



KATI ATIK DEPOLAMA ALANLARINDA YANGIN OLUŞUMU VE YANGINLARIN ÖNLENMESİ



TARİH: ARALIK-2020

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	3
2. ÇÖP DEPOLAMA ALANLARINDA MEYDANA GELEN YANGINLAR.....	5
2.1. YÜZEYSEL YANGINLAR	5
2.2. YERALTI YANGINLARI	8
3. DEPOLAMA ALANLARINDA YANGINLARI İZLEME VE ÖNLEME	11
3.1. YÜZEYSEL YANGINLARI İZLEME VE ÖNLEME	11
3.2. YERALTI YANGINLARINI İZLEME VE ÖNLEME	12
4. DEPOLAMA SAHALARINDA KULLANILMASI GEREKLİ İŞ MAKİNALARI	17
4.1. AĞIR EKİPMANLARA ERİŞİM VE MANEVRA KABİLİYETİ	17
4.2. ÇOK KURUMLU MÜDAHALE.....	17
4.3. PERSONEL GÜVENLİĞİ	17
4.4. KATI ATIK İÇİNDEKİ TEHLİKELER	18
5. KAYNAKLAR	19
Şekil 2-1 Çalışma Alanında Sigara İzmariti.....	6
Şekil 2-2 Yüzeysel Yangın.....	7
Şekil 2-3 Yeraltı Yangın Görüntüleri	10
Şekil 3-1 Yangın Önleme Üçgeni	11
Şekil 3-2 Yeraltı Yangınları	15
Şekil 3-3 Yeraltı Yangınlarını Söndürme	16

1. GİRİŞ

Yangının üç temel unsuru, yakıt, ısı ve oksijendir. Bu unsurların tümü çöp depolama sahalarında bulunabilir.

Oksijen açlığı, yanmayı geciktirmenin bir yoludur.

Çöp depolama sahası yangınları sık sık meydana gelir. Özellikle yaz ayları ile ilkbahar ve son bahar aylarında daha sık meydana gelir.

2500'den daha az çöp depolama sahası olan ABD'de yılda yaklaşık 8400 adet ve İngiltere'de 300 civarında yangın meydana gelir. Ciddi bir can kaybı ve tehlikeli çevresel sonuçların ortaya çıkma potansiyeli ile, toprak dolgu yangınlarının genellikle gizemli yapısını anlama ihtiyacı her zamankinden daha fazladır.

Ülkemizde çöplerin %95'i düzenli ve vahşi olarak depolanmaktadır. Düzenli ve vahşi olarak işletilen yüzlerce çöp depolama alanı var. Depolama sahalarına kurallara uygun katı atık gelmediği ve sahalar tekniğine uygun olarak işletilmediği zaman her yıl yüzlerce yangın meydana gelir. Bu yangınlar esnasında çevrede yaşayanların sağlığı için çok tehlikeli ve tehdit edici boyutta yoğun bir hava kirliliği yaşanmakta, başta iş makineleri olmak üzere depolama alanında ve çevresinde ciddi ekonomik kayıplar meydana gelmektedir.

Ülkemizde depolama alanlarında meydana gelen yangınlarla ilgili net bir istatistiği bilgi bulunmamaktadır. Ancak düzenli ve vahşi çöp depolama alanlarında her yıl çok sayıda yangın meydana gelmektedir. A.B.D.'de her yıl yaklaşık olarak 8400 adet yangın, 8 milyon dolara yakın ekonomik kayba neden olmaktadır.

Depolama alanlarında meydana gelen yeraltı yangınları gaz toplama bacaları, sızıntı suyu toplama sistemleri ve tabandaki sızıntı suyunun yeraltına karışmasını önleyen membranlar üzerinde ciddi zararlara neden olmaktadır. Doğru olarak işletilmeyen çöp depolama alanları zamanla vahşi depolama alanlarına dönüşmektedir.

Depolama alanlarında yüzeysel ve yeraltı yangınları meydana gelmektedir. Özellikle yeraltı yangınları önceden tespit edilemediği zaman depolama alanında ciddi tahribata ve ekonomik kayba neden olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı depolama sahalarında meydana gelen yangınların nedenleri ve alınması gereken önlemler üzerinde durulmuştur. Depolama alanlarında yüzeysel ve yeraltı yangınlarını azaltmak için çöp depolama işletmesi esnasında alınması gereken kurallar üzerinde durulmuştur.

Diğer yandan depolama alanlarında PVC gibi atıklarda depolanıyor ve yangın esnasında PVC gibi maddelerde yanarsa yanan gaz içinde furan ve dioksin gibi kanser yapıcı gazların oluşması ve çevrede dağılması kuvvetle muhtemeldir.

Çöp depolama sahalarında hava kirliliği izlenmelidir. İzleme hakim rüzgar yönünde ve maksimum kirliliğin olduğu noktalarda yapılmalı. Ölçüm verileri kamuoyu ile online olarak paylaşılmalı.

Çöp depolama sahalarında özellikle yüzeysel ve yeraltı yangınlar meydana geldiğinde insan sağlığı için çok tehlikeli dioksin ve furan salınır. Yangın esnasında hakim rüzgar yönünde dioksin ve furan konsantrasyonu normalden 50-60 daha yüksek olabilir. Söndürme işleminden sonra dioksin ve furan konsantrasyonu hızla düşer.

