



Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü

DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSLERİ SAHA YÖNETİMİ VE İŞLETME KILAVUZU

2014

ÖNSÖZ

Hızlı ekonomik büyüme, şehirleşme, nüfus artışı ve refah seviyesinin yükselmesi atık türleri ve miktarındaki artış her bir atık türü için ayrı yönetim sistemi kurmak yerine tüm atıkları içine alan sürdürülebilir entegre bir yaklaşım gereklidir. Ülkemizde atık yönetimi sektörü özellikle geri dönüşüm ve geri kazanım faaliyetlerindeki büyük kapasite artışı ile kaynak verimliliği konusuna muazzam bir katkı sağlamaktadır. Ülkemizin coğrafyasında ekonomik ve siyasi açıdan lider ülke konumuna gelmesiyle birlikte, Türkiye'nin atık yönetimi uygulamaları hem Avrupa Birliği ülkelerince hem de komşu ülkelerce ciddiyle takip edilir hale gelmesine neden olmuştur.

Entegre atık yönetimi hiyerarşisine göre; atık üretiminin ve atığın zararlılığının kaynağında önlenmesi ve azaltılması esas olup, atık üretiminin kaçınılmaz olduğu durumlarda tekrar kullanım, geri dönüşüm ve ikincil hammadde elde etme amaçlı diğer işlemler ile atığın geri kazanılması veya enerji kaynağı olarak kullanılması esastır. Bahsi geçen yöntemler ile işlenemeyen, geri kazanılamayan bakiye atıklar ile bu adımların uygulanmadığı durumlarda ise atıkların en yakın düzenli depolama tesisinde bertaraf edilmesi gerekmektedir. Katı atıkların düzenli depolamaya gönderilmesi en yaygın olarak kullanılan ve maliyeti en az olan bertaraf teknolojilerinden biri olmasına rağmen; Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik'te yer alan düzenli depolama tesislerinin kurulması, işletilmesi ve kapatılması ile ilgili getirilen şartlara uyulması büyük önem arz etmektedir.

Düzenli depolama tesislerinin yer seçimi, teknik tasarımlarının yapılması, inşa edilmesi, işletilmesi, kapatılması ile kapatma sonrası kontrol ve bakım süreçleri 26/03/2010 tarihli ve 27533 sayılı Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik çerçevesinde yürütülmektedir. Birlikler/Belediyeler/özel ve tüzel kişiler tarafından işletilen bu tesislerdeki sorunların temel sebebi olarak eğitim eksikliği ve yetkin personel yetersizliği gelmektedir. Mevcut düzenli depolama tesislerinin tekniğine uygun olarak kurulması ve verimli bir şekilde işletilmesinin sağlanması amacıyla Bakanlığımız koordinasyonunda Düzenli Depolama Tesisleri Saha Yönetimi ve İşletme konusunda dönemsel olarak eğitimler gerçekleştirilmektedir. Bu kılavuz; düzenli depolama tesisleri işletmecileri, akademisyenler ve Bakanlığımızın düzenli depolama konusunda yapmış olduğu diğer çalışmalar neticesinde elde edilen deneyimler çerçevesinde hazırlanmıştır.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|-----------|
| 1. AMAÇ VE MEVZUAT | 4 |
| 2. ATIK İŞLEME VE DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSLERİ..... | 5 |
| 2.1. Entegre Atık Yönetimi..... | 5 |
| 2.2. Ön İşlem Tesisleri | 6 |
| 2.3. Düzenli Depolama | 9 |
| 2.3.1. Düzenli Depolama Tesislerinde Genel Olarak Alınacak Önlemler | 9 |
| 2.3.2. Düzenli Depolama Tesislerinde Toprak ve Suların Korunması İçin Su Kontrolü ve Sızıntı Suyu Yönetimi | 9 |
| 2.3.3. Düzenli Depolama Tesislerinde Depo Gazı Yönetimi | 9 |
| 3. DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSLERİNİN KURULMASINDA İZLENEN YASAL SÜREÇ | 10 |
| 3.1. Yer Seçimi..... | 10 |
| 3.2. Mahalli Çevre Kurulu Kararı | 13 |
| 3.3. Fizibilite | 13 |
| 3.4. Çevresel Etki Değerlendirme Süreci | 13 |
| 3.5. Uygulama Projeleri | 15 |
| 3.6. İşletme Planı Onayı ve Düzenli Depolama Onay Belgesi Düzenlenmesi | 16 |
| 3.7. Düzenli Depolama Tesisleri Çevre İzin ve Lisansı..... | 16 |
| 4. DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİ DİZAYN KRİTERLERİ VE SAHANIN HÜCRELEME | 19 |
| METODUNA GÖRE TASARIMI..... | 19 |
| 4.1. Düzenli Depolama Sahasında Bulunması Gereken Ana Unsurlar ve Ekipmanlar | 19 |
| 4.2. Tasarım Öncesi Yapılacak Çalışmalar | 20 |
| 4.3. Düzenli Depolama Tesisi Tasarımı..... | 21 |
| 4.3.1. Taban Geçirimsizliğin Oluşturulması | 21 |
| 4.3.2. Sızıntı Suyu Sisteminin Tasarımı | 22 |
| 4.3.3. Gaz Toplama Sisteminin Tasarımı | 23 |
| 4.3.4. Saha İçi Yollar | 24 |
| 4.4. Depolama Tesisi Maliyet Analizini Oluşturan Kalemler | 24 |
| 4.4.1. Yatırım Maliyetleri..... | 24 |
| 4.4.2. İşletme Maliyetleri | 24 |
| 5. DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİ İNŞASI | 25 |
| 5.1. Hafriyat Alma | 25 |
| 5.2. Depo Tabanı Geçirimsizlik Tabakasının Oluşturulması | 28 |
| 5.3. Jeomembran ve Uygulaması..... | 30 |
| 5.3.1. Jeomembran Kaynakları..... | 35 |
| 5.3.2. Saha kaynaklarının Testleri | 37 |
| 5.3.3. Bozuk ve Hatalı Kaynakların Onarım İşleri | 38 |
| 5.4. Jeotekstil İşlevi ve Kullanımı | 40 |
| 5.5. Sızıntı Suyu Toplama Sisteminin Oluşturulması | 41 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 5.6. | Depo Gazı Toplama Sistemi Oluşturulması | 45 |
| 6. | DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİ SAHA İÇİ YOL, PLATFORM VE YAPIMI | 50 |
| 6.1. | Yol ve Platform Yapımı | 50 |
| 6.2. | Sedde Yapımı..... | 54 |
| 7. | DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİNE ATIKLARIN KABULÜ VE ATIK KAYITLARININ TUTULMASI..... | 57 |
| 7.1. | Atık Listesi ve Tehlikeli Atıklar | 57 |
| 7.2. | Düzenli Depolama Tesislerine Kabul Edilecek ve Edilmeyecek Atıklar | 59 |
| 7.3. | Düzenli Depolama Tesislerine Atık Kabul İşlemleri | 62 |
| 7.4. | Atık Kayıtlarının Tutulması | 64 |
| 8. | ATIKLARIN HÜCRELEME METODUYLA DEPOLANMASI & DEPOLAMA SAHALARINDA ŞEV STABİLİTESİ..... | 67 |
| 8.1. | Atıkların Doldurulması..... | 67 |
| 8.1.1. | Atıkların Hücre Metoduyla Doldurulması | 67 |
| 8.1.2. | Hücre Tabanına Depolanacak İlk Atık Tabakası(Lift) | 68 |
| 8.1.3. | İlave Atık Tabakaları | 68 |
| 8.2. | Atıkların Örtülmesi | 70 |
| 8.3. | Son Örtü | 70 |
| 9. | DEPOLAMA SAHALARINDA YAĞMUR SUYU YÖNETİMİ VE SIZINTI SULARININ MİKTARININ HESAPLANMASI | 72 |
| 9.1. | Depolama Sahalarında Yağmur Suyu Yönetimi | 72 |
| 9.1.1. | Yüzeysel Drenaj Sistemlerini Fonksiyonları | 74 |
| 9.1.2. | Önemli Tasarım Bileşenleri | 76 |
| 9.2. | Sızıntı Suyu Kontrolü | 81 |
| 9.2.1. | Sızıntı Suyu Kontrol Yöntemleri..... | 84 |
| 9.2.2. | Sızıntı Suyu Oluşumu ve Özellikleri | 85 |
| 9.3. | Örnek Sızıntı Suyu Oluşum Hesabı | 90 |
| 9.3.1. | Hidrolik Kütle Dengesinin Çıkarılması | 91 |
| 9.3.2. | Genel Hava Durumu Bilgileri | 92 |
| 9.3.3. | Kütle Dengesi Bileşenleri..... | 92 |
| 10. | DÜZENLİ DEPOLAMA SAHALARINDA HAVA KALİTESİ, DEPO GAZI YÖNETİMİ VE ENERJİ ÜRETİMİ..... | 98 |
| 10.1. | Düzenli Depolama Tesislerinde Hava Kalitesi..... | 98 |
| 10.1.1. | Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi Emisyonları ve Kontrol Yöntemleri | 98 |
| 10.1.2. | Toz Emisyonları ve Kontrol Yöntemleri | 98 |
| 10.1.3. | Depo Gazları Kontrol Yöntemleri | 99 |
| 10.2. | Depo Gazı Oluşum Fazları | 100 |
| 10.3. | LFG'nin Enerji Değeri | 104 |
| 10.4. | Gaz Toplama Sisteminin İşletilmesi..... | 105 |
| 10.5. | Gaz Arıtma ve Şartlandırma | 107 |

| | |
|--|------------|
| 11. İŞLETME KOŞULLARI, KONTROL VE İZLEME SÜRECİ İLE DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSLERİNİN KAPATILMASI VE KAPATMA SONRASI İZLEME | 109 |
| 11.1. İşletme koşulları | 109 |
| 11.2. Kontrol ve izleme işlemleri | 109 |
| 11.2.1. Yeraltı sularının korunmasında uygulanacak kontrol ve izleme işlemleri | 110 |
| 11.2.2. Sızıntı Suyu ve Gaz Kontrolü İçin Uygulanacak Kontrol ve İzleme İşlemleri | 110 |
| 11.2.3. İşletme Aşamasında Kontrol ve İzleme Süreci..... | 110 |
| 11.3. Düzenli Depolama Tesisinin Kapatılması ve Üst Örtü Teşkili | 111 |
| 11.4. Kapatma Sonrası Çevresel Etmenlerin İzlenmesi | 114 |
| 12. DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİ İŞLETME PLANININ HAZIRLANMASI..... | 115 |
| 12.1. Saha Koşulları İzleme Yöntemleri | 115 |
| 12.1.1. Dolum Planlarının Takibi | 116 |
| 12.1.2. Yüzey Suyu Gözlemleri | 116 |
| 12.1.3. Yeraltı Suyu Gözlemleri | 116 |
| 12.1.4. Sızıntı Suyu İzleme | 116 |
| 12.1.5. Depo Gazı İzleme | 116 |
| 12.1.6. Atık Miktar Kayıtları..... | 116 |
| 12.1.7. Gelen Atığın İncelenmesi..... | 117 |
| 12.1.8. Yıllık Hacim Değerlendirmesi..... | 117 |
| 12.2. İşletme Planlarının Hazırlanması | 117 |
| 12.3. Depolama Sahalarının İşletilmesi İçin Kullanılması Gereken İş Makinaları ve Bakımı | 126 |
| 12.3.1. Düzenli Depolama Sahaları İçin Gerekli İş Makineleri | 126 |
| 12.3.2. İş Makinaları Bakımı | 127 |
| 12.4. Düzenli Depolama Tesislerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği | 127 |
| 12.4.1. Çalışanların Görev ve Sorumlulukları | 128 |
| 12.4.2. İşverenin Görev ve Sorumlulukları | 128 |
| 12.4.3. İş Sağlığı ve Güvenliği ile İlgili Mevzuat | 129 |
| 12.4.4. Risk Değerlendirmesi..... | 129 |
| 12.4.5. Kişisel Koruyucu Donanım | 130 |
| 12.4.6. Düzenli Depolama Tesislerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği | 131 |
| 12.4.7. İşbaşı Prosedürü ve Eğitimler | 131 |
| 12.4.8. İş Kazaları..... | 132 |
| 12.4.9. Acil Durumlar..... | 133 |
| 12.4.10. Yangından Koruma ve Müdahale | 134 |
| 12.4.11. Motorlu Araçlar Konusunda Emniyet | 136 |
| 12.4.12. Depolama Alanları Trafik Tedbir ve Uygulamaları..... | 136 |
| EK-1: DÜZENLİ DEPOLAMA SAHALARINDA KUŞ KONTROLÜ-ÖRNEK ÇALIŞMA | 137 |

1. AMAÇ VE MEVZUAT

Bu kılavuzun amacı, belediyeler ve özel firmalar için, düzenli depolama sahası yer seçiminden, sahanın kapatılmasına kadar olan tüm aşamalar hakkında pratik ve uygulanabilir bilgileri içeren bir rehber oluşturmaktır.

Anayasamızın 56 ıncı maddesine göre, herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşların ödevidir.

Türkiye’de çevre koruma politikası esas olarak 1983 yılında yürürlüğe konulan 2872 sayılı Çevre Kanunu ve bu Kanuna göre hazırlanmış tüzük, yönetmelik ve tebliğlerden oluşur. Çevre Kanunu Türkiye’deki hem çevre ile ilgili köklü ve doğrudan yasal çalışmaların başlangıcı hem de çevre koruma politikasının temel çerçevesi olarak kabul edilir. Çevre Kanunu’nun 8. maddesi gereği; “her türlü atık ve artığı, çevreye zarar verecek şekilde, ilgili Yönetmeliklerde belirlenen standartlara ve yöntemlere aykırı olarak doğrudan ve dolaylı biçimde alıcı ortama vermek, depolamak, taşımak, uzaklaştırmak ve benzeri faaliyetlerde bulunmak yasaktır.

Yasal olarak ülkemizde çevrenin korunması ve çevre kirliliğinin önlenmesi, atıkların toplanması, taşınması ve geri kazanılması ile çevre ve insan sağlığına olumsuz etki yapmadan nihai bertarafına ilişkin yükümlülük, yetki ve sorumluluklar 5393 sayılı Belediye Kanunu kapsamında belediyelere ve 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu ile büyükşehir belediyelerine verilmiştir.

Bu kılavuzun hazırlanmasında Temmuz 2014 tarihi itibarıyla yürürlükteki mevcut yasal düzenlemeler dikkate alınmış olup, mevzuat değişikliklerinde bu kılavuz revize edilecektir.

Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik

05.07.2008 tarih ve 26927 sayılı Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik atıkların oluşumlarından bertarafına kadar çevre ve insan sağlığına zarar vermeden yönetimlerinin sağlanmasına yönelik genel esasların belirlenmesi amacıyla çıkarılmıştır.

Yönetmeliğe göre; atıkların izin verilen tesisler dışında geri kazanılması, bertaraf edilmesi ve/veya ettirilmesi; toprağa, denizlere, göllere, akarsulara ve benzeri alıcı ortamlara dökülmesi, dolgu yapılması ve depolanması suretiyle çevrenin kirletilmesi yasaktır. Yönetmelik ile atık yönetimine ilişkin genel ilkeler, yükümlülükler ve atık bertaraf maliyetinin karşılanması, atık listesi ve atığın listede tanımlanması hususları belirlenmiştir.

Düzenli depolama yöntemi, Yönetmeliğin ekinde yer alan bertaraf yöntemleri arasında D5 (Özel mühendislik gerektiren düzenli depolama (çevreden ve her biri ayrı olarak izole edilmiş ve örtülmüş hücreli depolama ve benzeri)), kodu ile tanımlanmıştır.

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik

26 Mart 2010 tarih 27533 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak, 01.04.2010 tarihinde yürürlüğe giren Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, düzenli depolama tesislerine ilişkin teknik esaslar ile atıkların düzenli depolama tesislerine kabulü ve atıkların düzenli depolanmasına ilişkin usul ve esaslar ile alınacak önlemleri, yapılacak denetimleri ve tabi olunacak sorumlulukları kapsamaktadır.

Yönetmelikte Düzenli Depolama tesisi, atıkların olduğu tesis içinde geri kazanım, ön işlem veya bertarafa gönderilmek üzere geçici depolandığı birimler, atığın geri kazanım veya ön işleme tabi tutulmak amacıyla üç yıldan daha kısa süreli ara depolandığı tesisler ile atığın bertaraf işlemine tabi tutulmak üzere bir yılı geçmeyecek şekilde ara depolandığı tesisler hariç olmak üzere atıkların yeraltı veya yer üstünde belirli teknik standartlara göre bertaraf edildiği sahalar" olarak tarif edilmektedir.

Yönetmelik ile düzenli depolama tesisleriyle ilgili genel hükümler, lisans, düzenli depolama tesislerinin inşaatı, düzenli depolama tesislerinin işletilmesi ve atık kabul kriterleri, işletme sırasında ve kapatma sonrasında kontrol ve izleme süreci ile ilgili hususlar belirlenmiştir.

Yönetmelikte düzenli depolama tesisleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

I. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi: Tehlikeli atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesis.

II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi: Belediye atıkları ile tehlikesiz atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesis.

III. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi: İnert atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesis.

Düzenli depolama tesislerine atık kabulünde, atığın hangi sınıf depolama tesisinde bertaraf edileceğinin belirlenmesi amacıyla Yönetmelik Ek-1’inde listelenen kriterler, numune alma ve analiz yöntemleri kullanılır. I. sınıf düzenli depolama tesislerine sadece Ek-2’de I. sınıf düzenli depolama tesisleri için verilen kriterlere uyan tehlikeli atıklar kabul edilir. II. sınıf düzenli depolama tesisine; belediye atığı, Ek-2’deki kriterlere uyan tehlikesiz atıklar, Ek-2’de II. sınıf düzenli depolama tesisleri için verilen kriterlere uyan, katılaştırılmış veya camlaştırılmış atıklar gibi reaktif olmayan ve kararlı tehlikeli atıklar, reaktif olmayan ve kararlı tehlikeli atıklar kabul edilir. III. sınıf düzenli depolama tesislerinde sadece inert atıklar depolanır.

Yönetmeliğin hedefleri doğrultusunda işlenmeleri sonucu pratik bir fayda sağlanmayan atıklar ile teknik olarak işlenmeleri ve değerlendirilmeleri mümkün olmayan inert atıklar hariç olmak üzere atıklar, ön işleme tabi tutulmadan düzenli depolama tesislerine kabul edilmez.

2. ATIK İŞLEME VE DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSLERİ

Atık yönetimi, atığın oluşumunun önlenmesi, kaynağında azaltılması, yeniden kullanılması, özelliğine ve türüne göre ayrılması, biriktirilmesi, toplanması, geçici depolanması, taşınması, ara depolanması, geri dönüşümü, enerji geri kazanımı dahil geri kazanılması, bertarafı, bertaraf işlemleri sonrası kontrolü ve izlenmesi faaliyetleri olarak tanımlanmaktadır.

Atık işleme, ön işlemler ve ara depolama dâhil olmak üzere geri kazanım ya da bertaraf işlemlerini, atık işleme tesisi ise ön işlem ve ara depolama tesisleri dâhil aktarma istasyonları hariç olmak üzere, atıkları geri kazanan ve/veya bertaraf eden tesisleri ifade etmektedir.

Ön işlem, ayırma işlemi dâhil olmak üzere atıkların hacmini veya tehlikelilik özelliklerini azaltmak, yönetimini kolaylaştırmak veya geri kazanımını artırmak amacıyla atığa uygulanan fiziksel, ısı, kimyasal veya biyolojik işlemlerden bir veya birkaçıdır.

2.1. Entegre Atık Yönetimi

Çevre üzerinde büyük bir baskı oluşturan ve gün geçtikçe artan atık sorununun çözümü için tek bir yaklaşım yeterli değildir. Ancak tüm yöntemlerin kombinasyonu ile etkin bir atık yönetiminin sağlanmasıyla mümkündür. Uluslararası düzeyde kabul gören bu yaklaşım, “Entegre Atık Yönetimi” anlayışının benimsenmesine yol açmıştır.

Entegre atık yönetiminde, atık yönetiminin tüm unsurları bir bütün olarak değerlendirilerek hem çevresel hem de ekonomik açıdan sürdürülebilirliğin sağlanması amaçlanır. Bu çerçevede, entegre atık yönetiminin yalnızca tek bir atık türüne yada tek bir kaynağa yönelik olması beklenemez. Entegre atık yönetimi hiyerarşisine göre; atık üretiminin

ve atığın zararlılığının kaynağında önlenmesi ve azaltılması esas olup, atık üretiminin kaçınılmaz olduğu durumlarda tekrar kullanım, geri dönüşüm ve ikincil hammadde elde etme amaçlı diğer işlemler ile atığın geri kazanılması veya enerji kaynağı olarak kullanılması esastır.

Atık Önleme(Prevention): Ürünlerin yeniden kullanılması veya kullanım ömürlerinin uzatılması ile atık miktarının azaltılması, ürün üretiminde zararlı maddelerin azaltımı ve üretilen atığın çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilmesine ilişkin herhangi bir madde ya da malzeme atık haline gelmeden önce alınacak tedbirlerdir.

Atık Azaltım (Reduction): Tasarım ve üretimde daha az hammadde kullanımı ve gereksiz tüketimin azaltılmasını kapsamaktadır.

Yeniden kullanım(Reuse): Ürünlerin ya da atık olmayan bileşenlerin tasarlandığı şekilde aynı amaçla kullanıldığı herhangi bir işlemi ifade eder.

Geri dönüşüm(Recycling): Enerji geri kazanımı ve yakıt olarak ya da dolgu yapmak üzere atıkların tekrar işlenmesi hariç olmak üzere, organik maddelerin tekrar işlenmesi dâhil atıkların işlenerek asıl kullanım amacı ya da diğer amaçlar doğrultusunda ürünlere, malzemelere ya da maddelere dönüştürüldüğü herhangi bir geri kazanım işlemi olarak tanımlanır.

Geri kazanım(Recovery): Piyasada ya da bir tesiste kullanılan maddelerin yerine ikame edilmek üzere atıkların faydalı bir amaç için kullanıma hazır hale getirilmesi işlemleridir.

Enerji Geri Kazanımı: Oksijensiz çürütme ve termal yöntemlerle yakıt, ısı ve elektrik geri kazanımıdır.

Etkili bir entegre atık yönetimi geliştirilmesi için; güvenilir veriler, atık karakterizasyonu, performans şartları, alternatif teknolojiler, yeterli maliyet bilgileri gereklidir. Atık miktarı, atık karakterizasyonu, toplama şekli, taşıma şekli, geri dönüşüm/kazanım faaliyetleri, yasal mevzuat, yerel şartlar, teknik imkanlar, maliyete göre bertaraf yöntemi belirlenir.

Tablo 1:Atık Bertaraf Sistemlerinin Karşılaştırılması

| | Düzenli Depolama | Termal Sistemler | Biyolojik Sistemler |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Maliyet | Düşük | Yüksek | Orta |
| Hacimsel Azalma | Düşük | Yüksek | Yüksek |
| Çevresel Riskler | Yüksek | Orta | Düşük |
| İşletme Hassasiyeti | Kolay | Zor | Zor |

2.2. Ön İşlem Tesisleri

Atıkların düzenli depolama sahalarına kabul edilmeden önce kaynakta ayrı toplama işlemi dahil olmak üzere hacmini ve/veya tehlikelilik özelliklerini azaltmak, atık yönetimini kolaylaştırmak veya geri kazanım oranını arttırmak amacıyla uygulanan her türlü fiziksel, ısı, kimyasal veya biyolojik işlem ön işlem olarak tanımlanmaktadır. Mevzuat kapsamında kaynakta ayrı toplama, toplama-ayırma tesisi ve geri kazanım tesislerindeki hacim azaltma,

atık yönetimini kolaylaştırmak amacıyla uygulanan fiziksel işlemler ön işlem olarak kabul edilir. Fiziksel ön işlem tesislerinin yanı sıra kimyasal ve biyolojik işlemler olan kompost, biyometanizasyon, termal işlemler de ön işlem olarak değerlendirilmektedir. Arıtma çamurları için susuzlaştırma asgari ön işlem olarak kabul edilir.

Kaynakta Ayrı Toplama

Atıkların kaynağında ayrı toplanması, geçici depolanması, taşınması ve işlenmesi sırasında su, hava, toprak, bitki, hayvan ve insanlar için risk yaratmayacak, gürültü, titreşim ve koku yoluyla rahatsızlığa neden olmayacak, doğal çevrenin olumsuz etkilenmesini önleyecek ve böylece çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek yöntem ve işlemlerin kullanılması esastır.

Atıkların kaynağında ayrı toplanması, depolama sahalarının kullanım ömrünün uzaması, taşıma maliyetlerinin azalması, standartlarının sağlanması, sokak toplayıcılarının kontrolü, atık İşleme tesisleri verim ve kalite artırımı açısından önemlidir.

Toplama-ayırma tesisleri, atıkların toplandığı ve cinslerine göre sınıflandırılarak ayrıldığı atık işleme tesisleridir.

Mekanik Ayırma Tesisleri

İkili toplama sistemiyle kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların işlendiği, bu atıklardan yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir maddelerin ayrılıp geri kazanıldığı ve geri kazanılan atıkların kalitesinin yükseltildiği tesislerdir.

Geri kazanım

Piyasada ya da bir tesiste kullanılan maddelerin yerine ikame edilmek üzere atıkların faydalı bir amaç için kullanıma hazır hale getirilmesinde yer alan ve Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin Ek-2/B’de listelenen işlemlerdir.

Tablo 2: Geri Kazanım İşlemleri

| | |
|-----|--|
| R1 | Enerji üretimi amacıyla başlıca yakıt olarak veya başka şekillerde kullanma |
| R2 | Solvent (çözücü) ıslahı/yeniden üretimi |
| R3 | Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı/geri dönüşümü (kompost ve diğer biyolojik dönüşüm prosesleri dahil) |
| R4 | Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/geri dönüşümü |
| R5 | Diğer anorganik malzemelerin ıslahı/geri dönüşümü |
| R6 | Asitlerin veya bazların yeniden üretimi |
| R7 | Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların (bileşenlerin) geri kazanımı |
| R8 | Katalizör parçalarının (bileşenlerinin) geri kazanımı |
| R9 | Yağların yeniden rafine edilmesi veya diğer yeniden kullanımları |
| R10 | Ekolojik iyileştirme veya tarımcılık yararına sonuç verecek arazi ıslahı |
| R11 | R1 ila R10 arasındaki işlemlerden elde edilecek atıkların kullanımı |
| R12 | Atıkların R1 ila R11 arasındaki işlemlerden herhangi birine tabi tutulmak üzere değişimi ⁽¹⁾ |
| R13 | R1 ila R12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar atıkların ara depolanması (atığın üretildiği alan içinde geçici depolama, toplama hariç) |

Açıklama:

(1) R12: Uygun bir R kodu yoksa R1’den R11’e kadar numaralandırılmış işlemler öncesinde yapılacak sökülme, tasnif etme, kırma, sıkıştırma, peletleme, kurutma, parçalama, şartlandırma, yeniden ambalajlama, ayırma, harmanlama ya da karıştırma gibi ön işlem faaliyetlerini kapsayan işlemleri içerebilir.

Biyokurutma Tesisleri

Biyobozunur atıkların aerobik çürüme esnasında açığa çıkan ısı ile kurutulduğu tesislerdir.

Kompost Tesisleri

Organik esaslı atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılması suretiyle toprak iyileştirici madde üretilen tesislerdir. Ayrıca atık hacminin azaltılması mümkündür.

Biyometanizasyon Tesisleri

Organik maddelerin anaerobik mikroorganizmalarla ayrışması sırasında meydana gelen çok adımlı biyokimyasal reaksiyonlardan oluşan biyolojik süreç sonucunda biyogaz üretilen tesislerdir.

Sterilizasyon Tesisleri

Tıbbi atıkların bakteri sporları dahil her türlü mikrobiyal yaşamın fiziksel, kimyasal, mekanik metotlar veya radyasyon (irradiation) yoluyla tamamen yok edilmesini veya bu mikroorganizmaların seviyesinin % 99,9999 oranında azaltılması amacıyla sterilize edildiği tesislerdir.

Yakma Tesisleri

Yakma tesisi, atık kabul birimi, geçici depolama birimi, ön işlem birimi, atık besleme ve hava besleme sistemleri, kazan, baca gazı arıtım sistemleri, yakma sonucu oluşan kalıntıların düzenli depolanması ve atıksuların arıtılması için tesis içinde yer alan birimler, baca, yakma işlemlerini kontrol etmek ve yakma şartlarını izlemek ve kaydetmek için kullanılan ölçüm cihazları ve sistemler de dahil olmak üzere tesiste yer alan bütün birimleri kapsayan, ortaya çıkan yanma ısısını geri kazanabilen veya kazanamayan, atıkların oksitlenme yoluyla yakılması, piroliz, gazlaştırma veya plazma işlemleri gibi diğer termal bertaraf işlemleri de dahil olmak üzere termal yolla bertarafına yönelik her türlü sistemi ifade eder.

Berberer yakma tesisi, Ana gayesi enerji üretimi veya ürün imal etmek olan, atıkları alternatif veya ek yakıt olarak kullanan veya atığı termal olarak bertaraf eden, atık kabul ünitesi, geçici depolama birimi, ön işlem ünitesi, atık besleme ve hava ikmal sistemleri, kazan, baca gazı arıtım üniteleri, yakma sonucu oluşan kalıntıların geçici depolama ve atıksuların arıtılması için tesis içinde yer alan üniteler, baca, yakma işlemlerini kontrol etmek, yakma şartlarını kaydetmek, izlemek için kullanılan ölçüm cihazları ve sistemler de dahil olmak üzere, beraber yakma tesisinde yer alan bütün üniteleri kapsayan her türlü tesis (ancak beraber yakma işlemi ürün veya enerji üretimi değil de atıkların termal olarak bertarafını hedefliyorsa yakma tesisi olarak kabul edilir) olarak tanımlanmaktadır.

Termal Bertaraf Tesisleri büyük finansal kaynak gerektiren, önemli projelerdir. Tesis yatırım maliyeti, kredi koşulları, seçilen teknoloji, yerel kısıtlamalar, enerji kazanma teknolojisi ve baca gazı temizleme teknolojisine bağlıdır. Diğer taraftan özellikle evsel atık gibi heterojen yapıdaki atıkların yakma yöntemiyle bertarafı zor ve yüksek maliyetler nedeniyle cazip olmayan bir yöntem olarak görülmektedir.

2.3. Düzenli Depolama

2.3.1. Düzenli Depolama Tesislerinde Genel Olarak Alınacak Önlemler

Depolama tesislerinden kaynaklanabilecek olumsuz etkileri asgari düzeye indirmek için tesislerde; koku ve tozların çevreye yayılmasını, rüzgârın etkisiyle kâğıt, naylon torba ve ince plastik gibi atıkların yayılmasını, gürültü ve trafik yoğunluğunu, kuşlar, haşerat, böcek ve diğer hayvanların alanda üremesi ve alandaki patojenleri çevreye taşımalarını, havada depo gazından kaynaklanan tabakalaşma ve aerosollerin oluşumunu, yangın ihtimalini azaltacak ve tesis çevresine etkilerini önleyecek sistemler kurulmak zorundadır.

İşletme aşamasında depolama tesisine kabul edilen atıklar, sahanın yapısal sağlamlığını bozmayacak, iç ve dış şevlerde kayma ve yıkılmalara neden olmayacak güvenlik düzeyinde depolanır. Zemin stabilitesinin geçirimsizlik tabakasına zarar vermeyecek nitelikte olması sağlanmalıdır. Atıkların depolama çalışmaları sırasında, şev stabilitesini ve araçlarla makinelerin kolayca manevra yapabilmelerini sağlamak için lot şev eğimi ve atık hücrelerinin şev eğimi azami 1/3 olacak şekilde yapılır. Atığı getiren araçların geçişleri drenaj sistemine zarar vermeyecek şekilde planlanır. Depolama tesisi, izinsiz girişleri engelleyecek şekilde çevre çiti ve giriş kapısı ile donatılarak emniyet altına alınır. Tesiste izinsiz atık boşaltımını engelleyecek kontrol mekanizması oluşturulur.

2.3.2. Düzenli Depolama Tesislerinde Toprak ve Suların Korunması İçin Su Kontrolü ve Sızıntı Suyu Yönetimi

Düzenli depolama tesisinin yer seçimi ve tasarımı, toprağın, yüzeysel suların ve yeraltı sularının kirlenmesini önleyecek şekilde yapılır, kapatma sonrası aşamada bu korumanın sağlanması için üst örtü teşkil edilir.

I. ve II. sınıf düzenli depolama tesisleri için sahanın özellikleri ve meteorolojik şartlar dikkate alınarak; depolama sahasına yağıştan kaynaklanan yüzeysel suların girmesini engellemek, sızıntı suyu toplama sistemine yağış suyu girmesini asgari düzeye indirmek, yüzeysel suların ve/veya yeraltı sularının depolanmış atığa temasını engellemek, kirlenmiş suları ve sızıntı suyunu toplamak, depolama sahasında toplanmış kirlenmiş suları ve sızıntı suyunu yönetmek gerekmektedir.

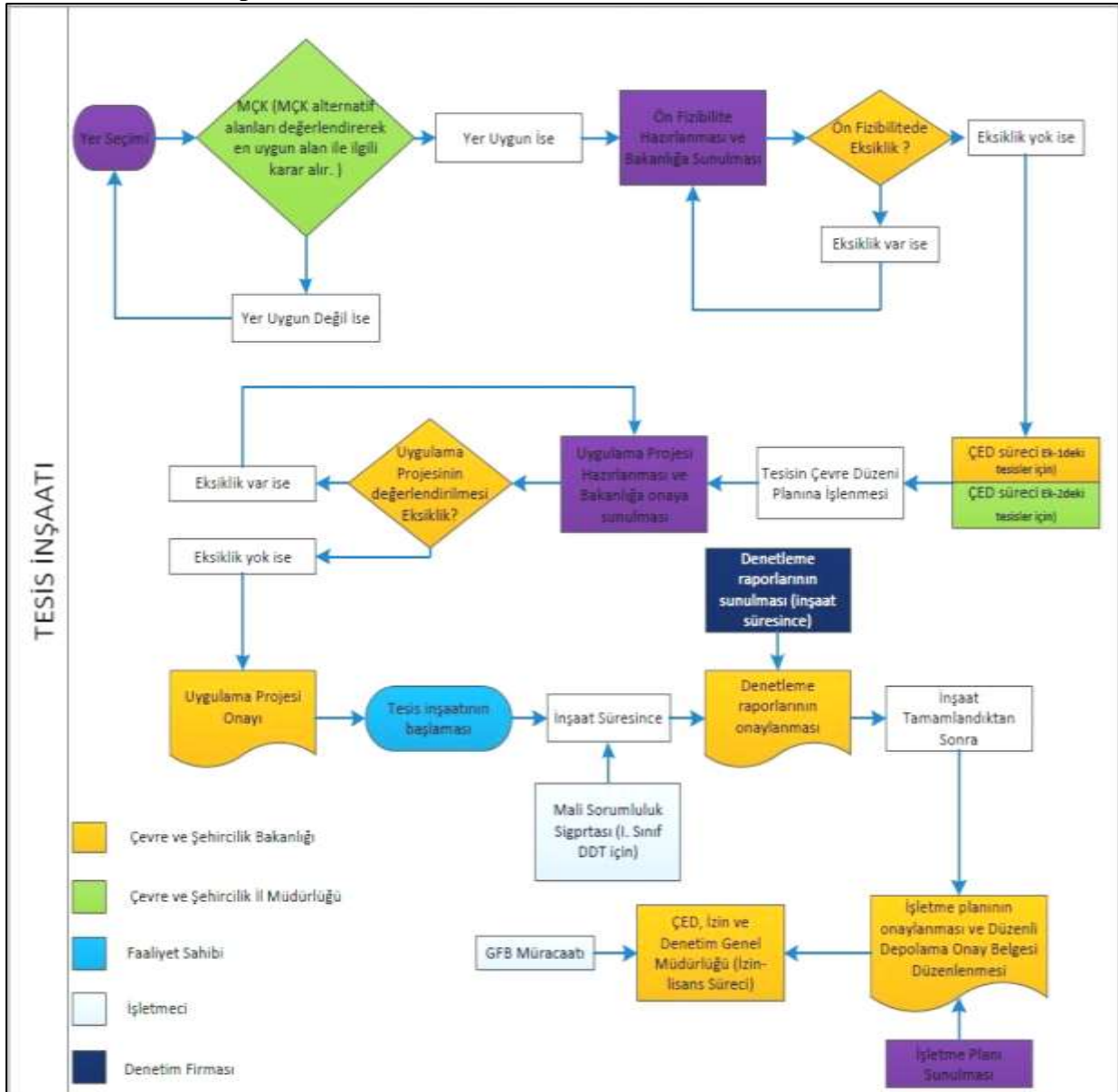
2.3.3. Düzenli Depolama Tesislerinde Depo Gazı Yönetimi

Düzenli depolama tesisinde oluşan gazların toplanması, işlenmesi ve kullanılması işlemleri çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde yapılmak zorundadır. Biyobozunur atıkları kabul eden tüm düzenli depolama tesislerinde gazlar toplanıp doğrudan veya işlenerek enerji üretiminde kullanılması, elde edilen depo gazının, enerji üretiminde kullanılmasının ekonomik olmaması halinde depo gazının meşalelerde yakılması gerekmektedir.

3. DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSLERİNİN KURULMASINDA İZLENEN YASAL SÜREÇ

Birlikler/Belediyeler/özel ve tüzel kişiler tarafından kurulan düzenli depolama tesislerinin yasal ve teknik yeterlilikleri ile işletme durumları Bakanlığımız tarafından takip edilmektedir. 26/03/2010 tarih ve 27533 sayılı Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliğin Maddesine göre düzenli depolama tesisi kurmak isteyen gerçek ve tüzel kişiler, öncelikle kuracakları tesisin bu Yönetmelik ve diğer hukuki ve teknik düzenlemelerde istenen şartları sağlamak zorundadır.

Şekil 1: Düzenli Depolama Tesislerinin Kurulmasında İzlenen Yasal Süreç



3.1. Yer Seçimi

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliğine göre; düzenli depolama tesis sınırlarının yerleşim birimlerine uzaklığı I. sınıf düzenli depolama tesisleri için en az bir kilometre, II. sınıf ve III. sınıf düzenli depolama tesisleri için ise en az iki yüz elli(250 m) metre olmak zorundadır.

Ayrıca, düzenli depolama tesisinin yer seçiminde; düzenli depolama tesisinin hava ulaşım güvenliğini etkileyip etkilemediği, orman alanları, ağaçlandırma alanları, yaban hayatı ve bitki örtüsünün korunması gibi özel amaçlarla koruma altına alınmış alanlara uzaklığı, bölgede bulunan yeraltı ve yüzeysel su kaynakları ve koruma havzalarının durumu, yeraltı su seviyesi ve yeraltı suyu akış yönleri, sahanın topografik, jeolojik, jeomorfolojik, jeoteknik ve hidrojeolojik durumu, taşkın, heyelan, çığ, erozyon ve yüksek deprem riski, hâkim rüzgâr yönü ve yağış durumu, doğal veya kültürel miras durumu dikkate alınır. Sahada akaryakıt, gaz ve içme-kullanma suyu naklinde kullanılan boru hatları, yüksek gerilim hatları bulunmamalıdır.

Düzenli Depolama Tesisleri Yer Seçiminde;

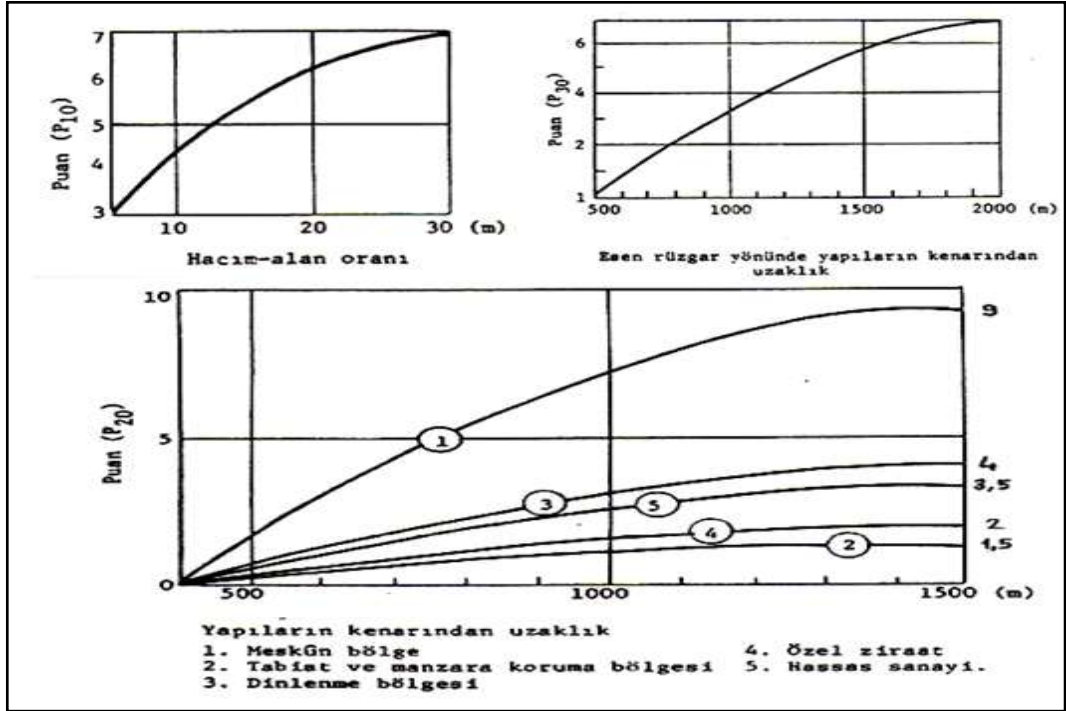
- Farklı arazi kullanım bölgelerine uzaklık (tampon bölge), eğim hesabı ve uygunluk açısından yeniden sınıflandırma vb. pek çok konumsal analizleri içermeli,
- Karar verme sürecinde hangi faktörlerin göz önüne alınacağı ve hangilerinin hariç tutulacağı; ya da bu faktörlerin verilecek kararı hangi düzeyde etkileyeceği etkin ve tarafsız bir şekilde belirlenmeli,
- Birbiriyle çelişen çok sayıda faktör değerlendirilmeli ve uygun bir karar alınmalı,
- Alternatifler alanlar değerlendirilirken çevresel ve sosyal unsur ve hassasiyetler göz önüne alınmalı, ekonomik, teknik ve çevresel açıdan en sürdürülebilir ve tüm taraflarca kabul edilebilir yer seçilmelidir.

Teknik olarak mümkün olabilecek depo yerlerini, çevreye muhtemel olumsuz etkileri bakımından değerlendirmek oldukça zordur. Buna rağmen depo alanları, belirlenebilir kıstaslarla değerlendirilebilir.

Tablo 3: Değerlendirme Kıstasları ve Alabilecekleri Maksimum Puanları

| Değerlendirme Kıstasları | Maksimum Pozitif Puan |
|---------------------------------|------------------------------|
| 1. Hacmin alana oranı | 7 |
| 2. Yapılara olan uzaklık | 20 |
| 3. Rüzgâr istikameti | 7 |
| 4. Dış görünüş (manzara) | 7 |
| 5. Yandaki trafiğe tesiri | 13 |
| 6. Bitmiş tesisten kazanç | 13 |
| 7. Suyu tesiri | 33 |
| Toplam | 100 |

Şekil 2: Kıstaslar için puanlamalar



Tablo 4: Dış Görünüşe Göre Puanlama

| Yaplardan Görünme | Puan P_{40} |
|-------------------|---------------|
| Mümkün değil | 7 |
| Kısmen mümkün | 3 |
| Mümkün | 0 |

Tablo 5: Trafik Etkisine Göre Puanlama

| Civardaki Trafik Üzerine Tesir | Puan P_{50} |
|---------------------------------------|---------------|
| Meskûn Mıntıka Yoluna Tesir | |
| Fazla | 0 |
| Orta | 4 |
| Hiç | 8 |
| Devlet Karayolunun Etkilenmesi | |
| Fazla | 0 |
| Orta | 2 |
| Hiç | 4 |
| Otoyol Etkilenmesi | |
| Fazla | 0,5 |
| Orta | 1 |

Tablo 6: Model Genel Değerlendirmesi

| Puanlar | Uygunluk |
|----------------|---------------------|
| 90-100 | Çok çok iyi (ideal) |
| 80-89 | Çok iyi |
| 70-79 | İyi |
| 60-69 | Uygun |
| 50-59 | Kabul edilebilir |
| 0-49 | Uygun değil |

Halk, düzensiz depolamada karşılaşılan yangın, koku, haşere üremesi, atıkların çevreye yayılması gibi problemler yaşanacağını düşünerek arka bahçesinde bir Düzenli Depolama Tesisinin de yapılmasına karşı çıkabilecektir. Bu sıkıntıların önüne geçmek için halkın düzenli depolama tesisi projelerine paydaş olarak katılımının sağlanması, halka kurulacak atık yönetim sistemi ve düzenli depolama tesisleri, çevresel etkilerin nasıl önleneceği, alınacak önlemler ve gerekli durumlardaki müdahaleler hakkında halkın katılımı toplantıları, özel bilgilendirme toplantıları düzenlenmesi önem arz etmektedir.

3.2. Mahalli Çevre Kurulu Kararı

Belirlenen alternatif alanlar üzerinde değerlendirmeler yapılarak, Mahalli Çevre Kurulu'nda görüşülerek ilgili kurum ve kuruluşlarca tekrar değerlendirilerek karara bağlanmalıdır.

3.3. Fizibilite

Düzenli depolama tesisi kurmak isteyen gerçek ve tüzel kişiler, öncelikle kuracakları tesisin Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik ve diğer hukuki ve teknik düzenlemelerde istenen şartları yerine getirebileceğini gösterir, mali fizibiliteyi de içeren ve atık yönetim planlarıyla uyumlu olduğunu gösterir raporu Bakanlığımıza sunarak uygun görüş almakla yükümlüdür.

3.4. Çevresel Etki Değerlendirme Süreci

Çevresel Etki Değerlendirme Yönetmeliği, ülkemizde ilk olarak 07 Şubat 1993 tarihinde yayımlanmış olup sırasıyla 1997, 2002, 2003, 2008 ve 2011 tarihlerinde değiştirilmiştir. Son olarak yatırım ortamının iyileştirilmesi çalışmaları göz önüne alınarak 03/10/2013 tarihinde revize edilmiştir.

Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliği kapsamında projeler, **Ek-I** ve **Ek-II** listesi olarak, kirleticilik vasıfları göz önüne alınarak iki grupta toplanmıştır.

Ek-1 Listesi'nde 12. Tehlikeli ve özel işleme tabi atıklar başlığı altında Tehlikeli ve özel işleme tabi atıkların geri kazanılması yakılması (oksitlenme yoluyla yakma, piroliz, gazlaştırma veya plazma ve benzeri termal bertaraf işlemleri) ve/veya nihai bertarafını yapacak tesisler, 13. Günlük kapasitesi 100 ton ve üzeri atıkların yakılması (oksitlenme yoluyla yakma, piroliz, gazlaştırma veya plazma ve benzeri termal bertaraf işlemleri), belediye atıkları hariç olmak üzere alanı 10 hektardan büyük ve/veya hedef yılı da dahil

günlük 100 ton ve üzeri olan atıkların ara işleme tabi tutulması ve/veya düzenli depolanması için kurulacak tesisler başlığı altında atık yönetim tesisleri yer almaktadır.

13. Madde kapsamında yer alan projeler için kapasite ve alan büyüklükleri ayrı ayrı geçerli olan sınırlayıcı değerleri ifade etmektedir. Kapasitenin 100 ton/gün değerinden büyük olması durumunda proje, alan büyüklüğüne bakılmaksızın Ek-1 kapsamında değerlendirilmelidir. Aynı şekilde alan büyüklüğünün 10 hektardan büyük olması durumunda proje, atık miktarına bakılmaksızın EK-1 kapsamında değerlendirilmelidir(Kül, cüruf depolanması gibi).

Alan büyüklüğü ve atık miktarına bağlı olarak Ek-1'de yer almayan projeler ve belediye atıklarının yönetildiği tesisler Ek-2 Listedeki Belediye atıkları dahil olmak üzere atıkların kompost ve diğer tekniklerle ara işleme tabi tutulması, düzenli depolanması ve bertaraf edilmesi için kurulan tesisler kapsamında değerlendirilmelidir.

Düzenli Depolama Tesisleri İle İlgili ÇED Raporlarında Bulunması Gereken Bilgiler:

- Projenin açıklanması, proje nüfusu, (atık ve nüfus projeksiyonları) projenin hizmet edeceği alanlar, projenin ekonomik ömrü,
- Tesise kabul edilecek atıkların kaynağı, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri, miktarları ve ilgili yönetmeliklere göre sınıflandırılması,
- Proje alanının yeri, büyüklüğü, sahanın koordinatları, arazi vasfı, mülkiyeti, yerleşim yerlerine, koruma alanlarına vb. mesafeleri, meteorolojik, jeolojik özellikleri, sel, taşkın, heyelan riskleri ve alınacak önlemler, yeraltı ve yüzeysel su kaynakları durumu,
- Düzenli depolama tesisi tasarımı(depolar alanı dizaynı, lotların planları, ömürleri, zemin geçirimsizliği, yeraltı suyu seviyeleri, depo tabanı, yan yüzeyler ve üst örtü teşkili, drenaj sistemleri, sızıntı suyu toplanması, sızıntı suyu havuzu tasarımı, depo gazı toplanması ve bertarafı,
- Arazinin hazırlanması aşamasında yapılacak hafriyat, hafriyat artığı malzemenin nerelere taşınacakları, nerelerde depolanacakları veya hangi amaçlar için kullanılacakları, dolgu için kullanılacaksa hafriyat ve dolgu tabloları, depolama alanının nihai eğim açısı ve depolama sahası durumu,
- Atık toplama ve taşıma sistemleri, transfer istasyonlarının yeri, tasarımı, araçların özellikleri,
- Koku, toz, haşere, sinek üremesi vb. önlemleri,
- Doğal afet veya kaza anında alınacak önlemler (Acil eylem Planı),
- İşletme ve bakım yöntemleri, işletme sonrası rehabilitasyon çalışmaları, yeraltı ve yerüstü kaynaklarının izlenmesi, gözlem kuyularının yerleri,
- Ölçekli vaziyet planı (sağlık koruma bandının da gösterildiği).

ÇED süreci tamamlanan tesisler Çevre Düzeni Planlarına işlenir. ÇED Olumlu ya da ÇED Gereki Değildir kararı verilen projelerin izlenmesi ve denetlenmesi; ÇED Raporunda veya Proje Tanıtım Dosyasında verilen taahhütler doğrultusunda projelerin izleme ve denetimi yapılmaktadır.

ÇED Uygulamaları sayesinde; projenin amacı ve kapsamı ayrıntılı olarak değerlendirilir. Proje sahipleri; projeyi yeniden gözden geçirme imkânına kavuşurlar, Bölge için farklı teknolojilerin değerlendirilmesi teknolojilerin çevresel etkileri ve maliyetleri konusunda bilgi sahibi olurlar, proje için alternatif alanların değerlendirilmesine, konuya ilişkin maliyetlerin tahmin edilmesine ve projeyi kamuoyuna duyurma imkânına sahip olurlar.

3.5. Uygulama Projeleri

Düzenli depolama tesisleri uygulama projelerinin hazırlanmasında ülkemiz genelinde birliktelik sağlanması ve kurum/kuruluş/firmaların veya belediye/birlik başkanlıklarının verimli ve ekonomik bir düzenli depolama tesisine sahip olması ve çevresel yükümlülüklerini daha özenle yerine getirmeleri açısından uygulama projeleri Bakanlığımız onayına sunulmalıdır.

Uygulama projesi raporunda;

1. Nihai ÇED raporu,
2. Zemin etüt raporu,
3. Sedde duraylılık analizi,
4. Deprem risk analiz raporu,
5. Sızıntı suyu ve depo gazı yönetimi,
6. Paftalarda verilen bilgilerin detaylı açıklaması,
7. Enerji alış verişi yapılan kuruluştan temin edilen enerji müsaade yazısı veya sistem bağlantı anlaşması,
8. Taban geçirimsizlik malzemelerinin (kil, jeomembran, çakıl, vb.) teknik özellikleri, temin yeri ve kil grubu mineral geçirimsizlik malzemesi sıkıştırma test yöntemleri,
9. Su Yapıları Yetkili Denetim Firması veya Bakanlıkça düzenli depolama tesislerinin denetimine ilişkin olarak Yetkilendirilmiş Denetim Firmaları ile yapılan sözleşmenin aslı veya noter onaylı nüshası, yer almalıdır.

Detay paftalarda;

1. Coğrafi bilgi sistemlerine uygun ülke koordinatlarına applike edilmiş halihazır harita üzerinde topografik kotların yanı sıra arazi üzerindeki yol, su birikintileri, yapılar, elektrik, su ve boru hatları ve eğim başlangıç bitiş noktaları gösterilmelidir. Koordinatlar UTM 3 derece ve 6 derece olmak üzere belirtilir.
2. Saha Genel Yerleşim Planında tesis üniteleri numaralandırılarak gösterilmeli, plan üzerinde etaplar, seddeler ve eğimler gösterilmelidir.
3. Sahaya ait gerekli sayıda boy kesit ve en kesit paftası (saha kesitleri) verilmelidir.
4. Kazı, dolgu, plan ve kesitlerinde saha taban eğimleri boyuna ve enine olmak üzere sızıntı suyunun verimli toplanabileceğini göstermelidir.
5. Kademe dolgu planları, depolama sahası atık dolum kademelerini ve kademelerin dolum sonrası kotlarını göstermelidir.
6. Nihai atık dolum planında, depolama sahasının tüm kademelerinin tam kapasite ile doldurulmuş hali gösterilmelidir.
7. Yüzey suyu drenaj planı ve detayları, drenaj sisteminin çevreden gelen suları toplayıp tahliye edecek şekilde sahanın etrafını sardığını ve eğimin akışı sağlayabildiğini göstermelidir.
8. Sızıntı suyu drenaj planı ve detayları, oluşacak sızıntı suyu miktarı dikkate alınarak hesaplanan ana ve tali boruların çaplarını göstermelidir. Sistem kamera ile kontrol edilecek ise boru çapının en az 350 mm olması gerektiği dikkate alınmalıdır.
9. Sızıntı suyu toplama bacası kullanılacaksa proje dosyasına baca kesit detayı ve koordinatları eklenmelidir. Sızıntı suyunun baca gerektirmeksizin borularla nakledilmesi durumunda bu detaya gerek yoktur.
10. Yol aplikasyon tablosunda koordinatlar, yol uzunlukları ve kurlar gösterilmiş olmalıdır. Sahanın atık dolum bölümlerindeki yol eğimleri en fazla %9 mertebesinde olmalıdır. Araç yoğunluğu az ise eğim %12' ye kadar çıkarılabilir. Dolgu bölgeleri dışında kalan yolların eğimleri mevcut topografyaya göre tanzim edilmelidir. Atık taşıma sisteminin kamyon vb. araçlar dışında (boru, konveyör bant vb.) olması durumunda yol aplikasyon

tablosunun hazırlanmasına gerek yoktur. Ancak sahaya ulaşım yollarının ve atık taşıma sisteminin harita üzerinde gösterilmesi gerekir.

11. Gaz toplama bacaları, bir bacanın ortalama 50 m çapındaki (etkin çap) bir alanın gazını toplayabileceği şekilde planlanmalı ve koordinatları verilmelidir.

12. Depolama sahasında kullanılacak seddelere ait tip kesit/kesitler verilmelidir.

13. Depo tabanı ve üst örtü sızdırmazlık sistemlerine ait kesitleri verilmelidir.

14. Jeomembran ankraj detayları verilmelidir.

15. Sahanın etrafına muhtemel sızıntı suyu kaçaklarını tespit etmek için en az üç adet gözlem kuyusu yerleştirilmeli, proje dosyasında bu kuyulara ait plan, kesitler ve koordinatları sunulmalıdır.

I.ve II. sınıf düzenli depolama tesisleri için hazırlanacak olan proje dosyasında saha uygulama projelerine ek olarak projenin özelliğine göre elektrik, mimari ve mekanik projeler ile ilgili detay çizimler de yer almalıdır. 13.05.2011 tarihli ve 27933 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Su Yapıları Denetim Hizmetleri Yönetmeliği” kapsamında Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yetkilendirilmiş “Su Yapıları Yetkili Denetim Firmaları” (SYDF) veya Bakanlıkça düzenli depolama tesislerinin denetimine ilişkin olarak Yetkilendirilmiş Denetim Firmaları (DDYDF) ile sözleşme yapılmalı, sözleşmenin bir adet aslı veya noter onaylı nüshası Bakanlığımıza sunulmalıdır. Bakanlığımız tarafından onaylanan uygulama projesinin bir nüshası inşaat denetimini yapacak olan DDYDF veya SYDF’ye Bakanlığımızca gönderilir. İnşaat denetimi aşamasında DDYDF veya SYDF tarafından yapılan işin fotoğrafları, numune sonuçları ve gerekli bilgi ve belgeleri içeren denetleme raporları Bakanlığa aylık olarak sunulur. İnşaatın tamamlanmasını müteakip denetimin tamamlandığına dair DDYDF veya SYDF tarafından denetleme nihai raporu sunulur.

