığını korumak için çöp depolama alanı yangınlarının çıkmasını önlemek amacıyla operatörler tarafından etkili bir çöp depolama alanı yönetimi gereklidir.

Çöp depolama alanlarında biyo-bozulur organik atıkların anaerobik şartlarda bozulma sonucu %40-50 oranında karbondioksit ve %50-60 oranında metan gazı oluşur. Depolama sahaları aynı zamanda atmosferdeki önemli bir sera gazı (GHG) kaynağıdır çünkü depolama sahası gazı (LFG) emisyonlarının birincil bileşenleri yaklaşık %50 metan (CH₄) ve %45 Karbondioksittir (CO₂).

Çöp depolama alanları sera gazı salım kaynaklarıdır. Uydu görüntüleri ile çöp depolama alanlarında metan emisyonu izlenebilmektedir. Hindistan'ın çöp depolama alanı metan emisyonlarının yılda 1,25-1,68 Tg (1 Tg = 1000000 t) olduğu tahmin edilmektedir.

Ülkelere göre dünyanın en büyük beş metan yayıcısı

- Çin (%16)
- Hindistan (%9)
- Amerika Birleşik Devletleri (%7)
- Brezilya (%6)
- Rusya (%5)

2000'li yıllarda atmosfere yılda ortalama 6,1 milyon ton metan salınmıştır. Bu miktar 2010'larda yılda 20,9 milyon tona yükselmiş ve 2020'de 41,8 milyon tona ulaşmıştır. Metan gazı sanayi öncesine göre günümüzde %166 oranında artmıştır. Yani metan konsantrasyonu, sanayi öncesi döneme göre neredeyse 3 kat daha yüksektir.

Metan emisyonları 2000 ve 2020 yılları arasında %20 artarak toplam yıllık salımların üçte birini oluşturmuştur.

Uydu verileri, 2020 ile 2023 yılları arasında metan emisyonlarının ek olarak %5 arttığını gösteriyor. En büyük artışlar Çin, Güney Asya ve Orta Doğu'da görülmüştür.

Metan ve karbondioksit gibi çöp depolama gazları sera etkisinden sorumlu birincil bileşenlerdir. Çöp depolama gazlarının küresel ısınma potansiyeli çok daha yüksektir, özellikle metan gazı, karbondioksitten (CO₂) 80 kat daha güçlü olan güçlü bir sera gazıdır.

Çöp depolama sahaları aynı zamanda diazot monoksit (N₂O) emisyonunun da kaynağıdır. N₂O, CO₂'e göre 210 kat sera gazı etkisine sahiptir.

Çöp depolama sahaları metan (CH₄) emisyonları, küresel olarak tüm antropojenik CH₄ emisyonlarının yaklaşık %10'unu oluşturur.

Çöp depolama sahasında biyo-bozulur organik atıkların bozulması sonucu oluşan sera gazı emisyonlarının (karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), nitroz oksit (N₂O)), hava kirletici emisyonlarının (azot oksitler (NO_x), metan olmayan uçucu organik bileşikler (NMVOC), kükürt dioksit (SO₂), karbon monoksit (CO), amonyak (NH₃), hidrojen sülfür (H₂S) ve partikül madde (PM_{2.5}))'dir.



Çöp Depolama alanlarındaki Yangınların Sağlık Üzerine Etkisi

Çöp depolama sahası yangınları çok çeşitli hava kirleticilerinin salınmasına neden olur: karbon monoksit (CO), azot oksitler (NO_x), uçucu organik bileşikler (VOC'ler), partikül madde (PM) ve kalıcı organik kirleticiler (KOK'lar). Bazı PM'ler insan sağlığı için çok tehlikeli ağır metaller içerir.

Her katı atık bertaraf sahasında, sekiz kirlilik izleme parametresi amonyak (NH₃), karbondioksit (CO₂), karbon monoksit (CO), hidrojen sülfür (H₂S), metan (CH₄), azot dioksit (NO₂), kükürt dioksit (SO₂) ve askıda partikül madde ağı oluşturmaları.

Atık yanmasından kaynaklanan PM_{2.5} emisyonu, küresel toplam ortam PM_{2.5} ölümlerinin %10'undan sorumludur.

Çöp depolama alanlarında NMVOC, TSP, PM₁₀ ve PM_{2.5} için emisyon faktörleri Tablo 2.1 da verilmiştir.

Tablo 2.1. Çöp Depolama Alanlarında Oluşan Bazı Kirleticiler için Emisyon Faktörleri

Kirleticiler	Birimler	Emisyon faktörü
NMVOC (metan olmayan uçucu organik bileşikler)	Kg/Mg CH ₄	1,56
TSP	g/Mg	0,463
PM ₁₀	g/Mg	0,219
PM _{2.5}	g/Mg	0,033

Not: Mg = Ton

Hindistan'da yapılan bir çalışmada çöp depolama yangın kaynaklı PM₁₀, PM_{2.5}, CO, SO_x, NO_x, CO₂, CH₄, VOC kaynaklı emisyon Faktörleri **Tablo 2.2**'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Hindistan'da BMSWTP'deki Çöp Depolama Sahası Yangınları Sırasında PM₁₀, PM_{2.5}, CO, SO_x, NO_x, CO₂, CH₄ Ve VOC'nin Toplam Emisyonlarına İlişkin Yerinde ve Yerinde Olmayan Tahminler.

Kirleticiler	Emisyon Faktörü (kg/MT)
PM ₁₀	9.18
PM _{2.5}	9.48
CO	58.9
SO _x	0.44
NO _x	2.87
CO ₂	1403
CH ₄	4.31
VOC	26.92

(Not: 1MT= 1000 kg)

Çöp depolama alanlarında yerinde olmayan tahminler bağlamında, BMSWTP tarafından alınan atığın yalnızca %0,04'ünün yangın olayları sırasında yakıldığı bulunurken, yerinde değerlendirme %7,19'luk bir rakamı önermektedir.



Çöp Depolama alanlarındaki Yangınların Sağlık Üzerine Etkisi

Dünya çapında üretilen çöplerin yaklaşık %41'i açıkta yakılmaktadır. Ancak, gelişmekte olan ülkelerde veya düşük gelirli ülkelerde bu veriler daha yüksektir. Daha az zengin ülkelerde, başarılı bir çöp toplama veya bertaraf sistemi kurmak zor olabilir.

Atıkların gelişi güzel açıkta yakılması çevre ve insanlar için çok zararlıdır. Soluduğumuz hava dumanla ve toprağımızı, tatlı sularımızı, rezervuarlarımızı, nehir sistemlerimizi ve akarsularımızı külle kirletir.

Çöplerin açıkta yakılması sonucu toprakta, suda ve doğada, toksinler artabilir ve ayrıca havaya çeşitli zararlı kimyasallar yayabilir. Atık yangınları hava kirliliği, toprak kirliliği, su kirliliği, sera gazı emisyonları, biyolojik çeşitliliğin kaybı ve iklim değişikliği gibi birçok çevre sorunundan sorumludur.

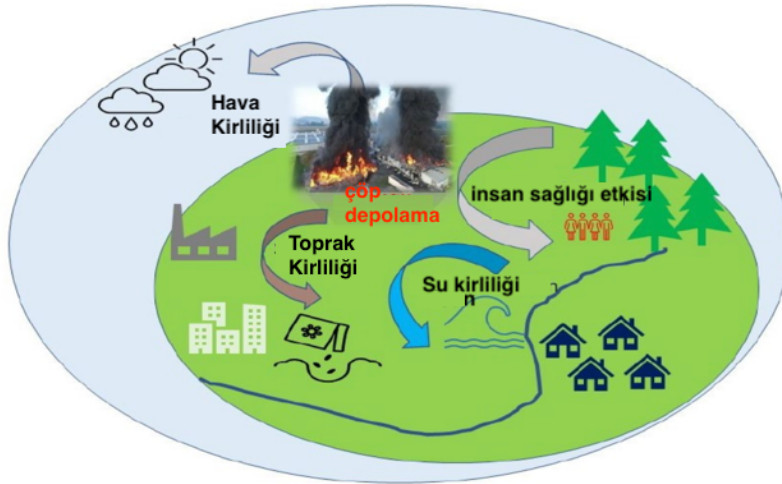
Çöp depolama sahalarının dünya çapında hava, su ve toprak kirliliği sorunlarıyla ilişkili olduğunu göstermiştir.