Yangın öncesi mühendisler, yangın söndürme planları hazırlamalı. Uzmanlar yangın öncesi değerlendirme yapmalı. Yangının boyut, kapsam ve türü belirlenmeli. Bu da jeoteknik sondaj deliklerini kullanarak gaz ve sıcaklık verilerini toplamak için yeraltına erişim anlamına gelir.

Çöp depolama sahalarında yangın işletmede bir şeylerin yanlış yapıldığını gösterir.

İyi yönetilen çöp depolama sahalarında yangınlar nadiren oluşur.

Çöp depolama sahası olan yerel yönetimlerin yangın yönetim planı olmalı. Belirli atıkların yanma özelliklerine ilişkin bilgiler geliştikçe, gerçek yangınlarla ilgili deneyim biriktikçe ve daha iyi bilgiler elde edildikçe, güncel tutmak için yangın yönetim planları revize edilmeli.

2. ÇÖP DEPOLAMA ALANLARINDA MEYDANA GELEN YANGINLAR

Çöp depolama sahalarında genel olarak iki tür yangın meydana gelir. Bunlar, yüzeysel yangınlar ve yeraltı yangınlarıdır. Yüzeysel ve yeraltı yangınlarının oluşmasına neden olan sebepler aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Tekniğine uygun işletilmeyen ve depolanmaması gereken atıkların dökülmesi çöp depolama sahalarında yüzeysel ve yeraltı yangınlarına neden olur.

Çöpe atılan lityum iyon piller, çöp depolama sahalarında yangına neden olur. Çöp depolama sahalarında yangın artışı varsa yangına neden olan kaynaklardan biri, lityum iyon piller olabilir.

Çöp depolama alanlarında yangına neden olan atıklar, büyük miktarlarda kuru, yanıcı malzemelerdir. Yanıcı atıkların çöp depolama alanlarına girişine kesinlikle izin verilmemelidir.

2.1. Yüzeysel Yangınlar

Depolama sahalarında yangınların en genel tipleri, oksijenin ve yakıtın bol olduğu yüzeylerde veya yüzeylere yakın bölgelerde meydana gelir. Bu tür yangınlar yüzey ile 30 cm derinlik arasında oluşur.

Yüzeysel yangınları destekleyen en önemli yakıt kaynaklarından biride depolama sahasında oluşan deponi gazıdır. Yüzeysel yangınların gerçekleştiği bölgelerde yangınlar, deponi gazından dolayı daha şiddetli olarak devam eder.

Depolama sahalarına kabul edilen sıcak atıklar (örnek, soba külleri, eriyik haldeki cüruf, dökümhane şekillendirme kum gibi) yüzey yangınlarını başlatabilir.

Alevlenme sıcaklığı 60 °C'den düşük olan katı ve sıvı atıklar, depolama sahasında yüzeysel yangınlara neden olur. Depolama tesisi girişinde atıklar incelenmeden veya atığın kaynağı belli olmadan depolama alanına kabul edilmemelidir. Depolama sahasına kolay yanıcı ve tutuşucu atıklar kabul edilmemelidir (damıtılmış alkollü içecek şişelerindeki tortular gibi).

Bazı alüminyum tozu ve karpit gibi kimyasal atıklar, su ile reaksiyona girerek ani yangınlar meydana getirir. Bu tür atıklar, kesinlikle depolama alanlarına kabul edilmemelidir.

Özellikle tar ve yağ, petrol esaslı ürünler gibi, düşük alevlenme eşik değerine sahip yanabilir maddeler yangınlara neden olabilir.

Cam atıklar, güneşe dönük açık çöp şevlerinde (geçici şevler) mercek etkisi yaparak yangınlara neden olabilir.

Yüzeysel yangınlarda çöplerin yanması genel olarak düşük sıcaklıkta meydana gelir ve eksik yanma sonucu beyaz duman ve tamamlanmamış kirleticiler oluşur. Bu dumanlar genel olarak

aşındırıcı ve zararlı koku verici aldehitler, organik asitler ve diğer uçucu organik maddeler gibi tahriş edici kirleticiler içerir.

Depolama sahasında, içindeki ve yakınındaki binalarda ve özel alanlarda sigara içilmesine izin verilmemelidir.



Şekil 2-1 Çalışma Alanında Sigara İzmariti

Sahanın bütün bölümlerinde uygun yerlere Türkçe ve İngilizce yazılı “Sigara İçilmez” işaretleri konulmalıdır. Sigara içme yasağına dikkat edilmemesi, etrafa atılan yanmakta olan bir kibrit ya da izmarit yangına neden olabilir. Çöp sahalarında meydana gelen yüzeysel yangın örnekleri **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**’de verilmiştir.





Şekil 2-2 Yüzeysel Yangın

Yüzeysel yangınlar kazara veya kasıtlı olarak sınıflandırılır. Yüzeysel yangınların nedenleri;