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik yayımı tarihi öncesinde Bakanlık tarafından uygulama projeleri onaylanmış fakat inşa edilmemiş düzenli depolama lotlarının uygulama projeleri, bu Yönetmeliğe göre revize edilerek yeniden Bakanlık onayına sunulmalı ve yeni lot inşaatları da bu Yönetmeliğin hükümleri çerçevesinde yapılmalıdır.

Düzenli depolama tesisinin işletmesinde saha görevlisi olarak çalışacak teknisyen, tekniker ya da mühendislerin, Bakanlıkça belirlenecek eğitimleri alarak yapılacak sınavda başarılı olmaları halinde Bakanlıkça saha yönetimi ve işletme yetki belgesi düzenlenir. Düzenli depolama tesislerinin Bakanlıktan alınmış saha yönetimi ve işletme yetki belgesine sahip personel tarafından işletilmesi zorunludur.

3.6. İşletme Planı Onayı ve Düzenli Depolama Onay Belgesi Düzenlenmesi

İnşaat süresince Bakanlığa sunulacak denetleme raporları ile İşletme Planı formatına göre hazırlanmış işletme planı Bakanlıkça onaylanan tesisler için Düzenli Depolama Onay Belgesi düzenlenmektedir. Sızıntı suyundan ve mevcut olması halinde yüzeysel sulardan numune alma işlemleri temsil edici noktalarda yapılır.

İşletme planında belirlenecek olan sızıntı suyunun depolama alanından çıkış noktasından ISO 5667-1 Numune Toplama Teknolojisi Genel İlkelere göre numune alınır ve analiz yapılır. Numune alma sıklığı işletme planında belirlenir.

I. Sınıf düzenli depolama tesisinin sahibi veya işletmecisi, bertaraf işlemleri başlamadan önce bu Yönetmelik hükümlerini karşılayacak şekilde tesisin inşası, işletmesi, kapatılması ve kapatma sonrası bakımı sırasında olası herhangi bir kazanın üçüncü şahıslara verebilecekleri zararlara karşı mali sorumluluk sigortası yaptırmakla yükümlüdür.

3.7. Düzenli Depolama Tesisleri Çevre İzin ve Lisansı

Çevre Kanunu'nun ilgili maddeleri uyarınca, olumsuz çevresel etkileri bulunan işletmelerin faaliyette bulunabilmeleri için öngörülen izinleri; atıkların geri kazanımı, geri

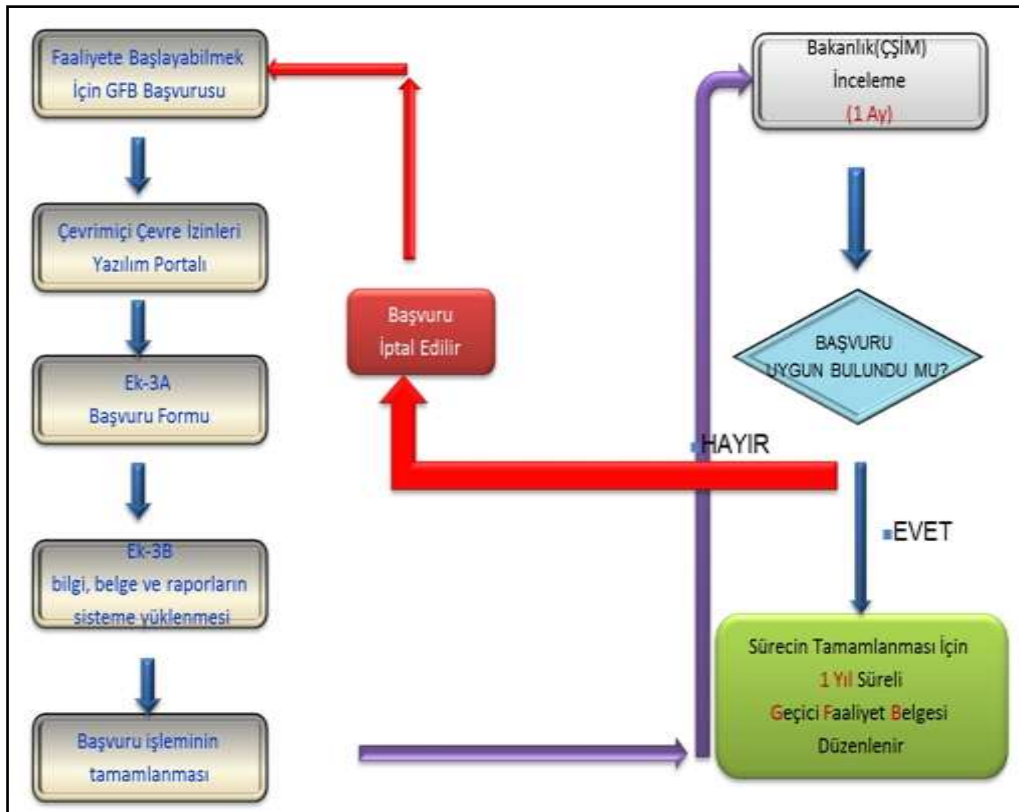
dönüşümü ve bertarafına ilişkin iş ve işlemlerle iştigal eden tüm işletmelerin ise lisans almaları gerekmekte olup, bu Kanunun uygulanmasını sağlamak üzere alınması gereken izinler ve bu izinlerin tâbi olacağı usul ve esasların Bakanlığımızca çıkarılacak yönetmeliklerle belirleneceği karara bağlanmıştır. Bu kapsamda 29.04.2009 tarihli ve 27214 sayılı Resmi Gazete 'de yayımlanan ve 01.04.2010 tarihi itibariyle yürürlüğe giren Çevre Kanunu'nca Alınması Gereken İzin ve Lisanslar Hakkında Yönetmelik (ÇKAGİLHY) ile çevreye kirlenici etkisi olan tüm sanayi tesisleri için bütüncül izin sistemine geçilmiştir.

Tesis/işletmeler kirlenici vasıflarına göre Yönetmeliğin Ek-I ve Ek-II listelerinde tanımlanmıştır. Yönetmeliğin Ek-I listesinde yer alan faaliyetler için inceleme ve onaylama sürecinde yetkili mercii Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ek-II tesisleri/faaliyetleri için ise Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleridir. Birden fazla tesisi olan işletmelerin çevre izni veya çevre izin ve lisansı işlemleri, işletme adına ve işletmede aynı adreste yer alan entegre tesislerin tümü birlikte değerlendirilerek yürütülmekte ve sonuçlandırılmaktadır. Bir işletme içinde EK-1 ve EK-2 listesine tabi faaliyet veya tesislerin birlikte bulunması halinde söz konusu müracaat Bakanlık tarafından değerlendirilmektedir.

İzin ve Lisans süreci en fazla 1 yıllık bir süre dâhilinde olumlu ya da olumsuz sonuçlandırılması gereken bir süreçtir. Bu süreç iki aşamalı olup, ilk aşama tesis/işletmeler için 1 yıl süreli Geçici Faaliyet Belgesinin alınması, ikinci aşama ise Çevre İzin/Çevre İzin ve Lisans Belgesinin alınmasıdır. Tüm tesisler için Çevre İzin veya Çevre İzin ve Lisans Belgesinin alınabilmesi için öncelikle Geçici Faaliyet Belgesinin alınması zorunludur.

Düzenli depolama tesisleri, Yönetmeliğin Ek-1 Listesi 8.1. Atık ara depolama, geri kazanım ve bertaraf tesisleri Maddesi altında bertaraf konulu lisanslar içerisinde değerlendirilmektedir.

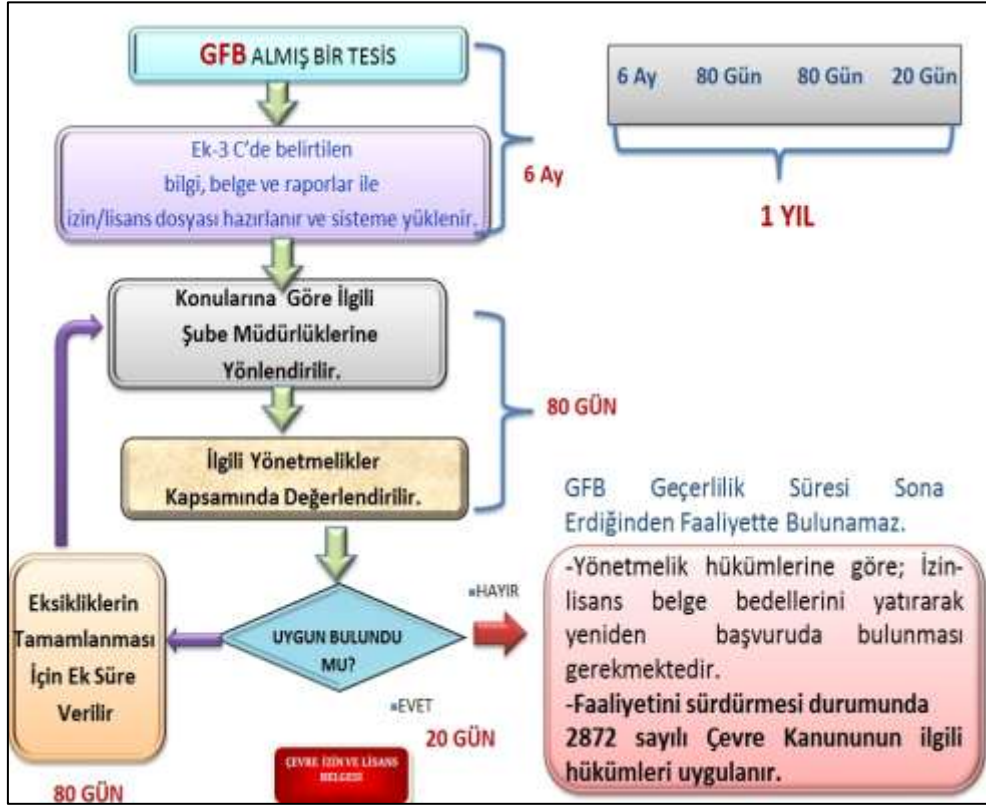
Şekil 3: Geçici Faaliyet Belgesi Verilme Süreci



Başvuru sırasında Yönetmeliğin Ek-3B'sinde belirtilen ÇED Belgesi, Yapı kullanma izin belgesi, Sicil Gazetesi, Kapasite Raporu, İşletme Belgesi, Vaziyet Planı, İş Akım Şeması ve Proses Özeti'nin Başvuru Formuna eklenmesi gerekmektedir.

Düzenli Depolama Tesisi konulu Çevre Lisansı başvuru belgeleri arasında ayrıca; Acil Durum/Müdahale Planı (İtfaiye Müdürlüğü Belgesi dahil), İl Müdürlüğü Uygunluk Yazısı ve Düzenli Depolama Tesisi Onay Belgesi'nin bulunması zorunludur.

Şekil 4: Çevre İzin ve Lisans Sürecinin Tamamlanması Süreci



Düzenli Depolama Tesislerinin Çevre İzin ve Lisansı sürecinin tamamlanması aşamasında izleme raporları ile kütle dengesi tablolarının sunulması gerekmektedir.

Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin 9 uncu maddesi gereğince düzenli depolama tesislerine verilecek lisans belgesinin ekinde;

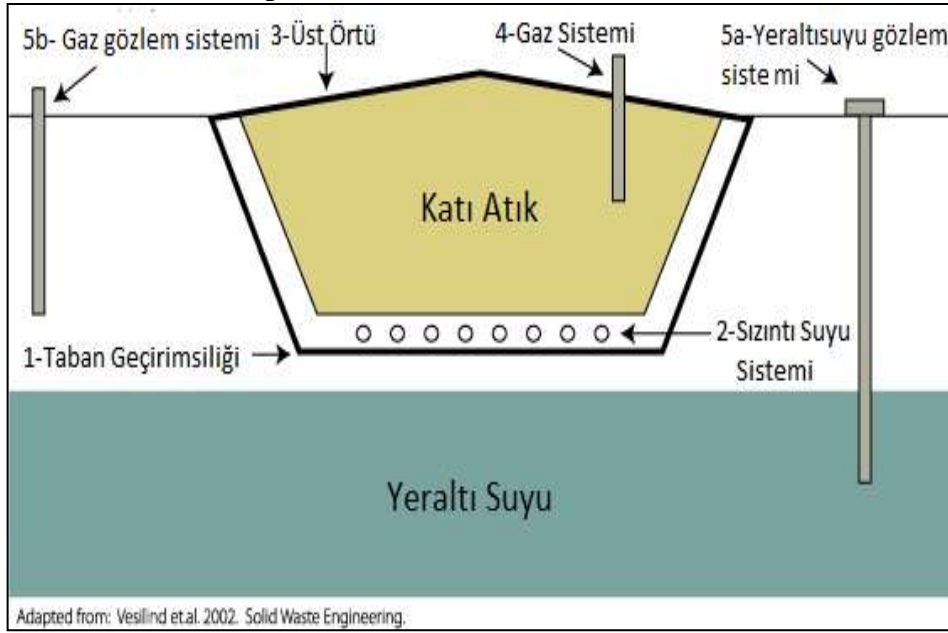
- Düzenli depolama tesisinde depolanmasına izin verilen atıkların Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin EK IV'ünde verilen atık kodlarına göre listesi,
- Düzenli depolama tesisinin lot sayısı, yüzey alanı, her bir lotta depolanması öngörülen yaklaşık atık miktarı ile tesiste depolanacak yaklaşık toplam atık miktarı,
- Atık depolama tesisi hazırlık şartları, atık depolama işlemleri, kontrol ve izleme şartları, izleme koşullarını içerecek şekilde kapatma ve kapatma sonrası bakım işlemleri ile ilgili şartlar,
- Depolanmış atıkların türleri, miktarları, kaynakları; kontrol ve izleme şartlarına istinaden yapılan işlemleri ve işletme hakkındaki bilgilerin Bakanlığa raporlanması için bir yılı aşmayacak şekilde belirlenen raporlama periyodu yer almalıdır.

4. DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİ DİZAYN KRİTERLERİ VE SAHANIN HÜCRELEME METODUNA GÖRE TASARIMI

4.1. Düzenli Depolama Sahasında Bulunması Gereken Ana Unsurlar ve Ekipmanlar

Genel ve basit olarak düzenli depolama tesisi, depolamadan kaynaklanan sızıntı suyu, gaz ve görsel kirliliğin öncelikle etrafa yayılmasının engellendiği ve bunların çevreye zarar vermeyecek şekilde toplanıp değerlendirildiği ve/veya arıtıldığı depolama tesisleri olarak tanımlanabilir.

Şekil 5: Düzenli Depolama Tesisinin Unsurları



Düzenli depolama tesislerinin neden olabileceği çevresel etkilerin azaltılabilmesi için depo tabanında dizayn edilen geçirimsizlik tabakası sayesinde depo ortamından sızan çöp sularının toplanarak yer altı sularının ve yüzeysel sularının kirlenmesi önlenir. Düzenli depolama sahalarını, düzensiz depolama alanlarından ayıran en önemli farklarından biri de, sızıntı sularının ve depo gazının olumsuz etkilerini kontrol altına alacak bir tasarımın olmasıdır.

Düzenli depolama tesisi, temel unsurlar ile yardımcı unsurlardan oluşmaktadır. Bir atık depolama tesisinin beş temel unsuru vardır. Bunlar,

- Taban geçirimsizliği
- Sızıntı suyu yönetim sistemi (SS toplama ve arıtma)
- Üst örtü
- Depo Gazı Yönetimi (gaz toplama, değerlendirme ve yakma)
- İzleme sistemidir.

Düzenli depolama tesisinde bulunan yardımcı unsurlar şunlardır;

- Giriş yapıları (bekçi binası, kantar, kontrol ve çıkışta tekerlek yıkama): Yeterli kapasitede girip çıkan araçları tartan ve kaydeden, böylece tesise gelen atık miktarının

kaydedildiği otomatik kantar ve bekçilerin bulunduğu binalar. Girişteki katı atıkların kontrol edildiği, radyoaktif madde içerip içermediğinin denetlendiği birim.

- İdare binası veya binaları ve laboratuvar: Bu bina içinde mesai sonrası personelin yıkanması için sıcak su ihtiva eden duşlar, soyunma dolapları, sağlık ve ilk yardım birimi, yemekhane, v.s. bulunmalıdır.

- Yollar, menfez ve köprüler: Her türlü iklim şartlarında ulaşım imkân verecek nitelikte tesise girişe ait yaklaşım yolları, tesis içi kalıcı ve geçici yollar; köprü ve menfezler.

- Garaj ve tamir atölyesi, teknik servisler: Sahada kullanılan iş makinelerin günlük bakım, arıza hallerinde tamir/onarımlarının yapıldığı atölyeler

- Kontrol ve gözlem sistemi: Yeraltı suyunu, sızıntı sularını ve depo gazlarını izleme ve ölçme kuyuları açılır. Bu kuyularda işletme planı çerçevesinde belirli aralıklarla, muhtemel sızıntı suyu ve depo gazı kaçaklarına karşı depo tesisi işleten kişi ve kuruluşlar tarafından ölçümler ve kontroller yapılır.

- Altyapı tesisleri: Elektrik, su, doğalgaz, telefon, içme suyu tesisleri ve diğer alt yapı tesisleri.

- Çevre çitleri

- Yağmur suyu uzaklaştırma sistemi

- Otopark

- Akaryakıt deposu

- Günlük örtü depo alan

- Yangın söndürme sistemi,

- İlk yardım seti,

- Trafik işaretleri,

- Araçlar (buldozer, yükleyici, skreyper, greyder, tanker, kamyon, ekskavatör, su pompaları, kompresör, jeneratör, kişisel güvenlik donanımı, yangın söndürücü vs.)

4.2. Tasarım Öncesi Yapılacak Çalışmalar

Bir düzenli depolama tesisinin tasarımından önce tesise gelecek atık miktar ve özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun doğru yapılabilmesi için katı atık yönetim planının ve fizibilitesinin yapılması gereklidir. Bu planda yer alması gerekli hususların önemlileri şunlardır;

- Mevcut durum (Nüfus, atık miktarı ve özellikleri)
- Gelecek tahminleri (Nüfus, atık miktarı ve özellikleri)
- Alternatif bertaraf usulleri
- Seçilen bertaraf usulü
- Depolamaya gelecek atık miktar ve özellikleri
- Sızıntı suyu deşarj yeri
- Gazla ilgili hususlar

Planda depolama sahasında bir ön işlem yapılıp yapılmayacağı da belirlenmelidir.

Bir düzenli depolama tesisinin projelendirilmesinin ve işletilmesinin uygun yapılabilmesi için en önemli ön şart uygun yer seçiminin yapılmasıdır. Bunun için alternatif sahalarda incelenirken topografik ve zemin (jeolojik ve hidrojeolojik) özelliklerin çok iyi değerlendirilmesi gereklidir. Topografik olarak uygun alternatif alanların zemin özelliklerinin ön incelemesi yapıldıktan sonra detaylı incelemeler yapılmalıdır. Bu incelemelerde zeminin taşıma gücü, kayma ihtimali ve yeraltı suyu dikkatlice incelenmelidir.

4.3. Düzenli Depolama Tesisi Tasarımı

Düzenli depolama Tesisleri projelendirilirken Atıkların Düzenli Depolamasına Dair Yönetmelik ve Bakanlığımız Genelgeleri esas alınmalıdır. Mevzuatta olmayan hususlarda Avrupa Birliği ve diğer yurtdışı mevzuatlara, mühendislik ile fen ve sanat kaidelerine uyulmalıdır.

Tesisin projelendirilmesi planı yapılırken ilk yapılması gereken doğru bir yerleşim planı yapmaktır. Bunu yaparken öncelikle lot yerleri seçilirken sızıntı suyunun cazibe ile uzaklaşması tercih edilmelidir. İkinci öncelik ise yağmur suyu kontrolüdür. Ayrıca, saha içi ulaşım kolaylığı sağlanması hususu dikkate alınmalıdır.

Atık lotlarının taban geometrisi (kırmızı kot, model) yapılırken eğim mümkün olduğunca az yapılmalıdır. Taban şev eğimleri 1(dikey) /3(yatay)'ü geçmemelidir. Daha dik yapılması zorunluluğu varsa şev stabilitesi için gerekli tedbirler alınmalıdır.

Yan şevlerin düşey yüksekliği 15 metreden fazla ise yan şevler sekili (palyeli) olacak şekilde yapılmalıdır. Şev eğimi 1/3'den daha dik ise, jeomembran ve jeotekstil sekilerde mutlaka kilitlenmelidir. Kilitler inşa edilirken hendek kenarları mutlaka yuvarlatılmalıdır.

Lotlar aşırı büyük yapılmamalı, değişik sebeplerle lotlar büyük yapılırsa küçük seddelerle lotlar bölünmelidir. Aksi takdirde çöpe yağmur suyu karışımı engellenememektedir. Bu da sızıntı suyu oluşumunu artırmaktadır.

Saha geometrisi yapılırken sedde oluşumundan mümkünse kaçınılmalı, değişik nedenlerle sedde yapımı gerekli ise seddelerin yüksekliği aşırı olmamalı ve sedde stabilitesi ilgili uzmanlarca tahkik edilmelidir.

Lot geometrisi oluşturulurken işletme sırasında sahaya atığın alınması ve üst kotu sağlayacak şekilde depolanmasının kolay olabilmesine dikkat edilmelidir. Saha geometrisi oluşturulurken alandaki zemin uygunsuz kazı-dolgu saha içerisinde dengelenmesi tercih edilmelidir.

4.3.1. Taban Geçirimsizliğinin Oluşturulması

Düzenli depolama tesisinin tabanı ve yan yüzeylerinde, sızıntı suyunun yeraltı suyuna karışmasını önleyecek şekilde bir geçirimsizlik tabakası oluşturulması gerekmektedir. Bunun için kil veya eşdeğeri malzemeden oluşturulmuş geçirimsizlik tabakası serilir. Geçirimsizlik tabakasının fiziksel, kimyasal, mekanik ve hidrolik özellikleri depolama tesisinin toprak ve yeraltı suları için oluşturacağı potansiyel riskleri önleyecek nitelikte olmak zorundadır. Geçirimsizlik malzemeleri teknik özellik bakımından Türk Standartları Enstitüsü standartlarına uygun olmalıdır.

Tablo 7: Sınıflarına Göre Düzenli Depolama Tesisi Taban Geçirimsizlik Sistemi Özellikleri

| Düzenli Depolama Tesisi | Doğal jeolojik geçirimsizlik kil permeabilitesi ve kalınlık | Yapay geçirimsizlik |
|-------------------------|---|---------------------|
| I. Sınıf | $K \leq 1 \times 10^{-9}$ m / sn ; kalınlık ≥ 5 m | En az 0.5 m |
| II. Sınıf | $K \leq 1 \times 10^{-9}$ m / sn ; kalınlık ≥ 1 m | En az 0.5 m |
| III. Sınıf | $K \leq 1 \times 10^{-7}$ m / sn ; kalınlık ≥ 1 m | En az 0.5 m |

Jeolojik geçirimsizlik tabakasının verilen koşulları doğal olarak sağlayamaması halinde; bu tabaka yapay olarak oluşturulur ve jeomembran kullanılarak güçlendirilir. Geçirimsiz mineral malzeme ile yapay olarak oluşturulacak geçirimsizlik tabakasının toplam kalınlığı 0,5 metreden az olamaz. Yapay geçirimsizlik tabakasının korunması amacıyla koruyucu örtü malzemesi kullanılması gerekmektedir.

4.3.2. Sızıntı Suyu Sisteminin Tasarımı

Sızıntı suyu katı atıkların içinden sızarak birtakım kimyasal, biyolojik ve fiziksel olaylara maruz kalarak oluşur ve sızıntı suyu toplama sistemleri ile dışarı alınır. Katı atıkların içinden süzülen sızıntı suyu, katı atıkların muhtevassından kaynaklanan çok sayıdaki element ve bileşiği içerir. Sızıntı suyunun üç önemli kaynağı; depolanan atıktaki su muhtevası, dışarıdan depoya giren su ve depolanan katı atıkların içindeki organik maddelerin ayrışması sonucu oluşan su miktarıdır. Dışarıdan depolama gövdesine giren su, yağmur sularının depo üzerinden sızması ile oluşur. Saha içerisinde organik maddelerin ayrışması neticesinde oluşan su yukarıdaki iki kaynağa göre daha önemsizdir.

Sızıntı suyu özelliği; katı atık bileşenleri, depo yaşı, depo alanının hidrojeolojik durumu, depo içindeki fiziksel, kimyasal ve biyolojik aktiviteler, katı atıktaki su miktarı, ısı, pH, redoks potansiyeli, stabilizasyon derecesi, katı atık depolama yüksekliği, depolama sahasının işletilmesi ve iklim şartlarına göre değişir. Bunların içinde en önemlisi atık bileşenleridir. Organik ve inorganik bileşenlerin biyolojik, kimyasal ve fiziksel prosesleri genel olarak sızıntı suyu karakterini belirler. Yüksek miktardaki organik maddeler için en önemli proses biyolojik prostestir. İnorganik atıkların çözünürlüğü de sızıntı suyu kompozisyonu için önemlidir. Atık bileşenleri ve reaksiyon ürünleri depo içinde süzülerek sızıntı suyu içinde eriyik veya gaz olarak dışarı çıkar. Değişik bileşenlerin azalması, tükenmesi ve redox potansiyeli, pH, sülfidler, iyonik kuvvet gibi kimyasal çevreden dolayı da atık ve sızıntı suyu kompozisyonu zamanla değişir.

Sızıntı sularının toprak ve yeraltı suları için oluşturacağı potansiyel risklerin engellenmesi için düzenli depolama tesislerinde doğal geçirimsizlik tabakasına ilave olarak sızıntı suyu toplama ve drenaj sistemi inşa edilmesi zorunludur. I. sınıf ve II. sınıf düzenli depolama tesislerinde yapay geçirimsizlik kaplaması üzerine, kalker(CaCO_3) \leq %20 oranına, asgari 0,5 metre kalınlığa ve en az $K \geq 1,0 \times 10^{-4}$ m/s geçirgenliğe sahip drenaj tabakası uygulanır. Drenaj katmanının içinde drenaj boruları bulunur. Boru çapı, yapılacak kontrol ve temizlemelere imkân verebilecek genişlikte olmalıdır. Depo tabanında sızıntı suyuna dayanıklı bir malzemeden imal edilmiş yeterli sayıda drenaj borusu, ana toplayıcılar ve bacalar bulunur. Sızıntı suyu toplama ve drenaj sistemi sızıntı suyu toplama havuzu ile son bulur. Sızıntı suyu toplama havuzu tesisin kurulacağı yerin meteorolojik koşulları ve depolanacak atıkların su içeriği göz önünde bulundurularak herhangi bir olumsuzluğa mahal vermeyecek tasarlanmalıdır.

Depo tabanının boyuna eğimi % 3'den az olmamalıdır. Toplayıcı boru dayanımı atık yüksekliğine uygun seçilmelidir. Toplayıcı boru deliksiz olmalıdır. Drenaj boruları delikli perfore boru olmalı, ana toplayıcı boru ve drenaj borularının ucu saha dışına kadar çıkarılmalıdır. Drenaj borularının son 5 metresi deliksiz olmalı, mümkün olduğunca sık yapılmalıdır. Delikli drenaj boruları; delik kısımlarının üst tarafta kalması için sahada kaynak yapılarak birleştirilmelidir.

Sızıntı suyu havuzları tabana çökecek teressubatı kolay alacak şekilde ön çöktürme havuzu şeklinde yapılabilir. Sızıntı suyu hesabı en fazla yağın günlük yağışa göre yapılmalıdır. Dengeleme havuzu büyüklüğünün aşırı olması durumunda, saha içerisi depo olarak kullanılabilir. Bu maksatla sızıntı suyu havuzuna gelen borunun ucuna mutlaka bir vana konmalıdır. Sızıntı suyu toplama hatları sonuna konulacak vana sistemi sahada/sızıntı suyu toplama havuzlarında meydana gelebilecek olumsuz durumlarda sızıntı suyunu daha kolay kontrol etme olanağı sağlar.

4.3.3. Gaz Toplama Sisteminin Tasarımı

Katı atık depo gazı, depolanan atığın içindeki bütün oksijen aerobik organizmalarca yok edildikten sonra anaerobik ayrışmaya maruz kalmasıyla oluşan bir üründür. Anaerobik bakteriler, metabolik bir ürün olan ve hacminin yarısından çoğunu metan gazının ve geri kalanını karbondioksitin oluşturduğu bir gaz karışımı üretirler. Bu bakteriler selülozlu maddeler gibi atığın içindeki (yiyecek atığı gibi) diğer organik maddeleri de çürütebilirler. Bu durum, bütün katı atık dolgu alanlarında görüldüğü üzere yüzeyin zamanla oturmasını ve katı atık dolgu alanı gazının oluşmasını sağlar. Depo gazı toprağa sızıp kapalı yerlerde birikebilir. Bu gibi durumlarda depo gazı uygun şekilde kontrol altında tutulmazsa tehlike yaratabilir.

Düzenli depolama sahalarında kurulan dâhili gaz elde etme sisteminin görevi, depo alanında gazı oluştuğu anda toplayıp çıkartmak ve böylece bitişikteki arazilere kontrolsüz gaz kaçaklarını en aza indirerek enerji kazanımını en üst düzeye çıkartmaktır. Dâhili gaz elde etme sistemi depo alanı üst örtüsünün altında yer alacak bir gaz toplama sistemi ve atık içindeki düşey/yatay kuyulardan oluşacak bir sistemden oluşmalıdır.

Depolama sahalarında gaz oluşumu atığın içinde bulunan aşağıdaki parametrelere bağlıdır.

- ✓ Biyolojik olarak hızlı ayrışabilir maddelerin miktarı. (nebatî atıklar, hayvan ölümleri vb.)
- ✓ Biyolojik olarak yavaş ayrışabilir maddelerin miktarı. (kağıt ürünleri, tekstil, ahşap vb.)
- ✓ Biyolojik olarak ayrışamayan maddelerin miktar (metaller, plastikler, seramikler vb.)
- ✓ Diğer inert maddeler. (toprak, kömür külü vb.)

Depolama sahalarında oluşan biyogaz genelde %55 metan, %45 karbondioksitten oluşmaktadır.

Gaz oluşumu ile ilgili değerlendirmeler, kullanılabilir depo alanı gaz üretiminin depolamanın fiilen işletildiği dönem süresince ve buna ilaveten 10-20 yıl boyunca gerçekleştirilebileceğini göstermektedir. Gerçek üretim ömrü, kullanılacak depo gazı elde etme sisteminin verimine ve işletme parametrelerine bağlı olacaktır.

Sahadaki çöp kalınlığına bağlı olarak düşey ve/veya yatay gaz toplama sistemi yapılabilir. Bazı hallerde aynı sahada her iki sistemde uygulanabilir. Düşey gaz kuyuları sızıntı suyu drenaj borularına yakın yapılması yararlıdır. Mümkünse gaz kuyusundan drenaj borusu arası bir boru ile bağlanabilir. Bazı gaz kuyuları sızıntı suyu pompalamaya uygun

olacak şekilde yapılmalıdır. Sahada çöp yüksekliği fazla ise gaz kuyuları drenaj hendekleri ile birbirlerine bağlanabilir.

Gaz kuyuları sahaya atık alınmadan yapılacak ise kuyunun ağırlığı ile oluşacak çivileme etkisi ile tabanın delinmemesi için yeterli temel yapılmalıdır. Temel inşaatında uygun çimento kullanılmalıdır. Gaz kuyularının sonradan yapılması halinde, kuyunun altı taban geçirimsizliğine en fazla 2,5 m yaklaşmalıdır. Gaz toplama boruları yatayda sabit eğimle gitmelidir. Eğimin yön değiştirdiği çukur noktalar su tahliye sistemi yapılmalıdır. Her kuyu başında ve boruların kollektöre bağlandığı noktalara numune alma ve basınç ölçme noktaları konulmalıdır.

4.3.4. Saha İçi Yollar

Sahada bulunan kalıcı ve geçici yolların eğimi ilgili mevzuatlarda verilen değerleri geçmemesi gereklidir. Yollar mutlaka uygun boyuna ve enine eğimlerde yapılmalıdır. Kalıcı yollar mutlaka sert satırlı olmalıdır.

4.4. Depolama Tesisi Maliyet Analizini Oluşturan Kalemler

Düzenli depolama tesislerinin toplam maliyeti yatırım ve işletme maliyetleri oluşturmaktadır.

4.4.1. Yatırım Maliyetleri

Ön Maliyetler: Jeolojik araştırmalar, mühendislik çalışmalar, alan seçimi, teknik değerlendirme ve inceleme, yasal harcamalar, arazi tahsis ücreti, çevresel etki değerlendirmesi.

Sosyal Tesisler(Saha Yapım Maliyetleri) : Yolların yapımı, idari bina, kantar ve kantar binası, peyzaj maliyeti, sızıntı suyu toplama havuzu, depolama alanının çevresi için çit döşenmesi, yeraltı gözleme kuyuları.

Saha Taban Sızdırmazlığı Maliyeti: Kazı-dolgu (çukur, hendek v.s.), çakıl (drenaj tabakasına), kil, sızıntı suyu drenaj boruları, sentetik tabakalar (jeomembran, jeotekstil), işçilik.

Teçhizat: Dozer, kompaktör, lastikli yükleyici, paletli ekskavatör, paletli yükletici, silindir alımı, ekipman bakımı için alet edevat alımı, otomatik radyasyon sistemi, atölye.

Sızıntı suyu yönetimi: Arıtma tesisi(inşaat, ekipman alımı, sızıntı suyu havuzu inşaatı, laboratuvar) veya atıksu arıtma tesisine nakliye.

Gaz Toplama ve Enerji Üretimi: Boru, gaz toplama sistemi, metan gazı kontrolü, çelik hasır, enerji üretim sistemi, meşale(flare) sistemi (ekipman, borulama, inş. v.s), çakıl.

Depolama Sahası Kapatma Maliyeti: Depolama sahasının üst kısmının hazırlanması(drenaj tabakası, kil, jeotekstil, jeomembran ve bitkisel toprak), geçirimsiz üst tabanında çökme, oturma, çatlak, kayma ve erozyon kontrolü, saha yeşillendirmesi.

4.4.2. İşletme Maliyetleri

Bakım-Onarım-Yıkama üniteleri ve sahası hazırlanmış katı atık düzenli depolama alanlarının işletilmesi: Su, boru, mazot, elektrik(arıtma tesisi dahil) vb. maliyeti ve sahada çalışan formen, düz işçi, mühendis, inceleme (haritalama, gaz ölçümleri, koku emisyonları.), usta, operatör, kantar operatörü, şef maliyetleri.

Atığın düzenli şekilde yayılması, sıkıştırılması: Dozer, silindir, ekskavatör, damperli kamyon, greyder, paletli yükleyici, skreyper, lastikli yükleyici, silindir, arazöz, çekici tr, makine ve araçların bakım onarımı.

Platform Yapımı: Moloz taş nakli, kırma taş nakli, makine ile yumuşak ve sert toprak kazılması (serbest kazı), ocakta taş hazırlanması.

Ara Örtü: Şantiye sınırları içerisinde kamyonla kazı malzemesi ve moloz(inşaat atığı) nakli, Makine ile kırma taş kum, çakıl ve benzeri malzemelerin serilmesi.

Sızıntı Suyu Bertarafı: Arıtma tesisi işletmesi(elektrik, kimyasal madde, arıtma çamurunun bertarafı, işçilik, su), sızıntı suyunun taşınması, laboratuvar tesisi için gerekli cihazların alımı.

Diğer İşletme Maliyetleri: Yol bakım ve onarımı, peyzaj, elektrik üretimi ve metan gazı işlemleri (yağ gideri, elektrik iç tüketim gideri, personel gideri, nakil gideri, bakım gideri v.s.), taşıyıcıların kontrolü(böcek ilaçlama, koku kontrolü, kuş kontrolü), iş sağlığı ve güvenliği giderleri(koruyucu iş kıyafetleri).

Depolama Sahasını Kapatmadan Sonraki Maliyetler: Sigorta giderleri, peyzaj ve çevre düzeni, denetim ve bakım

Gelirler: Elektrik enerjisi geliri, termal (ısı) enerji geliri, emisyon satışı.

5. DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİ İNŞASI

Yer altı suyu, toprak, hava ve genel çevrenin kirlenmesini önlemek amacıyla depolama alanının alt yapısının düzenlenmesi gerekmektedir. Depo tabanı yer altı suyunun maksimum seviyesine en az 1m yükseklikte olmalıdır. Zemin etüd raporuna göre yeraltı suyu kontrolü yapılması gereken durumlarda; uygun eğimlerle drenaj yapılarak saha dışına çıkarılmalıdır.

Resim 1: Yeraltı Suyu Drenajı



5.1. Hafriyat Alma

Planlanan proje kapsamında sahanın hafriyat çalışması yapılır. Yapılacak hafriyat miktarı seçilen sahanın konumu ve büyüklüğüne de bağlı olarak değişir. Depo tabanının yer altı suyuna mesafesi de hafriyat sırasında dikkate alınması gereken bir parametredir.

Resim 2: Hafriyat ve Saha Tesviye Çalışmaları





5.2. Depo Tabanı Geçirimsizlik Tabakasının Oluşturulması

Düzenli Depolama Tesislerinde depolanan atıkların çeşitli fiziksel kimyasal ve biyolojik faaliyetleri sonucu oluşan çöp sızıntı suyu, doğaya salınması durumunda çevreye verebileceği zarar son derece fazladır. Oluşan çöp sızıntı suyunun bir şekilde kontrol altına almak için depolama taban sızdırmazlığı jeoteknik yönden en önemli aşamadır. Killi toprakların kolayca bulunması geçirimsizlik tabakası uygulanmasını yaygın hale getirmektedir. Killi toprakların geçirgenliğini etkileyen etmenler; sıkıştırma metodu, sıkıştırma enerjisi, kilin nem içeriği, kilin toprak büyüklüğü ve toprak katmanları arasındaki bağın derecesidir. Killi toprakların çatlaklarını kendi kendilerine kapatma özelliği ve taban örtüsünün tüm kalınlığı boyunca delinmesi zor oluşu kil taban örtüsünün avantajı olarak sayılabilir.

Sahada Kullanılacak Kil için Yapılacak Analizler ve Analiz Standartları:

- Permeabilite(Hidrolik İletkenlik) Analizi
- Nem muhtevası
- Atterberg Limitleri(Likit Limit, Plastik Limit, Plastisite İndeksi)
- Özgül Ağırlık
- Partikül Boyut Dağılımı
- Maksimum kuru yoğunluk / optimum nem içeriği oranı
- Organik Madde İçeriği
- Sıkışma Testi Analizi ASTM D2922 ve D3017(nükleer yöntem)
- Zemin Deneyleri TS 1901/1975 ts en 932-1/1997
- Likit Limit Plastik Limit Deneyleri TS 1900-1/2006
- Kompaksiyon Deneyleri TS 1900-1/2006 ASTM D 1557-02
- Elek Analizi Deneyleri TS 1900-1/2006 ASTM-C-136 ASHTO T-27

Tablo 8: Sahada Kullanılacak Kil İçin Tipik Uygunluk Parametreleri

| Özellik | Aralık | Açıklama |
|---|--------------|---|
| İnce Madde Oranı(0,075 mm. Daha küçük partiküller) | $\geq 20\%$ | Yüksek kil oranı veya yüksek silt ve kil oranlarına sahip killerin hidrolik iletkenliği düşüktür. |
| Yüzde Kum Oranı(4.76mm 'den daha büyük parçacıklar) | $\leq 30\%$ | %1-%15 arasında en uygun aralıktır. |
| Plastisite İndeksi | 10%-30% | Düşük Plastisite İndeksi: Düşük geçirgenliğe(permeabilite) sahip kil. Yüksek Plastisite İndeksi: Yüksek Plastisite İndeksine sahip killer ıslakken çok yapışkan olmakta, silindire sıkıştırma işlemi zor olmaktadır. Kuruduğu zaman ise kabarma, parçalanma ve çatlaklar ve dağılmalar meydana gelmektedir. Yapışma ve birbirini tutma özelliği çok azdır. |
| Likit Limit | $\leq 60\%$ | |
| Maksimum Büyüklüğü Partikül | 25 mm-50 mm. | Partikül boyutu dağılımı uygun büyüklükte ki malzemelerden oluşmalıdır. Kilin bu boyutlarda serilmesi ve sıkıştırılması ise düşük geçirgenlik sağlanacaktır. Liner tabakalar halinde en fazla 25 cm. kalınlığında serilmelidir. Partikül boyutu ile geçirgenlik arasında bir bağlantı yoktur. Fakat iyi bir sıkışma ve düzgün bir geçirgenlik için büyük boyutlu killer parçalanarak liner bir partikül boyutuna getirilmeli ve nemli bir şekilde serilip sıkıştırılmalıdır. Kil serimi yapılırken uygun nem muhtevası mutlaka sağlanmalıdır. |

Resim 3: Kil Serimi ve Sıkıştırılması (Kil Geçirimsizlik Tabakasının Oluşturulması)





II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisinde geçirimsizlik tabakası 25 cm kalınlığında (toplamda en az 50 cm.) aşamalı olarak iki kademeli serilerek sıkıştırılmaktadır. Serilen kil tabakasının ardından gelen tabaka ile birleştirilmektedir. Ezici ve çığneyiciler(kompaktör ve dozer yardımıyla) kullanılarak kilin topak kısmı parçalanmaktadır. Taban zemini vibratörlü silindirler yardımı ile sıkıştırma yapılarak, olası oturmalar minimize edilmektedir.

Kil serimi ve sıkıştırma işlemleri yapılırken(ortalama 25-30 cm. kil kalınlığında bir) sıkışma testlerinin yapılması gerekmektedir. Sahada sıkışma testleri için pratik olarak Atomik Proktor cihazı ile arazi deney cihazı kullanılabilir. Düzenli depolama alanlarında taban geçirimsizlik malzemesi olarak kullanılan kilin Sıkışma Derecesi en az %90 ve üzeri olmalıdır.

Sıkışma Testi her 250 m²'de bir ve her kademe için yapılmalı ve Sahada Kil Kontrol Deneyleleri ise 20.000 m² bir numune alınarak gerekli testlerin yapılması sağlanmalıdır.

Resim 4: Atomik Proktor Cihazı ile Arazide Sıkışma Testi Yapılması



5.3. Jeomembran ve Uygulaması

Jeomembran, kimyasal maddelere karşı yüksek direnç gösterdiği, çekme mukavemeti yüksek, geçirgenliği düşük, delinme ve çatlamalara karşı son derece dayanıklı olduğu için

sızmalara karşı üstün bir koruma oluşturmaktadır. Katı atık dolgu alanlarında zemin taban örtüsü olarak kullanılmaktadır. Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE) yaklaşık 2-10 metre genişliğinde, yoğunluğu; 941-1885 kg/m³, rulolar halinde ve 140-190 metre uzunluklarında üretilmektedir. Kalınlıkları 1,5 ile 8 mm arasında değişmektedir.

Tablo 9. Düzenli Depolama Tesislerinde Kullanılan Sızdırmaz Malzemeler İle İlgili Standartlar (Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliği Ek-3)

| Standard No | Standardın Adı |
|-----------------|---|
| TS EN 13257 | Jeotekstiller ve Jeotekstille İlgili Mamuller-Katı Atık Depolama Alanlarında Kullanım İçin Gerekli Özellikler |
| TS EN 13257/AC | Jeotekstiller ve Jeotekstille İlgili Mamuller - Katı Atık Depolama Alanlarında Kullanım İçin Gerekli Özellikler |
| TS EN 13257/ A1 | Jeotekstiller ve Jeotekstille İlgili Mamuller - Katı Atık Depolama Alanlarında Kullanım İçin Gerekli Özellikler |
| TS EN 13493 | Geosentetik Bariyerler - Katı Atık Depolama ve Bertaraf Etme Yerlerinde Kullanım İçin Gerekli Özellikler |

Jeomembran ruloları zarar görmemeleri için uygun şekilde ambalajlanmalı ve yüklenmelidir. Jeomembran delinmeden, kirden, yağdan, sudan, nemden, çamurdan, mekanik aşınmadan, aşırı sıcaktan ve diğer zararlardan korunacak şekilde istiflenmelidir. Jeomembran kaplanacak bütün yüzeyler düz, yabancı, kesici maddelerden ve molozlardan arındırılmış olmalıdır. Jeomembran serilecek zeminde su birikintilerine ve aşırı neme müsaade edilmemelidir.

Ankraj hendekleri (Membran Kilitleme Kanalları); jeomembranın depolanan atık yükünden dolayı kaymasını önlemek için sahanın etrafına kazılan 100-130 cm derinliğindeki hendeklerdir.

Jeomembran serilmeden önce uygulama projelerinde gösterildiği biçimde kazılmalıdır. Hendek köşeleri hafifçe yuvarlatılarak, jeomembranın hendekle birleştiği yerlerde keskin kıvrımlardan kaçınılmalı, ankraj hendeği dolgu malzemesi ile sıkıştırılmalıdır. Dolgu yapılacak toprakta membrana zarar verecek keskin kenarlı malzeme bulunmamalıdır. Jeomembranın taşıma ve serilmesi sırasında jeomembrana zarar verilmemelidir.

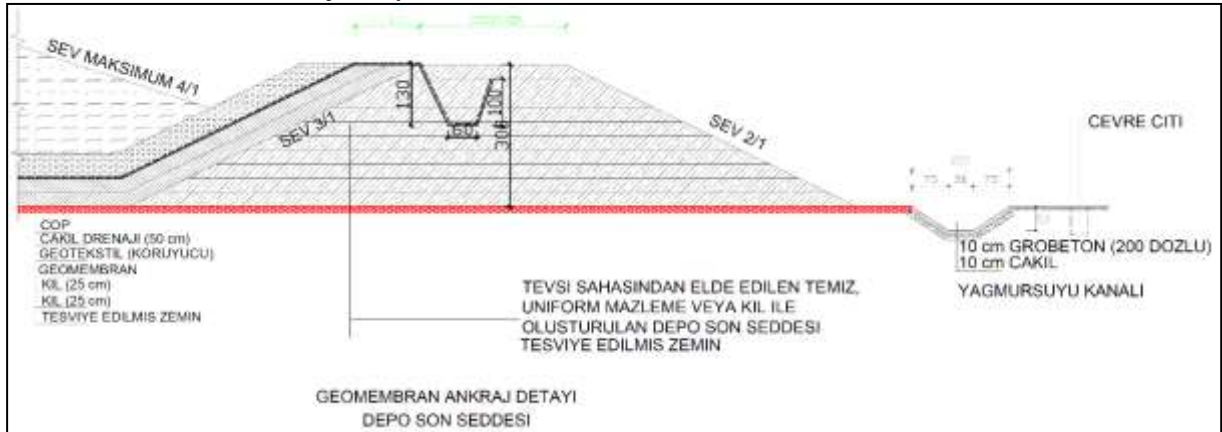
Resim 5: Ankraj Hendeği ve Jeomembranın Hendeğe Yerleştirilmesi



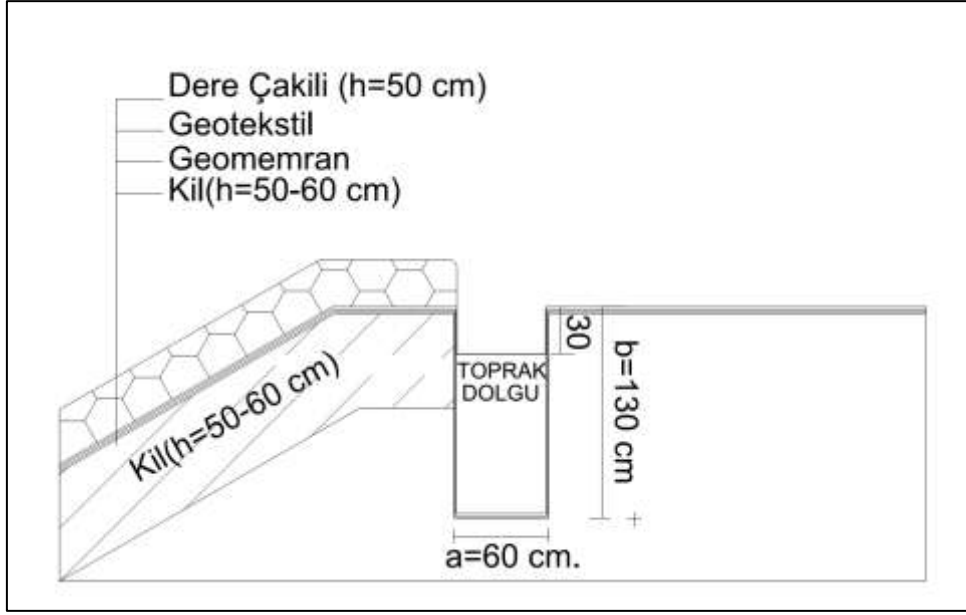
Resim 6: Jeomembranın Serimi



Şekil 6: Jeomembran Ankraj Detayı



Şekil 7:Kilitleme Kanalı Detayı



Jeomembran serimi yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar;

- Jeomembran serimi yapılacak alanda bulunan geçirimsiz tabakası iyi şekilde sıkıştırılmış olmalıdır.(sıkışma oranı \geq %90 ve üzeri) yeterince sıkışmayan alanlar tekrar sıkıştırılıp jeomembran serim işlemi yapılmalıdır.
- Sahada jeomembran hava şartlarından(güneş ışığı, yağmur, kar vb.) etkilenmeyecek şekilde depolanmalıdır.
- Jeomembran yapılacak yüzey her türlü yabancı malzemeden(kesici-taş-ağaç kökü vb.) arındırılmış olmalıdır.
- Kil veya geçirimsiz tabaka üzerinde nem veya su birikintisi varsa jeomembran serimi yapılmamalıdır.
- Serim işlemi sırasında jeomembran da meydana gelebilecek hasarların/delinmelerin kolaylıkla bulunup tamir edilmesi için; boya ile işaretlenmesi veya küçük bayraklı çubuk/şerit dikilmesi gerekmektedir.
- Jeomembranlar ankraj hendeklerinden başlayarak şevrelere paralel, tabanda ise şevlere dik olacak şekilde birleştirilmelidir.
- Aynı sahada kullanılacak jeomembranın kalınlık ve ebatları aynı olmalı, serilecek jeomembranlar aynı marka veya aynı imalatçıya ait olmalıdır.
- Jeomembran serimi yapılıp gerekli testler yapıldıktan sonra mutlaka jeotekstil serilmelidir. Güneş ile temas en aza indirilmelidir.
- Jeomembran; delinmeden, kirden, yağdan, çamurdan, mekanik aşınmadan, aşırı sıcaktan ve diğer zararlardan korunacak şekilde depolanmalıdır.
- Hiç bir ekipman yada alet, taşıma ve kullanım sırasında, yada başka sebepler ile jeomembrana zarar vermemelidir.

- Hiç bir personel jeomembran üzerinde çalışırken sigara içmemeli, jeomembrana zarar verecek ayakkabı giymemeli ve jeomembrana zarar verecek hareketlerde bulunmamalıdır.
- Jeomembranda bulunan kaynak yeri şeritlerini açmak için kullanılan metot, alttaki zemine, jeomembran da çiziklere yâda kıvrımlara sebebiyet vermemelidir. Şeritler jeomembranlar serilip kaynağa hazır hale getirildikten sonra açılmalıdır.
- Hava koşulları; Jeomembran yerleştirilmesi, çevre ısısının -0°C ve $+ 40^{\circ}\text{C}$ arasında olduğu şartlarda yapılmalıdır. Yağış esnasında ve sabah erken saatlerdeki çiğ esnasında kaynak işlemi yapılmamalıdır.
- Rüzgâr sebebiyle jeotekstil ve jeomembranın kalkmasını önlemek için, ağırlıklar kullanılmalıdır.
- Jeomembranı kenarlarda sabitlemek için ankraj hendekleri açılmalıdır. Ankraj hendekleri detay projeye göre ve jeomembran kaplama imalatlarına paralel kazılmalıdır. Hendek içi jeomembran temas yüzeyleri tesviye edilip düzeltilmeli, jeomembrana bitişik olan hendek köşeleri hafifçe yuvarlatılarak jeomembranın hendek ile birleştiği yerlerde keskin kıvrımlardan kaçınılmalıdır.

Ankraj hendeğinin doldurulması

- Ankraj hendeği, projesindeki detaylara göre doldurulup ve sıkıştırılacaktır. Hendeğin 1/3'ü toprak ile doldurularak geçici olarak sabitlenecek kalan kısmı kaynak işlemi ve jeotekstil serimi bittikten sonra doldurulup silindirle sıkıştırılacaktır. Hendek doldurulurken jeomembrana ve jeotekstile zarar verilmemesine dikkat edilmelidir. Eğer hasar meydana gelirse, doldurma işlemi tamamlanmadan önce onarılmalıdır.

5.3.1. Jeomembran Kaynakları

Jeomembranlar da onaylanmış kaynak metodu otomatik makine ile füzyon kaynağı veya ekstürüzyon kaynağıdır. Kaynaklar mümkün olduğunca şeve paralel olarak düzenlenmelidir. Şeve dik kaynaklardan kaçınılmalı, köşelerde ve geometrik şekilli kısımlarda, saha kaynakları en aza indirgenmelidir. Tabandaki T kaynakları şev topuğuna 1.5 metreden daha yakın olamaz. Kaynaklar en az kırışıklığın ve balık ağzının oluşacağı şekilde düzenlenmelidir. Eğer bir balık ağzı ya da kırışık bulunursa, düzeltilmeli veya kesilerek alınmalıdır. Kaynak dikişleri, aralarında basınçlı hava testi için bırakılan kontrol kanalı ≥ 15 mm. olmalıdır.

Jeomembran çift dikişli füzyon kaynak için minimum 100 mm, ekstürüzyon için en az 75 mm. bindirme ile birleştirilmelidir.

Sahada kaynak işlemlerine başlamadan önce kaynak ve kaynak şartlarının uygunluğunu denetlemek amacıyla “**Saha Deneme Kaynakları**” yapılmalıdır. Deneme kaynakları için alınan numuneden Kayma Mukavemeti ≥ 90 ve Soyulma Mukavemeti ≥ 60 asgari şartlarını sağlamadır.

Kayma Deneyi:

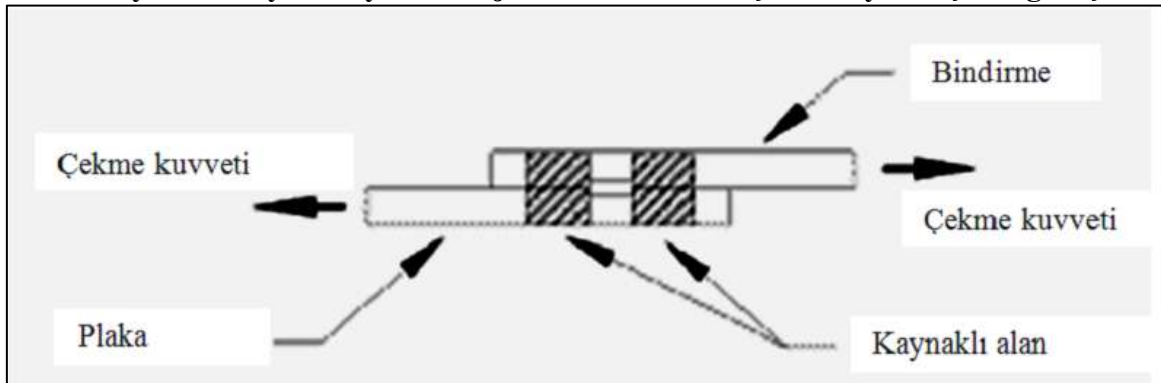
Kayma deneyinde çekme kuvveti birleşim düzlemine uygulanır. Bu kuvvet, kaynağı ayırmaya yöneliktir. Bu deneyde, sahada kaynak yapılmış jeomembranların kaynak bölgesi belli bir hızda (ort. 50 mm/dak) ve basınç altında ayrılmasına zorlanır. Bu deney, kaynağın basınç ve ağırlık şartlarında yeterliliğini hakkında bilgi vermektedir.

Kayma deneyinde, kaynak yapılan kısımlarda, alt ve üst tabakalardaki jeomembranlar zıt yönde çekilir ve işlem kopma oluşuncaya kadar devam eder. Kopma kaynak dışındaki kesimlerde oluşması halinde yapılan kaynağın uygun olduğu sonucuna varılır.

