

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KATI ATIK DEPO SAHALARININ REHABİLİTASYONU

Galip Cenk EBİN

**F.B.E. Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Ahmet DEMİR

Prof. Dr. Lütfi AKÇA

Lütfi Akça

Prof. Dr. Ferruh ERTÜRK

İstanbul, 2004

İÇİNDEKİLER

KISALTMA LİSTESİ	i
ŞEKİL LİSTESİ	ii
ÇİZELGE LİSTESİ	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. KATI ATIKLAR VE BERTARAF YÖNTEMLERİ.....	3
2.1 Genel.....	3
2.2 Katı Atıkların Sınıflandırılması	3
2.3 Katı Atıkların Miktar ve Özellikleri	4
2.4. Katı Atık Bertaraf Yöntemleri	7
2.4.1. Geri Kazanma	8
2.4.2. Yakma.....	8
2.4.3. Kompostlaştırma.....	9
2.4.4. Düzenli Depolama	9
2.5. Katı Atık Depo Sahaları	10
2.5.1. Depolamaya Çevresel Açıdan Bakış	10
2.5.2. Düzensiz Depolama Alanları.....	10
2.5.3. Düzenli Depolama	11
2.5.4. Düzenli Depo Sahalarının Tasarımı ve İşletilmesi	12
2.5.5. Saha Seçimi	12
2.5.6. Sızıntı Suyu Drenajı ve Toplanma	13
2.5.7. Düzenli Depo Sahasının İşletilmesi.....	14
3. ÜLKEMİZDE KATI ATIK BERTARAFI VE ÖRNEKLER.....	15
3.1. Katı Atıkların Depolanması ile İlgili Yönetmelik	15
3.2. Ülkemizdeki Mevcut Durum	19
3.3. İstanbul Katı Atık Yönetimi	22
3.4. TRABRİKAB - Sürmene Düzenli Depolama Tesisi.....	24
3.5. Bursa Katı Atık Yönetimi.....	25
3.6. Adana İlinde Katı Atık Çalışması.....	25
3.7. Konya İlinde Katı Atık Çalışması	25
3.8. Samsun Yılandere Çöp Sahası Rehabilitasyonu.....	26
3.9. Ülkemizde Katı Atık Bertaraf Sahalarının Genel Durumu	26
4. DİĞER ÜLKELERDE ATIK SAHALARININ REHABİLİTASYONU	36
4.1. EPA'nın Öngördüğü Kademeli Rehabilitasyon ve Kaplama.....	36
4.2. Saha Güvenliği ve Parmahlıklar	40
4.3. Kamu Sağlığı ve Güvenlik Problemleri	41
4.4. Döküntü Yönetimi	41
4.5. Yangın Önleme.....	42
4.6. Tekerlek Yıkama	42
4.7. Rehabilitasyon Önlemleri.....	43

4.7.1.	Sahadaki Yapıların Temizlenmesi.....	43
4.7.2.	Ek Şıkıştırma	43
4.7.3.	Temiz Dolgu Eklenmesi	43
4.7.4.	Kapatma.....	44
4.7.5.	Kaba Drenaj Tabakasının Uygulanması.....	44
4.7.6.	Üst Toprak Tabakasının Uygulanması	44
4.7.7.	Bitki Örtüsünün Tesisi.....	45
4.7.8.	Bitki Örtüsünün Ekilmesi	45
4.7.8.1.	Ekim	46
4.7.8.2.	Bitki Ekimi	46
4.8.	İzleme Programı	47
5.	DÜZENSİZ ÇÖP DEPO SAHALARININ KAPATILMASI, ISLAHI VE REHABİLİTASYONU	51
5.1.	Mevcut Durumun Belgelendirilmesi	52
5.1.1.	Depo Sahasının Tarihçesi	54
5.1.2.	Konum	55
5.2.	Depo Sahasının Durumu ve Hali Hazırda Mevcut Olan Teknik Olanaklar	55
5.3.	Kapatma İle İlgili Planlama ve Mühendislik, Islah ve Rehabilitasyon Çalışmaları... ..	56
5.3.1.	Düzensiz Bir Depolama Sahasının Islah ve Rehabilitasyonu.....	56
5.3.2.	Bir Toprak Tabakası İle Örtmek.....	57
5.3.3.	Son (Final) Örtü Sisteminin Gerçekleştirilmesi ve Yer Altı Suyunun Islahı	57
5.3.4.	Atığın Kazılması ve Düzenli Depolama Sahasına Çevirmek İçin Rehabilitasyon Edilmesi	58
5.3.5.	Islah ve Rehabilitasyon İçin Güvenlik Önlemleri	58
5.4.	Düzensiz Bir Depolama Sahasının Üstünün Örtülmesi ve Kapatılması	59
5.4.1.	Temel Tabaka	60
5.4.2.	Geçirimsiz İzolasyon Tabakası.....	61
5.4.3.	Drenaj Tabakası	62
5.4.4.	Üst Toprak Tabakası (Nebati Toprak).....	62
5.5.	Depolama Gazının Toplanması ve Bertaraf Edilmesi	62
5.5.1.	Depolama Gazının Kaynağı ve Oluşumu	62
5.5.2.	Depolama Gazının Oluşturduğu Çevre ve Güvenlik Problemleri	64
5.5.3.	Depolama Gazının Toplanması, Çıkarılması ve Kullanılması	65
5.6.	Kapatma Sonrası Bakım ve Sahanın Gelecekteki Kullanımı	69
5.6.1.	Kapatma Sonrası Bakım	69
5.6.2.	Gelecekteki Kullanım	69
6.	DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	72
	KAYNAKLAR.....	74
	EKLER	79
	Ek - 1 Mamak Çöplüğü Uygulama Projesi Raporu.....	80
	ÖZGEÇMİŞ.....	105

KISALTMA LİSTESİ

BOİ	Biyokimyasal oksijen ihtiyacı
CH ₄	Metan
CO ₂	Karbondiyoksit
DM	Alman Markı
GEF	Dünya Çevre Örgütü (Global Environment Facility)
O ₂	Oksijen
KAY	Katı Atık Yakma
KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
\$	Dolar
TRABRİ-KAB	(Trabzon ve Rize İli Yerel Yönetimleri Katı Atık Tesisleri Yapma ve İşletme Birliği)
N ₂	Azot
METAP	Akdeniz Çevre Teknik Yardım Programı

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1.	Türkiye 'de atık kompozisyonu(DİE, 2003)	6
Şekil 2.2.	Türkiye 'de ortalama geri kazanılabilir atık kompozisyonu(DİE,2003)	7
Şekil 2.3	Düzensiz depolama alanına atık bertarafının sonuçları(Çevre Bakanlığı,2002) ...	11
Şekil 2.4.	Mutelif depo tabanları geçirimsizlik sistemleri (Demir,1999)	13
Şekil 2.5.	Depo sahasından yüzey sularının hendeklerle uzaklaştırılması (Gendebien,vd.,1992)	13
Şekil 2.6.	Sızıntı suyu toplama sistemleri (Demir,1999).....	14
Şekil 3.1.	İstanbul evsel katı atık kompost tesisi proses akım şeması(Demir, vd.,2001 c) ...	23
Şekil 5.1.	Son (final) örtü sistemine ait profilin şematik görünüşü (Çevre Bakanlığı, 2002)	60
Şekil 5.2	İzolasyon tabakası altındaki gaz toplama sistemi (Çevre Bakanlığı, 2002)	66
Şekil 5.3.	Dikey toplama (kuyuları) ve depolama işlemleri tamamlandıktan sonra sistemin uygulanışı (Çevre Bakanlığı, 2002).....	67

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1.	Amerika'da ve Avrupa ülkelerinde (%) kuru ağırlık olarak katı atık bileşenleri (Mutasem, vd...1997	5
Çizelge 2.2.	Türkiye'nin tahmini evsel atık kompozisyonu(DİE, 2003)	5
Çizelge 2.3.	Türkiye'nin geri kazanılabilir atık kompozisyonu(DİE, 2003).....	6
Çizelge 2.4.	Çeşitli ülkelerdeki katı atık yönetim teknolojilerinin dağılımı(Leao, vd., 2001 ..	8
Çizelge 3.1.	Türkiye'de katı atık tesisleri(Çevre Bakanlığı, 2002).....	21
Çizelge 3.2	İstanbul katı atıklarının bileşenleri (%)	22
Çizelge 3.3.	Çöplük arazisinin mülkiyet durumu (Çöp Hizmetleri Yönetimi, 2001).....	26
Çizelge 3.4.	Katı atık hizmeti veren kuruluşlara göre belediye sayısı(DİE, 2001)	27
Çizelge 3.5.	Nüfus grubu ve mevsimlere göre toplanan katı atık miktarı (DİE, 2001).....	28
Çizelge 3.6.	Nüfus grubu ve bertaraf yöntemine göre katı atık miktarı (DİE, 2001).....	29
Çizelge 3.7	Kullanılan çöp dökme sahasının en fazla 1000 metre uzağında bulunan alanlara göre sayısı(DİE, 2001)	30
Çizelge 3.8.	Kapatılan çöplüklerin mevcut kullanım durumuna göre sayısı,2001	31
Çizelge 3.9.	Katı Atık Kontrol Yönetmeliği hükümlerine yerine getirmeme sebebine göre belediye sayısı, 2001	32
Çizelge 3.10.	1996 yılında kapatılan çöplüklerin mevcut kullanım durumuna göre sayısı(DİE,1996).....	33
Çizelge 3.11.	Düşük ve yüksek bütçeli belediyeler için atık depolama sahası tasarımı- karşılaştırmalı örnek tasarımlar(Çevre Bakanlığı,2002).....	34
Çizelge 4.1.	Kapatma ve sızdırmazlık maliyet tahminleri(Otek Australia, 1999).....	49
Çizelge 4.2.	Tam düzeltme maliyeti Hollis Park	50
Çizelge 5.1.	Düzensiz bir depolama sahasının "tehlike potansiyeli" değerlendirmek için önerilen kontrol listesi(Çevre Bakanlığı, 2002)	53

ÖNSÖZ

Katı atıkların uzaklaştırılması, bertarafı ve düzensiz çöp depolama sahaları kentsel bölgelerde önemli çevre problemi meydana getirmektedir. Düzensiz çöp depo sahalarının rehabilitasyonunda en ekonomik yöntemlerden biri olan düzenli depolama; atığın kontrollü şartlar altında inert ve stabilize olmuş maddelere dönüşüncüye kadar ayrışmasına imkan vermektedir. Düzensiz çöp sahalarının rehabilitasyonunda karşılaşılan en önemli problem depolama sahasında oluşan depo gazı ve sızıntı sularıdır. Depo gazları ve sızıntı suları kontrol altına alınmadığında çevresel tehlikelere yol açmaktadır. Yapılacak olan rehabilitasyon işlemlerinde depo gazı, sızıntı suyu kontrolünün yanında sahanın gelecekteki kullanımı da planlanmalıdır.

Bu çalışmada düzensiz çöp depo sahalarının rehabilitasyonu sırasında hangi mühendislik işlemlerinin yapıldığı ve rehabilitasyon işlemlerinin maliyet tutarları incelenmiştir. Türkiye ve Avrupa'nın çeşitli ülkelerinden rehabilitasyon örnekleri araştırılmıştır.

Çalışmanın yönlendirilmesinde ve yürütülmesinde büyük katkıları, gösterdiği yakın ilgi ve alaka dolayısıyla hocam Prof. Dr. Ahmet DEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın veri toplama sırasında ilgi ve yardımı dolayısı ile Çevre Bakanlığı personeline, Çevre Yüksek Mühendisi M. Sinan BİLGİLİ'ye, manevi desteklerinden dolayı aileme içten teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Düzensiz depolama sahalarının rehabilite edilmesinin temel amacı, bu sahalardaki prosesler sonucunda oluşan kirlilik nedeni ile ortaya çıkan insan ve çevre sağlığı risklerinin yok edilmesi veya en aza indirgenmesidir. Bunlara ek olarak rehabilitasyon çalışmaları ile değerli alanların kazanılarak başka amaçlar için yeniden kullanılmasına olanak verecek şekilde düzenlenmesi gerçekleştirilebilir.

Türkiye’de sayıları diğer gelişmiş ülkelere göre sınırlı olan bertaraf tesislerinin yapımının gündeme gelmesi, ülke genelinde yeni bir yatırım alanının doğmasına yol açmış ve yerel yönetimler dış borç kullanarak bu tesislerin yapımlarına başlamışlardır. En yaygın kullanılan yöntem düzenli depolamadır. Düzenli depolama uygun arazi bulunduğu en ekonomik yöntemdir ve kullanılan arazi ileride başka amaçlar için kullanılabilir. Katı atık düzenli depo sahalarında atıkların anaerobik ayrışma sonucu oluşan depo gazları metan, karbondioksit ve eser miktarda uçucu organik bileşiklerden oluşmaktadır. Depo gazı içinde bulunan organik bileşiklerin insan ve çevre sağlığına olumsuz etkisi ve yüksek enerji kapasitesine sahip metan bulunması bu gazların kontrolü gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Atıkların rehabilite edilmesi teknik ve mali konuların yanında mali, çevresel bilinç ve sosyo ekonomik konuları da içine almaktadır.

Atık içinde oluşan, zehirli ve toksik bileşenleri (çöp suyu) uygun drenaj ile toplanmalı, alt zemin tabakalarına yayılması kontrol edilmeli ve yer altı suyuna sızarak kirlenmesi engellenmeli ve toplanan bu sıvıların arıtıldıktan sonra uzaklaşması sağlanmalıdır. Çöplüklerin altında izolasyon tabakalarının bulunmaması sızıntı sularının yer altı suyu ve toprağı kirlenmesine sebep olacaktır. Yapılacak rehabilitasyon işlemlerinde depo gazı ve sızıntı suyu kontrolü yanında sahanın kapatıldıktan sonraki kullanımları da planlanmalıdır.