- **Tespit edilmeyen yanıcı malzemelerin çöp sahasına dökülmesi.** Sıcak küller, çöp depolama sahasına vardığında hala yanan atıkların imhasından kaynaklanmaktadır (örneğin, soba ve kalorifer kazanı külü gibi).
- **Depolama gazı kontrolü veya havalandırma sistemleri ile ilişkili yangınlar.** Deponi gazı kontrol sistemlerinin kendileri yangın tehlikesi yaratabilir (deponi gazı (ağırlıklı olarak metan)).
- **Depolama sahası operatörleri veya kullanıcıları tarafından insan hatasından kaynaklanan yangınlar.** Çöp sahası operatörleri ve kullanıcıları, çöp sahasında dikkatsizce sigara içilmesi yoluyla yangına neden olabilir, bu da atık veya çöp gazını tutuşturabilir. Ayrıca, bazı tehlikeli maddeler karıştırıldığında tutuşabileceğinden, operatörler reaktif malzemelerin çöp sahasına dökülmesini önlemeye özen göstermelidir.
- **İnşaat veya bakım işlerinden kaynaklanan yangınlar.** İnşaat sahasında kullanılan araçlardan çıkan kıvılcımların neden olduğu yangınlar (damperli kamyonlar, buldozerler, bekolar vb.) dahil, inşaat ve bakım yapılması sırasında yangınlar ortaya çıkabilir. Sondaj yapılırken veya çöp sahasına gömülü sert bir nesneye çarpılması durumunda, metal boruları gömülü atık katmanlarından geçirirken bir yüzey yangını

da tutuşabilir. Sahada kaynak veya elektrikli ekipman kullanımı, özellikle artan metan gazı varlığı nedeniyle yangın tehlikesi oluşturur.

- **Depolama sahasında malzemelerin kendiliğinden yanması.** Bir çöp sahasında belirli malzemelerin karıştırılması, kendiliğinden yanmaya neden olabilir. Küçük miktarlarda bile, bazı kimyasallar birbirine maruz kalırsa tutuşabilir. Ayrıca, yağlı bezler gibi bazı malzemeler, belirli koşullar altında kendiliğinden yanabilir. Kendiliğinden yanma, bu bölümün ilerleyen kısımlarında daha ayrıntılı olarak tartışılan bakteriyel ayrışmadan da kaynaklanabilir.
- **Atık hacmini azaltmak için depolama sahası operatörü tarafından kullanılan kasıtlı yangınlar.** Düzenli depolama alanları kuru bahçe atıkları, çimen, yapraklar ve dallar gibi atıklar içerir. Bazen bu malzemeler, atık hacimlerini azaltmak, işletim maliyetlerini düşürmek ve bir çöp sahasının işletim ömrünü uzatmak için kasıtlı olarak ateşe verilir. Kontrolsüz, bu kasıtlı yangınlar daha büyük yangınlara dönüşebilir, patlamalara neden olabilir veya kül ve yanan artıklardan tehlikeli ürünler oluşturabilir.
- **Aşırı deponi gazı emişi.** Çöp gazı toplama sistemi bacalarından deponi gazının aşırı emilmesi durumunda yüzey yangını başlayabilir.
- **Kasten kundaklanan yangınlar.** Kundaklama, ABD'de ciddi bir sorundur; bu nedenle, atık depolama alanlarının kötü niyetli yangınlar için hedef olması şaşırtıcı değildir.

2.2. Yeraltı Yangınları

Çöp depolama sahalarına getirilen katı atıklar, gerekli ön incelemeye veya değerlendirmeye tabii tutulmadan kabul ediliyorsa yeraltı yangınları meydana gelebilir. Bazı ambalaj atıkları içindeki kalıntı maddeler var ki zamanla bozulup kimyasal reaksiyona girerek yeraltı yangınlarına neden olmaktadır. Bazı atıklar birbiri ile temas ettikten sonra tutuşarak yangın meydana getirmektedirler. Bir kısım atıklar ise depolama alanı sıcaklığına (60 °C'nin üstü) ulaştığında alevlenerek yangın oluşmaktadır. Dolayısıyla depolama alanlarında meydana gelebilecek yangınları önlemenin birinci yolu depolama sahasına getirilen atıkların kontrol edilmesidir. Bazı atıklar ise su ile temas ederek yangına neden olurlar. Yani depolama alanı girişinde katı atıklar çalışanlar tarafından tanınmalı. Hangi tür atıkların depolama sahalarına kabul edileceği ve depolanabileceği önceden atık getirenlere bildirmelidir.

Depolama sahalarındaki yeraltı yangınları, depolama sahası yüzeyinin derinliklerinde meydana gelir. Depolama sahaları aylarca veya yıllarca eski yanıcı malzemeleri içerebilir.

Yeraltı yangınları söndürmek genellikle yüzey yangınlarından daha zordur. Yeraltı yangınları ayrıca depolama sahasında büyük boşluklar yaratma potansiyeline sahiptir ve bu da depolama sahası içinde mağaralara neden olabilir. Ayrıca, yanıcı ve zehirli gazlar (karbon monoksit gibi) üretirler ve sızıntı suyu muhafaza kaplamalarına ve çöp gazı toplama sistemlerine zarar verebilirler.

Yeraltı depolama yangınlarının en yaygın nedeni, bakteri aktivitesini artıran ve sıcaklıkları yükselten (aerobik ayrışma) çöp sahasının oksijen içeriğindeki artıştır. Bu sözde “sıcak noktalar” metan gazı cepleriyle temas edebilir ve yangına neden olabilir. Bu uzun süre için yanan yer altı yangınları ile ilgili özellikle endişe verici olan şey, her seferinde haftalarca veya aylarca içten içe yanma eğiliminde olmasıdır. Bu, atık depolama sahası binaları veya çevredeki evler gibi kapalı alanlarda yanma yan ürünlerinin birikmesine neden olabilir ve bu da ek bir sağlık tehlikesi oluşturur.

Yeraltı yangınları genellikle yalnızca depolama sahasının bir kısmından çıkan duman veya çöp gazı içerisindeki karbon monoksit (CO) varlığı ile tespit edilir. Yeraltında yangın çıkması durumunda, atık sahası yüzeyine yakın toksik seviyelerde CO mevcut olabilir.