Resim 7: Kayma Deneyi Yapılışı

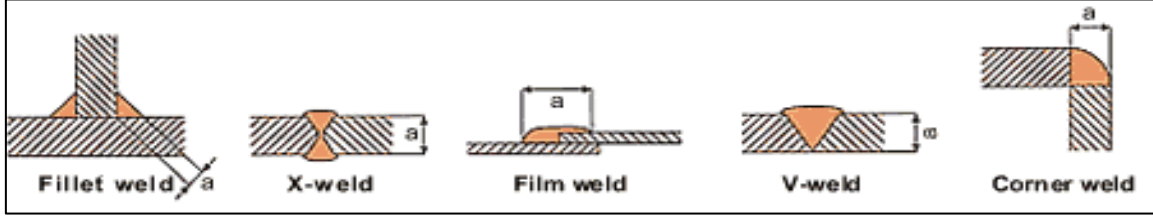


Şekil 8: Kayma Deneyi Detayı HDPE jeomembran da başarılı kaynak için asgari şartlar

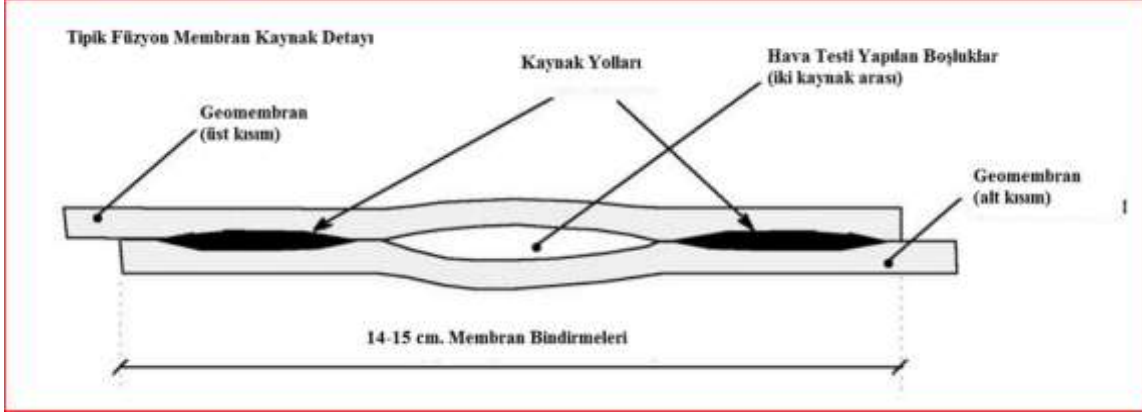


| Kaynak Deneyi | Deney yöntemi | Kalınlık | | | |
|----------------------------------|---------------|----------|------|------|------|
| | | 1 mm | 2 mm | 3 mm | 4 mm |
| Kayma mukavemeti, en az (N/mm) | TS EN 12317-2 | 15,2 | 22,9 | 30,6 | 38,2 |
| Soyulma mukavemeti, en az (N/mm) | TS EN 12316-2 | 10,0 | 15,0 | 20,0 | 25,0 |

Şekil 9: Ekstrüzyon Kaynak Şekilleri



Şekil 10: Tipik Membran Kaynak Detayı



Kaynak Ekipmanları

- Füzyon (Hot Shoe) Kaynak Makinesi
- Ekstrüzyon Kaynak Makinesi
- Yüksek hızlı grinder (Taşlama aleti)
- Sıcak Hava Bloveri
- Vakum Testi Ekipmanı
- Kaynak kayma ve sıyrılma testleri için saha tensiometresi ve test numunesi kesme ekipmanı
- Hava basıncı testi için ekipman
- Rulo açma ekipmanı
- Gerekli Elektrik Kabloları ve diğer aletleri

5.3.2. Saha kaynaklarının Testleri

Vakum Testi için yapılması gereken işlemler:

- Bindirmenin fazlalık kısımları kesilecektir.
- Vakum kutusu izleme penceresi, conta yüzeyleri temizlenecek, kaçak olabilecek yerler kontrol edilecektir.
- Jeomembran üzeri yaklaşık 30cm x 120 cm (kutu boyu kadar) bir şerit halinde köpüklü solüsyon ile ıslatılır.
- Kutu ıslatılan kısmın üzerine yerleştirilir ve bastırılır.

- Vakum motoru çalıştırılır ve vakum kutusunun jeomembranı emmesi sağlanır.
- Kaçağın olmadığı kontrol edilir.
- Yaklaşık 15 sn süre ile izleme penceresinden sabunlu solüsyonda kabarcıklarının varlığı araştırılarak jeomembran incelenir.
- Eğer 15 saniyelik sürede kabarcık görülmez ise vakum motoru kapatılır ve membran serbest bırakılır. Kutu 15 cm test edilen kısma taşırılarak bitişik kısma getirilir ve işlem tekrarlanır.
- Kabarcık görülen tüm alanlar işaretlenmeli, onarılmalı ve tekrar test edilmelidir.

Hava Basıncı Testi için yapılması gereken işlemler:

- Test edilecek kaynağın bir ucu kapatılır.
- İğne ya da onaylanmış basınç besleme aleti, çift dikişli füzyon kaynağı ile oluşturulan kanalın kapatılmış ucundan, sokulur.
- Hava kanalının tamamen temiz olduğunun görülebilmesi için pompa ile hava basılır.
- Kanalın diğer ucu da kapatılır.
- Hava pompası ile 25-30 psi (1.75-2.10 at) lik bir basınç verilir, vana kapatılır ve kanal içindeki basınç iki dakika içinde dengelendikten sonra, basınç yaklaşık 5 dakika tutulur.
- Basınç kaybı 4 psi (0.28 at) aşarsa ya da basınç sabitleşmez ise, hatalı yer bulunur, onarılır tekrar test edilir.
- İğne ya da onaylanmış basınç besleme aleti çıkarılır, kanalın uçları açılır.
- Deneye tabi tutulan kaynak dikişi uzunluğu azami 50 m. olmalıdır.

Tablo 10: Hava basıncı testi için basınç değerleri

| Geomembran kalınlığı (mm) | En düşük basınç | | En yüksek basınç | | Müsaade edilebilir basınç kaybı | |
|------------------------------|-----------------|-------|------------------|-------|---------------------------------|-------|
| | (psi) | (bar) | (psi) | (bar) | (psi) | (bar) |
| 1,0 | 24 | 1,6 | 30 | 2,1 | 4 | 0,3 |
| 1,5 | 27 | 1,9 | 35 | 2,4 | 3 | 0,2 |
| 2,0 | 30 | 2,1 | 35 | 2,4 | 2 | 0,15 |
| 2,5 | 30 | 2,1 | 35 | 2,4 | 2 | 0,15 |

5.3.3. Bozuk ve Hatalı Kaynakların Onarım İşleri

Küçük delikler, üzerleri ekstrüzyon kaynağı ile kapatılarak onarılabilir. Eğer delik 6 mm den büyükse yamanmalıdır. Yırtıklar yama yapılarak onarılmalı, yama eğer şev üzerinde ya da, bir gerilme bölgesinde ise ve keskin bir ucu varsa burası yama yapılmadan önce yuvarlatılarak ilerlemesi engellenmiş olmalıdır.

Geniş delikler, pürüz ve ham maddenin iyi dağılmamasından dolayı oluşan bozukluklar ile herhangi bir yabancı maddeden dolayı kirlenmiş yerler yamanmalıdır. Yamanacak HDPE jeomembran yüzeyi, onarımdan en fazla 10 dakika önce temizlenmeli ve taşlanmalı, kalınlığın % 10 undan fazlası alınmamalıdır. Kaynaklama, taşlamanın başladığı yerden itibaren başlatılmalıdır ve daha önceki kaynak yerine en az 5 cm bindirme yapılmalıdır. Mevcut bir ekstürüzyon kaynağının üzerine tekrar ekstürüzyon kaynağı yapılacak ise eski kaynak yüzeyi taşlanmalıdır.

Yamalar yuvarlak ya da oval biçimde olmalıdır ve hatalı kısmın kenarını en az 15 cm aşmalıdır. Tüm yamalar kullanılan jeomembran ile aynı kalınlıkta ve yapıda olmalıdır. Tüm yamalar, jeomembran üzerine yerleştirilmeden önce açılı grinder ile taşlanarak kenarları eğimli hale getirilmelidir. Yamalar ancak onaylanmış yöntemlerle uygulanabilir.

Resim 8: Ekstürüzyon Kaynak Şekilleri



Jeomembranların birleşim noktaları füzyon kaynağı veya ekstürüzyon kaynağı ile birbirlerine yapıştırılmaktadır. Jeomembran kaynak yerleri hava basıncı testi ile kontrol edilmektedir. Jeomembran yüzeyi gözle kontrol edilerek imalat sırasında oluşabilecek yırtıklar ve delinmeler füzyon kaynağı ile onarımı yapılmaktadır. Hava Basıncı Testi iğne ya da basınç besleme aleti ile çift dikişli füzyon kaynağı ile oluşturulan kanalın kapatılmış ucundan sokulmaktadır. Hava pompası ile 25-30 psi (1.75-2.10 at) lik bir basınç verilerek vana kapatılmakta ve kanal içindeki basınç iki dakika içinde dengelendikten sonra basınç yaklaşık 5 dakika tutulmaktadır. Basınç kaybı 4 psi (0.28 at) aşarsa ya da basınç sabitleşmez ise hatalı yer bulunmakta onarılarak test yenilenmektedir.

Resim 9: Hava Basınç Testi ve Füzyon Kaynağı ile Jeomembran Onarımı(R.D.)



5.4. Jeotekstil İşlevi ve Kullanımı

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliğin 16. Maddesi 4/b fıkrasında ; **“Yapay geçirimsizlik tabakasının korunması amacıyla koruyucu örtü malzemesi kullanılır.”** şeklinde ifade edilmektedir. II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisinde jeomembranların üzerine koruyucu örtü malzemesi olarak jeotekstiller kullanılmaktadır. Sahada kullanılan jeotekstiller Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliği Ek-3’te belirtilen standart ve özelliktedir.

Jeotekstillerin uzama özelliği sayesinde yüksek bölgesel yüklere dayanıklıdır. Gözenek yapıları suyun geçişine müsaade ederken silt veya kum gibi ince taneli malzemeleri tutulmasını sağlamaktadır. Jeotekstillerin özel yapısı jeomembranın üzerine serilerek zarar görmesini engellemektedir. Jeotekstil füzyon kaynağı ile jeomembranlara yapıştırılır. Bu sayede jeotekstilin yük altında kayması engellenmektedir.

Jeotekstil serilmesi aşamalarında aşağıda verilen işlemler uygulanacaktır:

- Jeotekstil mümkün olabildiğince düz serilmeli, potluk olan yerler düzeltilmelidir.
- Uygulama esnasında jeotekstiller, birbiri üzerine en az 400-500 mm(20-25cm tek kanat) bindirilmelidir. Ancak jeotekstillerin dikilmesi durumunda bindirme en az 100 mm olacak ve polipropilen iplik kullanılarak dikiş işlemi gerçekleştirilecektir.
- Jeotekstil şev başlarında şevin içine ankrajlandıktan sonra aşağıya doğru serilecektir.

- Jeotekstil serimi öncelikle ankraj kanalına yapılacak ankrajlama işleminden sonra şevli yüzeylerde aşağı yönlü olacaktır. Şevli kenar yüzeylerinin tamamlanmasına müteakip yatay yüzeylere geçilecektir.
- Geotekstil ve geomembran uygulamaları birbirine paralel gidecektir. Her 1.000-1.500 m² geotekstil serimini müteakip geomembran kaplama uygulaması yapılacaktır.
- Geotekstil ve geomembran kaplama işlemine önce gövde ve hazırlanan şevlerden başlanacaktır. Şevlerin kaplanmasından sonra saha tabanı kaplanacaktır.

Resim 10: Jeotekstilin Serimi ve Jeotekstil Kaynak İşi



5.5. Sızıntı Suyu Toplama Sisteminin Oluşturulması

Depolama alanında oluşan sızıntı suları aşağıda verilen drenaj sistemleri ile toplanabilir:

Alan Drenaj Sistemi

Mineral maddeden teşkil edilen sızdırmazlık tabakasının inşaatından hemen sonra kalker oranı %20'den küçük, çakıl filtreden teşkil edilen alan drenajı sistemi yapılmalıdır. Alan drenaj sistemi, sızdırmazlık tabakasını yağmur erozyonu ve güneş ışınlarına karşı korumaktadır.

Resim 11: Drenaj Tabakası



Boru Drenaj Sistemi

Bu sistemde sızıntı suyu borularla toplanmaktadır. Borularla drenaj yapılması halinde dahi alan drenajının terk edilmesi uygun değildir. Kuvvetli sağanak yağışlarda, güneşli havalarda mineral tabaka korunmamaktadır. Boru drenaj sisteminde, boruların tıkanma durumu söz konusudur ve temizlenmeleri zordur.

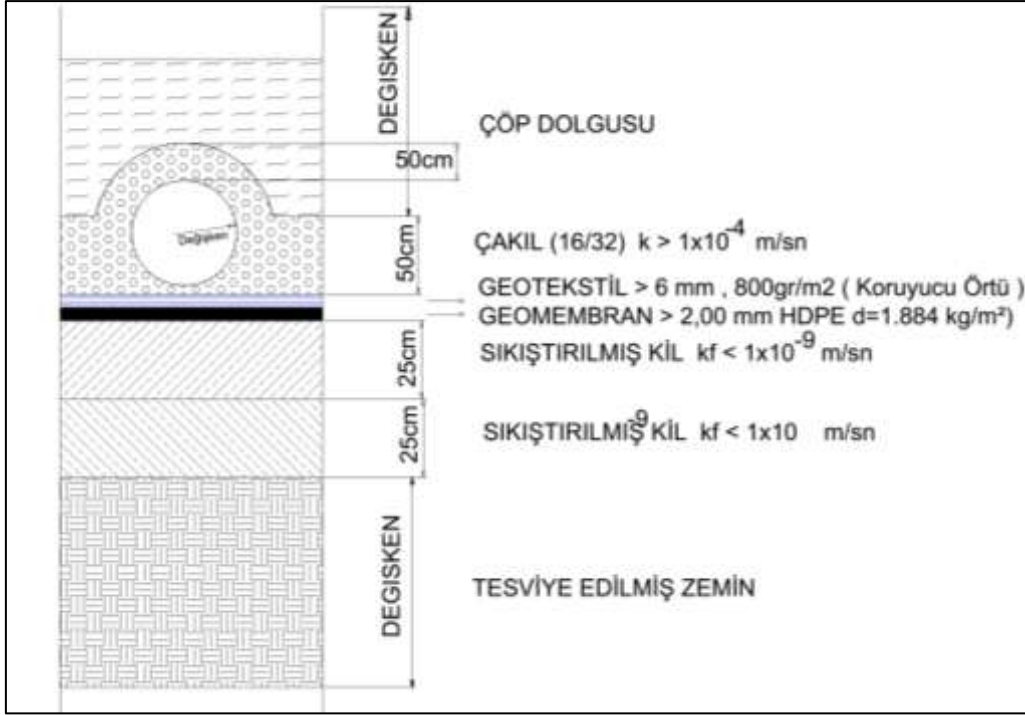
Birleşik Drenaj Sistemi

Birleşik drenaj sistemi alan drenajı ve boru drenajının birlikte uygulandığı sistemdir. Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik uyarınca drenaj sistemi, birleşik drenaj sistem yapılmaktadır. Alan drenaj sisteminde yıkanmış, sivri ve keskin hatlara sahip olmayan kalker oranı %20'den küçük dere çakılı (16/32 tane çaplı) kullanılmalıdır. Drenaj kalınlığı en az 50 cm ve geçirgenliği $K > 1 \times 10^{-4}$ m/sn olmalıdır. Geçirimsiz hale getirilen taban üzerine drenaj boruları döşenerek sızıntı suları bir noktada toplanmalıdır. Depo tabanının boyuna eğimi en az %3 olacak şekilde yapılmalıdır. Drenaj boruları, münferit borular şeklinde, yatayda ve düşeyde kıvrım yapmadan doğrusal olarak depo sahası dışına çıkartılmalı ve çöp sızıntı suyu toplama havuzuna iletilmelidir.

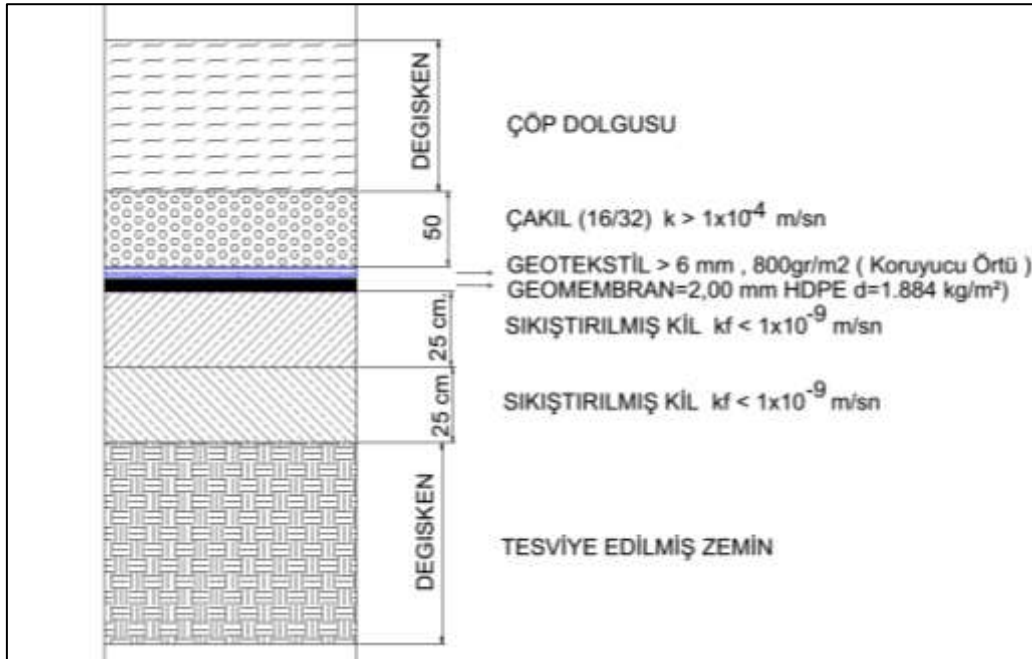
Resim 12: Sızıntı Suyu Drenaj Borusu Yerleştirilmesi

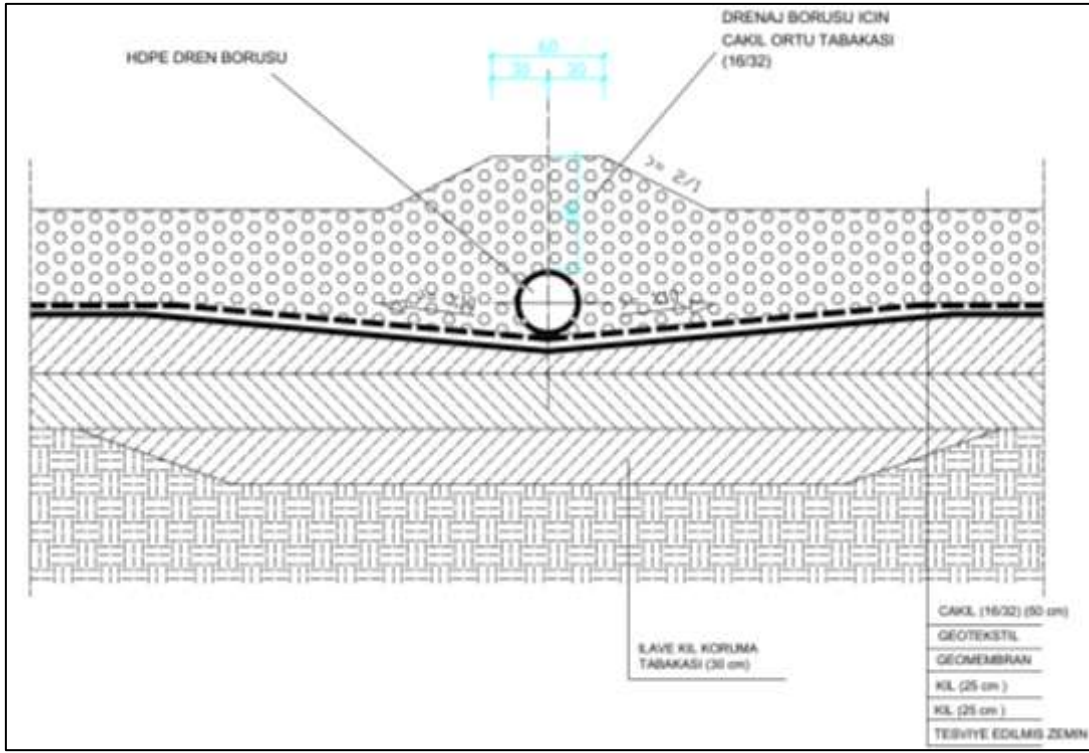


Şekil 11: II. Sınıf Düzenli Depolama Alanı Çöp Sızıntı Suyu Toplama Sistemi

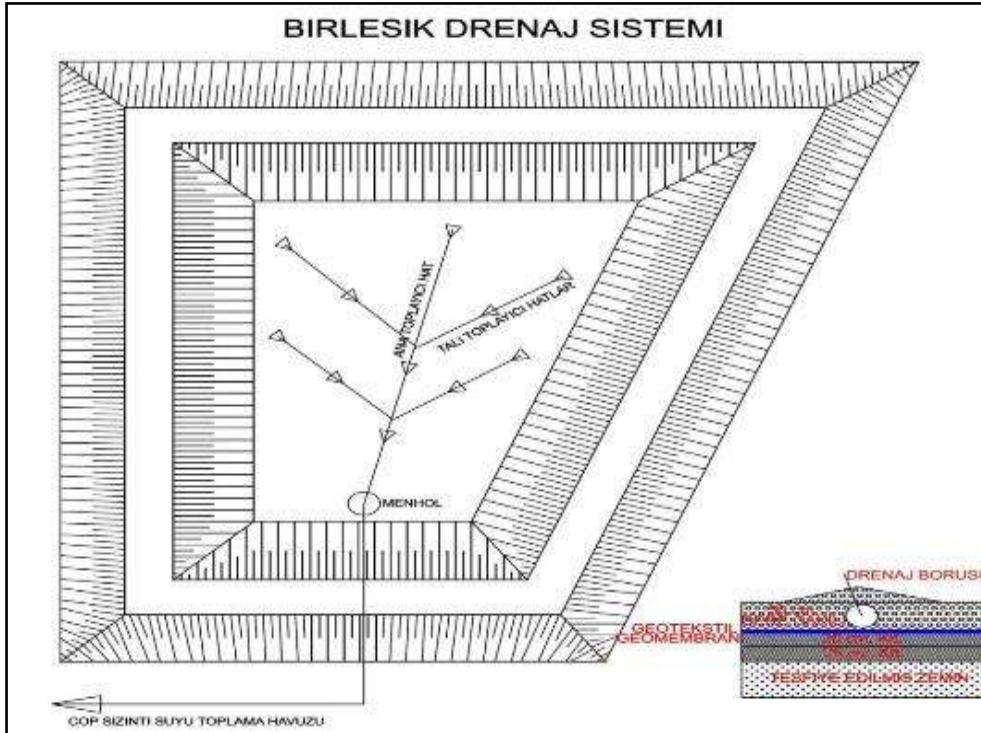


Şekil 12. II. Sınıf Düzenli Depolama Alanı Taban Geçirimsizlik Sistemi





Şekil 13: Örnek Birleşik Drenaj Sistemi



5.6. Depo Gazı Toplama Sistemi Oluşturulması

Depo kütesinde havasız kalan organik maddenin, mikrobiyolojik olarak ayrışması sonucu oluşan metan gazı ağırlıklı olmak üzere karbondioksit, hidrojen sülfür, amonyak ve azot bileşikleri yatay ve düşey gaz toplama sistemi ile toplanmaktadır. Gaz bacalarının yapım amacı ileriye dönük enerji dönüşümü ve depolamadan kaynaklanan gazların kontrol altına alınması, yangın vb. risklerin minimize edilerek pasif kontrolü sağlamaktır. Verimli olan gaz kuyuları LFG enerji santrali, arıtma tesisi biyolojik havuzların ısıtılması ve meşalede

yakılmak suretiyle değerlendirilmektedir. Gaz bacası yapımında 140 mm. HDPE delikli boru, çelik hasır(5*15 cm) ve çakıl malzemeleri kullanılmaktadır. II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisinde Pasif Gaz Toplama bacaları 50–75 metre aralıklarla depolama alanına projeye uygun olarak döşenmektedir.

Depo gazlarının(LFG) sebep olduğu potansiyel tehlikeler bu gazların patlayıcılık, yanıcılık, toksik ve kanserojenik özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Depo gazlarının sebep olduğu potansiyel tehlikeler yangınlar ve patlamalar, bitki örtüsüne zararlar, istenmeyen kokular, sahada meydana gelen çökmeler, yeraltı suyu kirlenmesi, hava kirlenmesi ve küresel ısınma olarak sıralanabilir.

Düzenli deopolama sahalarından çıkan CH₄ ve CO₂ emisyonları küresel ısınmaya veya sera etkisine katkıda bulunurlar. CH₄ moleküler ölçekte küresel ısınmaya karbon dioksitten 21 kat daha fazla etki yapmakta ve diğer gazlara nazaran atmosferde kalma süresi daha uzun olmaktadır. CO₂ ve su buharından sonra infrared(kızılötesi) ışınlarını tutan üçüncü önemli gaz CH₄'dır. Her bir CH₄ molekülü, bir CO₂ molekülünün absorbe edebileceği infrared fotonlarının 21 kat daha fazlasını absorbe edebilir. Ancak, atmosferde 83 kat daha az miktarda CH₄ molekülü bulunduğundan, CH₄'ın sera etkisi CO₂'nin sebep olduğu sera etkisinin 1/4 'ü kadardır. 1 m³ LFG'nin yakılmasıyla 8,24 kg CO₂ eşdeğeri karbon azatlımı gerçekleştirilebilir. LFG içeriğinde bulunan sülfür (H₂S) arıtılmadan yakılması durumunda oluşan emisyonlar hava kirliliğine neden olur.

Depo gövdesine havanın girmesiyle CH₄ ve O₂ karışımı belli bir değere ulaşarak yangın riskleri meydana gelebilir. Hava girişi, gaz toplama ve taşıma sistemlerinden aşırı şekilde hava çekilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Depolama alanlarında katı atıkları yoğunlukları yaklaşık olarak 0.65-0.85 ton/m³ olacak şekilde sıkıştırılmaları tavsiye edilmektedir. Depolama alanında katı atık yeterince sıkıştırılmazsa çöp yüzeyinden hava katı atık içine nüfuz eder. Hava içindeki oksijen metan gazı ile kolay tutuşabilir maddelerin yardımı ile reaksiyona girer ve depolama sahasında yangına neden olabilir. Gizli yangınlar, her zaman kendiliğinden tutuşarak ortaya çıkar ve esas itibarıyla bu yangınlara, ekzotermik, reaksiyon gösteren kimyasal maddeler neden olur. Çöp depolama sahası içindeki gizli yangınlarda yangının çıktığı yer kazılarak ortaya çıkartılır ve böylece yanmakta olan çöp; toprak, su ya da köpükle söndürülebilir.

Depolama sahaları kapatıldıktan sonra; park, golf sahası, kültürel alanlar ve bazen de ticari alanlar olarak kullanılır. Depolama sahasında depo gazı kontrolünün olmadığı durumlarda, depo gazı konsantrasyon ve basınç farklılıklarına bağlı olarak yukarı doğru hareket ederek atmosfere ulaşabilir. Bu olaylar sırasında O₂ yer değiştirir ve bitki kökleri, yüksek konsantrasyonlarda CH₄ ve CO₂'e maruz kalırlar. Direkt olarak CH₄'a maruz kalma bitki büyümesini etkilemeyebilir. Ancak CH₄'ın oksidasyonu sırasında, topraktaki O₂'ini azalması ve açığa çıkan ısının toprak sıcaklığının arttırması bitki kökünü havasız kalmasına sebep olur. Depo gazı ve CH₄'ın oksidasyonundan açığa çıkan CO₂ de yüksek konsantrasyonlarda (%30-45) bitkinin gelişimine zarar verebilir.

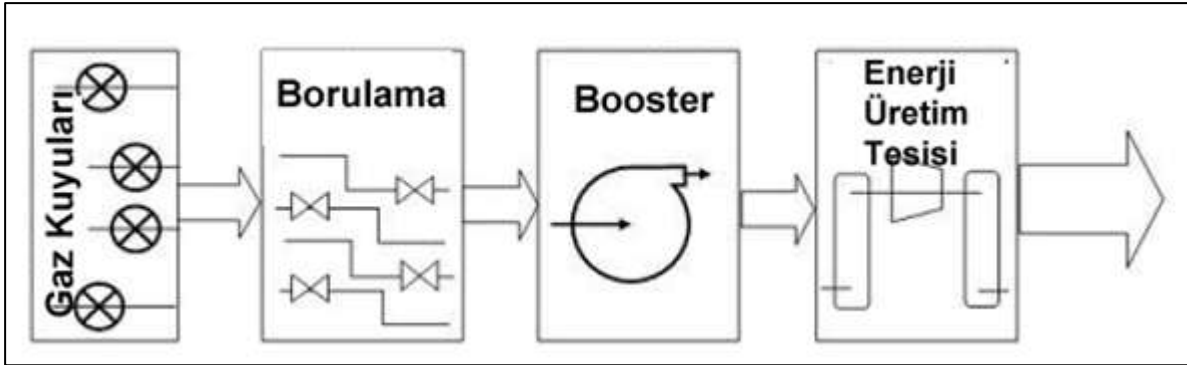
Yüksek konsantrasyonlarda CO₂ içeren depo gazları, bu gazın yüksek çözünürlüğe sahip olmasından dolayı yeraltı suyunu önemli derecede asidik yapma potansiyeline sahiptir. Ayrıca depo gazındaki eser miktardaki toksik gazların da hava ve yeraltı suyu kaynaklarına ciddi zararlar verebileceği belirlenmiştir. Literatürde düzenli depo sahalarından uzak mesafelerdeki yeraltı sularında uçucu hidrokarbonların belirlendiğine dair çalışmalar mevcuttur. Ayrıca katı atık içinde bulunan ağır metallerde zamanla çözünerek yeterli sızdırmazlığı sağlanmayan depolama alanlarında yer altı suyuna karışabilir.

Resim 13: Depo Gazı Toplama Sistemi



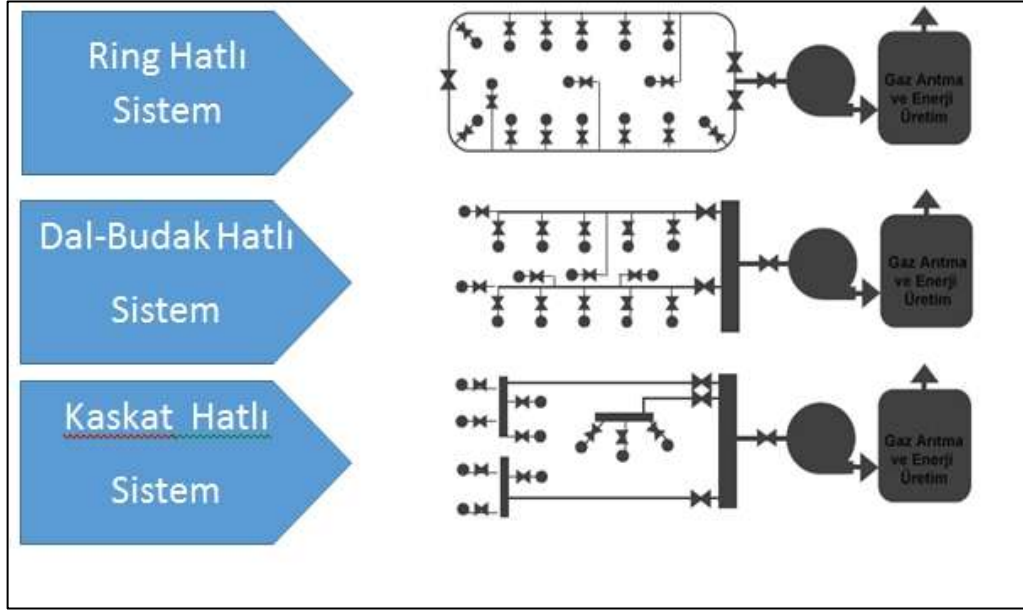
Gaz toplama sistem tasarımında en temel prensip gaz oluşum hızına paralel olarak oluşan gazın toplanmasıdır. Bu nedenle oluşabilecek gazın matematiksel olarak modellenmesi, gerçekçi tahminler yapılması ve bu sonuçlara uygun olarak tasarlanması gerekir. Sistemin işletme ömrü boyunca genişlemeler ve değişimleri göz önünde bulundurulması gerekir.

Şekil 14: Artan Kompleks Yapı ve Maliyet



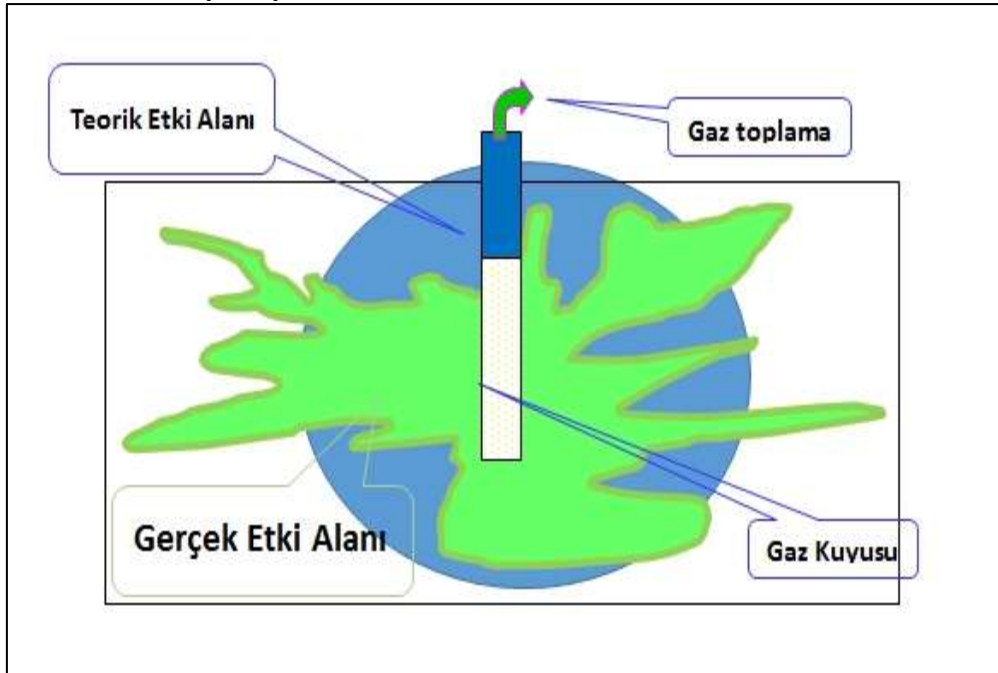
Sahaya kurulacak olan gaz toplama sistemi için en uygun borulama yapısı belirlenerek tasarlanır. Bunun için ana hattan geçecek olan LFG'nin taşınacak debide akış hızı maksimum 9 m/s olacak şekilde boru çapı belirlenir. Manifold merkezlerinde ve ana hatta yoğunlaşma sularını tahliye etmek amacıyla su tutucu sistemler yapılır.

Şekil 15: Ana Hat Tasarımları



Sistem yatay toplama, dikey toplama veya ikisini de içeren kombine sistemden oluşabilir. Depo sahasında aktif dolunun devam edip etmeyeceği en önemli dizayn parametresini oluşturur. Aynı alanda hem atık dolunu hem de gaz çekimi yapılabilmesi mümkündür. Dikey kuyular genellikle atık yüksekliğinin 20 m'den yüksek olduğu durumda tercih edilmelidir. Genel kanının aksine dikey gaz toplama bacaları oksijen çekmeye yatay kuyuya oranla daha yatkındırlar. Bu nedenle; kuyu etrafının geçirimsizliği iyi bir şekilde yapılmalıdır. Bu boruların yüzeye yaklaşan kısmının 4-5 m'si deliksiz olmalıdır. Boru bağlantıları ileride oluşacak çökmelere dayanabilmesi için esnek şekilde yapılmalıdır. Delikli borular deliksiz borularla birleştiği noktada kum/bentonit karışımı bir malzemeyle en az 0,5 m tıkanmalıdır. Delikli boruların etrafı çakıl ile deliksiz boruların etrafı ise kum ile doldurulmalıdır. Deliksiz yatay borularda seğim olmamasına dikkat edilmelidir.

Şekil 16: Dikey Kuyu Etki Alanı



Yatay gaz toplama hatları literatür bilgisinin aksine her çöp derinliğinde kullanılabilir. Yatay gaz toplama hattı dizaynı, yüzeysel gaz kaçakları ve depo gövdesi içindeki sızıntı su yüksekliği parametrelerine göre şekillenir.

Resim 14: Yatay Gaz Toplama Sistemi



Aktif olarak dökümün devam ettiği ve depo gazının değerlendirilmediği sahalarda, pasif gaz bacalarına yapılacak portatif meşale yardımı ile yakılabilir.

Resim 15: Gaz Toplama Bacası ve Meşale



6. DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİ SAHA İÇİ YOL, PLATFORM VE YAPIMI

Bir düzenli depolama tesisine ulaşım, depolama tesisi işletilmesinin önemli bir parçasıdır. Bu nedenle yaklaşım yolları ve tesis içi yollar buna uygun olarak planlanmalıdır. Tesis içi yollar, her zaman atık boşaltma alanlarına(=platformlar) geliş gidişlerde güvenli ve problemsiz ulaşım sağlayacak şekilde yapılmalıdır. Atık boşaltma alanına geliş gidişi sürekli sağlamak gereklidir. Her türlü hava koşullarında, gece-gündüz düzenli depolama alanlarına ulaşım imkânı olmalıdır. Araçlar atıklarını güvenli bir şekilde Platforma(Atık Döküm Alanı) taşımaları ve atıkları boşalttıktan sonra atık döküm alanını terk etmeleri sağlanmalıdır.

Resim 16:Düzenli Depolama Tesisi Giriş, Güvenlik ve Kantar Yapıları



6.1. Yol ve Platform Yapımı

Genel olarak düzenli depolama alanlarında yollar dört gruba ayrılabilir:

- Bağlantı yolları ve girişler (bağlantı yolları genellikle bölgesel yol ağının bir parçasıdır)
- Birincil Ulaşım yolları – Alım/Kantar'a giden iç yollar ve tesis içi yol bağlantısı
- İkincil Ulaşım Yolları – İşletme alanına giden tesis içi ana yollar
- Üçüncül Ulaşım Yolları – İşletme alanına giden tesis içi geçici yollar

Resim 17. Tesis İçi Yollar ve Platform



Resim 18. Tesis içi yollar(ana yol)

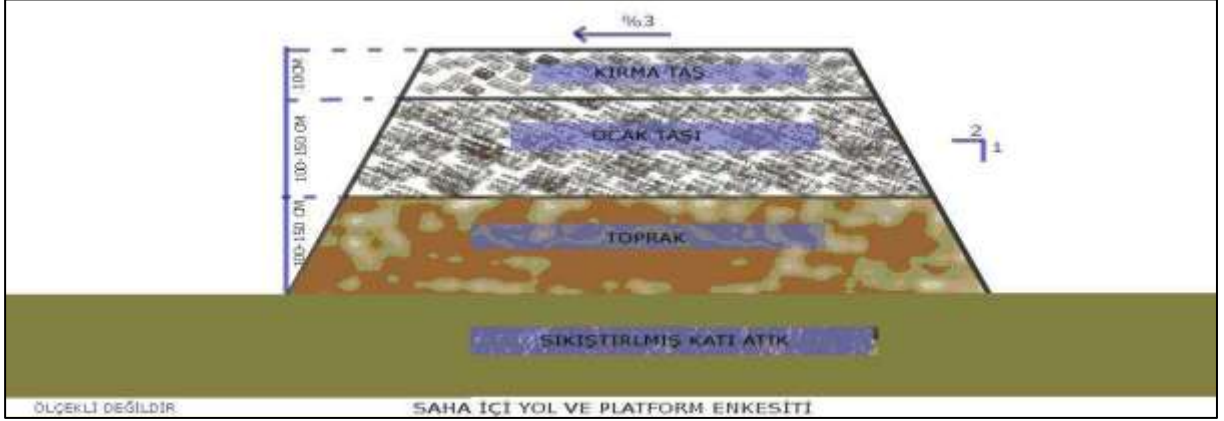


Bütün ana ulaşım yolları mümkün olduğunca iki yönlü trafik akışına olanak sağlamalıdır. Ancak bu mümkün olmadığında, geçiş bölmelerinin kullanımı düşünülmelidir. Bu konu çok küçük tesisler dışında çok önemlidir. Saha içi yollar ring hat oluşturacak şekilde inşa edilebilir.

Atıkların hürelere doldurulması eğimin yukarisından aşağıya doğru olduğundan araçların hürelere atık boşaltımı depolama alanının üstünden olacaktır. Araçların dolgu yapılan bölgeye ulaşmalarının sağlanması için saha içi yollar yapılmalıdır. Araçların atık boşaltmaları için de araç yoğunluğuna cevap verebilecek büyüklükte döküm platformu yapılmalıdır.

Yol ve platformlar katı atık dolgu alanı üzerinde yapılacağından stabilize sağlamak amacıyla kalın toprak tabakası ve iri kırma taş kullanılmalıdır. Ağır tonajlı araçların her türlü hava şartlarında rahatlıkla dökümü yapabilmeleri için saha içi yol ve platformların yapımına azami dikkat gösterilmelidir. Ağır tonajlı araç yoğunluğu fazla olan depolama sahalarında aşağıda görülen yol ve platform kesiti uygulanmalıdır.

Şekil 17: Saha İçi Yol ve Platform Enkesiti



Resim 19: Atık Dökümüne Hazır Bir Platform



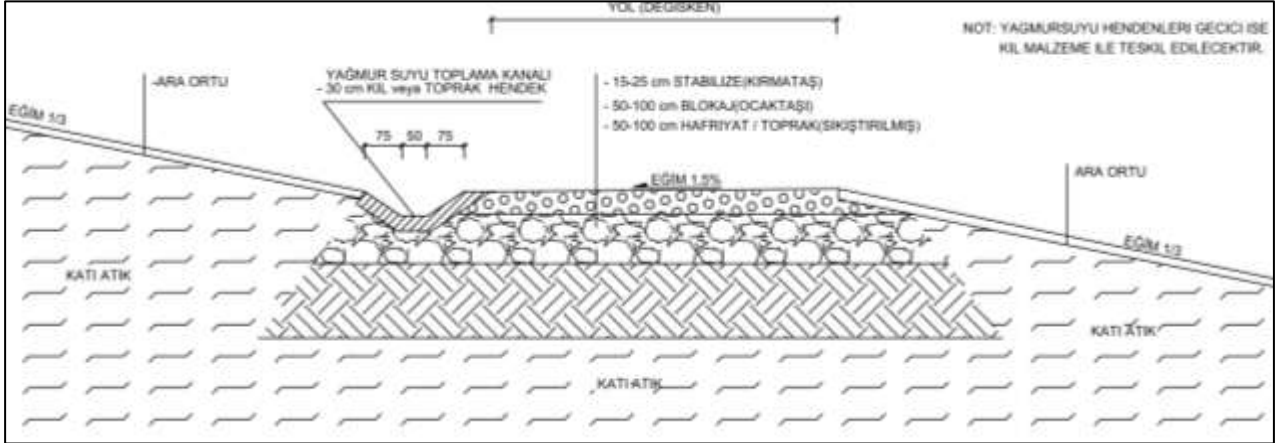
Saha içi yol ve platform yapılırken bazı hususlara dikkat edilmelidir. Yol yapılacak bölgenin stabil bir zemin olmadığı, aerobik ve anaerobik faaliyetlerin sürekli devam ettiği dolayısıyla lokal çökmelerin ve deformasyonların olacağı unutulmamalıdır. Öncelikle saha işletme planına uygun yol güzergâhı belirlenmelidir. Saha içi yolların daha uzun süre kullanılması için yol güzergâhı depolama alanının kenarında şev üstünde seçilmelidir. Yol kotları güzergâha rastlayan dolgu hücrelerinin maksimum dolgu kotu olarak seçilmelidir. Depolama sahası üzerinde yapılacak yolun eğimi %7'yi geçmemelidir. Güzergâh belirlendikten ve kotu tespit edildikten sonra ocak taşı ve kırmataş gibi dolgu malzemeler yol güzergâhında kullanılmalıdır. Bu malzemeler kullanılarak yolun kotu ve eğimi ayarlanır. Eğer atık üzerine yol veya platform yapılacaksa bu alanlara öncelikle toprak serilir ve sıkıştırılır Daha sonra ocak taşı ve kırmataş serilir ve sıkıştırılır. Yapılan saha içi yolların sürekli bakımı yapılmalıdır.

Resim 20: Saha İçi Yol Eğimleri



Saha içi yolların yapımından sonra araç yoğunluğuna cevap verebilecek büyüklükte döküm platformu yapılmalıdır. Döküm platformları araçların giriş-çıkış, atık boşaltma ve manevra yapmalarına elverişli olmalıdır. Ağır tonajlı araçların bulunması durumunda platform kesiti aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi yapılmalıdır. Ancak araç giriş-çıkış seyrek ve tonajları hafif ise daha az ocaktaşı kullanılabilir.

Şekil 18: Saha İçi Tali Yol Kesiti



Resim 21: Saha İçi Ulaşım Yolları(Tali Yollar ve Ring Yolları)



Tesis içi yollar planlanırken ve yapılırken aşağıdaki kriterler göz önüne alınmalıdır;

- Araç ve iş makinelerin giriş-çıkışı, araçların rahatça dönüşü, döküm işlemi, araç ve çalışanlara zararın önlenmesi gibi hususlara dikkat edilmelidir.
- Bütün tesis için ulaşım yolları iyi tesviye edilmiş ve sıkıştırılmış olmalı ve yeterli drenajla mümkün olduğunca toz, toprak, çamur ve süprüntü gibi kirletici unsurlardan arındırılmış olmalıdır.
- Yol sorunlarına erken müdahale etmek uzun vadede geniş çaplı yol tamiratları ihtiyacını en aza indireceği için bakım konusuna öncelik verilmelidir.
- Ana tesis yollarında kademeli ve alternatifli hareket alanı kullanımı bütün hava şartlarında erişimi sağlamak için genellikle çok önemlidir.
- Yol planlaması yapılırken yol eğimlerine dikkat edilmelidir. Yollarda ağır tonajlı araçların rahat hareket edebilmesi için yol eğimleri %7 den fazla olmamalıdır.
- Atıkların yukarıdan aşağıya dökümünden dolayı depolama alanı yüksekliği artmakta ve platforma ulaşım sağlayan yollar da yükselmektedir. Platforma ulaşımı sağlayan yollar planlanırken, bu eğim artışı dikkate alınarak yapılmalı ve eğimin %7 kuralına uyması sağlanmalıdır.
- Bütün ana ulaşım yolları mümkün olduğunca iki yönlü trafik akışına olanak sağlamalıdır
- Saha içi yollar ring hat oluşturacak şekilde inşa edilebilir ve mutlaka alternatif bir güzergâh bulunmalıdır.
- Trafik kullanımına bağlı olarak yol işaretleri ve hız sınırı işaretleri dâhil olmak üzere yerel ana yol standartlarında olmalıdır.
- Giriş ve bağlantı yollarını temiz tutmak amacı ile iyi bir yağmur suyu drenajı ve yağmursuyu kafa hendekleri yapılmalıdır.
- Saha içi asfalt yollar zaman zaman (mümkün ise mekanik süpürme araçları ile) yıkanmalıdır.
- Gece atık alımlarında araçların rahat bir şekilde döküm alanına ulaşmaları ve atıkları döküp sahayı güvenle terk etmeleri için aydınlatma, yönlendirme, uyarı ve bilgilendirme levhaları bulunmalıdır.
- Tali yollarda toz oluşumunu önlemek için belirli aralıklarla sulanması gerekmektedir
- Araçların hızlarını kontrol için belli aralıklarla kasisler yapılmalı.

6.2. Sedde Yapımı

Katı atık düzenli depolama sahalarında atıkların hücreleme metoduyla depolanabilmesi için ara ve son seddeler kullanılır. Kullanılan ara seddeler genelde geçici olup, sıkıştırılmış 30-100 cm'lik kil tabakalarından teşkil edilir. Ara seddeler depolama sahasının işletilmesi esnasında sızıntı sularının saha dışına çıkmasını ve çevre sularının saha içerisine girmesini engellemek vb. sebeplerle inşa edilir. Depo son seddeleri ise düzenli depolama alanının sınırları boyunca nihai örtüye kadar yükseltilir. Bu seddeler depo sahasında şev stabilitesini sağlamak, işletme yollarının inşasına yardımcı olmak ve nihai şevlerde uygun eğimi vermek vb. amaçlarla inşa edilmektedir.

Ana (Topuk) Seddesi: Atıkların dayandığı ve en son nihai seddedir. Atıklar bu noktaya dayamak sureti ile yükselir. Saha çevresinde en son noktaya yapılan topuk seddeleri planlaması ve sedde stabilitesi yapılmak sureti ile yüksekliğine ve genişliğine karar verilmelidir. Topuk seddesinde ne kadar atık alınacağı, sahanın zemin eğimlerinin ne olacağı, seddeye gelecek yük miktarı, sedde de kullanılacak malzeme(dolgu malzemesi vb) dikkate alınarak projelendirilmeli ve projeye uygun olarak da imalat yapılmalıdır.

- Topuk seddesinin tasarımında, sahanın alt dış köşe bölgelerinde yay şeklinde yapılmalı ve saha çevresi ring hattı şeklinde projelendirilmelidir. Böylece topuk seddesi kemer gibi yükleri alacağından, seddeye gelen yükler sedde boy kesiti boyunca dağılacaktır. Bununla birlikte; sedde yapılırken aşağıda verilen özelliklere dikkat edilmesi gerekmektedir.

- Sedde için sadece saha bölgesindeki zeminin sedde malzemesi olarak kullanılması, stabilite analizine göre yeterli olabilmekte ise de, sedde ortasında Kaya Dolgu kısmı oluşturularak, gelecek atık yükleri yönünden de şev stabilite güvenliği artırılabilir.

- Sedde oluştururken kontrollü dolgu yapılmak sureti ile olası boşluk ve oturmaların önüne geçilmelidir.

- Sedde içine yağmur suları ve sızıntı sularının girişi önlemek için sedde dış yüzeyleri geçirimsiz malzeme ile kaplanmalıdır.

- Sedde yapımında en önemli nokta mutlaka sağlam zemine oturması gerekmektedir. Bunun için seddenin oturacağı alandaki bitkisel toprak sıyrılmalı ve sağlam zemine sedde oturtulmalıdır.

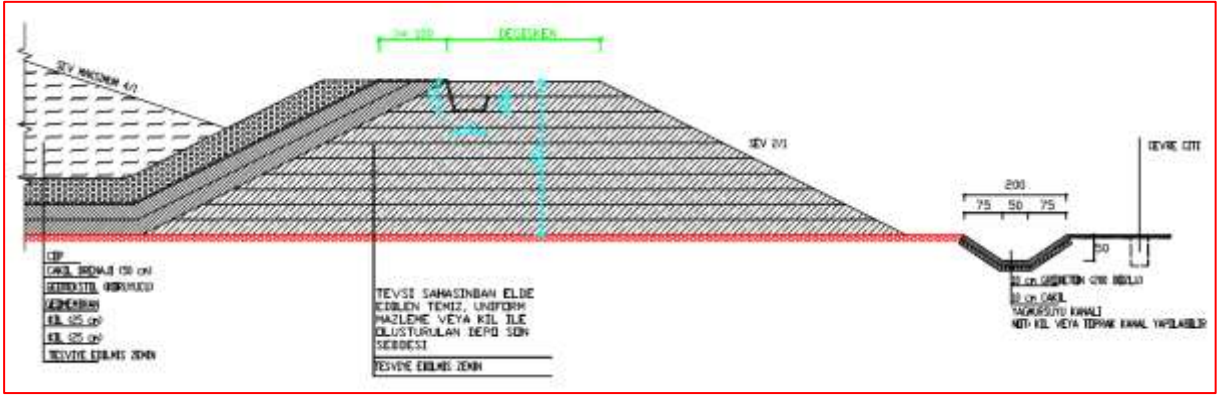
- Sedde tabanında yeraltı suları(varsa) drenajı sağlanmış olmalıdır. Sedde yapılacak alanda yer altı suyunun varlığı seddenin stabilitesini olumsuz yönde etkileyebileceğinden gerek inşa aşamasında ve gerekse işletme aşamasında alınacak drenaj sisteminin bakımı ile sedde arkasında ve içerisinde yer altı (boşluk suyu) su seviyesinin oluşmamasına özen gösterilmelidir.

- Topuk seddeleri tasarlanırken üzeri ulaşım yolu olup olmayacağı, daha sonra sedde yükseltip yükseltmeyeceğine karar verilip ona göre sedde üst genişliğine karar verilmelidir.

- Sedde üst kısmı yağmur suyunun sahaya girişini önlemek için; yol deveri saha dışına olacak şekilde yapılmalıdır.

- Kil, jeomembran, jeotekstil ve çakıl seriminin rahat yapılabilmesi ve yanal yüzeyde bulunan kil tabakasının iyi bir şekilde sıkıştırılması amacıyla Sedde yanal eğimlerine(şev eğimlerine)dikkat edilmelidir. Eğimler min. 1/3 olmalıdır. Uygulama projelerinde, topografik koşullar nedeniyle şev eğiminin düşürülmesinin teknik ve ekonomik olarak zor olması ve daha dik şev eğimlerinde de stabilitenin sağlanabileceğinin mümkün olmasının lot özelinde kurumsal akademik rapor ile gerekçelendirilmesi kaydıyla lot şev eğimi 1/3 oranından daha dik olabilir. Çok dik eğimli şevlerde kil, jeomembran, dere çakılı seriminin zor olacağı unutulmamalıdır.

Şekil 19: Ana Sedde Tip Kesiti



Ara(Geçici) Sedde: lotlar arası yağmur suyu drenajı kontrol etmek için yapılmakta ve yağmur suyunun atıkların döküldüğü alana karışıp sızıntı suyu miktarını artırmasını önlemektedir. Sahanın topografik durumuna göre en 0,3-1 m. Yüksekliğinde yapılmalı ve yağın yağmur sularını çöple karışmadan drenaj edilmesi sağlanmalıdır.

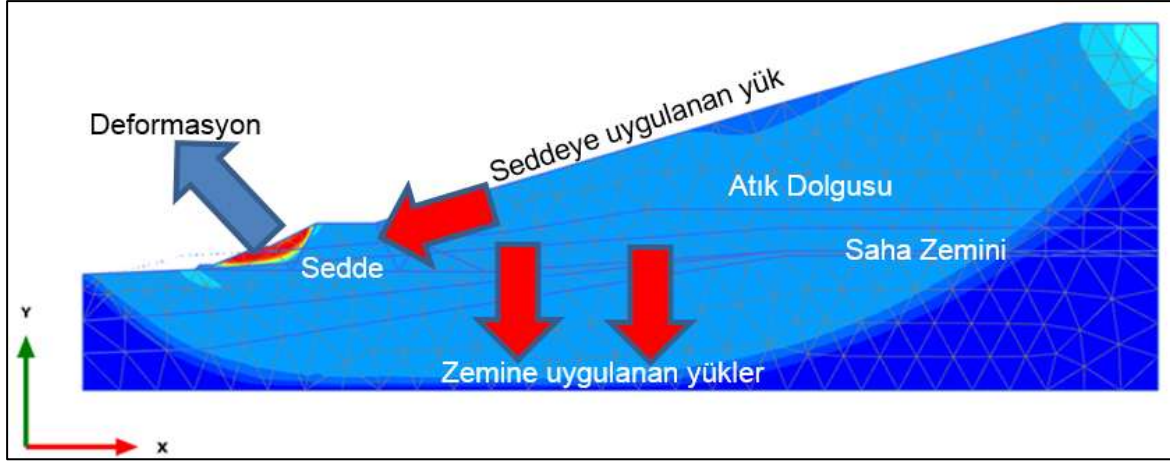
Resim 22: Ana Sedde Yapımı



Resim 23: Ana Sedde ve Geçici Sedde



Şekil 20: Sedde Stabilite Analizi (Olası Şev Kayma Yüzeyi ve Deformasyonlar)



7. DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİNE ATIKLARIN KABULÜ VE ATIK KAYITLARININ TUTULMASI

7.1. Atık Listesi ve Tehlikeli Atıklar

Atık, üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya materyaldir. Atık listesi, Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin Ek-IV'ünde yer almakta olup, altı haneli atık kodlarıyla ve ilgili iki haneli ve dört haneli bölüm başlıkları ile bütün olarak tanımlanır.

Atıklar ile ilgili yapılacak bütün çalışmalarda, atığın tanımına karşılık gelen altı haneli atık kodunun tam olarak kullanılması zorunludur. Atık Listesinde bir atığa karşılık gelen atık kodunun belirlenmesi için aşağıda belirtilen aşamalar takip edilir:

- 01'den 12'ye ya da 17'den 20'ye kadar olan bölümlerde atığın kaynağı ve bu atığa uygun altı haneli atık kodu belirlenir.

- Atığın kodunun belirlenmesi için, 01'den 12'ye ya da 17'den 20'ye kadar olan bölümlerde uygun bir atık kodu bulunamaz ise 13, 14 ve 15 inci bölümler incelenir.

• Bu bölümlerde de uygun bir atık kodu bulunamaz ise atık, 16 ncı bölüme göre değerlendirilir.

• Eğer atık, 16 ncı bölüme de uyarlanamıyorsa, Atık Listesindeki ana faaliyet kodlarına uygun olan ve sonu 99-başka türlü tanımlanamayan atıklar ile biten uygun atık kodu Bakanlığın onayı ile kullanılır.

Atık Listesinde (*) ile işaretlenmiş atıklar tehlikeli atıktır. Tehlikeli atıklar, EK-III A'da listelenen özelliklerden bir veya daha fazlasına sahip atıklardır. Atık Listesinde (A) işaretli atıklar, EK-III B'de yer alan tehlikeli atık konsantrasyonuna bakılmaksızın tehlikeli atık sınıfına girer. (M) işaretli atıkların tehlikelilik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılacak çalışmalarda, EK-III A'da listelenen özelliklerden H3-H8 ile H10 ve H11 ile ilgili değerlendirmeler, EK-III B'de yer alan konsantrasyon değerleri esas alınarak yapılır.