Atıkları gelişi güzel yakmak çevreyi daha kırılgan hale getirir.

Çöp depolama alanlarında atık yangınları sırasında açığa çıkan bazı özel kalıcı kimyasallar (dioksin, furan ve PAH gibi), hayvanların yağ dokusunda yoğunlaşır ve daha sonra et, süt ürünleri, balık ve kabuklu deniz ürünleri tükettiğimiz için insanlarda birikebilir.

Çöp depolama alanlarının yetersiz yönetimi, yeraltı suyu kirliliğine ve hava kirliliğine yol açan sızıntı suyu toplama ve deponi gazı (LFG) üretimiyle ilgili sorunlara yol açmaktadır.

Şekil 1-2, çöp depolama alanlarında meydana gelen yangın olaylarının iklim ve insan sağlığı üzerindeki başlıca etkilerini göstermektedir.



Şekil 2-1. Çöp Depolama Alanlarında Meydana Gelen Yangın Olaylarının İklim ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkilerini

Çöp depolama alanı arıtılmamış sızıntı suyu ile kirlenmiş yüzeysel su ile, banyo, gıda sulama ve içme suyu için kullanılması bireyleri hastalık organizmalarına ve diğer kirleticilere maruz bırakabilir. Sakinlerin kullandığı su, sızıntı suyu ile aşırı derecede kirlenirse, banyo yapma gibi diğer su kullanımları da atıktan salınan buharlaşmış VOC'lere maruz kalmaya yol açabilir. Dahası, solunum semptomları, cilt, burun ve göz tahrişi, gastrointestinal sorunlar,



Çöp Depolama alanlarındaki Yangınların Sağlık Üzerine Etkisi

yorgunluk, baş ağrıları, psikolojik sorunlar ve alerjilerin atık bertaraf sahalarının yakınında yaşayan kişilerde yaygın olduğu bulunmuştur.

Çöp depolama alanlarında atık yangınları, atığın içerdiği klorlu organik kirleticilere bağlı olarak dioksinler, toksik maddeler ve furanlar dahil olmak üzere çeşitli tehlikeli kalıcı kimyasalları havaya salarak çevrede hava kirliliğine katkıda bulunur.

Bir yangın sırasında oluşan yoğun ısı nedeniyle, açığa çıkan duman genellikle hemen yükselir ve yer seviyesinden çok yukarı yayılır.

Çöp depolama alanlarında atıkların yanmasından kaynaklanan kükürt dioksit (SO₂) ve azot dioksit (NO₂) atmosferdeki nem ile reaksiyona girerek asitleşir ve asit yağmuruna neden olur. Bu emisyonlar atmosferde su buharı ile asit yağmurları üretirler. Asit yağmuru ekosistemlere, toprağa ve binalara zarar verir. Kükürt dioksitin bitki büyümesi ve verimliliği üzerinde zararlı etkileri olduğunu belirlemiştir.

Çöp depolama alanlarına, lastikler, kreozot telefon direkleri, elektrik/telefon kabloları, vinil kaplamalar, PVC plastikler ve boyalı veya vernikli ahşaplar gibi yasaklı atıkların kabul edilmesi ve yakması sonucu atmosfere zararlı kirleticiler salınır. Çünkü bu maddeler yandığı zaman havayı kirleten kanserojenler üretir.

Her yıl dünya çapında yaklaşık 240 milyon adet kullanılmış araç lastiği hurdaya ayrılmaktadır. Bunun yalnızca yaklaşık %25'i yeniden işlenmekte/yeniden kullanılmaktadır.

ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA), lastiklerin kontrolsüz yanmasından kaynaklanan kirletici emisyonların, kömür yanma emisyonlarından 13 bin kat daha fazla mutajenik olduğunu tahmin ediyor.

Duman ve toz geniş alanları kaplayabilir. İnsanlar kokuları rahatsız edici bulabilir. Duman izleri ve kokuların her ikisi de evlere sızma veya otomobiller veya asılı giysiler gibi evlerin dışındaki şeyleri etkileme potansiyeline sahiptir.

Çöp depolama alanında yüzeysel ve yeraltı yangınları sırasında atmosfere önemli miktarda sera gazı (GHG) salınır; bu maddeler arasında metan (CH₄), karbondioksit (CO₂) ve sıklıkla kötü hava kalitesiyle ilişkilendirilen ve ciddi solunum yolu rahatsızlıklarına neden olabilen PM_{2.5} ve PM₁₀ gibi farklı boyutlarda partikül maddeler bulunur. Ayrıca eksik yanma sonucu Benzo (a) pren (BAP), poliaromatik hidrokarbonlar (PAH'lar), dioksinler, furanlar, pestisitler ve diğer tehlikeli kirleticiler çevreye salınır. Bunlardan bazıları toprakta ve yüzeysel su kaynaklarında kalıcı kirliliğe neden olur. Ayrıca, çöp depolama alanlarından yayılan kirleticiler metal çitleri aşındırabilir (korozyona uğratabilir) ve evlerin dış cephe boyasına zarar verebilir.

Havanın zararlı gazlarla kirlenmesi ve su kirliliği, sonuç olarak insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere sahip olacaktır. Çöplükten kaynaklanan toksik gazların salınması ve su kirliliği ayrıca akciğer ve kalp hastalıklarıyla da bağlantılıdır.



3. Çöp Depolama Alanlarında Oluşan Gazlar

Çöp depolama sahası yangınları meydana geldiğinde (özellikle daha büyük ölçeklerde) formaldehit, hidrojen siyanür, hidrojen sülfür, azot oksitler ve daha fazlası dahil olmak üzere zararlı emisyonlar ortaya çıkabilir.

Çöp depolama sahası yangınları sırasında oluşan dumandaki partikül maddeler (PM₁₀ ve PM_{2.5}), yangına müdahale eden itfaiyecilerde solunum ve diğer sağlık komplikasyonlarını da kötüleştirebilir.

Hidrojen sülfürün (H₂S) akciğer kanseri ve diğer solunum sağlığı sorunlarıyla ilişkili olduğu ortaya çıkmıştır. Nüfusun en çok etkilenen kısmı çocuklardır.

Hava ve oksijen tedarikinin türbülansı, yanma sürecindeki son ürünü büyük ölçüde etkiler. Türbülans meydana gelirse ve oksijen tedariki yetersizse, CO gazının son ürün olarak ortaya çıkmasına neden olacak eksik bir yanma süreci olacaktır. **CO gazının oluşumu, CO₂ oluşum sürecinin 10 katı kadar gerçekleşebilir. Yüksek sıcaklıklar da CO gazının oluşumunu tetikleyebilir.** Yüksek sıcaklıklar, tam yanmanın son ürünü olması gereken CO₂ gazının CO ve O₂ gazlarına ayrışmasına neden olacaktır. **Sıcaklık ne kadar yüksek olursa, o kadar fazla CO gazı oluşur.**

Yangın sürecinde, organik atık ve ıslak olma eğiliminde olan evsel atıklar eksik yanma ile sonuçlanacaktır. Bu eksik yanma, CO₂ gazının tam yanmadan geldiği karbondioksit gazı (CO₂) yerine karbon monoksit gazı (CO) üretecektir. Atıktaki tüm karbon bileşenleri CO₂ gazına oksitlenmediğinde CO gazı oluşabilir. Yüksek CO seviyesi, yanma gazının uzun süre oksijen gazı (O₂) varlığında CO gazını CO₂'ye dönüştürmek için yeterince yüksek bir sıcaklıkta oluşmadığını gösterir.

Çöp depolama alanında yeraltı yangınlarından elde edilen hava izleme verileri, 30 cm ile 1 metre yüzeyde 2.500 ila 28.000 ppm aralığında değişen CO konsantrasyonları tespit edilmiştir. Yaşam ve sağlık için acil tehlike (IDLH) seviyesinin 1.200 ppm olduğu göz önüne alındığında, personel ve tesis hava kalitesinin CO ve diğer kimyasal maruziyetler açısından izlenmesi gerekebilir.

