



Çöp Depolama Alanı Yangınları, Ateş Üçgeni, Yüzeysel ve Yeraltı Yangını



Tarih: 11 Ekim 2024

İçindekiler Tablosu

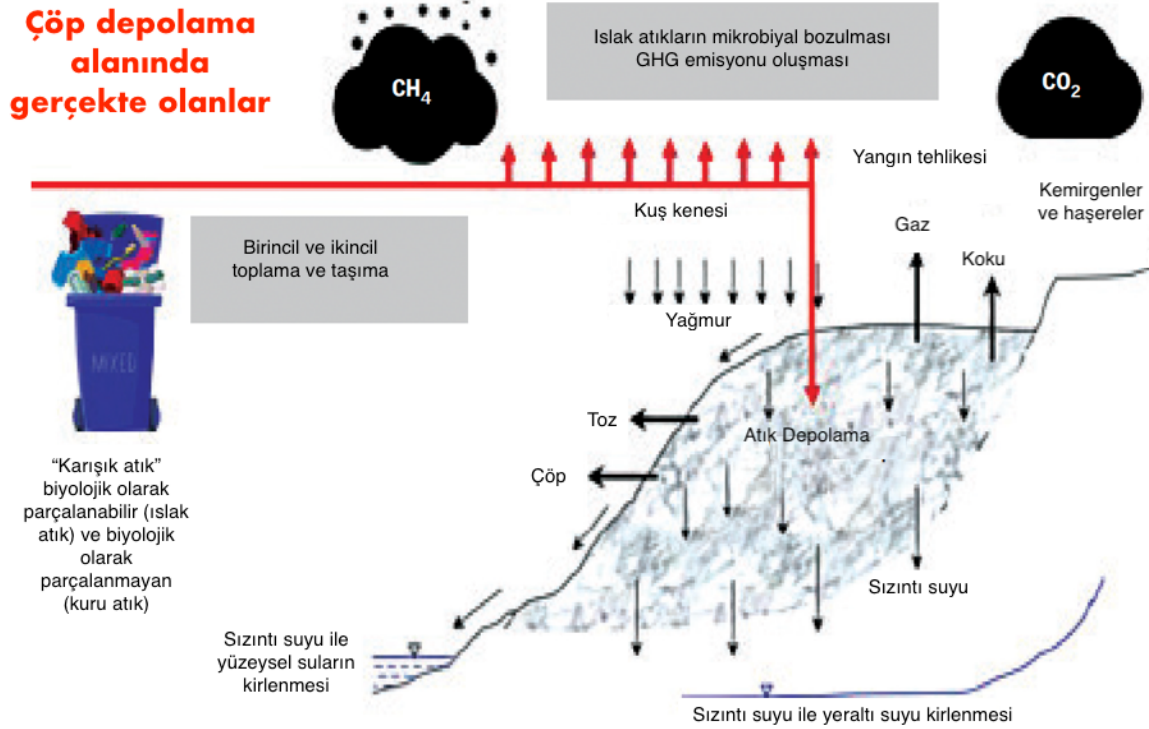
1. Giriş	3
2. Yüzeysel Yangınlar	9
2.1. Yüzeysel Yangını Söndürme	11
3. Yeraltı Yangınları	13
3.1. Yeraltı Yangınlarını Söndürme	19
Şekil 1-1. Çöp Depolama Alanında Gerçekte Ne Oluyor	3
Şekil 1-2. Çöp Depolama Alanında Üç Bileşen Yangını Başlatır.	4
Şekil 1-3. Çöp Depolama Alanlarında Aylara Göre Yangın Oluşması	6
Şekil 2-1. Çöp Depolama Alanında Sigara İçmek Yasak.....	10
Şekil 2-2. Çöp depolama Sahasında Kurumuş Otlar ve Biçme İşlemi	11
Şekil 3-1. Yeraltı Yangınında Duman Çıkması	15
Şekil 3-2. Yüzeyde Su Birikintileri Ve Yüzey Çatlakları, LFG Emisyonu Ve Oksijenli Yağmur Suyunun Yeraltına Sızması	21
Şekil 3-3. Yeraltı Yangınında Kazı İşlemi	22
Şekil 3-4. Düzenli Çöp Depolama Alanı	23
Tablo 1.1. 2015 yılında Çeşitli Ülkelerde Meydana Gelen Atık Sektörü Kaynaklı Yangınlar	7
Tablo 3.1. Bir Depolama Sahasındaki Yangın Oluşumunun CO Konsantrasyonuna Göre Değerlendirilmesine Yönelik Ampirik Ölçek	19



1. Giriş

Çöp depolama alanları, antropojenik metan gazının önemli katkılarıdır. Metanın (CH₄) küresel ısınma potansiyeli, karbon dioksitinkinden 25 kat daha yüksektir.

Çöp depolama sahaları, petrol ve gaz sistemleri ile tarımdan sonra küresel olarak metan emisyonlarının üçüncü büyük kaynağıdır. 2016 yılında dünya çapında çöp sahası atık yönetimi sırasında tahmini 1,6 milyar ton CO₂'e emisyonu meydana gelmiştir.



Şekil 1-1.Çöp Depolama Alanında Gerçekte Ne Oluyor

Çöp depolama sahasındaki atıkların biyolojik ve kimyasal ayrışma süreci, ısının salınmasına ve depolama sahası yapısının doğal sıcaklığının artmasına neden olur.

Çöp depolama alanlarında biyo-bozulur organik atıkların anaerobik şartlarda bozulması sonucu metan gazı ve karbondioksit oluşur. Metan yanıcı ve patlayıcı bir gazdır.

Organik atıkların ayrışması hastalık taşıyan vektörleri çeker ve bulaşıcı hastalık riskini artırır.

Atık kütlesi ısıyı ürettiğinden daha hızlı dağıtamazsa, kendiliğinden yanma meydana gelebilir.

Depolama sahaları ayrıca atmosferdeki sera gazlarının (GHG) önemli bir kaynağıdır.

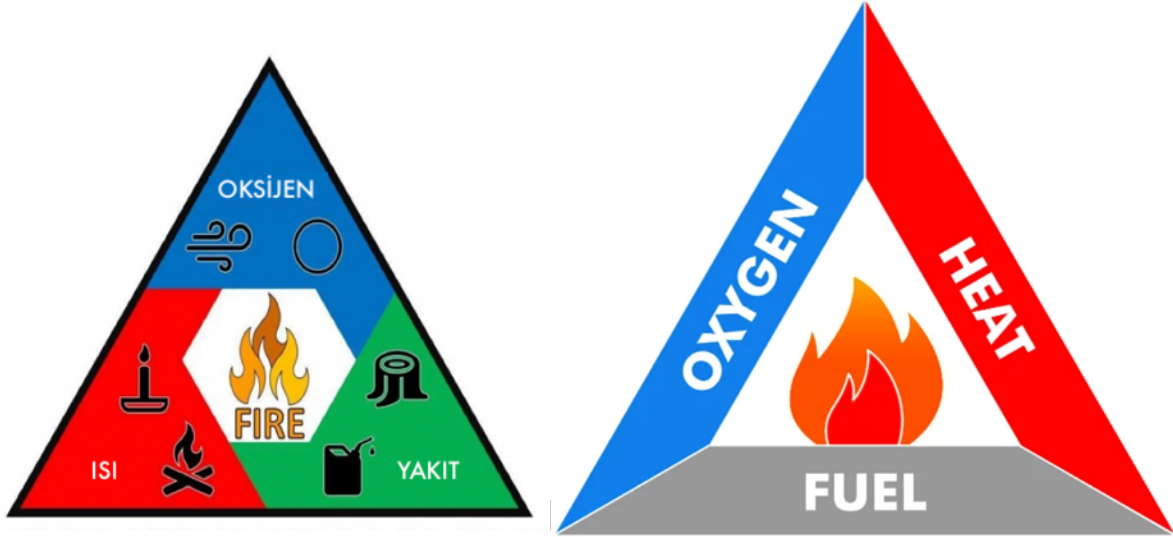
Isı, oksijen ve yakıt: Bir ateşi tutuşturan temel üçlü, sadece bu üç bileşen yangını başlatabilir. Yangın bir zincirleme reaksiyondur.

Yangın bir zincirleme reaksiyondur. Yakıt, oksijen ve ısı yanmayı oluşturmak için etkileşime girdiği sürece reaksiyon bir döngü halinde devam eder. Yanmayı durdurmak için yangın üçgeninin bileşenlerinden biri çıkarılmalıdır.