Bu tez çalışmasında katı atıklar ve atık bertaraf yöntemleri hakkında genel bilgiler verilmiş, depolama alanlarının çevresel durumları, düzensiz çöp depolarının yarattığı çevresel problemlerden bahsedilip, Dünya’ daki katı atık bertaraf yöntemleri ve bu yöntemlerin maliyetleri konularına değinilip, düzensiz depo sahalarının kapatılması, ıslah ve rehabilitasyon işlemlerinin yapılmasında hangi proseslerin kullanılacağı, kapatma ıslah ve rehabilitasyon çalışmaları için gerekli plan ve mühendislik işlemleri ve Dünya’ dan ve Türkiye’ den rehabilitasyon örnekleri verilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Düzenli depolama, düzensiz depoların ıslah, rehabilitasyon ve bakımı, depolama maliyetleri

ABSTRACT

The primary purpose of rehabilitating the uncontrolled landfills is to eliminate or minimize the human and environmental health risks caused by the processes in these sites. Besides, the rehabilitation works can be realized so that valuable land is recovered and used for other purposes.

As construction of the disposal facilities, which are much less in Turkey when compared to other developed countries, are in the agenda of the country, a new field of investment has emerged and municipalities started construction of such plants using foreign loans. The most common method is sanitary landfill. Sanitary landfills are the most cost efficient method where suitable land is available and the land may also serve for other purposes. Landfill gases, contain, methane, carbon dioxide or trace amounts of volatile organic compounds. The negative impact of the organic compounds within the landfill gases on the environment and human health and existence of methane at high energy capacity necessitated the control of these gases.

Besides technical and financial issues, rehabilitation of wastes also covers environmental consciousness and socio-economic issues.

The poisonous and toxic components within the leachate should be collected by means of a suitable draining system while preventing its dispersing into the subsoil and polluting the ground water. The collected liquids should then be treated and removed. Lacking of insulation layers under the landfills may cause pollution of the ground water and soil. In the rehabilitation works to be performed, landfill gas, leachate water control as well as future use of the site should be taken into account.

In this study, general information on solid wastes and waste disposal methods have been provided and the environmental conditions of the landfills and the environmental problems imposed by uncontrolled landfills were mentioned. In addition to these, disposal methods in Europe and the cost of such methods were also described and closure of the uncontrolled landfills, the processes to be employed in restoration and rehabilitation of the landfills, the necessary planning and engineering works for closure, restoration and rehabilitation, samples of rehabilitation from the other parts of the world and Turkey were presented.

Keywords: Regular landfill, restoration, rehabilitation and maintenance of the irregular landfills, filling costs

1. GİRİŞ

Toplumların sosyo ekonomik yapıları değıştikçe üretim dağıtım ve tüketim alışkanlıkları da değışmektedir. Nüfusun artması, yaşam standartlarının yükselmesi ve teknolojiadaki gelişmelerin artması sonucu, katı atık miktarları da son yıllarda önemli miktarda artmıştır. Şehir katı atıkları her zaman bizimle birlikte olmuş dünyanın nüfusu ve şehirleşmesi arttıkça hacim olarak artmıştır. Temel mallar ve hizmetler konusunda diğer insanlara bağımlı olan insanların sayısı arttıkça insanların boş zamanları azalınca ambalajlı mallara ihtiyaç artmıştır. Gelişen teknolojisi ile birlikte eski beyaz eşyalar çöpe gitmeye başlamıştır. Bu yüzden çöplüklerin yapısı ve miktarı da büyük oranda değışmiştir.

Çok uzun olmayan bir geçmişte, bir insanın atıkla olan ilgisi atık konteynıra atıldıktan sonra kesiliyordu. Çöpçülerin grev yapması haricinde çöpler insanların aklına gelmezdi. Ama son yıllarda bu durum değışti artık insanlar çöplerin nereye gittiğini ve burada çöplere neler olduğunu soruyor.

Bu atıkların çevre problemlerine yol açmayacak şekilde bertaraf edilmesi gerekmektedir. Katı atıkların düzenli depo sahalarında bertaraf edilmesi, yakma ve kompostlaştırma gibi diğer alternatif atık bertaraf yöntemleri arasında, ekonomik avantajları dolayısıyla en yaygın kullanılan yöntemdir. Düzenli depolama, maliyetinin düşük olmasının yanında, atıkların kontrollü şartlar altında inert ve stabilize olmuş maddelere dönüşünceye kadar ayrışmasına da imkan sağlar.

Atık içerisindeki organik maddeler mikroorganizma faaliyetleri ile ayrışır. Ayrışma proseslerinin başlangıcında, aerobik bakteriler organik maddeleri organik asitlere ve diğer kimyasal bileşiklere dönüştürürler. Atıkların üzeri kapatıldıktan sonra, ortamda bulunan oksijen, bu organizmalar tarafından hızla tüketilir. Bundan sonra meydana gelen biyolojik ayrışma prosesleri anaerobik mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilir. Bu mikro organizmaların faaliyetleri sonucu ortaya çıkan temel ürünler depo gazları, yüksek kirletici konsantrasyonlarına sahip sızıntı suları ve stabilize olmuş atıklardır.

Depo gazları, atık içerisindeki organik muhtevanın anaerobik ayrışması sonucu ortaya çıkan bir gaz karışımıdır. Depo gazları, hemen hemen eşit miktarlarda metan ve karbondioksit ile çok sayıda uçucu organik bileşikten meydana gelir. Hava kirliliği ve istenmeyen kokulara sebep olan bu organik bileşiklerden dolayı, depo gazları çevresel bir problem oluşturmaktadır.

Katı atık depo sahalarından kaynaklanan metan ve karbondioksit global ısınmaya neden olan en önemli gazlardır. Ayrıca, metanın hava ile belirli oranlarda karıştığında patlayıcı özelliği vardır. Depo gazları insan ve çevre üzerinde olumsuz çeşitli etkilere sebep olurlar. Depo gazları değişik şekillerde elektrik üretimi, araç yakıtı olarak kullanılması ve doğal gaza dönüştürülmesi gibi çeşitli alanlarda kullanılabilir.

Düzensiz çöp döküm sahalarının rehabilite edilmesinin amacı bu sahalardaki prosesler sonucunda oluşan kirlilik nedeni ile ortaya çıkan insan ve çevre sağlığı risklerinin yok edilmesi veya en aza indirgenmesidir. Rehabilitasyon çalışmaları, değerli alanların kazanılacak başka amaçlar için yeniden kullanılmalarına olanak verecek şekilde gerçekleştirilebilir. Düzensiz çöp depolama alanlarında rehabilitasyon buraya gelen atık türüne, sahanın hidrojeolojik yapısına ve bu sahada meydana gelecek kirliliğin boyutları gibi yerel değişkenlerle yakından ilişkilidir.

Tezin 2. bölümünde Katı atık tür, miktarlar ve oluşumu hakkında bilgiler verilmiş, katı atık bertaraf yöntemleri incelenmiş katı atık depo sahaları hakkında bilgiler verilmiştir. Tezin 3. bölümünde ülkemizdeki katı atık bertarafı ve düzensiz depolama alanlarının rehabilitasyon örnekleri ve maliyet bilgileri verilmiş, Tezin 4. bölümünde yabancı ülkelerde atık boşaltma bölgelerinin rehabilitasyonu işlemleri anlatılmış, Tezin 5. bölümünde katı atık depo sahalarının rehabilitasyon işlemleri ve uygulanan yöntemler anlatılmıştır. Tezin 6. bölümünde ise sonuç ve değerlendirmeler verilmiştir.

2. KATI ATIKLAR VE BERTARAF YÖNTEMLERİ

2.1 Genel

Yaşamamızda kullanıldıktan veya tüketildikten sonra yok edilmesi veya yeniden yararlanabilmemiz için toplanıp çevremizden uzaklaştırılması gereken çeşitli malzemelere katı atık denir. 14.3.1991 tarihinde Resmi Gazetede yayınlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde ise katı atık “Üreticisi tarafından atılmak istenen, toplumun huzuru ve çevrenin korunması bakımından düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı madde ve arıtma çamurlarının tümü katı atık olarak tanımlanmaktadır”. (Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 1991) Miktarları her geçen gün artan katı atıkların çevrede yarattığı olumsuz etkiler nedeniyle, bu atıkların teknik yöntemlerle bertaraf edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Katı atık yönetiminin amacı, kaynak israfını önlemek, eldeki mevcut kaynaklara göre sistemin daha iyi çalışmasını sağlamaktır. Atıkların bertarafı için yapılan çalışmaların çevreyi minimum etkileyecek, çağdaş ve en az masrafla yapılması büyük önem taşır.

2.2 Katı Atıkların Sınıflandırılması

Katı atık kapsamına giren tüm malzemeler aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

1. Evsel Katı Atıklar

a) Organik: Mutfak atıkları, yemek artıkları, kağıt, karton, plastik ve ahşap

b) İnorganik: Kül, curuf, ev eşyası kırıkları (cam, porselen, demir)

2. İri ve Hurda Katı Atıklar: Eski ev eşyası, büyük bahçe atıkları, büyük ambalaj atıkları, eski araba lastiği

3. Bahçe Atıkları: Bitki atıkları, yaprak, ağaç dalları

4. Cadde, Sokak Süpürüntüleri

a) Organik: Pazar yeri artıkları, cadde ağaçlarının yaprak ve dalları, hayvan pislikleri

b) İnorganik: Cadde yüzeyindeki aşınmalar, kış hizmetlerinde yola serpilene maddeler, uçucu kül ve toz.

5. Sanayi Atıkları

a) Organik: Besin endüstrisinin üretim artıkları, dokuma ve kimya fabrikası artıkları, ambalaj maddesi, kağıt, karton, plastik, ahşap artıkları, cila ve boya.

b) İnorganik: Çeşitli endüstri dallarının üretim artıkları, kül ve curuf, ambalaj malzemesi çelik, toprak kap, cam.

6. Mezbaha ve Ahır Atıkları: Bağırsaklar ve içkembe muhtevası, kemik, boynuz, kesilen hayvanların tırnakları.

7. Enkaz ve Toprak Atıkları

a) Organik: Yapı kısmı ahşap ve plastik

b) İnorganik: Taş, toprak, metal parçaları (Karpuzcu, 1994)

2.3 Katı Atıkların Miktar ve Özellikleri

Katı atık miktarları ülkeden ülkeye ve aynı ülke içinde kentten kente, yerel koşullara, sosyal seviyeye, hayat standartlarına, beslenme alışkanlıklarına, coğrafi durum ve iklime, bölgenin büyüklüğüne, çöp kaplarının hacmine ve sayısına, çöp toplama hizmetlerinin bedeline bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Tabasaran, 1978). Ülkemizde kişi başına çöp üretimi ortalama yaz aylarında 1,28 kg/kişi-gün, kış aylarında 1,32 kg/kişi-gün ortalama ise 1,31 kg/kişi-gün (DİE, 2001) iken Avrupa ülkelerinde 1,5-2 kg/kişi-gün, ABD’de ise 3 kg/kişi-gündür. (Gendebien, vd., 1992)

Artan nüfus ve teknolojik gelişmelere, mevsimlere, yerleşim yerlerine ve bu yerlerde yürütülen sosyo ekonomik faaliyetlere göre katı atık yapısında hem nitelik hem de nicelik olarak değişiklikler olmaktadır. Bu meydana gelen değişikliklerin sonucu katı atıkların yapısında oluşan değişimlerin sürekli olarak izlenmesi ve bunun içinde devamlı örnekleme yapılması gereklidir (Buenrostro, vd., 2001). Çizelge 2.1’de Amerika ve Avrupa ülkelerindeki katı atık bileşenlerinin ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 2.1. Amerika’da ve Avrupa ülkelerinde (%) kuru ağırlık olarak katı atık bileşenleri (Mutasem, vd... 1997)

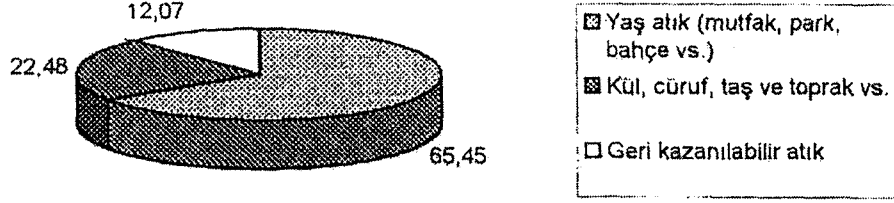
Parametre	Avrupa Ülkeleri	Amerika
Kağıt	20-42	28-50
Yemek Atıkları (Organik)	20-50	6-18
Sokak Süprüntüleri	12-18	5-20
Plastik	3-8	4-10
Cam	4-12	4-12
Tekstil	2-14	1-12
Metal	3-13	3-13
İnert/İnorganikler	1-20	0-6

Ülkemizde ortalama bir atık kompozisyonu vermek oldukça güçtür. 11 büyük şehir ve merkez belediyesinde (Adana, Ankara, Diyarbakır, İstanbul, İzmir, Samsun, Bursa, Gaziantep, İskenderun, Kayseri, Konya) yapılan kompozisyon belirleme çalışmasından yola çıkarak yaklaşık bir sonuca ulaşılabilir. Türkiye kompozisyonunda belirtilen parametrelerin değerleri 11 ilin aynı parametrelerinin aritmetik ortalamasıdır. Buna göre Türkiye’nin tahmini evsel katı atık kompozisyonu aşağıda Çizelge 2.2 ve Şekil 2.1’de verilmiştir. (DİE, 2003)