Yeraltı yangınlarını önlemede ikinci önemli husus depolama işletmeciliğinin doğru yapılmasıdır. Depolama işletmeciliği doğru yapılmayan alanlarda yangınlar sık aralıklarla meydana gelebilir. Yeraltı yangınları, küçük ve sınırlı olarak başlar. Zamanla yangın geniş bir alana yayılır ve yangınla mücadele etmek zorlaşır. Depolama alanlarında yeraltı yangınları;

- Depolama sahasında çöpler yeterli oranda sıkıştırılmıyorsa; yani çöp depolama sahası içinde hava boşlukları kalıyorsa,
- Günlük ve ara örtü yeterli kalınlıkta ve sıkıştırılarak yapılmıyorsa,
- Depolama sahası yüzeyi engebeli ise,
- Depolama sahası üzerinde yağmur sularının göllenmesi önlenmiyorsa,
- Yağmur suyu çöp depolama sahası içine sızıyorsa,
- Depolama sahası ara örtü üzerinde çatlaklar, yarıklar ve erozyonlar önlenmiyorsa,
- Kısa süre içinde çöp depolama sahası yüzeyinde önemli bir çökme oluyorsa,
- Çöp, depolama sahasına yerleştirilirken hava, katı atık içinde tutuluyorsa,
- LFG bacaları, kötü olarak tasarlanmış, inşa edilmiş ve yerleştirilmişse,
- LFG bacalarından aşırı depo gazı emiliyorsa,
- Depolama sahası içindeki yollar zamanla çökeliyorsa,
- Özellikle yaz aylarında çok miktarda atık yerleştirildiğinden dolayı bu atıklar uygun şekilde sıkıştırılmıyorsa,

gibi nedenlerden dolayı meydana gelir.



Şekil 2-3 Yeraltı Yangın Görüntüleri

Gaz toplama bacalarında gaz sıcaklığı 60 °C'nin üzerine çıktığı halde baca çıkışında ve depolama alanı üzerinde duman görülmüyorsa yer altı yangının meydana geldiği yeri doğru olarak tespit etmek çok zordur. Depolama sahası üzerinde duman çıkışını gözleyerek yangına müdahale etmek içinde geç kalınmış olunabilir.

Çöp depolama sahasında periyodik olarak düşey yönde sıcaklık, CO₂ ve CO ölçümleri yapılmalı, değişimleri ve çözüm yollarını ortaya konmalı. Dikey yönde değişimler kaydedilmeli ve grafiğini çizilmeli. Bu ölçümleri bacalarda yapılabilir.

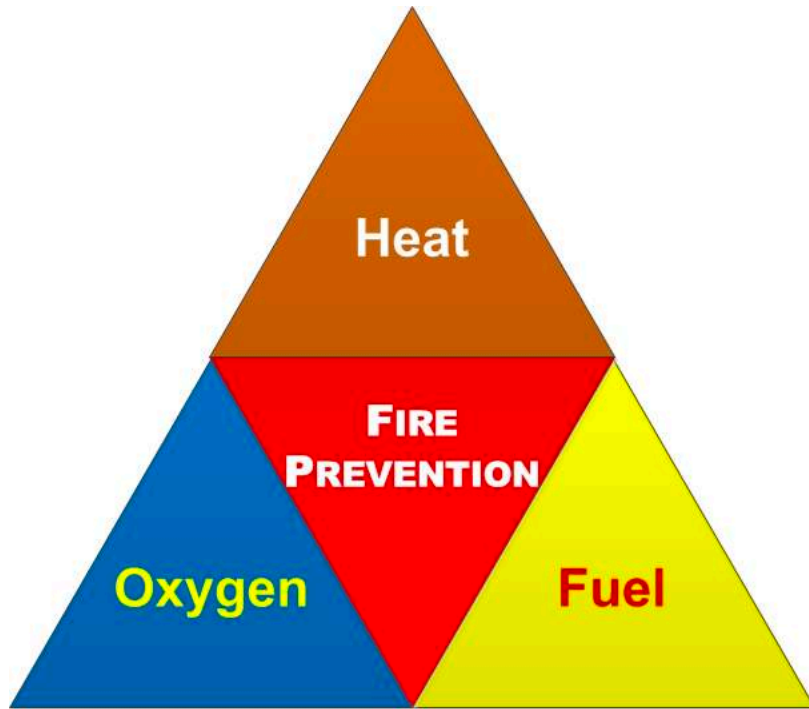
3. DEPOLAMA ALANLARINDA YANGINLARI İZLEME VE ÖNLEME

Sorunları inceleyip ders çıkartılırsa çözümler üretilir ve yangın vakaları minimize edilir.

Bir yangının üç elemente ihtiyacı vardır; ısı, oksijen ve yakıt. Isı, oksijen ve yakıt olmadan yangın çıkmaz veya yayılmaz. Yangını önlemek için anahtar strateji, bir veya daha fazla ısı, oksijen veya yakıtı ortadan kaldırmaktır. Risk değerlendirme yayma/yangının başlama riskini en aza indirmek için tüm üç unsur üzerinde detay içermelidir.