Çöp Depolama Alanı Yangınları, Ateş Üçgeni, Yüzeysel ve Yeraltı Yangını

Yakıt (yanıcı madde (plastik, kağıt, karton, gazete, gibi ambalaj atıkları), ahşap, ağaç yaprakları, araç lastikleri, metan gazı, tekstil atıkları, lityum iyon pilleri, yağlı bezler, boyalar, temizlik kimyasalları, benzin ve benzerleri gibi kolay tutuşanlar), oksijen ve ısı yanmayı oluşturmak için etkileşime girdiği sürece reaksiyon bir döngü halinde devam eder. Lastikler, ahşaplar, tekstil atıkları, boyalar, temizlik kimyasalları, lityum iyon pilleri, yağlı bezler ve atık yağ gibi atıklar kesinlikle çöp depolama alanına kabul edilmemeli ve tesis girişlerinde bu tür atıklar kontrol edilmeli. Doğrudan çöp depolama alanına veya transfer istasyonlarına atıkları getirenler bu konuda uyarılmalıdır.



Şekil 1-2. Çöp Depolama Alanında Üç Bileşen Yangını Başlatır.

Bazıları bir çöplükte çıkan ani yangının atıkları yok ettiğini ve değerli hiçbir şeyin kaybolmadığını düşünür. Ancak bu gerçeklerden çok uzaktır.

Çöp kutusuna atılmaması ve çöp depolama alanlarına dökülmemesi gereken atıklar;

- Floresan lambalar ve tüpler.
- Tüm piller (düğme piller dahil tüm piller ve lityum iyon piller).
- Solvent bazlı (yağlı) boyalar ve reaktif ve patlayıcı maddeler dahil yanıcı ve zehirli maddeler.
- Asitler, oksitleyiciler ve bazlar, bazı havuz kimyasalları ve temizleyicileri de dahil.
- Pestisitler ve herbisitler.
- Lateks boya.
- Yağ bazlı boya.
- Boş olmayan aerosol boya veya solvent kutuları
- Çözücüler arasında boya inceltici, oje çıkarıcı vb. maddeler.
- Antifriz.



Çöp Depolama Alanı Yangınları, Ateş Üçgeni, Yüzeysel ve Yeraltı Yangını

- Motor yağı ve filtreleri.
- Asbest.
- Basıncılı gaz tüpleri.
- Böcek ve mantar çürümesinden korumak için kimyasal koruyucularla işlenmiş ahşap.
- Poliklorlu bifenil içeren malzemeler arasında eski macun, boya, yapıştırıcılar, plastikler, floresan aydınlatma balastları, transformatörler ve kapasitörler.
- Fotoğraf atığı (gümüş kaplamalı).
- Boya gibi ürünler için itici gaz olarak bütan gibi tehlikeli maddeler içeren boş olmayan aerosol kutuları.

Evde Bulunan Cıva İçeren Atıkları;

- Cıva katkılı termostatlar
- Cıvalı termometreler
- Cıva eklenmiş yenilikler veya oyuncaklar
- Eski barometreler
- Eski tansiyon aletleri
- Cıva anahtarları, röleler ve diyostatlar
- Diş amalgamları (yani diş dolguları)
- Kozmetikler

Çöp kutusuna atılmaz.

Çöplük yangınları özellikle ölümcül olabilir, hayatları tehlikeye atabilir ve çevreye ciddi zarar verebilir. Bu zararların bazıları kalıcı olabilir.

Çöp depolama alanı yangınları sorunu her yıl dünya çapında daha yaygın ve tehlikeli bir olgu haline gelmektedir.

Yeraltı yangınları yavaş yavaş haftalarca veya aylarca için için yanarak atmosfere zararlı gazlar salabilirler.

2002 yılından önceki verilerine göre ABD ve Kanada'da her yıl 8300'den fazla ve İngiltere ise yılda yaklaşık 280 ila 300 arasında çöp depolama sahası yangını meydana gelmiştir. ABD'de 2004'ten 2010'a kadar her yıl yaklaşık 839 adet birbirine benzemeyen yangın meydana gelmiştir.

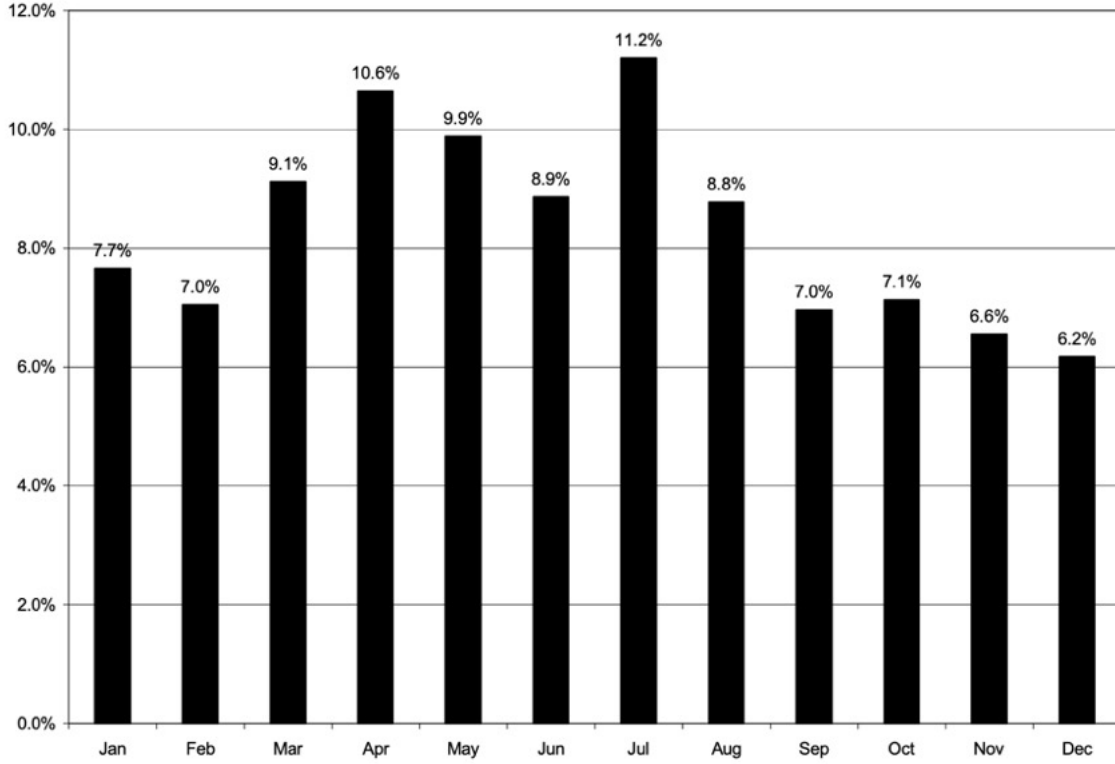
2024 yılı verilerine göre ABD'de 1.900 çöp depolama alanı işletiliyor ve yılda 3700 yangın çıkıyor. Bun yangınlara şantiye ve yıkım molozu depolama alanı yangınları dâhidir.

2004 yılında İngiltere'de çöp depolama alanlarında 57 yangın bildirilmiştir.



Çöp Depolama Alanı Yangınları, Ateş Üçgeni, Yüzeysel ve Yeraltı Yangını

Çöp depolama alanlarında yangınlar en çok Mart ile Ağustos ayları arasında, yani yaz aylarında, meydana gelmekte ve birçok yerde sıcaklıkların en yüksek olduğu Temmuz ayında zirveye ulaşmaktadır.



Şekil 1-3. Çöp Depolama Alanlarında Aylara Göre Yangın Oluşması

Mart ile Ağustos ayları arasında çöp depolama alanında çalışan personelin ekstra dikkatli olması ve çöp depolama sahasından kötü bir koku gelmesi durumunda hemen alarm vermesi gerekir.

Çöp depolama alanı içinde yanıcı atıkların ortama oksijen sızması ile kendi kendine tutuşması sonucu oluşur. Bu da depolama sahası sıcaklığında belirgin bir artışa neden olur. Dahası, depolama sahasında sıkışmış CH₄ ceplerinin varlığı bu yangınları körükleyebilir ve depolama sahasında yayılmalarını yoğunlaştırabilir.

Çöp depolama alanlarında lityum iyon pil atığı nedeniyle yangın vakası 3 kat artmıştır.

Atıkların kontrolsüz dökülmesi, tekniğine uygun depolamaması, kontrol ve izleme yapılmaması çöp depolama alanlarında yüzeysel ve yeraltı yangınları tetikler.



Tablo 1.1. 2015 yılında Çeşitli Ülkelerde Meydana Gelen Atık Sektörü Kaynaklı Yangınlar

Ülkeler	Yangın Sayısı
Bulgaristan	6.348
Hırvatistan	2.279
Çek Cumhuriyeti	5.266
Estonya	1.722
Finlandiya	730
Macaristan	1.168
Litvanya	1.473
Letonya	2.614
Polonya	24.203
Romanya	2.554
Slovenya	531
İsveç	2.305
Ukrayna	163.000
Toplam	214.193

Türkiye’de her yıl yüzlerce çöp depolama alanında yangın çıkmaktadır.