Karbon veya karbon içeren maddeler yetersiz hava ile yakıldığında karbon monoksit gazı oluşabilir. **Yer altında meydana gelen yangınlar 50.000 ppm'yi aşan Karbon Monoksit (CO) seviyeleri üretebilir - İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi'nin (OSHA) CO için izin verilen maruz kalma sınırı 50 ppm'dir. OSHA standartları, çalışanların 8 saat boyunca ortalama olarak 50 ppm'den fazla gaza maruz kalmasını yasaklar.**

Karbon monoksit insan vücudu için çok tehlikelidir. Çünkü solunan CO gazı insan solunum yoluna girdiğinde akciğerlere girer. WHO, Karbon Monoksit'in (CO) oksijenden (O₂) 240 kat daha güçlü bir şekilde hemoglobine (Hb) bağlanma yeteneğine sahip olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle akciğerlerde Hemoglobin'e (Hb) bağlanarak insan kan dolaşımına katılacak ve bu da oksijen gazının (O₂) vücuda girmesini engeller. Bu gerçekleştiğinde vücut organlarının oksijen eksikliği (hipoksi) durumu yaşamasına neden olur ve bu da vücuttaki hayati organlara kalıcı hasar verebilir ve ölüme yol açabilir.



Tablo 3.1. Çöp Depolama Alanında Azalan Oksijen Konsantrasyonunun Sağlık Üzerine Etkileri

Oksijen Konsantrasyonu (%)	Sağlık Etkisi
21	Normal ortam havası oksijen konsantrasyonu
17	Bozulmuş gece görüşü (normal oksijen konsantrasyonu geri gelene kadar fark edilmez), artan solunum hacmi ve hızlanan kalp atışı
14 ila 16	Artan solunum hacmi, hızlanan kalp atışı, çok zayıf kas koordinasyonu, hızlı yorgunluk ve aralıklı solunum
6 ila 10	Bulantı, kusma, performans gösterememe ve bilinç kaybı
6'dan az	Spazmatik solunum, konvülsif hareketler ve dakikalar içinde ölüm

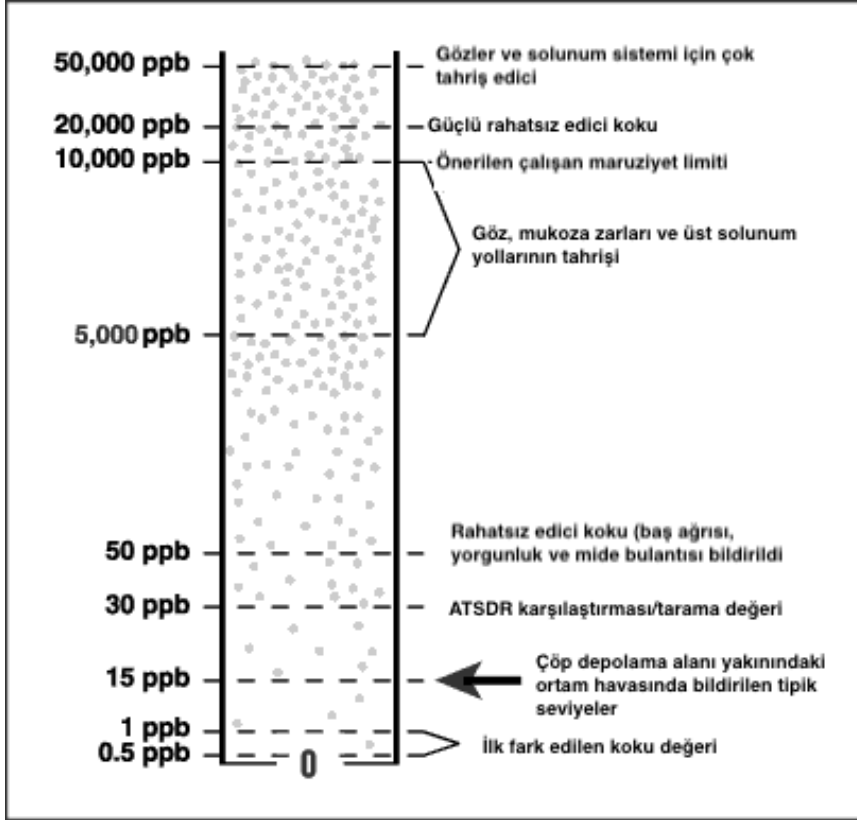
Çöp depolama alanlarında hidrojen sülfür (H_2S), sülfat (SO_4^{-2}) ve benzeri kükürtlü bileşiklerin anaerobik ayrışması sonucu oluşur. Kanalizasyon gazı olarak bilinen çürük yumurta kokusuna sahip H_2S , depolama alanı kokularından sorumlu en yaygın kirleticidir. Gaz, çok düşük konsantrasyonlarda bile çok güçlü bir çürük yumurta kokusu üretir. En yüksek oranlarda ve konsantrasyonlarda depolama alanlarından en çok yayılan gazdır. Ortam havasındaki ortalama H_2S konsantrasyonlar 0,11 ila 0,33 ppb arasında değişir.

Göz tahrişinin bildirilen ilk semptom olduğunu ve tahrişin genellikle hidrojen sülfür konsantrasyonları 5.000 ila 10.000 ppb'ye (1 ppb = 2.6609 $\mu g/m^3$) ulaşana kadar ortaya çıkmadığını bulmuştur.

H_2S konsantrasyonu 10.000 ila 50.000 ppb arasındaki seviyelerde, insanlar ciddi göz ve solunum tahrişleri bildirmiştir. Semptomlar genellikle konsantrasyonlar azaldığında veya maruziyetler durduğunda sona erer. Çok yüksek konsantrasyonlarda (500.000 ppb'nin üzerinde), hidrojen sülfür ölümcül olabilir. Bu yüksek konsantrasyonların yalnızca sınırlı havalandırmaya sahip kapalı alanlarda, örneğin depolama tanklarında veya silolarda bulunması muhtemeldir.

Astım hastaları üzerinde yapılan çalışmalar, 2.000 ppb kadar yüksek konsantrasyonlarda önemli bir sağlık etkisi göstermemiştir. Bazı astımlılar 2.000 ppb'de hafif bronşiyal kısıtlama göstermiştir.

Tablo 3.2. Hidrojen Sülfür Maruziyetinden Kaynaklanan Sağlık Etkileri



Çöp depolama alanında özellikle yüzeysel yangınlar, solunum yolu hastalıklarına neden olan partikülleri (PM₁₀ ve PM_{2,5}) ve çeşitli uçucu organik bileşikler serbest bırakır. Ayrıca, grip, göz tahrişi ve vücut zayıflığı gibi hastalıklar, çöp sahasına daha yakın yaşayan kişiler tarafından, çöp sahasından daha uzakta yaşayan kişilerden daha sık bildirilmektedir. Sırt ağrısı, cilt rahatsızlıkları, iştme kaybı ve astım gibi bazı hastalıklar, çöp sahasına daha yakın yaşayan çoğu kişi tarafından görülmektedir.

Çöp depolama sahası yangınlarının neden olduğu patlama tehlikesine ek olarak, çöp sahası yangınlarından çıkan duman ve diğer yan ürünler yalnızca çöp sahasına yakın yaşayanlar için değil, aynı zamanda diğer bölgelerde yaşayanlar için de bir sağlık riski oluşturur. Çöp depolama sahası yangınlarından çıkan duman genellikle partikül madde (PM) (atıkların eksik yanması sonucu oluşur ve bu da önceden var olan akciğer rahatsızlıklarını kötüleştirebilir veya solunum sorunlarına neden olabilir. Tüm yangınlar gibi, çöp depolama sahaları da duman ve zehirli gazlar üretir. Bu gazların tehlikeleri ve toksisite seviyeleri, ne kadar süre maruz kaldıklarına ve yakılan malzemenin türüne bağlıdır.

Çocuklar çok daha büyük bir riskle karşı karşıya kalabilirler. Boyutları nedeniyle, yetişkinlerden vücut kütle başına daha fazla hava solurlar ve orantılı olarak daha büyük dozlarda toksin emebilirler. Ayrıca, çocukların vücutları, sinir sistemleri tam olarak gelişmediği için lastik dumanlarında bulunan kurşun, kadmiyum ve diğer ağır metallere karşı daha hassastır.