Depolama alanı sorumlu yöneticisi, yığınların sıcaklığını izlemesi, yangının söndürülmesi için yeterli su temini ve yanıcı malzemelerden potansiyel tutuşma kaynaklarının izolasyonu dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere yangından korunma, koruma ve kontrol önlemleri sağlayacaktır. Yangın kontrol ekipmanının tüm operasyon alanlarına erişimini sağlamak için yangın şeritleri sağlanacaktır. Bu gereksinimler, yangın önleme, kontrol ve etki azaltma planı gerekliliğine ilavedir.

Yangın önleme üçgeni Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3-1 Yangın Önleme Üçgeni

3.1. Yüzeysel Yangınları izleme ve Önleme

Yangınları küçük ve yönetilebilir kılmak için acil eylem gerekli. Önlemler, yanan malzemeyi güvenli bir alana çıkarmak için ağır ekipman kullanmayı, yangını boğmak için toprağın uygulanmasını veya söndürme maddelerinin ve yangınla mücadele faaliyetlerinin kullanımını içerebilir. Herhangi bir işlem yapılmazsa, yanan yüzey çöplerinden önemli miktarlarda kokuşmuş ve toksik duman üretilecektir. Bu dumanın zehirliliği, atık akışının bileşimine bağlıdır.

Lokal olarak meydana gelen yüzeysel yangınlar görülebilir olduğu için kolayca tespit edilir. Yüzeysel yangınlarda, yanıcı maddeleri ve tutuşturucu kaynakları (ısıyı) uzaklaştırarak ve oksijeni kısıtlayarak mücadele edilebilir. Yüzeysel yangınlarda oksijeni kısıtlamanın en kolay ve ekonomik yolu yeterli miktarda toprak ile yanan alanın üstünü örtmektir. Tabi ki örtme işlemi sıkıştırarak yapılmalıdır.

Yüzeysel yangınları söndürmede zorunlu olmadığı sürece su kullanılmamalıdır. Yüzeysel yangınları söndürmede su kullanıldığı zaman yeraltı yangınlarına neden olabilir.

Yüzeysel yangınlarını söndürmede inert gazlar (karbon dioksit ve azot gazları gibi) ve buhar enjeksiyonu kullanılabilir. Böylece yüzeysel yangınlar boğularak yani oksijen kesilerek yangın söndürülebilir.

Yüzeysel yangınların meydana geldiği alanlardan iş makinelerini uzak tutmak gerekli.

Yangınları söndürmenin ikinci en önemli yolu yanıcı maddeleri ortamdan uzaklaştırmaktır. Yangın bölgesindeki lastik, plastik, tahta, kereste, kağıt, petrol esaslı katı atıklar gibi tüm yanabilir maddeler ortamdan uzaklaştırılarak yangın söndürülebilir.

Depolama sahalarına kesinlikle sıcak kül, cüruf gibi atıklar kabul edilmemelidir. Bu tür atıklar sönmeden ve soğutmadan depolanmamalıdır.

Depolama sahaları yangınlarının tam olarak söndüğünü anlamak için soğutma işlemi dikkatle izlenmelidir. Soğutma işlemi tamamlanmadan yangının söndüğünü garanti etmek mümkün değildir.

Depolama sahalarında açıkta herhangi yanıcı ve parlayıcı malzemelerin yakılması yasaklanmalıdır.

3.2. Yeraltı Yangınlarını İzleme ve Önleme

Havanın zorla pasif olarak çöp depolama sahasının içine nüfusunun kaynakları, günlük örtü içindeki çatlaklar/yarıklar, uygun olmayan günlük ve ara örtü kalınlığı ve malzemeleri, yüzey üzerinde rüzgâr etkisi veya yüzey arasından atmosferik difüzyonlardır.

Depolama alanında toprak veya diğer maddelerle günlük ve ara örtüler doğru bir şekilde yapılmalıdır. Sıkıştırılmış çöp üzeri, her çalışma günün sonunda veya gerekirse daha sık aralıklarla en az altı 15 cm kalınlıkta sıkıştırılmış toprak malzeme ile örtülecektir ve ara örtü kalınlığı 30 cm olmalıdır. Günlük ve ara örtü uygun olmayan kalınlıkta ve sıkıştırma yapılmadan yapılırsa yağmur suları ve hava çöp içine kolayca sızar ve depolama alanı içinde anaerobik olarak yürüyen biyokimyasal reaksiyon aerobik biyokimyasal reaksiyona döner. Buda yeraltı yangınına neden olur. Dolayısıyla depolama alanlarında çöpler en az 0.65-0.85 ton/m³ oranında öncelikli olarak sıkıştırılmasıdır. Sıkıştırma yeterli yapılmadığı zaman çöp içinde hava boşlukları oluşur ve daha az çöp, depolama alanında depolanır, depolama alanının ömrü kısalmaktadır.

Depolama alanında çöp yeterli oranda sıkıştırıldığı zaman çöp içindeki hava boşluğu minimum olur. Fakat yeterli sıkıştırmanın yapılmadığı depolama alanları boşluklarına hava ve yağmur suyu girer ve yeraltı yangınları meydana gelir.

Depolama alanlarında günlük ve ara örtü malzemesi olarak geçirgenliği $1 \cdot 10^{-5}$ cm/sn daha düşük ve partikül çapı ≤ 7.5 cm olan toprak veya ilgili maddeler kullanılmalıdır.

Diğer taraftan, depolama alanı üzerinde yağmur suyunun birikmesini ve göllenmesini önlemek için yeterli eğimler verilmelidir. Bu eğimlere uygun olarak günlük ve ara örtüler toprak veya ilgili maddeler ile sıkıştırılarak yapılmalıdır.