Çöp depolama alanında düzenli bakım yapılırsa yangın çıkma ihtimali minimumdur. Bu yüzden yangın oluşmasını önlemek için;

- Çöp depolama alanına gelen yanıcı ve parlayıcı atıklar ayrıştırılmalı ve uzaklaştırılmalı.
- Depolama sonrasında, oksijenin (havanın) çöp depolama sahası içeri girmesini önlemek için çöp sahası günlük olarak toprak ile örtülmeli.
- Metan ceplerinin oluşmasını önlemek için atıkları düzenli olarak sıkıştırılmalı (*Depolama alanına taşınan atıkların yoğunluğu 0,35 ton/m³ ile 0,40 ton/m³ arasında değişir. Çöp depolama alanında atık tekniğine uygun şekilde sıkıştırıldığında yoğunluğu 0,70 ton/m³ ila 0,85 ton/m³'e getirilir. Böylece çöp içinde hava (oksijen) ve yağmur suyunun sızması önlenir ve birim hacimde daha fazla atık depolanır*).
- Aktif gaz toplama sistemindeki deponi gazları enerjiye dönüştürülmeli. Deponi gazı enerjiye dönüştürecek yeterli miktarda değilse pasif gaz toplama sistemi mutlaka yapılmalıdır.
- Yangının yayılma olasılığını yavaşlatmak için çöp sahasının çevresine "yangın bariyerleri" yerleştirilmeli.
- Çöp depolama sahası sahipleri/işletmenleri söndürme teknolojisine yatırım yapmalıdır.

Çöp depolama alanında yangınların çoğu, yanıcı maddenin (yakıtın) ve oksijenin bol olduğu yüzeyde meydana gelir. Yüzeysel yangında alevlerin derinliği yüzeyden 120 cm derinliğe kadardır. Yeraltı yangınlarında ise 12 metre aşağıya kadar uzanabilir ve yer altında yavaş yavaş için için yanma olur.



Çöp Depolama Alanı Yangınları, Ateş Üçgeni, Yüzeysel ve Yeraltı Yangını

Çöp depolama sahasında atık yangını iki şekilde meydana gelir: yüzeysel ve yeraltı. Sıkıştırılmamış çöp veya gömülü atık malzemeler yüzeysel yangına neden olurken, yeraltı yangını, biyolojik ve kimyasal ısı üretimi nedeniyle depolama sahasının içinde meydana gelir.

Çöp depolama alanlarında yanlış işletmesinden dolayı yangın meydana gelir.

Çöp depolama yangını söndürmesinde çalışan itfaiye erleri mutlaka aktif karbonlu maske kullanılmalıdır. Çöp depolama alanı yangınına söndürmede çalışan itfaiye erleri kirlenmeden en az etkilenmeleri için hakim rüzgar yönüne dikkat etmelidir.

Belirli atık bertaraf protokollerinin izlenmesi ve sürdürülebilir modern depolama alanlarının tasarlanmasıyla bu yangınların önüne geçilebilir.

Çöp depolama alanlarında yangın çıktığında yakın çevrede yaşayan sakinler, hava kirliliğinden etkilenmemek için, pencereleri ve kapıları mutlaka kapatmalıdır.



2. Yüzeysel Yangınlar

Yüzeysel yangınlar, genellikle depolama sahası yüzeyinde inert günlük ve ara örtü yapılmadığı zaman meydana gelir.

Depolama sahalarında yangınların en genel tipleri, oksijenin ve yanıcı maddenin bol olduğu yüzeylerde veya yüzeylere yakın bölgelerde meydana gelir. Yüzeysel yangınlar, genellikle 30 cm ile 120 cm derinlikteki aerobik ayrışma tabakasında, çöp sahasının yüzeyinde veya yakınında bulunan, yakın zamanda gömülmüş ama sıkıştırılmamış çöpleri içerisinde meydana gelir.

Bu yangınlar, çöp depolama sahasının her tarafına yayılmasına neden olabilen deponi (metan) gazı tarafından yoğunlaştırılabilir.

Yüzeysel yangınlar, iyi planlamaya aykırı olarak beklenmedik bir şekilde başlayabilir.

Günlük örtü, hava emisyonlarının depolama alanı içine sızmasını azaltmak, yangınları önlemek ve yüzey stabilitesini iyileştirmek için sıkıştırılmış çöp sahasının üstüne sıkıştırılmış toprak tabakası ile örtülmesini ifade eder. Atmosfer ile atık arasında bariyer görevi gören günlük toprak örtü olmadan, belirli atıklar tutuşabilir.

Toprak ile günlük örtü kalınlığı 15 cm ile 30 cm olmalıdır.

Killi ve kumlu toprak günlük örtü için pek işe yaramaz.

Yüzey yangını yıldırım gibi doğal sebeplerden de kaynaklanabilir. Çöp depolama alanlarındaki parçacıklar daha derinlere nüfus ederek yeraltı yangınlarına neden olabilir.

Yüzeysel yangınlar, nispeten düşük sıcaklıklarda oluşur ve yoğun beyaz duman ve eksik yanma ürünleri emisyonu ile karakterize edilir. Duman, organik asitler ve diğer bileşikler gibi tahriş edici maddeler içerir. Yüzeysel yangınlar, lastik veya plastik gibi malzemeler yakıldığında, yanma bölgesindeki sıcaklık oldukça yüksek olabilir. Daha yüksek sıcaklıktaki yangınlar, yoğun siyah duman yayan uçucu bileşiklerin parçalanmasına neden olabilir. Yüzeysel yangınlar, kazara ve kasıtlı olarak sınıflandırılır.

Kullanılmış lastiklerin kalorifik değeri yaklaşık yaklaşık 8500 kcal/kg)'dır.

Kundaklama, ABD'de ciddi bir sorundur; bu nedenle, atık depolama alanlarının kötü niyetli yangınlar için hedef olması şaşırtıcı değildir.

Yüzeysel yangınlar aşağıdaki nedenlerden biri veya birkaçı yüzünden oluşur:

- **Deponi gazı kontrolü veya havalandırma sistemleriyle ilişkili yangınlar.** Deponi gazı kontrol sistemleri kendi başlarına bir yangın tehlikesi oluşturabilir. Deponi gazı (çoğunlukla metan ve karbon dioksit)'den oluşur.
- **Tespit edilmeyen yanıcı atıkların çöp depolama sahasına dökülmesi.** Sıcak küllerin (örneğin, soba ve kalorifer kazanı külü gibi), sigara izmaritlerinin, lityum iyon pillerin ve



kimyasalların çöp depolama alanına dökülmesi ile kendiliğinden yüzeysel yangın çıkabilir.

- **Çöp sahası operatörleri veya kullanıcıların insan hatasından kaynaklanan yangınlar.** Çöp depolama sahası operatörleri ve çalışanları, çöp sahasında sigara içerek yangına neden olabilir ve bu da atıkları veya çöp depolama deponi gazını tutuşturabilir. Ayrıca, bazı tehlikeli maddeler karıştırıldığında tutuşabilecek reaktif atıkların çöp sahasına dökülmesinden oluşabilir.



Şekil 2-1. Çöp Depolama Alanında Sigara İçmek Yasak

- **İnşaat ve bakım/onarım çalışmaları sırasında çıkan yangınlar.** Çöp depolama alanlarında inşaat ve bakım/onarım çalışmaları sırasında çıkan yangınlar, depolama alanlarında kullanılan araçlardan (damperli kamyonlar, buldozerler, bekolar, ekskavatörler, kompaktörler vb.) çıkan kıvılcımlar da dahil olmak üzere yangınlar meydana gelebilir. İnşaat sahasında bakım onarım esnasında oluşacak kıvılcımlar sonucu yangınlar çıkabilir. Sondaj çalışması yapılırken çöp sahasına gömülü sert bir nesneye çarpılması halinde, metal boruları gömülü atık katmanlarından geçirirken yüzey yangını tutuşabilir. Sahada kaynak veya elektrikli ekipman kullanımı, özellikle yüksek konsantrasyonda metan gazının varlığı nedeniyle yangın tehlikesi oluşturabilir.
- **Çöp depolama sahasında atıkların kendiliğinden yanması.** Çöp depolama sahasında belirli atıkların karıştırılması kendiliğinden yanmaya neden olabilir. Küçük miktarlarda bile olsa, bazı kimyasallar birbirlerine maruz kaldıklarında tutuşabilir. Ayrıca, yağlı bezler gibi bazı malzemeler belirli koşullar altında kendiliğinden yanabilir.
- **Atık hacmini azaltmak için depolama sahası işletmecisi tarafından kullanılan kasıtlı yangınlar.** Depolama sahaları kuru park-bahçe atıkları, çimen, yapraklar ve dallar gibi çöpler içerir. Bazen bu atıklar atık hacmini azaltmak, işletme maliyetlerini düşürmek ve bir depolama sahasının işletme ömrünü uzatmak için kasıtlı olarak yakılır. Kontrol edilmediğinde, bu kasıtlı yangınlar daha büyük yangınlara dönüşebilir, patlamalara neden olabilir veya yakılan kül ve kalıntılardan tehlikeli ürünler oluşturabilir.
- **Kurumuş otlar.** Çöp depolama sahasında ve çevresinde kurumuş otlar yangına neden olur.