Çizelge 2.2. Türkiye’nin tahmini evsel atık kompozisyonu (DİE, 2003)

<u>Atık Cinsi</u>	<u>%</u>
Yaş atık (mutfak, park, bahçe vs)	65,45
Kül, cüruf, taş ve toprak vs	22,48
Geri kazanılabilir atık	12,07

ATIK KOMPOZİSYONU

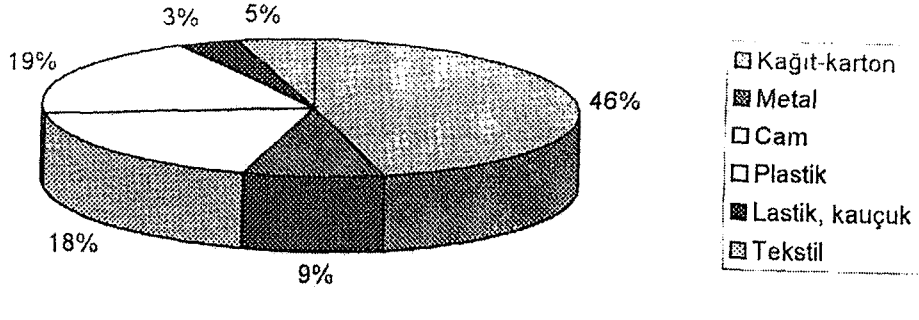


Şekil 2.1 Türkiye’de atık kompozisyonu (DİE, 2003)

Türkiye’nin geri kazanılabilir atık kompozisyonu ise yine Adana, Ankara, Diyarbakır, İstanbul, İzmir ve Samsun illerinde yapılan çalışmaların ortalamalarının sonucu olarak aşağıdaki Çizelge 2.3 ve Şekil 2.2’de verilmiştir. (DİE, 2003)

Çizelge 2.3. Türkiye’nin geri kazanılabilir atık kompozisyonu

<u>Geri Kazanılabilir Atık Cinsi</u>	<u>%</u>
Kağıt – Karton	45,45
Metal	8,60
Cam	18,45
Plastik	19,30
Lastik, Kauçuk	3,35
Tekstil	4,85



Şekil 2.2 Türkiye’de ortalama geri kazanılabilir atık kompozisyonu (DİE, 2003)

2.4 Katı Atık Bertaraf Yöntemleri

Katı atıkların çevreye ve insan sağlığına zarar vermeden etkisiz hale getirilmesi ve içindeki maddeleri yeniden değerlendirerek, ekonomik değeri yüksek maddelerin ekonomiye kazandırılması için şu yaygın metotlar kullanılır.

- Geri kazanma
- Yakma
- Kompostlaştırma
- Düzenli depolama

Bir katı atık bertaraf tesisin genel olarak aşağıdaki koşullara sahip olması gerekir.

- Tesisin yapısı, katı atığın optimum giderilmesini ve işlenen atıkların hijyen açısından sakıncasız olmasını temin etmelidir.
- Uygulanacak metodun önceden denenmiş ve başarıya ulaşmış olması gerekir.
- Tesisin otomatik proses kontrolü, bakım ve işletilmesi bir merkezden sağlanmalıdır.
- Tesisten etrafa kötü koku, gaz, toz ve duman yayılması tamamen önlenmelidir.
- Tesis artan katı atık miktarına göre genişletilmeye elverişli olmalıdır.
- Mimari ve peyzaj yönünden çevre ile uyum halinde olmalıdır.

Aşağıdaki Çizelge 2.4 de bazı ülkelerdeki atık bertarafında kullanılan yöntemler verilmiştir.

Çizelge 2.4 Çeşitli ülkelerdeki katı atık yönetim teknolojilerinin dağılımı (Leao, vd., 2001)

Ülke	Katı atık bertaraf teknolojisinin kullanıldığı oran (%)			
	Düzenli depolama	Yakma	Kompostlaştırma	Geri Kazanma
Avustralya	82	2,5	-	15,5
Kanada	80	8	2	10
Fransa	45	42	10	3
Almanya	46	36	2	16
Yunanistan	100	-	-	-
İrlanda	97	-	-	3
İtalya	74	16	7	3
Hollanda	45	35	5	15
Portekiz	85	-	15	-
İspanya	64	6	17	13
İngiltere	88	6	-	6
A.B.D	67	16	2	15

2.4.1 Geri Kazanma

Atık içerisinde geri kazanılabilen madde (cam, plastik, kağıt, metal vb.) miktarı yeterli ise geri kazanım yapılmalıdır. Geri kazanılabilir malzemeler diğer atıklar ile karışık toplandığı zaman ekonomik değerlerinde çok büyük kayıplar meydana gelmektedir. Bu yüzden geri kazanım çalışması mutlaka kaynağında ayır toplamayı içermelidir. Kaynağında ayırma uygulanmaması halinde, yerleşim merkezlerinden toplanan atıkların tamamı geri kazanım tesisinde işlenmektedir. Ayır toplamanın en büyük avantajı ise, geri kazanma tesisinin projelendirme ve işletilmesinde kolaylık sağlamasıdır.

Geri dönüşüm; atıkların özelliklerinden faydalanarak içindeki bileşenlerin fiziksel, biyolojik, kimyasal yöntemlerle başka ürünlere ve enerjiye çevrilmesidir. Tekrar kullanım sayesinde ürünün kullanım süresi uzatılmış olur. (Daskalopoulos, vd., 1997a)

2.4.2 Yakma

Katı atıkların hacmini azaltmak için toplanan çöplerin özel tesislerde yakılmasıdır. Bu metod, hacim ve ağırlık küçültme oranının yüksek olması nedeniyle depolama yeri sıkıntısının çekildiği durumlarda, hastane atıklarında olduğu gibi son ürünün stabilize edilmesinin gerekli olduğu hallerde kullanılır. Katı atığın yakılması için atık yakmaya uygun olmalıdır ve ikinci bir yakıta ihtiyaç duyulmamalıdır. Aksi taktirde yakma ekonomik olmaz. Yakma sonucu kalan inorganik atıkların bertarafı için düzenli depolamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Düzenli depolama saha sıkıntısı çeken ülkelerde genellikle kullanılan bir yöntemdir. Depolama alanlarının azlığı ve arazi fiyatlarının yüksek olmasından dolayı son zamanlarda pek çok

ülkede yakma yöntemi uygulanır. Geri dönüşümü uygun olan maddelerin ayrılmasından sonra, katı atık nem oranı ve kalorifik değerin uygun olması halinde, gerekli hava kalitesi standartlarının sağlanması şartıyla bu yöntemin uygulanması ekonomi ve çevre açısından faydalıdır. (Daskalopoulos, vd., 1997b)

2.4.3 Kompostlaştırma

Katı atık içindeki organik kısımlar (mutfak artıkları, arıtma tesisi çamuru vb) kompost yapılarak tekrar kullanılabilir. Kompost, katı atık içerisindeki organik kısımların biokimyasal süreçten geçirilerek humusa benzer bir malzemeye dönüştürülmesidir. Atık içindeki organik maddeler mikroorganizmalar vasıtası ile daha basit bileşiklere, CO_2 ve H_2O 'ya dönüşür. Mikroorganizmaların metabolizma olayları sonucu açığa çıkan ısı ile materyal $60-65^{\circ}C$ 'ye kadar ısınır. Aerobik ve anaerobik olmak üzere başlıca iki yolla yapılır. Anaerobik süreçte dönüşüm esnasında yan ürün olarak biogaz da elde edilir.

Atıkların uygun kısımları kompost yapılsa bile, yaklaşık %30'luk bir kısmın nihai olarak başka bir usulle uzaklaştırılması gerekmektedir. (Daskalopoulos, vd., 1997b)

2.4.4 Düzenli Depolama

Düzenli depolama; katı atıkların çevre sağlığına uygun şekilde, tabanı kil ve geomembranla (plastik folye) geçirimsiz hale getirilmiş bir araziye dökülüp sıkıştırılması ve üzerinin toprakla örtülmesini, oluşacak metan gazının bacalar vasıtası ile toplanmasıdır. XX. yüzyılın ortalarına kadar atıklar doğada uygun sahalara kontrolsüz olarak ve açık şekilde boşaltılmaktaydı. Hacmi azaltmak için atıkların yakılması çok sık görülmekteydi. Dereler, dış eğimli araziler, kullanılmayan maden ocakları en yaygın atık alanları idi. II. Dünya savaşıdan sonra düzenli atık depolama uygulamaları başladı. Atık depo sahasında günlük çalışma sonucunda her ünite içerisindeki atık 15-20 cm kalınlığındaki doğal örtü tabakası ile kapatılmaktaydı. (Bilgili, 2002)

Düzenli depolama alanları, sentetik geçirimsiz tabakalara sahip olmakla beraber, günümüzde çift tabakalı membranlar kullanılmaya başlanmıştır. Meskun bölgelerde evlerden atılan evsel katı atıklar park, bahçe ve yeşil alanlardan atılan bitki atıkları, iri katı atıklar, zararlı atık olmamakla birlikte evsel katı atık özelliklerine sahip sanayi ve ticarethane katı atıkları, evsel atık su arıtma tesislerinde oluşan arıtma çamurları zararlı atık sınıfına girmeyen sanayi arıtma tesisi çamurları katı atık depo sahalarında depolanmaktadır. Evsel ve evsel nitelikli endüstriyel katı atıkların öncelikle geri kazanılması esastır. (İglesias, vd., 2000)

2.5 Katı Atık Depo Sahaları

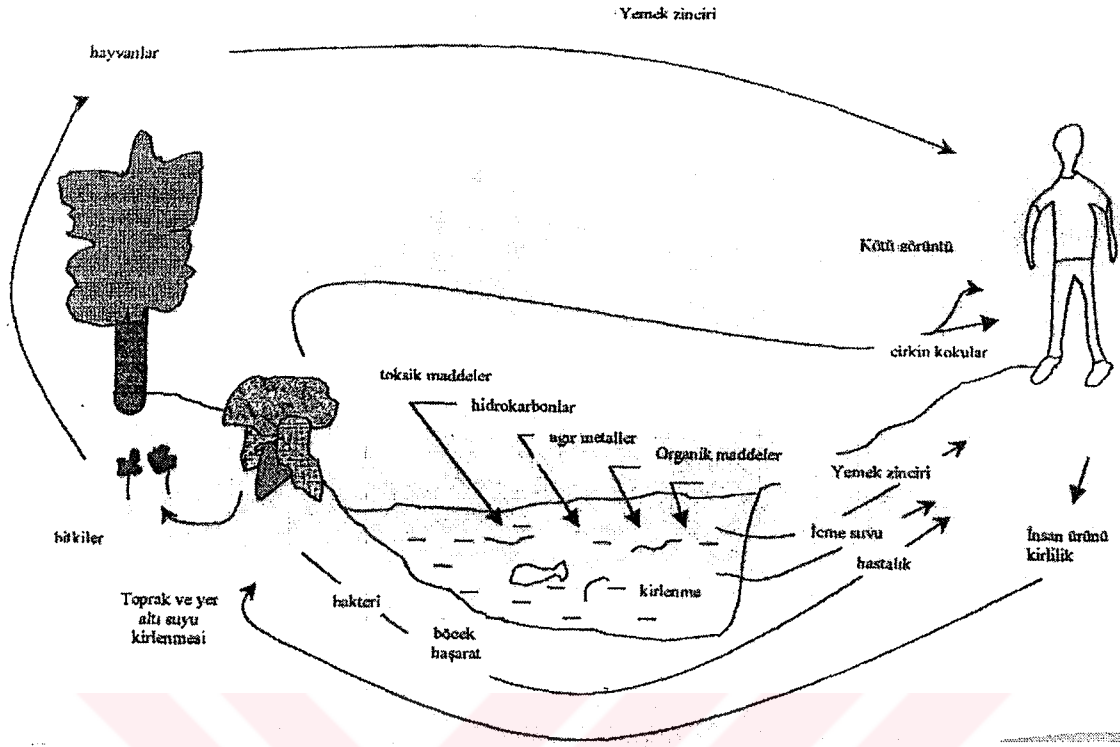
2.5.1 Depolamaya Çevresel Açıdan Bakış

Depolama alanları, bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik reaksiyonların gerçekleştiği ve böylelikle atıkların yapılarının değiştiği ve bozduğu birer karmaşık reaktör olarak tanımlanabilir. Bu ortamlar, sonuçta daha dengeli bir ortamın oluşmasına katkıda bulunurlar. Biyolojik dengenin sağlanması için gereken süre depolanan atığın cinsi, sıkıştırılma derecesi ve nem oranı gibi pek çok faktörle ilişkilidir. Bu ve benzeri işlemler sahaya atık depolama işlemi bittikten sonrada devam edebilir.

Depolama alanına yağmursuyu girmesi ve atıkların biyokimyasal ve fiziksel parçalanması sonucunda metan oranı yüksek bir gaz ve askıda katı maddesi yüksek, organik ve inorganik içeriği fazla olan bir sızıntı suyu oluşabilmektedir. Hem sızıntı suyu, hem de depolama gazı, çevre kirliliğini önlemek açısından ve aynı zamanda tehlikeli durumların oluşumunu önlemek amacıyla düzenli depolama yapılmalıdır.