Tablo 11: Tehlikeli Kabul Edilen Atıkların Özellikleri (Ek-III A)

| |
|---|
| <p>H1 Patlayıcı Alev etkisi altında patlayabilen ya da dinitrobenzenden daha fazla şekilde şoklara ve sürtünmeye hassas olan maddeler ve preparatlar, kendi başına kimyasal reaksiyon yolu ile belli bir sıcaklık ve basınçta hızla gaz oluşmasına neden olabilecek madde veya atıklar.</p> <p>H2 Oksitleyici Diğer maddelerle, özellikle de yanıcı maddelerle temas halinde iken yüksek oranda egzotermik reaksiyonlar gösteren maddeler ve preparatlar.</p> <p>H3-A Yüksek oranda Tutuşabilenler a) 21 0C'nin altında parlama noktasına sahip sıvı maddeler ve preparatlar (aşım tutuşabilen sıvılar dahil), b) Herhangi bir enerji kaynağı uygulaması olmaksızın ortam sıcaklığındaki hava ile temas ettiğinde ısınabilen ve sonuç olarak tutuşabilen maddeler ve preparatlar, c) Bir ateşleme kaynağı ile kısa süre temas ettiğinde kolayca tutuşabilen ve ateşleme kaynağı uzaklaştırıldıktan sonra yanmaya ve tükenmeye devam eden katı maddeler ve preparatlar, d) Normal basınçta, havada tutuşabilen gazlı maddeler ve preparatlar, e) Su veya nemli hava ile temas ettiğinde, tehlikeli miktarda yüksek oranda yanıcı gazlara dönüşen maddeler ve preparatlar.</p> <p>H3-B Tutuşabilen 21 0C'ye eşit veya daha yüksek ya da 55 0C'ye eşit ya da daha düşük parlama noktasına sahip olan sıvı maddeler ve preparatlar.</p> <p>H4 Tahriş edici Deri ile ya da balgam membranı ile ani, uzun süreli ya da tekrar eden temaslar halinde yanığa sebebiyet verebilen, korozif olmayan maddeler ve preparatlar.</p> <p>H5 Zararlı Solunduğu veya yenildiğinde ya da deriye nüfuz ettiğinde belirli bir sağlık riski içeren maddeler ve preparatlar.</p> <p>H6 Toksik Solunduğunda veya yenildiğinde ya da deriye nüfuz ettiğinde, sağlık yönünden ciddi, akut veya kronik risk oluşturan ve hatta ölüme neden olan madde ve preparatlar.</p> <p>H7 Kanserojen Solunduğunda veya yenildiğinde ya da deriye nüfuz ettiğinde, kansere yol açan veya etkisinin artmasına neden olan madde ve preparatlar.</p> <p>H8 Korozif Temas halinde canlı dokuları tahrip eden madde ve preparatlar.</p> <p>H9 Enfeksiyon yapıcı İnsan veya diğer canlı organizmalarda hastalığa neden olduğu bilinen veya geçerli nedenler dolayısıyla güvenli olarak inanılan varlığının sürdürebilen mikroorganizmaları veya toksinleri içeren maddeler.</p> <p>H10 Üreme yetisini azaltıcı Solunduğunda, yenildiğinde veya deriye nüfuz ettiğinde, doğuştan gelen kalıtsal olmayan sakatlıklara yol açan veya yol açma riskini artıran madde ve preparatlar.</p> <p>H11 Mutajenik Solunduğunda, yendiğinde veya deriye nüfuz ettiğinde, kalıtsal genetik bozukluklara yol açan veya yol açma riskini artıran madde ve preparatlar.</p> <p>H12 Havayla, suyla veya bir asitle temas etmesi sonucu zehirli veya çok zehirli gazları serbest bırakan madde veya preparatlar.</p> <p>H13 Yukarıda listelenen karakterlerden herhangi birine sahip olan atıkların bertarafı esnasında ortaya çıkan madde ve preparatlar.</p> <p>H14 Ekotoksik Çevrenin bir veya daha fazla kesimi üzerinde ani veya gecikmeli zararlı etkiler gösteren veya gösterme riski taşıyan madde ve preparatlar.</p> <p>Açıklama 1) Tehlikeli özelliklere ilişkin etiketlemede kullanılacak işaretler için 11/7/1993 tarihli ve 21634 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Tehlikeli Kimyasallar Yönetmeliği (Ek 4) kullanılacaktır.</p> |
|---|

Tablo 12: Tehlikeli Atık Eşik Konsantrasyonları (EK-III B)

| |
|---|
| <p>a) Parlama noktası ≤ 55 OC, b) Yüksek seviyede zehirli olarak sınıflandırılan bir ya da birden fazla maddedeki toplam konsantrasyonun $\geq 0,1$ olması, c) Zehirli olarak sınıflandırılan bir ya da birden fazla maddedeki toplam konsantrasyonun ≥ 3 olması, ç) Zararlı olarak sınıflandırılan bir ya da birden fazla maddedeki toplam konsantrasyonun ≥ 25 olması, d) R35'e göre aşındırıcı olarak sınıflandırılan bir ya da birden fazla maddedeki toplam konsantrasyonun ≥ 1 olması, e) R34'e göre aşındırıcı olarak sınıflandırılan bir ya da birden fazla maddedeki toplam konsantrasyonun ≥ 5 olması, f) R41'e göre tahriş edici olarak sınıflandırılan bir ya da birden fazla maddedeki toplam konsantrasyonun ≥ 10 olması, g) R36, R37 ve R38'e göre tahriş edici olarak sınıflandırılan bir veya daha fazla maddedeki toplam konsantrasyonun ≥ 20 olması, ğ) Kategori 1 ya da 2'de kanserojen etkisinin olduğu bilinen bir maddelerdeki toplam konsantrasyonun $\geq 0,1$ olması, h) Kategori 3'de kanserojen etkisinin olduğu bilinen bir maddedeki toplam konsantrasyonun ≥ 1 olması, ı) R60 ya da R61'e göre üreme yetisini azaltıcı olarak sınıflandırılan Kategori 1 ya da 2 maddesindeki konsantrasyonun $\geq 0,5$ olması, i) R62 ya da R63'e göre üreme yetisini azalttığı özelliği ile sınıflandırılan kategori 3 maddesindeki konsantrasyonun ≥ 5 olması j) R46'ya göre kalıtsal değişikliklere yol açıcı olarak sınıflandırılan Kategori 1 ya da 2 maddesindeki konsantrasyonun $\geq 0,1$ olması, k) R40'a göre kalıtsal değişikliklere yol açıcı olarak sınıflandırılan Kategori 3 maddesindeki konsantrasyonun ≥ 1 de olması</p> <p>Açıklama R kodları (Risk durumu) 11/7/1993 tarihli ve 21634 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Tehlikeli Kimyasallar Yönetmeliği (EK 7) de verilmektedir.</p> |
|---|

7.2. Düzenli Depolama Tesislerine Kabul Edilecek ve Edilmeyecek Atıklar

Düzenli depolama tesislerinde bertaraf edilecek biyobozunur atık miktarının azaltılması esastır. Atık kabul kriterlerini sağlamak üzere atıklar seyreltilmez veya karıştırılmaz. Aşağıdaki atıklar düzenli depolama tesislerine kabul edilmez:

- Sıvı atıklar,
- Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin EK-III A'sında tanımlanan; patlayıcı, aşındırıcı, oksitleyici, yüksek tutuşma ve yanma özelliği gösteren atıklar,
- Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin EK-III A'sında H 9 enfeksiyon yapıcı olarak tanımlanan, herhangi bir ön işleme tabi tutulmamış tıp ve veterinerlik kuruluşlarından kaynaklanan tıbbi atıklar,
- Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin EK-III A'sında sıralanan özelliklerden herhangi birini gösteren, insan veya çevre üzerindeki etkileri bilinmeyen, araştırma ve geliştirme ya da eğitim faaliyetlerinden kaynaklanan tanımlanmamış veya yeni kimyasal maddeler,
- 25/11/2006 tarihli ve 26357 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği kapsamında yer alan kullanılmış lastikleri,
- Atık kabul kriterlerini sağlamayan diğer atıklar,
- Ambalaj atıkları.
- Tıbbi atıkların sterilize edilmeden düzenli depolanması yasaktır. Tıbbi atık düzenli depolama lotlarına ve II. Sınıf düzenli depolama tesislerine ancak sterilize edildikten sonra kabul edilebilirler.

Atıkların, kabul kriterlerine ilişkin sınır değerlere göre uygun depolama alanında bertarafı sağlanır. Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik Ek-4 Atık Listesinde verilen bazı tehlikeli atıklar reaktif olmaması, granüler olması ve Yönetmeliğin Ek-2 B'sinde verilen sınır değerlere uygun olması kaydı ile II. Sınıf Düzenli Depolama Tesislerinde depolanabilir. Bu tür atıklar tehlikeli olarak nitelendirilmelerine rağmen düzenli depolama ile bertaraf edilmesi durumunda sızıntı suyu ile kirlilik oluşturmadığına dair özütleme analizi gereklidir. Bu aşamada Yönetmeliğin Ek-2 Atık Kabul Kriterleri'nde II. Sınıf Düzenli Depolama Tesislerinde depolanabilecek kararlı ve reaktif olmayan tehlikeli atıklar için de sınır değerler verilmektedir. Bu tür atıklar için TOK ve pH değerleri de ölçülmeli ve sınır değeri sağlanmalıdır.

Tablo 13: Düzenli Depolama Kriterleri ve Sınır Değerler (Ek-2)

| Aranan Parametreler Eluat Kriterleri L/S = 10 lt/kg | III. Sınıf (mg/lt) | II. Sınıf (mg/lt) | I. Sınıf (mg/lt) |
|--|-----------------------|----------------------------|---------------------|
| As (Arsenik) | 0,05 | 0,2 | 2,5 |
| Ba (Baryum) | 2 | 10 | 30 |
| Cd (Kadmiyum) | 0,004 | 0,1 | 0,5 |
| Cr toplam (Toplam Krom) | 0,05 | 1 | 7 |
| Cu (Bakır) | 0,2 | 5 | 10 |
| Hg (Civa) | 0,001 | 0,02 | 0,2 |
| Mo (Molibden) | 0,05 | 1 | 3 |
| Ni (Nikel) | 0,04 | 1 | 4 |
| Pb (Kurşun) | 0,05 | 1 | 5 |
| Sb (Antimon) | 0,006 | 0,07 | 0,5 |
| Se (Selenyum) | 0,01 | 0,05 | 0,7 |
| Zn (Çinko) | 0,4 | 5 | 20 |
| Klorür | 80 | 1500 | 2500 |
| Florür | 1 | 15 | 50 |
| Sülfat | 100 | 2000 | 5000 |
| ÇOK (Çözülmüş Organik karbon) | 50 | 80 | 100 |
| TÇK (Toplam çözünen katı) | 400 | 6000 | 10000 |
| Fenol İndeksi | 0,1 | | |
| Orijinal atıkta bakılacak kriterler | (mg/kg) | (mg/kg) | (mg/kg) |
| TOK (toplam organik karbon) | ≤30000 (%3) | 50000 (% 5)* pH ≥ 6 (2) | 60000 (%6) |
| BTEX (benzen, toluen, etilbenzen ve xylenes) | 6 | | |
| PCBler (7 Türdeş) | 1 | | |
| Mineral yağ (C10 – C40'a kadar) | 500 | | |
| LOI (Kızdırma Kaybı) | | | % 10 |
| * Sadece reaktif olmayan ve kararlı tehlikeli atıkların II. sınıf depolama tesislerine kabul edilmesinde değerlendirilir. | | | |

Yukarıdaki parametrelerden 7 türdeş PCB; “Ballschmitter türdeşleri” olarak da bilinen 28 (2,4,4'-Triklorobifenil), 52 (2,2',5,5'-Tetraklorobifenil), 101(2,2',4,5,5'-Pentaklorobifenil), 118 (2,3',4,4',5-Pentaklorobifenil), 138 (2,2',3,4,4',5'-Hekzaklorobifenil), 153 (2,2',4,4',5,5'-Hekzaklorobifenil) ve 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptaklorobifenil) türdeşleridir.

Yönetmeliğin Ek-2 Atık Kabul Kriterleri'ne göre bazı sınır değerlerin aşılması durumunda, depolama tesisi ve çevresinin özellikleri dikkate alınarak sızıntı suyu da dâhil olmak üzere oluşabilecek emisyonların çevreye ilave bir risk getirmeyeceğinin işletmeci tarafından risk değerlendirmesi yapılarak belgelenmesi halinde, atık sahibinin talebi üzerine Bakanlık, her bir durum bazında sınır değer artırımları dâhilinde, atığın belirlenen tesise kabul edilmesi için izin verebilir. Sınır değer artırımları bir üst depolama sınıfı için belirlenen değeri aşamaz.

Tablo 14: III. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi İçin Sınır Değer Artırımları

| Artırılabilir parametreler | Sabit kalması gereken parametreler | Artırım miktarı |
|--|------------------------------------|-----------------|
| As (Arsenik) | | 3 katı |
| Ba (Baryum) | | |
| Cd (Kadmiyum) | | |
| Cr toplam (Toplam krom) | | |
| Cu (Bakır) | | |
| Hg (Civa) | | |
| Mo (Molibden) | | |
| Ni (Nikel) | | |
| Pb(Kurşun) | | |
| Sb (Antimon) | | |
| Se(Selenyum) | | |
| Zn (Çinko) | | |
| Klorür | | |
| Florür | | |
| Sülfat | | |
| | ÇOK (Çözünmüş organik karbon) | |
| TÇK (Toplam çözünen katı) | | 3 katı |
| Fenol İndeksi | | |
| TOK (Toplam organik karbon) | | 2 katı |
| BTEX(benzen, toluen, etilbenzen ve ksilen) | | 3 katı |
| PCBler | | |
| Mineral yağ | | |

Tablo 15: II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi İçin Sınır Değer Artırımları

| Artırılabilir parametreler | Sabit kalması gereken parametreler | Artırım miktarı |
|----------------------------|------------------------------------|-----------------|
| As (Arsenik) | | 3 katı |
| Ba (Baryum) | | |
| Cd (Kadmiyum) | | |
| Cr toplam (Toplam krom) | | |
| Cu (Bakır) | | |
| Hg (Civa) | | |
| Mo (Molibden) | | |
| Ni (Nikel) | | |
| Pb(Kurşun) | | |
| Sb (Antimon) | | |
| Se(Selenyum) | | |
| Zn (Çinko) | | |
| Klorür | | |
| Florür | | |
| Sülfat | | |
| | ÇOK (Çözünmüş Organik karbon) | |
| TÇK (Toplam çözünen katı) | | 3 katı |

Tablo 16: I. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi İçin Sınır Değer Artırımları

| Artırılabilir parametreler | Sabit kalması gereken parametreler | Artırım miktarı |
|----------------------------|------------------------------------|-----------------|
| As (Arsenik) | | 3 katı |
| Ba (Baryum) | | |
| Cd (Kadmiyum) | | |
| Cr toplam (Toplam krom) | | |
| Cu (Bakır) | | |
| Hg (Civa) | | |
| Mo (Molibden) | | |
| Ni (Nikel) | | |
| Pb(Kurşun) | | |
| Sb (Antimon) | | |
| Se(Selenyum) | | |
| Zn (Çinko) | | |
| Klorür | | |
| Florür | | |
| Sülfat | | |
| | ÇOK (Çözülmüş Organik karbon) | |
| TÇK (Toplam çözünen katı) | | 3 katı |

7.3. Düzenli Depolama Tesislerine Atık Kabul İşlemleri

Düzenli depolama sahalarına atık kabulünde temel özelliklerin belirlenmesi, uygunluk testi ve tesiste doğrulama olmak üzere 3 aşamalı kontrol süreci uygulanır. Tesise gönderilmesi planlanan atığın üretildiği kaynaktan yapısını ve tüm özelliklerini gösteren bilgiler toplanarak atığın temel özelliklerinin tanımlanması ve nitelendirilmesi zorunludur. Temel özelliklerin tanımlanması, yapılacak testlerin sıklığını belirler. Yönetmeliğin “Testler ve Numune Alma Metodları“ başlıklı Ek-1’e göre temel özelliklerin belirlenmesi için numune alınması, testlerin yapılması ve uygunluk testleri 5/9/2008 tarihli ve 26988 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan Çevre Ölçüm ve Analiz Laboratuvarları Yeterlik Yönetmeliği kapsamında Bakanlıkça yetki verilen laboratuvarlar tarafından yapılmalıdır. Atığın üretildiği ilde, numune alınması işlemi öncelikle Bakanlıkça yetki verilen laboratuvarlarca, ilde bu tür laboratuvar bulunmaması durumunda İl Müdürlüğü gözetiminde diğer kurum/kuruluşlarca yetkilendirilmiş laboratuvarlarca, atığın üretildiği ilde, herhangi bir kurumca yetkilendirilmiş laboratuvar bulunmaması durumunda İl Müdürlüğü teknik personeline yapılır. Atığın temel özelliklerinin Ek-2’de tüm depolama tesisi sınıfları için verilen atık kabul kriterlerini sağladığı uygunluk testleri ile belirlenir ve sınır değerleri sağlayan uygun depolama tesisine atık kabulünün yapılacağı işletmeci tarafından atık üreticisine bildirilir.

Düzenli depolama tesisinde doğrulama testleri, işletmeci tarafından tesise gelen atığın temel özellikleri belirlenen ve uygunluk testi yapılan atıkla aynı atık olduğunu kontrol etmek amacıyla yapılır. Belediye atıkları ve III. sınıf depolama tesisine teste tabi tutulmaksızın kabul edilebilecek atıklar başlığı altında listelenen atıklar üç aşamalı analizden muafır. Ancak, düzenli depolama tesislerine kabul edilmeyecek atıklar ve atık işleme ve atık kabul işlemlerinde uyulması gereken genel kuralların açıklandığı Yönetmeliğin 9 uncu ve 18 inci maddelerine uyulması zorunludur.

Tablo 17: III. sınıf Depolama Tesisine Teste Tabi Tutulmaksızın Kabul Edilebilecek Atıklar (Ek-2)

| Atık kodu | Atık türü | Sınırlama |
|-----------|---|--|
| 10 11 03 | Cam elyaf atıkları | Organik bağlayıcılar içermemeli |
| 17 01 01 | Beton | Karışık olmayan inşaat ve yıkıntı atıkları |
| 17 01 02 | Tuğlalar | Karışık olmayan inşaat ve yıkıntı atıkları |
| 17 01 03 | Kiremitler ve Seramikler | Karışık olmayan inşaat ve yıkıntı atıkları |
| 17 01 07 | Beton, tuğla kiremit ve seramik karışımları ya da ayrılmış grupları | Karışık olmayan inşaat ve yıkıntı atıkları |
| 17 02 02 | Cam | |
| 17 05 04 | Toprak ve kayalar | Bitkisel toprak ve turba, kirlenmiş tesislerden gelen toprak ve taşlar hariç |
| 19 12 05 | Cam | |
| 20 02 02 | Toprak ve taşlar | Bitkisel toprak ve turba hariç sadece park ve bahçelerden kaynaklanan toprak ve taşlar |

Temel özelliklerin tanımlanması, atığın depolanacağı düzenli depolama sınıfının belirlenmesi amacıyla atık üreticisi tarafından yapılır veya yaptırılır. Ek-2 analizlerinin geçerlik süresi, 1 yıldır. Atık üreticisi, aşağıdaki bilgileri sağlar:

- Atığın kaynağı,
- Atığın ortaya çıkmasına yol açan üretim süreci ile ilgili bilgiler, bu üretim sürecine dahil olan başta hammaddeler olmak üzere girdilere ilişkin bilgiler,
- Atığın Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik EK-IV Atık Listesinden tespit edilecek kodu,
 - Atığın Atık Listesinde (M) pozisyonu muhtemel tehlikeli atık olması durumunda Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin Ek-III'ünde belirtilen tehlikelilik özellikleri ile ilgili bilgiler (Malzeme Güvenlik Bilgi Formları, varsa daha önce yapılmış analizler, vs.),
 - Atığın bileşimi,
 - Atığın fiziksel özellikleri (kokusu, rengi, kıvamı),
 - Yönetmelik Ek-II düzenli depolanabilme kriterlerine göre yapılacak analizi (özütleme kriterleri ve orijinal atıkta bakılacak parametreler),
 - Atık üreticisi tarafından atığın düzenli depolama sahalarına kabul edilmeyecek atıklar kapsamında olmadığına dair verilecek beyan,
 - Atığa uygulanmış veya uygulanacak ön işlem,
 - Ön işlemin mümkün olmaması veya ön işlemin geri kazanım şeklinde yapılması halinde ekonomik olmaması durumunda Üniversitelerin ilgili bölümlerinden bu atık için veya aynı nitelikte atık için alınmış konuya ilişkin rapor,
 - Atığın gönderilmesinin planlandığı düzenli depolama tesisi işletmecisi tarafından ikinci aşama kontrolde yaptırılacak uygunluk testlerinin kapsamı (özütleme testi mutlak surette yer almalı, atığın durumuna göre başka parametreler de kapsama alınabilir) ve sıklığı (yılda en az bir kez olmak üzere) ile atığın bertaraf edileceği depolama tesisi sınıfına ilişkin üniversitelerin ilgili bölümlerinden ya da ilgili analizleri yapmak üzere Bakanlıkça yetki verilen laboratuvarlardan alınmış rapor,
 - Üçüncü aşama kontrolde yine işletmeci tarafından yaptırılacak tesiste doğrulama testi için tespit edilen kolay ve kısa sürede sonuç veren parametreler.

Uygunluk Testi, atığın temel özelliklerinin tanımlanması ve nitelendirilmesi için yapılan test sonuçlarının Ek-2’de belirtilen kabul kriterleri ile uygunluk gösterip göstermediğinin belirlenmesi amacıyla işletme tarafından yaptırılır. Uygunluk testi, tesise gönderilmesi planlanan her atık için yapılmaz. Yılda en az bir kez olmak kaydı ile temel özelliklerinin tanımlanması aşamasında belirlenen sıklıkta ve kapsam dâhilinde uygunluk testi yapılır. Uygunluk testi kapsamında, özütleme testi mutlaka yapılır. Bunun dışında temel özelliklerin tanımlanması aşamasında belirlenmiş başka parametreler varsa onların da analizleri yapılır. Atığın özelliği gereği depolanmasında alınması gereken herhangi bir ek önlem varsa atık sahibi tarafından işletmeciye bildirilir.

Temel özelliklerinin tanımlanması ve nitelendirilmesi ile Uygunluk Testi yapılması aşamalarında atıklar; düzenli olarak aynı proses sonucunda üretilen atıklar, düzenli olarak üretilmeyen atıklar, olmak üzere iki kategoride değerlendirilir ve buna göre test işlemleri yapılır.

Atıklar; atığın üretildiği proses ve tesisler hakkında yeterli bilginin bulunduğu, işleme giren hammaddelerin ve prosesin iyi tanımlandığı, atık sahibinin tesisinde özellikle hammadde veya proses değişikliği olduğunda depolama tesisi işletmecisine bildirerek tüm gerekli bilgileri sağladığı durumlarda “düzenli olarak aynı proses sonucunda üretilen ve karakteristikleri değişken olmayan atıklar” olarak kabul edilir. Bu tür atıklar için temel özelliklerinin tanımlanması ve nitelendirilmesi testi her atık sevkiyatında yapılmaz. Ancak yılda en az bir kez tekrarlanması gerekir.

Uygunluk testi her atık sevkiyatında yapılarak tesise kabul edilecek atığın temel özellikleri belirlenmiş atık olup olmadığını kontrol maksadıyla yapılır. Aynı tesiste ve aynı proses sonucunda üretilmemiş olan atıklar ve bileşimi belirli olmayan atıklar “düzenli olarak üretilmeyen atıklar” olarak kabul edilir. Bu tür atıkların her partisi için münferiden olmak üzere temel özellikler tespit edilir.

Bu aşamada, temel özelliklerin tanımlanması ve nitelendirilmesinde yer alan tüm aşamalar yerine getirilir. Bu nedenle uygunluk testinin her atık sevkiyatında yapılmasına gerek yoktur. Tesiste doğrulama, atık tesise ulaştıktan sonra, depolama işlemine alınmadan önce atık üreticisi tarafından işletmeciye verilen temel özellik ve analiz bilgilerinde yer alan atık ile aynı olduğunun tesis işletmecisi tarafından doğrulandığı bir süreçtir. Bu süreçte, atığa ilişkin belgeler kontrol edilir, atık gözle kontrol edilir ve temel özelliklerin tanımlanması aşamasında tespit edilen kolay ve kısa sürede sonuçlanan testler, işletme tarafından atık depolama tesisine kabul edilmeden önce yapılır. İşletme tarafından her parti atıktan numune alınır. Bir atığın miktarının çok olması nedeniyle birden fazla araçla, fakat aynı anda tesise sevk söz konusu ise ve bu durum atığa ilişkin belgelerle ibraz ediliyor ise tek bir numune alınarak tesiste doğrulama testi yapılması yeterlidir.

Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin 11 inci maddesi gereğince I. Sınıf düzenli depolama tesislerinde tehlikeli atıklar asidik ve bazik özellikleri dikkate alınarak istenmeyen reaksiyonlara mahal vermeyecek şekilde depolanır ve atıkların depolandığı nokta koordinatlarıyla tanımlanır.

7.4. Atık Kayıtlarının Tutulması

Atıkların düzenli depolama sahasına gelişigüzel boşaltılmasını önlemek için, depolama sahasında genel giriş ve atık taşıma araç girişlerinde belirli giriş işaretleri bulunmalıdır. Güvenlik sorumlusu/ kantar sorumlusu genel girişi kontrol etmeli ve yetkisiz araç trafiğini önlemelidir.

Düzenli depolama tesisine atık getiren araçların Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin 10 uncu maddesi gereğince atığın türüne göre Bakanlıkça kayıt altına alındığı veya taşıma lisansına sahip olduğu tesis işletmecisi tarafından kontrol edilir. Atık

getiren araçlar girişte kantar görevlisi tarafından atık türü kontrol edilerek tartım işlemi için kantara alınmalıdır. Taşıma lisansı olmayan veya Bakanlıkça kayıt altına alınmamış araçlar tesise kabul edilmez ve durum acilen İl Müdürlüğüne bildirilir. Atık türüne bağlı olarak Ulusal Atık Taşıma Formu (UATF) kontrolü yapılır.

İşletmeci depolanan atığın özellikleri ve miktarına ilişkin kayıt tutmakla yükümlüdür. Kayıtlarda atığın kaynağı, miktarı, sevkiyat tarihi, taşıyıcı bilgilerinin bulunması zorunludur. Ayrıca belediye atıklarının depolandığı tesislere atığı kabul edilen belediye veya mahalli idare birliğine ilişkin bilgilerin bulunması zorunludur.

Resim 24: Kantar ve Atık Kabul Birimi



Depolama işleminin ilerlemesini denetlemek, depolama alanı kullanımını projelendirmek, atığın ton başına maliyetini belirlemek amacıyla düzenli depolama tesisinde depolanan atığın hacmi ile ilgili kayıtlar tutulmalıdır. Sahaya giren tüm atıklar kontrol altına alınmalıdır. Atık hacmi ile ilgili en iyi veriler doldurma alanındaki kamyonları tartmak

suretiyle elde edilmektedir. Bu nedenle atık depolama tesisinde kantar sistemi kullanılmalıdır. Kantar kullanımı ve veri toplama sistemi aşağıdaki gibi olmalıdır:

- Radyasyon ölçüm cihazlarının kantar üzerinde bulunması, eğer araçta radyasyon varsa personel bu radyasyondan etkilenebileceğinden İş Sağlığı ve Güvenliği açısından sakıncalıdır. Bu yüzden radyasyon ölçüm cihazlarını kantardan önce giriş yapısına monte edilmeli, radyasyon ölçümü Tesis girişinde Kantar öncesi yapılmalı, radyasyonlu olduğu tespit edilen atıklar tesise kabul edilmemelidir.

- Tesisteki kantar görevlisi kantar binası üzerindeki trafik ışıklarını kullanarak aracın girmesi gereken kantarı sürücüye göstermelidir.

- Araç kantara alınarak dolu tartımı yapılmalı, tartım yapılan araçlar için ilgili formlar doldurulmalı ve tonaj bilgileri aylık olarak arşivlenmelidir.

- Kantara alınan atıklar numune alma personeli tarafından gözle incelenmeli ve beyan edilen atık cinsi olup olmadığı kontrol edilmelidir. Ayrıca şüpheli olan atıklardan numune alınarak analize gönderilmelidir.

Resim 25: Kantar



Ayrıca gelen atıkların depolama sahasına boşaltılmasından sonra kantar personeli tarafından gerekli kontroller yapıldıktan sonra aracın boş ağırlığı tartılmalı ve kayıt altına alınmalıdır. Her atık sevkiyatının tamamlanmasını takiben işletmeci, tesise kabul edilen atıklar için yazılı bir alındı makbuzu düzenler. İşletmeci, atığın yapısını ve temel özelliklerini gösteren bilgilerin kayıtlarını en az beş yıl boyunca saklamakla yükümlüdür.

Yapılan denetimler belgelenecek dosyalanmalı, tesis personeli tehlikeli atık tanımlaması ve sahaya alınabilecek atıklar konusunda eğitilmiş olmalı, sınıfına göre tesise kabul edilemeyecek ve depolanması yasak olan atıkların bulunması durumunda; güvenlik görevlisi veya kantar sorumlusu yükü izole etmeli ve derhal yönetime bildirimde bulunmalıdır. Tesise gelen atık, temel özelliklerin tanımlanması ve uygunluk testlerinde belirtilen atık değilse, atık tesise kabul edilmez ve durum işletmeci tarafından vakit geçirilmeksizin tesisin bulunduğu ilin Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğüne bildirilir. İl Müdürlüğü tesise kabul edilmeyen atığın mevzuata uygun şekilde bertarafının yapıldığının takibinden sorumludur.

Kantarda ayrıca; tesis dışından getirilen günlük örtü malzemesi kantarda tartılıp kaydı tutulduktan sonra günlük örtü depolama sahasında depolanmalıdır.

8. ATIKLARIN HÜCRELEME METODUYLA DEPOLANMASI & DEPOLAMA SAHALARINDA ŞEV STABİLİTESİ

Düzenli depolama sahalarının tasarımı ve işletilmesi birbirine bağlı çok sayıda parametrelerin oluşumuyla yakından ilgilidir. Düzenli depolama sahalarının tasarımının iyi dizayn edilmesi işletilmesinde oluşabilecek olumsuzlukların önlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Depolama sahalarının doğru tasarlanması önemli olduğu gibi doğru işletilmesi de oldukça önemlidir.

Düzenli depolama sahalarında sızıntı suyu ve depo gazı oluşumu ve kontrolü sahalarının iyi işletilmesine bağlıdır. Ayrışma prosesinin başlangıcında, ortamda gaz fazında oksijen mevcutken, atık içerisinde organik muhteva, aerobik bakteriler tarafından organik asitlere ve diğer kimyasal bileşiklere dönüştürülür. Çöp yığını üzerine daha fazla atık doldurulduğunda ya da toprak ile örtüldüğünde, bu aerobik bakteriler mevcut O_2 'i hızla tüketirler. Bundan sonra ayrışma işlemi anaerobik bakteriler tarafından sürdürülür. Doğru dolgu işleminin yapılması ve günlük örtünün iyi serilmesi anaerobik faaliyetleri hızlandıracığından atıkların daha kısa sürede stabilize olmasını sağlayacaktır.

Depolama sahalarının işletilmesinde atıkların doldurulmasında kullanılan yöntemler ve günlük örtü çalışmaları oluşabilecek olumsuzlukları önlemede büyük rol oynamaktadır. Hücrelerin uygun bir şekilde oluşturulması, atıkların tekniğine uygun doldurulması ve günlük olarak örtülmesi haşereler, kemirgenler, yangınlar, kötü kokular ve benzeri olumsuzlukları büyük ölçüde azaltacaktır.

8.1. Atıkların Doldurulması

Katı atıkların düzenli depolama yoluyla bertarafında çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Sahanın topografyasına, yüzey suyu ve yer altı suyu kaynağına bağlı olarak bu yöntemlerden biri seçilir. Yaygın olarak kullanılan yöntemler hendek metodu, alan metodu ve hücre metodudur.

Hendek metodu, yer altı suyu seviyesinin yüksek olduğu alanlarda uygulanır. Az miktarda atık depolanacağından ve doldurulacak atık hacmi kadar kazı yapılacağından çok ekonomik bir yöntem değildir.

Alan metodu daha çok doğal çukurlarda uygulandığından aşırı miktarda sızıntı suyu oluşmaktadır. Ayrıca işletilmesinde kontrolün çok zor olması sebebiyle tercih edilen yöntem değildir.

Hücre metodunda katı atıklar daha önceden hazırlanmış alanlara depolanır. Özellikle son yıllarda, ekonomik ve emniyetli olması sebebiyle, hücre metodunun kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır.

8.1.1. Atıkların Hücre Metoduyla Doldurulması

Atıkların dolgu eğiminin aşağısına doğru 1/3 ile 1/4 eğimlerinde serilir. Atık depolanması sürekli depolanmış atıkların üstünden yapıldığı için bazı işlemlerin yapılması zorunluğu doğmaktadır. Bu zorunluluk bazı maliyetleri beraberinde getirmektedir. Atıkların hücrelere doldurulması eğimin yukarisından aşağıya doğru olduğundan araçların hücrelere atık boşaltımı depolama alanının üstünden yapmaktadır. Büyük tonajlı araçların sürekli geçişinin sağlanması için çok iyi serme, sıkıştırma ve örtü işlemlerinin yapılması gerekir.

Atık depolama çalışmalarının belirli sınırlar içinde gerçekleştirilebilmesi için, her kademede atıklar sınırları belirlenmiş bir dizi atık hücresine depolanacaktır. Bu yöntem mobil ekipmanlarının ve toprak örtüsünün verimli bir şekilde kullanılmasını ve atık sevkiyat trafiğinin etkili bir biçimde yönetilmesini sağlayacaktır.

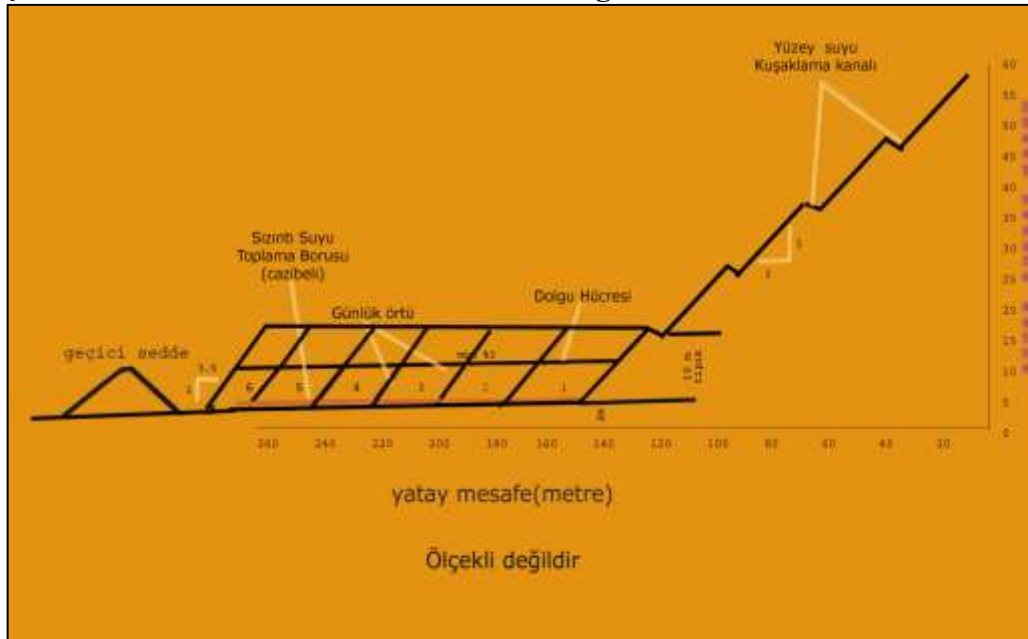
- Hücrelerin büyüklüğü sahaya gelen atık miktarına bağlı olarak yüzey alanının minimum düzeyde kalmasını sağlayacak şekilde olmalıdır.
- Hücrelerin alt kısmına sızıntı sularının toplanmasını sağlamak amacıyla geçici sedde(banket) yapılmalıdır.

8.1.2. Hücre Tabanına Depolanacak İlk Atık Tabakası(Lift)

Taban örtüsü serilmiş hücre alanının ilk bölümünün tamamına serilecek ilk atık tabakasının (lift'in) kalınlığı en çok 2 metre civarında olmalıdır. İlk atık tabakasının içinde alttaki taban örtüsüne ve sızıntı suyu toplama sistemine zarar verebilecek, büyük kütleli cisimler, uzun tahta parçaları, borular ve benzeri keskin maddeler bulunmamalıdır. Sahaya gelen atıklar incelenmeli ve sadece hücre tabanına ilk atık dolgusu olarak kullanılmaya uygun atıklara izin verilmelidir. Atık boşaltılırken, seçilirken ve sıkıştırılırken taban örtüsüne zarar vermeye dikkat edilmelidir. Taban örtüsü sisteminin bütünlüğünün korunması için ilk atık tabakası fazla sıkıştırılmayabilir.

Atıklar yukarıdan aşağıya doğru serileceğinden iş makinalarının doğrudan sızdırmazlığı sağlanmış taban üzerinde çalışmaları önlenerek taban teşkilinin zarar görmesi önlenecektir. İlk atık tabaka dolgusu aşağıdaki şekilde görülmektedir.

Şekil 21: Birinci Kademedeki İlk Tabaka Dolgu Kesiti



Dolgu hücreleri günlük atık miktarı tahminlerine göre atık boşaltılan yüzey alanının minimum düzeyde kalmasını sağlayacak büyüklükte olmalıdır. Tüm kazı alanına ve bütün şevlere taban örtüsü serilip yeni banket yapıldığında kaldırılacak olan kuşaklama banketin bir miktar ilerisine kadar serilmelidir.

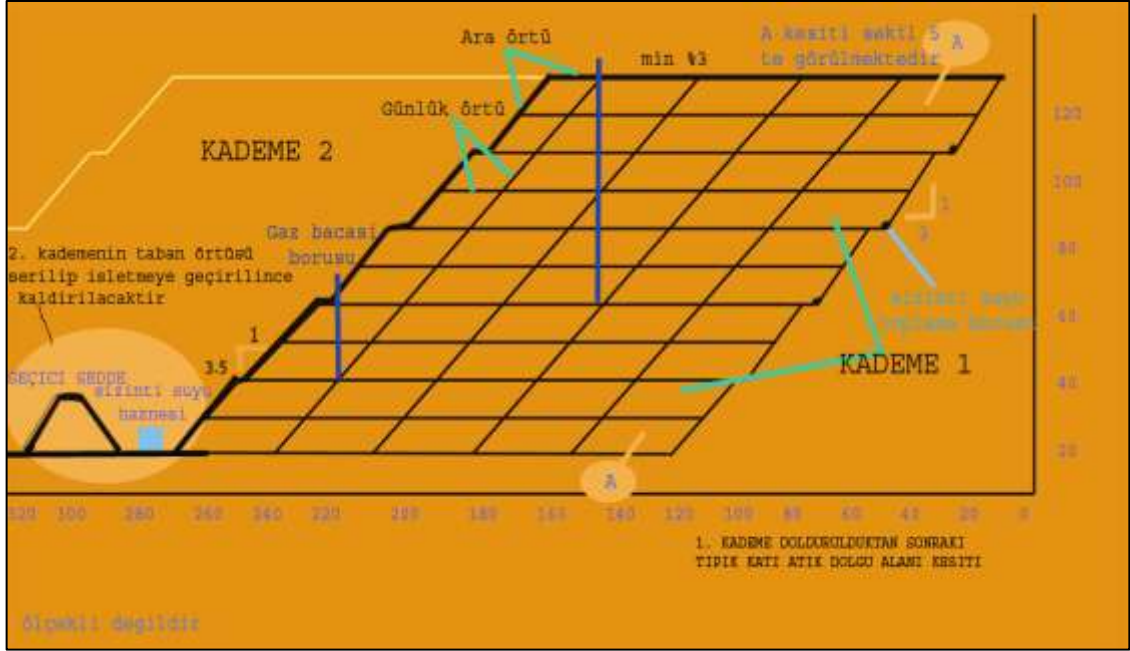
8.1.3. İlave Atık Tabakaları

Hücre tabanının tamamlanmış kısmının ilk çöp tabakası serildikten sonra, bu tabakanın üzerine ilave çöp tabakaları serilecektir. İlk olarak eğimin üst tarafından yapılan platforma atık boşaltılır. Dozerler vasıtasıyla ince tabakalar halinde atık muhtevasına bağlı olarak dikey/yatay oranı 1/3 veya 1/4 olacak şekilde atıklar serilir. Serilen atıklar çelik silindirik kompaktörlerle sıkıştırılır. Her serme işleminden sonra mutlaka sıkıştırma yapılmalıdır. Kompaktörler atığı parçalayıp optimum yoğunlukta sıkıştırarak şekilde kullanılmalıdır.

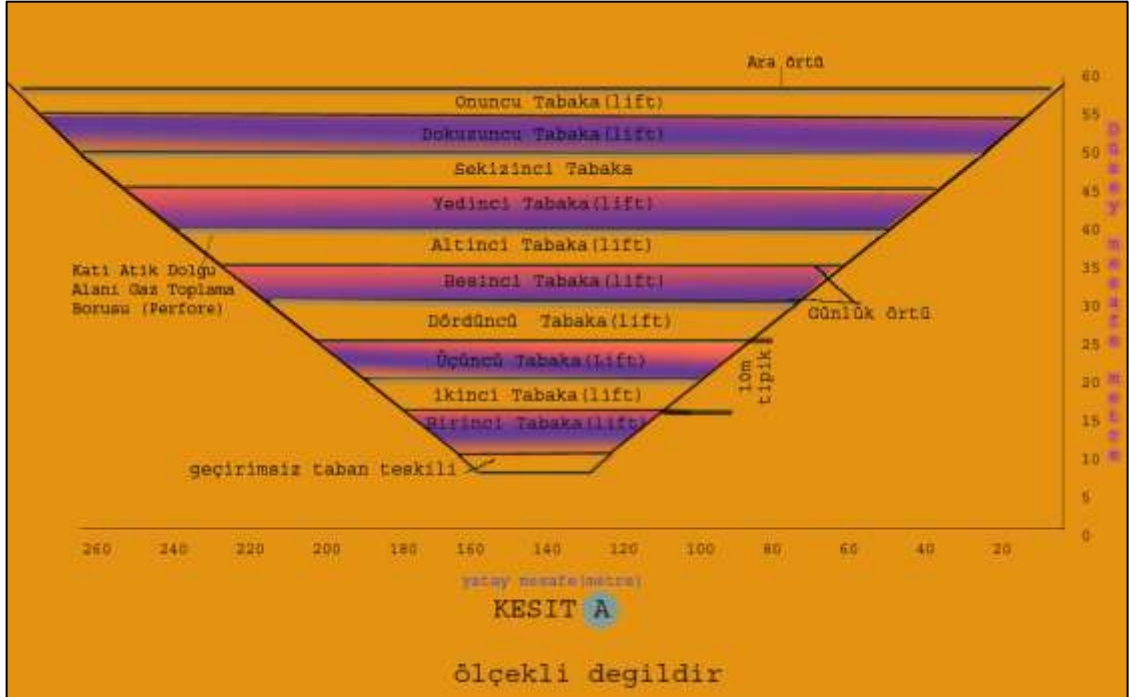
Atıklar sıkıştırılırken aşağıdaki amaçlara uygun hareket edilmelidir:

- Atık yoğunluğu mümkün olduğunca artırılarak mevcut boş alanların optimum şekilde kullanılması.
 - Günlük örtü ihtiyacının en aza indirilmesi.
 - Haşere, sinek ve böceklerin istilası nedeniyle oluşabilecek problemlerin azaltılması
 - Anaerobik faaliyetlerinin hızlanması ve atık stabilizesinin sağlanması
- Atıkların serilmesi ve sıkıştırılması hücrenin planlanan üst kotuna ulaşmaya kadar sürdürülür.

Şekil 22: Birinci Kademe Doldurduktan Sonraki Tipik Katı Atık Dolgu Alanı Kesiti



Şekil 23: Katı Atık Dolgu Alanı Kesiti



8.2. Atıkların Örtülmesi

Uçuşabilecek maddelerin rüzgârla sürüklenmesinden, kemirgenlerden, taşıyıcı hayvanlardan, haşerelerden ve kokudan kaynaklanan sorunları önlemek için bütün açık atık yüzeyleri her günün sonunda 30 cm kalınlığında bir toprak tabakasıyla örtülmelidir. Atıklar planlanan hücre yüksekliğine ulaştığında bir ara örtü oluşturmak için ek bir toprak örtüsü serilmelidir. Ara örtü 50 cm kalınlığında olacak ve bir ay ile altı ay üzerine atık boşaltılamayacak alanlara serilecektir. Günlük hücrelerin büyüklüğü belirlenirken, atığın kapladığı yüzey alanının minimum düzeyde olması günlük örtünün daha az yapılmasına dolayısıyla ekonomik fayda sağlamasına katkıda bulunacaktır.

Sızmaları ve erozyonu önlemek için ara örtünün tesviyesi yapılmalıdır. Üzerindeki örtü çatlak, yıpranmış olan veya düzgün eğimde olmayan bütün atık depolama alanlarına periyodik olarak ilave örtü uygulanacaktır.

Günlük örtü uygulanması depolaması depolama işleminin sadece gündüz yapıldığı ve gece çalışmasının olmadığı sahalarda çok pratik olarak uygulanabilir. Ancak 3'lü vardiya 24 saat çalışma esasına dayalı depolama alanlarında uygulaması oldukça güçtür.

Günlük örtü sayesinde; rüzgarda uçuşabilecek atıkların çevreye yayılmasının önlenmesi, kokunun kontrol altına alınarak azaltılması, taşıyıcı hayvanların mikrop taşımasının engellenmesi, kontrol dışı yapılabilecek ayıklamanın önlenmesi, sivrisineklerin üremesinin azaltılması, kontrolsüz depo gazı sızmalarının önlenmesi, atık tabakalarının hava ile teması kesilmesi sebebiyle içten yanmaların önlenmesi, atık tabakalarının hava ile teması kesilmesi ile anaerobik faaliyetlerin hızlanmasına ve atıkların kısa sürede stabilize olmasına katkı sağlanır.

Resim 26: Günlük Örtü Serilmesi



8.3. Son Örtü

Atık depolama işlemi tamamen bittikten sonra depolama alanında üst örtü teşkil edilmeden önce, alan normal kazı toprağı örtüsü ile tesviye edilir. Kapatma işlemine başlamadan önce; atıkların veya yapının kayma ve çökme riskine karşı depolanan atık kütlelerinin yeterince oturduğu tespit edilir.

Depo üst örtüsü teşkili; düzenli depolama tesisi sınıflarına ve tesisin kurulduğu bölgenin yağış özelliklerine göre belirlenir. Bu tabaka kapatma sonrası süreçte yağmur suyunun depo

gövdesine girerek sızıntı suyu oluşum miktarının azalmasını ve depolama alanında oluşacak depo gazı miktarının artmasını sağlayacaktır.

Resim 27: Nihai Olarak Kapatılmış Düzenli Depolama Sahası ve Yeşillendirilmiş Alan



9. DEPOLAMA SAHALARINDA YAĞMUR SUYU YÖNETİMİ VE SIZINTI SULARININ MİKTARININ HESAPLANMASI

Düzenli depolama tesislerinin tasarımı ve işletilmesi birbirine bağlı çok sayıda parametrelerin oluşumuyla yakından ilgilidir. Düzenli depolama sahalarının tasarımının iyi dizayn edilmesi işletilmesinde oluşabilecek olumsuzlukların önlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Depolama sahalarının doğru tasarlanması önemli olduğu gibi doğru işletilmesi de oldukça önemlidir.

Düzenli depolama sahalarında sızıntı suyu ve depo gazı kontrolü sahalarının iyi işletilmesine bağlıdır. Depolama sahalarının tasarımı ve işletilmesinde geçirimsizlik tabakası oluşturulması, ulaşım yolları, saha içi yollar, atıkların doldurulmasında kullanılan yöntemler ve günlük örtü çalışmaları oluşabilecek olumsuzlukları önlemede büyük rol oynamaktadır. Hücrelerin uygun bir şekilde oluşturulması, atıkların tekniğine uygun doldurulması ve günlük olarak örtülmesi haşereler, kemirgenler, yangınlar, kötü kokular ve benzeri olumsuzlukları büyük ölçüde azaltacaktır.

Sızıntı suyu yönetimi; depolanan atığın niteliği, iklim şartları, hidrojeolojik özellikler, depolama yönetimi ve zamana bağlı olarak değişkenlik göstermekte ve bu çerçevede düzenli depolama işleminde çok büyük bir önem taşımaktadır. Literatürde bu konu ile ilgili çok geniş bir yelpazeye yayılan çalışmalar mevcuttur. Ancak içerdikleri değişik kirleticiler nedeniyle her bir düzenli depolamada oluşabilecek sızıntı suları kendi başlarına örnek olay olarak değerlendirilmeli ve herhangi bir kontrol veya yönetim tekniği geliştirmeden önce mevcut özellikleri ile ilgili ayrıntılı çalışma yapılmalıdır.

Sızıntı suyu miktarına etki eden etmenlerden biri olan yağmur suları, artırılması en zor sulardan biri olan sızıntı suyu debisini arttırmakta en büyük işletme probleminden birini oluşturmaktadır. İyi bir yağmur suyu yönetimi; sızıntı suyu miktarının azalmasını, kontamine yağmur suyu oluşumunu ve atıkların üzerinin örtüldüğü ara örtü toprak tabakasının daha uzun ömürlü olmasını(saha erozyonu, atıkların üzerinin açılması vb.) sağlanmaktadır.

9.1. Depolama Sahalarında Yağmur Suyu Yönetimi

Bir düzenli depolama tesisi tasarımı; geçirimsiz taban kaplaması, sızıntı suyu toplama/kontrol sistemi, yağmur suyu kontrolü ve nihai üst örtü tabakası gibi sızıntı suyu kontrol yapılarını ihtiva etmelidir.

Kötü işletme koşulları ve etkin bir atık ayrımı yapılamıyor olması sebebiyle, ülkemiz depolama alanlarında oluşan sızıntı suyu miktarlarının Türkiye ortalamasının üzerinde yağış yüksekliğine sahip ülkelerde görülen sızıntı suyu miktarlarından daha fazladır. Sızıntı suyu oluşumunu en aza indirmek için;

- Hücre alanlarını küçültmek,
- Atık hücresi üzerini geçici örtü ile örtmek,
- Depo alanı dışından gelebilecek yağmur sularının depolama sahasına girişini önlemek ve yağmur suyu kontrolü yapmak,
- Depo nihai örtüsü üzerinde yeterli yüzeysel su (yağmursuyu) drenajı yapmak gibi teknik tedbirlerin alınması gerekmektedir.

İlave olarak, depolama sahası dışından gelebilecek yağmursularının, bilhassa işletmede olan (aktif) hücrelerden uzak tutulması ve su muhtevası yüksek atık bileşenlerinin düzenli depolama dışında bir atık bertaraf yöntemi ile değerlendirilmesi gerekir.

Düzenli depolama tesisleri için; yüzey suyu kontrolü ve sızıntı suyu yönetimi için;

- Depolama sahasına yağıştan kaynaklanan yüzeysel suların girmesini engellemek,
- Sızıntı suyu toplama sistemine yağış suyu girmesini asgari düzeye indirmek,
- Yüzeysel suların ve/veya yeraltı sularının depolanmış atığa temasını engellemek,
- Kirilenmiş suları ve sızıntı suyunu toplamak,
- Depolama sahasında toplanmış kirilenmiş suları ve sızıntı suyunu deşarj standartlarına uygun hâle getirmek için arıtmak amacıyla önlemler almak, gerekir.

Ayrıca; sızıntı suyunun yönetimi için;

• Sızıntı suyu, drenaj sistemi ile toplanarak dengeleme havuzlarında biriktirilir, Bakanlıkça belirlenecek süre zarfında depolama sahasına geri devir ettirilir.

• Düzenli depolama sahasının işletilmesi sırasında ölçüm, gözlem veya modelleme yoluyla belirlenen miktarı dikkate alınarak gerekliliği ortaya çıktığında sızıntı suyu, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği doğrultusunda deşarj standartlarına uygun hâle getirmek için artırılır.

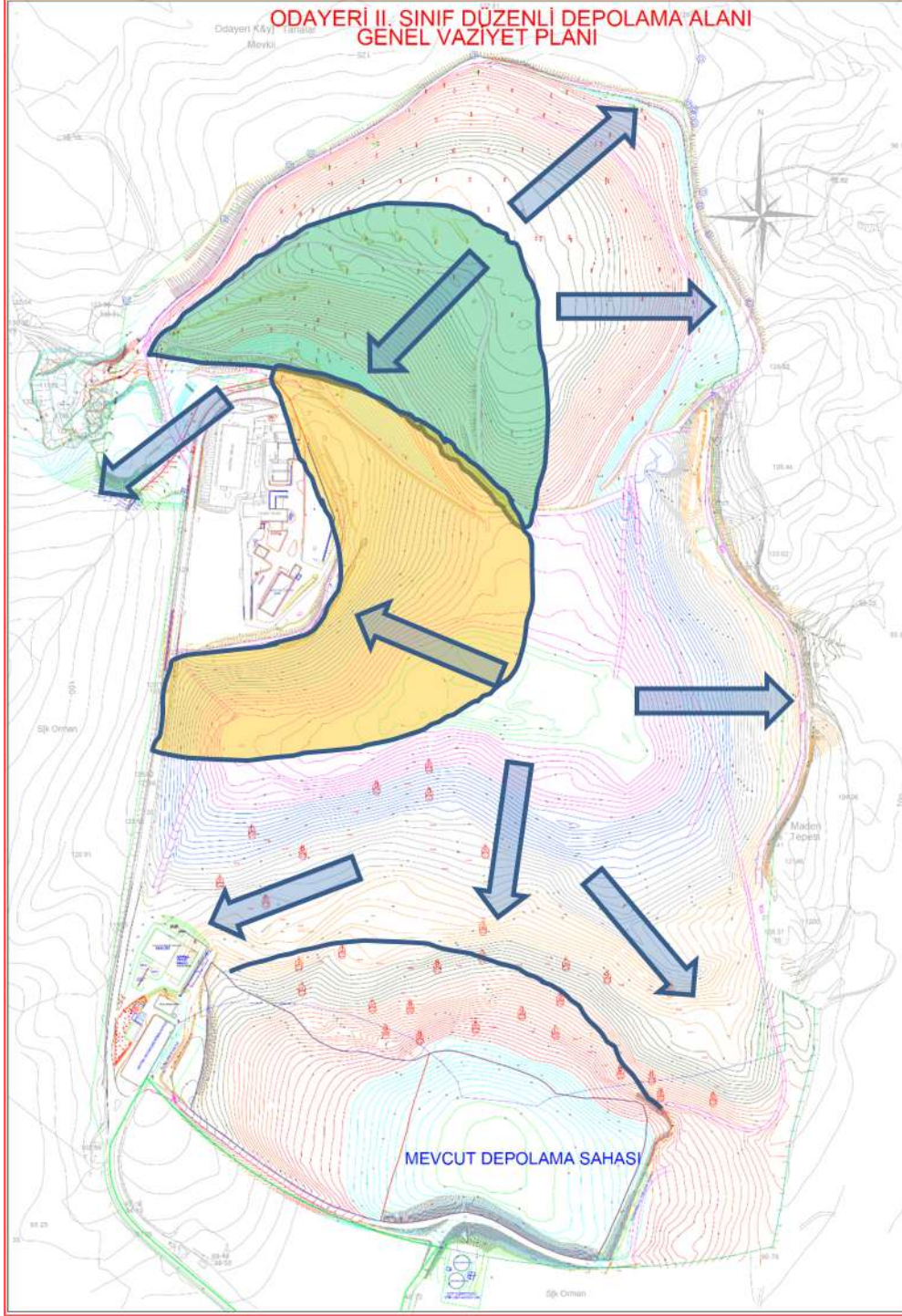
Bununla birlikte; sahada sel, taşkın gibi yağış sularından ve yüzeysel sulardan kaynaklı olumsuzlukları engelleyecek önlemlerin alınması gerekmektedir.

Düzenli depolama sahaları bir vadinin doldurulması veya tepelerin oluşumu şeklinde yeni yeryüzü şekilleri ile sonuçlanan mühendislik yapılarıdır. Bu yeni oluşum bir yüzeysel su havzasında gerçekleşir ve büyük alanları kapsar. Düzenli depolama sahalarının yapım, işletme ve kapatma sonrası aşamalarının tümünde yağmur ve yüzeysel akış dikkate alınarak tasarlanması gerekmektedir.

Düzenli depolama sahalarında genelde önemli miktarda toprak örtü ve kazı işi (yeni lot yapımı, örtü toprağı alma gibi kazı vb. işlemler) yapılır. Depolama sahası tabanına sıkıştırılmış kil yerleştirilir. Ayrıca atıkların üzerine günlük toprak örtü serilir. Depolama sahası kullanımı sona erdiğinde ise sahanın üzeri genellikle toprak malzeme içeren son örtü ile kapatılır. Bu tip malzemelerin, yağmur sonucunda oluşan yüzeysel akışla sedimentleri oluşturma potansiyeli vardır. Bu sedimentler doğru kontrol edilmezse alıcı ortamlarda olumsuz etkilere neden olabilirler.