Şekil 2-2. Çöp depolama Sahasında Kurumuş Otlar ve Bıçme İşlemi

- **Sıcak havalar koşulları.** Sıcak havalar yüzeydeki yanıcı atıkların kurumasını hızlandırır ve yanıcı hale gelmesini sağlar.
- **Kötü niyetle çıkarılan kasıtlı kundaklama yangınları.** Yangınlar kundaklama, kendiliğinden yanma veya yere düşen bir sigarayla da başlayabilir. Kundaklama, Amerika Birleşik Devletleri'nde ciddi bir sorundur; bu nedenle, çöplüklerin kötü niyetli yangınlar için hedef olması şaşırtıcı değildir.
- **Cam kırıkları.** Atık üzerindeki cam kırıklarının güneşli ve nemsiz havalarda mercekk görevi görmesi yüzünden yangın çıkarabilir.
- **Aşırı deponi gazı emişi.** Deponi gazı toplama sistemi bacalarından deponi gazının aşırı emilmesi ve ortama oksijenli havanın girmesi durumunda yüzey yangını oluşabilir.

Diğer yandan çöp depolama alanlarına, mangal kömürü veya diğer küller gibi tesis sıcak şeyler ve cam kırıkları kabul edilirse, dökülürse veya çöp gazı toplama sistemi aşırı doldurursa, yüzey yangını oluşabilir.

Yüzey yangınları çöp depolama alanında hakim rüzgar yönünde yayılabilir ve bu da kontrol altına alınmasını neredeyse imkansız hale getirir. Yüzey yangınları çoğunlukla maruziyete bağlı olarak çöp depolama alanı üst yüzeyinde veya yamaçlarında meydana gelir.

2.1. Yüzeysel Yangını Söndürme

- Yangın söndürme eylem planı hazırlanmalı.
- Yangın çıktığı anda daha fazla hasara yol açmaması ve dağılmaması için hemen söndürülmesi gerekir. Söndürme işleminde toprak gibi yanıcı olmayan malzemeler kullanılabilir.
- Yangın söndürmek için karbon dioksit köpüğü veya sıvı azot kullanılabilir.
- Yangın söndürmeden su kullanılabilir ve bu yüzden depolama alanında yeterli miktarda su rezervuarı hazır olmalı. Söndürmede aşırı su kullanmaktan kaçınmak gerekir. Aşırı su kullanımı sızıntı suyunun artması anlamına gelir.



Çöp Depolama Alanı Yangınları, Ateş Üçgeni, Yüzeysel ve Yeraltı Yangını

- Su sisi şeklinde su uygulaması büyük miktarda ısıyı çekecek ve yangın için oksijenin bulunmasını engelleyecektir.
- Köpük, depolama sahası yangın söndürmede önemli bir husustur. İki temel yangın söndürme köpüğü türü vardır. Çöp depolama alanı yangınları için A tipi köpük uygundur. Suyun yüzey gerilimini üçte bir oranında düşüren bu tip köpükler, söndürücünün yakıt içine işleme etkisini arttırmaktadır. Dikey yüzeylere uzun süre tutunabilen bu köpükler %0,1- %1'lik uygulama oranıyla köpük deposu boyutlarını asgariye indirmektedir.
- A sınıfı köpük, hidrokarbon yüzey aktif maddelerinin özel bir formülüdür. Bu yüzey aktif maddeler, suyun yüzey gerilimini azaltarak daha iyi su penetrasyonu ve artan etkinlik sağlar. Sınıf A köpük havalandırıldığında yakıtları kaplar ve yalıtır, tutuşmasını önler. Sınıf B köpük, yanıcı ve tutuşabilir sıvıları içeren yangınları söndürmek için kullanılır.
- Yangınla mücadele ekipmanı ve ağır ekipman hemen alana ulaşabilmeli.
- Yanıcı ve parlayıcı atıkların ortamdaki uzaklaştırılması gerekir.
- Çöp depolama alanında ve çevresinde otlar kurumadan kesilip uzaklaştırılması gerekir.
- Çöp depolama alanı yakınında kesinlikle anız yakılmasına müsaade edilmemeli.
- Yanan atıklar güvenli bir yere taşımak için ağır iş makinelerinin kullanılması, yangını söndürmek için yeterli toprak kullanılması, söndürme maddelerinin ve yangınla mücadele tekniklerinin kullanılması, yapılabilecek eylemlere sadece birkaç örnektir.
- Yangın söndürme ile ilgili hiçbir şey yapılmadığı takdirde yüzey çöplerinin yanması önemli miktarda zehirli ve tehlikeli duman üretir ve çevreye yayılır.

İstatistiksel verilere göre, çöp depolama sahasındaki yangınları söndürmenin en yaygın yöntemleri;

- Kazı (%40),
- Toprak örtme (%29),
- Su ekleme (%17),
- Köpükle söndürme (%11),
- İnert gaz enjeksiyon (%3).

İngiltere'de onlarca çöp depolama sahası yangını analizinde yangınların yaklaşık %57'sinin yeraltında, %13'ünün ise yüzeysel olduğu tespit edildi. Diğer %27'si ise havai fişek şenlik ateşleri, kundaklama şüphesi veya benzeri nedenlerden kaynaklandı.



3. Yeraltı Yangınları

Yeraltı yangınları kabul edilen anlamda 'yanmaz'. Bu yangınlar, termal reaksiyonun oksijensiz veya eksik oksijenli bir ortamda gerçekleştiği piroliz olarak bilinen bir yanma biçimidir. Yanan atıklar çok yavaş ve düşük sıcaklıkta tüketilir. Yeraltında atıklar ısıtıldıkça bazı kimyasallar buharlaşmaya başlar (uçucu maddeleri, bir mumun söndürüldüğü anda verdiği buhar olarak hayal edebilirsiniz). Uçucu maddeler ya eksik/kontROLSÜZ bir şekilde yanarak diğer türlere dönüşür, örneğin karbon monoksit, PVC'den dioksin, alçıpan levhadan hidrojen sülfür veya ilerleyen sıcaklık cephesinin önünde yatan soğuk atıkların yüzeyine yeniden birikir.

Çöp depolama sahasında atıkların yavaş, yavaş için için eksik yanması depolama sahası içindeki katı atık yakıtının yüzeyinde gerçekleşir ve bu yüzeyde sıcaklık 100 ile 120 °C arasında değişir.

İçin için yanma, atıkların depolama sahasının yüzey altında çok düşük oksijen konsantrasyonunda, yani hacim-hacim oranında (v/v) <3'lük bir oranda dahi kısmen (eksik) yanma şeklinde gerçekleşir.

Yüksek sıcaklık şartları dönemlerinde, depolama gazı hızla değişir, deponi gazı toplama ve kontrol sisteminde (GCCS) CH₄/CO₂ oranı <1 altına düşmesi (CH₄/CO₂) için güvenli aralık: >1), denge/O₂ oranı <8:1 ulaştığında aşırı vakum uygulandığını, ekzotermik bir reaksiyonun H₂ ürettiğini ve yeraltı yangınına dikkat edilmeli.

Çöp depolama alanında O₂>%5'ten fazla veya N₂'nin %20'nin üzerinde olması çöp depolama gazı toplama ve kontrol sistemi (GCCS) üzerine aşırı vakum uygulandığını, çöp depolama alanı içine hava sızdığını ve sıcak nokta oluşma ihtimalini gösterir.

Amerika Birleşik Devletleri Depolama Alanı Rehberi (EPA 1999) > %5 oksijen, depolama alanına hava sızmasını ve sıcak nokta geliştirme olasılığını gösterir.

Birçok çalışma, çöp depolama alanı içinde kendiliğinden tutuşan yangının, oksijenin anaerobik çöplüklere verilmesinden (aşırı deponi gazı emilmesinden) sonra aerobik süreçlerden kaynaklanan ısıdan kaynaklandığını gözlemlemiştir.

Çöp depolama alanı içinde O₂/CH₄ oranı 3:1'e ulaştığında CH₄ tamamen aerobik oksidasyona uğrar (yani metan yanar). Bu oran azaldığında anoksik CH₄ oksidasyonu kademeli olarak baskın hale gelir. O₂'nin CH₄ oksidasyonu için sınırlayıcı bir faktör olduğu, ancak CH₄ oksidasyon oranının O₂'den ziyade CH₄'e daha duyarlı olduğu hipotezini doğrulamaktadır.

Çöp depolama alanında sıkışmış CH₄ ceplerinin varlığı yüzeysel ve yeraltı yangınları körükleyebilir ve depolama alanında yayılmalarını yoğunlaştırabilir.

Çöp depolama alanındaki yeraltı yangınları, çöplük yüzeyinin çok altında meydana gelir ve aylar veya yıllar önce depolanmış atıklar içerir.

Yeraltı yangınları ayrıca çöp depolama alanında büyük boşluklar oluşturma potansiyeline sahiptir ve bu da çöp depolama alanı yüzeyinde çökmelere ve zeminin dengesizleşmesine neden olur. Ayrıca, yanıcı ve zehirli gazlar (karbon monoksit gibi) üretilir ve sızıntı suyu tutma astarlarına ve çöplük gazı toplama sistemlerine zarar verebilirler.