2.5.2 Düzensiz Depolama Alanları

Geçmişte atıklar genellikle yol ve nehir kenarlarına veya terk edilmiş maden ocaklarına atılırdı. O dönemde bu yöntem çöplerin bertarafı için en ekonomik yöntemdi, yüzey ve yer altı suyu ve hava kirlenmesinden oluşacak tehlikelere önem verilmemekteydi. Düzensiz depo sahalarının çevre ile uyum sağlaması doğaya bırakılmaktaydı. Bu depolama sahaları için doğal ıslah genellikle yetersiz kalmaktadır. Biriken atık maddeler üzerinde su geçirimsiz tabaka bulunmadığından kütlelerin içine yağmur suyu girmekte ve bu sular tehlikeli olan atık bileşenleri içlerine almaktadır. Bu sayede oluşan sızıntı suyu çevreye zarar vermektedir. Bu sular özellikle; toprağın, yüzey ve yer altı sularının kirlenmesine yol açmaktadır. Depolama sahasında oluşan gaz yüksek metan oranı sebebiyle hava kirliliğine yol açmaktadır. Metan gazı aynı zamanda karbondioksitten 30 kat daha güçlü sera gazı olduğundan tüm gezegeni olumsuz etkileyen sera etkisine katkıda bulunmaktadır. Kontrolsüz depolama gazı emisyonlarının başka olumsuz etkileri ise yangın ve patlama riski, insan sağlığı ile ilgili riskler, tarım ürünlerine zararlı etkisi sayılabilir. (Şekil 2.3)



Şekil 2.3 Düzensiz depolama alanına atık bertarafının sonuçları (Çevre Bakanlığı, 2002)

2.5.3 Düzenli Depolama

Katı atıklar özellikle büyük şehirlerde önemli çevre problemlerine yol açmaktadırlar. Bu atıkları zararsız hale getirmek için kullanılan farklı yöntemlerden düzenli depolama ekonomik açıdan en uygun yöntemdir. Dünya da oluşan atıkların %95 günümüzde depo sahalarında bertaraf edilmektedir. Düzenli bir depo sahasında atıklar ince tabakalar halinde yere serilir daha sonra hacimlerin azaltılması için sıkıştırılır ve uygun bir malzeme ile üzeri örtülür. Ayırışma prosesinin başlangıcında, ortamda gaz fazında oksijen (O_2) mevcutken, atık içindeki organik muhteva, aerobik bakteriler tarafından organik asit ve diğer kimyasal bileşiklere dönüştürülür. Çöp yığını üzerine daha fazla atık konulduğunda veya toprak ile örtüldüğünde, bu aerobik bakteriler mevcut O_2 'i hızla tüketirler. Bundan sonra ayırışma işlemi anaerobik bakteriler tarafından devam ettirilir. Bütün bu faaliyetler sonucu ortaya sızıntı suyu olarak adlandırılan bir sıvı, depo gazı olarak adlandırılan bir gaz ve stabilize olmuş atık kalır. (İglesias, vd., 2000)

2.5.4 Düzenli Depo Sahalarının Tasarım ve İşletilmesi

Düzenli depolama sahalarının tasarımı ve inşası sırasında, depo gazı kontrol sistemi veya depo gazı toplama ve yakma sistemi, ve sızıntı suyu toplama sistemi kurulması gerekmektedir. Depo sahalarının işletilmesi de depo gazı ve sızıntı suyu oluşumunu etkilemektedir. Bu sebepten iyi bir şekilde tasarlanıp inşa edilmesi gerekir, en uygun ekonomik yolla işletilmesi gerekmektedir. (Pohland ve Al-Yousfi, 1994)

2.5.5 Saha Seçimi

Depolama yapılacak saha çok dikkatli bir şekilde seçilmelidir. Saha seçiminde dikkat edilmesi gereken temel hususlar şunlardır:

- Alan ihtiyacı
- Civardaki yapılar
- Yeraltı suyu seviyesi
- İklimsel özellikler
- Örtü malzemesinin temin edilebilirliği
- Yerleşim birimlerine uzaklık

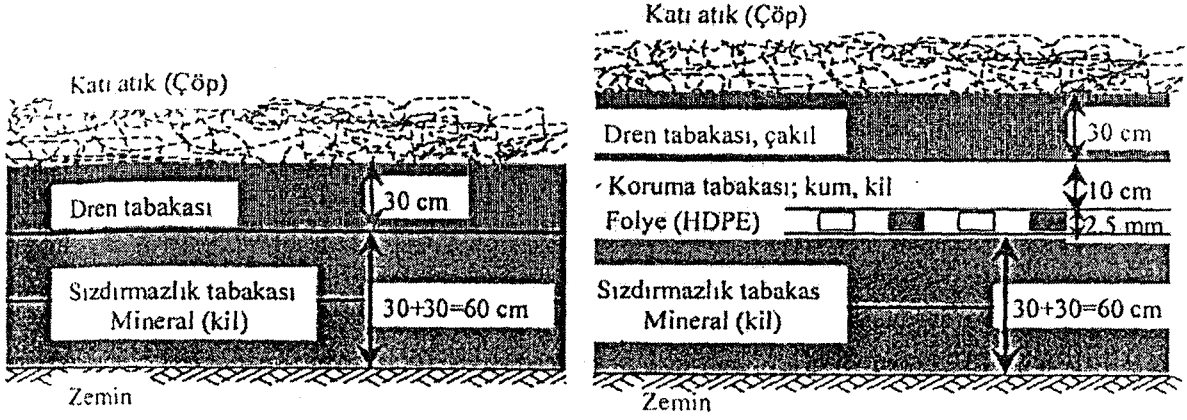
Katı atık depo sahalarında en önemli problem sızıntı suyu oluşumudur. Her türlü kirletici içeren bu sular yeraltı ve yerüstü sularının kirlenmesine sebep olurlar. Bu sızıntı suyunun olumsuz etkisini önlemek için depo sahasının tabanı geçirimsiz hale getirilmelidir. Bu malzeme kil ve bentonit (Sodyum, Kalsiyum) polimerler, çimento, asfaltlı beton karışımı olabilir. Ayrıca klorlu polietilen (CPE), etilen kapolimer bitumen (ECB) neopren, yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) olabilir. (Gendebien, vd., 1992)

Saha tabanının hazırlanması sırasıyla şu kademelerle gerçekleşir:

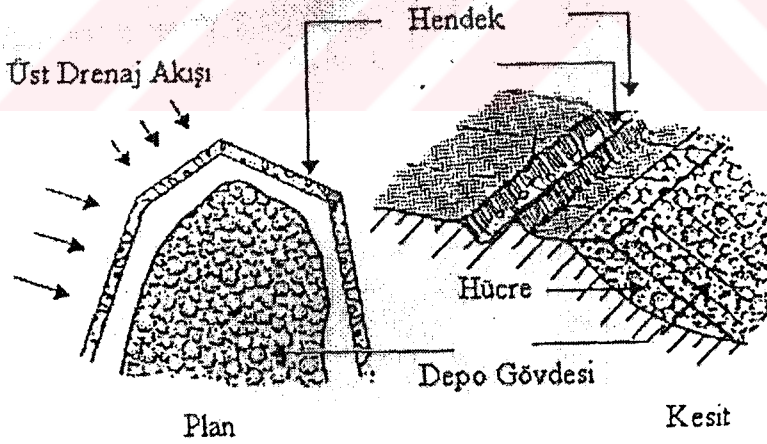
- Sahanın düzeltilmesi
- Kontrol tabakasının altına uygun malzeme yerleştirilmesi
- Polimerik tabakanın serilmesi
- Membranı çevresel etkilerden korumak için 30-40 cm kalınlığındaki iyi öğütülmüş bir malzemeyle kaplanması

Saha tabanı hazırlanırken sızıntı suyunun depo sahasından dışarı çıkmasına engel olunmalıdır. Kil ve geomembren tabakalarla bunu sağlamak mümkündür. Şekil 2.4'de katı atık düzenli

depo sahalarında kullanılan sızdırmazlık tabakaları gösterilmiştir. Depo sahalarında yüzeysel suların toplanması kolaydır ve depo sahasının etrafına Şekil 2.5’de görüldüğü gibi hendek açılması yeterlidir.



Şekil 2.4 Muhtelif depo tabanı geçirimsizlik sistemleri (Demir, 1999)



Şekil 2.5. Depo sahasından yüzey sularını hendeklerle uzaklaştırılması (Gendebien, vd, 1992)

2.5.6 Sızıntı suyu drenajı ve toplanması

Bir depolama alanının en önemli özelliklerinden birisi sızıntı suyu toplama sistemidir. Bu sistem; yüksek geçirgenliğe sahip taneli malzemelerden oluşan drenaj tabakası ile sızıntı suyunu toplamak amacıyla yerleştirilen drenaj borularından meydana gelir. Bu sistemin iyi

3. ÜLKEMİZDE KATI ATIK BERTARAFI VE ÖRNEKLER

Türkiye’de kentleşme süreci ile kentlerin sayısı ve nüfusu artmaktadır. Bu nedenle daha fazla katı atık üretilmektedir. Ülkemizde katı atıkların bertarafı ile ilgili olarak Katı Atık Kontrol Yönetmeliği çıkarılmıştır. 14.03.1991 tarihli RG:20814 sayılı bu yönetmelikte katı atıkların depolanması ile ilgili olarak şu maddelere yer verilmiştir.

3.1 Katı Atıkların Depolanması ile İlgili Yönetmelik

Evsel Katı Atık Depo Alanına Depolanacak Atıklar ve İstisnaları

Madde 22-2 nci maddede belirtilen atıklar, hafriyat toprağı hariç olmak kaydıyla evsel katı atık depo alanına depolanır.

Evsel ve evsel nitelikli endüstriyel katı atıkların öncelikle geri kazanılması esastır. Geri kazanmanın ekonomik ve teknik olarak mümkün olmaması halinde, atıklar çevrenin sağlığının korunması, katı atık hacminin azaltılması, kısmen enerji veya kompost elde edilmesi maksadıyla termik veya biyolojik işlemlere tabi tutulur. Ancak termik veya biyolojik işlemlere elverişli olmayan veya bu işlemler sonucu yan ürün olarak ortaya çıkan atıkların depolanması zorunludur. Bu amaçla belediyeler 1580 sayılı Belediye Kanunu gereğince katı atıklar için yapılan depolarda aşağıdaki hususları göz önünde bulundururlar.

Evsel atıkları düzenli depolamak maksadıyla inşa edilen depolara, insan ve çevre sağlığını korumak amacıyla;

- 1) Sıvıların ve sıvı atıkların,
- 2) Akıcılığı kayboluncaya kadar suyu alınmamış arıtma çamurlarının,
- 3) Patlayıcı maddelerin,
- 4) Hastane ve klinik atıklarının,
- 5) Hayvan kadavralarının,
- 6) Depolama esnasında aşırı toz, gürültü, kirlenme ve kokuya sebep olabilecek atıkların,
- 7) Radyoaktif madde ve atıkların,
- 8) Tehlikeli atık sınıfına giren katı atıkların, depolanması yasaktır.

Hafriyat Toprağının Depolanması

Madde 23 - Hafriyat toprağı üreticileri ve/veya taşıyıcılarının, topraklarını belediyelerin gösterdiği yerlerin dışına dökmeleri yasaktır.

Aksi davranışta bulunanlar hakkında Kanun çerçevesinde işlem yapılır.

Hafriyat toprağının denizlere, göllere, akarsulara dökülmesi ve bunlarla dolgu yapılması yasaktır.

Katı Atık Depo Tesislerinin Yer Seçimi

Madde 24 - Evsel ve evsel nitelikli endüstriyel katı atıkları ve arıtma çamurlarını düzenli olarak depolamak amacıyla inşa edilen depo tesisleri, Müsteşarlık veya ilgili belediyeler tarafından içme suyu temin edilen ve edilecek olan yüzeysel su kaynaklarının korunması ile ilgili olarak, çıkarılan yönetmeliklerde, çöp dökülemeyeceğı ve depolanamayacağı belirtilen koruma alanlarında kurulamaz.

Depo tesisleri, en yakın yerleşim bölgesine uzaklığı 1000 metreden az olan yerlerde inşa edilemez. Ancak, depo tesislerinin çevresinde tepe, yığın ve ağaçlandırma gibi tabii engeller varsa mahalli çevre kurullarının kararı ve gerektiğinde Müsteşarlığın uygun görüşü ile, bu mesafeden daha az olan yerlerde de ilgili belediye ve mahallin en büyük mülki amirliğince depo kurulmasına müsaade edilebilir.

Taşkın riskinin yüksek olduğu yerlerde, heyelan, çığ ve erozyon bölgelerinde, içme, kullanma ve sulama suyu temin edilen yeraltı suları koruma bölgelerine katı atık depo tesislerinin yapılmasına müsaade edilemez.

Bu alanlar işletmeye açıldıktan sonra iskâna açılmayacak şekilde planlanır ve etraflarına bina yapılmasına müsaade edilmez.

Depo Tesisleri

Madde 25 - Depo tesisleri aşağıda belirtilen özellikleri taşımalıdır:

1)Evsel ve evsel katı atık özelliğindeki endüstriyel atıklar ile bunların atıksu arıtma çamurlarını depolamak üzere inşa edilen depo tesislerinin asgari kapasiteleri, nüfusu 100.000'den küçük olan yerleşim bölgelerinde 10 yıllık depolama ihtiyacını karşılayacak şekilde, nüfusu 100.000'den büyük olan yerlerde 500.000 m³ olarak planlanır.

2)Depo tesisine ulaşım ve depo iç yollarında geçiş her türlü hava şartlarında mümkün olacak şekilde düzenlenir.

3)Planlanan depo tesisi bir çitle çevrilir.

4)Depolama sahasında kirlenen araba tekerleklerinin yolları ve caddeleri kirlenmemesi için, tekerlekleri temizleyecek teknik tedbirler alınır.