Yağmur suyunun başarısız kontrolü, sadece tesisin mansap kısmındaki alıcı ortamları (atık, sediment, kimyasal kirleticiler vb.) değil, depolama sahası işletilmesi uygulamalarını ve maliyeti de etkileyeceği gibi sızıntı suyu miktarının da artmasına neden olacaktır. Dolayısıyla iyi bir yüzeysel su drenajı sağlanması tüm düzenli depolama alanı tasarımlarının önemli bir parçasıdır.

Şekil 24: Düzenli Depolama Sahası Yağmur Suyu Yönetimi



9.1.1. Yüzeysel Drenaj Sistemlerini Fonksiyonları

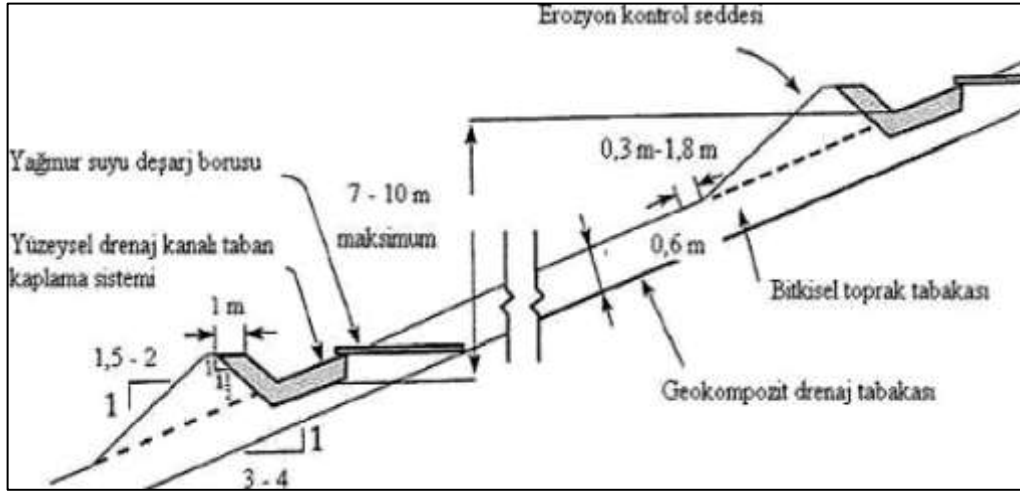
Sızıntı suyu oluşumunu en aza indirmek ve iyi bir yağmur suyu yönetimi için; hücre alanlarını küçültmek, atık hücresi üzerini geçici örtü ile örtmek, depo alanı dışından gelebilecek yağmur sularının depolama sahasına girişini kafa (çevre) hendekleri ile önlemek ve depo nihai örtüsü üzerinde yeterli yüzeysel su (yağmursuyu) drenajı yapmak gibi teknik tedbirlerin alınması gerekir. Depolama sahası dışından gelebilecek yağmursularının, bilhassa

işletmede olan (aktif) hücrelerden uzak tutulması gerekir. Bu maksatla, planlanan kafa hendekleri ve diğer tahliye/drenaj yapılarının 25-100 yıl tekerrürlü ve 24 saat süreli yağışları geçirecek kapasitede olması öngörülmektedir.

Depo üst örtü ve kenar şevlerinde oluşacak yağmur suyu akımları da, yağmursuyu drenaj hendekleri ve üst kaplama altı drenaj tabakası tahliye boruları vasıtasıyla kontrol edilmeli ve erozyon önlemleri alınmalıdır.

Bununla birlikte düzenli depolama alanlarında bulunan sızıntı suyu menholleri, dolum yerleri, terfi pompaları, sızıntı suyu toplama havuzları ve diğer teknik yapılar yağmur suyu taşkınlarına(su baskınları) karşı önlemleri alınmalı ve yağmur suyu güzergâhları buna göre belirlenmelidir.

Şekil 25: Saha Üzeri Yağmur Suyu Kanal Sistemi



Düzenli Depolama Alanlarında yağmur suyu drenaj sisteminin aşağıda belirtilen önemli fonksiyonları vardır:

- Çevreden ve depolama sahasından gelen (kirlenmemiş) yüzeysel akışı mansaptaki deşarj noktasına uygun şekilde aktarmak.
- Atık depolaması yapılmayan, ancak taban drenaj sistemi kurulan hücrelerden gelecek sızıntı suyu ile kontamine olmamış yağmursularının aktif kısmın sızıntı suyu ile karışımını önlenme.
- Zayıf yüzeysel drenaj sistemi nedeniyle düzenli depolama çalışmalarının kesintiye uğramasını engellemek.
- Yüzey suyunun atık kütesine (mümkün olduğunca) girmesini önleyerek sızıntı suyu oluşumunu en aza indirmek.
- Yüzey suyunun atıkla veya sızıntı suları ile kirlenmesini önlemek.
- İşletmedeki veya tamamlanan atık hücrelerindeki toprak kaybını ve erozyonu en aza indirmek.
- Sediment taşınımını ve yüzey suyu kirlenmesini kontrol etmek.
- Tesis kullanımı ve yangın söndürme amaçlı su kaynağı oluşturmak.
- Ayrıca bu sedde sahadan yüzeysel akışa geçen suyun kontrolünü ve uygun biçimde saha dışına yönlendirilmesini de sağlamaktadır.

Resim 28: Çevreden Saha İçine Gelebilecek Yağmur Sularının Girişini Önlemek İçin Yapılan Sedde



9.1.2. Önemli Tasarım Bileşenleri

Düzenli depolama alanlarında drenaj sisteminin bir takım önemli unsurları vardır:

- Yağmur suyu bekletme/çökeltme/depolama havuzları
- Birincil drenaj sistemleri
- İkincil drenaj sistemleri
- Üçüncül (geçici) drenaj sistemleri
- Aktif alanın drenajı
- Nihai örtü drenajı

Yağmur Suyu Bekletme/Çökeltme/Depolama Havuzları

Genel olarak tasarım prensibi, çevredeki havza alanlarından gelen kirlenmemiş yüzey suyunun doğrudan (arıtmadan) bypass edilmesi ve uzaklaştırılmasıdır. Vadide yapılan depolamalarda, tesis etrafındaki temiz yüzey suyu yönlendirmek için sağlam malzemelerden yapılan yüksek seviyeli kuşaklama kanalları (çimli kanallar, beton veya riprap kanallar) kullanılabilir. Ancak çoğu durumda sahada kullanılan alanlar ile buna katkıda bulunan havzadan gelen yüzey suyunun ayrılması kolaylıkla mümkün olmadığından, depolama sahasının işletilmesi süresince kirlenmemiş yüzeysel suyun yönlendirilmesi çok kolay olmayabilir. Bunun için saha seçimi yapılırken havza analizi yapılmalıdır.

Sahadan gelen çevre suları (temiz) direkt olarak deşarj edilmeden önce içindeki partikül veya yabancı maddelerin tutulması (sedimantasyon kontrolü) için dinlendirme havuzlarına alınması gerekmektedir. Yağmur suları eğer bir kanal veya kapalı boru ile deşarj noktasına iletiliyorsa; sahadan gelen mil, su içinde çözünen toprak veya saha içindeki diğer partiküllerin (sedimantasyon) tutulması ve tıkanmaların önüne geçmek için deşarj edilmeden önce bu sularının bekletme havuzları veya lagünlerde dinlendirilmesi gerekmektedir. Bu şekilde hem yağmursuyu hatlarının tıkanması önlenecek, hem de deşarj noktasına sahadan gelebilecek millerin çökelti oluşturma (sedimantasyon) potansiyeli ortadan kalkacaktır. Dinlendirme havuzları tabanında biriken mil ve çamurlar daha sonra vidanjörlerle temizlenmelidir. (yağmur sezonu öncesi bakım)

Resim 29: Yağmur Suyu Toplama Kanalları (V Kanalı)



Ayrıca deşarj noktasına sahadan gelebilecek poşet, sürpüntü atığı gibi malzemelerin gitmesini önlemek ve kanal temizliğini yapmak için kontrol bacaları, savak ve kanal öncesi ızgara sistemi yapılmaz. Yapılacak dengeleme havuzu büyüklüğü yağmursuyu debisine ve yağış tekrür eğrilerine göre projelendirilmelidir.

Birincil Drenaj Sistemleri

Birincil drenaj sistemleri doğal akış yolları ve kanallar ile depolama sahası dışındaki kalıcı drenajı sağlamak amacıyla tasarlanan drenajlardan oluşur.

Resim 30: Birincil Drenaj Sistemi



Birincil (kalıcı) drenajların tasarım esasları bir yerden diğerine bölgesel olarak oldukça değişir. Genellikle yerel tasarım yönetmelikleri, tesis lisans şartları, mevsimsel koşullar ve yerel malzemeler ve inşa yöntemleri gibi faktörlere bağlıdır. Tipik tasarımlar şunları içerebilir:

- Püskürtme ve beton kanallar
- Kaya (taş) trapezoid kanallar
- Geniş, az eğimli çim kanallar

- Boru kanallar (menfez) ve drenajlar.

Akış kapasitesini optimize etmek ve tıkanma riskini azaltmak için birincil drenajlarda açık kanal yapıları kullanılır. Düzenli depolama alanlarındaki birincil drenaj sistemlerinin 100 yıl tekerrürlü yağışları geçirecek kapasitede olması öngörülmektedir.

Sistem kapasitesinin üzerindeki akışlarda taşkın beklenebilir. Ancak 100 yıl tekerrürlü yağışların seçilmesi, bir atık depolama tesisinin ortalama ömrü süresince (20-50 yıl) önemli sel ve taşkın riskinin nispeten az olmasını sağlar.

İkincil Drenaj Sistemleri

İkincil drenaj sistemleri ilave kanallar, yapılar, borulu drenajlar, yol drenajları ve pompa sistemlerinden oluşur. Bu sistemler, atık katmanları ve hücreleri gibi depolama tesisinin gelişimine bağlı olarak yapılırlar ve hizmet süreleri 5-20 yıl arasında değişir. Ani ve şağanak yağışlarda alanda oluşabilecek sel baskınlarını önlemek için yağmur suyu drenaj sistemlerinde cazibeli akış sistemi kullanılmalı ve pompalı terfi sistemi mümkün mertebe seçilmemelidir.

Resim 31: Yağmur Suyu Toplama Kanalları



Bununla birlikte, ikincil drenajlar son örtüde kalıcı olarak yapılan drenajları da içerir. Bu sistemler genellikle inşa maliyeti ve taşkın riskini dengeleyecek şekilde dizayn edilirler. Seçilen tasarım kriterinden daha şiddetli yağışlarda, bu tip drenaj sistemlerinin taşkına maruz kalması ve onarıma ihtiyaç duyması beklenebilir. Ayrıca taşkından dolayı depolama sahası

aktif alanının da etkilenme durumu (örneğin ikincil drenaj sistemden taşan kısmın aktif hücreye yönelmesi nedeniyle) olabilir.

Son örtü olarak jeomembranların kullanıldığı veya jeomembranla kaplı atık hücresi yan yüzeylerinin bir süre açık kaldığı atık depolama tesislerinde yüksek miktarda yüzeysel akış potansiyeli vardır. Bu yüzeysel akış oldukça hızlıdır ve kontrol edilmezse, depolama tesisinin işletmesini ve sızıntı suyu miktarlarını önemli ölçüde etkiler. Bu tip durumlarda yüzeysel yağmur suyu drenaj (genelde jeomembran malzemenin de yapılabilen) sistemleri kullanılabilir.

İkincil drenajların tasarım şartları düzenli depolama alanı işletme planında belirtilebilir. Ancak genellikle mevsim, zamanlama, maliyet ve risk düşünülerek tesis bazında belirlenir. İkincil drenajlar genellikle geçici bir havza alanı için 5-10 yıl tekerrürlü yağışları geçirecek kapasitede olacak şekilde boyutlandırılır.

Üçüncül (Geçici) Drenaj Sistemleri

Bu tip sistemler aktif alanlar ile kazı ve hafriyatın devam ettiği kısımlarda uygulanır. Tasarım, genellikle tesise özgü olup, yerel yağmur suyu kontrol talimatlarına ve drenaj yönetimi ile ilgili tesiste kazanılan deneyimlere göre yapılabilir.

Resim 32: Üçüncül(Geçici) Drenaj Sistemleri



Aktif Alanın Drenajı

Atığın depolandığı aktif alanlardaki drenajlar dikkatli şekilde yönetilmelidir. En önemli kural, atıkla temas eden yağmur veya yüzey suyunun sızıntı suyu olarak dikkate alınması gerektiğidir. Ayrıca sızıntı suyu miktarını en aza indirmek, tasarım ve işletme açısından önemli bir husustur. Ara örtü yapılana kadar, aktif alanlardan ikincil drenaj sistemine yüzey akışları önlenmelidir.

Aktif alan drenajı özellikleri şunları içermelidir:

- Atık hücresinde en düşük kotlu noktaya doğru eğimli olacak şekilde drenaj sisteminin kurulması.
- Çalışma alanını taşkından korumak için uygun eğim vermek
- Aktif alanı ve dolayısıyla atık kütesine yağmur suyu girişini en aza indirmek
- Maksimum “temiz” yüzey suyu akışı sağlamak için, düzenli olarak ve mümkün olduğunda ara örtü tabakası uygulamak (yüzeysel su içindeki sedimentin bir süre artılması gerekebilir).
- Mümkün olduğunda küçük döküm alanlarında çalışmak.

Resim 33: Aktif Alan Drenajı



Depolama Tesisi Nihai Örtü Drenajı

Nihai örtü drenajı, depolama alanlarında tamamlanan ve nihai kota gelen hücreler için kademeli olarak uygulanır. Zamanlama, oturma (çökme), nihai örtü inşa yöntemi ve nihai kotlar bu drenaj sisteminin tasarımında dikkate alınır.

Resim 34: Nihai Örtü Drenajı



Nihai örtü drenajları sahadaki ikincil drenaj sistemlerindedir ve genel olarak:

- Dayanıklı
- Minimum bakım gerektiren
- Atıkların oturması (çökme) süreci dikkate alınarak boyutlandırılmalıdır.

Atık yığınının oturma oranı, kalıcı nihai örtü drenajı inşasında önemlidir. Bu nedenle genellikle kademeli bir uygulama yapılır. Öncelikle geçici bir drenaj sistemi inşa edilir ve oturmaya göre tekrar düzeltilir. Oturmanın büyük kısmı tamamlandığında üzeri nihai örtüyle kapatılarak kalıcı drenaj ve bitki örtüsü teşkil edilir.

Çok yağış alan yerlerde özel nihai drenaj sistemleri kullanılabilir. Örnek olarak taş kanallar, HDPE borular veya jeomembran kanallar bu amaçla inşa edilebilir. Bu sistemlerin dikkatli olarak detaylandırılması ve sahaya özgü olarak tasarlanması gerekmektedir. Bunun için aşağıdaki sonuçlar dikkate alınarak planlama yapılmamalıdır.

Bir düzenli depolama alanındaki yağmur suyu drenaj sisteminin tasarımı, işletmedeki çalışmaların optimize edilmesi, taşkın riskinin yönetimi, sediment, sızıntı suyu ve sahadaki yüzeysel suyun atıkla temasıyla kirlenmesi gibi olumsuz etkilerin önlenmesi açısından önemlidir. Drenaj sistemlerinin dizaynında, işletmesi devam eden bölgedeki geçici kotlar ve tamamlanan kısımdaki nihai kotlar dikkate alınmalıdır.

Ana (birincil) drenaj sistemi, uzun dönemde tesisin bütünlüğünün korunması için çevredeki havzadan gelen yüzeysel akışların güvenli şekilde drene edilmesini sağlamalıdır.

İkincil ve üçüncül drenaj sistemleri ise daha küçük akışlar ve geçiş koşulları için tasarlanmalıdır. Bu sistemler, aşırı inşaa maliyetini azaltmak için nispeten daha düşük yağış frekansına (daha az tekerrürlü) göre boyutlandırılmakta olup, daha yüksek taşkın riski taşır.

Depolama sahası tamamlandığında kullanılan ve kalıcı olan nihai örtü drenajı ise daha emniyetli olarak tasarlanmalıdır.

Drenajla ilgili diğer önemli hususlar, aktif alanlara yüzey su girişi ve silt oluşumu ile yüzeysel suyla birlikte sediment taşınımı ve kirlenmenin önlenmesidir.

Ayrıca ara örtü yapılan alanlardaki yağmur suyu drenaj hatları erozyona karşı zaman zaman kontrol ve bakımı yapılmalıdır. Bununla birlikte yüzey sularını toplayıp saha dışına çıkaran drenaj sistemleri erozyonu önlemek için eğimli arazide kademeli yapılmalıdır. Sahada iyi bir yağmur suyu kontrolü için nihai örtüsü yapılmış ve atık alınmayacak bölgeler mutlaka yeşillendirilmelidir.

Etkili bir atık örtüsü ve iyi işletim uygulamaları ile birleştiğinde, başarılı bir şekilde tasarlanan yüzey suyu kontrolü bütün modern atık depolama tesislerinin en ön önemli çevresel kontrol özelliklerinden biridir. Yağmur suyu sisteminde yapılan hatalar, özellikle yüksek yağış alan bölgelerde, şiddetli yağışlarda kendini hemen gösterir. Bu durum, depolama tesisinin işletmesini engelleme, sızıntı suyunda ciddi artış, maliyet artışı ve çevresel etkilere sebep olma gibi problemlere yol açabilir. Dolayısıyla bir atık depolama tesisinde, yağmur suyu yönetim sisteminin dikkatli tasarımı çok önemli bir konudur.

9.2. Sızıntı Suyu Kontrolü

Sızıntı suyunun iki önemli kaynağı; depolanan atıktaki su muhtevası ve dışarıdan depo gövdesi içine giren su miktarıdır. Saha içerisinde organik maddelerin ayrışması neticesinde oluşan su miktarı yukarıdaki iki kaynağa göre daha önemsizdir. Dışarıdan depolama sahasına giren su, yağmur sularının depo üzerinden sızması, yüzeysel suların ve yeraltı sularının(gerekli önlemlerin alınmaması nedeniyle) depoya girmesiyle oluşur.

Sızıntı suyu arıtımı evsel atık sulara göre oldukça zor ve karmaşık bir proses gerektirir. Sızıntı suyu hacimsel olarak az ancak organik kirlilik yükü açısından çok yüksek bir atık su türüdür. Bu yüzden, miktarca az olmasına rağmen çevresel etkilerinin oldukça önemli ve riskli olması dolayısıyla, sızıntı suyu oluşumunun kontrol altına alınarak asgari seviyelere çekilmesi ve uygun yöntemlerle arıtılması gerekmektedir.

Sızıntı suyu, depo sahası içinde veya yakınında inşa edilen bir sızıntı suyu arıtma tesisinde (yerinde) veya merkezi bir arıtma tesisine taşınarak kentsel atıksular ile birlikte arıtılabilir.

Kanalizasyona deşarj standartlarını sağlamak üzere gerekli ön arıtmayı müteakip sızıntı sularının kentsel atıksu kanalizasyon şebekesine verilmesi de söz konusu olabilir. Bu durumda sızıntı sularının kentsel atıksu arıtma tesisine getireceği ilave kirlilik yükleri dikkate alınmalıdır. Sızıntı suyunun kanalizasyon şebekesine ulaştırılması, basınçlı boru hattı veya tankerlerle taşımak suretiyle gerçekleştirilebilir.

Yapılan çalışmalar, sızıntı sularının kanalizasyon şebekesinin belirli bir noktasından veya arıtma tesisine doğrudan hacimsel olarak %2'yi aşmayacak şekilde verilmesi durumunda merkezi evsel atıksu arıtma tesislerini olumsuz olarak etkilemeyeceğini göstermektedir.

Bu sebeple, özellikle küçük ve orta büyüklükteki yerleşim yerlerinde katı atık depolama sahalarında oluşan sızıntı sularının, söz konusu orana kadar kanalizasyon şebekesine verilmesi düşünülebilir.

Kötü işletme koşulları ve etkin bir atık ayrımı yapılamıyor olması sebebiyle, ülkemiz depolama alanlarında oluşan sızıntı suyu miktarlarının Türkiye ortalamasının üzerinde yağış yüksekliğine sahip ülkelerde görülen sızıntı suyu miktarlarından daha fazladır. Bu sebeple,

etkin bir sızıntı suyu oluşumu azaltımına ihtiyaç duyulmaktadır. Katı atık sızıntı suyu miktarlarının azaltılması kapsamında;

- Düzenli depolama sahasının daha küçük hücelere bölünmesi,
- Yönetmeliğin öngördüğü bir nihai üst örtü kaplamasının uygulanması,
- Su muhtevası yüksek atık gruplarının düzenli depolama alanları dışında bertaraf
- Henüz atık depolanmayan hücrelerden gelen yağmur sularının aktif atık hücrelerine ulaşmasının engellenmesi; başlıca yönetim stratejileri olarak öne çıkmaktadır.

Resim 35: Sızıntı Suyu Toplama Havuzu



Bir depolama tesisinde sızıntı suyu, yağış, çevredeki alanlardan gelen yüzeysel su akışı, depolanan atık içinde su muhtevası ve atık bileşimindeki organik maddelerin ayrışmasından oluşur. Sızıntı suyu depolanan atıkla temas eder. Bu esnada atık bünyesindeki organik ve inorganik bileşikler sızıntı suyu içinde çözünür veya sızıntı suyu bünyesine geçer. Sızıntı suyu, içerisindeki bu bileşiklerden dolayı yeraltı ve yüzey suyunu kirletme potansiyeline sahiptir. Bir kirlilik kaynağı oluşturmanın yanında sızıntı suyunun (özellikle yeni depolama sahalarında) oldukça kötü bir kokusu vardır.

Resim 36: Yüzeye Çıkan Sızıntı Sularının Ana Drenaj Sistemine Bağlanması İçin Açılan Kanallar



Atıkların içinde bulunan poşet vb. malzemeden kaynaklı olarak sızıntı suları belli bir atık yüksekliğinden sonra ana drenaj tabakasına ulaşamaz. Hidrolik olarak bulunduğu en kısa yoldan saha dışına çıkar. Bu da sahalarda istenmeyen ve kontrol edilmediği takdirde ara örtüyü bozan, çevre yağmur sularını kirleten su çıkışlarıdır. Bu gibi durumlarda sızıntı suları kanallara alınmalı(çakıllı drenaj), uygun eğimlerle toplanarak taban ana drenajına bağlanmalıdır.

Sızıntı suyunun özel olarak yönetilmesi gerekmektedir. Bunun için;

- Depolama tesisinin tasarımını en iyi şekilde yapmalı,
- Depolama hücresine giren yağmur suyu ve sıvı miktarının en aza indirilmesini/kontrolünü sağlamalı,
- Sızıntı suyu toplama sisteminin iyi tasarlanması ve işletilmesi,
- Sızıntı suyu arıtma sisteminin inşası, işletilmesi ve/veya sızıntı suyunun depolama tesisi dışındaki bir arıtma tesisine taşınması verilebilir.

Sızıntı suyu miktarı, yağışların da etkisiyle, bölgelere bağlı olarak değişkenlik arz etmekte ve mevsimsel olarak artış göstermektedir. Sızıntı suyu miktarının azaltılabilmesi için; Depolama sahasına çevreden gelen yağış sularının engellenmesi gerekmektedir. Bunun için, iyi bir çevre drenajı sağlanarak, çevre sularının depolama alanına girmeden doğal akış biçiminde tahliye edilmesi yeterli olacaktır. Depolama yapılan alana giren su miktarının kontrolü ise, uygun şev stabilitesi ve tasarımı ile azaltılabilecektir.

Depolama yapılmış ancak atık kabulü yapılmayan alanların üzeri, geçirimsiz bir örtü tabakası ya da örtü malzemesi(naylon, membran örtü vb.) ile kaplanarak bu bölgelere girecek su miktarı da azaltılabilecektir. Saha günlük örtüsü, şev stabilitesi, atığın su muhtevası, atık bozunma süreci gibi birçok parametreye bağlı olarak sızıntı suyu miktarı değişkenlik göstermektedir. Sızıntı suyu miktarının azaltılması amacıyla geri devir uygulaması yapılmakta ve sızıntı suyu miktarı azaltılabilmektedir. Sızıntı suyunun depo sahasının içine ya da üzerine geri devrettirilerek arıtılması uzun süreden beri dünya genelinde uygulanan bir metottür. Toplanan sızıntı suyu katı atık depo alanı üzerine geri döndürülerek atık içinde bulunan organik maddelerin stabilizasyonu hızlandırılır.

Bununla birlikte ülkemizdeki atık karakteri(organik madde içeriği, içindeki poşet yoğunluğu vb.) ve içindeki nem miktarı nedeniyle suya doygun olan atıklar için geri devir yapmak pratikte pek mümkün görülmemektedir. Çok kısa geri devir yapılabilen, daha sonraki süreçte sızıntı suyu yanal yüzeylerden çıkmaktadır. Bu ise hem sızıntı suyunun kontrolü ve toplanmasını güçlendirmekte hem de atık depolama stabilizasyonunu etkilemektedir.

Bu uygulamaların en önemli amacı; depolama hücreleri içinde ve taban geçirimsizlik tabakası üzerinde minimum sızıntı suyu oluşumunu sağlamaktır. Taban geçirimsizlik tabakası üzerindeki sızıntı suyu yüksekliğinin az olması, yüzeysel ve yeraltı suyunu kirletme potansiyelini en aza indirir.

Resim 37: Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi



9.2.1. Sızıntı Suyu Kontrol Yöntemleri

Düzenli Depolama Tesisi Uygun Yer Seçimi

Yeni bir düzenli depolama alanı yer seçiminde, sahaya doğru infiltrasyona (yağış harici) neden olabilecek kaynakların olmamasına dikkat edilmelidir. Bir depolama tesisi genel olarak yüzeysel su kaynakları yakınında veya taşkın alanında kurulmamalıdır. Ayrıca sulak alanlar (mevcut veya eski) ve yeraltı suyu seviyesinin yüksek olduğu bölgelerden de kaçınılmalıdır. Bu alanların depolama sahasına infiltrasyonu arttırması ve tesiste daha yüksek miktarda sızıntı suyu oluşturma potansiyeli vardır.

Yer seçiminde önemli diğer bir faktör de sahadaki toprak yapısı ve türüdür. Genel olarak bir depolama tesisi sızıntı suyunun çevredeki yeraltı sularına karışmasını önlemek için kil benzeri düşük geçirgenliğe sahip topraklar üzerine kurulmalıdır. Eğer farklı alternatifler varsa mümkün olduğunca kumlu veya benzeri (çok geçirgen) topraklardan kaçınılmalıdır.

Sıvı Atık Kabulünün Kontrolü ve Sınırlandırılması

Sızıntı suyu oluşumunu azaltmak için öncelikli adım sıvı atıkların gelen atıklarla tesise girmesini önlemektir. Uygulamada, depolama tesisi personeli tesise gelen araçlarda sıvı atıkların olup olmadığını kontrol etmelidir. Variller içerisinde sıvı atıklar getiren araçların tesise girişine izin verilmemelidir. Atık tesisi alanına giren araçlardan rastgele seçilen belli bir kısmında atık kontrolü yapılmalıdır. Tesise girişte gözden kaçan araçların sıvı atıkları boşaltması, çalışma alanındaki görevliler tarafından engellenmelidir.

Depolama Tesisi İşletme Teknikleri

Depolama sahası çalışma yüzeyinde kullanılan farklı teknikler depo gövdesine giren su miktarını (yağıştan gelen) azaltma konusunda yardımcı olabilir. Tamamlanan hücrelerinin kapatılarak üstünün örtülmesi sızmayı azaltarak, kirlenmemiş yüzeysel akışın aktif alandan dışarı akışını arttırır. Atığın iyi sıkıştırılması ve günlük örtü kullanımı atığın oturmasını önler ve aktif alandaki çökme olasılığını azaltır.

Depolama Sahalarının yüzey eğimleri ile yağmur sularının depo gövdesine girmesi azaltılabilir. Üzeri toprakla örtülmüş alanlardaki yağmur suları kanallar yardımı ile toplanarak deşarj edilebilmektedir. Kafa hendekleri ile toplanan sulara sızıntı suyu karışmaması ve çöple temas etmemesi için kafa hendekleri sürekli olarak kontrol edilmelidir.

Çöken yerler su ile dolabilir (göllenenek) ve yağış sularının depo gövdesine girmesine yol açabilir. Çalışma alanı yakınında geçici seddeler yapılarak, temiz yüzeysel akışın depo sahasının aktif kısmına girmesi engellenebilir. Özellikle ara ve nihai örtüde, depo gövdesinde çökmeler ve bu çökmelerde göllenmeler oluştuğunda, su uygun şekilde drene edilmeli ve çöken kısım doldurulmalıdır.

Yüzeysel Akışın Kontrolü

Bir depolama tesisinde yağış suları dikkatli şekilde yönetilmelidir. Drenaj sistemleri şiddetli yağmurlarla gelen akışı kontrol edebilmelidir. Yüzeysel akışı arttırmak, sahada göllenmeyi ve yüzeyden depo gövdesine su girişini azaltmak için gerekli tasarımlar yapılabilir.

Depo gövdesinden yüzeysel suyun drenajı için depolama sahasının yüzeyine (genellikle ara veya nihai örtü ile) uygun eğim verilmelidir. Ayrıca yönlendirme kanalları, hendek drenajları ve toprak seddeler suyun atık tesisi aktif alanından uzaklaştırılması için inşa edilebilir. Aynı şekilde çevredeki yüksek yerlerden depolama tesisine gelebilecek yağışları yönlendirmek için de benzer yönlendirme kanalları, hendek drenajları ve toprak seddeler kullanılabilir. Depo gövdesine giren yağış miktarını azaltmak için uygun olabilecek diğer bir yöntem ise (özellikle çok yağış alan tesislerde) plastik branda veya HDPE jeomembran örtü kullanımınıdır.

Sızıntı suyu bertaraf seçenekleri şu şekildedir:

- Bir alıcı ortama doğrudan deşarj (Sızıntı suyunun kirliliği oldukça düşükse ve mevzuatın müsaade etmesi durumunda),
- Merkezi evsel atıksu arıtma tesisine deşarj (Bazen depolama tesisinde sınırlı bir ön arıtmayla birlikte),
- Depolama tesisinde fiziksel, kimyasal, termal veya biyolojik arıtma,
- Araziye uygulama veya arazide arıtma,
- Depolama sahası üzerine geri devir (Pratikte geçerli değildir)
- Atmosfere pasif buharlaşma (genellikle toplama havuzu ve depolama lagünlerinde havalandırma ile),
- Elektrik veya depo gazı kullanan aktif buharlaşma üniteleri.

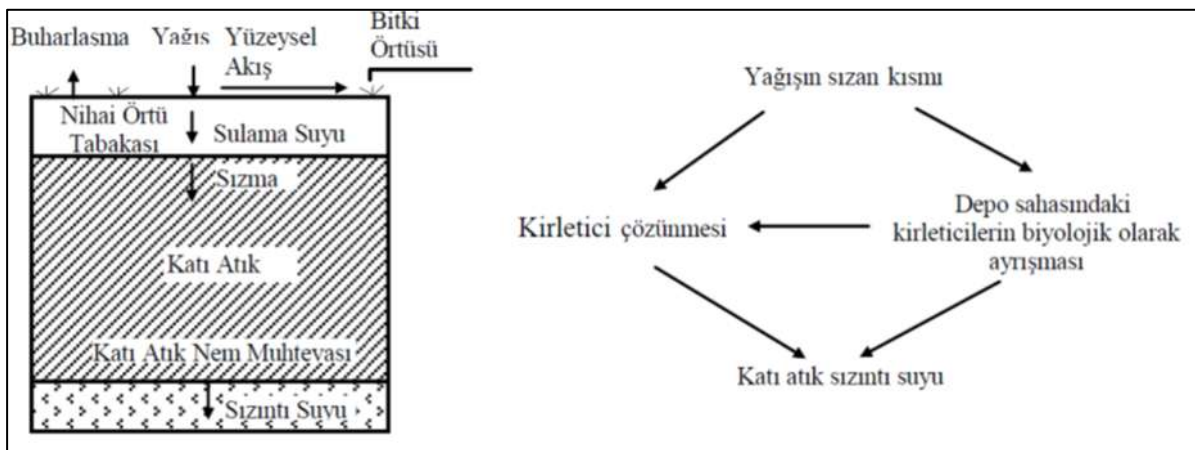
Bir tesiste en uygun alternatifin seçimi aşığıdaki faktörlere dayanır:

- Sızıntı suyu miktarı ve karakterizasyonu
- Sızıntı suyunun mevcut evsel atıksu arıtma tesisinde arıtılabilirliği
- Depolama tesisi yerinin en yakın kanalizasyon altyapısına mesafesi
- İklim koşulları
- Atığın özelliği
- Depolama tesisinde arıtma için uygun yerin mevcudiyeti
- İlk yatırım ve işletme maliyetleri

9.2.2. Sızıntı Suyu Oluşumu ve Özellikleri

Katı atık depo sahasına düşen yağış suları buradaki katı atık kütlesi arasından süzülmesi ve atığın içindeki nem muhtevası depolama gövdesinde çeşitli kimyasal ve biyolojik reaksiyonlar gerçekleşir. Bunun sonucu olarak, inorganik ve organik bileşikler atıktan sızıntı suyuna geçer. Katı atık ve sızıntı suyu arasındaki bu etkileşimler aşığıda basit olarak ifade edilmektedir. Depo gövdesinde gerçekleşen söz konusu bu tür karmaşık reaksiyonların son ürünleri, sızıntı suyu ve depo gazı ile taşınır. Sızıntı suyu, çok sayıda bileşen içerir ve kalitesi çok değişkendir. Sızıntı suyu kalitesi izlenerek, bir depolama sahasındaki atığın yaşı ya da stabilizasyon durumu hakkında önemli bilgiler elde edilebilir.

Şekil 26: Sızıntı Suyu Oluşumu ve Atıklardan Sızıntı Suyuna Kirlenici Geçişi.



Düzenli depolama alanlarında oluşan sızıntı suları kaynakları itibari ile üç grupta incelenebilir. Bunlar;

- Atıkların sıkıştırılmasından kaynaklanan sızıntı suyu,
- Atıkların ayrışması esnasında açığa çıkan sular(atıkların aerobik ve anaerobik parçalanması sonucu ortaya çıkan biyokimyasal sular)

• Yüzeysel ve yeraltı sularının atıkların içerisinde süzülmesi sonucu açığa çıkan sulardır.

Katı atık depo sahasına giren atıklar;

- Kimyasal,
- Biyolojik
- Fiziksel değişimlere uğrar.

Bir reaktöre benzetilebilen bu sahalarda üç fizikî faz mevcuttur ve bunlar;

- Katı faz (atık),
- Sıvı faz (sızıntı suyu)
- Gaz fazı şeklindedir(depo gazı).

Katı fazdaki çözünmüş ya da asılı organik maddeler ve inorganik iyonlar sıvı fazı besleyerek sızıntı suyunun kirletici parametrelerini hem zenginleştirir ve hem de artırır buna ilave olarak depo ortamında gerçekleşen biyolojik ve kimyasal aktiviteler, atık ayrışma hızları ve kirleticilerin sızıntı suyu ile taşınımı sızıntı suyunun kirletici karakterini etkilemektedir.

Atıkların İçerisinden Sızarak Tabana Ulaşan Sızıntı Suları;

• Ayrışma ürünleri,
• Çözünmüş mikrobiyal ürünler,
• Ağır metaller
• Toksik kirleticiler gibi organik ve inorganik kirleticileri bünyesinde bulundurmaktadır.

Oluşan sızıntı suyu miktarı sahaya özgü özellikler göstermesine rağmen genel olarak;

• Atık bileşimi (organik-inorganik, ayrılabilen-ayrılmayan, çözünebilir-çözünemeyen),
• Depolama tekniği,
• Depo sahasına dışarıdan giren suyun özellikleri (miktar ve bileşenler),
• Örtü tabakasının etkinliği
• Topografik özellikler,
• Depo sahasının özellikleri (pH, sıcaklık, nem)
• Atık içerisindeki fiziko-kimyasal reaksiyonlarla yakından ilgilidir.

Birçok farklı kimyasal içeren sızıntı suyunun karakteri farklı depolama alanları için değişim gösterirken, bu suyun karakteri aynı depolama alanında zamana bağlı olarak da değişmektedir. Bu nedenle, sızıntı suyunda herhangi bir kirletici için sabit bir konsantrasyon değerinden söz etmek mümkün değildir. Ancak genel olarak bütün kirletici konsantrasyonlarında zamana bağlı olarak bir azalma eğiliminden söz edilebilir.

Demir ve manganın çözünmeyen yapıdan çözünebilir hale dönüşmesi, bu bileşiklerin sızıntı suyunda yüksek konsantrasyonlara ulaşmasını sağlar. Sızıntı aerobik şartlara maruz kaldığında çözünmeyen metal bileşikleri oluşur. Bunun sonucu olarak tıkanmalar oluşabilir. Çözünmeyen inorganik bileşiklerin sızıntı suyunda çözünebilir bileşiklere dönüşmesi kimyasal indirgeme ile meydana gelir.

Katı atıkların içinde bulunan sülfatın yanında kül, alçı, jips (CaSO₄) gibi atıklar H₂S oluşumuna sebep olur.H₂S ise kuvvetli bir koku meydana getirir.

Sızıntı Suyu Karakteristiği

Sızıntı Suyu Karakteristiği, Depolama sahası işletme parametrelerine, Depolama alanı fiziksel yapısına, depolama alanı yaşına ve atık muhtevasına göre değişkenlik arz

edebilir. Genç depolama alanlarında oluşan sızıntı suları kolay parçalanabilir organik madde muhtevasına sahiptir. Yaşlı depolama alanlarında ise inert madde miktarları yüksek mertebelindedir. Bunun nedeni, depolama alanı gövdesinde gerçekleşen anaerobik arıtım ile doğrudan ilişkilidir. Dolayısıyla genç depolama alanlarında oluşan sızıntı suları arıtma açısından yaşlı depolama alanlarına göre daha avantajlı bir karakteristiğe sahiptir.

Sızıntı Suyu Karakteristiği;

- Atık Muhtevası
- Depolama Sahası Yaşı
- Depolama Sahası Hidrolojik durumu
- Depolama Sahasındaki Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Aktiviteler
- Atıktaki Su Muhtevası
- Sıcaklık
- pH
- Redox potansiyeli
- Şev stabilizasyonu
- Depolama alanı atık yüksekliği
- Depolama alanı İşletimi ve İklim koşulları

Sızıntı suyunda bulunan kirletici ana parametreler

- Total Organik Karbon (TOK)
- Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOD)
- Kimyasal Oksijen İhtiyacı (COD)
- Uçucu Yağ Asitleri
- Azot Grupları (NH₃-N, organik azot vb)

Herhangi bir depolama sahasındaki atıkların kütle transferi yoluyla sızıntı suyuna karışımı katı atığın hidrolizi ve biyolojik olarak özümsemesi, atığın içinde yer alan tuzların çözülebilmesi ve partikül maddelerin küçültülmesine bağlıdır. Bu çerçevede, bir depolama sahasının ömrü boyunca yaşanan gelişmeler toplam 5 aşamada değerlendirilebilir:

I. Aşama - Aerobik

Bu aşama, atıkların sahada bir hücreye doldurulması sırasında geçen birkaç günü kapsar. Bu süreçte, büyük moleküllü parçalar temel bileşenlerine ayrılır. Bu işlemler sırasında sıcaklık artar ve pH düşer.

II. Aşama - Anaerobik / Asit Özümseme Devresi

Bu aşamada, anaerobik mikroorganizmaların etkinlikleri sonucunda uçucu asit ve inorganik iyon konsantrasyonları azalır, dolayısıyla pH ve redox potansiyeli düşer. Oluşan sülfidler, asit fermentasyonu sonucu ortaya çıkan demir, mangan ve ağır metalleri çöktürür. I. Aşamadan biraz daha uzun süren bu aşamada, BOİ, BOİ/KOİ oranı ve amonyak yoğunlukları artar.

III. Aşama - Anaerobik / Ara anaerobiosis

Göreceli olarak daha uzun süren bu aşamada, metanojen bakteriler yavaşça üremeye başlarlar. Bunun sonucunda metan üretimi artar, uçucu asit yoğunluğu azalır ve dolaylı olarak pH yükselir. Ağır metal yoğunluğu da yavaşça azalır. Hızı yavaşlarsa da amonyak üretimi devam etmektedir.

IV. Aşama - Anaerobik / Metanojen

Metanojen bakterilerin ağırlıklı olarak görüldüğü bu aşamada, temel organik maddelerin özümsemesi tamamlanmasına rağmen metan üretimi devam eder. pH genelde nötre yakındır. Düşük BOİ/KOİ oranı ve ağır metal yoğunluğu gözlemlenir.

V. Aşama – Aerobik / Olgunluk Dönemi

Bu aşama eski sahalarda gözlemlenir. Metan oluşum hızının düşüklüğü sebebiyle havanın karışımı artar.

Katı Atık Depolama Sahası Hidrolojisi

Sızıntı suyunun iki önemli kaynağı; depolanan atıktaki su muhtevası ve dışarıdan depoya giren su miktarıdır. Dışarıdan depoya giren su, yağmur sularının depo üzerinden sızması, yüzeysel suların ve yer altı sularının depo üzerinden sızması, yüzeysel suların ve yer altı sularının depoya girmesiyle oluşur. Saha içerisinde organik maddelerin ayrışması neticesinde oluşan su yukarıdaki iki kaynağa göre daha önemsizdir.

Su Dengesi Bileşenleri

Depolama sahalarının fiziki, geoteknik ve hidrolik özelliklerinin gerçek davranışını tam olarak tespit etmek aşağıda belirtilen sebeplerden dolayı oldukça zordur.

- Eysel atıklar heterojendir ve bölgelere bağlı olarak değişiklik gösterirler.
- Büyük hacimli ve tam olarak temsili numune almak zordur.
- Bu konuda yeterli standart yoktur.
- Atıkların özellikleri zamana ve işletmeye bağlı olarak aynı depolama sahasında bile farklılık göstermektedir.
- Sahada ölçümleri takip eden personelin konuyla ilgili tecrübe ve eğitimi ölçüm sonuçlarını etkilemektedir.

Düzenli Depolama Sahalarında Oluşan Sızıntı Suyu Miktarı

Depolama sahalarında oluşacak sızıntı suyu miktarı bölgedeki yağmur ve buharlaşma miktarına, dolgu sırasında sıkıştırmanın şekline bağlı, olarak değişmektedir.

Sızıntı suyu miktarı;

Literatür: 2–5 m³/ha/gün

Uygulama: 15–35 m³/ha/gün'dür.

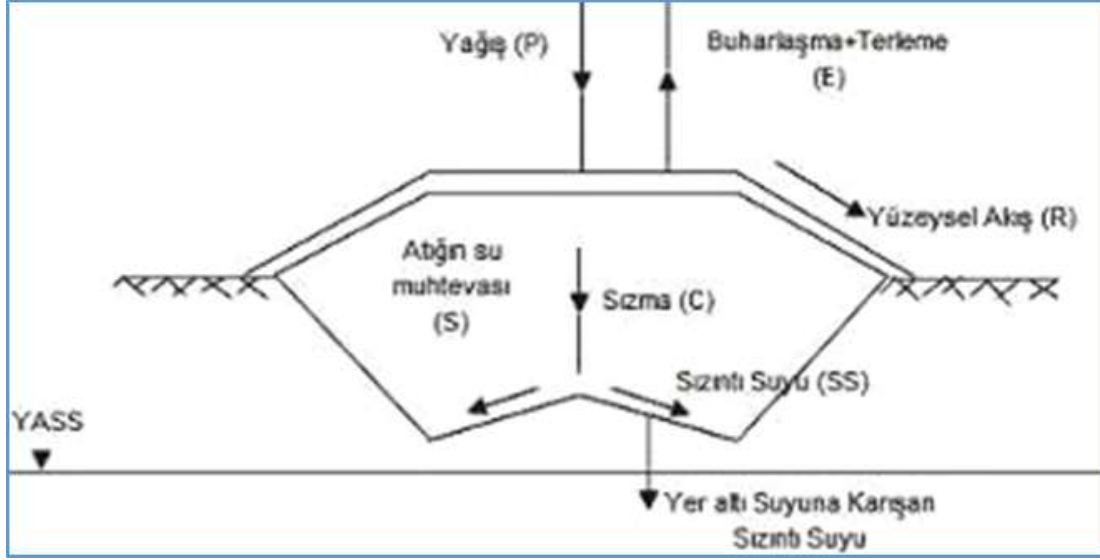
Sızıntı Suyu Miktarında Etkili Faktörler

- Yağmur Suyu ve Yüzeysel Akışa(yağış, kar erimesi, yeraltı suyu karışımı)
- Mevsimsel ve Hidrojeolojik Koşullara,
- Atıkların Hacminin Azaltılmasında Kullanılan Sıkıştırma Ekipmanlarına ve Saha operasyonları ve yönetimine (sıkıştırma, üst örtü, zemin kaplaması, geri devir)
- Atığın Nem İçeriğine
- Depolanan Atığın Karakterine(geçirgenlik, yaş, parça büyüklüğü, başlangıç nem içeriği)
- Örtü Malzemesi Özelliklerine
- Depolamadan Sonra Geçen Süreye
- Evaporasyon ve Evapotranspirasyon
- Nihai Örtüden Sızmaya
- Katı Atığın Su Tutma Kapasitesi
- Gaz Üretiminde Tüketilen Su Miktarına(içsel tüketim) göre değişim göstermektedir.

Sızıntı suyu miktarı; ampirik veri veya kriterler ya da yağış, buharlaşma, yüzeysel akış ve atığın su muhtevası bileşenleri dikkate alınarak, atık hücreleri üzerinde kurulacak su dengesi yöntemi ile tahmin edilir. Atık özellikleri, iklimsel özellikler, depolama alanı işletme

yöntemi vb. şartlar, sızıntı suyu miktarını önemli oranda etkiler. Depolama sahasına özel verilerle, bir katı atık düzenli depolama tesisi için su dengesi aşağıdaki gibi kurulabilir:

Şekil 27: Bir Düzenli Depolama Tesisi İçin Su Dengesi



$$SS = C \pm S - E = P.(1-R) - S - E$$

Burada;

C : Atık deposu gövdesine sızan yağış suyu (= P.(1-R)), mm/yıl

P : Yağış yüksekliği, mm/yıl

R : Yüzeysel akış katsayısı, mm/yıl

S : Atık yığını (hücre) bünyesinde tutulan su, mm/yıl

E : Depo yüzeyinden buharlaşma ve terleme, mm/yıl

SS : Oluşması beklenen sızıntı suyu, mm/yıl

Üst örtü tabakası ve atık yığını bünyesinde tutulan yağış suyu miktarı hesaplarında, arazi kapasiteleri esas alınır. Sıkışmış katı atığın arazi kapasitesi ~ 200-300 mm/m alınabilir. Üst örtü toprağı arazi kapasitesi de, zemin cinsi ve uygulanan üst örtü detayına bağlıdır. Katı atık düzenli depolama tesisi sızıntı suyu miktarı;

- Nihai üst örtü tabakasının geçirimsizlik derecesi
- İklim şartları
- Katı atık bileşimi
- Depo yaşı vb. faktörlere bağlı olarak değişir.

İstanbul katı atık düzenli depolama alanlarındaki üzeri kapatılmamış, aktif hücrelerden oluşan sızıntı suyu miktarı 10-12 m³/ha-gün'dür. Atık karakterizasyonuna ve işletme şartları ile değişebilen özelliğı ve depo sahası bu değerler, Avrupa ülkeleri ve ABD ile mukayese edilebilir değıldir.

Sızıntı suyu karakteristiğı ve miktarı, arıtma maliyetlerine doğrudan tesir edeceğinden sızıntı suyu miktarının azaltılması gereklidir. Sızıntı suyu miktarının azaltımında,

- Küçük hücrelerde işletme
- Boş hücrelere düşen yağış sularının tahliyesi
- Geri dönüşümün yaygınlaştırılması (Ambalaj atıkları ve biyobozunur atıklar)
- Geçici örtü
- Geçirimsiz nihai örtü tabakası teşkili, gibi temel tedbirler uygulanmaktadır.

Katı atık depolama tesislerinde muhtemel yönetim stratejileri geliştirerek Yağmur suyu yönetimi ile sızıntı suyu oluşumunu en aza indirmek için iyi bir işletme planı doğrultusunda bunların yönetilmesi gerekmektedir. Bu şekilde hem sızıntı suyu arıtma maliyeti azalacak hem de çevresel riski çok fazla olan sızıntı suyunun miktarında azalma sağlanacaktır. Bunun için;

- Düzenli depolama tesisleri işletimi olabildiğince küçük ($\leq 2-3$ ha.) hücreler (bölüm/lot) ile yürütülmelidir.
- Boş hücrelerden gelen yağmur suları ayrıca toplanıp uzaklaştırılmalı, aktif ve kapalı hücrelerden gelen sızıntı suları ile hiçbir şekilde karıştırılmamalıdır
- Dolan hücrelerin üzerinin vakit geçirmeksizin eğimli nihai örtü tabakası ile kapatılması sağlanmalıdır.
- Atık azaltımı ve özellikle AB ile tam uyumlu yüksek kapasiteli ikili (ayrı) toplamayı esas alan Entegre Atık Yönetimi ile her durumda en düşük sızıntı suyu üretimi gözlenmektedir. Bu kapsamda biyobozunur atıklara (mutfak atıkları ve yeşil atıklar) aerobik/anaerobik biyolojik arıtma uygulanarak kompost veya biyometan+kompost geri kazanılıp sızıntı suyu oluşumu iyice minimize edilebilir.
- Su muhtevası yüksek ($\sim \%85$) atıklar (özellikle lokanta, kantin, yemekhane atıkları) ayrı toplanıp (tercihen mevcut çamur çürütücülerde çürütülerek ekstra biyometan geri kazanılabilir). Böylece karışık atığın su muhtevasında duruma göre 5-10 birimlik bir azalma sağlanarak Sızıntı suyu oluşumu kısmen azaltılabilir.
- Özellikle Türkiye'nin kurak iklim kuşağındaki düzenli atık depolama alanları, sızıntı suyu geri devirli (bir tür biyoreaktör tipi depolama alanı) olarak tasarlanıp işletilerek harici sızıntı suyu arıtma ihtiyacı minimize edilip depo gazı üretimi optimize edilebilir.
- Tasarım ve inşaa aşamasındaki düzenli depolama tesislerinde, sızıntı suyu toplama sisteminin boş ve aktif kapalı hücrelerden gelen suların ayırımına imkân verecek biçimde planlanması için gerekli standart tedbirler ivedilikle alınarak uygulanması sağlanmalıdır.
- Düzenli depolama tesislerinde sızıntı suyunun taban kaplaması altına geçerek yeraltı ve yüzeysel sularını kirletmesi, başarılı mühendislik ve işletme uygulamaları ile önlenabilir. Depolama sahasına düşen kirlenmemiş yağış suları ile çevresindeki yüzeysel akışın toplanarak deşarj edilmesi, sızıntı suyu miktarını azaltmak için etkili bir araçtır.
- İyi dizayn ve inşaa edilmiş bir taban kaplaması ile sızıntı suyu toplama sistemi, depo gövdesindeki sızıntı suyunu tahliye ederek taban kaplaması üzerinde sızıntı suyu birikmesini önler. Bu sayede depo gövdesi dışına sızıntı suyu hareketi de sınırlandırılmış olur. Daha sonra tesis için en uygun arıtma alternatifi kullanılarak sızıntı sularının çevreye etkisi en aza indirilir.

9.3. Örnek Sızıntı Suyu Oluşum Hesabı

Yağmur suyunun katı atık düzenli depolama alanlarında oluşan sızıntı suyu oluşumuna etkisi hesabı aşağıda bir örnekle anlatılmaktadır.

Yıllık gelen atık miktarı 3.650.000 ton/yıl ve günlük ortalama 10.000 ton olarak gelen bir düzenli depolama sahası için öncelikle hidrolik kütle dengesinin çıkarılması, gelen atığın içindeki nem muhtevasının ve meteorolojik şartların bilinmesi gerekmektedir.

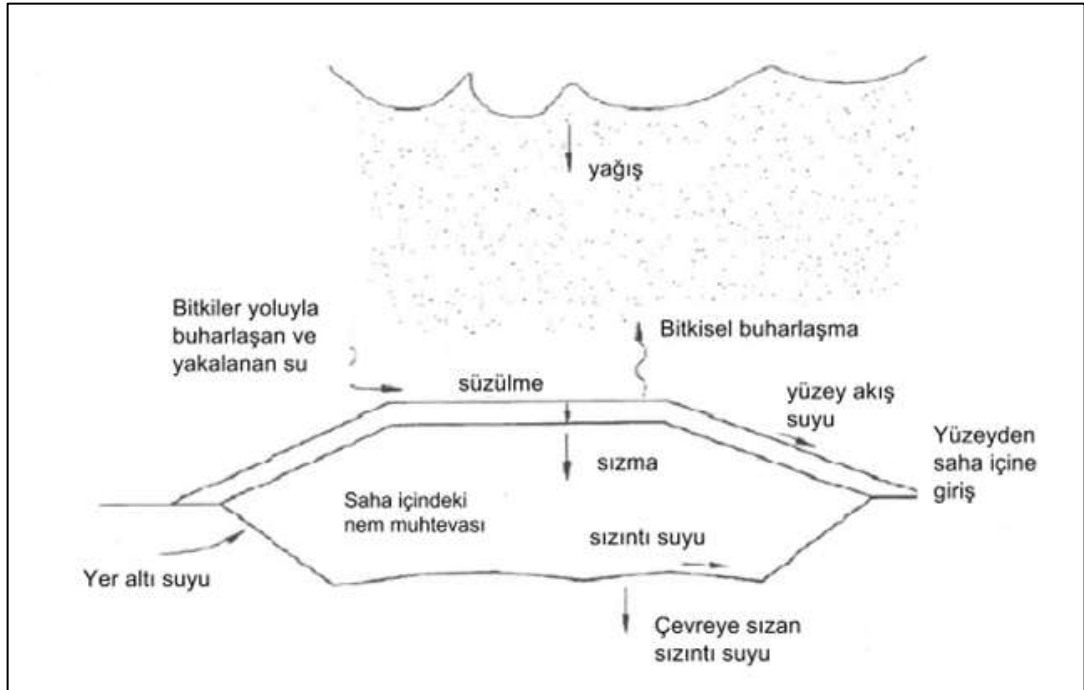
9.3.1. Hidrolik Kütle Dengesinin Çıkarılması

Sızıntı suyunun iki önemli kaynağı; depolanan atıktaki su muhtevası ve dışarıdan depoya giren su miktarıdır. Dışarıdan depolama sahasına giren su, yağmur sularının depo üzerinden sızması, yüzeysel suların ve yer altı sularının depoya girmesiyle oluşur. Saha içerisinde organik maddelerin ayrışması neticesinde oluşan su yukarıdaki iki kaynağa göre daha önemsizdir. Depolama sahasının taban alanı geçirimsiz hale getirildiğinden yer altı suyundan depo gövdesine giriş ve çıkış söz konusu değildir. Depolama sahası yakınlarında yüzeysel su kaynağı da bulunmadığından buradan gelebilecek su miktarı da yok sayılmıştır.

Düzenli depolama sahalarında çöp sızıntı suyu oluşumuna etki eden faktörler genel olarak şu şekilde sıralanabilir.