Aktif havanın zorla nüfusu-toplama sistemi dizaynı; zayıf olarak dizayn edilmiş gaz kolektörler, bacada veya yukarı toplama bölgelerin içine hava girişine müsaade edebilir.

Aktif havanın depolama alanın içine zorla girmesi, toplama sisteminin işletilmesinde, aşırı gaz emişi/çekimi diye isimlendirilir. Uygun olmayan işletme ve dengesiz gaz emilmesi, yerel aşırı depo gazı çekilmesine havanın zorla girişine neden olur.

Baca (Well-bone) sızdırmazlıklar, zorla hava nüfusu önlemek için etkili olmalıdır.

Depolama alanı yükseldikçe katı atıkları hücre alanına taşımada kullanılan yollar sık sık çöker. Buralarda yağmur suyu birikintileri oluşabilir. Bu birikintiler yer altı yangınlarına neden olur. Bu yolların kenarları yolun merkezine göre yeterli oranda sıkıştırılamaz. Bu kısımlar gevşek kalır. Buralardan depo gazı atmosfere kaçarken hava girmeye çalışır.

Toprakla yapılan örtü işlemi doğru şekilde yapılmışsa LFG kolektörleri depo gazlarını toplamak için sahaya yerleştirilir. Bu kolektörler vasıtasıyla aşırı depo gazı çekilirse depolama sahasında negatif basınç oluşturabilir ve saha içine yüzeyden ve şevlerden hava girebilir. Dışarıdan depolama alanı içine hava girdiği zaman yangın meydana gelir.

Depolama sahası içine su girdiği takdirde ekzoterm reaksiyon gösteren kimyasal maddeler nedeniyle kendiliğinden tutuşma (örneğin karpit bağları (fare zehri), ince dağılmış metal tozları (magnezyum ve alüminyum tozları gibi)) meydana gelir. Bu tür atıklar, depolama sahasına kesinlikle alınmamalıdır. Alüminyum sanayinde üretimden ileri gelen atıklar, ani yeraltı yangınlarına neden olduğu için depolama sahasına kabul edilmemelidir.

Kendiliğinden tutuşan atıklar, kimyasal oksidasyon ve biyolojik ayrışma ile ısıtılır. Ortaya çıkan ısı, atıkların tutuşma noktasına ulaşmasına neden olur. Depolama sahaslarında evsel veya inşaat/kereste atıkların hızlı oksidasyonu ortamdaki nem miktarı ile direk ilişkilidir. Organik atıklarda bulunan hem aerobik hem de anaerobik bakteriler, organik maddeyi biyolojik olarak parçalamak için suya ihtiyaç duyar. Aşağıdaki denklemde gösterildiği gibi, organik maddeler biyolojik olarak bozunması sonucu, ısı ve diğer bileşenler oluşur.



Yukarıdaki denklem incelendiği zaman, organik maddeler (katı atık gibi) ve su bakteriler yardımı ile reaksiyona girerek artan ısı, metan gazı, CO gazların yanı sıra diğer gazlar ve daha

küçük moleküllü organik kirleticiler üretir. Yani, depolama sahasında yanıcı ve patlayıcı metan gazı ve ısı meydana gelir. Isı depolama alanı sıcaklığını 65 °C kadar çıkarabilir. Dolayısıyla depolama alanlarına alevlenme noktası 60 °C'den düşük olan atıklar kabul edilmemelidir. Aksi durumda bu sıcaklıkta ortamda yeterli olduğu zaman bazı atıklar tutuşabilir. Bu ise yangına neden olur.

Metan gazı konsantrasyonu $\geq 15\%$ ulaştığı zaman yanabilir ve dolayısıyla yangın tehlikesi meydana getirir. Bu nedenle depo gazı, depolama sahasındaki mekanik faaliyetler (metal sürtünmesi sonucunda ortaya çıkan kıvılcım) veya sahadaki kırık cam parçacıklarının güneş ışığını (enerjisini) yoğunlaştırması ile alev alabilir ve yangınlar çıkabilir. Bu tür yangınlar lokal olarak ve zamanında fark edilirse su veya hızla kum dökülerek söndürülmeleri mümkündür. Tabii ki depolama sahaları yakınlarından büyük miktarlarda suyun (ve su pompalarının) bulunmasını veya kumun/toprağın depolanmasını gerekmektedir. Sızıntı suyu depolanarak yangın söndürmede kullanılabilir. Bazı durumlarda atık gövdesindeki yangının söndürülebilmesi için depolanan atıkların bir kısmının kazılması gerekli olabilir. Yangının geç fark edilmesi halinde, bunun söndürülmesi oldukça zordur ve bu durumda depolama maddelerinin büyük bir kısmı yanabilir.

Yeraltı yangınından şüphe edilen yerlerde yerel zemin sıcaklığı ve CO konsantrasyonu kontrol edilmelidir. Baca gazı sıcaklığı önceki sıcaklık değerlerinden yüksek ise yeraltı yangını olabileceğini ihtimali kuvvetle muhtemeldir. Gerekli incelemeler derhal yapılmalıdır.