5)Depo tesisi girişinde, girişi kontrol altında tutmak, gelen katı atıkları muayene etmek, tartmak amacı ile bekçi kulübesi, işletme odası, kantar ve binası bulunur. Kantar tartma kapasitesi 35 ton, platformun genişliği asgari 3 metre, boyu 18 metre olacaktır.

Depo Tabanının Teşkili ve Sızıntı Suyu Toplanması

Madde 26 - (R.G. 15.9.1998/23464) Düzenli depo tesisinden, depo tabanına sızan sızıntı sularının yeraltı sularına karışmasını önlemek için depo tabanı geçirimsiz hale getirilir. Depo tabanında oluşturulan bir drenaj sistemi ile sızıntı suları toplanır. Bu amaçla;

1) Depo tabanı, tabii yeraltı suyunun maksimum seviyesinden en az 1 metre yüksekte olur.

2) (Değişik bent : R.G. : 18.9.1999/23790'da yayınlanan Yönetmelik m.1) Depo tabanına; sıkıştırılmış kalınlığı en az 60 cm olan kil veya aynı geçirimsizliği sağlayan doğal ya da yapay malzeme serilir. Bu malzemelerin geçirimsizlik katsayısı (permeabilite) 1×10^{-8} m/sn'den büyük olamaz. Az çatlaklı kaya zeminlerde ise bu değer 1×10^{-7} m/sn olması sağlanır.

Depo tabanının, en az 3 metre kalınlığında doğal kil ve benzeri 1×10^{-7} m/sn geçirimsizlik katsayısının sağlayan bir malzeme olması durumunda, depo tabanı tekrar geçirimsizlik malzemesi ile kaplanmaz. Bu durumda geçirimsizlik katsayısının sahanın her yerinde 1×10^{-8} m/sn olması sağlanır.

İçme ve kullanma suyu havzalarının uzun mesafeli koruma alanında inşa edilecek düzenli depo sahası tabanında, sıkıştırılmış kalınlığı 60 cm. olan kil tabakasının üzerine, kalınlığı 2 mm. olan yüksek yoğunluklu polietilen folye (HDPE) serilir. Serilecek folyenin yoğunluğu 941-965 kg/m³ arasında olmak zorundadır.

3) Geçirimsiz hale getirilen taban üzerine dren boruları döşenerek sızıntı suları bir noktada toplanır. Hidrolik ve statik olarak hesaplanması gereken drenaj borularının çapı minimum 100 mm. ve minimum eğimi % 1 olur. Dren boruları, münferit borular şeklinde, yatayda ve düşeyde kıvrım yapmadan doğrusal olarak depo sahası dışına çıkar. Depo tesisi çıkışında kontrol bacaları bulunur. Ayrıca dren boruları çevresine kum, çakıl filtre yerleştirilir. Bu filtrenin boru sırtından itibaren yüksekliği minimum 30 cm. olur.

4) Toplanan sızıntı suları, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde verilen deşarj limitlerini sağlayacak şekilde arıtılır

Depo Gazının Uzaklaştırılması

Madde 27 - Depo kütlesinde havasız kalan organik maddenin, mikrobiyolojik olarak ayrışması sonucu çevreye yayılarak, patlamalara, zehirlenmelere sebep olabilecek metan gazı ağırlıklı olmak üzere karbon dioksit, hidrojen sülfür, amonyak ve azot bileşikleri yatay ve düşey gaz toplama sistemi ile toplanır ve kontrollü olarak atmosfere verilir veya enerji üretmek sureti ile değerlendirilir.

Arıtma Çamurunun Evsel Katı Atıklarla Birlikte Depolanması

Madde 28 - Arıtma çamurunun depolanabilmesi için içinde bulunan su oranının % 65 olması gerekir. Ancak, depo yeri işletmecileri, çamurun su oranının daha fazla olması halinde, deponun stabilitesini bozmayacağı, koku problemi ortaya çıkarmayacağı kanaatine varırlarsa, su oranı % 75'e kadar olan çamurları kabul edebilirler.

Depo Tesisinin Olumsuz Etkisinin Önlenmesi

Madde 29 - Depo tesisinde toz, koku, kağıt ve gürültü gibi çevreyi olumsuz yönde etkileyecek tesirlere karşı tedbir alınır. Ayrıca, depo sahasında evcil ve yabani hayvanların beslenmesi yasak olup, haşere ve sinek üremesini önleyecek tedbirler alınır.

Depo Sahasının Yeşillendirilmesi

Madde 30 - Depolama işleminin tamamlanmasından sonra veya şevlerde dolgu sırasında, depo sahasının görünüş olarak çevreyi rahatsız etmemesi ve arazinin tekrar kullanılabilir hale getirilmesi için yeşillendirilmesi, ağaçlandırılması, deponun en üstüne ve şevlere tarım toprağı serilmesi gerekir. Bu toprağın kalınlığı dikilmek istenen bitkinin kök derinliğine göre seçilir. Depo kütlesi üzerine düşen yağmurun kısa sürede sahayı terkedebilmesi için en üst toprak tabakasının eğiminin % 3'den büyük olması gerekir.

Depo Tesisine Ruhsat Alınması

Madde 31 - Evsel ve evsel nitelikli endüstriyel katı atık ve arıtma çamurları depo tesisine inşaat ruhsatı vermeye;

- 1) Belediye hudutları ve mücavir alan sınırları dışında kalan yerlerde mahallin en büyük mülki amiri,
- 2) Belediye hudutları ve mücavir alanlar içinde kalan ve Büyükşehir Belediyesi olan yerlerde Büyükşehir Belediye Başkanlığı, diğer yerlerde belediye başkanlıkları, yetkilidir.
- 3) (R.G. 22.2.1992/21150) Ancak bu idareler Katı Atık Depo Tesisine depolama ruhsatı vermeden önce gerekli tüm bilgi ve belgelerle birlikte nüfusu onbine kadar olan yerlerde

Mahalli Çevre Kurulu'na, nüfusu onbinden yukarı olan yerlerde ise Bakanlığa müracaat ederek bu makamların uygun görüşünü almak zorundadır.

Bu maddenin 1 inci ve 2 inci bentlerinde belirtilen merciler tarafından, depo yeri tabanı, sızıntı suyu drenaj sisteminin ek tesislerinin projesine uygun görülmesi halinde işletme ruhsatı verilir. Ruhsatta depo tesisine kabul edilecek atık tipi belirtilir.

Depo Yeri İşletilmesi ve Kontrolü

Madde 32 - (R.G. 15.9.1998/23464) Katı atık depolama tesisi işletmecisi kişi ve kuruluşlar, her depo tesisinde tesise gelen atıkların kontrolünden ve depo tesisinin işletilmesinden sorumlu bir teknik görevli bulundurmak zorundadırlar.

Depo tesisi işleten kişi ve kuruluşlar tarafından, tesis için Bakanlıkça hazırlanacak Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi İşletme Formatı doğrultusunda bir işletme planı hazırlanır. İşletme planı çerçevesinde, sızıntı suyu miktarı ve özellikleri tesisi işletenler tarafından belirli aralıklarla ölçülür ve sonuçlarından istenildiğinde Bakanlığa bilgi verilir.

Tesisi işleten kişi veya kuruluşlar, evsel katı atık niteliğinde olmayan pil, akü ve ilaç gibi tehlikeli ve tıbbi atıkları depo sahasına kabul etmezler. Bu atıklar 27.8.1995 tarihli ve 22387 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ve 20.5.1993 tarihli ve 21586 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine göre bertaraf edilir. Depo sahası çevresine sızıntı suyu ve depo gazı izleme ve ölçme kuyuları açılır. Bu kuyularda işletme planı çerçevesinde belirli aralıklarla, olası sızıntı suyu ve depo gazı kaçaklarına karşı depo tesisi işleten kişi ve kuruluşlar tarafından ölçümler ve kontroller yapılır. Ölçüm işlemleri, depo sahası kapatıldıktan sonra 10 yıl müddetle devam eder. Bakanlığın talep etmesi halinde depo tesisi işleten kişi ve kuruluşlar, istenen her türlü bilgiyi vermek zorundadırlar.

3.2 Ülkemiz'deki Mevcut Durum

Türkiye'de Katı atık miktarı 1994-1998 yılları arasında % 40 artış göstererek 17.756 700 tondan 24.944.900 tona ulaşmıştır. Katı Atık Kontrolü Yönetmenliğine uygun olarak bertaraf edilen katı miktarı ise yine aynı periyotta %5,6 dan %21,8'e yükselmiştir. 2001 yılı verilerine göre ise toplam nüfus 67.803.927'ye, belediye sayısı 3215'e, üretilen yıllık katı atık miktarı ise yaklaşık 32.000.000 tona ulaşmıştır. Katı atık hizmeti verilen belediye sayısı 2915 ulaşmış olup bunun toplam nüfusa oranı %77,44'e yükselmiştir(DİE, 2001).

Bakanlıkta bulunan son verilere göre ülke genelinde 26 adet düzenli çöp depolama sahası bulunmaktadır. Ülkemizde katı atıkların %33'ü düzenli depolanmakta %1'i kompostlama

yöntemiyle geri kazanılarak toprak iyileştirici olarak kullanılmakta geriye kalan %66'sı ise uygun olmayan yöntemlerle bertaraf edilmektedir (Çevre Bakanlığı , 2001).

1995 yılında Dünya Bankası, Çevre Bakanlığına biri METAP, diğeri GEF kaynaklarından oluşmak üzere iki ayrı finansman sağlamış, bunlardan biri ile Türkiye Ulusal Katı Atık Stratejisi geliştirilmiş, diğeri ile Karadeniz sahilinde Trabzon ve Rize Atık Bertaraf Stratejisi hazırlamıştır. İş topluca “Türkiye Cumhuriyeti Katı Atık Yönetimi Uygulama Gelişmesi” adını taşımaktadır. Geliştirilen ulusal strateji atık yönetiminin teknik boyutu ile ilgili olarak Açık Çöp Döküm Sahalarının Rehabilitasyonu ile ilgili şunları öngörmektedir: Bütün belediyelerin sınırları içindeki çöp döküm sahalarının incelenmesi, bu raporların Çevre Bakanlığına gönderilmesi ülke çapında risk değerlendirmesi yaparak öncelikli rehabilite edilmesi gereken alanların listesinin hazırlanması. Bu alanlar için gerekli finansman ve hibenin verilmesini içerir.

Finansman olarak Yap-İşlet-Devret modeli Mayıs 2000 tarihli yerel yönetimler kanun hükmünde kararname tasarısı metninde madde 39uncu paragraf şöyledir, ”Belediyeler (büyükşehirlerde büyük şehir belediyeleri); belediye meclisi kararına istinaden, katı atıkların toplanması, değerlendirilmesi ve imhası hizmetlerini ayrı ayrı veya bir bütün olarak 3996 sayılı Bazı Yatırım ve hizmetlerin Yap-İşlet-Devret modeli çerçevesinde yaptırılması hakkında kanun hükümlerine göre Yap-İşlet-Devret modeli ile şirketlere gördürebilirler”. Bu taktirde, bu hizmetler karşılığında alınacak ücretlerin tespit ve tahsil şekli, belediye ile ilgili şirket arasında yapılacak uygulama sözleşmesinde gösterilir. Bu ücretler 2004 sayılı icra ve iflas kanunu hükümlerine göre tahsil edilir. (www.yerel.net.org.tr. Nisan 2001)

Belediyeler tarafından toplanan çöplerin büyük çoğunluğu tedbir alınmadan oluşturulan sahalara gelişi güzel yığılmakta ve atılmakta, değerlendirme ve uzaklaştırma konularında gereken önem gösterilmemektedir. İlkel depolama sahalarının yer seçimlerinde yapılan hatalar ve işletme koşullarındaki olumsuzluklar gün geçtikçe büyüyen problemlere sebep olmaktadır. Tehlikeli atıkların uzaklaştırılması evsel depolama sahalarında, evsel ve tıbbi atıklarla karıştırılarak yapılmaktadır. Kompost tesislerinin ülkemizdeki uygulamaları sınırlı olup halen beklenen başarı elde edilmemiştir.

Türkiye’de 1986 yılından bu yana 27 değişik yerleşmede 40 katı atık işleme ve bertaraf tesisi yapımı projesi başlatılmış ve yürütülmüştür. Bunlar ağırlıklı olarak düzenli depolama projeleridir. Bu projelerin tümü belediyelere aittir. Yatırımların çoğu dış kredi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kreditörler Almanya, Japonya ve Dünya Bankasından oluşmaktadır. Düzenli depolama yapımı sayısı 26 dır. Varolan çöplüklerin rehabilitasyonu için yapılan çalışmaların

sayısı 5 kompost tesisi sayısı 6 dır. Tehlikeli atık yakma tesisi yatırımı yalnızca İzmit'te gerçekleştirilmiştir. 1986 yılında toplam 2500 belediyenin kesin hesap rakamları üzerinde yapılan araştırma temizlik hizmetlerinin Türkiye genelinde ortalama belediye giderlerinin %10.87 olduğunu göstermektedir. (Şener, 1996) Çizelge 3.1'de Türkiye deki katı atık tesisleri, bu tesislerdeki bertaraf metotları verilmiştir.