- Yağış
Yağmur suyu (miktarı, süresi, frekansı)
Kar yağışı (sıcaklığı, rüzgâr hızı, kar tanesinin karakteristiği)
- Yüzeysel akış
Yüzey topografyası, nihai örtü, bitki durumu, geçirgenliği
- Yer altı suyu girdisi (Alt akım yönü, hızı ve yeri)
- Sulama (Geri devir vb.)
- Atığın bozulması (nem seviyesi, sıcaklık, oksijen varlığı, çöpün yaşı, bileşimi, partikül büyüklüğü ve karışım durumu)
- Sıvı halde atıklar / çamurlar (miktar ve çeşidi, nem içeriği, sıkışma)
- Evapotranspirasyon (Sıcaklık, rüzgâr, rutubet, atmosferik basınç, nihai örtünün nemi, bitki durumu, güneş radyasyonu)
- İnfiltrasyon(Yüzey topografyası, yüzeysel akış, bitki durumu, drenaj durumu)
- Nem tutma (Atığın nem tutma kapasitesi)
- Geçirgenlik (nem içeriği; tabaka kalınlığı)

Şekil 28: Depolama Sahasındaki Genel Hidrolik Denge



Temel olarak atık içerisinde sızan su miktarı, depolama sahasına gelen yağış miktarı, yüzeysel su akışı ve dolgu alanın kenarlarından ve dibinden gelen su miktarının buharlaşma, bitkiler yoluyla evapotranspiration miktarının arasındaki farkın bulunmasıyla hesaplanmaktadır.

$$L = P + R_{on} + U - E - R_{off}$$

İyi işletilen ve dizayn edilen katı atık depolama sahalarında yüzeysel suyun atık içerisinde girmeden uzaklaştırıldığı için depo gövdesine giren su miktarı $R_{on} = 0$ kabul edilir. Bu konuda yapılan başka bir literatür çalışmasında ise şöyle bir teorik yaklaşım benimsenmiştir.

$$L = P \times S_1 + W + J + R_{on} - E \times S_2 - R_{off} \pm B \pm U$$

Burada,

L : Çöp sızıntı suyu oluşumu (m³ / yıl)

P : Yağış miktarı (m³ / m² / yıl)

S₁ : Çöp sahası tesirli drenaj alanı (m²)

J : Sızıntı suyu geri devri (m³)

R : Yüzeysel akış (m³)

E : Evapotranspirasyon hızı (m³ / m² / yıl)

$$\text{Aylık evapotranspirasyon } E = 16 \times C \times (10 \times T / \dot{I})^b$$

$$\dot{I} = (T / 5)^{1,514}$$

T = Aylık Ortalama sıcaklık

$$b = 1,6 \times \dot{I} / 100 + 0,5$$

C= Katsayı

S₂ : Ortalama çöp bertaraf alanı (m²)

B : Biyolojik bozunmada üretilen veya tüketilen su miktarı

U : Atığın su muhtevası

W : Düzenli depolamada çöpleri sıkıştırma esnasında çöpten sızan su (m³)

W : I_w x Q

I_w : Sıkıştırma esnasında çöpten sızan birim su (m³ / ton çöp)

9.3.2. Genel Hava Durumu Bilgileri

Depolama sahalarındaki hidrolik kütle dengesinin çıkartılmasında yağış, sıcaklık vb. parametrelerin bilinmesi önemlilik arz eder. İstanbul'da genel olarak Akdeniz iklim koşulları etkisini yürütür. Bu iklim, kıyı bölgelerle iç kesimlerde biraz ayrılıklar gösterir. Kandilli Rasathanesinin kaydettiği gözlemlere göre İstanbul'da yılın ortalama sıcaklığı 13,7°C, ocak ayı ortalaması - 5 °C, temmuz ayı ortalaması, 22,7 °C dir. Yıllık yağış ortalama 789'mm.dir. Yağışların % 38'i kış ,% 18'i ilkbahar, % 13'ü yaz, % 31' sonbahar mevsimindedir. Meteoroloji İşlerinden sahaya en yakın gözlem istasyonuna ait bilgiler temin edilmiş ve hesaplamalar bu veriler üzerinden yapılmıştır.

9.3.3. Kütle Dengesi Bileşenleri

Yağış (P)

Yağış, sızıntı suyu oluşumunda en büyük paya sahiptir. İstanbul genel olarak Akdeniz ikliminin etkisi altındadır ve birim alana düşen yağış miktarı sızıntı suyu oluşumuna oldukça tesirlidir.

Devlet Meteoroloji İşlerinden temin edilen son beş yıla ait yağış miktarı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 18: 2009-2013 Yılları Arası Yağış Miktarı

| Yıllar | Yağış (mm) |
|-----------------|------------|
| 2009 | 627 |
| 2010 | 585 |
| 2011 | 725 |
| 2012 | 692,2 |
| 2013 | 463 |
| Ortalama | 600 |

Buradan; yıllara bağlı olarak yağmur suyu hesaplandığında, düzenli depolama sahası tesirli drenaj alanı 60 ha alınmıştır. 2013 yılı için hesaplama yapıldığında,
= 463 mm x 10⁻³ m/mm x 60 ha x 10⁴ m²/ha
Buradan 277.800 m³/yıl bulunur.

Tablo 19: 2009-2013 Yılları Arası Yağış Miktarı ve Çöp Suyu

| Yıllar | Çöp suyu | Yağmur suyu m ³ /yıl |
|--------|----------|------------------------------------|
| 2009 | 593.263 | 376.200 |
| 2010 | 567.895 | 351.000 |
| 2011 | 601.605 | 435.000 |
| 2012 | 712.126 | 415.320 |
| 2013 | 872.949 | 277.800 |

Hidrolik dengenin çıkartılması maksadıyla yıllık yağış değerlerinin standart ortalaması alınmıştır. Bu değer 600 mm/yıl dır.

Günlük ortalama yağmur suyundan kaynaklanan sızıntı suyu miktarı;
Yıllık ortalama yağış; 600 mm = 0,6 m
Tesirli drenaj alanı ; 60 ha = 600.000 m²
0,6 x 600.000 / 365 = 986 m³ / gün **P= 986 m³ / gün**

Düzenli Depolamada Çöpleri Sıkıştırma Esnasında Çöpten Sızan Su Miktarı

(W)

Genel olarak ülkemizde depolama sahasına gelen çöpün ortalama nem muhtevası %60 - 65 alınabilir.

Depolama sahasında döküm platformuna getirilen katı atıklar, kompaktörle sıkıştırılması ile su muhtevasının takribi olarak %20' si direk akışa geçer. Sızan suyun bir kısmı yüzeysel akışa geçerken bir kısmı da depo sahası içine sızar.

Buradan hareket ederek;

Depolama sahsına gelen 10.000 ton çöpün su muhtevası %60 olduğu ve sıkıştırma esnasında bunun % 20'sinin direkt akışa geçtiği düşünülürse;

10.000 ton çöp / gün x 0,6 x 0,2
= 1.200 ton / gün **W= 1.200 m³/ gün**

Sızıntı Suyu Geri Devir (J)

Sızıntı suyunun depo sahasının içine yada üzerine geri devrettirilerek arıtılması uzun süreden beri dünya genelinde uygulanan bir metottur. Toplanan sızıntı suyu katı atık depo alanı üzerine geri döndürülerek atık içinde bulunan organik maddelerin stabilizasyonu hızlandırılır. Geri devir sisteminin kendi içinde pek çok faydası olmakla beraber, düzenli depolama sahasında gerek depolama sahası içinde akifer ve sızıntıların yoğun olmasından, gerekse depo sahası içinde gaz basıncının yüksek ve gaz bacalarının yer yer kırılmalar meydana getirmesinden kaynaklanan risklerden ötürü uygulanmamaktadır.

Bu sebeplerden ötürü hidrolik dengede bu değer yani $J = 0$ alınacaktır.

İşletme Binalarında Kullanılan Kullanım Suyu (K)

Depolama sahasında hidrolik kütle dengesinin oluşturulmasında yağış, buharlaşma gibi meteorolojik, çöpün nem muhtevası ve biyolojik faaliyetler sonucu ortaya çıkan sızıntı suyu gibi biyolojik faktörlerin yanı sıra depolama sahası içerisinde bulunan işletme (idari bina, arıtma tesisi vb.) binalarından kaynaklanan atıksu miktarında önemlenecek düzeydedir.

İdari bina ve tesislerden kaynaklanan atıksular direkt olarak saha içindeki sızıntı suyu arıtma tesisine gönderilmektedir. Bu miktar $K = 135 \text{ m}^3 / \text{gün}$

Depolama Sahasında Gaz Oluşumu Sırasında Tüketilen Su Miktarı

Evsel nitelikli katı atıkların organik kısımları anaerobik parçalanma süresince su tüketir. Parçalanma süresince tüketilen su miktarı bazı formüller kullanılarak yaklaşık olarak tahmin edilebilir.

Atığın hızlı bozuşma formülü aşağıda verildiği gibidir.



Burada metan ve karbon dioksit hacminin belirlenmesi gerekir. Metan ve karbon dioksitin spesifik ağırlıkları $\text{CH}_4 = 0.0448$; $\text{CO}_2 = 0.1235 \text{ lb/ft}^3$ alınmıştır.

Hızlı bozuşmada ;

$$\text{Metan} = (560) \times (44.8) / (1741) \times (0.0448) = 321.7 \text{ ft}^3$$

$$\text{Karbon dioksit} = (1452) \times (44.8) / (1741) \times (0.1235) = 302 \text{ ft}^3$$

Buradan her bir kuru organik maddenin parçalanmasında ortaya çıkan toplam teorik gaz miktarı;

$$\text{Vol/lb} = 321.7 \text{ ft}^3 + 302 \text{ ft}^3 / 44.8 = 13.9 \text{ ft}^3 / \text{lb} \text{ dir.}$$

Hızlı bozunan katı maddenin su tüketim miktarı ;

$$\text{Su tüketimi} = 288 / 1741 = 0.165 \text{ kg H}_2\text{O} / \text{kg bozunan organik madde}$$

13.9 ft^3 / lb RBVS değerinde gaz üretilmesi halinde buna karşılık gelen su tüketim miktarı

RBVS (Rapidly Biodegradable Volatile Solids) ; Biyolojik olarak hızlı parçalanabilen uçucu katılar

$$\text{Su tüketimi} = (0.165 \text{ kg H}_2\text{O} / \text{kg RBVS}) / (13.9 \text{ ft}^3 / \text{lb}) = 0.0119 \text{ lb} / \text{ft}^3$$

sonucu çıkmaktadır.

Bu değer

$$0.0119 \text{ lb} / \text{ft}^3 \times 35,31 \text{ ft}^3 / \text{m}^3 / 2.2046 \text{ kg/lb}$$

$$= 0.19 \text{ kg} / \text{m}^3 \text{ gaz elde edilir.}$$

Buradan hareketle depolama sahasında gaz oluşumu sırasında elde edilen su miktarı kabaca hesaplandığında; $100.000.000 \text{ m}^3 / \text{yıl}$ gaz çıkışı olduğu düşünüldüğünde;

$$100.00.0 \text{ }^3 / \text{yıl} \times 0.19 \text{ kg} / \text{m}^3 / 365 \text{ gün} = 52.05 \text{ ton} / \text{gün} \text{ su harcanmaktadır.}$$

Evaporasyon ve Evapotranspirasyon

Evapotranspirasyon, evaporasyon(buharlaşma) ve plats traspirasyon (bitkisel terleme) kavramlarının kombine edilmesiyle ortaya çıkan yeni bir kavramdır. Depolama sahalarında nihai örtü üzerindeki bitkiler evapotranspirasyon yolu ile atmosfere su transfer ederler. Depolama sahası bitkisiz durumda ise bu sefer tek başına evaporasyon gerçekleşir. Evapotranspirasyon ile su kaybı evaporasyonla su kaybından daha büyüktür. Bu sebeple tamamen kullanıma kapatılan depolama sahalarının yeşillendirilmesi bu açıdan oldukça önemlidir. Yüzey toprağın içine infiltre olan su evapotranspirasyonla atmosfere verilir. Mevcut durumda evapotranspirasyon değeri sıfır 0 kabul edilmiştir.

Evaporasyon günün her anında ve her sıcaklıkta gerçekleşen bir hadisedir. Yüzeysel sulara meydana gelen buharlaşma hesabında suyun milimetrik olarak azalması dikkate alınarak kolaylıkla bulunabilir. Ancak karada buharlaşmayı etkileyen faktörler oldukça çok ve karmaşıktır. Toprağın türü, bitki durumu, sahanın topografik şekli, toprağın suya doygunluğu dahi buna etki edebilmektedir. Karada meydana gelen evaporasyon hesabı için literatürde ayrıntılı formüller mevcut değildir. Depolama sahası için evaporasyon miktarı normal döngü içinde etkisiz kabul edilmiştir.

Yüzeysel Akış (Roff)

Depolama sahası üzerine yağın yağışın bir kısmı depo gövdesine sızarken bir kısımda yüzeysel akışa geçerek yağmur suyu kanalları vasıtasıyla depolama sahasından uzaklaştırılır.

Yüzeysel akışın fazla olması depo gövdesine inen yağmur suyunun uzaklaşması anlamına geldiğinden bu araştırma projesinde en önemli noktadır. Akışa etki eden pek çok faktöründen en önemlileri;

- Toprağın yapısı, topografyası (eğim, pürüzlülük)
- Toprak örtüsünün cinsi
- Bitkilendirme durumu
- Toprağın geçirimsizliği
- Drenaj sisteminin varlığıdır.

Yüzeysel akışın hesabı rasyonel metod kullanılarak hesaplanabilmektedir.

$$R = c \times P$$

$$P = \text{Yağış}$$

c= yüzeysel akış katsayısı (Toprağın yapısına, eğimine, bitki durumuna bağlı olarak yağışın akışa geçen kısmını belirten bir katsayı.

Tablo 20: Toprak Örtüsüne Göre c Katsayıları (Runoff coefficient)

| Toprak Örtü | Eğim (%) | Kumlu Kireç | Kireçli Kil | Kil |
|--------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|
| Yeşillendirilmiş Toprak | 0 – 5 | 0.10 | 0.30 | 0.40 |
| | 5 – 10 | 0.16 | 0.36 | 0.55 |
| | 10 –30 | 0.22 | 0.42 | 0.60 |
| Çıplak Toprak | 0 – 5 | 0.30 | 0.50 | 0.60 |
| | 5 – 10 | 0.40 | 0.60 | 0.70 |
| | 10 –30 | 0.52 | 0.72 | 0.82 |

Yapılacak olan hesaplamalarda depolama sahasının tam olarak kapatıldığı noktalarda kireçli kil, günlük örtü ve ara örtülerde ise daha geçirimsiz bir malzemenin olduğu düşünülerek kumlu kireç türü seçilmiştir.

C katsayısının bulunmasındaki bir diğer faktör ise eğimdir. Depolama sahasına gelen çöpler 1/3 eğimle hücre yüzeyine serilirler. Ayrıca Katı atık kontrol yönetmeliğine göre,

depo kütlesi üzerine düşen yağmurun kısa sürede sahayı terk etmesi için en üst toprak tabakasının eğiminin %3'den büyük olması gerekir. Bu iki kriter dikkate alındığında eğimin tam olarak sağlandığı noktalarda 5 -10, sağlanamadığı noktalarda ise 0 – 5 alınmıştır.

Depolama sahasında yüzeysel akışa geçen yağmur suları bazı noktalarda sedde önlerindeki drenaj kanalları ile künklerde toplanmakta bazı noktalarda kendi cazibesıyla depo sahası dışındaki yağmur suyu toplama havuzuna gitmektedir. Künklerde toplanan yağmur suları dereye deşarj edilmektedir.

Depolama Sahasında yağışın haricinde bir su girişi olmadığından $P=R_{on} + R_{off}$ alınmış olup, yüzeysel akışa ait hesaplamaları aşağıda yer almaktadır.

Yüzeysel Depo Gövdesine Giren Su Miktarı (Ron)

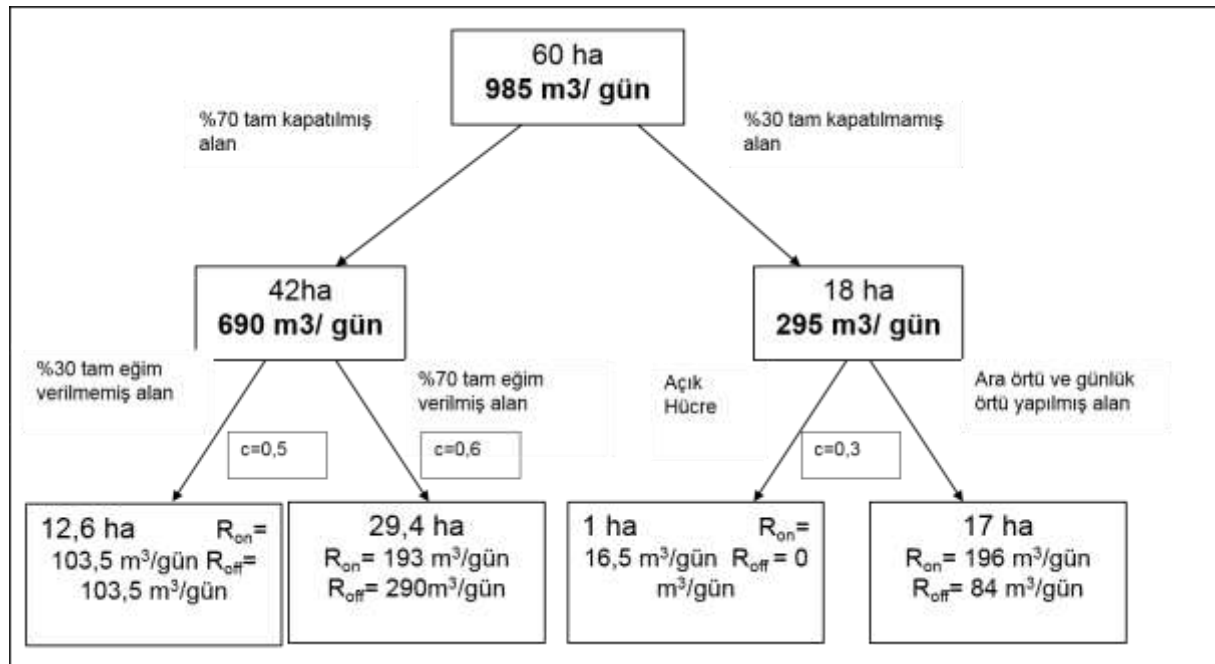
Sızıntı suyu oluşumuna katı atığın yapısındaki su muhtevasının yanı sıra depo sahası dışındaki yeraltı ve yüzeysel su kaynakları ile yağış sonrası sızmanın etkisi de azımsanmayacak derecededir.

Depolama sahası yakınlarında herhangi bir yüzeysel su kaynağı bulunmadığı kabul edilmiştir. Bu yüzden yüzeysel kaynaklı su girişi mevcut değildir. Ayrıca depolama sahası tekniğine uygun olarak tabanında geçirimsiz tabaka bulunduğu için yer altı sularının depo gövdesine girme ihtimali söz konusu değildir. Ancak depolama sahasına düşen yağışın sızma yaparak sızıntı suyuna karışması ise kaçınılmazdır. Dolayısıyla depo gövdesine dışarıdan giren su yalnızca yağıştan geldiği için yağın yağışın bir kısmı depo gövdesine sızacak geri kalan kısmı ise yüzeysel akışa geçecektir.

$$P=R_{on} + R_{off}$$

Depolama sahasında yağmurun tesirli etki alanı 60 ha ve bu alana düşen ortalama yağış miktarı yapılan hesaplamalara göre $985 \text{ m}^3 / \text{gündür}$. Depolama sahasının genel profiline bakıldığında %70 inin 50 cm toprakla tam olarak kapatıldığı geriye kalan %30 luk kısımda ise yer yer ara örtü, bazı yerlerde günlük örtü ve günlük açık hücre alanının olduğu görülmektedir. Tam olarak kapatılmış olan 42 ha alanın %70 inin düzgün şev eğimine sahip olduğu geriye kalan kısımda ise oturmaldan kaynaklanan düzlüklerin olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 29: Alan Başına Yağmur Suyu Miktarı



Buradan hareketle; 42 ha alanın %70 de tam olarak kapandığı ve istenilen eğim verildiğine göre;

R_{off} katsayısı c=0,6

$$42 \times 0,70 = 29,4 \text{ ha}$$

Bu alana düşen yağış miktarı

$$29,4 \times 985 / 60 = 483 \text{ m}^3 / \text{gün}$$

Buradan yüzeysel akış hesaplandığında;

$$R_{\text{off}} = 483 \times 0,6 = \mathbf{290 \text{ m}^3 / \text{gün}}$$

$$R_{\text{on}} = P - R_{\text{off}}$$

$$R_{\text{on}} = 483 - 290 = \mathbf{193 \text{ m}^3 / \text{gün}}$$

42 ha alanın %30 da tam eğim verilemediği (0 – 5) için Roff katsayısı 0,5 seçilmiştir.

$$42 \times 0,3 = 12,6 \text{ ha}$$

Bu alana düşen yağış miktarı

$$12,6 \times 985 / 60 = 207 \text{ m}^3 / \text{gün}$$

Buradan yüzeysel akış hesaplandığında;

$$R_{\text{off}} = 207 \times 0,5 = \mathbf{103,5 \text{ m}^3 / \text{gün}}$$

$$R_{\text{on}} = P - R_{\text{off}}$$

$$R_{\text{on}} = 207 - 103,5 = \mathbf{103,5 \text{ m}^3 / \text{gün}}$$

Depolama sahasının yer yer kapatılmış olduğu ve çöp döküm çalışmasının halen devam ettiği %30 luk (18 ha) alanın ortalama 1 ha'ı açık hücre alanıdır. Bu alana yağın yağış direkt olarak çöpün içine sızmaktadır.

Bu alan eski silo taşıma sisteminde daha dar olmasına rağmen semi treyler sistemine geçilmesiyle araçların döküm platformunda bekleme süresi uzamış ve daha fazla araca yer açılması için platform ve döküm yüzeyinin alanı genişletilmiştir. Aynı zamanda depolama sahasında 3 vardiya çalışıldığından günlük örtü ancak 3-4 günde bir uygulanabilmektedir.

Bu alanda **R_{off} = 0** dır.

$$R_{\text{on}} = 985 / 60 \times 1 = \mathbf{16,5 \text{ m}^3 / \text{gün}}$$

Geriye kalan 17 ha alan ise bazı noktalarda günlük örtünün yapıldığı bazı noktalarda ise ara örtünün yapıldığı eğimin tam manasıyla sağlanamadığı bir alandır. Bu alan için kullanılan örtü toprağı ve sıkıştırılması daha zayıf olduğundan R_{off} katsayısı olarak 0,3 seçilmiştir.

$$17 \times 985 / 60 = 280 \text{ m}^3 / \text{gün}$$

Buradan yüzeysel akış hesaplandığında;

$$R_{\text{off}} = 280 \times 0,3 = \mathbf{84 \text{ m}^3 / \text{gün}}$$

$$R_{\text{on}} = P - R_{\text{off}}$$

$$R_{\text{on}} = 280 - 84 = \mathbf{196 \text{ m}^3 / \text{gün}}$$

bulunmaktadır.

$$\sum R_{\text{on}} = 193 + 103,5 + 16,5 + 196$$

$$\sum R_{on} = 509 \text{ m}^3 / \text{gün}$$

$$\sum R_{off} = 477 \text{ m}^3 / \text{gün}$$

Buradan elde edilen sonuca göre ;

$$509 / 985 = 0,51$$

Depolama sahasına yağın yağışın % 51'i depo gövdesine girmekte geri kalan kısmı ise yüzeysel akışla depo gövdesinden uzaklaşmaktadır.

Depolama Sahasında günlük ortalama 2.300 m³ /gün sızıntı suyu oluştuğuna göre

$$509 / 2.300 = 0,22$$

Bu doğrultuda, günlük oluşan sızıntı suyunu % 22 sini yağmur suyu olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Genel Hidrolik Kütle Formülünde Bulunan Değerler Yerine Konduğunda:

$$L = P \times S_1 + W + J + K + R_{on} - E \times S_2 - R_{off} \pm B \pm U$$

$$L = 985 + 1.200 + 0 + 135 + 509 - 477 - 50 + 0$$

$$L = 2.300 \text{ m}^3 / \text{gün}$$

10. DÜZENLİ DEPOLAMA SAHALARINDA HAVA KALİTESİ, DEPO GAZI YÖNETİMİ VE ENERJİ ÜRETİMİ

10.1. Düzenli Depolama Tesislerinde Hava Kalitesi

Düzenli Depolama Tesislerinde depolama sahasından kaynaklanan toz ve kokunun önlenmesi ve azaltılması gerekmektedir. Gaz kuyularından ve depolanmış atık yüzeyinden, sızıntı suyu ve sızıntı suyu yönetim sisteminden, gaz jeneratörlerinden kaynaklı koku oluşmaktadır. Depolama işlemlerinden oluşan kaba partikül emisyonları ve gaz kuyularından çıkan ince partikül emisyonları toz emisyonlarını oluşturmaktadır.

10.1.1. Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi Emisyonları ve Kontrol Yöntemleri

Yoğun uçucu organik madde ve koku oluşturan inorganik gazlar (H₂S ve NH₃ gibi) içeren sızıntı suları, kontrol altına alınmadığı takdirde önemli bir koku kaynağını oluştururlar. Sızıntı suları uygun boru şebekesi ile toplanıp kontrollü bir şekilde arıtıldığında, koku problemi de kontrol altına alınabilir. Sızıntı suyu arıtma prosesi kapalı bina içerisine alınıp bina havalandırması kontrol altına alınabilir. Havalandırma çıkışında, biyofiltre veya absorpsiyon/adsorpsiyon prosesleri ile koku kontrolü yapılabilir.

10.1.2. Toz Emisyonları ve Kontrol Yöntemleri

Kaba partikül emisyonları, atık taşıyan araçlardan ve sahada düzenleme yapan iş makinelerinden oluşan tozumlardır. Oluşan toz emisyon nispeten kaba (>>15-20 mikron) partiküller olup, kuvvetli rüzgar hareketleri olmadığı sürece saha içerisinde kolaylıkla çökebilir ve saha dışına taşınmazlar. Yine, kısıtlı bir alanda oluştukları için de emisyon debileri de nispeten düşüktür.

Kaba partiküllerin oluştuğu saha işlemlerinde, hava şartları, depolama alanı topografisine ve depolanan atık türüne bağlı olarak değişebilecek toz emisyon potansiyeli oluşabilir. Kısıtlı alanda meydana geldiği için, aktif depolama alanının sulanması gibi lokal tedbirlerle önlem alınabilir. Saha içi yollarda tozumu önleyici (asfalt, kalın çakıl döşeme ve

gerekirse sulama gibi) tedbirler alınmalıdır. Bütün bu tedbirler, toz oluşum potansiyeline bağlı olarak gerekli titizlik ve kapsamda uygulandığında saha içi toz emisyonları önlenebilmektedir.

Resim 38:Sahada Toz Oluşumunu Önlemek İçin Saha İçi Yol ve Platformun Sulanması



İnce partikül emisyonları, depo gazları ile beraber atığın içinden dışarı taşınan ince (<<10 mikron) tozlardır. Küçük boyutlu olduğu için gazlarla beraber hafif rüzgâr hareketleriyle bile saha dışına taşınabilirler. Ancak bu tozların da miktarı (emisyon debileri) gaz emisyonlarına kıyasla oldukça düşüktür.

İnce partiküllerin oluştuğu depo gazı emisyonlarında, depo gazlarının kontrol yöntemlerinin uygulanması faydalıdır. Dolayısıyla depo sahasında bir gaz kontrol sistemi uygulanıyorsa, bu tür ince tozlar için ayrıca bir önlem alınmasına gerek olmayacaktır.

10.1.3. Depo Gazları Kontrol Yöntemleri

Atıklarda emisyon oluşturan yoğun biyolojik faaliyetler, atık oluşumundan (kaynaktan) başlayarak toplama, taşıma ve depolama süreçlerinde artarak devam eder. Sahaya yeni dökülen atıklar yoğun biyolojik faaliyet göstermektedir ve bu atıklar ne kadar geniş alanda açık tutulurlarsa o kadar çok emisyon potansiyeli oluştururlar. Bu sebeple aktif depolama alanının mümkün olduğunca küçük tutulması, depo gazı emisyonlarının kontrolünün ilk aşaması olarak kabul edilebilir.

Yüzey topografisine göre, depolama süreci tamamlanmış olan atık sahasının en kısa zamanda örtülmesi bu alandan meydana gelecek yoğun gaz emisyonlarını azaltacaktır. Bu örtü işlemi, işletme şartlarına bağlı olarak geciktirilebilmekle beraber, emisyon kontrolü bakımından öncelikli tedbir olarak düşünülmelidir. Atık sahası genel işletme sürecinde depolama faaliyetine son verilen kısımların derhal son örtü işlemlerinin yapılması ve ciddi boyutlarda oluşabilecek alan emisyonlarının asgariye indirilmesi gerekmektedir. Bu işlemde mümkün olan en güvenli tedbirlerin alınması şarttır.

Koku maskeleyici özel kimyasalların atmosfer havasına püskürtülmesi ile koku kaynağı gazların maskelenmesi/bastırılması mümkündür. Ancak depolama alanı büyüdükçe bu yöntem etkisini kaybeder, uygulanabilirliği ortadan kalkar. Diğer taraftan, koku maskeleyicilerin atmosfere püskürtülmesi de çoğu durumlarda etkin bir koku giderimi sağlamamaktadır.

Koku potansiyeli yüksek atıkların tesislere kabul edilmemesi, özellikle belediye atıklarının depolandığı II. Sınıf düzenli depolama tesislerine kabul edilecek biyobozunur atıkların azaltılması koku emisyonlarını azaltır. Atık azaltımı, kaynakta ayrı toplama ve ön işlem tesislerinin kurulması koku emisyonlarının azaltılması açısından önem arz etmektedir.

10.2. Depo Gazı Oluşum Fazları

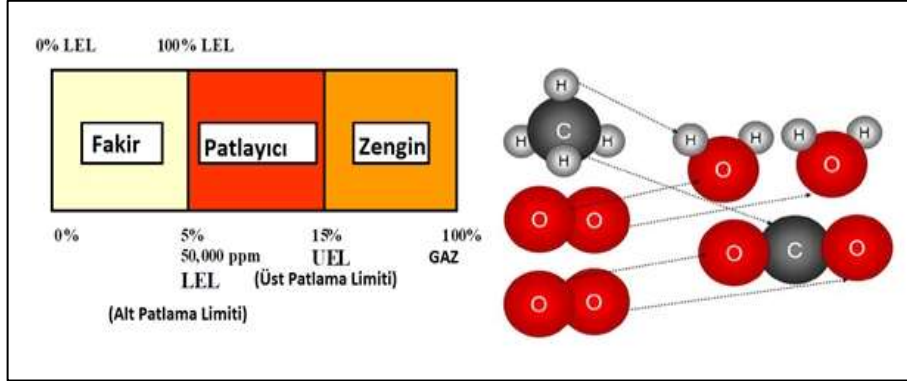
Katı atık içinde bulunan biyolojik olarak ayrışabilir organik maddeler mikroorganizmaların yardımı ile biyokimyasal olarak ayrışırlar. Ayrışma süreçlerinin başlangıcında, aerobik bakteriler organik maddeleri organik asitlere ve diğer kimyasal bileşiklere dönüştürürler. Atıklar depolandıktan sonra, ortamda bulunan oksijen, ortamdaki mikroorganizmalar tarafından hızla tüketilir. Bundan sonra meydana gelen biyolojik ayrışma süreçleri anaerobik mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilir. Bu mikroorganizmaların faaliyetleri sonucu ortaya çıkan temel ürünler depo gazı (LFG), yüksek kirletici konsantrasyonlarına sahip sızıntı suları ve stabilize olmuş atıklardır. Anaerobik ayrışma çok yavaş ve uzun süreler alan bir süreçtir ve ayrışma hızı, nem, sıcaklık, pH, hava basıncı ve sıkıştırma oranı gibi pek çok çevresel faktöre bağlı olarak değişmektedir.

Tablo 21: Depo Gazlarındaki Uçucu Organik Bileşikler

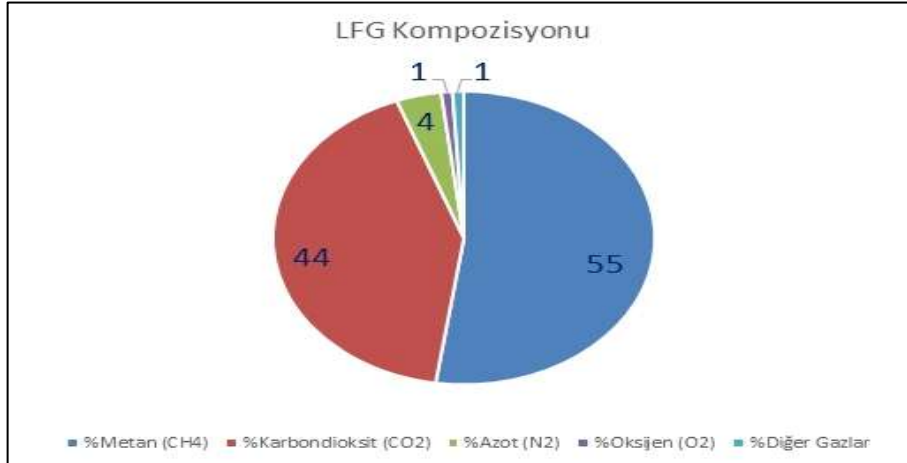
| Bileşik | Tipik Konsantrasyon (ppb) | | | |
|--|---------------------------|---------------|---------|--------------|
| | Taze atıklar | Yaşlı atıklar | Biyogaz | Sızıntı suyu |
| Diklorometan | 0,12 | 0,14 | 0,11 | 0,07 |
| 1,2 dikloroetilen | 0,04 | 0,07 | 0,06 | 0,03 |
| Tetrakloroetilen | 0,06 | 0,11 | 0,07 | 0,10 |
| Asetikasitester | 0,42 | 0,04 | 0,03 | |
| Bütanoikasitester | | | | |
| Asetikasitbütilester | 0,01 | | | |
| Ftalikasitdiester | 0,20 | 0,07 | 0,07 | 0,01 |
| 1 metoksi 2 propanol | | | | |
| 6 pentadeken 1 ol | 0,46 | 0,70 | 0,169 | 0,41 |
| 2 bütoksietanol | | 0,04 | | 0,10 |
| Asetikasit | | | | |
| Bütanoikasit | 0,03 | | | |
| Heksanoikasit | | | | |
| 2 bütanon | | | | |
| 2 pentanon | | | | |
| 2 metilbütanal | | | | |
| Heksanal | | 0,01 | 0,02 | |
| Sikloheksanon | | | | 0,02 |
| 4 metilsikloheksanon | | 0,21 | 0,37 | |
| Sinamikaldehit | | 0,12 | 0,06 | 0,08 |
| 2 metil 5 (1 metiletil) sikloheksanon | | 0,16 | 0,06 | |
| 5 metil 3 (1 metiletil) sikloheksanon | | 0,04 | | 0,32 |
| 5 metil 2 (1 metiletil) sikloheksanon | | | | 0,10 |
| 2 metil 1,3 dioxolan | 6,16 | 7,29 | 6,46 | 5,47 |
| 2 etilfuran | | | 0,01 | |
| Dietoksümetan | | | 0,13 | |
| 3,4dihidropropan | | | | 0,05 |
| Ftalikanhidrit | | 0,16 | | 0,06 |
| 2 metil5(1 metiletil) bisiklo (3,1,0) heksen | | | | |
| Alfa pinen | 0,82 | 0,51 | 0,48 | 0,15 |
| Kamfen | | | | |
| Beta felandren | 0,89 | 0,04 | 0,09 | |
| Beta pinen | | 0,16 | | |
| 3 Karen | | | | |
| Alfa terpinen | 0,07 | | | 0,03 |
| Limonen | 13,44 | 0,09 | 0,00 | 0,01 |
| Gama terpinen | 0,13 | 0,06 | 0,03 | 3,05 |
| Alfa terpinolen | 0,19 | | | |
| Terpen 1,3,7,7trimetilbisiklo (4,1,0) hepten | 0,03 | | | 0,29 |
| Kamfor | 0,20 | | | |
| 1 metil 4 (1 metiletil) 3 sikloheksen 1 olo | 0,09 | | | 3,31 |
| alfa terpineol | | | | |
| İzobornil asetat | | | | |
| 6 izopropiliden 1metilbisiklo(3,1,0) heksan | | | | |
| 4 metil 1 (metiletil) bisiklo (3,1,0) heksen | | 0,06 | | |
| Terpen 7 | 0,50 | 0,46 | 0,39 | 0,37 |
| Toluen | 1,06 | 1,28 | 0,79 | 1,62 |
| Etil benzen | 0,50 | 0,48 | 0,27 | 0,23 |
| p Ksilen | 0,74 | 0,40 | 0,47 | 0,41 |
| o Ksilen | 0,35 | 0,70 | 0,42 | 0,38 |
| Propil benzen | | 0,06 | 0,06 | 0,05 |
| (1 metiletil) benzen | | | | 0,04 |
| 1 etil 3 metil benzen | | | | 0,11 |
| 1 etil 2 metil benzen | 0,04 | 0,14 | 0,52 | 0,43 |
| 1,3,5 trimetil benzen | 0,22 | 0,19 | 0,13 | 0,19 |
| 1,2,4 trimetil benzen | 0,07 | 0,16 | 0,24 | 0,13 |
| 1,2,3 trimetil benzen | 0,36 | 0,41 | 0,50 | 0,73 |
| (1 metilpropil) benzen | | 0,06 | | |
| (2 metilpropil) benzen | | 0,00 | | |
| 1 metil 3 propil benzen | | | 0,00 | 0,02 |
| p Simen | 1,02 | 1,30 | 6,36 | 2,89 |
| 1,3 dietilbenzen | | 0,05 | 0,01 | |
| 1,2,3,5 tetrametilbenzen | 0,18 | | | 0,10 |
| 2,6 dimetilbenzaldehit | | | 0,07 | |
| 3,5 dimetilbenzaldehit | | | | 0,10 |
| 1 metoksi 4 metil 2 (1 metiletil) benzen | | | | |
| Bütan | | 0,26 | | 0,10 |
| 1 etil 2 metil siklopropan | 0,18 | 0,21 | | 0,12 |
| 1,3,5 sikloheptatrien | | | | |
| 3 metil heksan | 0,29 | 0,28 | 0,41 | 0,03 |
| 2,4 dimetil heksan | | | 0,13 | |
| 2,3 dimetil sikloheksan | | 0,03 | | |
| 2,4 dimetil heptan | | | | 0,04 |
| 1 bütül 2 pentil siklopropan | | | | |
| 1,1,3,3 tetrametil siklopentan | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,36 |
| 7 metil 3,4 oktadien | 0,75 | 1,24 | 0,72 | 0,14 |
| Dekan | 0,61 | 0,45 | 0,94 | |
| 1 metil 1,4 (1 metiletil) sikloheksan | 0,02 | 0,02 | 0,03 | |
| Undeken | | 0,03 | 0,04 | |
| 2,3,6 trimetiloktan | 0,17 | 0,14 | 0,19 | |
| 2,3 dimetilnonan | | 0,03 | | |
| 1 metil 2 pentil sikloheksan | 0,04 | 0,11 | | 0,03 |
| 4,7 dimetilundeken | 1,98 | 0,55 | 0,37 | 0,80 |
| 4,5 dipropiloktan | | 0,04 | 0,10 | |
| Hidrokarbon 1 | 0,01 | | 0,17 | |
| Pentadekan | | 0,27 | | |
| 2,6,10 trimetildodekan | 0,42 | | 0,09 | 0,03 |
| 2,2,3,4 tetrametildodekan | 0,09 | 0,04 | | |
| Hidrokarbon 2 | | 0,13 | | |
| Hidrokarbon 3 | 0,46 | | | |

LFG, atık içerisindeki organik maddelerin anaerobik ayrışması sonucu ortaya çıkan bir gaz karışımıdır. Depo gazları, hemen hemen eşit oranda metan ve karbondioksit ile çok sayıda eser miktarda uçucu organik bileşikten meydana gelmektedir. Katı atık depo sahalarından kaynaklanan metan “Küresel ısınma” konusunda karbondioksit göre güneş ışığını 21 kat daha fazla absorbe etme kabiliyetine sahiptir. Ayrıca, kapalı ortamda metan (CH₄) hava ile % 5-15 oranlarında karıştığında patlayıcılık özelliğine sahiptir. Depo gazlarının diğer bileşenleri ise insan ve çevre sağlığı üzerinde hava kirliliği ve istenmeyen kokular gibi çeşitli etkilere sebep olurlar. Bu nedenle depo gazları doğru olarak yönetilmezse çevresel bir problem olarak değerlendirilmektedir.

Şekil 30: Metanın Yanıcı ve Patlayıcı Özelliği



Şekil 31: LFG Kompozisyonu



Aerobik Faz

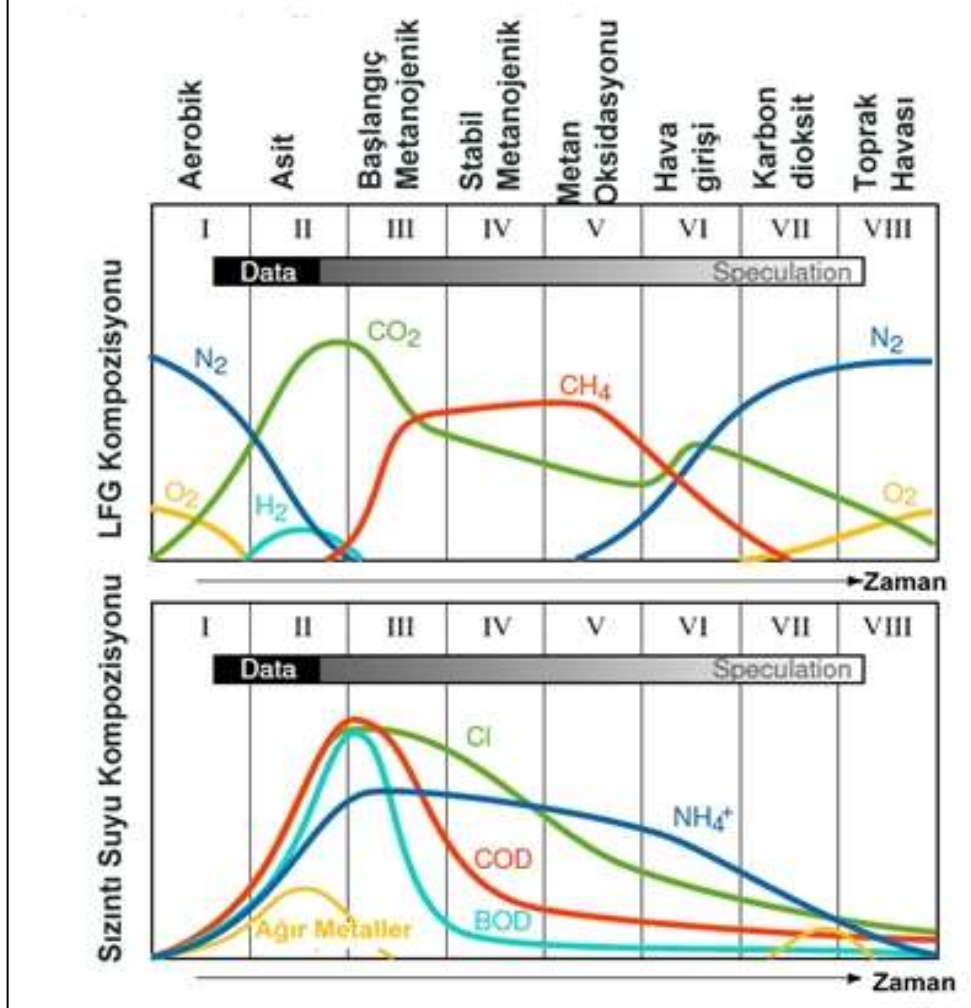
Bu safha katı atık depo sahasına atıkların depolanarak saha içerisinde su muhtevasının artmasıyla başlar. Elde edilen bu yeni ortamla birlikte aktif mikrobiyal bir topluluk oluşur ve biyokimyasal reaksiyonun gerçekleşebilmesi için ilk birkaç gün ile birkaç hafta arasında çevresel şartlarda bazı değişiklikler meydana gelir. Bu safhanın karakteristik özelliği atıkların depolandığı sırada atmosferden gelen O₂'in varlığıdır. Biyolojik olarak ayrışabilir organik maddelerin reaksiyona girebilmesi için O₂ ihtiyacı çok yüksek olduğundan, kısa süre sonra gaz fazındaki O₂ tamamen tükenir. Bu fazda, tüketilen O₂ ile orantılı miktarda CO₂ üretilir. Öte yandan Azot (N₂) gazı konsantrasyonunda çok az bir azalma görülür. Bu safhada çok fazla ısı üretilir ve depo gövdesinin sıcaklığı 60-70 °C'ye kadar çıkabilir.

Asit Fazı

Bu safhada depo gövdesindeki O₂'in tükenmeye başlamasıyla birlikte aerobik ortamdan anaerobik ortama geçişin başladığı görülür. O₂'in tükenmesiyle birlikte, anaerobik

faaliyetin baskın olduğu ikinci safha baslar. Organik asitlerin oluşmaya başlamasıyla daha belirgin miktarlarda CO₂ üretilmeye baslar ve anaerobik ayrışma safhası başlamış olur. CO₂'in ulaşabileceği maksimum değer hacimce % 70-90 arasında değişir. Bu değerlere çevre şartlarına ve depolama şartlarına bağlı olarak atık depolandıktan 11-40 gün sonra ulaşılabilir. Bu safhada Hidrojen (H₂) gazı konsantrasyonu ise hacimce % 20 civarındadır. Burada birincil elektron kabul ediciler nitrat (NO₃⁻) ve sülfattır (SO₄⁻²). Yani bu safhada oksijen ihtiyacı için nitrat ve sülfatın oksijeni kullanılır.

Şekil 32: LFG ve Sızıntı Suyu Kompozisyonları



Başlangıç Metanojenik Faz

Depolamanın tamamlanmasından sonra ilk kez bu safhada CH₄ oluşur ve oluşan CH₄ miktarı zamanla artar. CO₂ ve N₂ miktarlarında azalma görülürken H₂ tamamen tükenir. Redox potansiyelleri düşer. Birinci ve ikinci safhaların tamamlanması 10-50 gün arasında gerçekleşirken üçüncü safha 200-500 gün arasında tamamlanır. Ayrışma süreleri arasındaki bu farklılıklar, ayrışma sürecinin her zaman gerçekleştiğini, fakat ayrışmanın tamamlanması için gerekli olan sürenin yerel şartlara bağlı olarak çok fazla değiştiğini göstermektedir. Metan ve asit bakterileri aralarında simbiyotik bir ilişki vardır. Asetojenik bakteriler; Metanojenik bakteriler için besin maddesi olan bileşikleri üretirken. Metanojenik bakterilerse asetojenik bakteriler için zehir niteliğindeki karbondioksiti ve asetatı tüketirler.

Stabil Metanojenik Faz

Bu fazda gaz üretimi ve bileşenleri hemen hemen sabit olup % 40-70 CH₄ ve % 30-60 CO₂'den oluşur. En yüksek CH₄ konsantrasyonun görülmesi sebebiyle bu safha oldukça

önemlidir. Yapılan saha çalışmalarında CH₄'in molar fraksiyonu % 50'nin altında olduğunda ve aynı zamanda gaz içerisinde H₂ de mevcut olduğunda CH₄ üretiminin yavaş gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu safha gaz bileşimi sabit olmakla birlikte, gaz oluşum hızı zamanla düşer. Ancak, yine de depo gazı basıncı atmosferik havanın depo içerisine girmesini engelleyecek seviyelerdedir. Bu safha, gaz miktarının yavaş yavaş azalmasıyla ortalama 10-20 yılda tamamlanır. Bu safhanın bu kadar uzun olmasının ana sebebi atık içindeki katı fazdaki organik maddelerin sıvı faza çok uzun süre içinde dönüşmesidir.

Aerobik Şartlara Geçiş Fazları

Bu safhada ayrışma süreçleri ve depo gazı üretimi önemli oranda azalır. Başlangıçtaki atmosferik şartlar yeniden etkili olmaya baslar. Bugüne kadar hiçbir çalışma atığın ayrışmasının tamamlanmasına kadar devam etmemesine rağmen, eski sahalardan elde edilen verilere dayanarak mevcut organik karbon kullanıldıktan sonra metanojenik faaliyetin azaldığı ve CH₄ ve CO₂ konsantrasyonlarının hızla düştüğü söylenebilir. Sonuçta kalan artık madde ise biyolojik olarak inert ve stabil haldedir.

10.3.LFG'nin Enerji Değeri

Her üç gazın da yakılarak ısı elde edilmesinde rol oynayan esas bileşim metan gazıdır. Aşağıdaki Tabloda görüldüğü gibi doğal gazın yaklaşık %90'i metan gazı iken, bu oran LFG ve kanalizasyon gazlarında düşüktür. Ancak özellikle LFG 'deki metan oranı yerel şartlara göre çok değişmektedir. Örneğin sıcak ve nemli bölgelerde LFG'deki metan oranı %60'a kadar çıkarken kuru ve soğuk yerlerde %35'e düşebilmektedir. Metan oranının %40'ın altına inmesi durumunda enerji elektrik üretimi ekonomik olmayabilir. LFG ayrıca oran olarak azda olsa ancak paslanmaya yol açabilecek siloksan içermektedir. Siloksanlar insan yapımı organik bileşiklerdir; silisyum, oksijen ve metil grupları içerir; Siloksanlar kişisel hijyen, sağlık ürünlerinin imalatında kullanılır. LFG'de siloksan olması durumunda gaz motorlarında yanması sonucu SiO₂ oluşur ve ekipmanlara zarar verir bu nedenle artırılmaya ihtiyaç duyulabilir.

Tablo 22: Doğalgaz-LFG-Kanalizasyon Gazı Enerji Değerleri

| Gaz Bileşimi | Doğalgaz | LFG | Kanalizasyon Gazı |
|---------------------------------------|-----------------|------------|--------------------------|
| Metan (CH ₄) | % 90 | % 55 | % 65 |
| Karbondiyoksit (CO ₂) | % 0 | % 45 | % 35 |
| Azot (N ₂) | % 5 | % 5 | % 0 |
| Etan (C ₂ H ₆) | % 5 | % 0 | % 0 |
| Toplam | % 100 | % 100 | % 100 |
| Metan Numarası | 85 | 136 | 134 |
| Isıl değeri (MJ/m ³) | 34 | 21 | 25 |

Resim 39: Gaz motorunda SiO₂ Oluşumu



Bir gazın enerji üretiminde kullanılabilmesi için iki önemli özelliğine bakılır;

- **Metan numarası:** Bu değer gazın sıkıştırılabilme özelliğini temsil eder. Gazın metan sayısı yükseldikçe kendiliğinden ateşlenmeden sıkıştırılma oranı artar ve böylece gaz motorundan daha fazla güç elde etmek mümkün olur. Metan numarasının sıvı yakıtlar için karşılığı oktan değeridir.
- **Isıl Değeri:** Gazda metan gazi oranı arttıkça ısıl değeri de artmaktadır.

1 kg CH₄; 1.18 Kg Fueloil, yani yaklaşık olarak 1 m³ CH₄ 1 lt Fueloil olarak kabul edilebilir. Yüksek metan numarası dolayısıyla LFG'nin enerji üretiminde kullanılmasının uygun olacağı görülmektedir. Ancak **5040 – 5600 kcal**'lik ısıl değeri ile LFG'nin doğalgazdan enerji üretiminde daha az verimli, yani aynı miktarda elektrik üretebilmek için doğalgazın yaklaşık iki katı LFG'ye ihtiyaç vardır.

10.4.Gaz Toplama Sisteminin İşletilmesi

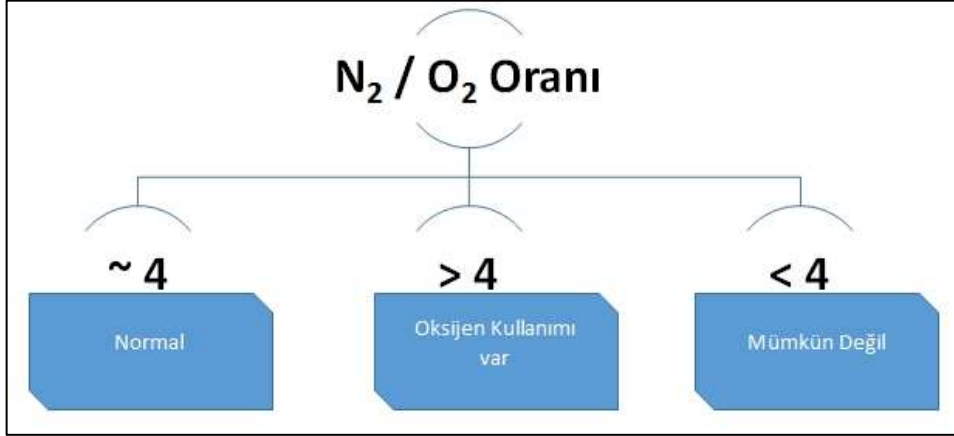
Saha işletmesinde kuyu başı ve manifoldlarda; vakum, fark basıncı, sıcaklık; LFG, CH₄, O₂, CO₂, vana pozisyonu, dikey kuyulardaki su yükseklikleri parametreleri izlenmelidir. Ölçü aletleri kalibre edilmiş ve örnekleme haznesinde artık gaz bekletilip boşaldıktan sonra ölçümler yapılır.

Resim 40: Gaz Ölçüm Aletleri



Sahada kuyularda tıkanmalar oluşabilmektedir. Her yıl mevcut kuyuların %10'unun yenilenmesi gerekebilmektedir. Kuyularda vakum ayarlanırken N₂/O₂ oranına bakılarak basınçlar ayarlanır.

Şekil 33: N₂/O₂ Oranı



Resim 41: Gaz Toplama Sisteminde Görülen Tıkanıklıklar



Çeşitli sebeplerden dolayı elektrik üretilmediğinde sahaya vakum uygulamaya devam etmek ve sahanın pozitif basınca geçmesini engellemek amacıyla mutlaka uygun kapasitede yakma bacası teçhiz edilmelidir.

Resim 42: Gaz Yakma Bacaları



Gaz yakma bacalarına benzer şekilde elektrik üretilmemesi durumunda gaz balonlarında sahadan gelen gaz depolanabilir. Öncelikli amaç sahaya devamlı olarak sabit vakum uygulanması olmalıdır.

Resim 43: Gaz Balonu



10.5.Gaz Arıtma ve Şartlandırma

Öncelikle Vakum ve basınçlandırma sistemi ile toplanan gaz ilk olarak alev tutucular ve filtrelerden geçirilerek toz ve partiküller tutulmalı ve soğutma sistemi ile sıcaklığı 30- 40°C den 2°C ye düşürülerek muhteviyatında bulunan nem, demistörler vasıtasıyla tahliye edilmelidir. LFG içerisindeki kükürtlü bileşikler ve siloksanlar aktif karbon ünitesi veya membran sistemleriyle arıtılarak enerji tesisine iletilmelidir.

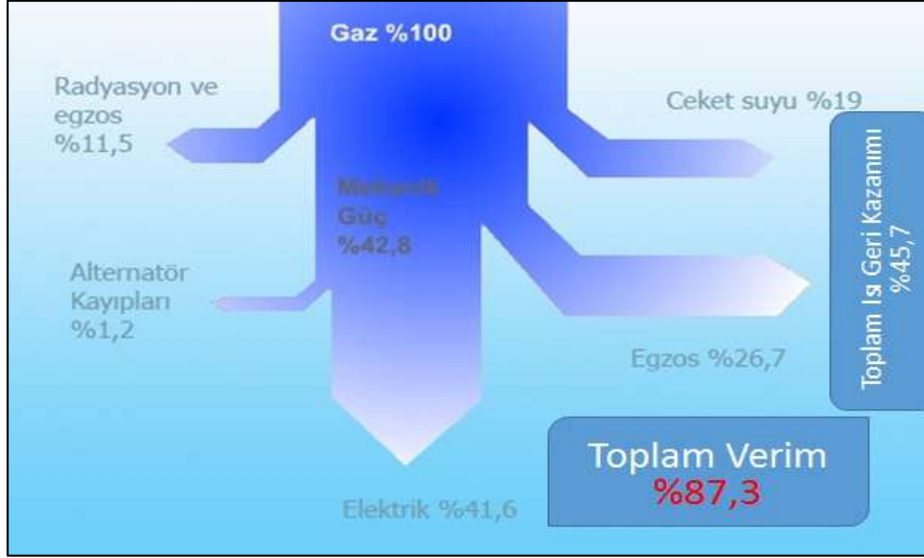
Depo Gazı Kullanım Seçenekleri

- İçten Yanmalı Motorlar
- Gaz Türbinleri
- Bacada Yakma
- Ticari CO₂ Üretimi
- ORC Motorları
- Sitirling Motorları
- Buhar Sistemleri
- Yakıt Hücreleri
- Metanol Üretimi
- Sızıntı suyu Buharlaştırılması
- Doğrudan Kullanım
- CNG Dönüştürme

Arıtılmış olan gaz içten yanmalı gaz motorlarında elektrik enerjisine dönüştürülür. İçten yanmalı gaz motorları 4 zamanlı motor prensibine göre çalışmaktadır. Yakıt ve hava karışımı silindirlerde sıkıştırılır ateşleme ile bu gaz patlatılarak egzozdan atılır. Silindirlerdeki patlama neticesinde pistonlar krank milini çevirerek alternatörde elektrik enerjisi üretilmiş olur. Gaz motorlarının elektriksel verimi %50 mertebesindedir. Egzoz ve ceket suyu ısı geri kazanılarak kojenerasyon sağlanabilir. 1MW'lık Enerji üretimi için ortalama 600m³ / h LFG gerekmektedir.

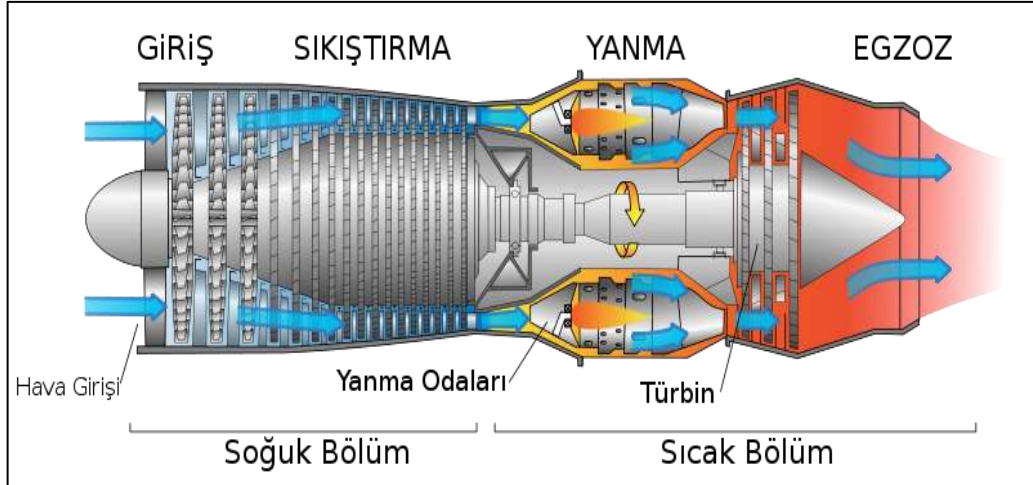
Günümüz modern içten yanmalı gaz motorlarında; Turbocharger bypass sayesinde kompresörün arkasında elektronik kumandalı valf ile dinamik olarak çıkış kontrolü sağlayarak kontrol aralığını genişletir. Fakir yakıt/hava karışımı yanma kontrol sistemi ile tüm işletme şartlarında en doğru yakıt/hava karışımı kontrol ederek mükemmel yanma koşullarını sağlanabilmektedir. Gaz mikser sayesinde eşit basınç prensibine göre çalışır ve gerekli basınç şartlarını kararlı ve optimize şekilde sağlar. Bu da gaz motorunun tam yükte düşük basınç kaybıyla en verimli şekilde çalışmasını sağlar. Farklı kalorifik değerlerde olan gaz konsantrasyonlarına göre ayarlanabilir modları vardır. Elektronik ateşleme gelişmiş mikro işlemci kontrollü ateşleme sistemi ile makinelerde vuruntusuz stabil çalışma sağlar.