Çöp Depolama Alanı Yangınları, Ateş Üçgeni, Yüzeysel ve Yeraltı Yangını

Çöp depolama sahası içinde anaerobik biyolojik indirgeme süreçleri sonucu CO (karbon monoksit) oluşmaz (temel konsantrasyon $<6 \text{ mg/m}^3$).

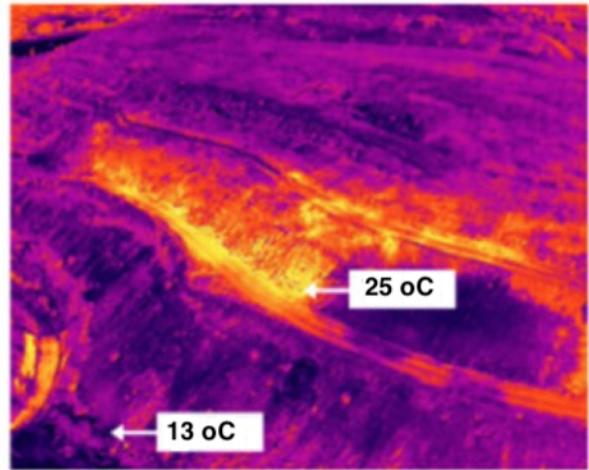
CO konsantrasyonu eksik yanma sonucu meydana gelir.

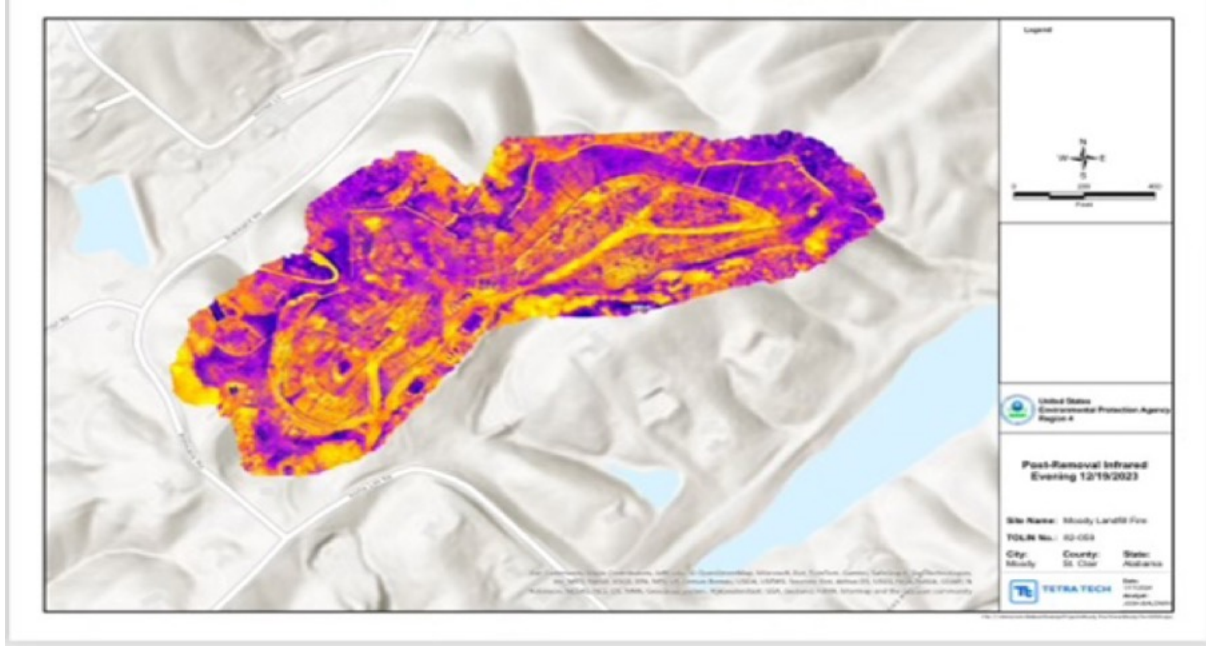
CO, esas itibariyle eksik yanma süreci ile oluştuğundan çöp depolama sahasında depo gazı içerisindeki CO artışı çöp sahası varlığında bir yangın yeri bulunduğuna dair bir işarettir.

Yeraltı yangınlarının görünür alev veya büyük miktarda duman olmadan yavaş yanma olasılığı daha yüksektir ve organik atığın hızlı oksidasyonu ile karakterize edilir.

Çöp depolama alanından keskin koku yayılıyor ve duman çıkıyorsa, depolama alanı yüzeyinde çökmeler gözlemleniyorsa ve gaz toplama sistemi ile aşırı gaz çekimi yapılıyorsa yeraltı yangını çıkmış olabilir.

Duman varsa, yangın olabilir.





Şekil 3-1. Yeraltı Yangınında Duman Çıkması

Çöp depolama alanında yeraltı yangınlarının en yaygın nedeni, oksijen içeriğindeki artışın neden olduğu sıcak noktalardır ve bu da artan bakteri aktivitesi ve aerobik ayrışmaya yol açarak sıcaklıkların artmasına neden olur. Bu "sıcak noktalar" metan gazı cepleriyle temas edebilir ve yangına neden olabilir.

Yeraltı yangınları, yanıcı ve zehirli gazlar üretir, sızıntı suyu tutma astarlarına (membranlara) ve gaz toplama sistemlerine zarar verebilir.

HDPE/LLDPE membran üreticileri, 60°C ile 71°C arasında bir üst sıcaklık sınırı önermektedir. Bu sıcaklıkların kısa bir süre bile aşılması, membran antioksidanlarında tükenmeye ve hizmet ömründe önemli bir kayba neden olur. 60°C'de sıcaklıkta membranın hizmet ömrü yaklaşık 20 yıla düşer.

Yeraltı yangınları genellikle;

- Gaz toplama sisteminden deponi gazının aşırı emilmesinden,
- Kuyu contalarındaki arızalardan,
- Kapak dikişlerinin çökme veya zamanla bozulması nedeniyle ayrılmasından,
- Gaz kuyularında veya hendeklerde meydana gelen yanılmalardan,
- Toprak örtülerinde kuruma ve örtü malzemesinin genel olarak nüfuz etmesi sonucu çatlaklar oluşmasından,
- Çöp depolama alanında atıkların yeterli orandan sıkıştırılmaması ve günlük toprak örtüsünün yapılmaması sonucu depolama alanı içine oksijenli yağmur suyu sızmasından,

Çöp Depolama Alanı Yangınları, Ateş Üçgeni, Yüzeysel ve Yeraltı Yangını

- Atmosfer basıncında meydana gelen düşüş sonucu, barometrik basıncın çok düşük olduğu durumlarda, çöp sahasının üst katmanlarına hava pompalanmasından,
- Depolama alanı yükseldikçe katı atıkları hücre alanına atık taşımada kullanılan yolların sık sık çökmesi, buralarda yağmur suyunun göllenmesi ile oksijenli yağmur suyunun yeraltına sızmasından,
- Çöp depolama alanı yol kenarlarının (şevlerin) yol ortasına göre yeterli oranda sıkıştırılmamasından (Bu kısımlar gevşek kalır. Buralardan depo gazı atmosfere kaçarken iç ortama hava girmeye çalışır),
- Depolama sahası içine yağmur suyu girdiği takdirde ekzotermik reaksiyon gösteren kimyasal maddeler nedeniyle kendiliğinden tutuşma (örneğin karpit bağları (fare zehri), kireç, demir atığı, çelik fabrikası atığı, ince dağılmış metal tozları (magnezyum ve alüminyum üretim atığı gibi)),
- Düşük tutuşma sıcaklığına sahip peroksitler oluşturmak üzere selüloz ve plastiklerin oksidasyonundan

meydana gelebilir.

Alüminyum hurdaları ve tozları atıkları, hidroksil iyonlarının varlığında su ile amfoterik olarak reaksiyona girecekleri ve hidrojen gazı oluşumuna yol açacakları için düzenli depolama sahalarına yangınlara yol açar.

Depolama sahasının içinde oluşan ısı doğru şekilde dağıtılmazsa, kendiliğinden depolama sahası yangını meydana gelir. Eysel katı atık depolama sahasının içinde ortaya çıkan sıcaklık artışı, atık bileşenlerinin anlık tutuşması için baskın bir faktördür.

Yeraltı yangınları yavaş yavaş için için yanma olayları yer seviyesinin altında gelişir ve jeolojik koşullar altında 31 metrenin ötesine kadar uzanabilir.

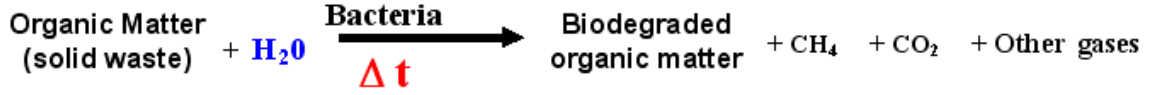
Gaz toplama kuyusu tepesinde yüksek sıcaklık ve is olması, gaz toplama sistemlerindeki yeraltı yangınlarının tespitinde kullanılır.