Çizelge 3.1. Türkiye'de katı atık tesisleri (Çevre Bakanlığı, 2002)

İlin Adı	Maliyet ve Kredi Durum	Bertaraf Yöntemi	Son Durum	Yılı
Bursa	23 Milyon \$ maliyet %48 Dünya Bankası Kredis	Düzenli Depolama Tıbbi atık yakma	İşletme İhale edildi	1997 1998
Kayseri	-	Transfer istasyonları	İşletme	1996
Gaziantep	-	Düzenli depolama	İşletme	1995
İzmit	117 Milyon DM 207 Milyon DM	Düzenli depolama Tehlikeli-Tıbbi atık yakma	İşletme İşletme	1996 1997
Giresun	-	Düzenli Depolama Kompost	Fizibilite (olumsuz) Atıl durumda	1997 1986
Antalya	-	Kompost Eski çöplük	Kullanılmıyor	1986 1999
Trabzon	Dünya Bankası	Düzenli depolama	Fizibilite (Yer sorunu var)	1998
Mersin	-	Düzenli depolama Kompost	Fizibilite tamam 1/2 kapasite	1999 1984
Denizli	21 Milyon DM Alman Kredis	Düzenli depolama	İhale	1998
Balıkesir	-	Düzenli depolama Eski çöplük	İnşaat bitmek üzere Rehabilitasyon yapıldı	1999 1999
Kemer	8 Milyon DM maliyet	Ön ayırma – Kompost	İşletme	1999
İzmir	-	Eski çöplük Düzenli depolama Kompost	Rehabilitasyon İşletme 3 taneden 1 işletmede	1996 1996 1998
Samsun	18 Milyon DM Maliyet	Düzenli Depolama	Fizibilite hazırlanıyor	1999
İsparta	15 Milyon DM Maliyet	Düzenli depolama	Fizibilite tamamlandı	1999
Erzurum		Düzenli depolama	Fizibilite hazırlanıyor	1999
Konya		Düzenli depolama Eski çöplük	ÇED aşamasında Rehabilitasyon sürüyor	1999
Diyarbakır		Düzenli depolama	Fizibilite tamamlandı	1999
Mardin		Düzenli depolama	Fizibilite tamamlandı	1999
Siverek		Düzenli depolama	Fizibilite tamamlandı	1999
Şanlıurfa		Düzenli depolama	Fizibilite tamamlandı	1999
Turgutlu		Kompost	İşletme	1984
Yalova		Kompost	İşletme	1986
Foça		Düzenli depolama	İşletme	1997
Göcek		Düzenli depolama	İşletme	1997
Ankara		Düzenli depolama	İşletme	1998
İstanbul	30 Milyon DM 20 Milyon DM	Düzenli depolama+transfer Tıbbi Atık yakma Kompost	İşletme İşletme İnşaat halinde	1996 1995 1999
Adana		Düzenli depolama Eski çöplük	Fizibilite tamam Rehabilitasyon sürüyor	1999

3.3 İstanbul Katı Atık Yönetimi

Türkiye'deki nüfusun 1/5'i İstanbul'da yaşamaktadır. Endüstriyel tesislerin burada yoğunlaşması kente büyük bir göç akınına sebep olmuştur. Nüfusun hızla artması katı atık bertarafında en önemli problemlerden biri olmuştur.

İstanbul'da 1953 yılına kadar çöpler denize dökülmüş bu tarihten sonra Levent-Sanayi Mahallesi, Seyrantepe, Ümraniye, Mustafa Kemal Mahallesi gibi şehre yakın yerlere düzensiz depolanmıştır. Bu bölgelere yakın yerlerin gece kondulaşması üzerine buralar terkedilmiş, Habibler, Ümraniye-Hekimbaşı, Yakacık, Aydınlı, Halkalı, Şişli-Feriköy ve Kemerburgaz-Hasdal bölgesine çöpler kontrolsüz olarak depolanmıştır. Çizelge 3.2'de İstanbul'da oluşan katı atıkların bileşenlerinin tespiti için yapılmış madde grubu analizlerinin sonuçları verilmiştir.

Çizelge 3.2 İstanbul katı atıkların bileşenleri (%) (Kanat, vd., 2002)

Parametre	Baştürk 1979	WHO/UNDP, 1981	CH2M Hill, 1992	Öztürk vd, 1996
Kül	29	14,6	15	13,2
Organik Madde	46,5	60,6	45	48
Kağıt	19	18,8	14,5	8,4
Plastik	3,5	3,1	9,5	11
Cam	3,0	0,7	3,8	4,6
Tekstil	3	3,1	5,6	2,9
Metal	1,5	1,5	2,2	2,3
Diğerleri	1,5	6,9	4,4	6,3
Çocukbezi	-	-	-	3,2

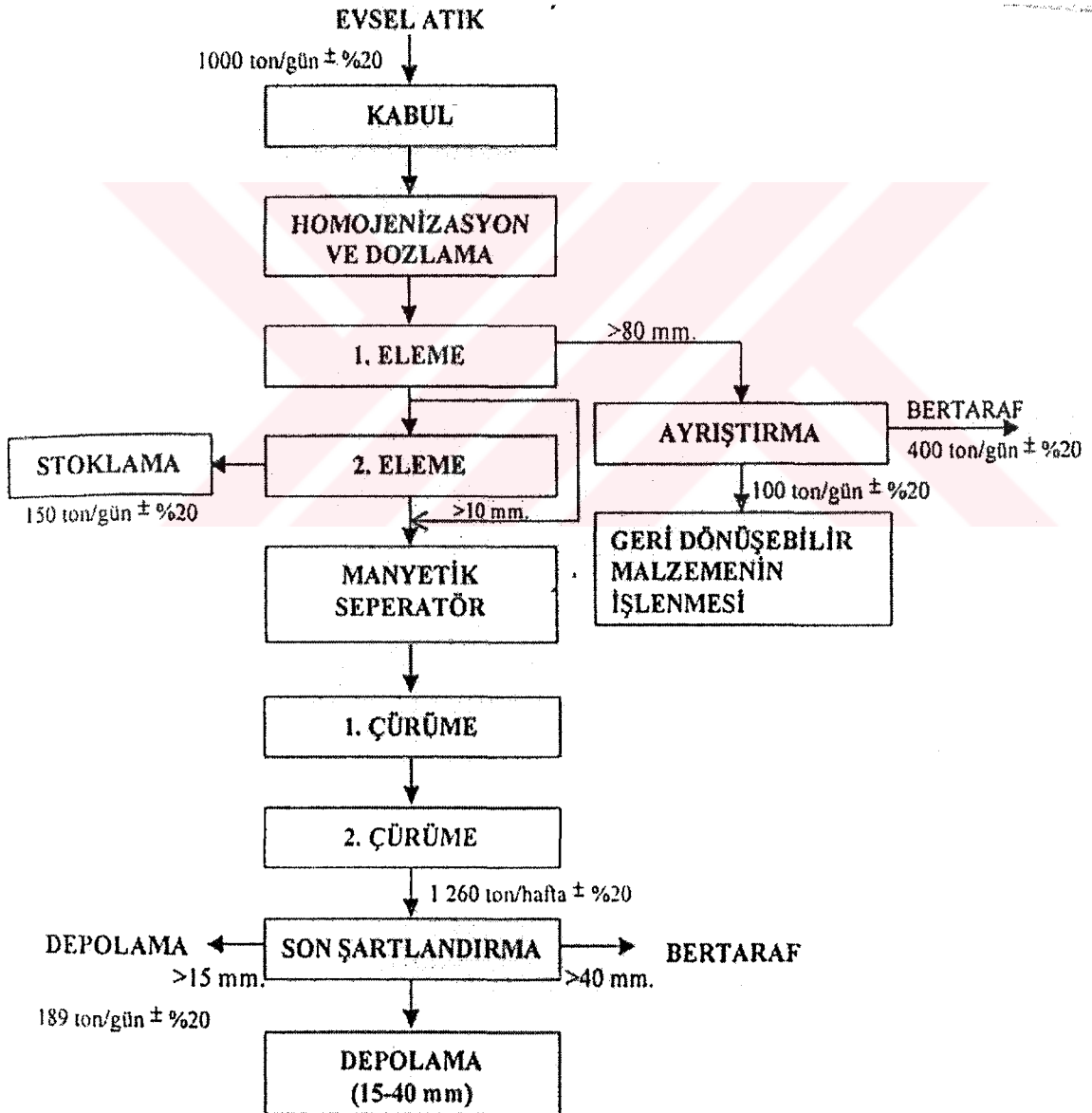
İstanbul'da 1990 yılı için kişi başına ortalama atık oluşumu Avrupa yakasında 0,66 kg/kişi gün Asya yakasında 0,58 kg/kişi gün olarak belirlenmiştir. (CH2M-Antel, 1992). Tıbbi atık yakma ve düzenli depolama sahaları 1995 yılında, Kompost tesisi 2001 yılında işletmeye alınmıştır.

Tıbbi Atık Yakma Tesisleri

İstanbul'da oluşan tıbbi atıkların toplanması ve yakılması için ayrı bir sistem uygulanmaktadır. Tıbbi atıklar ayrı olarak toplanır ve özel araçlarla Odayeri düzenli depolama alanındaki tıbbi atık yakma tesisine götürülmektedirler. Buraya gelen tıbbi atıklar 1200 °C'de yakılarak bertaraf edilir. Atıklarda bu işlem sonucunda %95 hacimsel, %70 kütleli azalma meydana gelmektedir. (Demir, vd, 2001 b)

Kompost Tesisi

İstanbul Büyükşehir Belediyesi entegre katı atık yönetimi çerçevesinde 1000 ton/gün kapasiteli bir kompost tesisi projelendirilip, inşaatı tamamlandıktan sonra işletmeye alınmıştır. Bu projedeki amaç, depolama alanlarına gönderilen atık miktarını azaltmak ve katı atıkların değerli kısımlarını ekonomiye katmaktır. Bu tesiste üretilecek kompost miktarı 250 ton/gün olarak hedefemiş ve bu miktarın 100 ton/gün'lük kısmı yeşil alanların bakımında kullanılması planlanmış geri kalan kısım ile maden ocakları ıslahı ve tarım alanlarının iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Şekil 3.1'de Katı Atık Kompost Tesisi'ne ait proses akım şeması verilmiştir.



Şekil 3.1 İstanbul evsel katı atık kompost tesisi proses akım şeması (Demir, vd., 2001 c)

Düzenli Katı Atık Depolama Tesisi

İstanbul katı atıklarının bertaraf edildiği ve şehrin her iki yakasında yer alan katı atık bertaraf alanlarının yeri, yüzey yapısı tahrip edilmiş, kısmen veya tamamen terk edilmiş eski maden ocağı alanlarından seçilmiştir. Avrupa yakasındaki Odayeri Düzenli Depolama Sahası hafif eğimli Vadide kurulmuş olup, yer yer kil, kum, çakıl içeren tabakalarla kaplıdır. Bu saha 25 yıllık çöp kapasitesini karşılayacak şekilde planlanmıştır. Düzenli depolama için Odayerindeki 73 hektarlık alanın 37 hektarlık kısmı kullanılmıştır. Odayeri depo sahasında günlük çöp depolama miktarı 6100 ton dur. 2000 yılı Ocak – Kasım döneminde, düzenli depolama alanında bertaraf edilen atık miktarı 2.957.240 tondur.(www.ibb.gov.)

3.4 TRABRİKAB – Sürmene Düzenli Depolama Tesisi

Trabzon-Rize katı atık pilot projesi 1995 yılı sonunda başlamıştır. 1996 yılında tamamlanan çalışma bölgede düzenli depolamaya dayalı bir yapı oluşturulmasını; tıbbi atıklar dahil yakma tesisine gerek olmadığını ön görmüştür. Dünya Bankası tıbbi atıklar için bir yakma tesisi talep etmiş ve projeye eklenmiştir. (Katı Atık Yönetimi Uygulama Çalışması, Ocak 1997) Bölge belediyelerinin bir birlik oluşturması ve yatırım ve işletmenin birlik tarafından kurulacak bir şirket tarafından ihale edilerek özelleştirilmesi uygun görülmüştür.

Bu öneri 1997 yılı sonlarında yaşama geçirilmiştir. Trabzon ve Rize ili yerel yönetimleri katı atık tesisleri yapma ve işletme birliği (TRABRİKAB). Trabzon ve Rize illeri ile Trabzona bağlı Akçaabat, Yomra, Arsin, Araklı, Sürmene, Of, Çukurçayır, Akyazı, Yalınca, Darıca, Kavaklı, Söğüt, Kıyıcık, Kaşatüstü, Yeşilyalı Belediyeleri ve Rize iline bağlı Gündoğdu ve İyidere belediyelerinden oluşan 19 belediyenin kurucu olarak katılımıyla kurulmuştur (Bakanlar Kurulu Kararı 1997).

Planlanan tesis düzenli depolama, metan gazı alma, atık su arıtma, pilot kompost gübre, tıbbi atık yakma, ekonomiye geri kazandırabilecek atıkları ayırma ve transfer istasyonlarından oluşmaktadır (Trabzon İl Çevre Müdürlüğü).

Depolama sahası olarak Sürmene Çamburnu maden sahasındaki 82.941m² alan özelleştirme yüksek kurulu tarafından Doğu Karadeniz Belediyeler birliğine devredilmiştir. Proje maliyeti 15-18 milyon \$ tahmin edilmektedir. Projeye 19 milyon DM Alman KfW (Kredit anstalt für Wiederaufbau) fonundan kredi alınmıştır. Birlik, üye belediyelere, projenin tahmini gerçekleşme maliyetinin %10'unun üye belediyeler tarafından ürettikleri çöplerle orantılı olarak karşılanması bildiriminde bulunmuş ancak kaynak sıkıntısı sebebi ile Trabzon ve Rize özel idaresi kaynaklarından 191.5 Milyar TL katkı yapılması kararlaştırılmıştır.