Azot dioksit, kükürt dioksit ve halojenler gibi asidik gazlar, ortaya çıktıklarında sağlık ve çevre üzerinde zararlı etkilere sahiptir. Azot dioksit ve kükürt dioksitin insanlar tarafından solunması

Çöp Depolama alanlarındaki Yangınların Sağlık Üzerine Etkisi

veya yutulması durumunda, özellikle astımlı hastalarda burun ve boğaz tahrişleri, bronkokonstriksiyon, disproka ve solunum yolu enfeksiyonları gibi semptomların yaygın olduğunu göstermiştir. Bu etkiler astımlı hastalarda astım ataklarını tetikleyebilir. Ek olarak, insanların NO₂ ile yüksek oranda solunması solunum yolu enfeksiyonlarına karşı duyarlılığı artırır.

PCDD/F'nin toplam içeriği toksik eşdeğerlik faktörü (TEF) hesaplama prosedürüne göre değişmektedir. Toksik eşdeğerlik faktörü dioksinlerin, furanların ve PCB'lerin toksisitesini dioksinin en toksik formu olan 2,3,7,8-TCDD cinsinden ifade eder. Her bir konjenin toksisitesi büyüklük sırasına göre değişebilir. TEF'ler sayesinde, dioksin ve dioksin benzeri bileşiklerden oluşan bir karışımın toksisitesi tek bir sayı ile ifade edilebilir: toksik eşdeğerlik (TEQ). Bu, her bir konjenlerin konsantrasyonu ve bireysel TEF değerlerinin çarpımından elde edilen tek bir rakamdır. TEF/TEQ kavramı risk değerlendirmesini ve düzenleyici kontrolü kolaylaştırmak için geliştirilmiştir. TEF değerleri **Tablo 3.3**'de verilmiştir.

Tablo 3.3. PCDD/F'nin ng/Nm³ Cinsinden Konsantrasyonu

Reference	PCDD/F Konsantrasyonu (ng/Nm ³)
I-TEF 88	12.53
I-TEF 89	14.09
Eadons	13.86

WHO göre solunan havadaki PM_{2.5} konsantrasyonu yıllık ortalama 5 mikrogram/m³ ve 24 saatlik ortalama ise 15 mikrogram/m³ yüksek olamaz.



4. Çöp Depolama Alanı Yangınlarının Çalışanların Üzerine Etkileri

Atık içindeki iğneler, çiviler, seramik parçaları veya kırık camlar çöp depolama alanlarında çalışanların ayaklarını deler. Vücutlarını suya daldıramazlar çünkü bu ciltte derin kızarıklıklara neden olur. Bu yüzden çöp depolama alanlarında çalışanlar, yanal kesilmeye ve tabandan delinmeye dayanıklı, PR'ye sahip, koruyucu burunlu, suya dayanıklı ve kaymaya dirençli güvenlik bot ayakkabılar giymeliler. Bu ayakkabıları çalıştığı şirket sağlamalıdır ve çalışanlar zorunlu olarak bu ayakkabıları giymeliler.

Güvenlik ekipman eksikliği, sarılık ve Hepatit-B gibi hastalıklara yakalanma olasılığı nedeniyle çöp sahası işçilerinin mesleki sağlık tehlikelerine dikkat edilmeli. Bulgular, genel olarak, atıkların uygunsuz yönetiminin çöp sahalarında çalışan veya yakınında yaşayanlar üzerinde olumsuz etkilere sahiptir.

Çöp sahası çalışanlarına maske, eldiven ve koruyucu bot gibi yeterli güvenlik ekipmanı sağlanarak sağlık riskleri azaltılmalıdır. Ancak, güvenlik teçhizatı sağlanan işçilerin, güvenlik sorunları hakkında konfor ve farkındalık eksikliği nedeniyle bunları kullanmaları zorunlu olmalı.

Çöp depolama alanı çalışanlarını güvenlik teçhizatının önemi konusunda bilinçlendirmek için belediye, hükümet, sivil toplum ve ortak girişimler aracılığıyla düzenli eğitim programları yürütülmeli ve kuralların uygulanması zorlu olmalı.

Güvenlik her iş yerinde veya sektörde hayati önem taşır ancak belki de güvenlik açısından en kritik çalışma ortamlarından biri çöp depolama sahası ve atık bertaraf sektörüdür. Çöp depolama sahasının kaosunu hiç yaşamamış veya orada çalışmanın nasıl bir şey olduğunu bilmiyor olsanız da, şüphesiz ne kadar tehlikeli olabileceklerini takdir edebileceksiniz.

Çöp depolama alanları, çok sayıda tehlikeli atık içeren geniş ve karmaşık yerlerdir. Dahası, çöp depolama alanı çalışanları ve çöp depolama alanının ve çevrenin yakınında bulunanlar için risk oluşturan fiziksel tehditler ve insan ve ekipman etkileşimleri olmalıdır.

Çöp depolama alanında hijyen önlemlerinin karşılandığından ve çalışma alanınızda iyi bir temizlik standardına uyulduğundan emin olunması gerekir. Tüm yüklenicilerin işlerini güvenli bir şekilde ve genel sağlık açısından risk oluşturmadan yapmaları için planlamaları ve izlemeleri gerekir.

Güvenlik prosedürleri, boyutu ne olursa olsun her çöp depolama sahasında olmazsa olmazdır. Bir çöp depolama sahası güvenlik programı uygulanmalı ve bertaraf sürecindeki her adımın kapsamlı bir değerlendirmesiyle başlanmalıdır. Çalışanları riske atabilecek olası sorunlar belirlenmeli ve azaltılmalı veya tamamen ortadan kaldırılmalıdır.

Tüm yangınlarda olduğu gibi, çöp depolama alanındaki yangınlar da maruz kalan çalışanlarda baş ağrısı, mide bulantısı ve yorgunluğa (uyku eksikliğinden dolayı) neden olabilen zehirli duman ve gazlar üretir.

Hindistan'da yapılan bir çalışmada, çöp depolama sahasında çalışan işçilerin solunum (sinüzit, burun akıntısı veya tıkanıklığı, soğuk algınlığı, sık hapşırma, kuru öksürük, hırıltı ve göğüs rahatsızlığı) ve nörolojik (baş ağrıları, karıncalanma/uyuşma, geçici hafıza kaybı, bulanık



Çöp Depolama alanlarındaki Yangınların Sağlık Üzerine Etkisi

görme, ekstremitelerde yanma hissi ve depresyon) semptomlarını bildirme risklerinin çöp sahası çalışanı olmayan kontrollerle karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu görülmüştür.

Benzer sonuçlar Virginia'daki çöp depolama sahası işçileri, Yunanistan ve İtalya'daki atık toplama ve çöp depolama alanı çalışanları üzerinde yapılan bir çalışmada gözlemlenmiştir. Ayrıca, atık toplama ve atık bertaraf işçileri arasında kontrol grubuna göre azalmış spirometri ölçümleri (1 saniyedeki zorunlu vital kapasite veya zorunlu ekspiratuar hacim) bildirilmiştir.

Çöp depolama sahası yeraltı yangını birçok türde yaşamı tehdit eden durum yaratabilir. Bu durumlar tüm saha personeline ve projede yer alan herkese iletilmelidir. Saha tehlikeleri arasında kaymalar, takılmalar ve düşmeler; dar alan sorunları; karbon monoksit ve toksik gaz maruziyetleri; boşluklar nedeniyle olası çökmeler; ve yüksek sıcaklıklardan kaynaklanan yanık sorunları yer alabilir. Yeraltı depolama sahası yangınlarıyla ilgili güvenlik protokolleri ve hususlar saha çalışanları için uygulanmalıdır.

Çöp depolama alanında metan konsantrasyonu 2310 ppm ile 2771 ppm arasında değişirken; bu atmosferde bulunan moleküllerin 1000 ppm'lik düzenleyici sınırın 2 katından fazla olduğunu göstermektedir.

İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA), metan için izin verilen bir maruz kalma sınırı belirtmemiştir; ancak Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü'nün işçiler için 8 saatlik bir süre boyunca önerdiği maksimum güvenli metan konsantrasyonu 1000 ppm'dir (%0,1). Metan, 500.000 ppm gibi son derece yüksek konsantrasyonlarda boğucu olarak kabul edilir ve 1000 ppm konsantrasyonunda kandaki oksijenin yerini alabilir.

Çöp depolama alanlarında, akciğer kanseri, astım, kronik obstrüktif akciğer hastalığı ve PM_{2.5}'e artan maruziyetle ilişkili iskemik kalp hastalığı gibi sağlık etkilerinin, nüfus merkezlerinin emisyon kaynağına yakınlığı nedeniyle atık yakma işleminin gelişmekte olan ülkelerin kentsel alanlarında gerçekleşmesi durumunda daha da kötüleşmesi muhtemeldir.