Yeraltı yangınlarını kontrol etmek için gaz toplama bacalarında sıcaklık, karbon monoksit (CO) ve karbon dioksit (CO₂) konsantrasyonu izlenmelidir. Çöp depolama sahası içinde anaerobik biyolojik indirgeme süreçleri sonucu CO oluşmaz (temel konsantrasyon $< 6 \text{ mg/m}^3$). CO konsantrasyonu eksik yanma sonucu meydana gelir. CO, esas itibarıyla tamamlanmamış yanma süreci ile oluştuğundan çöp sahasında depo gazı içerisindeki CO artışı çöp sahası varlığında bir yangın yeri bulunduğuna dair bir işarettir. Yangının yakınındaki çöp sahası gazında CO konsantrasyonları 100 mg/m^3 çok üstünde 1000 mg/m^3 'e varan değerlerde ölçülmüştür.

Gaz toplama bacalarında ya da merkezi toplama noktalarındaki ölçümlerde CO konsantrasyonu, yangından etkilenen bölgelerden gelen gazla önemli ölçüde incelenmekte ve böylelikle de son derece düşük konsantrasyonlar da gizli bir yangına işaret edebilmektedir. Bu nedenle depolama alanı yüzeyinde CO konsantrasyonu 15 ila 20 mg/m^3 'lük değerine ulaştığında yangın yeri araştırması yapılmalıdır.

Yeraltı yangınları izleme;

- Gaz toplama bacalarında gaz sıcaklığı artışı gözleniyorsa,
- Gaz toplama bacalarında is görülüyorsa,
- Gaz toplama bacalarından ve depolama sahasından duman veya boğucu koku çıkıyorsa,
- Gaz toplama bacaları içindeki gaz gazda CO ve CO₂ konsantrasyonları yükseliyorsa,

- Gaz toplama bacaları çevresinde genel olarak hızlı çökme gözleniyorsa,
- Gaz toplama bacalarında CO konsantrasyonu 1000 ppm'i aşıyorsa,
- Ekstraksiyon bacalarında ve/veya diğer başlıklarda yanma bakiyeleri görülüyorsa,
- Ekstraksiyon sisteminde gaz sıcaklığı artışı (61 °C veya 61 °C üzerinde sıcaklık artışı) görülüyorsa,

yangın belirtisi olarak görülür.



Photo6 Fire are once smothering became effective.

Şekil 3-2 Yeraltı Yangınları

İs ve yanma kokusunun etkili olduğu sahalarda gaz toplama bacası başlıklarında dahili gaz bileşenleri incelenmelidir.

CO kullanarak bir yeraltı yangını onaylamak için, sonuçların kantitatif laboratuvar analizleri yoluyla elde edilmesi gerekir (taşınabilir monitörler kullanılması ile yapay olarak yüksek konsantrasyonlar tespit edilir).

CO, çok toksik bir gazdır. CO konsantrasyonu havada, %12 ile %75 ulaştığında alevlenebilir.

Tespit edilen yangın bölgesi dikkatli bir şekilde kazılıp tüm yanabilir maddeler ortamdaki uzaklaştırılmalıdır.

Yeraltı yangınlarını kontrol etmek oldukça zordur. Yanabilir maddeler ortamdaki kolayca uzaklaştırılmaz ve sıcaklık kolayca değiştirilemez. Bununla beraber, oksijen kaynağı elimine edilirse veya yeterli oranda sınırlandırılabilirse yangın boğulabilir ve söndürülebilir.

Yeraltı yangınlarını söndürmek için yangının olduğu bölge kazılarak yanan kısım ortamdaki uzaklaştırılmalıdır. Yangın kontrolünde birinci hedef yangının meydana geldiği alanı kazmak, sıcak atıkları ortamdaki uzaklaştırma ve daha sonra kazılmış alanları doldurmaktır. Bu hareket yanmaya neden olan havayı kısar ve depolama alanı yüzeyini daha emniyetli yapar.

Yangın bölgesindeki çöp kaldırıldıktan sonra 2 ila 3 metre kalınlıkta toprakla doldurularak yangın boğarak önlenir. Yanıcı olmayan malzeme ile yangın bölgesi kapatılır ve böylece yangın bölgesine havanın nüfus etmesi önlenir ve yanma hızı düşürülür. Bu hareket yangın hızı ve yanma esnasında meydana gelen duman miktarını ciddi oranda düşürür.

Yeraltı yangın bölgesine buhar enjeksiyonu, karbon dioksit veya azot gibi inert gazlar enjekte edilerek oksijen ortamdan uzaklaştırılarak yangın söndürülmeye çalışılır.

Yeraltı yangınlarını söndürmek için eğer su kullanmak zorunlu ise suyun hızı 75 m³/dakika olmalıdır.

Gaz toplama sistemlerinin işletilmesi, gaz toplama bacası tepesinde (aşırı gaz çekişini ve zorla hava girişini önleyerek) uygun akış hızı sağlanarak iyileştirilebilir. Bu yangınlar için potansiyel tehlike minimize edebilir.



Şekil 3-3 Yeraltı Yangınlarını Söndürme

Atmosferik havanın depolama alanı içine zorla girişini minimize etmek için etkili alanda tüm çalışır haldeki bacalardan gaz emme hızlarını azaltılmalı.

Yangın söndürme esnasında gaz emme sistemini geçici olarak kapatınız.

4. DEPOLAMA SAHALARINDA KULLANILMASI GEREKLİ İŞ MAKİNALARI

Depolama alanlarında katı atıkların ve günlük ve ara örtü olarak toprağın tekniğine uygun olarak serilip sıkıştırılması için depolama sahalarında yeterli iş makinesi olmalıdır.

Depolama sahalarında yer altı yangınları çıktığı zaman kazı işlemini yapıcı ve dolgu işlemi için iş makineleri olmalıdır.