3.5 Bursa Katı Atık Yönetimi

Bursa'da çalışmalar 1989 yılında Japonya'dan alınan hibe ile başlatılmıştır. 1993 yılında Dünya Bankası ile 125 milyon dolarlık kredi anlaşması yapılmıştır (Bursa Su ve Çevre Sağlığı Projesi, 1993). Yapılacak işin kapsamında var olan çöplüğün iyileştirilmesi ve yeni depolama alanı yapımı, aktarma istasyonları yapımı, toplama aracı alımı ve tıbbi atık yakma fırını yapımı yer almaktadır.

İyileştirilerek kapatılan 15 hektarlık eski çöplüğün yerine 30 hektarlık üç depolama alanı açılmıştır.

Bursa kentinin başlıca çöplüğü, 1962'den beri kullanılan merkezden 3,5 km uzakta, 15 hektarlık bir alanda 2 milyon m³ çöpün depolanmış olduğu Demirtaş çöplüğü'dür. Günlük depolanan çöplerin üzerine örtü malzemesi serilmemiş, tabana önceden geçirimsiz malzeme oluşturulmamıştır. Bu nedenle çöp suları yeraltı sularına karışmış çevrede yeraltı suyu ve toprak kirliliği oluşmuştur. Alanda 1994 yılında rehabilitasyon çalışması başlamış, 1996'da yeni çöplüğün açılması ile bu alan kapatılmıştır. Çöplük 1,9 milyon dolarlık proje bedeli ile iyileştirilmiştir. Çöplüğün üzerine yağmur suyunun girişini engelleyen geçirimsiz tabaka serilmiş, sızıntı sularının yeraltı sularına karışıp, karışmadığını kontrol etmek amacı ile gözlem kuyuları açılmış, mevcut su dren boruları ile toplanıp arıtma tesisine verilmiş oluşan metan gazı kapalı sistemde toplanmış ve 1998'de hizmete giren enerji santrali üzerinden elektrik enerjisine (1,4 Mw/Saat) dönüştürülmeye başlamıştır. (Yerel Gündem 21 Raporu)

3.6 Adana İlinde Katı Atık Çalışması

Adana ilinde günde ortalama 900 ton atık üretilmekte ve bunun %75 mutfak atığı olduğu saptanmıştır. 1991'den bu yana kullanılmakta olan Sofulu Katı Atık Döküm Sahası üzerinde rehabilitasyon çalışması Japonya'dan sağlanan finansmanla yapılmıştır. Belediyenin amacı Dünya standartlarının çok üstünde olan organik atıklardan, enerjisinden başka kompost ve humus üretimi ile yüksek randımanlı toprak şartlandırıcı olarak yararlanarak kentteki verimsiz alanları verimli hale getirmektir. (Adana Büyükşehir Belediyesi Web Sayfası, Aralık 2000)

3.7 Konya İlinde Katı Atık Çalışması

Aslım çöp sahasında, atıklar 25 yıldan beri 30 ha alanı düzensiz depolanmaktadır. 15 ha alanın rehabilitasyonu 190.046.436.000 TL'ye ihale edilerek rehabilitasyonu tamamlanmıştır. Katı Atıklar Kontrol Yönetmeliği çerçevesinde planlar yapılmış ve rehabilite edilecek alanın metan gazı potansiyeline karşı, gaz emisyonlarının kontrol edilmesi, 50 m ara ile 2 x2 m boyutunda çakıl kuyu hendekleri yapılarak düşük konsantrasyonla gaz emisyonlarının atmosfere verilmesi sağlanmıştır.

3.8 Samsun Yılandere Çöp Sahası Rehabilitasyonu

1999 yılına kadar yaklaşık 17 yıldır, Samsun ile ve civar belde belediyelerinin çöpleri vahşi depolama şeklinde depolanmaktaydı. Yılandere de 2 x 2.5 x 2.5 m ebadında yaklaşık 100 m uzunluğundaki kutu menfez, üzerine vahşi depolama yapılan çöp sahasındaki , dere içerisindeki sızıntı sularının tahliyesi için yapılmıştır. 1999 yılı sonunda dere boyunca 150 menfez inşaatı tamamlanmış, vahşi depolama yapılan alan yer üstü kil tabakası ve toprak örtü ile kapatılarak, 40 m ara ile 17 adet, 10-18 m boyunda HDPE borular ile gaz bacaları yerleştirilerek gazın çıkışı sağlanmış ve sahanın üzeri ağaçlandırılmıştır.

3.9 Ülkemizde Katı Atık Bertaraf Sahalarının Genel Durumu

Bu illerde yapılan çalışmaların yanında ülkemizde var olan çöplüklerin %93' ü dere yataklarında kurulmuştur. Çünkü dere ve göl kenarları çukur şeklinde olup düz araziye göre daha uzun süre sorun çıkarmadan kullanılabilirler ve bu araziler hazineye aittir. Belediyelerin sahip oldukları çöplüklerin %49' u hazine, %12'si orman arazisi üzerindedir. Aşağıdaki çizelge 3.3'te çöplük arazisinin mülkiyet durumları yer almaktadır.

Çizelge 3.3. Çöplük arazisinin mülkiyet durumu(Çöp Hizmetleri Yönetimi, 2001)

	Sayı	%
Hazine arazisi	661	48,85
Orman arazisi	161	11,9
Belediye arazisi	270	19,96
Şahıs arazisi	69	5,10
Diğer	140	10,35
Yanıtızsız	52	3,84
Toplam	1353	100,00

Belediye sınırı içinde olmasına rağmen belediyeye ait olmayan araziler üzerinde kurulmuş olması nedeniyle imar planı içinde yer almayan çöplük sayısı 1048 dir. Belediye sınırları içinde yer alan çöplük sayısı 599, mücavir alanda bulunan çöplük sayısı 340, Belediye ve mücavir alan sınırları dışında 376 çöplük bulunmaktadır. (Çöp hizmetleri yönetimi, Nisan 2001). Çizelge 3.4'te katı atık hizmeti veren kuruluşlara göre belediye sayıları, çizelge 3.5'te nüfus grubu ve mevsimlere göre toplanan katı atık miktarı, çizelge 3.6'da nüfus grubu ve bertaraf yöntemine göre katı atık miktarı, çizelge 3.7'de kullanılan çöp dökme sahasının en fazla 1000 metre uzağında bulunan alanlara göre sayıları, çizelge 3.8'de kapatılan çöplüklerin mevcut kullanım durumuna göre sayısı, çizelge 3.9'da kontrol yönetmeliği hükümlerini yerine getirmeme sebebine göre belediye sayısı, çizelge 3.10'da 1996 yılında kapatılan çöplüklerin

mevcut kullanım durumuna göre sayısı, çizelge 3.11’de düşük ve yüksek bütçeli belediyeler için atık depolama sahası tasarımı karşılaştırmalı örnek tasarımları verilmiştir.

Çizelge 3.4. Katı atık hizmeti veren kuruluşlara göre belediye sayısı. (DİE, 2001)

Katı Atık Yüzdesi	Toplama Hizmeti Verilen Belediye Sayısı	Taşıma Hizmeti Verilen Belediye Sayısı	Bertaraf Hizmeti Verilen Belediye Sayısı
Türkiye	2915	2915	2915
Belediyenin Kendisi tarafından	2.754	2.754	2.524
1-25	15	15	-
26-50	13	13	-
51-75	8	8	-
76-99	-	-	-
100	2718	2718	2524
Büyükşehir Belediyesi tarafından	8	75	206
1-25	8	8	1
26-50	-	2	-
51-75	-	1	-
76-99	-	2	-
100	-	62	205
Özel Sektör Tarafından ⁽¹⁾	151	152	-
1-25	3	3	-
26-50	8	8	-
51-75	6	6	-
76-99	11	11	-
100	123	124	-
Diğer ⁽²⁾	42	42	186
1-25	4	4	-
26-50	5	5	-
51-75	-	-	-
76-99	4	4	1
100	29	29	185

(1) Sadece transfer istasyonundan sonrası için taşıma hizmeti veren özel sektörü de kapsamaktadır.

(2) Katı atık hizmeti veren birlikler, belediye iktisadi teşekkülleri ile atıklarını kendi imkanları ile taşıyan kurumları ve sanayi kuruluşlarını kapsamaktadır.

Çizelge 3.5. Nüfus grubu ve mevsimlere göre toplanan katı atık miktarı. (DİE, 2001)

Nüfus Grubu	Nüfus		Katı Atık Hizmeti Verilen					Toplanan katı atık							
	Toplam	Belediye	Toplam Belediye Sayısı	Belediye Sayısı (1)	Belediye Nüfusu (2)	Toplam nüfus içinde oranı (%)	Belediye nüfusu içinde oranı (%)	Toplam		Yaz		Kış			
								Miktarı (ton/yıl)	Kişi başı (kg/kış-gün)	Miktarı (ton/yaz)	Kişi başı (kg/kış-gün)	Miktarı (ton/gün)	Kış mevsimi (ton/kış)	Miktarı (ton/gün)	Kişi başı (kg/kış-gün)
Türkiye	67803927	53404784	3215	2915	52510184	77,44	98,32	25133696	1,31	12534608	67301	1,28	12599088	69341	1,32
-2000	14041752	594624	348	297	501085	3,57	84,27	184347	1,01	85234	499	1,00	99113	511	1,02
2001-5000	5992579	5141824	1650	1420	4429453	73,92	86,15	1523832	0,94	803512	4416	1,00	720320	3878	0,88
5001-10000	3873550	3772290	557	545	3696538	95,43	97,99	1423582	1,06	779411	4066	1,10	644171	3593	0,97
10001-25000	4883460	4883460	323	322	4870522	99,74	99,74	2189906	1,23	1136799	6107	1,25	1053107	5687	1,17
25001-50000	4597646	4597646	132	132	4597646	100,00	100,00	2287472	1,36	1212188	6387	1,39	1075284	5921	1,29
50001-100000	5778321	5778321	83	83	5778321	100,00	100,00	2801423	1,33	1320534	7329	1,27	1480889	7862	1,36
100001-500000	22078335	22078335	101	99	22078335	100,00	100,00	11348705	1,41	5571897	29994	1,36	5776808	31818	1,44
500001-1000000	6558284	6558284	16	13	6558284	100,00	100,00	3240371	1,35	1556866	8127	1,24	1683505	9710	1,48
1000001-5000000	-	-	4	3	-	-	-	51948	-	27687	156	-	24261	131	-
5000000+	-	-	1	1	-	-	-	82110	-	40480	220	-	41630	230	-

(1) Belediye sayısına ana arterlerde çöp toplama hizmeti veren büyükşehir belediyeleri dahil edilmiştir.

(2) Büyükşehir belediyelerinin nüfusları bağlı ilçe/alt kademe belediyelerinin nüfus gruplarında gösterilmiştir.

Çizelge 3.6. Nüfus grubu ve bertaraf yöntemine göre katı atık miktarı. (DİE, 2001)
B. Katı atık miktarı (ton/yıl)
A. Belediye sayısı

Nüfus Grubu	Toplam		Bertaraf yöntemi																		Gömme		Dijer (1)	
			Büyükşehir belediyesi çöplüğü		Belediye çöplüğü		Başka belediye çöplüğü		Düzenli depolama		Kompost tesisi		Açıkta yakma		Dereye dökme									
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B				
Türkiye	2915	25133696	80	3770586	1842	10125442	209	673811	120	8304192	20	218077	133	343591	101	481684	102	100935	351	1115378				
-2000	297	184347	1	365	206	120750	8	4996	-	-	-	-	19	10674	6	3848	14	8953	44	34761				
2001-5000	1420	1523832	19	19885	885	954262	121	170715	23	28598	3	4258	64	65844	53	44079	69	51718	198	184473				
5001-10000	545	1423582	15	34583	350	974421	57	135070	10	30790	4	2921	28	69667	13	20759	13	20759	62	106709				
10001-25000	322	2189906	9	68760	219	1472524	16	99445	20	181150	5	54281	13	85105	11	61597	4	10744	27	156300				
25001-50000	132	2287472	6	151290	90	1576848	5	92280	11	190545	-	-	6	63567	-	102956	-	-	9	109986				
50001-100000	83	2801423	4	62559	58	2116443	1	38310	8	262103	3	35051	3	48734	2	8761	2	8761	6	114769				
100001-500000	99	11348705	19	1998354	34	2910194	1	132995	39	5778382	4	20900	-	-	-	99500	-	-	5	408380				
500001-1000000	13	3240371	5	1425638	-	-	-	-	7	1707678	1	100666	-	-	-	6389	-	-	-	-				
1000001-5000000	3	51948	2	9112	-	-	-	-	1	42836	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
5000000+	1	82110	-	-	-	-	-	-	1	82110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

(1) Dolgu yaparak, eski taş ocağı, kömür dekapaj sahası, kurudere yatağı, boş alan, tarımsal arazi, ormanlık araziyi kapsamaktadır.

Çizelge 3.7. Kullanılan çöp dökme sahasının en fazla 1000 metre uzağında bulunan alanlara göre sayısı. (DİE, 2001)

Nüfus grubu	Toplam belediye sayısı	Kullanılan çöp dökme sahası sayısı (1)	Çöp dökme sahasına en fazla 1000 metre uzağında bulunan alanlara göre sayısı						
			Orman	Turistik tesisler	Tarımsal alan	Su kaynağı	Çayır, mera	Yerleşim yeri	Hiçbiri
Türkiye	3215	2247	629	23	1105	137	614	351	530
-2000	348	253	78	2	131	14	79	30	51
2001-5000	1650	1073	293	5	551	51	314	154	245
5001-10000	557	423	127	6	210	21	96	64	105
10001-25000	323	265	79	4	111	23	71	47	71
25001-50000	132	112	29	2	46	15	24	22	27
50001-100000	83	66	13	3	30	6	17	18	16
100001-500000	101	43	9	1	23	7	11	13	9
500001-1000000	16	6	1	-	2	-	1	-	4
1000001-5000000	4	4	-	-	1	-	1	3	-
5000000+	1	2	-	-	-	-	-	-	2

(1) Düzenli depolama sahaları dahil edilmiştir.