Çöp depolama alanlarında yangınları, karbon monoksit, hidrojen sülfür, ksilen, dioksin vb. gibi farklı türde eser toksik kirleticiler üretir. Toksik organik mikro kirleticiler arasında ayrıca dioksinler ve polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH'lar) olarak adlandırılan poliklorlu dibenzo-para-dioksinler ve poliklorlu dibenzofuranlar (PCDD'ler ve PCDF'ler) bulunur. Dioksin, çöp depolama sahasındaki klor içeren maddelerin varlığından ve insan sağlığına zararlı olan çöp depolama sahası yangınından oluşabilir. Dioksin, insanlar tarafından yutulduğunda iskemik kalp hastalığından kaynaklanan ölüm oranındaki artışla ilişkilendirilmiştir. PAH'lar solunduğunda potansiyel kanserojen özelliklere sahip olduğu ve akciğer tümörüne, cilt kanserine ve vücudun diğer bölgelerinde eksikliklere yol açabileceği düşünülmektedir. İnsanlar partikül madde içeren havayı soluduğunda, yapılan çalışmalar bunun astar iltihabına, sistemik iltihaplı değişikliklere ve kan pıhtılaşmasına yol açtığını ve bunun da kan damarlarının tıkanmasına, anjinaya ve miyokard enfarktüsüne yol açabileceğini göstermiştir.

Yeraltı yangını birçok türde yaşamı tehdit eden durum yaratabilir. Bu durumlar tüm saha personeline ve projede yer alan herkese iletilmelidir. Saha tehlikeleri arasında kaymalar, takılmalar ve düşmeler; dar alan sorunları; karbon monoksit ve toksik gaz maruziyetleri;



Çöp Depolama alanlarındaki Yangınların Sağlık Üzerine Etkisi

boşluklar nedeniyle olası çökmeler; ve yüksek sıcaklıklardan kaynaklanan yanık sorunları yer alabilir. Yeraltı depolama sahası yangınlarıyla ilgili güvenlik protokolleri ve hususlar saha çalışanları için uygulanmalıdır.

Çöp depolama sahasında her gün çalışanlar, üst solunum yolu enfeksiyonlarına (solunum yolu sorunları şikayetleri) karşı bağışıklıklarının çöpçünün vücudunda kendiliğinden gelişeceğini hissediyorlar. Bu nedenle, öksürük, göğüs ağrısı ve nefes darlığı gibi solunum yolu sorunları şikayetlerini artık hissedemiyorlar.

Atık yönetimi biyolojik tehlikelerle yakından ilişkilendirilmiştir. Çöp depolama alanındaki atık malzemelerin ayrışması; araç egzoz dumanları ve elverişli hava koşulları, mantarlar, bakteriler ve uçucu bileşikler (endotoksinler, $\beta(1-3)$ -glukanlar ve mikotoksinler gibi) gibi biyoaerosollerin ve biyolojik ajanların oluşumuna yol açabilir. Biyoaerosollere maruz kalmanın, hava yollarında iltihaplanmaya neden olabilen çeşitli solunum sağlığı hastalıklarıyla ilişkili olduğu gösterilmiştir. Birçok çalışma, atık işleyicilerinin ve çöp depolama alanı işçilerinin mesleki risklerinin diğerlerine kıyasla yüksek olduğunu göstermiştir.

Atık toplayıcıların ve kompost işçilerinin düşük konsantrasyonda endotoksinlere maruz kalmasının, nötrofil aktivasyonu ve IL6 ve IL8 ve TNF-alfa gibi sitokinlerin salınımı yoluyla üst solunum yollarında inflamatuvar bir tepkiye neden olabileceğini göstermiştir. Daha yüksek konsantrasyonda endotoksin ve $(1\rightarrow3)$ - β -D-glukan'a maruz kalan işçilerin, daha az maruz kalan diğerlerine kıyasla solunum yolu hastalıkları için artmış bir riske sahip olduğunu göstermiştir.



5. Çöp Depolama Alanı Yangınlarında Oluşan Kirleticilerin Çevrede Yaşayanların Sağlık Üzerine Etkileri

Çocuklar, hava kirliliğine karşı özellikle hassas olan en büyük nüfus alt grubunu temsil eder. Çocukların akciğerleri ve bağışıklık sistemi hala gelişmektedir ve çocuklar daha dar hava yollarına sahiptir ve yetişkinlerden birim vücut ağırlığı başına daha fazla hava solurlar ve bu nedenle orantılı olarak daha yüksek dozda kirletici madde alırlar.

Çöp depolama alanı yakın çevresinde yaşayan sakinler, oraya atılan büyük miktardaki atıklardan dolayı zatürre, bronşiyal ve cilt hastalıkları yaşayabilir. Yakınlarda yaşayanlar ayrıca kötü koku nedeniyle düzenli baş ağrısı, mide sorunları ve iştahsızlık çekiyor.

Çöp sahasının yakınında çalışan çiftçiler birçok yaralanmayla karşı karşıya kalıyor, ayaklarını kirli sulara veya tarım alanlarına daldırdıktan sonra sıklıkla döküntüler meydana geliyor.

Çöp depolama alanı yakın çevresinde yangın sonrası kalıcı organik maddeler (dioksin, furan, PCB ve PAH gibi), tarım alanlarında ve arpa, buğday, lahana ve marul gibi tarımsal ürünlerde kalıcı kirliliğe neden olabilir. Yakın çevredeki toprakta (özellikle hakim rüzgar yönünde) ve tarımsal ürünlerde sık aralıklarla kalıcı kirletici ve ağır metal analizleri yapılmalıdır.

Deponi gazı (LFG), çöp depolama sahası yakın çevresinde yaşayan sakinler için baş ağrısı ve mide bulantısına neden olabilen hoş olmayan bir kokuya sahiptir.

LFG'nin ana bileşeni olan metan (CH₄), doğal gaz olarak kolayca kullanılabilir. Bu nedenle, çöp sahaları çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için LFG'yi yakalamalı ve yenilenebilir bir enerji kaynağına dönüştürmelidir.

İnsanlar tarafından sürekli CH₄ solunması koordinasyon kaybına, mide bulantısına, kusmaya ve yüksek konsantrasyonda ölüme neden olabilir.

Yüksek düzeyde dioksine maruz kalmanın kanser, karaciğer hasarı, cilt döküntüleri ve üreme ve gelişim bozuklukları ile bağlantılı olduğu görülmüştür. Duman hala mevcut solunum rahatsızlıklarını kötüleştirebilir ve çöplük çevresindeki görüşü azaltabilir.

Chaquita Kanyonu çöp depolamadaki kokuya maruz kalmanın kısa vadeli etkileri;

- Göğüs sıkışması
- Sıkışıklık
- Öksürük
- Depresyon
- Uyuşukluk
- Göz, burun ve boğaz tahrişi
- Baş ağrıları
- Kalp çarpıntısı
- Bulantı
- Nefes darlığı
- Boğaz ağrısı
- Hırıltılı solunum



Çöp Depolama alanlarındaki Yangınların Sağlık Üzerine Etkisi

Çöp depolama sahalarında oluşan ve çevre hissedilen kokular genel olarak hidrojen sülfür kirleticisinden kaynaklanmaktadır.

Dış mekanda solunan kokulara maruz kalmanın kısa vadeli sağlık etkileri arasında baş ağrısı, burun tıkanıklığı, göz, burun ve boğaz tahrişi, ses kısıklığı/boğaz ağrısı, öksürük, göğüste sıkışma, nefes darlığı, hırıltı, kalp çarpıntısı, mide bulantısı, uyuşukluk ve ruhsal depresyon yer alabilir. Bu sağlık etkileri kalıcı değildir ve uzun vadeli hastalığa yol açmaz, ancak mevcut sağlık koşullarını kötüleştirebilir.

Çöp depolama alanlarında oluşan ve yakın çevrede etkili olan iki uçucu organik bileşik (VOC), benzen (C₆H₆) ve karbon tetraklorür (CCl₄) yüksek olmasıdır.