Yangını söndürmek için bölgede yedek örtü malzemesi, toprak gibi ve yedek su deposu olmalıdır.

Depolama alanlarında ve gaz toplama bacalarında CO konsantrasyonunu izlemek için tesiste CO detektörü olmalıdır.

Yangın çıktığı andan söndürme işlemi sonuna kadar depolama sahalarında hem çalışanlar hem de yangın söndürme işlemi yapanlar, mutlaka aktif karbonlu maske takmalı. Yangın esnasında sağlık için çok zararlı kanser yapıcı dioksin ve furan gibi kirleticiler ciddi seviyelere yükselir.

Yangının en başında ve yanma/söndürme süresi boyunca depolama alanı çevresindeki vatandaşlara çöp sahası yangınından kaynaklanan dumana maruz kalmaktan kaçınmaları için halk sağlığı mesajı verilmeli.

4.1. Ağır Ekipmanlara Erişim ve Manevra Kabiliyeti

Depolama sahası yüzeyinin altındaki atıklara erişmek veya yanan atıkları depolama alanından uzaklaştırmak için buldozerler gibi ağır ekipmanların kullanılması gerekebilir. Depolama sahası operatörleri bu ekipmana zaten sahip olabilir ve bu ekipmanın kullanımı konusunda eğitilmiş olmasını sağlanmalı. Aksi takdirde, bu ekipmanın yerleştirilmesi ve ateş alanına götürülmesi gerekecektir. Yangın, bir depolama sahasının yapısal stabilitesini etkiliyorsa, depolama sahası yüzeyinde ağır ekipman çalıştırmak tehlikeli olacaktır. Son olarak, depolama sahasının konumuna ve tasarımına bağlı olarak, sahada ağır ekipman çalıştırmak oldukça zor olabilir.

4.2. Çok Kurumlu Müdahale

Büyük bir depolama yangını, birden fazla kurumdan personelin uzmanlığını gerektirecektir. Bazı yangın söndürücülerde, tüm atık depolama yangınlarını özel bir müdahale gerektiren tehlikeli madde olayları olarak tanımlayan Standart Çalışma Prosedürleri uygulanmaktadır. Tüm personelin aynı plana göre çalışmasını sağlamak için, çöp sahası yangınları güçlü bir Olay Komuta Sistemi gerektirir.

4.3. Personel Güvenliği

Yangında çalışanlar için gerekli iş güvenliği giysileri ve maskeleri tesiste her zaman hazır olmalıdır. Yangınlar, özellikle de yeraltında olanlar, depolama sahasının bütünlüğünü zayıflatabilir ve bu da çöp sahası çalışanlarının, yangın söndürücülerin veya ekipmanın ağırlığı

altında çökmeye neden olabilir. Böyle bir çökme, yangının söndürülmesine ek olarak sınırlı bir alan, hendek veya başka tür bir teknik kurtarma operasyonu gerektirebilir. Yanan depolama sahası içeriğine veya bir depolama sahası yangını tarafından üretilen dumana maruz kalmanın potansiyel olumsuz etkileri göz önüne alındığında, personel, elde edilmesi zor olabilecek özel kişisel koruyucu ekipman kullanmak zorunda kalabilir.

4.4. Katı Atık İçindeki Tehlikeler

Tehlikeli atıkların gömülü olduğu çöplüklerde çıkan yangınlar özellikle tehlikeli ve zor olabilir. Eskiden tehlikeli ve toksik maddelerin çöplüklere ve diğer çöplüklere yasadışı bir şekilde boşaltılması nispeten yaygındı. Bir yangın meydana geldiğinde ve kurtarma görevlileri gömülü içerik hakkında yanlış veya yanıltıcı bilgisi olduğunda (örneğin, yasadışı veya bilinmeyen toksik veya radyoaktif atıklar gibi), yangın söndürme operasyonu son derece tehlikeli durum oluşturur.

5. KAYNAKLAR

- 1) Landfill Fires, U.S. Fire Administration topical FIRE RESEARCH SERIES, Volume 1, Issue 18 March 2001 (Rev. December 2001).
- 2) Landfill Fires, <http://www.ces-landtec.com>, CES-LANDTEC, 2005.
- 3) Landfill Fires Guidance Document, Local Enforcement Agency (LEA) Central, Local Enforcement Agency (LEA) Central, <http://www.ciwmb.ca.gov/LEACentral/,2007>.
- 4) Subsurface Landfill Fires, Division of Solid and Infectious Waste Management, July 23, 2007.
- 5) Landfill Fires, Their Magnitude, Characteristics, And Mitigation, Federal Emergency Management Agency United States Fire Administration National Fire Data Center, May 2002/FA-225.
- 6) Beever, P.F. (1989) Subterranean fires in the UK - the problem. *Building Research Establishment Information IP3/89* 1-3.
- 7) Scott Weichenthal ve arkadaşları “The impact of a landfill fire on ambient air quality in the north: A case study in Iqaluit, Canada,” *Environmental Research*, Volume 142, October 2015.
- 8) Landfill Fire, <https://wasteadvantagemag.com/landfill-fires/>, 2014.
- 9) Robert P. Stearns† and Galen S. Petoyan†, “IDENTIFYING AND CONTROLLING LANDFILL FIRES”, *Water management & Research*, 1984.
- 10) <https://wasteadvantagemag.com/subterranean-landfill-fires-the-cause-and-solutions/>