Bazen, yeraltı yanması/oksidasyonu bir çöküntü veya duman görünene kadar tespit edilemez. Normalde, yeraltı yangını kazılıp atmosfere maruz bırakılmadığı sürece bu tür yangınlarda gerçek bir alev asla görülemez.

Çöp depolama alanı içinde atıkların kendiliğinden eksik yanmada, atıkların kimyasal oksidasyon ve biyolojik ayrışma ile ortam ısınır. Ortaya çıkan ısı, atıkların tutuşma noktasına ulaşmasına neden olabilir. Eysel atıklar veya inşaat/odun atığı depolama tesislerinde bu tür hızlı oksidasyon, doğrudan dolguda bulunan nem oranıyla ilgilidir.

Organik maddede bulunan hem aerobik hem de anaerobik bakteriler, organik maddeyi biyolojik olarak parçalamak için suya (neme) ihtiyaç duyar. Aşağıdaki denklemde gösterildiği gibi, organik madde biyolojik olarak parçalandıkça, diğer bileşenlerle birlikte ısı üretilir.





Denklem Metni Açıklaması: Bakterilerin varlığında, organik madde (katı atık) ve su, artan ısı (delta t), anaerobik şartlarda metan (CH₄) gazı ve karbondioksit (CO₂) gazı ile diğer gazlar ve parçalanmış organik madde üretmek üzere reaksiyona girer.

Çöp depolama alanı içinde oluşan ısı, etkili bir şekilde dağıtılmazsa katı atık bileşenlerinin sıcaklığı tutuşma sıcaklığına ulaşır ve bu da çok yaygın ve öngörülemez olan depolama alanı yangınlarına neden olur.

Gaz toplama sistemleri ile yeraltı yangınları, gaz toplama kuyularındaki yüksek sıcaklık ve gaz toplama sistemindeki karbon monoksit tespit edilmesiyle tespit edilebilir.

Gaz toplama sistemi borusunda gaz sıcaklığı yüksekse (genellikle 140°F (60 °C) veya daha yüksek), ancak duman veya çöküntü görülüyorsa, yeraltı yangınının nerede olduğunu belirlemek zor olabilir. Çoğu operatör, yangının duman veya çöküntüler tarafından nerede olduğu açıkça belli olana kadar durum izlemesi yapmalıdır. Bu aşamada, bir çöp depolama alanında bir alt katman varsa hasarı önlemek için çok geç olabilir. Düzenleyici kurumlar, bir alt katman söz konusu olduğunda yeraltı yangınları konusunda çok endişelidir.

Yeraltı yangınları genellikle yalnızca depolama sahasının bir kısmından çıkan dumanla veya depolama gazındaki karbon monoksit (CO) varlığıyla tespit edilir. Bir yeraltı yangını durumunda, CO depolama sahasının yüzeyinin yakınında toksik seviyelerde bulunabilir. Genellikle bir yeraltı yangını şu şekilde doğrulanabilir. Yeraltı yangınları izleme şu şartlarda yangın belirtisi olarak görülür:

- Gaz toplama bacalarında gaz sıcaklığı artışı gözleniyorsa,
- Gaz toplama bacalarında duman görülüyorsa,
- Gaz toplama bacalarından ve depolama sahasından duman veya boğucu koku çıkıyorsa,
- Gaz toplama bacaları çevresinde genel olarak hızlı çökme ve çöküntüler gözleniyorsa,
- Gaz toplama bacaları içinde CO ve CO₂ konsantrasyonları yükseliyorsa,
- Gaz toplama bacalarında CO konsantrasyonu 1000 ppm'i aşıyorsa,
- Operatörler, çöp depolama alanında 3°C'den büyük hızlı bir artış (yani ΔT) oluyorsa,
- Ekstraksiyon sisteminde gaz sıcaklığında 61 oC'e veya 61 oC üzerine ani artışı görülüyorsa,
- Sıcaklıklar 170°F'in (77 oC) üzerinde ise,
- Gaz çıkarma sisteminden veya çöp sahasından çıkan duman ve yavaş yavaş için için eksik yanma kokusu alınıyorsa



Çöp Depolama Alanı Yangınları, Ateş Üçgeni, Yüzeysel ve Yeraltı Yangını

- Ekstraksiyon bacalarında ve/veya diğer gaz başlıklarında yanma bakiyeleri görülüyorsa,
- Gazı çıkarma kuyularında ve/veya kolektörlerde yanma kalıntısı varsa,

yeraltı yangını var demektir.

Depolama sahasındaki yaz aylarında sıcaklık, depolama sahasının içinde gerçekleşen çeşitli birleşik süreçler nedeniyle 60°C'ye ulaştığında evsel atığın tutuşma sıcaklığını belirlemek için kullanılmaktadır.

CO ölçümü yapılarak yeraltı yangınına doğrulamak için, sonuçlar niceliksel laboratuvar analizi yoluyla elde edilmelidir (taşınabilir monitörler kullanmak yapay olarak yüksek konsantrasyonlara neden olabilir).

ABD Kaliforniya'da;

- 1000 ppm ve üzerindeki CO seviyeleri aktif bir yeraltı depolama alanı yangınının pozitif göstergesi olarak kabul edilir.
- 100 ile 1.000 ppm arasındaki CO seviyeleri şüpheli olarak görülür ve daha fazla hava ve sıcaklık izlemesi gerektirir.
- 10 ile 100 ppm arasındaki seviyeler bir yangının göstergesi olabilir ancak aktif yanma mevcut değildir.

Karbon monoksit (CO), bir çöp sahası içinde yangını olmasa bile az miktarda bulunabilir.

Yeraltı yangınlarını tespit etmek için gaz toplama bacalarında CO ve CO₂ konsantrasyonu ve sıcaklık günlük olarak ölçülür, izlenir ve kaydedilir. Böylelikle de son derece düşük konsantrasyonlarda gizli bir yangın tespit edilebilmektedir.

CO konsantrasyonundaki bir değişiklik, yeraltı yangınlarının güvenilir bir göstergesi olarak kullanılabilir.

Depolanan atıkların homojen olmaması ve depolama sahası bakımına bağlı olarak, CO konsantrasyonunun azaltılması bir ila altı ay sürebilir. Tablo 1, depolama sahası gövdesinde yangın çıkma olasılığının nitel faktörü olarak alınan CO konsantrasyonlarını göstermektedir.



Tablo 3.1. Bir Depolama Sahasındaki Yangın Oluşumunun CO Konsantrasyonuna Göre Değerlendirilmesine Yönelik Ampirik Ölçek

Karbon Monoksit (CO) Konsantrasyonu (ppm)	Depolama Sahası İçinde Yangın Çıkma Olasılığı
0-25	Yangın yok.
25-100	Depolama sahası gövdesinde (içinde) yangın ihtimali. 50 ppm-100 ppm CO arasında sıcak bir noktanın olası varlığını gösterir ve gaz çıkarma sistemi, CO konsantrasyonu 20 ppm'nin altına düşürülene kadar azaltılabilir.
100-500	Depolama sahası gövdesinde (içinde) olası yavaş yavaş için için yangın. 250 ppm CO konsantrasyonunu bazı operatörler bu değeri daha fazla araştırma yapmak için bir gösterge olarak kullanırlar.
500-1000	Depolama sahası gövdesinde (içinde) yangın çıkmış olması muhtemel Genellikle sıcak noktanın varlığını gösterdiği düşünülür.
>1000	Depolama sahası gövdesinde (içinde) yangın var

Gözlemlenen dönemde depolama sahasında hiçbir yangın çıkmadığından, iki temel yangın faktörünün değerlerinin referans değerlerinden (depolama gazı sıcaklığı $>55^{\circ}\text{C}$ veya karbon monoksit konsantrasyonu ≥ 25 ppm daha yüksek olduğu durumların olmaması nedeniyle, yangın çıkma olasılığı bağımlı değişken olarak, değerlerin çıkış aralığına düştüğü diğer incelenen parametrelere dayanarak belirlenebilir.

Bu nedenle depolama alanı yüzeyinde CO konsantrasyonu 15 ila 20 mg/m^3 lük değerine ulaştığında yangın yeri araştırması yapılmalıdır.

Yüksek oranda lastik içeren çöp depolama sahası yangınları birkaç dakika içinde kontrol edilemez hale gelebilir ve söndürülmesi çok zordur. Çöp depolama sahasına lastik depolanması yasaklanmalı. Lastikler kontrolsüz yandığı zaman 100 yakın zararlı kirletici salınır.

Depolama alanında yeraltı yangınlarını takip etmek için CO, metan, oksijen ve sıcaklık sensörleri tesiste mutlaka olmalı, günlük olarak bu ölçümler yapılmalı ve ölçüm değerleri kaydedilmeli.