Çöp depolama sahası yangınları, eksik ve kontrolsüz yanma sonucu dioksinler, furanlar ve poliklorlu bifeniller gibi zehirli gazların yayılması nedeniyle tesis çalışanlarının ve bu tür sahalara yakın çevrede yaşayan insanların yaşamı üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olmaktadır. Zehirli dumanlara maruz kalmak büyük ölçekli boğaz ağrısı, baş ağrısı ve göz alerjisi ve diğer solunum sorunlarına neden olabilir.

Çöp depolama alanı yangınlarının oluşturduğu yanma ve patlama tehlikelerine ek olarak, çöp depolama alanları yangınlarından çıkan duman ve diğer yan kirleticilerde itfaiyeciler, çevrede yaşayanlar ve diğer kişiler için sağlık riski oluşturmaktadır.

- Çöp sahalarındaki yangınlardan çıkan duman genellikle partikül madde (yakıt kaynağının eksik yanmasının ürünleri) içerir ve bu da önceden var olan akciğer rahatsızlıklarını kötüleştirebilir veya solunum sıkıntısına neden olabilir.
- Tüm yangınlarda olduğu gibi, çöp depolama alanındaki yangınlar da zehirli duman ve gazlar üretir. Bu gazların tehlikesi ve zehirlilik seviyesi, bunlara maruz kalma süresine ve yanan malzemenin türüne bağlıdır.
- Çöp depolama alanı yangınlarında bir diğer ciddi endişe ise dioksin, furan ve PSB emisyonudur. Çöp depolama sahalarında kazara çıkan yangınlar ve evsel atıkların kontrolsüz yanması sonucu dioksin emisyonlarının en büyük kaynakları olarak kabul edilir.
- Dioksinler, ve furanlar eksik yanma süreci sırasında havaya salınan, diğer kalıcı organik kirleticilerle benzer kimyasal ve biyolojik özelliklere sahip bir grup kimyasal bileşiktir.
- Dioksinler ve furanlar aynı zamanda doğal olarak da oluşur ve çevrenin her yerinde bulunur.
- Ancak yüksek düzeyde dioksinlere ve furanlara maruz kalmanın kanser, karaciğer hasarı, cilt döküntüleri ve üreme ve gelişim bozukluklarıyla bağlantılı olduğu ortaya konmuştur.

Çöp depolama alanlarında yangın sonrası oluşan gazlar, sürekli baş ağrısı, boğaz ağrısı ve astım krizlerine neden olur. Yakın bölgede yaşayanların kronik obstrüktif akciğer hastalığı veya KOAH ve günlük maruziyetle kötüleşebilecek diğer solunum sorunları olduğunu söyledi.

Çöp depolama sahası yangınları nedeniyle duman içinde bulunan zehirli gazdan kaynaklanan sağlık sorunları vardır ve bu da toplumda semptomları tetikler. Bu duman insan sağlığı için çok tehlikelidir, çünkü vücuda girdiğinde insan vücuduna zararlı çeşitli maddeler ve maddeler içerir. Etkisi özellikle çöp sahasına çok yakın yaşayan insanlar üzerinde hissedilir.



Çöp Depolama alanlarındaki Yangınların Sağlık Üzerine Etkisi

Çöp depolama alanlarında yangınlar anoksik (eksik hava ile yanma) koşullar altında meydana gelebilir. Hidrokarbonlar, klorlu kirleticiler ve pestisitler, anoksik koşullar altında dioksinler veya furanlar, PAH'lar, solunan partiküller (PM_{2.5}) ve ağır metaller (HM) ve diğer tehlikeli bileşikler içerebilen çeşitli toksik gazlar üretir.

Çöp depolama sahası yangınları esnasında oluşan duman, CO, H₂S, CH₄ gibi zararlı toksik gazların yanı sıra dioksinler gibi kanserojen maddeler içerebilir. Yayılan koku ve duman çevreyi rahatsız eder ve hatta özellikle yaşlılar, çocuklar, hamile kadınlar ve/veya kronik solunum yolu rahatsızlığı geçmişi olan kişiler gibi savunmasız popülasyonlarda insan sağlığını tehlikeye atar.

Çapı 2.5 mikrometreden (PM_{2.5}) küçük boyutları ve havada asılı kalma kapasiteleri nedeniyle, salınan kirleticiler derinden solunabilir ve kalıcı bronşit, astım ve diğer solunum rahatsızlıklarına neden olabilir. Zamanla, bu faktörler özellikle çocuklar ve yaşlılar gibi savunmasız popülasyonlarda ölüm oranını artırır. Biyolojik çeşitliliğin kaybı sessiz bir felakettir. Kaybedilen her tür ekolojik dayanıklılığı azaltır, tarımsal tozlaşmaya ve orman sağlığına zarar verir. Kirlilik alanları yaşanmaz hale getirdiğinde küresel ekoloji geri döndürülemez şekilde değişir ve küresel iklim değişikliği ışığında türlerin yok olmasına neden olur.

Önceden var olan akciğer veya kalp rahatsızlıkları olan kişiler, yaşlılar ve çocuklar PM_{2.5}'e maruz kalma açısından en yüksek risk altındadır.

Çöp sahalarına yakın yaşayan insanlarla ilgili sağlık sorunları hakkında rapor verildi. Bu raporun tetikleyici noktası, belirli bir kanser türü ve doğumda kusurlar ile düşük doğum ağırlığının, çöp sahalarına yakın yaşayan bireylerle bağlantılı olmasıydı. Çöp sahalarına yakın yaşamının astım gibi solunum yolu hastalıklarıyla ilişkili olduğu gösterildi. Bu, büyük ölçüde bireylerin sağlık sonuçlarını etkileyen gazların havaya salınmasına atfedilmektedir.

İnsanlar hidrojen sülfür kokularına karşı son derece hassastır ve bu tür kokuları 0,5 ila 1 ppb kadar düşük konsantrasyonlarda bile koklayabilirler. 50 ppb'ye yaklaşan seviyelerde, insanlar kokuyu rahatsız edici bulabilirler.

Duman içindeki ağır metaller solunduğunda veya yutulduğunda insanların akciğer fonksiyonu zayıflar, astım, ataksi, felç, kusma amfizerra ve akciğer kanseri riski altındadır. Yüksek tansiyon ve anemi gibi hastalıkların ağır metal kirliliğinden kaynaklandığı gösterilmiştir. Ek olarak, yüksek oranda temas halinde olduğunda, ağır metaller sinir sistemini etkileyerek hafıza bozuklukları, uyku bozuklukları, öfke, yorgunluk, baş titremeleri, bulanık görme ve peltek konuşma gibi semptomlarla nöropatilere yol açan nörotoksisiteye neden olur. Ayrıca, başlangıçtaki tübüler disfonksiyon, taş oluşumu veya nefrokalsinoz riski ve böbrek kanseri gibi böbrek hasarına da neden olabilir. İnsanlar yüksek miktarda kurşuna maruz kaldığında, dopamin sistemi, glutamat sistemi ve N-metil-D-Asfat (NMDA) hasarına neden olabilir.

Çöp depolama alanı yangın kaynaklı hava kirliliğinden erkek öğrencilerin akciğer fonksiyonu kız öğrencilere göre daha fazla etkileyebilir.



6. Çöp Depolama Sahası Yangınları Hangi Mesafede Etkili

Güney Afrika'da yapılan bir araştırmada çöp depolama sahasına 5 km mesafede ve hakim rüzgar yönünde yaşayanların tüberküloz, astım, diyabet ve depresyon risklerinin önemli ölçüde arttığı belirtilmiştir.

Önceki araştırmalar, çöp depolama alanlarına yakın yaşayan insanların astım, kesikler, ishal, mide ağrısı, tekrarlayan grip, kolera, sıtma, öksürük, cilt tahrişi, kolera, ishal ve tüberküloz gibi tıbbi rahatsızlıklardan çöplük alanlarından uzakta yaşayan insanlara göre daha fazla muzdarip olduğunu göstermektedir. Sağlık sorunlarının nedenleri, kimyasallara sürekli maruz kalmanın; çöp depolama alanlarından salınan zehirli duman ve tozun solunmasının bir sonucudur. Ek olarak, "**çevresel tehlikelere ve olumsuz sağlık sonuçlarına konut yakınlığı**" üzerine yapılan bir inceleme, çevresel tehlikelere konut yakınlığı ile olumsuz sağlık sonuçları, özellikle merkezi sinir sistemi kusurları, doğuştan kalp kusurları, ağız kusurları, düşük doğum ağırlığı, kanser, lösemi, astım, kronik solunum semptomları vb. riskleri arasında önemli bir korelasyon olduğunu göstermiştir.