Şekil 34: Depo Gazı Enerji Verimliliği



Proseste ısı kullanılacaksa tercih edilmesi gereken bir sistemdir. Ayrıca gazın arıtılarak saflaştırılması önemlidir.(OPRAH Turbine)

Şekil 35: Gaz Türbini



11. İŞLETME KOŞULLARI, KONTROL VE İZLEME SÜRECİ İLE DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSLERİNİN KAPATILMASI VE KAPATMA SONRASI İZLEME

11.1.İşletme koşulları

Düzenli depolama tesisinin işletilmesinde çalışacak teknisyen, tekniker ya da mühendis olan saha görevlileri, Bakanlıkça verilecek saha yönetim ve işletme sertifikasına sahip olmak zorundadır. Düzenli depolama tesisi işletmecilerinin ve personelinin periyodik olarak meslek içi eğitimi işletmeci tarafından sağlanır. İşletmeci, tesiste kazaları önlemek ve olası kazaların etkilerini azaltmak için gereken önlemleri almakla, tesiste işletme koşulları ile izleme ve kontrol işlemlerine ilişkin sistemi oluşturmakla yükümlüdür.

I. Sınıf düzenli depolama tesisinin sahibi veya işletmecisi, bertaraf işlemleri başlamadan önce Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik hükümlerini karşılayacak şekilde tesisin inşası, işletmesi, kapatılması ve kapatma sonrası bakımı sırasında olası herhangi bir kazanın üçüncü şahıslara verebilecekleri zararlara karşı mali sorumluluk sigortası yaptırmakla yükümlüdür.

Lisans almış olan düzenli depolama tesisi işletmecileri tesisin işletme koşulları, izleme ve kontrol planına uygun olarak yapılan tesisle ilgili ölçüm ve analiz sonuçları ile ilgili mevzuata uygun olarak işletildiğine ilişkin bilgi ve belgeleri içeren raporları bir yılı aşmayacak şekilde lisans belgesinde belirlenen periyotlarda Bakanlığa raporlamakla yükümlüdür.

11.2.Kontrol ve İzleme İşlemleri

Atıkların depolama tesisi sınıfına göre; atık kabul kriterlerine uygun şekilde tesise kabul ve bertaraf edildiğinin, düzenli depolama tesisinin işletme planına uygun olarak çalıştırıldığı, düzenli depolama tesisinde inşa edilen depo gazı ve sızıntı suyu yönetim sisteminin işlevini tasarlandığı şekilde yerine getirdiğinin, düzenli depolama tesisine ilişkin lisans şartlarının tam olarak sağlandığının kontrol edilmesi için gerekli izleme sistemlerinin oluşturmak ve uygulamakla zorunludur.

Düzenli depolama tesisi işletmecileri, sızıntı sularından ve yağış sularından dolayı tesiste olabilecek olumsuzlukları engellemek amacıyla gerekli önlemleri almak için meteorolojik verileri takip etmekle yükümlüdür. Bu amaçla, Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliğin Ek-4'ünde belirtilen meteorolojik veriler izlenmelidir. Bu veriler sızıntı suyu oluşumuna ilişkin hesaplamalarda da kullanılır.

Tablo 23: Meteorolojik Veriler

| Parametre | İşletme Aşaması İzleme Sıklığı | Kapatma Sonrası Aşama İzleme Sıklığı |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|
| Yağış hacmi (mm/gün, mm/ay) | Günlük | Aylık ortalama |
| Sıcaklık, en düşük, en yüksek ve yerel saatle 14:00'te (°C) | Günlük | Aylık ortalama |
| Rüzgârın yönü ve hızı (m/s) | Günlük | - |
| Buharlaşma (mm/gün, mm/ay) | Günlük | Aylık ortalama |
| Bağıl nem | Günlük | - |

İşletmeci, işletme aşamasında ve kapatma sonrasında, her yıl sahanın topografyası ve depo gövdesine ilişkin durum tespiti yaptırır ve Bakanlığa gönderir. Durum tespitinde; atıkların depolandığı yüzey alanı, hacim ve atıkların kompozisyonu, depolama metotları ve depolama süresi, kalan kapasite gibi işletme aşamasında toplanıp saklanması gereken tüm bilgiler de kullanılır. Kapatma sonrasında depo gövdesindeki oturmalar belirlenir.

11.2.1. Yeraltı sularının korunmasında uygulanacak kontrol ve izleme işlemleri

Depolanacak atığın yeraltı suyuna etkilerini belirlemek amacıyla ölçümler yeraltı suyunun menbasında en az bir noktada ve mansabında en az iki noktada yapılır. Depolama tesisi işletmeye girmeden önce gelecekteki alınacak numunelere referans değerler oluşturması amacıyla en az üç noktada örnekleme yapılır. Numune alma noktaları çevresel etki değerlendirmesi sürecinde belirlenir.

Yeraltı suyu seviyesi her altı ayda bir ölçülür. Özel hidrojeolojik durumlar, daha sık aralıklarla ölçüm alınmasını gerektirebilir. Yeraltı suyu kalitesinin izlenmesine ilişkin numune alma, analiz sıklığı ve analizde bakılacak parametreler ilgili mevzuat hükümlerine göre belirlenir ve uygulanır. Sızıntı suyu kompozisyonuna bağlı olarak gerekli görülmesi halinde Bakanlık tarafından ilave analiz istenir.

Tesis işletmeye alındıktan veya kapatıldıktan sonra yeraltı suyu kalitesinde önemli bir değişiklik görülebilir. Bu olumsuzluğun giderilmesi veya tesisten kaynaklanmadığının tespit edilebilmesi için tesis faaliyete alınmadan önce ilk alarm seviyesi tespit edilir. Alarm seviyesinin aşılmamasını kontrol etmek amacıyla yapılacak gözlemler, her kuyu için belirlenmiş kontrol kurallarını ve su seviyelerini gösteren bir çizelgeye işlenir. Çizelge, kapatma sonrası izleme süreci sona erinceye kadar saklanır.

11.2.2. Sızıntı Suyu ve Gaz Kontrolü İçin Uygulanacak Kontrol ve İzleme İşlemleri

Sızıntı suyundan ve mevcut olması halinde yüzeysel suların numune alma işlemleri temsil edici noktalarda yapılır. İşletme planında belirlenecek olan sızıntı suyunun depolama alanından çıkış noktasından ISO 5667-1 Numune Toplama Teknolojisi Genel İlkelerine göre numune alınır ve analiz yapılır. Numune alma sıklığı işletme planında belirlenir.

Numune alma sıklıkları, sızıntı suyu niteliği ve ölçülecek parametreler lisans belgesinde bulunmak zorundadır. Yüzeysel suların izlenmesi biri menbada diğeri mansapta olmak şartıyla ve akıntı yönünü de dikkate alarak en az iki ayrı noktada yapılır. Yüzeysel suların kalitesinin izlenmesine ilişkin numune alma, analiz sıklığı ve analizde bakılacak parametreler ilgili mevzuat hükümlerine göre belirlenir ve uygulanır.

Depo gazı ve sızıntı suyunun kontrolü ve izlenmesi için Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliğin Ek-5'inde listelenen analizler verilen sıklıkta yapılır.

Tablo 24: Depo Gazı ve Sızıntı Suyunun Kontrolü ve İzlenmesi Analiz Sıklığı ve Bakılacak Parametreler

| Parametre | İşletme Aşaması | Kapatma sonrası Bakım Aşaması |
|--|-----------------|-------------------------------|
| Sızıntı suyu hacmi | Aylık | Her altı ayda bir |
| Sızıntı suyunun kompozisyonu | Üç ayda bir | |
| CH ₄ , CO ₂ , H ₂ S, O ₂ ve H ₂ emisyonları | Aylık | Her altı ayda bir |

11.2.3. İşletme Aşamasında Kontrol ve İzleme Süreci

Düzenli depolama tesisi işletmecisi, tesisinin işletme aşamasında; kontrol ve izleme işlemlerine ilişkin genel hükümler, yeraltı sularının korunmasında uygulanacak kontrol ve izleme işlemleri, sızıntı suyu ve gaz kontrolü için uygulanacak kontrol ve izleme işlemlerine uygun şekilde bir kontrol ve izleme planı hazırlar ve yürütür.

Kontrol ve izleme işlemleri sırasında çevreyi olumsuz etkileyecek herhangi bir durumun tespiti halinde işletmeci bu durumu 24 saat içinde İl Müdürlüğüne bildirmekle yükümlüdür. İşletmeci, olumsuz etkilerin giderilmesine yönelik önlemlere ilişkin Bakanlıkça verilecek kararlara uymakla ve önlemlerden doğacak masrafları karşılamakla yükümlüdür.

İşletmeci, kontrol ve izleme planı doğrultusunda gerçekleştirilen faaliyetleri ve yapılan analizleri işletme planı çerçevesinde Bakanlığa sunar. Kontrol ve izlemede analitik işlemlerin ve/veya analizin kalite kontrolü, Çevre Ölçüm ve Analiz Laboratuvarları Yeterlik Yönetmeliği kapsamında Bakanlıkça yetki verilen laboratuvarlar tarafından yapılır.

11.3.Düzenli Depolama Tesisinin Kapatılması ve Üst Örtü Teşkili

Atık depolama işlemi tamamen bittikten sonra depolama alanında üst örtü teşkil edilmeden önce, alan normal kazı toprağı örtüsü ile tesviye edilir. Kapatma işlemine başlamadan önce; atıkların veya sahanın kayma ve çökme riskine karşı depolanan atık kütlelerinin yeterince oturduğu tespit edilir.

Düzenli depolama tesisi sınıflarına göre, tesisin kurulduğu bölgenin yağış özelliklerinden dolayı kapatma sonrası süreçte sızıntı suyunun oluşumunun engellenmesi ve depoda oluşacak gazların toplanması için depo üst örtüsü asgari aşağıda verilen şartları sağlayacak şekilde teşkil edilir:

- Yalnızca gaz oluşumu beklenen II. sınıf düzenli depolama tesislerinde; depo gazlarının oluşturacağı potansiyel risklerin engellenmesi amacıyla gaz drenaj katmanı inşa edilir.

- Yapay geçirimsizlik kaplamasının I. sınıf düzenli depolama tesislerinde uygulanması mecburidir.

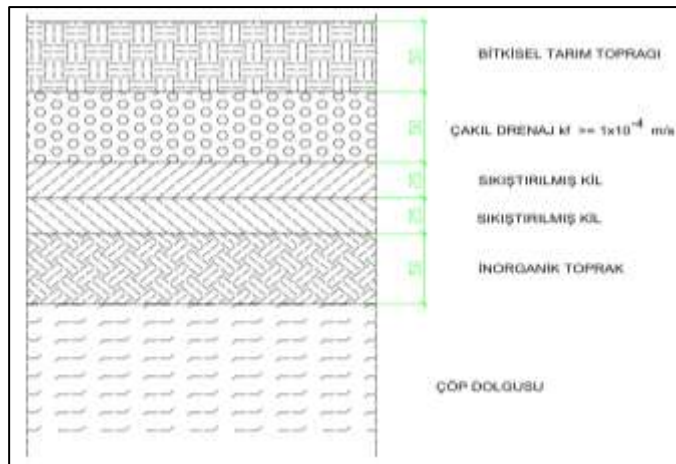
- Mineral geçirimsizlik tabakası en az 25 cm kalınlığında iki tabaka halinde(toplamda 50 cm.) uygulanır. Drenaj tabakasının en az 50 cm kalınlığında olması ve en az $K \geq 1.0 \times 10^{-4}$ m/s geçirgenliğe sahip olması gerekir.

- Üst örtü toprağı daha sonradan bitkilerin yetiştirilmesini sağlayabilecek şekilde yetiştirilecek bitki türüne bağlı olarak en az 50 cm kalınlığında olması gerekir.

III. sınıf düzenli depolama tesisleri için bu hükümler uygulanmamakla birlikte bu sahalarda atık depolama işlemi tamamen bittikten sonra sahanın üstünün kapatılması ve yeşillendirilmesi zorunludur.

Kapanan düzenli depolama tesislerinde 15-20 yıllık bir süreç sonunda toplam atık dolgusu yüksekliğinin ~%30'una varan oranlarda oturma gözlenebilir. Söz konusu oturmaların hız ve büyüklüğünün, depolanan atık özelliklerinin çok heterojen oluşu dolayısıyla, tahmini son derece güçtür.

Şekil 36: Tipik Saha Üst Örtü Kesiti



Resim 44: Kapatma Sonrası Bitkilendirme Çalışmaları



Bitkisel toprak tabakasının oluşturulması ile alt tabakaları mekanik, meteorolojik ve diğer etkilerden korumak ve üzerindeki bitkiler ile erozyonu azaltmak amaçlanmaktadır. Bu tabakanın ve uygulanacak inşaatın detayı; uygun malzemenin kolay temin edilebilirliği ile planlanan kullanım (kapatma sonrası) amacına (yeşil alan, spor sahası sera vb.) göre değişir. Atık depolama sahasının üzeri bitkisel toprakla kapatılmadan önce depo gazına dirençli uygun bitki türlerinin tespiti için yerinde bitki denemeleri gerekebilir.

Bitkisel toprak tabakası teşkili ve tohum hazırlama, süreklilik arz edecek şekilde yürütülmelidir. İlk ekim (bitkilendirme) döneminde erozyondan korunmak için, dayanıklı ve hızlı büyüyen çim türleri kullanılmalıdır. Çim ekimi, şiddetli rüzgar ve yağış altında yapılmamalı, uygun hava şartları beklenmelidir. Hızlı büyüyen çim tabakası geliştikten sonra diğer sığ köklü bitkilerin (ağaç türleri) ekimine geçilmelidir.

Resim 45: Kapatılmış Dzenli Depolama Sahası(Saha Yeşillendirme Çalışmaları)





11.4.Kapatma Sonrası Çevresel Etmenlerin İzlenmesi

I.sınıf ve II.sınıf düzenli depolama tesislerinin bulunduğu alanlar, depo hizmet süresini doldurduktan sonra en az otuz yıl (30 yıl) süre ile izlenir ve denetlenir. Lisans koşullarında izleme süresi belirtilir.

Düzenli depolama tesisinin tamamen ya da kısmen kapatılması; lisansta belirtilen koşullar gerçekleştiğinde veya işletmecinin talebi ve Bakanlığın onayıyla veya Bakanlığın gerekçeli kararıyla gerçekleştirilir. Bakanlık tarafından tesiste nihai saha denetiminin yapılması ve işletmeci tarafından sunulan bütün raporların değerlendirilmesi sonucu işletmeciye kapatma için onay verilir. Bu durum hiçbir şekilde işletmecinin lisansta belirtilen sorumluluklarını değiştirmez, tesis kapatma işlemleri tamamlanuncaya kadar bu Yönetmelik hükümlerinden işletmeci sorumludur. Düzenli depolama tesisi tamamen kapatıldıktan sonra,

lisansta belirtilen süre boyunca kapatma sonrası sahanın izlenmesi, bakımı ve kontrolünden tesis sahibi sorumludur.

Kapatma sonrası yapılan izleme ve kontrol işlemleri sırasında ortaya çıkabilecek olumsuz çevresel etkiler konusunda tesis sahibi Bakanlığı bilgilendirir. Tesis sahibi Bakanlığın belirttiği önlemleri almakla ve bundan doğan maliyeti karşılamakla sorumludur. Lisansta belirtilen süre boyunca işletmeci kontrol ve izleme işlemlerine ilişkin genel hükümler, yeraltı sularının korunmasında uygulanacak kontrol ve izleme işlemleri, sızıntı suyu ve gaz kontrolü için uygulanacak kontrol ve izleme işlemlerine uygun şekilde düzenli depolama tesisinde oluşan gaz ve sızıntı suyunun analizinden ve saha çevresindeki yeraltı suyu rejiminin ve kalitesinin izlenmesinden sorumludur.

12. DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİ İŞLETME PLANININ HAZIRLANMASI

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliğine göre depolama sahasını işleten kurum veya kuruluşlarca işletme planı hazırlanma gerekliliği belirtilmiştir. Katı atık depolama sahalarına işletme planı hazırlanmasıyla, hem sahanın maksimum atık alabilecek şekilde etkin planlanması hem de tesisin planlı şekilde işletilmesi sağlanacaktır. Hazırlanan işletme planlarında; çalışanların görev, sorumluluk ve yetkinlikleri, iş ve işçi güvenliği, bakım programları, acil eylem planları, saha izleme koşulları, çevresel etki kontrolleri ve atık kabulünden bertarafına kadar geçen tüm süreçlerde işletme ve uygulama esasları vurgulanmaktadır. Düzenli depolama sahasının belli prensiplere göre işletilmesi işletmenin verimliliğini dolayısı ile başarısını arttıracığından çok önemli bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır. Saha genel işletme prensipleri hiyerarşik olarak aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

Şekil 37: Saha İşletme Prensipleri



12.1.Saha Koşulları İzleme Yöntemleri

Saha koşullarının izlenmesi ve bilgi toplanması ve toplanan bilginin olması gerekenle karşılaştırılması ve uyumun belirlenmesi süreci oluşturmaktadır. Metan gazının mevcudiyetini, yüzey suyunu kalitesini ve bölgedeki yeraltı su kaynaklarını belirlemek üzere çevresel izleme yapılmalıdır. Numuneler ve alınan ölçümler izlenen aktiviteyi temsil yeteneğinde olup bütün izleme bilgileri, dosyalanan kayıtlar ve bu raporları bir araya getirmek için kullanılan bütün veriler 3 yıllık bir süreyle saklanmalıdır. Sahada elde edilen veri kategorileri aşağıdakileri içermelidir:

- Dolum planlarının takibi,
- Yüzey suyu kalitesi gözlemleri,

- Yeraltı suyu kalitesi gözlemleri
- Atık sahasında oluşan gazların testi,
- Atık hacim verileri.

12.1.1. Dolum Planlarının Takibi

Dolum projelerin takibinde ana unsur uygun yüksekliklerin planlara sadık kalınarak devam ettirilmesidir. Bunun için, öncelikle projeler üzerinde mevcut yüksekliklerin ve önerilen atık depolama yüksekliklerinin belirlenmesi gerekir. Planların takibinde aşağıdaki hususlar gereklidir:

- Referans noktası olarak kullanılmak üzere daimi düzey kazıkları/yükselti işaretleri gereklidir. Bunlar zamanla değişmeyecek sabit noktalar olmalıdır.
- Eğim ve yükseklikleri elde etmek üzere atık depolamanın yapıldığı alanlara geçici düzey kazıkları yerleştirilebilir.
- Kot seviyesi planlara göre periyodik olarak kontrol edilmelidir.
- Nihai kota nasıl ulaşılacağını göstermek üzere hazırlanan nihai dolum planları kullanılarak uygun kot yükseklikleri kontrol edilmelidir.

12.1.2. Yüzey Suyu Gözlemleri

Yüzey suyu numunesi sızıntı suyunun yüzey su drenaj sistemine girmediğini teyit etmek amacıyla alınmalıdır. Yüzey suyu izleme noktaları, yüzey drenajında depolama sahasını terk eden suyun özelliğini anlamak üzere belirlenmelidir. İzleme yerleri seçilirken, depolama sahasının üzerinde ya da atık yerleştirilen yerin etkisinin dışındaki bir yerde bir alan belirlenmelidir.

12.1.3. Yeraltı Suyu Gözlemleri

Uygun olarak geliştirilmiş bir yeraltı su kalitesi izleme sistemi yeraltı suyu kalitesinin kesin ve tam bir değerlendirmesini mümkün kılar ve yeraltı suyu akış ve akış sistemlerinin özelliğini belirtir. Bu sistemlerin en azından hidrolik olarak çıkarma alanından memba kısmına olan bir kuyuyu ve mansap izleme kuyusunu içermelidir. Eğer bir laboratuvar numune konsantrasyonunda parametrelerin biri ya da birden fazlasının aşıldığını gösteriyorsa ve bu aşılma da teyit numunesiyle kanıtlandığı takdirde, yeraltı suyu değerlendirme planı hazırlanır.

12.1.4. Sızıntı Suyu İzleme

Atık depolama alanları sızıntı suyu üretmektedir ve oluşan sızıntı suyu miktarı, atık alanına girmesine izin verilen su miktarından doğrudan etkilenmektedir. Sızıntı suyu karakteri depo yaşına göre değişmektedir. Bu değişim sızıntı suyu arıtımı açısından takip edilmelidir.

12.1.5. Depo Gazı İzleme

Patlayıcı gaz seviyeleri gaz detektörü ile sahada gaz kuyularında ölçülmelidir. Patlayıcı gaz metre “yüzde patlayıcı” okuması göstermektedir. Sahada periyodik gaz ölçümleri yapılmalıdır.

12.1.6. Atık Miktar Kayıtları

Depolama sahasına kabul edilen atık miktarları, geldiği yer de belirtilmek kaydıyla kantarda kayıt altına alınmalıdır. Çevre izin ve lisansı belgesinde düzenli depolama tesisine kabul edilecek atıkların kodları belirtilmiş olup, tesise sadece belirtilen atıklar kabul edilebilir.

12.1.7. Gelen Atığın İncelenmesi

- Depolanan atığın niteliğinin tespit edilmesi için;
- Gelen atığın rastgele incelenmesi,
 - Şüpheli yüklemelerin incelenmesi,
 - İnceleme kayıtları tutulması,
 - Gelen ve/veya depolama sahasına dökülen uygunsuz atığı tespiti için tesis personelinin eğitilmesi,
 - Tesiste, depolanmış zararlı atığın keşfedilmesi durumunda ilgili yerlere bildirimde bulunulması için prosedürler/ talimatlar hazırlanması,
 - Çalışanların emniyeti, sağlığı, eğitimi ve incelemelerde kullanılacak olan ekipmanların hazırlanması gerekmektedir.

12.1.8. Yıllık Hacim Değerlendirmesi

Atık depolama alanında, atık depolanmasında kullanılacak geriye kalan atık depolama hacimlerini belirlemek üzere yıllık araştırmalar yapılmalıdır. Yıllık ölçümler aşağıdakileri içermelidir.

- Depolanan mevcut atık,
- Depolama sahası mevcut dolun yükseklikleri,
- Geriye kalan kullanılabilir kapasite.

12.2. İşletme Planlarının Hazırlanması

İşletme Planı aşağıdaki formata uygun konu başlıkları ve konu planlarını içermelidir. İşletme Planı hazırlanırken görselliğe özen gösterilmeli ve tez yazım kuralları doğrultusunda yapılmalıdır. Kitap şeklinde hazırlanmalı ve çabuk yıpranmaya karşı kalın gramajlı 80 gr'dan büyük seçilmelidir. Kapak sayfasında; düzenli depolama adı, şehir ve şirket logosu, yazım tarihi bulunmalıdır.

Tablo 25: İşletme Planı Formatı

| |
|--|
| <p>1. GİRİŞ</p> <p>2. DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI GENEL YERLEŞİM PLANI Saha Seçimi, Altyapısı ve Tesis Yönetimi</p> <p>3. DÜZENLİ DEPOLAMA SAHALARI İŞLETME ESASLARI Sahaya Giriş Atık Kabul ve Kayıt Çalışma Yüzeyine Ulaşım ve Çalışma Platformları (Saha içinde inşa edilen yollar, aracın atık döküm sahasına ulaşması, atık dökümünün uygun yere yapılması, atığın boşaltımı ve depolanması esnasında gerekli malzemelerin temini ve kullanımı, döküm alanında oluşturulan platformlar sayesinde çalışma yüzeyinin oluşturulması ve atık dökümünün platformlar yardımı ile yapılması ve nihai durumdaki belirlenen çöp eğimleri olacak şekilde döküm yapılması gibi hususlar yer almalıdır.) Atık Döküm Planı (Detaylı atık döküm planı, atık yüksekliklerine ve alana göre hazırlanmalıdır.) Atık Dökümü, Serme ve Sıkıştırma (Hazırlanan saha döküm planına göre atık seriminin nasıl yapılacağı, doldurma</p> |
|--|

alanının işletilmesi ile ilgili sorunlardan pek çoğunun azaltılması için sıkıştırma talimatı, sıkıştırmada kullanılacak ekipman ve sıkıştırmanın nasıl yapılacağı belirtilmelidir.)

Atık Dolum Planı

(Atık dolumunun hangi kot seviyelerinde ve ne şekilde yapılacağı, kullanılacak olan platformlar, nihai atık yüzey eğimi, dolum işleminin başlangıç seviyesi kotu, üst seviye kotu vb. yer almalıdır.)

Günlük Ara Örtünün Serilmesi

(Ara örtü olarak kullanılacak malzeme hakkında bilgi ve hangi kalınlıkta ara örtü malzemesi serileceği yer almalıdır.)

Sahadan Çıkış

(Atık dökümünü bitiren atık toplama aracının düzenli depolama tesisini terketmeden önce, dönüş yolu üzerinde yapması gerekenler yer almalıdır. Araç-tekerlek yıkama ünitesinde aracın tekerleklerinin depolama sahasından dışarıya olası kirlilik taşınmasını engellemek için her sefer yaptığında yıkanması vb.)

4. DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASINDA KONTROL VE İZLEME

Kuşaklama Kanalı ve Yüzey Suyu

(Kuşaklama kanalı ve yüzey suyu drenaj kanallarıyla toplanan suların, nasıl bir eğimle sahanın ne tarafından saha dışına nereye gönderileceği belirtilmelidir.)

Sızıntı Suyu

(Sızıntı suyunun ne şekilde sızıntı suyu toplama havuzuna aktarılacağı, drenajının ne şekilde yapılacağı, arıtma tesisi (varsa) hakkında bilgi, sızıntı suyunun niteliği, borularda herhangi bir tıkanma durumunda izlenecek yol vb. yer almalıdır.)

Yeraltı Suyu

(Ölçüm ve analizin işletme sırasında ve işletmeye kapatıldıktan sonra hangi zaman aralıklarında yapılacağı belirtilmelidir.)

Gaz

(Gazın Sızıntı Suyu ve Gaz Gözlem kuyularından izlenme yöntemi ve gözlem kuyularında periyodik olarak yapılacak ölçümlerin belirtilmesi gerekmektedir.)

Atık Miktarı, Tartım ve Analizi

(Düzenli Depolama Sahasına getirilecek atıkların nitelik ve niceliğini izlemek için tartım ve analiz yapılmalı ve bununla ilgili bilgiler yer almalıdır.)

5. DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASININ İŞLETME SONUNDA KAPATILMASI

Son Örtü Teşkili

Gaz Drenajı Sistemi

İşletme Sonrası Kontrol ve İzleme

6. DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI EKİPMANI-PERSONELİ

İş Makineleri

Personel (tesis personeline ait görev tanımları, yetkinlik kriterleri belgelendirilmelidir.)

7. BAKIM PROGRAMLARI

Tesis Ana Giriş Kapısı

Binalar

Kantar

Yangın Söndürme Cihazları

Yüzey Suyu Toplama Kanalları

Aydınlatma

Jeneratör

Çit

Saha Çevre Yolları

Depolama Sahası İş Makineleri

8. İŞÇİ SAĞLIĞI İŞ GÜVENLİĞİ

(Depolama alanında görev yapacak olan tüm personelin alacağı aşamalı eğitimler, depolama sahasında kullanılacak kişisel koruyucular ve kullanımda uyulacak esaslar, yangından korunma ve müdahale, acil durum eylem planı, iş kazası ve raporlanması, tesis güvenlik tedbirleri vb. yer almalıdır.)

EKLER

EK-1 DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI PROSES PERFORMANS RAPORU

(Personel durumu, aylık toplanan atık ve sızıntı suyu miktarları, işlemlerin ay içinde gerçekleştirilme ve uygunsuzluk sayıları, girdi malzemeler, uygunsuz malzemeler vb. başlıkların yer aldığı tablolar bulunmalıdır.)

EK-2 DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI SIZINTI SUYU İZLEME FORMU

EK-3 DÜZENLİ DEPOLAMA SAHALARI ATIK KABUL VE KAYIT FORMU

EK-4 DÜZENLİ DEPOLAMA SAHALARI ATIK KABUL PARAMETRELERİ

İŞLETME ORGANİZASYON ŞEMASI

EK-5 KANTAR TONAJ BİLGİLERİ FORMU

EK-6 DEPOLANAN ATIKLARA AİT KAYITLAR

EK-7 SAHA İŞLETME TALİMATLARI

Baca Gazı Ölçüm Talimatı

Gaz Bacası Yapma Talimatı

Sedde Yapma Çalışma Talimatı

Sızıntı suyu Debisi Ölçüm Talimatı

Örtü Toprağı Serme Çalışma Talimatı

Numune Alma ve Test Talimatı

EK-8 GAZ ÖLÇÜM RAPORLARI

EK-9 EKİPMAN BAKIM PROGRAMLARI

1.Bölüm

Giriş bölümünde; atık yönetimi ilgili kısa bilgi, saha seçimi, düzenli depolama prosesi, atık yönetim tarihi süreci, saha ve gelen atıkla ilgili bilgiler verilmelidir.

2. Bölüm

2. Bölümde; saha topoğrafyası, sahanın daha önceki kullanım durumu, mülkiyet durumu, en yakın yerleşim yeri, tahsis yılları, toplam tahsis alanları ve tahsis olurları, toplam depolama alanı, 1/25000 ve 1/1000 ölçekli haritalarda sahanın bulunduğu pafta listesi ve işletmeye açılış yılları gibi bilgiler verilmelidir. Bu bilgilerin yanında aşağıdaki harita ve bilgilerin detaylı verilmesi gerekmektedir. Sahanın genel yerleşim yeri, saha sınırları, idari, teknik üniteler ve gözlem kuyusu yerleri numara verilerek gösterilmelidir. Düzenli depolama alanının yerleşim yeri verildikten sonra Yerbulduru Haritası yapılarak sahanın genel konumu gösterilmelidir. Sahanın dış sınır koordinat değerleri Nokta Adı, X,Y olarak(Örn: ED-50 veya ITRF-80/Ülke Koordinatlarında) belirtilmelidir.

Düzenli depolama tesisinin tesis altyapısı ve yerleşim planı ekte verilmelidir. Bunun yanında; atıkların depolandığı/depolanacağı toplam depolama alanı, tesis içi ulaşım yolları, sızıntı suyu arıtma tesisi, sızıntı suyu toplama havuzları alanı, idari bina, ön işlem tesisleri, depo gazından enerji üretim tesisi, araç bakım atölyesi gibi birimlerin bulunduğu alanlar gösterilmelidir.

Tesis girişi hakkındaki bilgiler; tesis girişi yol genişliği, yol kaplaması, güvenlik sistemi, giriş çıkışları sağlamak için alınan önlemler, güvenlik çalışma saatleri, haberleşme ve kamera sistemi gibi bilgilerini içermelidir.

Saha içi yolların genel durumu, yol genişliği vb. bilgiler verilmeli, ana yoldan sahaya ulaşım ne şekilde yapılacağı anlatılmalı, saha içi yollar planlanırken tüm sahayı çevreleyen ring hatlarının oluşturulması sağlanmalıdır.

Atık miktarları, cinsleri konusunda bilgi sağlamak tesisin işletmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla tesis girişinde kaç adet kantar bulunduğu, kantar kayıtları, çalışma saatleri, kantar yk tonajları gibi bilgiler verilmelidir.

İdari binada teknik ve idari personelin çalışma ortamını sağlayabilecek niteliklere sahip ofisler, toplantı odası, WC, yemekhane, soyunma odaları, duş, doktor odası, dinlenme odası, amaşırhane gibi bölümleri olmalıdır.

Resim 46: İdari Bina



Saha içinde kullanılan iş makinelerinin periyodik bakımları ile gerekli bakım, onarım, tamiratlarının yapıldığı ve yedek parçaları ile sarf malzemelerinin bulunduğu araç bakım atölyesi genel özellikleri verilmelidir.

Resim 47: Araç Bakım Atölyesi



Düzenli depolama tesisi içinde yer alan sızıntı suyu toplama havuzları, sızıntı suyu arıtma tesisi, ön işlem tesisleri, depo gazından enerji üretim tesisi, tekerlek yıkama nitesi, evre çiti, jeneratörler, trafolar, radyasyon ölüm cihazı, mobil ve taşınır personel dinlenme

konteyneri, aydınlatma, haberleşme alt yapısında, yakıt deposu(mazot tankeri) vb. hakkında detaylı bilgi verilmelidir.

Resim 48: Tel Çit ve Aydınlatma



Resim 49: Personel Dinlenme Konteyneri



Sahada atık depolama işletmesinde kullanılan İş Makineleri ve ekipmanların kullanım alanları ve sayıları verilmelidir. Yangınla mücadele için gerekli olan(acil durumlarda dahil) su deposu hacmi, yangın tüpleri ve lokasyonları, iş makinelerinde ve yangın çıkma ihtimali olan yerlerdeki yangın tüpleri ve önlemleri, su tankeri, yangın hortumları, hidrat sistemi, yangında kurtarılacak ekipman tablosu, acil durum toplanma yeri, acil durum yangın ihbar ikaz butonları gibi acil durum ekipmanları ve acil durum haberleşme listesi, acil durum sorumlular listesi bunlarla ilgili bilgiler verilmelidir.

Düzenli depolama faaliyetinden sorumlu; müdür, şef, sahada görevli formen, iş makinası operatörleri, işçiler, kantar görevlileri, mühendis, usta ve vardiya sorumlularından bahsedilmeli, personel sayısı görev tanımları ile birlikte organizasyon şeması da verilmelidir. Ayrıca atık kabul zamanları ve vardiyalar da belirtilmeli, organizasyon şeması ek olarak verilmelidir.

3.Bölüm

3. bölümde; sahaya giriş, atık kabul ve kayıt, sahaya hangi tür atıkların alındığı ve kodları, kantar programı(kayıt) ve hangi tür bilgilerin(kantar programında)ve kayıtların

tutulduğu, kantarda tartımın nasıl olduğu(boş-dolu mu yoksa sabit dara tartım), atıkların hangi aktarmadan veya hangi ilçelerden geldiği, tartım sonrası kayıt fişi verilip verilmediği açıklanmalıdır.

Lot sayıları ve detaylı atık döküm planı Ek olarak verilmeli, atık seriminin nasıl yapılacağı, doldurma alanının işletilmesi ile ilgili sorunlardan pek çoğunun azaltılması için sıkıştırma talimatı, sıkıştırmada kullanılacak ekipman ve sıkıştırmanın nasıl yapılacağı toplam lot büyüklüğü, sahadaki konumu, kullanılacak olan platformlar, nihai atık yüzey eğimi, dolun işleminin başlangıç seviyesi kotu, üst seviyesi kotu, ne kadar atığın depolanacağı ve dolun süresi, ortalama atık yüksekliği ve maksimum atık yüksekliği, yüzey eğimleri, nihai çöp yüzeyi eğimi 3:1 (yatay:düşey) gibi bilgiler verilmelidir. Ayrıca sedde yapılıp yapılmayacağı bu bölümde anlatılacaktır. Tüm lotlar için bu bilgiler verilmelidir. Atık dolunu belli kot seviyelerinde kademeler halinde ve platformlar yapılarak üstten dolun ile yapılmalıdır.

Resim 50: Tekerlek Yıkama Ünitesi



Ayrıca; sahada atıkların üzerinin hangi sıklıkla örtüldüğü, örtü toprağının nasıl serildiği, temini, örtü kalınlığının ne olduğu gibi bilgiler verilmelidir. Atık getiren araçlar sahayı terk ederken hangi tür proseslerin yürütüldüğü anlatılmalıdır (boş tartım, tekerlek yıkama ünitesi, tartım fişi gibi). Atık dökümünü bitiren atık toplama aracının düzenli depolama tesisini terk etmeden önce, dönüş yolu üzerinde yapması gerekenler anlatılmalı araç-tekerlek yıkama ünitesinde aracın tekerleklerinin depolama sahasından dışarıya olası kirlilik taşınmasını engellemek için her sefer yaptığında yıkanması vb. uygulamalar açıklanmalıdır.

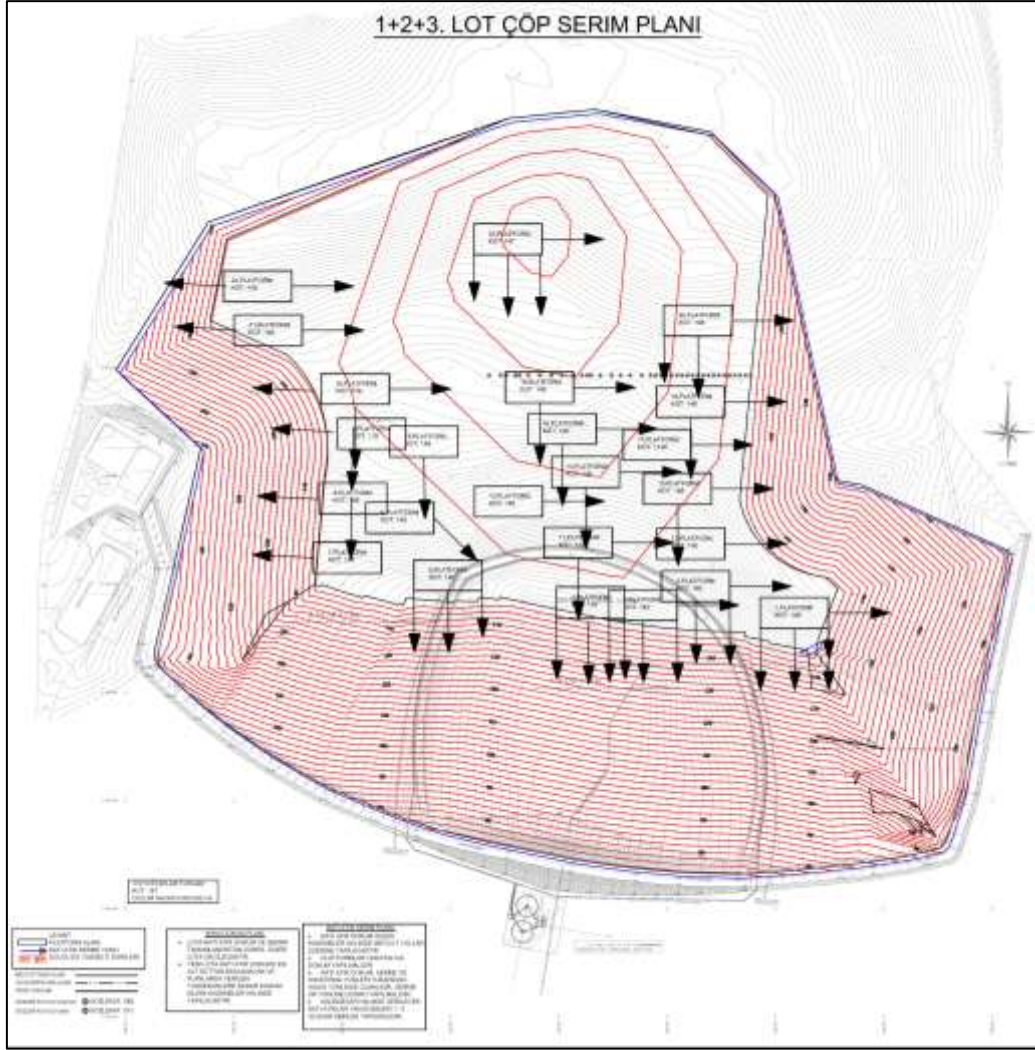
Tablo 26: Örnek Lot Döküm Planı

Örnek Lot Döküm Planı

Mevcut Döküm sahasının güney tarafında bulunan 6,1 Ha'lık bir yeni saha ve 1,1 Ha'lık mevcut saha üzerine toplamda 7,2 Ha'lık alanlardan oluşacaktır. Ortalama 20 m atık yüksekliği oluşacaktır. En alt kademe 59 m kotunda olacak ve nihai kodu 108 m ye ulaşacaktır. Saha istenilen tesviyeye ulaştığında kullanılan hacim 1.000.000 m³ olacaktır. Nihai yüzey eğimleri 3:1 (yatay: düşey) olacak şekilde dolun yapılacaktır. İlk kademe serimi yapıldıktan sonra platformlar yer değiştirilerek yeni dolun yapılması için hazırlanacaktır. Depolama en alt kottan başlanarak yükseltilecek ve platforma ulaşım için tali yollar yapılacaktır.

Platformlar yedekli olarak yapılacaktır. Bir platformda döküm yapılırken diğer platform döküm için hazırlanacaktır. Ayrıca dökümü biten platformdaki malzeme taşınarak yeni yapılacak platformda kullanılacaktır. Yüzeysel suların döküm sahasına girmesini engellemek için geçici seddeler oluşturulacaktır. 1. Lota ait dolun süresi yaklaşık olarak 2,5 ay olacaktır.

Tablo 27: Örnek Çöp Serim Planı



4.Bölüm

Kuşaklama kanalı ve yüzey suyu drenaj kanallarıyla toplanan suların, nasıl bir eğimle sahanın ne tarafından saha dışına nereye gönderileceği belirtilmeli, sahanın yüzey sularının kontrolünü gösteren plan Ek olarak verilmelidir.

Mevcut olması halinde depolama sahası yakınında bulunan yüzeysel sulardan da numune alma işlemleri temsil edici en az iki noktadan yapılmalıdır. Bu noktalar(menbaa ve mansap) İşletme Planında belirtilmelidir.

Yüzey suların izlenmesi biri menbada diğeri mansapta olmak şartıyla ve akıntı yönünü de dikkate alarak en az iki ayrı noktada yapılır.

Biri menbada diğeri mansapta(mansap kısmında iki farklı gözlem kuyusu bulunmalıdır) olmak şartıyla ve akıntı yönünü de dikkate alarak en az üç noktadan numune alınarak 6 ayda bir analizler yapılmalıdır. Bununla birlikte yönetmelikte istenen yeraltı suyu yüksekliği de her 6 ayda 1 ölçülmelidir. Sızıntı suyunun ne şekilde sızıntı suyu toplama havuzuna aktarılacağı, taban ve boru eğimleri, drenajının ne şekilde yapılacağı, arıtma tesisi (varsa) hakkında bilgi, sızıntı suyunun niteliği, borularda herhangi bir tıkanma durumunda izlenecek yol vb. yer almalıdır. Sızıntı suyu için yapılacak numune alma, analizler ve analiz sıklığı bu bölümde verilecektir. Arıtma tesisi varsa detaylı arıtma tesisi prosesi ve deşarj standartları verilmelidir.

Yeraltı ve YüzeY Suyu ile ilgili olarak ölçüm ve analizin işletme sırasında ve işletmeye kapatıldıktan sonra hangi zaman aralıklarında yapılacağı belirtilmelidir. Yeraltı gözlem noktalarının sayıları ve yerleri, biri menbada ikisi mansapta olmak üzere en az üç adet gözlem kuyusu bulunmalıdır. Saha açılmadan önce yeraltı suyundan analiz yapılarak alarm seviyesi belirlenir. Numune alma sıklığı ve analiz parametreleri(6 ayda 1) Su kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 1'e uygun olmalıdır.

Resim 51: Gözlem Kuyusu



Gazın sızıntı suyu ve gaz gözlem kuyularından izlenme yöntemi ve gözlem kuyularında periyodik olarak yapılacak ölçümlerin belirtilmesi gerekmektedir. Depo gazı oluşumu, gaz bacası ara mesafesi, baca yükseltme şekli, aktif ve pasif gaz bacaları, meşale ile ilgili bilgiler verilmelidir. Depo gazının kontrolü ve izlenmesi için CH₄, CO₂, H₂S, O₂ ve H₂ emisyonları aylık olarak gaz ölçümleri yapılarak gaz ölçüm raporları düzenlenmeli, depo gazının bertaraf şekli açıklanmalıdır.

Atık Miktarı, Tartım ve Analizi bölümünde; düzenli depolama sahasına getirilecek atıkların nitelik ve niceliğini izlemek için tartım ve analiz yapılmalı ve bununla ilgili bilgiler yer almalıdır. Düzenli depolama tesisi girişinde radyasyon ölçüm cihazı bulunmalı, gelen atığın radyasyon oranı takip edilmeli ve uygun olmayan araçlar TAEEK'e bildirilmelidir. Kantarda bulunan kamera sistemi ile tesise giren araçlar kayıt altına alınmalı, atık getiren araçlar kantar sisteminde kayda alınarak alındı makbuzu düzenlenmeli ve bir nüshası arşivlenmelidir.

5.Bölüm

Depolama Sahası nihai kotlara geldiğinde ne şekilde son örtünün yapılacağı anlatılmalıdır. Depo gazının nasıl değerlendirileceği ve yapılan çalışmalar(LFG enerji üretimi) hakkında bilgi verilmelidir. Depolama sahası kapatıldıktan sonra en az 30 yıl boyunca depo gazı, sızıntı suyu, meteorolojik veriler ve yeraltı suyu izlenmesi için planlama yapılmalıdır.

6.Bölüm

Düzenli depolama tesisinde kullanılan iş makineleri sayısı, cinsi ve diğer ekipman hakkında bilgi verilmeli, tesiste çalışan personel sayıları, görev tanımları, organizasyon şeması ve çalışma saatleri verilmelidir.

7.Bölüm

Tesis ana giriş kapısı, binalar, kantar, yangın söndürme cihazları, yüzey suyu toplama kanalları, aydınlatma, jeneratör trafo / topraklama / paratoner, kaldırma araçları, kompresör / hidrofor / kazan, çit, saha çevre yolları, depolama sahası iş makineleri bakım programları belirlenerek işletme planına eklenmelidir.

Ana girişte bulunan kapının sürekli çalışır durumda tutulabilmesi için gerekli periyodik bakımlar yapılmalıdır. Güvenlik binası, kantar, arıtma tesisi, idari bina, depo, araç bakım atölyesi 1 yıllık aralıkla genel bakıma alınmalıdır. Elektrik tesisatı, sıhhi tesisat ve genel kullanım malzemelerinin kontrol, bakım ve gerekli onarımları yine aynı dönemde yapılmalıdır. Kantarın kalibrasyon yenileme ve pil değiştirme işlemi teknik servis tarafından yapılarak ilgili formlar doldurulup depolama sahası şefliğinde muhafaza edilmelidir. Sistem üzerindeki uyarı işaretlerine dikkat edilmelidir. Mekanik sistem ve çevredeki diğer bağlantılar, özellikle kontrol sistemi üzerinde işlem yapmadan önce kontrol ünitesinin bağlantısı kesilir ve sistemin kaza ile tekrar devreye sokulmasını önleyici tedbirler alınmalıdır. Elektrik sistemleri üzerinde çalışmadan önce elektrik bağlantıları kesilmelidir. Bakım ve onarım işleri sırasında sistemin tüm kısımları, özellikle elektrikle ilgili olanlar ısınmadan ve nemden korunmalıdır. Hareketli ünitelerin kablo ve boruları hasarlara karşı korunmalıdır. Kantar, enerji kesintilerinden korumak amacıyla genel sistemdeki olması gereken acil durum jeneratörüne bağlanmalıdır. Kantara özgü parametreleri ve kullanıcı verileri saklamak amacıyla şarj edilmeyen bir lityum pil, değerlendirme ve kontrol ünitesine konulmalıdır.

Periyodik olarak seyyar yangın tüplerinin tartım, basınç ve kontrolleri periyodik olarak yapılmalıdır. İş güvenlik malzemelerinin 15 günde bir genel kontrolü yapılmalıdır. Kullanılan maske filtreleri, toz maskeleri, eldiven, iş tulumları ve ayakkabılarının kontrolü yapıp değişmesi gerekenler değiştirilmelidir. Ayrıca kullanım ömürleri tespit edilerek değişmesi gereken tarihler takip edilmelidir.

Saha çevre yollarında bulunan toplama kanallarının kontrolü genelde periyodik olarak ancak aşırı yağışlarda yağış sonrası yapılmalıdır. Periyodik olarak kanal iç temizliği yapılmalı, hasar tespit edilir ise onarımı yapılmalıdır. Saha ulaşım yollarının bakımı aylık olarak yapılmalıdır. Yollarda zamanla oluşabilecek hasarlı kısımlar onarılmalıdır. Aydınlatma sistemi periyodik olarak gözden geçilip yanmayan armatürler değiştirilmelidir. Güvenlik devriyesi tarafından tel çit kontrolü yapılmalı, tel çitte hasar görüldüğünde tamir ve onarımı yapılmalıdır.

Mazot tanklarında günlük olarak hortum, vana ve tankın genel kontrolleri yapılmalı, herhangi bir hasar durumunda onarımı gerçekleştirilmelidir. İş makinelerinin periyodik ve arıza bakım çalışmaları, iş makineleri bakım personeli tarafından yürütülmelidir. Herhangi bir arıza durumunda Bakım – Onarım Formu doldurularak bakım onarım talebi yapılmalıdır. Ağır arıza ve bakım çalışmalarında makinelerin servisleri veya konusunda uzman firmalardan destek alınmalıdır. Sahadaki ekipman için bakım program listeleri oluşturulmalıdır. Depolama sahası bünyesinde kullanılan ve arızalanan araçlar için Arıza Bildirim Formu doldurularak bakım bölümüne gönderilen araçlara yapılan işlemlerin takibi yapılmalı ve kayıt altına alınmalıdır.

8.Bölüm

İşçi sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili olarak depolama alanında görev yapacak olan tüm personelin alacağı aşamalı eğitimler, depolama sahasında kullanılacak; kişisel koruyucular ve

kullanımda uyulacak esaslar, yangından korunma ve müdahale, acil durum eylem planı, iş kazası ve raporlanması, güvenlik tedbirleri vb. yer almalıdır. Personele verilecek eğitimler, depolama alanında kullanılan kişisel koruyucular ve özellikler, kişisel koruyucular malzemelerin kullanımında uyulacak esaslar, kişisel emniyet kuralları, yangından koruma ve müdahale, motorlu araçlar konusunda emniyet, iş kazası ve raporlanması, depolama alanları trafik tedbir ve uygulamaları, tesis güvenlik/dış güvenlik tedbirleri hakkında bilgi verilmelidir.

12.3. Depolama Sahalarının İşletilmesi İçin Kullanılması Gereken İş Makinaları ve Bakımı

İnşaat ve yapı sektöründe çeşitli amaçlarda, karayolu yapımı, bakım ve onarımı, su kanalları yapımı, toprak kazımı, yükleme ve yayılımı vb. işlerde kullanılan çok amaçlı makineler iş makineleri denir. İş makineleri genel olarak paletli ve lastikli olmak üzere ikiye ayrılırlar. İş makinalarına uzun ömürlü olmaları, arıza yapmadan çalışması, onarım ve yedek parça maliyetinin düşürülmesi, öngörülen revizyon sürelerinin sağlanması verimli çalışmaları ve ekonomik çalışmaları için düzenli şekilde bakım yapılması gerekmektedir.

Düzenli depolama sahaları için gerekli iş makineleri ve ekipman, atıkların kısa mesafe içinde taşınmaları, ezilip, parçalanıp sıkıştırılmalarını, daha sonra üzerlerinin örtü toprağı ile örtülmesini sağlayacak nitelik ve sayıda olmalıdır. Düzenli depolama sahalarında kullanılacak ekipmanın seçiminde aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- **Malzemenin Taşınması:** Gereken hacim, taşınan örtü malzemesi mesafesi ve kazı yapılacak toprağın durumu
- **Atık ve Toprak Örtü Malzeme Kompaksiyonu:** Sıkıştırılan katı atığın türü ve miktarı, örtü malzemesinin türü ve derinliği, makinenin yapması gereken geçiş sayısı ve asgari ağırlık ve güç gerekleri,
- **Destekleyici Görevler:** Sahanın boşaltılıp temizlenmesi, bakım ulaşım yolu ve kazı hendekleri
- **Makine Durumu:** Tavsiye edilen kullanım oranları (saat başına birim olarak kapasite), yedekleme ekipmanının varlığı, satın alma yapılırken makine garantisinin değerlendirilmesi ve makine ömrü için tahmin edilen makine tamirleri ve işgücü.

12.3.1. Düzenli Depolama Sahaları İçin Gerekli İş Makineleri

Orta ve büyük ölçekli depolama tesislerinde örtü toprağının taşınması için ayrıca paletli veya lastik tekerlekli yükleyici, damperli kamyon, skreyper gibi iş makineleri gereklidir.

- Dozerler, atıkların serilmesi, platform ve yol yapımı,
- Kompaktörler, atıkların serilmesi ve sıkıştırılması çalışmaları,
- Skreyperler, saha yapımında, örtü ve yol yapım çalışmaları,
- Greyderler, saha yapımında sahanın ve kilin yolun tesviyesi ve yol kenarı yağmur suyu hendeklerinin kazılması çalışmaları,
- Ekskavatörler, ek saha yapımında hafriyat alınması, platform ve saha drenaj kanallarının yapımı ve saha alt yapısının oluşturulması,
- Lastikli Yükleyiciler, saha alt yapı çalışmalarında, drenaj malzemelerin araçlara yüklenmesi, serilmesi, malzeme nakli,
- Paletli Yükleyiciler, çöp örterken toprak serpmeye, sahada platform yapmada,
- Lastikli Loder, Malzeme nakli, yükleme ve indirme,
- Silindirler, alt yapı çalışmalarında zeminin ve doğal geçirimsiz malzemenin(kil) sıkıştırılması, saha içi yol ve platform yapımı

gibi işlerde kullanılmaktadır.

Resim 52: Düzenli Depolama Sahalarında Kullanılan İş Makineleri



12.3.2. İş Makinaları Bakımı

Makina üreticileri talimatlarında gün, saat, km cinsinden yapılması gereken bakımlar operatör ve/veya makine bakım ustaları tarafından yerine getirilir. Ancak bakım işlemi yardımcılar tarafından yerine getirilse bile operatörün 1. derece sorumlu tutulabilmesi bir standart olmalıdır.

Makinalara nerede, ne zaman, nasıl bakım yapılacağı üretici firmaların bakım talimatlarında belirtildiği şekilde yerine getirilmelidir. Bakım yapılabilmesinin en önemli şartı kayıt tutmaktır. Bu da makineye ait çalışma sürelerini gösteren çalışma saatlerinin faal durumda olmaları ile mümkündür. Operatör veya bakımcı vardiya veya gün sonunda çalışma saatinden okuduğu değeri yazmalıdır.

12.4. Düzenli Depolama Tesislerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği

İş güvenliği; çalışanların sağlık ve güvenliğini sağlamak için yapılan sistemli ve bilimsel çalışmalardır. Çalışanları korumak, işçi sağlığı ve iş güvenliği çalışmalarının ana amacını oluşturur. Çalışanları iş yerinin olumsuz etkilerinden korumak, rahat ve güvenli bir

ortamda çalışmalarını sağlamak, başka bir ifadeyle çalışanları iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı koruyarak ruh ve beden bütünlüklerinin sağlanması amaçlanmaktadır.

Malzeme ve teçhizatı korumak ile iş yerinde alınacak tedbirlerle, iş kazalarından veya güvensiz ve sağlıksız çalışma ortamından doğabilecek makine arızaları, devre dışı kalmaları, yangın gibi işletmeyi tehlikeye düşürebilecek durumlar ortadan kalkacağı için işletmenin güvenliği ve devamlılığı sağlanmış olur.

İş yerinde çalışan işçilerin korunmasıyla meslek hastalıkları ve iş kazaları ve iş gücü kayıpları azalacak, dolayısıyla üretim korunacak ve daha sağlıklı ve güvenli çalışma ortamının işçiye verdiği güvenle iş veriminde artma sağlanacaktır.