3.1. Yeraltı Yangınlarını Söndürme

- Yeraltı yangınlarını söndürmek genellikle yüzey yangınlarından daha zordur.
- **Çöp depolama alanlarında dik yan eğimler** iç ortama hava girişini tetikleyebilir. Eğimler dik olmamalı (Özellikle rüzgarlı, barometrik basınçlı ve sıcak havalarda hava sızması olabilir). Bu yüzden yan eğimler standartlara uygun yapılmalı. Özellikle yan eğimlerde sık sık atık kayması olur.

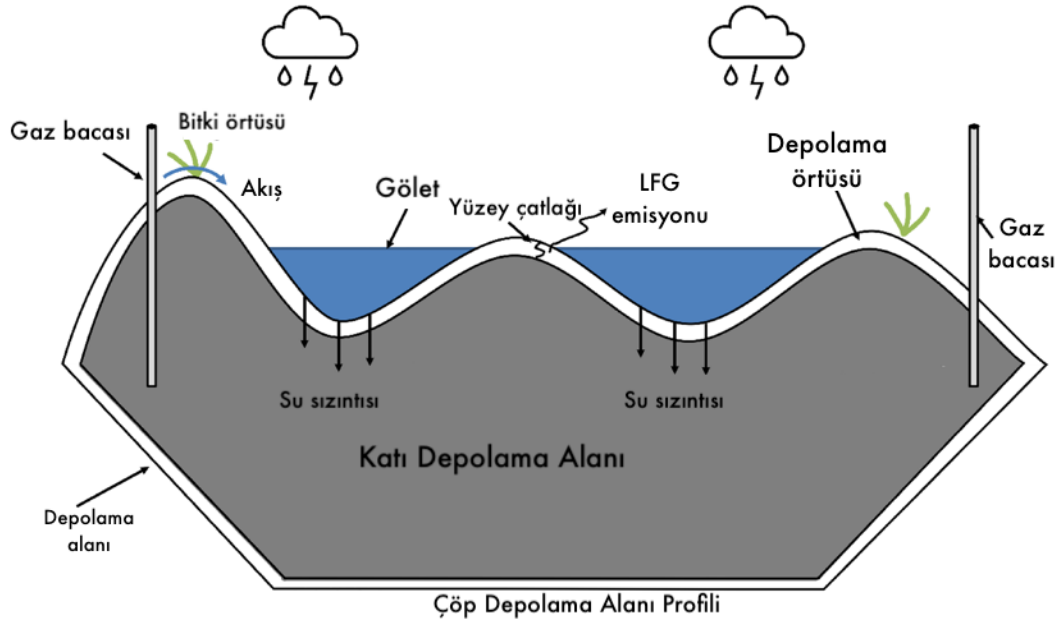


- **Yangın kontrolünde birinci hedef** yangının meydana geldiği alanı dikkatli bir şekilde kazmak, sıcak ve yanıcı atıkları ortamdaki en az 3 metre uzaklaştırmak, yanıcı olmayan malzeme (toprak ve benzer inert malzemeler) ile yanan yeri doldurmak, yanıcı olmayan malzemeyi %89 oranında sıkıştırmak ve böylece alt tabakaya havanın nüfus etmesi önlenir ve yanma hızı ve sıcaklığı düşürülür.
- **Kes ve doldur sistemi.** Yangın bölgesindeki yanan atıklar kaldırıldıktan sonra 2 ila 3 metre kalınlıkta toprakla ve inert atıklarla doldurularak yangın boğarak önlenebilir.
- **Kil örtü en az 46 cm olmalıdır**, ancak kil örtünün 61 cm olması ve kademeli bir temel katmanı üzerine yerleştirilmesi önerilir ve Kil örtü kalınlığı her 23 cm olduğunda sıkıştırma yapılmalıdır.
- Yeraltı yangınlarında, oksijen kaynağı elimine edilirse veya yeterli oranda sınırlandırılabilirse yangın boğularak söndürülebilir.
- Yangın söndürmede maksimum dane boyutu 7 cm veya daha küçük olan, 1×10^{-5} cm/sn geçirgenliğe sahip temiz, düşük geçirgenli toprak kullanılmalıdır.
- Örtü toprağı, ASTM D-1557 tarafından belirlenen maksimum kuru yoğunluğun en az %89'una kadar sıkıştırılmalıdır.
- Yeraltı yangın bölgesine buhar enjeksiyonu, sıvı karbon dioksit veya azot gibi inert gazlar (CO_2 ve azot gazları) enjekte edilerek hem oksijen ortamdaki uzaklaştırılarak hemde atık soğutularak (ısı kontrol edilerek) yangın söndürülmesi yapılabilir.
- Yeraltı yangınlarını söndürmek için eğer su kullanmak zorunlu ise suyun hızı $75 \text{ m}^3/\text{dakika}$ olmalıdır.
- Gaz toplama sistemlerinin işletilmesi, gaz toplama bacası tepesinde (aşırı gaz çekişini ve zorla hava girişini önleyerek) uygun akış hızı sağlanarak iyileştirilebilir.
- Çöp depolama sahasında yeraltı yangınları, tipik bir yangından farklı olarak, bir revizyon operasyonu yapılmadığı sürece suyla söndürülmesi zordur. Yeraltı yangınları, kömür yatağı yangınlarına ve turba yangınlarına benzerler. Oksijen giriş kontrolü, yangın söndürme ekibi tüm hava giriş yollarının etkili bir şekilde engellendiğinden emin olduğu sürece, yeraltı depolama sahası yangınlarını önlemek ve bunlarla mücadele etmek için en iyi yöntemdir. Depolama sahası gazının birikmesine izin vererek "yakıt söndürme", özellikle günlük toprak örtüsünün veya depolama sahalarındaki malzeme yerlerinin bakımıyla birlikte iyi sonuç verebilir. Ancak, çökme nedeniyle toprak örtüsünde çatlaklar oluşursa, bu oksijen bastırma yöntemi tehlikeye girebilir.
- Çöp depolama alanı içine hava sızıntısının nerede meydana geldiği, gelebileceği belirlenmeli ve hava sızıntısını en aza indirmek veya ortadan kaldırmak için adımlar atılmalıdır. Hava girişinin olduğu yer, yüzey altı ısıtma olayından etkilenen alandan biraz uzakta olabilir.



Çöp Depolama Alanı Yangınları, Ateş Üçgeni, Yüzeysel ve Yeraltı Yangını

- Deponi gazı çıkarma (emme) kuyusuna aşırı vakum uygulanmamalı.
- Havanın dökülen atık içine girmesini önlemek veya engellemek için kapak sistemine veya ara kapağa bir toprak veya FML ile günlük olarak örtülmeli.
- Çöp depolama alanlarına kesinlikle lastik kabul edilmemeli.
- Yangın söndürme işlemi tamamlandıktan sonra çöken alana oksijenli yağmur suyu göllenmeyecek ve çöp depolama alanı içine sızmayacak şekilde eğimli (orijinal) hale getirilmelidir.
- Çöp depolama alanı içine kesinlikle yağmur suyu girişine izin verilmemeli.



Şekil 3-2. Yüzeysel Su Birikintileri ve Yüzeysel Çatlakları, LFG Emisyonu ve Oksijenli Yağmur Suyunun Yeraltına Sızması İle Yangın Oluşur

Yeraltı yangınları, çöp sahası gövdelerinin bütünlüğüne zarar verir ve çöp kayma mukavemetini artırır. Bu da yamaç dengesizliğine veya ani yüzey çökmesine neden olur.

Çöp depolama alanlarında ve yamaçlarda çökmeler ya yeraltı yangını veya depolanan çöplerin iyi sıkıştırılmaması sonucu oluşur.

Bu teknik, etkilenen atıkların çıkarılmasını, yanan veya için için yanan tüm atıkların söndürülmesini ve atık ve sıcak nokta alanının soğutulmasını içerir. Genellikle bu, atık kütlelerinin kazılması, atıkların ince katmanlar halinde yayılması veya yerleştirilmesi ve ardından iyice ıslatılmasıyla yapılır. Daha sonra atık, tüm için için yananların söndürüldüğünden ve yeniden doldurulmadan önce sıcaklığının kabul edilebilir seviyelere düştüğünden emin olmak için incelenmelidir. Alandaki araçların alt kısmından yanıcı malzemelerin çıkarılması önemlidir.

Diğer iyileştirme tekniklerinde olduğu gibi, başarılı bir iyileştirme için sıcak noktanın yerini bilmek gerekir. Ancak, kazı, sıcak noktanın yerinin araştırılmasının bir parçası olarak kullanılabilir. Bu, şüpheli çekirdeğin sığ sondajlar veya termal görüntüleme ile bulunduğu



Çöp Depolama Alanı Yangınları, Ateş Üçgeni, Yüzeysel ve Yeraltı Yangını

birkaç sahada başarılı olduğu kanıtlanmıştır. Daha sonra, şüpheli sıcak noktanın kenarından merkeze doğru çalışılarak bir dizi kayma hendeğinde kazı yapılmıştır. Bu yaklaşım, atığın kazıdan önce ıslatılmasını ve çalışmalar devam ederken gaz izlemesinin yapılmasını sağlamıştır.