Çöp depolama sahasından **500 m – 1 km** uzakta yaşayan insanlar, olaydan sonra hissettikleri çevresel etkinin çöp sahasından gelen kötü bir koku olduğunu söyledi. Çöp depolama alanına 500 m – 1 km'den daha uzakta yaşayanlar ev ortamlarında 4-7 gün boyunca smog gördüklerini belirttiler.

Öte yandan, çöp sahasına **1-2 km**'den daha uzakta yaşayanlar için, olaydan sonra hala pis bir kokuya neden olan bir sis olduğunu belirttiler. Çöp sahasındaki yangın söndürüldükten sonra, çöp sahasının çevresinde yaşayan insanların hissettiği çevresel sorunlar hemen ortadan kalkmaz.

Kötü koku, çöp sahasında oluşan hidrojen sülfür (H₂S) gazının varlığından kaynaklanır. Çöp depolama sahasındaki H₂S kokusu, rüzgarın yönüne ve yerin yüksekliğine bağlı olarak çöp kokusunun her yöne yayılması nedeniyle orta - küçük risk bölgesine dahildir. Yanma dumanına maruz kalma, çöp sahasının etrafındaki sakinlerin solunum sistemini ve görme duyusunu bozar.

Hindistan'da yapılan çalışma **Tablo 6.1, Tablo 6.2, Tablo 6.3 ve Tablo 6.4'**de verilmiştir.

Tablo 6.1. Tamangapa Çöp Sahasının Sağlık Etkisi

Çöp Sahası Yangınları Esnasında			Çöp Sahası Yangınlarından Sonra		
≤500 m	>500 ≤1 km	>1 km ≤2km	≤500	>500m ≤1 km	>1km ≤2km
Öksürme	Öksürme	Öksürme	Bağ ağrısı	Semptom yok	Öksürme
Nefes nefese	Nefes nefese	Baş dönmesi	Nefes nefese	-	Baş dönmesi
Baş dönmesi	Baş dönmesi	Baş ağrısı	-	-	Nefes nefese
Baş ağrısı	Baş ağrısı	-	-	-	Semptom yok
Göz ağrısı	-	-	-	-	-



Çöp Depolama alanlarındaki Yangınların Sağlık Üzerine Etkisi

Tablo 6.2. Tamangapa Çöp Sahası Yangınlarının 5 Yaş Altı Çocuklar Üzerindeki Sağlık Etkileri

Çöp Sahası Yangınları Esnasında			Çöp Sahası Yangınlarından Sonra		
≤500 m	>500 ≤1 km	>1 km ≤2km	≤500	>500m ≤1 km	>1km ≤2km
Öksürme	Öksürme	Semptom yok	Semptom yok	Semptom yok	Semptom yok
Nefes nefese	Nefes nefese	-	-	-	-

Tablo 6.3. Tamangapa Çöp Sahası Yangınlarının Çevresel Etkisi

Çöp Sahası Yangınları Sırasında			Çöp Sahası Yangınlarından Sonra		
≤500 m	>500 ≤1 km	>1 km ≤2km	≤500	>500m ≤1 km	>1km ≤2km
Yangın dumanı	Yangın dumanı	Yangın dumanı	Kirlenmiş su	Kötü koku	Smog
Kirlenmiş su	Kötü koku	Kötü koku	-	-	Kötü koku

Tablo 6.4. Tamangapa Çöp Sahası Yangınlarının Sosyal Etkisi

Çöp Sahası Yangınları Sırasında			Çöp Sahası Yangınlarından Sonra		
≤500 m	>500 ≤1 km	>1 km ≤2km	≤500	>500m ≤1 km	>1km ≤2km
Azalan gelir	Okullar kapanır	Sosyal etkisi yok	Azalan gelir	Sosyal etkisi yok	Sosyal etkisi yok
Okullar kapanır	-	-	-	-	-
-	Sosyal etkisi yok	-	-	-	-

Çöp sahasından 500 metre uzakta yaşayan kişiler yangın sırasında hissettikleri sağlık sorunlarının öksürük, nefes darlığı, baş dönmesi, baş ağrısı ve göz ağrısı olduğunu ortaya koymuştur. Bunun nedeni, çöp sahası yangınının olduğu yere yakın yaşayan kişilerin, daha uzakta yaşayan kişilere göre daha fazla toksik gaz içeren dumanları solmuş olmalarıdır. Araştırmalar, çöp sahasına yakın yaşayan kişilerin solunum yolu hastalıklarına daha yatkın olduğunu göstermektedir. **Çöp sahasından salınan biyoaerosol ve biyolojik ajanlar solunum yolu hastalıklarına ve solunum bozukluklarına neden olabilir.** Bu emisyonların insan sağlığına zararlı olduğu bildirilmiştir.

Çöp depolama sahasından 500 m ila 2 km uzakta yaşayan insanlarda yangınlar esnasında öksürük, nefes darlığı, baş dönmesi ve baş ağrısı görülür. Bunun nedeni, çöp sahasındaki yangınlardan çıkan dumanın rüzgar yönünde uçan zehirli gaz içermesi ve çöp sahasının çevresinde yaşayan insanların solunum sistemlerinde sorunlar yaşamasıdır.



Çöp Depolama alanlarındaki Yangınların Sağlık Üzerine Etkisi

Çeşitli çalışmalarda, çöp depolama alanlarının yanında yaşayan bireylerde doğum kusurları, düşük doğum ağırlığı ve bazı kanserler gibi ciddi sağlık sorunları riskinin arttığı bildirilmiştir. Örneğin, TCE genellikle çöp depolama alanı sızıntısından gelen bir temel kanserojendir. Çöp depolama alanının yakınında yaşayanlarda görülen diğer rahatsızlıklar ve bildirilen semptomlar arasında uyusukluk, baş ağrısı ve yorgunluk bulunur. Etki, çöp depolama alanları atıklarında bulunan kimyasalların toksik etkisiyle ilişkilidir.

Çöp depolama alanlarına daha yakın yaşayan topluluklar tarafından kanser ve diğer solunum alerjileri bildirilmiştir. Endotoksinler, Gram-negatif bakterilerin hücre duvarındaki bileşenler olan biyoaerosollerde bulunan en güçlü proinflamatuvar bileşendir.

Çöp depolama alanı yakın çevresinde yaşayanlarda ve alanda çalışanlarda sık aralıklarla sağlık taraması yapılmalıdır.



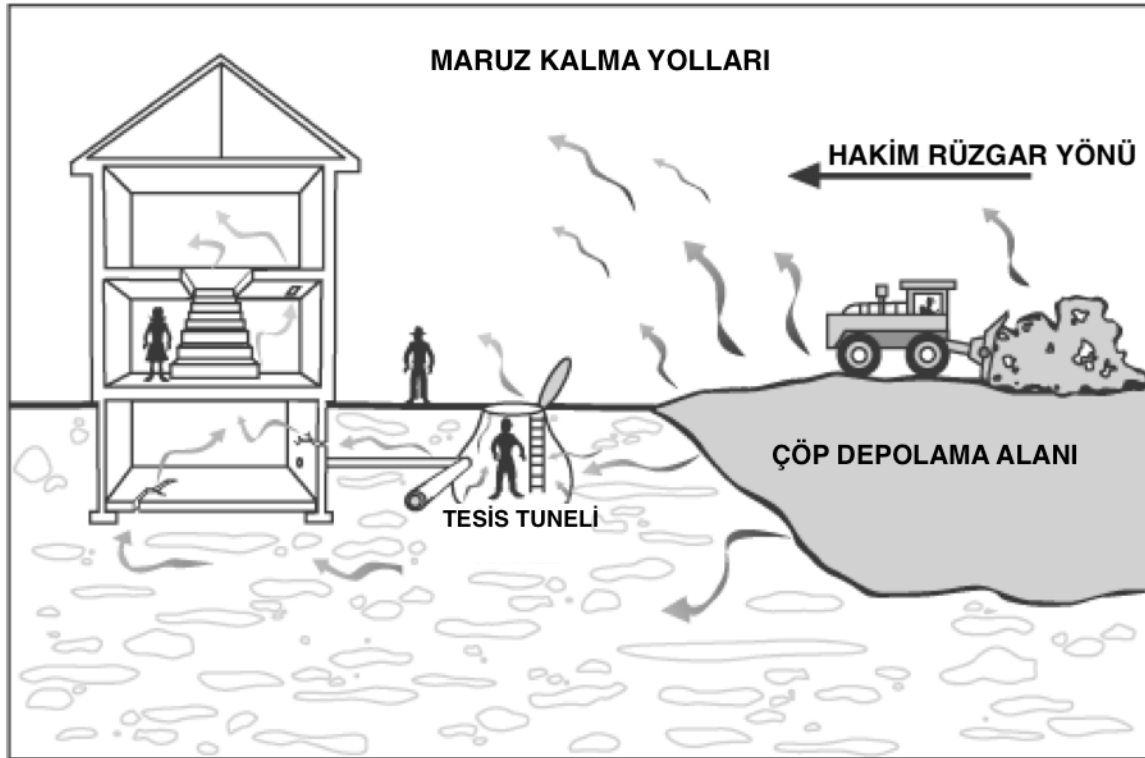
7. Çöp Depolama Alanında Oluşan Deponi Gazı Sızması