12.4.1. Çalışanların Görev ve Sorumlulukları

Çalışanlar aldıkları eğitim ve talimatlar doğrultusunda;

- İşyeri ile ilgili kanun, tüzük, yönetmelik, genelge, görev tarifleri ve yayınlanmış diğer talimatlara uygun olarak çalışılmalıdır.
- Kendilerinin ve hareketlerinden veya yaptıkları işten etkilenen diğer çalışanların sağlık ve güvenliklerini tehlikeye düşürmemek,
 - İşyeri güvenliğinin sağlanması için personel tanıtım kartı takılmalıdır.
 - Her türlü makine, araç, teçhizat ve malzemeyi mutlaka özel kullanım talimatlarına uygun olarak kullanılmalı ve arıza veya can ve mal emniyeti yönünden tehlikeli bir durum tespit edildiğinde personel görevi ise derhal gidermeli, görevi değil ise müdahale etmeyerek derhal amirine haber vermelidir.
- Çalışılan ve bulunulan yerler özellikle sağlık, yangına karşı tedbir ve rahat çalışma ortamı sağlanması için daima temiz tutulmalıdır.
- Kendilerine sağlanan kişisel koruyucu donanımı doğru kullanmak ve korumak,
- İşyerindeki makine, cihaz, araç, gereç, tesis ve binalarda sağlık ve güvenlik yönünden ciddi ve yakın bir tehlike ile karşılaştıklarında ve koruma tedbirlerinde bir eksiklik gördüklerinde, işverene veya çalışan temsilcisine derhal haber vermek,
- Teftişe yetkili makam tarafından işyerinde tespit edilen noksanlık ve mevzuata aykırılıkların giderilmesi konusunda, işveren ve çalışan temsilcisi ile iş birliği yapmak,
- Personel verilen talimatı tamamen anladığından emin olmalıdır. Bu talimat telefon veya benzeri haberleşme cihazı ile veriliyor ve alınıyorsa, önce kendini tanıtmalı, gerekiyorsa talimatı tekrarlayarak hataları önlemelidir.
- Yangın ve benzeri acil durumlarda kontrollü hareket edilmelidir.
- Acil durumlarda alınması gereken önlemler herkes tarafından iyice anlaşılmalı ve biliniyor olmalıdır. Yangın ve diğer acil durumlarda ne yapılacağı bu konuda hazırlanmış bildiri, yönetmelik ve talimatlardan öğrenilmelidir.
- İş elbisesi ve iş ayakkabılarını giymeden işe başlanmamalıdır.
- Makineler kesinlikle çalışır halde terk edilmemelidir.
- Kendi görev alanında, iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için işveren ve çalışan temsilcisi ile iş birliği yapmak
ile yükümlüdür.

12.4.2. İşverenin Görev ve Sorumlulukları

6331sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu 4 üncü Maddesinde işverenin görev ve sorumlulukları aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

- Mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi, her türlü tedbirin alınması, organizasyonun yapılması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik

tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapar.

- İşyerinde alınan iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyulup uyulmadığını izler, denetler ve uygunsuzlukların giderilmesini sağlar.
- Risk değerlendirmesi yapar veya yaptırır.
- Çalışana görev verirken, çalışanın sağlık ve güvenlik yönünden işe uygunluğunu göz önüne alır.
- Yeterli bilgi ve talimat verilenler dışındaki çalışanların hayati ve özel tehlike bulunan yerlere girmemesi için gerekli tedbirleri alır.

12.4.3. İş Sağlığı ve Güvenliği ile İlgili Mevzuat

50 kişiden fazla işçinin çalıştığı işyerlerinde İSG Kurulu oluşturulması zorunludur. Kurul tehlike sınıfına uygun periyotlarla toplanır ve işyerindeki mevcut durum ya da sorunlar hakkında görüşür. Kurulda işveren temsilcisi, iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi ve çalışan temsilcileri bulunmak zorundadır. Gerçekleştirilen risk analizleri görüşler alındıktan sonra kurul tarafından onaylanır. Temin edilecek kişisel koruyucu donanımlara, çalışanlara verilecek eğitimlere kurul karar verir.

Tablo 28: İş Sağlığı ve Güvenliği ile İlgili Mevzuat

| | |
|---|--|
| İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu | Yapı İşlerinde Sağlık Ve Güvenlik Yönetmeliği |
| İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği | Tehlikeli Kimyasallar Yönetmeliği |
| İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik | Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği |
| Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik | Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği |
| Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik | Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat Ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmelik |
| Biyolojik Etkenlere Maruziyet Risklerinin Önlenmesi Hakkında Yönetmelik | Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik |
| Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği | Makina Koruyucuları Yönetmeliği |
| Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik | Makina Emniyeti Yönetmeliği |
| Ekranlı Araçlarla Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik | Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik |
| Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği | Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik |
| Mesleki ve Teknik Eğitim Yönetmeliği | Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik |
| Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği | İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetlerinin Desteklenmesi Hakkında Yönetmelik |
| İlk Yardım Yönetmeliği | Tozla Mücadele Yönetmeliği |
| İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulları Hakkında Yönetmelik | Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik |
| İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği | İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Laboratuvarlar Hakkında Yönetmelik |
| İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik | Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik |
| İşyeri Bina Ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık Ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik | Tehlikeli ve Çok Tehlikeli Sınıfta Yer Alan İşlerde Çalıştırılacakların Mesleki Eğitimlerine Dair Yönetmelik |
| İşyeri Hekimi ve Diğer Sağlık Personelinin Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik | Hijyen Eğitimi Yönetmeliği |
| Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği | Taşınabilir Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği |
| İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetleri Yönetmeliği | |

12.4.4. Risk Değerlendirmesi

Risk değerlendirmesi: Tesiste emniyet ve insan sağlığı açısından mevcut riskleri tespit etmeyi ve gerekli tedbirleri almayı kapsamakta olup, işyerlerinde var olan veya oluşturulabilecek, işyerine dışarıdan gelebilecek, işyerinin kontrolü altındaki tüm kişilerin görev sırasında işyeri dışında karşılaşabileceği veya oluşturabileceği tehlikeler, bu

tehlikelerden kaynaklanabilecek ve kişilerin yaralanması, hayatını kaybetmesi veya sağlığının bozulması potansiyeline sahip olan risklerin tanımlanması, risklerin büyüklüğünün tahmin edilmesi ve risklere karşı alınacak önlemlerin belirlenmesi amacıyla yapılması gerekli çalışmalardır.

Tehlike: İşyerinde var olan (ya da dışarıdan gelebilecek), çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyelini,

Risk: Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalini, olasılığını,

Risk Büyüklüğü: Risk değerlendirmede, riskin tahammül-kabul edilebilir olup olmadığının kararlaştırılması ifade eder.

Çalışma ortamındaki mevcut risklerin saha analizleriyle tespit edilmesi, operasyon alanlarında ve çalışma sahalarında yapılacak risk analizleri ile olası tehlikelerin belirlenmesi, analiz sonuçlarına göre gerekli tedbirlerin alınması ve sonuçlarının takip edilmesi hedeflenmektedir.

Proses değişikliği olunca, ramak kalmalar yaşanınca, yeni ekipman/makina alınınca, yönetmeliğe göre 2,4,6 yılda bir kontrol amacıyla risk analizi ve değerlendirmesi yapılır. Risk Kontrol Hiyerarşisi; tehlikelerin ortadan kaldırılması, tehlikeli madde yerine tehlikesiz veya daha az tehlikeli olanı kullanmak, tehlikeyi kontrol etmek (izolasyon v.b), çalışma disiplini, kural ve talimatlara uyma, kişisel koruyucu kullanımı adımlarından oluşmaktadır.

12.4.5. Kişisel Koruyucu Donanım

Kişisel koruyucu donanım, yürütülen işten kaynaklanan sağlık ve güvenlik risklerine karşı çalışanı korumak için yapılan/kullanılan baş koruyucuları, kulak koruyucuları, göz ve yüz koruyucuları, solunum sistemi koruyucuları, gövde ve karın bölgesi koruyucuları, el ve kol koruyucuları, ayak ve bacak koruyucuları, cilt koruyucuları gibi tüm araç, gereç ve cihazları ifade eder. Kendisi ek risk yaratmamalı, ilgili riski önlemeye, işyerinde var olan koşullara, kullanan işçinin sağlık durumuna ve ergonomik gereksinimlerine uygun olmalıdır.

Kişisel Koruyucular ve Özellikleri

- Tam yüz maskesi: Doğal kauçuk malzemeden imal edilmiş, yüze tam oturan ve dışarıdan hava almayı engelleyici nitelikte, gaz ve toz tutucu filtrelerle kombineli kullanılabilen, göz korumasını gerektiren şartlarda kullanılan koruyucu tipidir.
- Yarım yüz maskesi: Sürekli kullanımlarda takılabilir, hafif, doğal kauçuk malzemeden imal edilmiş, gaz ve toz tutucu filtrelerle kombineli çalışır nitelikte kullanılan koruyucu tipidir.
- Gaz filtreleri: Organik buharlara, inorganik gazlara, asit gazlarına ve amonyak gazlarına karşı korumalı; (ABEK 1) tip gaz fitreleri kullanılmaktadır. Kullanım ömrü 3-5 ay olup değişmesi gereken zamanın tespiti nefes alıp verme esnasında temiz ortamda takılmasına rağmen dış koku algılanması halinde belirlenir.
- Toz filtreleri: P3 seviyeli korumaya sahip 50 mikrona kadar olan ince (toz) partiküllere karşı koruma sağlayan filtrelerdir. Bu filtrelerde nefes almak zorlaştığında ömrünün bitmiş olduğu tespit edilir.
- Toz maskeleri: P1 seviyeli korumaya sahip 250 mikrona kadar olan ince partiküllere karşı koruma sağlayan, yüze uyumlu, buharlaşmayı önleyici ventilli maske tipidir.
- Ağır iş eldiveni: Özellikle kesilmeye ve yırtılmaya karşı mukavemeti yüksek, asit ve kostiklere dayanıklı, kısa konçlu eldiven tipidir. Temizlenebilme özelliği vardır.
- Nitrit kaplı kimyasal eldiveni: Uzun konçlu el hâkimiyetini kısıtlamayan ve kimyasal maddelere dayanıklı türde bir eldivendir. Temizlenebilme özelliği vardır.

Tablo 29 Kişisel Koruyucular ve Kullanım Ömürleri

| Kişisel Koruyucu | Kullanım Ömrü | Kullanım Ömrü | Malzeme |
|------------------|---------------|---------------|---------|
|------------------|---------------|---------------|---------|

| Malzeme Tipi | Minumum | Maksimum | Durum Kontrol Periyodu |
|-------------------|---------|----------|------------------------|
| Tam Yüz Maskesi | 1 yıl | 2 yıl | 1 Hafta |
| Yarım Yüz Maskesi | 1 yıl | 2 yıl | 1 Hafta |
| Gaz Filtresi | 3 ay | 5 ay | 1 Hafta |
| Toz Filtresi | 1 ay | 3 ay | 1 Hafta |
| Toz Maskesi | 15 gün | 30 gün | 1 Hafta |
| Ağır İş Eldiveni | 30 gün | 45 gün | 1 Hafta |

Kişisel Koruyucular Malzemelerin Kullanımında Uyulacak Esaslar

- Kişisel koruyucu malzemeler işverence temin edilecek ve bakımı, kullanım talimatlarına uyma sorumluluğu teslim alan personele ait olacaktır.
- Kişisel koruyucu malzemelerin kullanımı hakkında düzenlenen eğitimlerde koyulan şartlar ve kurallara uymaktan personel birinci derecede sorumludur.
- Kişisel koruyucu malzemelerin kullandırılmasından öncelikli olarak depolama alanları şefliği sorumludur, kontrolü güvenlik şefliğince yapılacaktır.
- Kişisel koruyucu malzemelerin kullanılmaması halinde personel yönetmeliğinin hükümleri uygulanmalıdır.

12.4.6. Düzenli Depolama Tesislerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği

Düzenli depolama tesislerinde yapılan işin doğası gereği çalışanlar ve müşteriler özel risk altındadır. Çoğu kaza ve bu kazaların neden olduğu yaralanmalar önlenabilir niteliktedir. Bütün kazaların yüzde 80'den fazlası güvenli olmayan davranışlardan dolayı olur. İşletmede kullanılan ağır ekipmanlar, hammaddeler içindeki yabancı maddeler, patojenler, gürültü, toz, yangın, vb. nedeniyle atık depolama işlemi bazı riskler taşır.

Güvenli işletme, atık depolama işi sahibine, yöneticiye ve işletmeciye fayda sağlar. Atık depolama işi sahibi ve yöneticisine olan faydaları aşağıda verilmiştir:

- İşçiler yaralılar listesinde değil de işlerinin başındadır,
- Güvenli bir çalışma ortamından dolayı moraller yüksektir,
- Kaza sigortasının maliyeti daha az olur,
- Daha az tamiratla ekipmanlar daha uzun ömürlü olur

İşletmeciye olan faydalar arasında şunlar vardır:

- Ağrı ve muhtemel kalıcı yaralanmadan kaçınılır ve iş güvenliği kaybı olmaz,
- Kaza vs. kötü olaylar daha az yaşanacağından moral de yüksek olur.

12.4.7. İşbaşı Prosedürü ve Eğitimler

Düzenli depolama tesislerinde görev yapmak üzere belirlenen personel işbaşı yaptığıında ilk etapta alıştırma eğitiminden geçirilmelidir. Yapılan her eğitim mutlaka kayıt altına alınmalıdır. Bu eğitim programı düzenli depolama sahası genel kuralları, güvenlik kuralları, işletme giriş çıkış kuralları, kişisel koruyucular ve kullanımı, yangınla mücadele ve tesis imkanları hakkında bilgilendirme, depolama alanı genel tanıtımı, atık sahası işleyiş prosedürü, spesifik görev tanım ve kurallarını içermelidir.

Personel Puantaj Çizelgesi aylık çalışmaların takibini sağlamak amacıyla kayıt altına alınmalıdır. Yıllık ve idari (doğum, hastalık vs.) izinlerin düzenlenmesi ve yapılan fazla mesai çalışmaları ilgili formlarla kayıt altına alınmalıdır. düzenli depolama sahasında görev yapan tüm personele Genel Personel Talimatları Eğitimi, Yangınla Mücadele ve Önleme Metotları Eğitimi, İş Makineleri Kullanımı Eğitimi, İlkyardım Eğitimi, Kişisel Koruyucu Malzemelerin Seçimi ve Kullanımı Konulu Eğitimleri verilmelidir.

Düzenli depolama tesisleri içerisinde yapılacak işlemlerde işin niteliğine göre iş izni alınması gerekmektedir. Farklı iş tiplerine göre ayrı form ve prosedürler uygulanmaktadır.

İş izinleri temel olarak; sıcak iş izni, kazı izni, kapalı alanlarda çalışma izni, bakım iş izni şeklinde sınıflandırılmıştır.

12.4.8. İş Kazaları

İş kazası, aşağıdaki durumların birinde meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya daha sonradan, bedence ve ruhça arızaya uğratan olaydır. Bir kazanın iş kazası olabilmesi için;

- Sigortalının işyerinde bulunduğu sırada,
- İşveren tarafından yürütülmekte olan iş nedeniyle işyeri dışında,
- Bir işverene bağlı olarak çalışan sigortalının, görevli olarak işyeri dışında başka bir yere gönderilmesi nedeniyle asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda,
 - Emziren kadın sigortalının, iş mevzuatı gereğince çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda,
 - Sigortalıların, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere gidiş geliş sırasında,

gerçekleşmiş olması gerekmektedir.

İş kazaları %2 Önlenebilir, %98 Önlenebilir özelliktedir.

Şekil 38: İş Kazalarının Nedenleri



Tehlikeli Davranışlar

1. Sorumsuz biçimde görev verilmeden ya da uyarılara aldırmadan güvensiz çalışmak,
2. Tehlikeli hızda çalışma ya da alet kullanma,
3. Güvenlik donanımını kullanılmaz duruma sokma,
4. Tehlikeli cihazlar kullanmak ya da donanımı güvensiz biçimde yönetmek,
5. Güvensiz yükleme, istif, karıştırma, yerleşme vb. davranışlar,
6. Güvensiz durum ya da duruşlar,
7. Hareketli ya da tehlikeli yerlerde çalışmak,
8. Şaşırma, kızgınlık, suiistimal, irkilme gibi davranışlar,
9. Güvenliği önemsememek ya da kişisel koruyucu malzemeyi kullanmamak,
10. Bilgi eksikliği, dikkatsizlik, ihmal, aşırı güven, aşırı cesaret, işi kaybetme korkusu, utanma, fiziksel eksiklikler, psikolojik sorunlar gibi kişisel hatalar.

Tehlikeli Durumlar

1. İşyerinde kötü koruyucu yapılmış olması,
2. Koruyucunun hiç yapılmamış olması,
3. Kusurlu, pürüzlü, sivri, kaygan, eskimiş, çatlak aletler,
4. Güvensiz yapılmış makine, alet, tesis ve benzerleri,
5. Güvensiz düzen, yetersiz bakım, tıkanıklıklar, kapanmış geçitler,
6. Yetersiz aydınlatma, göz kamaştıran ışık kaynakları,
7. Güvenli iş elbisesi ya da gözlük, eldiven ve maske vermemek, yorucu yüksek topuk ve benzeri şeyler,
8. Yetersiz havalandırma, çevre, hava kaynakları vb.
9. Güvensiz yöntemler v e mekanik, kimyevî, elektriksel, nükleer koşullar,
10. Arızalı makina, araç ve malzemeler,
11. Makinaların düzensiz yerleştirilmesi,
12. İş yerinin düzensiz ve kirli olması, toz ve gürültünün fazla olması.

İş Kazası ve Raporlanması

Bir iş kazasında ilk müdahaleyi gerçekleştirecek olan sağlık personeli “İş kazası tutanağı “ tutmakla mükelleftir. Herhangi bir iş kazası vuku bulunduğu;

• Öncelikle personel kendisine zarar verecek ortam veya nesnelere uzaklaştırılmalıdır.

• Acilen sağlık personeline haber verilmelidir.

• Sağlık memuru öncelikle yapabileceği ilk müdahaleyi gerçekleştirerek, hastayı ilgili sağlık kurumuna sevk edilmelidir.

• Sağlık memuru olayın saati, yeri, muhatap kalan personel hakkındaki bilgileri, yapılan ön müdahaleyi ve sevk durumunu iş kazası tutanağına işlemelidir.

• İlgili sağlık kurumu tedaviyi gerçekleştirecek ve iş kazası tutanağına tutmalıdır.

• Kurum raporu ile birlikte tesis içinde tutulan iş kazası tutanağı birleştirilerek en geç 15 işgünü içerisinde ilgili idareye bildirilmelidir.

Meslek hastalıkları

Meslek hastalığı, sigortalının çalıştığı işin niteliğine göre, tekrarlanan bir sebep veya işin yürütüm şartları nedeniyle meydana gelen, geçici veya sürekli hastalık, sakatlık, ruhi arıza halidir. Kot taşıma işi yapanların silikozis olması, cam üfürücülerinde katarakt olması madende çalışanların astım olması gibi durumlar meslek hastalığıdır. Düzenli depolama sahalarında kanıtlanmış her hangi bir meslek hastalığı yoktur. Karşılaşılan rahatsızlıkların meslek hastalığı olup olmadığına dair İtalya ve Almanya’da yapılan araştırmalar neticesinde mide bağırsak hastalıklarında artış olduğu gözlenmiş ancak meslek hastalığı olarak tanı konmamıştır.

12.4.9. Acil Durumlar

Acil durumlar; insanların ciddi şekilde yaralanmasına veya ölümüne neden olan deprem, sel ve su baskını, yangın, sabotaj, saldırı, yangın, tehlikeli madde olayları, aşırı soğuk veya aşırı sıcak, toplumsal olaylar, patlama, zehirlenme gibi planlanmamış olaylardır.

Acil durumlarda yapılacak müdahale, koruma, arama-kurtarma ve ilk yardım iş ve işlemlerinin nasıl ve kimler tarafından yapılacağını gösteren ve acil durum öncesinde Acil Durum Müdahale Planı hazırlanması gerekmektedir.





Acil Durum Müdahale Planı;

- Acil durum ekipleri (ilk yardım, arama kurtarma, koruma, güvenlik, haberleşme v.s.)
- Acil durum talimatları (yangın, deprem, sel, iş kazası, sabotaj v.s.)
- Acil durumda kullanılacak ekipmanlar
- Acil durumda kurtarılacaklar
- Acil durum kaçış planı
- Eğitimleri
- Acil durum haberleşme sistemleri
- Tatbikatları
- Acil Durum Müdahale prosedürlerinin değerlendirilmesi ve güncellenmesini içermelidir.

12.4.10. Yangından Koruma ve Müdahale

Yangın, yanabilecek bir maddenin ısı ve oksijenle birleşmesi sonucu oluşan kimyasal bir olaydır.

Şekil 39: Yangın Çeşitleri

| YANGIN ÇEŞİTLERİ |  |  |  |  |  |
|----------------------|---|---|---|---|---|
| CİNSİ | KATI | SIVI | GAZ | METALLER | ELEKTRİK |
| Yanıcı Madde | Odun, Ahşap, Kumaş, Kâğıt | Akaryakıt, Yağ, Boya, tiner | Metan, Propan, LPG | Magnezyum, Sodyum, Alüminyum | Elektrik |
| Söndürme Yöntemi | Soğutma, yanmayı engelleme | Engelleme, boğma, soğutma | Engelleme | Soğutma, boğma | İlk iş elektriğin kesilmesi |
| Kullanılan Söndürücü | Öncelikle kuru kimyevi tozlu veya sulu söndürücü | Öncelikle kuru kimyevi tozlu, karbondioksitli veya köpüklü söndürücü | Öncelikle kuru kimyevi tozlu veya karbondioksitli söndürücü | Öncelikle kuru metal tozlu söndürücü veya Kum | Halokarbon, CO2 söndürücü |

Yangından Koruma

- Yangından koruma konusundaki talimat ve yönetmeliklere riayet edilmelidir.
- Yangın Mücadele Sistem ve Ekipmanları tanımlanmalıdır.
- Belirlenmiş mahallin dışında kesinlikle sigara içilmemelidir.
- Akaryakıt, gaz kaçakları, yağ döküntüleri vb. yangına sebep olabilecek sızıntılar derhal ilgili amire bildirilmelidir.
 - Yangın söndürme alet ve cihazları, yangın ve söndürme talimatları dışında kullanılmamalı ve yeri kesinlikle değiştirilmemelidir.
 - Yangın söndürme cihazlarının yanına ve önüne, onlara erişmeyi güçleştirecek malzemeler konulmamalıdır.
 - Sigara içme mahallerinde sigara ve kibritler kül tablalarına ve kovalara atılmalı ve söndüğünden emin olunmalıdır.

Yangın Anında Personelin Hareket Tarzı

- Yangın anında soğukkanlılıkla yangının çeşidine en uygun ve yakın söndürme aleti ile ilk müdahaleye başlanmalı,

- Derhal güvenlik birimine yangın yeri ve durumu hakkında bilgi verilmeli,
- Yangın bölgesinde görev dışı hiçbir işe müdahale edilmemeli,
- Yangının yayılmasını önlemek için yanıcı maddeleri uzaklaştırmalı,
- İtfaiye geldiğinde itfaiyeye devredilmeli,
- Yangın bölgesine giriş ve çıkış olma ihtimaline karşı bölge kontrol altına alınmalı,
- Müdahale sonunda kullanılan yangın söndürme cihazları tespit edilmeli,
- Meydana gelen hasar olay sonrası tespit edilmeli,
- Seyyar Yangın Söndürme Cihazları; Korlu yanan katı maddeler yanıcı sıvılar veya sıvı haline gelen katılar, hidrojen, metan, LPG, propan, butan, etilen, doğal gaz vb. yanıcı gazlar ve elektrik yangınlarında kullanılmak üzere temin edilmelidir.

Şekil 40: Yangın Söndürme Cihazlarının Kullanılması



Seyyar yangın söndürücüleri haftalık olarak manometrelerinden basınç kontrolüne tabi tutulmalıdır. Basınç düşmesi görülen tüpler derhal kontrole gönderilmelidir. Tüm yangın söndürücülerin aylık olarak ağırlık kontrolleri yapılmalıdır. Standardın altında ağırlık gözlendiğinde söz konusu yangın söndürücüler doluma gönderilmelidir. Tüplerde 6 ay süre ile hiçbir problem yaşanmasa dahi tüm tüpler 6 ayda bir içerisinde malzeme açısından boşaltılarak yenilenmelidir.

Yangınla mücadele ekipleri şu şekilde oluşturulabilir:

Yangınla Mücadele Ekipleri 5 kişiden oluşur. Görevi; tesiste çıkabilecek yangınla ilgili olarak; derhal yangın mahalline gidip gelişmesine engel olacak ve söndürme çalışmalarını başlatmaktır.

Kurtarma Ekibi 5 kişiden oluşur. Görevi; yangın çıkması halinde can ve mal kurtarma işlerini yapar, aynı zamanda yedek mücadele ekibi pozisyonundadır.

İlkyardım Ekibi 3 kişiden oluşur. Görevi; yangın nedeniyle yaralanan ve hastalanan kişilere ilkyardımları yapmakla yükümlüdür.

Teknik Onarım Ekibi 2 kişiden oluşur. Görevi; yangın nedeniyle tahrip olan önemli yerlerin onarımını ve gerekli önlemlerin alınmasını sağlamaktır.

Mücadele ve kurtarma ekiplerinin yangın anında sevk ve idaresi itfaiye gelene kadar Güvenlik Şefliği / Nöbetçi Amirin görevidir. İtfaiye geldiğinde mücadele ve kurtarma ekipleri derhal itfaiye amirinin yetkisine girecektir.

Acil Durum Eylem Planı yangın dâhil tüm acil durumlarda (kaza, sel vs.) yapılması gerekli hareket planı belirlenmiş olup organize bir şekilde müdahale edilmelidir. Bu tür hallerde gerek haberleşme gerekse müdahale yetkileri net bir şekilde işaret edilmiş olmalıdır.

12.4.11. Motorlu Araçlar Konusunda Emniyet

- Belgeli operatörler dışında hiçbir personel araçları kullanmamalıdır.
- Genel trafik ve emniyet kurallarına uyulmalıdır.
- Araçların işletme, bakım ve emniyet talimatları öğrenilmelidir.
- Forklift, unimog, loder ve kompaktör gibi iş makineleriyle personel taşınmamalıdır.
- Çeşitli sebeplerle yol kenarlarında kalan aracı mümkün olduğu kadar sağa çekip, trafik işaretleri konulmalıdır.
- Araçlarda trafik yönünden bulunması gerekli olan teçhizat (ilk yardım seti, takoz, halat, yangın söndürücü) mutlaka bulunmalıdır.
- Kışın soğutma sistemlerine antifriz konulmalıdır.
- Araç park edilirken el freni çekilerek, motor durdurularak, aracın kendiliğinden hareketi önlenmelidir.
- Motorlu araçlarda gündüz loş ve karanlık yerlerde veya gece kullanımlarında ön ve arka ışıklar yakılmalıdır.
- Araçların periyodik bakımları zamanında yapılmalıdır.
- Görevli olmayanların motorlu araçların ve römorkların üzerine çıkmaları operatörler tarafından engellenmelidir.
- Her türlü arıza ve bozulma yetkililere haber verilmelidir.
- Çalışan makineye el ile veya başka bir malzeme ile müdahale edilmemeli, makine çalışırken yağlama ve onarım yapılmamalıdır.
- Makinelerin çalıştığı kısımlardaki uyarı levhalarına uyulmalıdır.

12.4.12. Depolama Alanları Trafik Tedbir ve Uygulamaları

Depolama alanlarında trafiğin düzenli işlemesi ve aynı şekilde sorunsuz sürmesi amacıyla alınacak tedbirler şunlardır.

- Tesis girişinden itibaren hız limiti belirtilmelidir.
- Atık getiren atık araçları için belirlenen kantar ve güzergâhlar kullanılmalıdır.
- Atık getiren araçlar depolama alanlarına girişlerinde yön levhalarıyla belirlenen yolları takip etmelidir.
- Kış aylarında atık getiren araçların zincir bulundurmaları şarttır.
- Kış aylarında girişte tuz ve kum depo edilerek belli aralıklarla serilmelidir.
- Tüm bu trafik ve emniyet kuralları tesise atık getiren araçlara güvenlik personeline dağıtılmalıdır.
- Atık getiren araçlar ve tesis içi araçlar bu kurallara uymalıdır.

EK-1: DÜZENLİ DEPOLAMA SAHALARINDA KUŞ KONTROLÜ-ÖRNEK ÇALIŞMA

GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı, Düzenli Depolama Tesislerinde (DDT) evsel nitelikli atık ile beslenen kuş türlerinin beslenmesini engellemeye ve sürünün sayısal olarak azaltılmasına yönelik uygulamaları araştırmak, karşılaştırmak ve uygun çözüm önerileri sunmak olup çalışma sahası içinde beslenen türlerin atık ile beslenmelerinin ve aktif çalışma sahasında barınmalarını önleyebilecek hukuki ve ekonomik yönden uygulanabilir insani metotların kuşlar üzerindeki etkilerini, mali analizlerini, uygulamaya bağlı avantajları-dezavantajlarını ve sahada gerçekleştirilmesi gereken iyileştirmeleri kapsar.

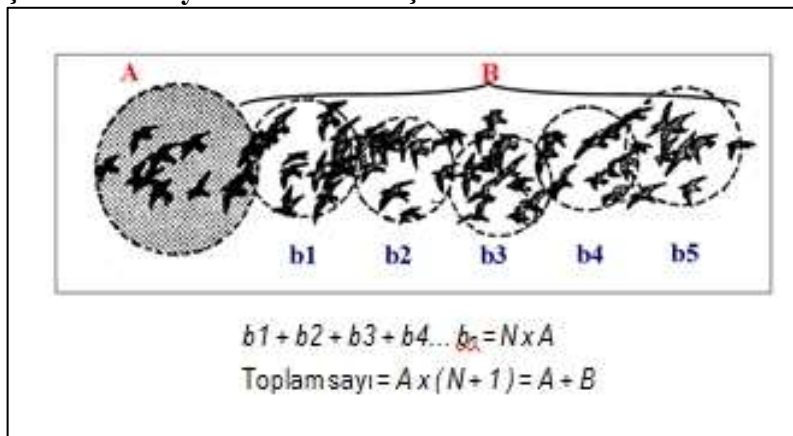
Günümüzde geliştirilmiş birçok kuş kontrol metodu bulunmaktadır. Ancak bu metotların önemli bir kısmı depolama sahaları gibi (i) geniş çalışma yüzeyine, (ii) birden fazla gürültü kaynağına, (iii) açık atmosfer etkisine (rüzgar, yağış... vb) ve (iv) yanıcı gaz muhtevasına sahip alanlarda kullanımı; güvenlik, menzil, dayanıklılık ve verim ile ilgili riskler nedeniyle mümkün olamamaktadır. Bu nedenle uygulama için kullanılacak metotların belirlenmesinde;

- Çalışma şartlarını zorlaştırmaması,
- Farklı metotlarla birlikte kullanılabilir olması,
- Harici enerji kaynağı gerektirmemesi,
- Yasal mevzuata uygunluk,
- Yüksek fayda-maliyet oranı ve izlenebilirliğin rahat olması kriterleri dikkate alınmalıdır.

MEVCUT DURUMUN ANALİZİ

Çalışmada öncelikli olarak saha durumunun analiz edilmesi farklı değişkenlerin uygulama açısından değerlendirilebilirliğine imkân vermelidir. Bu nedenle öncelikli olarak türlerin çeşitliliği ve sayısal özelliklerinin belirlenmesi öncelikli hedef olmalıdır. Birçok kara ve deniz çalışmasında kuş türlerinin sayısal olarak belirlenmesi için yaygın olarak “blok metodu” kullanılmıştır. Bu teknik sürüyü oluşturan kümelerin sayımını içerir. Belirlenen şema içinde kalan kuş adedinin eşit büyüklükteki şemalar için aynı kabul edilmesi prensibine dayanır. Aşağıdaki Şekilde görüldüğü gibi örnek kümeyi oluşturan kuş sayısı ile toplam küme adedi çarpılarak mevcut sayıya ulaşılmış olur.

Şekil 1: Yatay sürü hareketi için blok metodu



Tablo 1:İBB Düzenli Depolama Tesislerinde kuş türleri için yüzelik değışim tablosu / Örnek Tablo (İSTAÇ A.Ş.)

| Aylar | Martı | Karga | | Sığırık | | Leylek |
|---------|---------|-------|---|---------|---|-----------|
| Ocak | % 80-85 | % 5 | ↑ | % 10 | ↓ | - |
| Şubat | % 80-85 | % 7 | ↑ | % 7 | ↓ | - |
| Mart | % 80-85 | % 20 | ↑ | % 5 | ↓ | - |
| Nisan | % 75-79 | % 20 | - | - | - | % 1 - 5 ⇄ |
| Mayıs | % 75-79 | % 20 | - | - | - | % 1 - 5 ⇄ |
| Haziran | % 80-84 | % 15 | ↓ | - | - | % 1 - 5 ⇄ |
| Temmuz | % 80-84 | % 15 | ↓ | - | - | % 1 - 5 ⇄ |
| Ağustos | % 85-89 | % 10 | ↓ | - | - | % 1 - 5 ⇄ |
| Eylül | % 85-89 | % 10 | ↓ | - | - | % 1 - 5 ⇄ |
| Ekim | % 85 | % 10 | ↓ | % 5 | ↑ | - |
| Kasım | % 86 | % 7 | ↓ | % 7 | ↑ | - |
| Aralık | % 85 | % 5 | ↓ | % 10 | ↑ | - |

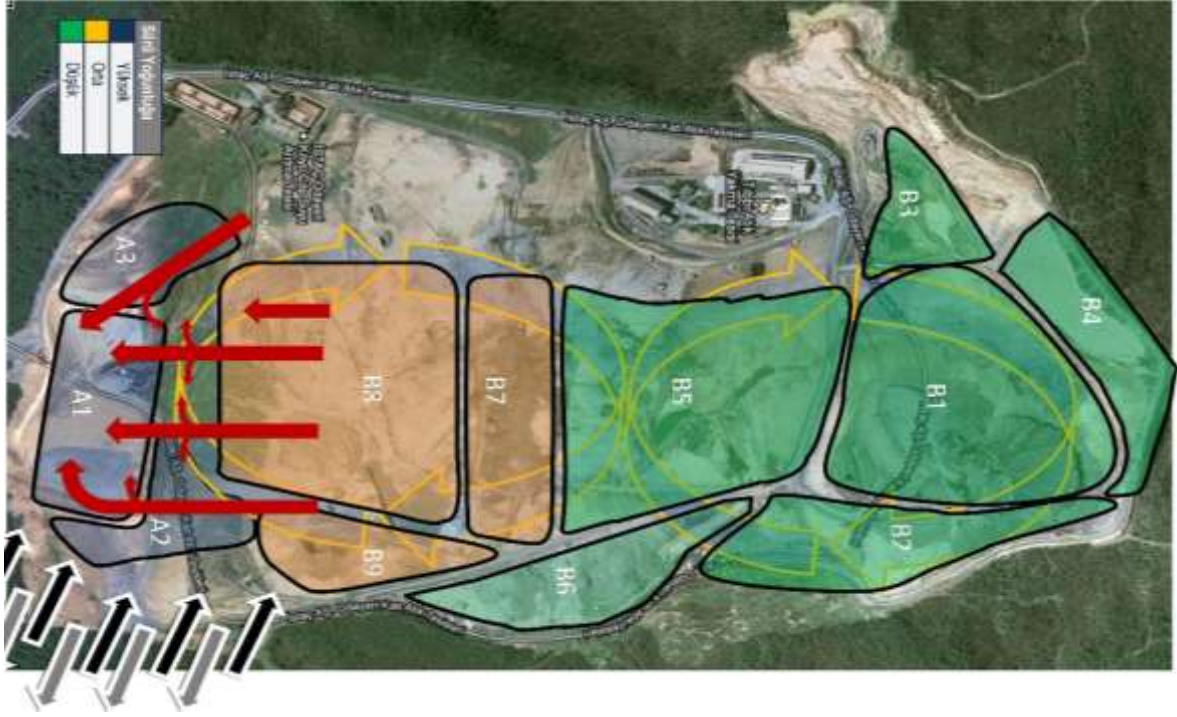
Bununla birlikte Mevcut Durum Analizi ile kuş sürülerinin hava ve yol trafiğine olan etkilerinin değerlendirilmesi gerekir. Bu kapsamda sahanın hava liman(lar)ına olan uzaklığı belirlenerek sürü hareketlerinin uçuş güzergahlarına etkisi, kuş türlerinin maksimum uçuş yüksekliği dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Ayrıca karayoluna olan yakınlık, trafikte seyreden araçların görüş açılarını etkileyecek seviyelerde olmamalı, özellikle beslenme amacıyla harekete geçen sürülerin sahaya doğru alçalarak dairesel hareketler ile inişe geçtiği unutulmamalıdır.

DDT lerin etrafında var olan göl, baraj, birikinti gibi yüzeysel sulara, kentsel katı atıklarla beslenen sürülerin doğrudan teması, gaita bırakması veya ölüm nedeni ile çeşitli patojenleri bulaştırarak neden olabilecekleri riskler dikkate alınmalı, bu tip potansiyel su varlıkları arazi çalışmaları ile tespit edilerek raporlanmalıdır.

SAHA ÇALIŞMALARI

DDT içinde beslenen kuş sürülerinin tüneme bölgesi, hava bölgesi ve beslenme bölgesi için geliştirdikleri farklı davranış biçimleri olduğu gözlenmiştir. Düzenli Depolama Tesislerinde kuş sürülerinin davranış durumları dikkate alınarak uygun yöntemler belirlenebilir. Aşağıdaki haritada kuş sürülerinin döküm alanına (A1) göre belirlediği sürü hareketlerini görülebilir. Ayrıca bu haritadaki pozisyonlarına göre algı önceliklerini belirleyerek uygun yöntemlerin neler olabileceği belirlenebilir.

Şekil 2: Kuş Sürülerinin Davranış Özelliklerine Göre DDT'lerin Bölgesel Olarak Sınıflandırılması (İSTAÇ A.Ş.)



Tablo 2: Düzenli Depolama Tesislerinde Kuş Türlerinin Davranış Haritasına Göre Yöntem Belirlenmesi (İSTAÇ A.Ş.)

| Bölgeler | Kod | Sürü Amacı | Sürü Psikolojisi | | İzlenen Bölge | Algı Önceliği | Uygun Yöntem |
|---------------------|---|--|------------------|--------------|------------------|-----------------|---|
| Tüneme Bölgesi | A2, A3, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, O1 | Dinlenme ve su kaynağına yakın konumlanmak | Kararlı | Sakin yapı | Tüneme Bölgesi | İşitsel, Görsel | Sonik, Görsel ve Tüneme Önleyici Sistem |
| Hava Bölgesi | A1, A2, A3 | Besine Ulaşmak | Kararsız | Sakin yapı | Beslenme Bölgesi | Görsel | Görsel Sistemler |
| | | Tüneme Bölgesine Ulaşmak | Kararsız | Sakin yapı | Tüneme Bölgesi | Görsel | Görsel Sistemler |
| Beslenme Bölgesi | A1, A2 | Beslenme | Kararsız | Stresli Yapı | Beslenme Bölgesi | İşitsel, Görsel | Sonik, Görsel |
| Uygun Yöntem | İlgili Ünite | | | | | | |
| Sonik Sistemler | Ses topu, UMSS, KMSS, Ses tabancası, Model Uçak | | | | | | |
| Görsel Sistemler | Reflektör Piramit, Avo kuş balonu, Hologram şerit, Model Uçak | | | | | | |
| Tüneme Önleyici | Plastik şeffaf diken | | | | | | |

İBB Odayeri DDT'de geçmiş tarihlerde gerçekleşen mücadele yöntemlerinin sonuçları, saha içinde gerçekleştirilen gözlemler ile çalışmada görev alan personellerden edinilen bilgilere dayanılarak başarısızlığın nedenleri görülmeye çalışılmıştır. Aşağıda size sunulan tespitler ile uygulamaların neden yetersiz kaldığı Tablo 3'de açıklanmıştır.

- KMSSC (Kısa menzilli sonik ses cihazı) nın iş makineleri üzerine takıldığı ve saldırıya geçen karga sürüsü sesinin ortama verildiği ancak kısa süre sonra martıların bu cihaza alıştığı, (1), (2), (5)
- Bölgenin doğal avcı kuşu olan şahinlerin beslendiği ancak martı sürüleri üzerinde kayda değer bir etkisinin olmadığı, (5)
- Kullanılan ses bombalarının etkisinin kısa süreli olduğu, (1), (2), (5)
- Kireçleme yönteminin kullanıldığı fakat sonuç alınmadığı, (6)

- Odayeri DDT için “tat bozucular” in denendiği ancak çalışma sonunda kuşların beslenme alışkanlıklarında beklenen bir değişimin gelişmediği belirlenmiştir. (6)

Tablo 3:DDT içinde kuş sürülerinin kontrolü çalışmalarında önlem alınması gereken olgular. (İSTAÇ A.Ş.)

| | OLGULAR | ETKİLER |
|---|---|--|
| 1 | Yayılı ses kaynaklarının fazlalığı, | İşitsel metotların martılar üzerindeki etkisini azaltıyor. |
| 2 | Araç trafiğinin düzenli şekilde takip edilmemesi, | Sistemli ara toprak serimi gerçekleştirilemiyor. |
| | | Hedef bölge için metodik cihazların önünde bariyer oluşturarak etkiyi azaltıyor. |
| 3 | Su birikintileri, | Kuş sürüsü için su ulaşımını kolaylaştırıyor beslenme alanının cazibesini artırıyor. |
| 4 | Tüneme alanları, | Beslenme alanına yakın noktalarda tüneme alanlarının bulunması sürünün bir bütün olarak saha içinde |
| 5 | Sürünü sayısal üstünlüğü, | Doğal dengeyi etkiliyor, sürülerin tehdit algısını değiştiriyor. |
| 6 | Yüksek miktarda atık depolama, | Tüm gün beslenmeye açık bir alanın kalmasına neden oluyor, Atık ile atmosferin temasını kesecek ara örtü serimi uygulamasına imkan olmuyor |

Saha çalışmaları esnasında tespit edilen bu olgular yöntem tayininde belirleyici olmuşlardır. Uygulama ve bu uygulamaya paralel olarak yürütülmesi gereken çalışmalar aşağıda belirtildiği gibidir.

Tablo 430: Tamamlayıcı çalışmalar (İSTAÇ A.Ş.)

| | | |
|----|---|--|
| 1. | a | Depo üst kodu seviyesinde 130 dB den fazla ses üretebilen ve en az 100 m etkili menzile sahip ses üretici kullanmak. |
| | b | Hava bölgesi gibi engelsiz olan alandan doğrudan hedef alan içine sesi iletmek |
| 2. | a | Ara toprak seriminde araç trafiğinin düzenlemesi ve sistemin zaman-kütle dengesi içinde standartlarının belirlenmesi. |
| | b | Kontrol metotlarının doğrudan hedef bölgeye ulaşmasını sağlayacak şekilde trafik akışının sağlanması. |
| 3. | | Su birikintilerinin tekrar birikmeye neden olmayacak şekilde tesviyesinin yapılması ve saha oturmalarına bağlı oluşabilecek çukurların saha çalışanları tarafından rapor edilmesinin sağlanması ve yakın iş takibi gerektiren faaliyet olarak görülmesi. |
| 4. | | Yol dışında tüm açık alanların tünemeye imkan vermeyen bitki örtüsü ile kaplanması. |
| 5. | | Sürünün sayısal olarak azaltılmasının ana hedef olması tamamen uzaklaştırmanın uzun ve istikrarlı çalışmalar gerektirdiği anlaşılmalı, kuş sürüleri ile mücadele için çalışacak ekibin ve uygulanacak metodun belirli bir disiplin içinde iş yönetimine yerleştirilmesi. |
| 6. | | Saha içinde ara örtü seriminin etkili olarak uygulanabilmesi, mümkün ise Belediye Atığı Toplama ve Bertaraf uygulamasının gün içinde bir kez gece vakitlerinde gerçekleştirilmesi. Gündüz saatlerinde Atık Bertarafının yapılmaması. |

YÖNTEMLER

Literatürde kullanılan yöntemler aşağıda sıralandığı gibidir. Bu yöntemler içinde tercih nedeni olmayan yöntemler ile ilgili açıklama aşağıdaki tabloda verildiği gibidir. Burada elde edilen tecrübeler belirlendiği gibi olup sonuçlar personel sağlığı, yasal mevzuat, hayvan hakları kriterlerine göre belirlenmiş olup her yöntem için mali analizlerinin ve etkilerinin belirlenmesi çalışmalarının yapılmasına gerek görülmemiştir. Saha çalışmasında denenen yöntemler ile ilgili ayrıntılı tablo aşağıda tespit edilen gerekçeler ile birlikte sıralanmıştır.

Havai Fişek ve Ses Topu gibi uygulamalar, İç İşleri Bakanlığınca Valiliklere gönderilen 05.05.2008 tarihli “Piroteknik Maddelerin Satışı, Taşınması ve Kullanılmasına Dair Karar” genelgenin 8’inci maddesinin a bendi uyarınca “yakıcı yanıcı patlayıcı ve parlayıcı ile kimyasal maddelerin dolum ve depolama alanları ve bu alanların yakın çevrelerinde kullanılamaz”, b bendi uyarınca ise “yangın çıkma ihtimalinin yüksek olduğu ormanlık alanlar ile kuru ot ve kolay yanabilecek malzemelerin bulunduğu yerlerde kullanılamaz.” Hükümleri gereğince, kullanılmasına bağlı risklerin yüksek olduğundan ötürü çalışma kapsamına alınmamıştır. Dünya ölçeğinde kuş sürüleri ile mücadele yöntemleri Tabloda verildiği gibi sıralanabilir.

Tablo 5: Metot Karşılaştırma Tablosu

| KONTROL SİSTEMLERİ | Daha önce denenmiş ve sonuç alınmamış çalışmalar | Koku | Atık Su | Riskler | | Sosyal | Çalışma Şartları | DDT için uygun (✓) uygun değil (X) test edilmiş (t) | Açıklama | AR-GE çalışmasında kullanılan metotlar |
|------------------------------------|--|------|---------|---------|--------------------|--------|------------------|---|--|--|
| | | | | Mevzuat | Sağlık ve Güvenlik | | | | | |
| 1. SESLİ SİSTEMLER | | | | | | | | | | |
| 1.1. Gaz Topları | | | | ✓ | ✓ | | | x | Görüş mesafesini kısıltacağı için çalışma sahası şartlarına uygun değil. | |
| 1.2. Havai Fişekler | | | | ✓ | ✓ | | | x | Proteknik ürünlerin kullanımı metan gazı varlığı ve ormanlık alan nedeniyle mevzuat riski taşır. | |
| 1.3. Uzun menzilli Ses Cihazı | | | | ✓ | | | | ✓ | Saha içinde sınır ses değeri üzerinde (80 dB) iş sağlığı ve güvenliği riski, ek sistem gerektirebilir. * | ✓ |
| 1.4. Kısa Menzilli Ses Cihazı | ✓ | | | | | | | t | Daha önce denenmiş ve verim alınmamış. | |
| 1.5. Ses Topları (LPG' li) | | | | ✓ | ✓ | | | t | Daha önce denenmiş ve verim alınmamış. * | |
| 1.6. Ses Tabancası | | | | | | | | ✓ | Ar-Ge çalışması için uygundur. | ✓ |
| 2. GÖRSEL METOTLAR | | | | | | | | | | |
| 2.1. Lazerler | | | | ✓ | ✓ | ✓ | | x | Pointer tipi lazerlerin kuş ve insanlar için ciddi görme kayıplarına yol açtığı rapor edilmiştir ** | |
| 2.2. Köpekler | ✓ | | | | | | | t | Daha önce denenmiş ve verim alınmamış. | |
| 2.3. İnsanlar | ✓ | | | | | | | t | Daha önce denenmiş ve verim alınmamış. | |
| 2.4. Korkuluklar | | | | | | | | ✓ | Avcı kuşlara karşı olan dirençleri dikkate alınarak Ar-Ge kapsamına alınmıştır. | |
| 2.5. Yırtıcı Kuş Modelleri | | | | | | | | ✓ | Avcı kuşlara karşı olan dirençleri dikkate alınarak Ar-Ge kapsamına alınmıştır. | |
| 2.6. Avcı Kuşlar | ✓ | | | | | | | t | Daha önce denenmiş ve verim alınmamıştır. | |
| 2.7. Hayvan Leşleri | | | | | ✓ | | ✓ | x | Çalışma şartlarını zorlaştırdığı için iş sağlığı ve güvenliği açısından riskli bulunmuştur. | |
| 2.8. Balonlar | | | | | | | | ✓ | Ar-Ge çalışması için uygundur. | ✓ |
| 2.9. Uçurtmalar | | | | | | | | ✓ | Avcı kuşlara karşı olan dirençleri dikkate alınarak Ar-Ge kapsamına alınmamıştır. | |
| 2.10. Uzaktan Kumandalı Uçaklar | | | | | | | | ✓ | Ar-Ge çalışması için uygundur. | ✓ |
| 2.11. Işıklar | | | | | | | | ✓ | Gece çalışmaları için uygundur. | ✓ |
| 2.12. Aynalar/Yansıtıcılar | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | x | Yüksek yansıtıcı etkisi, saha içinde yarıncı etkisi ve sürücülerde anlık görüş kayıpları riski | |
| 2.13. Şeritler / Bantlar | | | | | | | | ✓ | Ar-Ge çalışması için uygun olup model uçak üstünde denenecektir. | ✓ |
| 2.14. Bayraklar / Flamalar | | | | | | | | ✓ | Çok fazla sayıda bağımsız üniteden oluşan modelin personel tarafından sürekli takip edilmesi gerekir. | |
| 3. KİMYASAL METOTLAR | | | | | | | | | | |
| 3.1. Tat Bozucular | ✓ | | | | | | | t | Daha önce denenmiş ve verim alınmamıştır. | |
| 3.2. Davranış Bozucular | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | x | Genel olarak tamamı için riskli şartlar. | |
| 3.3. Dokunsal Bozucular (köpük) | | | | | | | | ✓ | Ar-Ge çalışması için uygundur | ✓ |
| 4. HARİCİ SİSTEMLER | | | | | | | | | | |
| 4.1. Ağlar | | | | | | | ✓ | x | Sürekli değişen çalışma yüzeyi ve kontrol edilme zorluğu nedeniyle uygulanabilirliği zordur. | |
| 4.2. Teller | ✓ | | | | | | | t | Daha önce denenmiş ve verim alınmamıştır | |
| 4.3. Ara Toprak Serimi | | | | | | | | ✓ | Uygulanmakta olan yöntem. | |
| 4.4. Tüneme Önleyiciler | | | | | | | ✓ | x | Çatı, duvar, teras gibi yapılar için uygun. | |
| 5. HABİTAT DEĞİŞİKLİKLERİ | | | | | | | | | | |
| 5.1. Bitki örtüsü Yönetimi | | | | | | | | x | Hedef bölge beslenme alanı olduğu için öncelikli yöntem olarak görülmemiştir. | |
| 5.2. Yemleme İstasyonları | | | | | | | | x | Saha dışı çalışma gerektirdiği için öncelikli yöntem olarak görülmemiştir. | |
| 5.3. Su Püskürtme Cihazları | | | ✓ | | | | ✓ | x | Atık su miktarında artışa neden olacaktır ve çalışma şartlarını etkileyecektir. | |
| 5.4. Geri Devir Su Püskürtme | | ✓ | | | ✓ | | ✓ | x | Atık su miktarı, koku, iş sağlığı güvenliği riski var olup çalışma şartlarını etkileyecektir. | |
| 5.5. Yiyeceklerin uzaklaştırılması | | | | | | | | x | Besinin atık içinden ayırma imkanı yoktur. | |
| 6. ÖLDÜRÜCÜ METOTLAR | | | | | | | | | | |
| 6.1. Ateş Etmek | | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | Koşullu şartlanma için gereklidir. | |
| 6.2. Yumurtalarını Yok Etmek | | | | | | | | x | Yuvalanma saha dışında farklı bir bölgede. | |
| 6.3. Yuvaları Bozmak | | | | | | | | x | Yuvalanma saha dışında farklı bir bölgede. | |

* 05.05.2008 tarihli "Piroteknik Maddelerin Satışı, Taşınması ve Kullanılmasına Dair Karar" genelgenin 8'inci maddesinin a bendi uyarınca "yakıcı yarıncı patlayıcı ve parlayıcı ile kimyasal maddelerin dolmu ve depolama alanları ve bu alanların yakın çevrelerinde kullanılmaz", b bendi uyarınca ise "yangın çıkma ihtimalinin yüksek olduğu ormanlık alanlar ile kuru ot ve kolay yanabilecek malzemelerin bulunduğu yerlerde kullanılmaz." hükümleri vardır. Havai fişek ve LPG'li ses topu kullanımına bağlı risklerin yüksek olduğundan ötürü çalışma kapsamına alınmamıştır.

** Arazi şartlarında ve gün ışığı varlığında kullanılacak lazerler pointer lazer sistemi olarak adlandırılır. Kuş kontrolü amacıyla kullanılacak lazer sistemlerinin çıkış gücü 1.000 – 1.500 MW aralığında olmalıdır. Bu tip lazerlerin kuşların göz yapısı üzerinde etkileri ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır ancak insanlar üzerinde ciddi görme kayıplarına yol açtığı rapor edilmiştir [1]

MALİYET ANALİZİ

Yukarıdaki tabloda sıralanan yöntemler yasal kısıtları ve uygulamaya bağlı muhtemel zorlukları ile verilmiştir. Elde edilen sonuçlar uygulamaya değer yöntemlerin belirlenmesinde kullanılmıştır. Saha uygulamaları ile verimleri incelenen bu yöntemler için ayrı-ayrı fayda-maliyet analizi yapılmıştır. Fayda-maliyet analizi (F-M), firma yatırımlarını etkinlik yönünden değerlendirmeye yarayan ve şirkete en yüksek faydayı sağlayacak olan sistemin seçiminde veya öncelik sırasının tespit edilmesinde yararlanılan bir tekniktir. Bu çalışmada bu analiz hesabı yüzdelik verim, faydalı ömür, ilk yatırım, işletme ve amortisman giderleri üzerinden değerlendirilmiş olarak özet olarak aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 6: Fayda-Maliyet analiz tablosu

| Yöntem | Fayda (%) | Faydalı ömrü | Maliyet (TL/yıl) | Personel (kişi) | Araç (Adet) | F/M Oranı ** |
|---------------------------------------|------------|--------------|------------------|-----------------|--------------|--------------|
| Ses tabancası * | 38% | 0,33 | 20.000 | 2 | | 66,50 |
| Görsel balon | 5% | 0,25 | 25.500 | 1 | | 6,86 |
| Görsel piramit | -2% | 2 | 23.200 | 1 | | -3,02 |
| Uzun menzilli ses sistemi UMSS | 97% | 5 | 53.800 | 1 | 1 *** | 63,10 |
| Köpük sistemi | 95% | 10 | 1.975.730 | 2 | 4 **** | 1,68 |
| Maket uçak | 98% | 5 | 60.334 | 1 | | 56,85 |

** F/M oranı sabit çarpan yöntemi ile "1 - 100" aralığına serpilmiştir.

*** UMSS nin intikali ve enerji ihdiyacının mobil bir sistem üzerinden karşılanması gerekiyor, bu durum kasalı bir araç gerektirir.

**** Uygulamada 1 ha lık açık alan için 8 saat çalışma süresi içinde en az 4 adet arasöze ihdiyaç vardır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Katı atık depolama sahalarında kontrol edilemeyen kuş sürüleri; mekanik iş ekipmanları, iş kalitesi, hava ve kara trafiği, halk sağlığı ve içme suyu kaynakları için tehdit oluşturmaktadır. Yapılan bu çalışma ile; dozer, kepçe ve kamyon gibi noktasal ses kaynaklarının yoğun olduğu, geniş çalışma sahası (~100 ha) içinde, belirli bir yüzeyinde (~1 ha) organik besin yığını bulunan, ağır çalışma şartlarının olduğu ve hava muhalefetinin hakim olduğu depolama sahalarında kuş sürülerinin kontrol edilmesi maksadıyla kullanılacak yöntem ve metotların tahlili yapılmıştır.

Genel olarak, birçok proteknik (havai fişek, maytap) seçenek ölümcül yöntemler (örneğin vurmak gibi) ile bir arada kullanıldığında etkili olmaktadır ancak kuş türleri dirençli canlılar olup bariz bir şekilde fiziksel olarak zarar vermeyen her hangi bir yönteme hızlı bir şekilde uyum gösterebilirler. Ayrıca birçok proteknik seçeneğin kullanımı kuşlar üzerinde birkaç gün için davranış değişikliklerine neden olabilir. Bu gibi durumlarda sürü geçici olarak tamamen alanı bırakır. Ancak, besin kaynağının depolama sahasında mevcut olması sürünün beslenmek için periyodik olarak depo sahasını ziyaret etmesine neden olmaktadır. Bu durum uzun vadeli başarı sağlamak için hazır bir şekilde süresiz olarak beklemeyi gerektirir. Ancak, tekli ya da çoklu sistem içinde cihaza ait görsel ya da işitsel etkinin sürü tarafından hayati tehlike olarak algılanması ve sürünün bu şekilde koşullanması etkin mücadele için şarttır. Bu maksatla kullanılacak metotlar ile birlikte sürü alışkanlığına engel olmak ve tehlike koşullandırmasının sağlanması için kaybın gün içinde 5-10 adeti geçmeyeceği şekilde ölümcül silah kullanımı gereklidir. Ayrıca sistemlerin etkinliğini arttırmak için birden fazla metodun bir arada kullanılması kuş sürülerinin üzerindeki caydırıcılığı etkin bir biçimde arttıracığı rapor edilmiştir.

Bununla beraber uygulamanın başarısı, yöntemlere hakim ekiplerin süresiz olarak sahada istihdamını gerektirir. Düzenli Depolama Tesislerinde konunun genel bir depolama problemi olarak görülmesi, uygulanan metotlar için düzenli protokollerin oluşturulması sistemin işletilmesi bakımından önemlidir. Kuşların uygulanan yöntemlere zamanla tepki vermeme riski (alışkanlık göstermesi) saha içinde konum ve yöntem değiştirebilen sistemli ekipler gerektirmektedir.