Sıcak noktaların kazılması sırasında kullanılan diğer stratejiler arasında, iş sıcak alana yaklaşırken kazı hendeğini suyla doldurmak yer alır. Bu, sıcak nokta açığa çıkmadan önce onu soğutmaya başlar. Sıcak atık kaldırıldıktan sonra hızla yayılmalı ve söndürülmelidir. Atık açığa çıktıkça çalışma ekibinin maruziyetini en aza indirmek için rüzgârın yönü önceden dikkate alınmalıdır.

Kazı, sıg sıcak noktalar için nispeten başarılıdır, ancak derinlikle birlikte giderek daha zor hale gelir. Yöntemin en büyük dezavantajı, sıcak noktanın havaya maruz kalmasıdır. Bu, aksi takdirde sıcak veya için için yanan atıkların alev almasına neden olma eğilimindedir. Diğer önemli dezavantaj, depolama gazı ve yanma ürünlerinin atmosfere kontrolsüz bir şekilde emisyonudur. Kokulardan kaynaklanan potansiyel saha dışı riske ek olarak, sıcak atık kazısında yer alan saha çalışanları için önemli sağlık ve güvenlik riskleri vardır. Yanıcı maddeler herhangi bir ekipmandan çıkarılmalı ve çalışma başlamadan önce yeterli su temin edilmelidir.



Şekil 3-3. Yeraltı Yangınında Kazı İşlemi

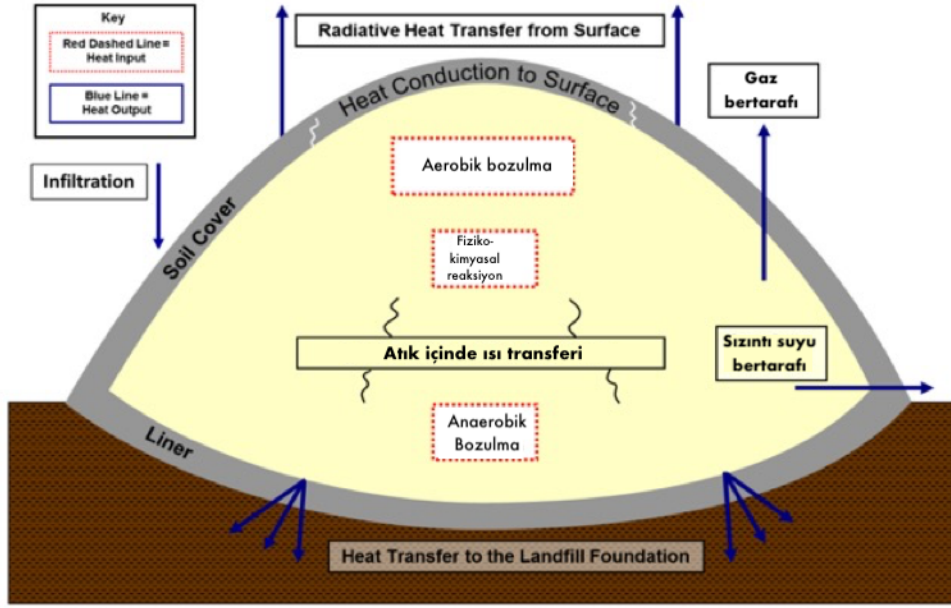
Başarılı kazının avantajları, sıcak noktanın bulunabilmesi, atığın soğutulması ve sıcak noktanın açıkça söndürülebilmesidir. Diğer daha az müdahaleci yöntemler, iyileştirmenin etkinliğini belirlemek için izlemeye güvenir.

Son söz;



Bu çalışma Prof. Dr. Mustafa Öztürk tarafından hazırlanmıştır

Yangın söndürme esnasında deponi gazı emme sistemi geçici olarak kapatılmalı.



Şekil 3-4. Düzenli Çöp Depolama Alanı ve Gerçekleşen Reaksiyonlar

Çöp depolama alanları tekniğine uygun kapatılmazsa çöp depolama işlemine son verilse dahi yeraltı yangını 30 ila 40 yıl için için yanma devam eder.

Yeraltı yangınlarının termal kamera ile tespit ile ilgili ayrı çalışma yapılacaktır.

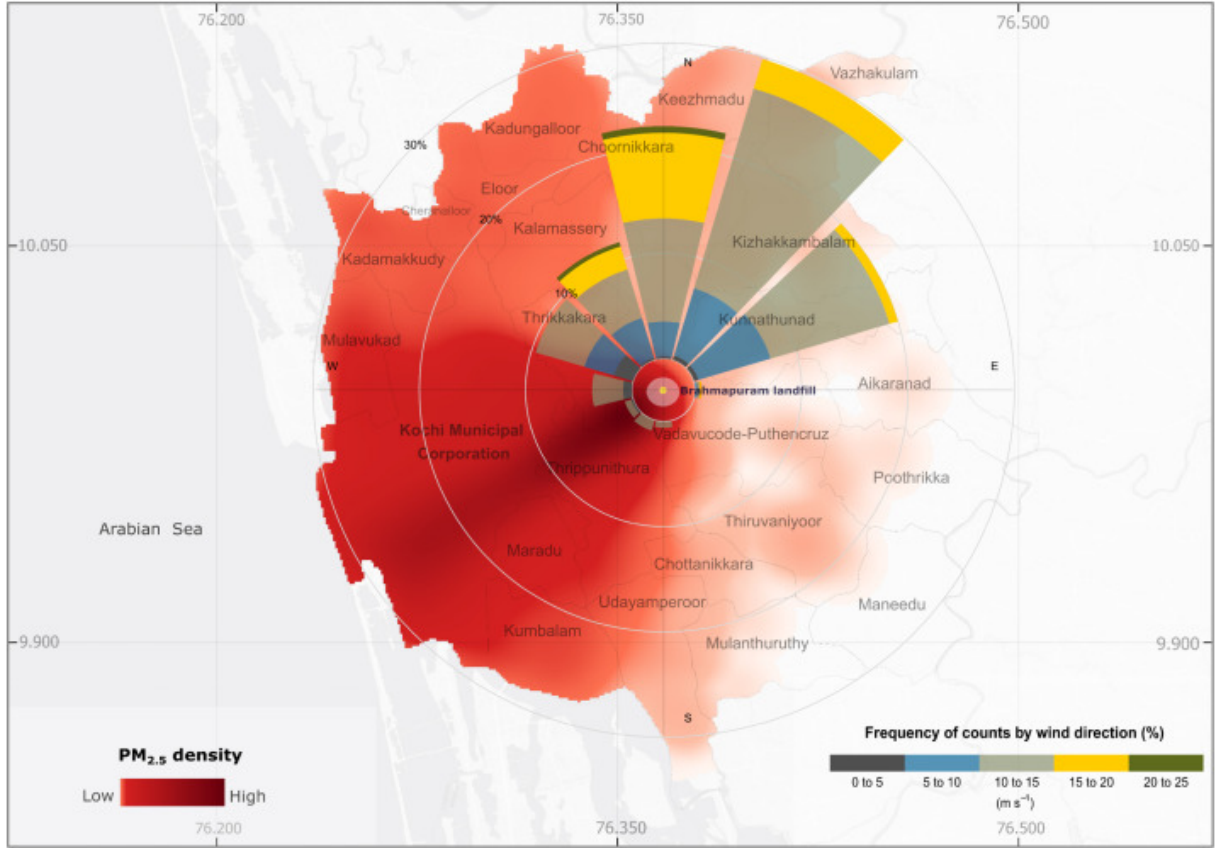
Türkiye’de çöp depolama alanları yangınlarında oluşan kirleticiler (CO, PM2.5, duman, SO₂, NO_x, H₂S, O₂ ve benzeri kirleticiler) hakim rüzgar yönünde online izlenmelidir.

Çöp depolama alanlarında biyo-bozulur (gıda atıkları, park-bahçe atıkları, yaş-sebze ve meyve atıkları) atıkların dökülmesi yasaklanmadığı sürece çöp depolama alanı yangınları devam eder. Depolama alanlarında oluşan yangınların çoğu metan gazı kaynaklıdır.

Önemli kompost hammaddesi ve biyogaz hammaddesi olan biyo-organik atıkların depolanmasına yönelik yasak dikkatli bir şekilde uygulanmalıdır.

Hindistan BMSWTP çöp depolama alanının 10 km yarıçapındaki kentsel yerel gövdelerde üç yangın olayının birleşimi PM_{2.5} partikül yoğunluğu Şekil 3-5’de verilmiştir.

Çöp Depolama Alanı Yangınları, Ateş Üçgeni, Yüzeysel ve Yeraltı Yangını



Şekil 3-5. Hindistan BMSWTP'nin 10 km Yarıçapındaki Kentsel Yerel Gövdelerde Üç Yangın Olayının Birleşimi PM_{2.5} Partikül Yoğunluğu