Deponi gazları, toprak yoluyla çöp depolama alanlarında dış havaya (atmosfere) ve yakındaki binaların iç (mekan) havasına sızabilir. Dış havadaki deponi gazları, pencereler, kapılar ve havalandırma sistemleri yoluyla bir binaya girebilir. Gazlar ayrıca yeraltındaki toprakta da hareket edebilir ve depolama sahası üzerindeki veya bitişindeki evlere veya hizmet koridorlarına girebilir. Toprakta, deponi gazları bodrum katlarındaki ve duvarlarındaki çatlaklardan, tesisat giriş noktalarından (örneğin, yeraltı suyu veya elektrik hatlarının bir binaya girdiği yer), drenaj pompası deliklerinden veya zemin giderlerinden geçerek bir binaya sızabilir. Buna toprak buharı girişi denir. Bir binaya girdikten sonra, deponi gazları bodrumlar, sürünme alanları ve tesisat tünelleri gibi havalandırması zayıf alanlarda toplanabilir.

Deponi gazı toplama veya kontrol sistemi tekniğine uygun çalışıyorsa, deponi gazı göçü ve maruziyeti en aza indirilmelidir.

Toprak gazının taşınması, yakındaki evlerde çöp gazıyla birlikte taşınan tehlikeli VOC'lere maruz kalmaya neden olabilir.

Çöp depolama alanından oluşan gaz kirleticiler topraktan 155 metreye kadar sızabilir. Çöp depolama alanı 155 m yarı çapı içindeki binaların bodrum katları riskli olabilir. Özellikle hakim rüzgar yönündeki binalar daha dikkatli olmalı



Şekil 7-1. Deponi Gazına Olası Maruziyet Yolları

Göç eden depolama gazının halk sağlığı sorunlarını değerlendirirken, çevre sağlığı uzmanları, depolama alanında veya bitişinde gömülü tesisat hatları ve yağmur suyu kanalizasyonlarının varlığını araştırmalıdır. Bu yapılar yalnızca göç eden deponi gazları için bir yol sağlamakla

Çöp Depolama alanlarındaki Yangınların Sağlık Üzerine Etkisi

kalmaz, aynı zamanda OSHA tarafından öngörülen kapalı alan giriş prosedürlerini takip etmeyen tesisat çalışanları için özel bir boğulma sorunu da oluşturur. Bodrumlu veya yalıtımlı (veya kapalı) sürünme boşluklu şantiye içi veya bitişik konutlar ve ticari binalar da olası boğulma tehlikeleri açısından araştırılmalıdır.

Çöp depolama alanı gazının %40 ila %60'ını oluşturan karbondioksit, belirli boğulma tehlikesi endişeleri oluşturabilir. Havadan daha yoğun olduğu için, bir çöp depolama alanından sızan ve bodrum veya yer altı tesisat koridoru gibi sınırlı bir alanda toplanan karbondioksit, alan havaya açıldıktan sonra (örneğin, bir rögar kapağı çıkarıldıktan veya bir bodrum kapısı açıldıktan sonra) saatler veya günler boyunca alanda kalabilir. Karbondioksit renksiz ve kokusuzdur ve bu nedenle kolayca tespit edilemez. %10 veya daha fazla karbondioksit konsantrasyonları bilinç kaybına veya ölüme neden olabilir. Daha düşük konsantrasyonlar baş ağrısı, terleme, hızlı nefes alma, kalp atış hızının artması, nefes darlığı, baş dönmesi, zihinsel depresyon, görme bozuklukları veya titremeye neden olabilir. Bu semptomların ciddiyeti, konsantrasyona ve maruz kalma süresine bağlıdır. Karbondioksit solunmasına verilen yanıt, sağlıklı normal bireylerde bile büyük ölçüde değişir.

Çöplüklerde Çöp Gazı Göçünün Kontrol Edilmesi

Çöp depolama alanlarının çevresinde gaz kuyuları yapılarak deponi gazı sızıntısı takip edilebilir. Bu kuyular, gazın yanal (dışarıya) olarak saha dışı yerlere (örneğin binalar) doğru hareket etmesi yerine, yüzeye dikey olarak hareket etmesi için kolay bir yol sağlayan delikli borulardan yapılır. Gazlar bu kuyulara girdikçe, ya pasif gaz toplama sistemi dışı havaya verilir veya bir alevden geçirilir ve yakılarak parçalanır, bir filtreden geçirilir veya aktif gaz toplama sistemi ile bir enerji geri kazanım programında kullanılır. Çöp sahası gazı havalandırma deliklerinin boşaltılması ve kar ve döküntü gibi tıkanıklıklardan arındırılması gerekir. Daha eski çöp sahalarında ve daha küçük çöplüklerde gaz kontrol önlemleri olmayabilir.

Evlerde Çöp Gazının Azaltılması

Çöp depolama alanına 155 metre uzaklık içinde olan ev sahipleri, evlerine deponi gazlarının girdiğinden şüpheleniyorlarsa Bakanlık ve Belediye Çevre Koruma Dairesi ofisiyle iletişime geçmelidir. Bir ev sahibi veya geliştiricinin çöplük gazının bir binaya girmesini önlemek için alabileceği önlemler arasında giriş noktalarını en aza indirmek ve yeterli havalandırma olduğundan emin olmak yer alır. Deponi gazı giriş noktaları, bodrumdaki çatlak ve boşlukları kalafatlama ve sızdırmazlık ile ortadan kaldırarak en aza indirilebilir. Bu önlemler, deponi gazlarının iç mekan havasında birikme potansiyelini azaltmaya yardımcı olacaktır. Bazı durumlarda, deponi gazının topraktan binalara geçişini azaltmak için ek önlemlere ihtiyaç duyulabilir. Örneğin, bir alt döşeme basınçsızlaştırma sistemi kurmak, toprak buharını binadan uzağa yönlendirecektir. Bir alt döşeme basınçsızlaştırma sistemi genellikle çöplüklerde veya çöplüklerin bitişğinde yeni inşaatlara dahil edilir.



8. Kaynaklar

1. <https://www.atsdr.cdc.gov/HAC/landfill/html/ch2.html>
2. <https://www.theguardian.com/australia-news/2023/dec/05/fires-broke-out-in-a-melbourne-landfill-site-four-years-ago-residents-are-still-waiting-for-them-to-end>
3. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-022-21578-z>
4. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=49532>
5. <https://calrecycle.ca.gov/swfacilities/lffiresguide/>
6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6617357/>
7. <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/12/2125>
8. <https://sjik.org/index.php/sjik/article/view/353/291>
9. <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/19/14241#:~:text=Burning%20biomass%20waste%20materials%20releases,dangerous%20impacts%20of%20air%20pollution.>
10. <https://journal-buildingscities.org/articles/10.5334/bc.108#B43>
11. <https://www.atsdr.cdc.gov/hac/landfill/html/ch3.html>
12. <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/19/14241#B63-sustainability-15-14241>
13. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9602863/>
14. <https://www.dovepress.com/risk-perceptions-and-experiences-of-residents-living-nearby-municipal--peer-reviewed-fulltext-article-RMHP>
15. <https://www.imedpub.com/articles/a-systematic-review-of-the-environmental-and-health-impact-of-fires-at-landfills.php?aid=48522>
16. <https://www.atsdr.cdc.gov/HAC/landfill/html/ch3a.html>