Çizelge 3.8. Kapatılan çöplüklerin mevcut kullanım durumuna göre sayısı. (DİE, 2001)

Nüfus grubu	Toplam belediye sayısı	Çöplük kapatan belediye sayısı	Toplam kapatılan çöplük sayısı	Kapatılan çöplüklerin mevcut kullanım durumu			
				Yerleşim yeri	Park ve yeşil alan	Tarımsal alan	Kullanılmıyor
Türkiye	3215	120	121	5	18	2	96
-2000	348	7	7	2	-	-	7
2001-5000	1650	40	41	2	6	1	32
5001-10000	557	30	30	1	4	1	23
10001-25000	323	24	24	-	3	-	20
25001-50000	132	6	6	-	2	-	4
50001-100000	83	9	9	-	2	-	7
100001-500000	101	4	4	-	1	-	3
500001-1000000	16	-	-	-	-	-	-
1000001-5000000	4	-	-	-	-	-	-
5000000+	1	-	-	-	-	-	-

Çizelge 3.9. Katı Atık Kontrol Yönetmeliği hükümlerini yerine getirmeme sebebine göre belediye sayısı. (DİE, 2001)

Nüfus grubu	Toplam belediye sayısı	Katı atık hizmeti verilen belediye sayısı	Sebepler					Araç yetersizliği	Kontrolsüz büyüme ve kentleşme
			Yönetmelik bilinmiyor	Maddi imkansızlıklar	Personel yetersizliği	Teknik sebepler			
Türkiye	3215	2921	942	1768	1081	757	970	25	
-2000	348	297	110	174	110	67	98	2	
2001-5000	1650	1420	494	847	531	323	451	11	
5001-10000	557	545	173	335	207	162	188	6	
10001-25000	323	322	85	213	121	97	119	2	
25001-50000	132	132	44	75	42	38	44	2	
50001-100000	83	83	18	58	28	32	28	1	
100001-500000	101	101	17	56	35	32	36	1	
500001-1000000	16	16	1	8	6	4	5	-	
1000001-5000000	4	4	-	2	1	2	1	-	
5000000+	1	1	-	-	-	-	-	-	

(1) Büyükşehir belediyeleri dahil edilmiştir.

Çizelge 3.10. 1996 yılında kapatılan çöplüklerin mevcut kullanım durumuna göre sayısı. (DİE, 1996)

Nüfus grubu	Cevap veren belediye sayısı	Çöplük kapatılan belediye sayısı	Toplam kapatılan çöplük sayısı	Kapatılan çöplüğün mevcut					Yol Kullanılma
				Yerleşim yeri	Sanayi sitesi	Park ve yeşil alan	Tarımsal alan	Çayır, mera	
Türkiye	2322	61	64	-	2	11	8	3	1 39
-2000	273	3	3	-	-	-	-	-	3
2001-5000	1035	15	16	-	-	2	2	-	12
5001-10000	427	11	12	-	1	3	-	3	5
10001-25000	280	17	17	-	1	3	2	-	1 10
25001-50000	114	7	7	-	-	2	1	-	4
50001-100000	80	5	5	-	-	-	1	-	4
100001-500000	97	2	3	-	-	1	2	-	-
500001-1000000	11	-	-	-	-	-	-	-	-
1000001-5000000	4	-	-	-	-	-	-	-	-
5000000+	1	1	1	-	-	-	-	-	1

Çizelge 3.11. Düşük ve yüksek bütçeli belediyeler için atık depolama sahası tasarımı – karşılaştırmalı örnek tasarımlar. (Çevre Bakanlığı, 2002)

Konu	A Belediyesi	B Belediyesi
1. Genel Bilgiler		
Nüfus	200000	1500000
Statü	İl Merkezi	İl Merkezi ve Büyükşehir Belediyesi
Gelir durumu	Düşük bütçe	Yeterli bütçe
Teknik ekipman	Yetersiz	Yeterli
Teknik kadro	Yetersiz	Yeterli ve iyi eğitilmiş
2. Depolama sahasına gidecek atıklar		
Toplam oluşacak atık miktarı	130 t/gün evsel atık 30 t/gün evsel nitelikli endüstriyel atık 2 t/gün tıbbî atık	1 500 t/gün evsel atık 500 t/gün evsel nitelikli endüstriyel atık 20 t/gün tehlikeli atık 15 t/gün tıbbî atık
Başka KAY tesisleri	Yok	Transfer istasyonları Depolama sahasının bitişiğinde ayırma ve kompostlaştırma tesisi Tıbbî atık yakma fırını
Depolama sahasına gidecek atıklar	Evsel ve evsel nitelikli atıklar	Evsel ve evsel nitelikli atıklar Tehlikeli atık
3. Seçilen depolama sahası alanı		
Depolama sahasının büyüklüğü	5 ha	25 ha
Depolama sahasının şekli	Hafif yamaçlı düzlük	Hafif yamaçlı düzlük
Öngörülen kullanım	Arka arkaya işletmeye alınacak 5 bölüm halinde	Evsel atık için arka arkaya işletmeye alınacak 5 bölüm halinde ve ayrıca tehlikeli atıklar için ayrı bir bölüm
4. Teknik tasarım		
Geçirimsiz zemin tabakası	3 ayrı ayrı sıkıştırılmış tabakadan oluşan toplam 60 cm'lik bir zemin tabakası	Evsel atıklar için: 3 ayrı ayrı sıkıştırılmış tabakadan oluşan toplam 75 cm'lik bir zemin tabakası Tehlikeli atık: 5 ayrı sıkıştırılmış tabakadan oluşan toplam 150 cm'lik bir zemin tabakası
Geçirimsizlik katsayısı	1×10^{-9}	1×10^{-9}
Malzeme	Kil	Bentonit ile karıştırılmış kil
Sentetik folyo	2 mm kalınlıkta HDPE, bunun üstünde jeotekstil	2.5 mm kalınlıkta HDPE, bunun üstünde jeotekstil
Drenaj tabakası	30 cm kalınlıkta çakıl tabakası 20 cm koruma tabakası	30 cm kalınlıkta çakıl tabakası 20 cm koruma tabakası
Drenaj boruları	100 mm'lik iç çapı olan HDPE borular	250 mm'lik iç çapı olan HDPE borular
Depolama gövdesinin dibinde biyofiltre	2 m kalınlıkta sıkıştırılmamış ve aerobik şekilde bozuşmuş çöp	Kompostlaştırma tesisinden alınan kaba fraksiyon kompost
Sızıntı suyu arıtma tesisi	Havalandırılmalı lagün sistemi	Evsel atık kısım için: Kompostlaştırma tesisinden gelen atıksu ile birlikte biyolojik arıtma (nitrifikasyon ve denitrifikasyon dahil) Tehlikeli atık için: Buharlaştırma

Konu	A Belediyesi	B Belediyesi
Depolama gazı toplama	İşletme sırasında aktif toplama, işletmeye kapanan bölümlerde pasif toplama	İşletme sırasında ve sonrasında aktif toplama
Gaz değerlendirme	Yok	Kompostlaştırma ve ayırma tesislerinin elektrik ihtiyacını kısmen karşılamak amacıyla motorla elektrik üretimi, yakma ısıyla ısıtma sisteminin çalıştırılması
Gaz tasfiyesi	Standart meşale	Bypass için standart meşale
Peyzaj projesi	Çevre çiti ve 10 m'lik şeritte ağaçlandırma	Çevre çiti ve 10 m'lik şeritte ağaçlandırma
5. Donanım		
Kantar	Kantar ve manuel kayıt	Kantar ve bilgisayarda kayıt
Araçlar	1 kompaktör 1 dozer 1 loder	2 kompaktör 1 dozer 2 loder 1 adet kombine yol süpürme ve su püskürtme aracı
Laboratuvar	Standart saha ölçümlerinin yapılması, depolama gazı ve arıtılmış suyun standart parametrelerinin ölçümü için basit laboratuvar	Saha ölçümleri, atık analizleri, sızıntı suyu, arıtılmış su ve depolama gazı analizlerinin yapılması için donatılmış bir laboratuvar
6. Personel	1 mühendis 1 tekniker/ usta 3 şoför 9 işçi	2 mühendis 5 tekniker/ usta 6 şoför 14 işçi

Çizelgelere bakıldığında Türkiye de düzensiz çöp depo sahalarının sayısının oldukça fazla olduğu görülmektedir. Çizelge 3.11 den faydalanarak Belediyeler bütçelerine göre atık depo sahalarının tasarımlarını, ekipman alımını ve personel ihtiyacını karşılayabilirler.

4. DİĞER ÜLKELERDE ATIK SAHALARININ REHABİLİTASYONU

Avrupa'da yıllık belediye katı atık miktarının 250 milyon tondan sanayi kaynaklı katı atık miktarının ise 850 milyon tondan fazla olduğu hesaplanmıştır. 1985 yılından itibaren katı atık miktarlarında yıllık ortalama artış hızının %3 civarında olduğu gözlenmiştir. Var olan bertaraf tesislerinin kapasitesi, beklenen katı atık artışını taşıyacak yeterlikte olmadığı gibi var olan tesislerde çoğunlukla çevre standartlarını sağlayacak niteliklere sahip değildir (Atlı, 2000). Yeni tesisler için yer seçimi çalışmalarında halkın direnişi ile karşılaşmaktadır. Özellikle atık yakma tesislerine karşı oldukça muhalefet oluşmaktadır. Almanya'nın Bavyera Eyaletinde yakma tesisi kurulup kurulmaması için referanduma gidilmiştir (Greenpeace, 2000).

Avrupa Birliği çevre politikaları içinde bir alt başlık olan atık konusu 1975 yılında kabul edilen Atık yönergesi ile düzenlenmiştir. Avrupa Konseyinin bu yönergesi 1991 yılı sonunda ve daha sonra 1996 yılı ortalarında iki kez değişikliğe uğramıştır. (Atık yönergesi) Avrupa Konseyi 15 Temmuz 1975 gün ve 75/442/EEC sayılı direktifi (Değişiklik 26.03.1991, 31.12.1991; birleştirme 03.01.1994 değişiklik 06.06.1996).

Avrupa komisyonu, atık stratejisini 1996 yılında gözden geçirerek değiştirmiştir. Değişikliğin amacı, Avrupa Birliğinde çöpün sürekli artışına karşı stratejinin etkisini güçlendirmek olarak açıklanmıştır. (Commission of the European 1996) Komisyona göre atık depolanmadan önce hacminin azaltılması ve tehlikeli atıklardan arındırılması amacıyla sınıflandırılmalı ve ön arıtma işleminden geçirilmeli. Orta vadede yalnızca geri kazanım özelliği olmayan çöplerin gömülmesi sağlanmalıdır.

4.1 EPA'nın Öngördüğü Kademeli Rehabilitasyon ve Kaplama

Atıklar, yeni hücreye atılırken, eski dolgu hücresi rehabilite edilmeli, ve yeni hücrenin ömrüne bağlı olarak, bir sonraki hücrenin yapılma işlemlerine başlanmalıdır. Kademeli rehabilitasyonun avantajları arasında aşağıdakiler bulunmaktadır:

- * Çöp dolgu sahasının ekonomik ömrü esnasında tam maliyet amortismanı
- * En üst üretim döneminde çöp dolgu gazının toplanması ve arıtılması
- * Topluma, sahanın rehabilite edileceğine dair kesin bir teminat
- * Sızıntı suyu ve kötü kokuların minimuma indirilmesi

İlk rehabilitasyon planı aşağıdakileri içermelidir:

- * Gelecekteki arazi kullanımının tartışılması,
- * Nihai sınırlar ve
- * Nihai kaplama sistemi

Gelecekteki Arazi Kullanımı

Gelecekteki arazi kullanımı seçeneklerini dikkate alırken, çöp dolgu sahasının yeri, yerel toplumun ihtiyaçları, çevreleyen arazi kullanımları ve faaliyetin türü dikkate alınmalıdır. Bu süreçte, tüm menfaat sahiplerine danışılmalıdır.

Gelecekteki kullanımla ilgili öneriler, toplumun yönelimlerdeki ya da planlama taleplerindeki uzun vadeli değişikliklere, çöp dolgu başlangıcı ve nihai rehabilitasyon dönemleri arasında izin vermek üzere yeteri derecede esnek olmalıdır.

Seçeneklerin düzenli olarak gözden geçirilmesi, çöp dolgu sahasının çalıştırılmasının sahanın gelecekteki arazi kullanımlarını engellememesinin sağlanmasında iyi bir yöntemdir. Özel olarak, faaliyet esnasında gelecekteki arazi kullanımının anlaşılması, çöp dolgusunun nihai yüzey profilinin istenen kullanıma uygun olmasını sağlar.

Eski çöp dolgu sahalarının sık rastlanan kullanımları arasında spor alanları, halka açık alanlar ve golf pistleri bulunmaktadır. Çöp dolgu sahasının yaşına ve atılan atıkların tipine bağlı olarak, bazı eski çöp dolgu sahalarına, ticari ve endüstriyel binalar inşa edilmiştir, ancak bu işlem binaların oturması ve su, gaz ve yol hizmetleri gibi konularda çok özel dikkat gerektirir.

Süs gölleri veya göletler gibi su tesislerinden kaçınılmalıdır, zira bunlar, çöp dolgu sahasının zamanla farklı oturmasından meydana gelen kaplama çatlağından sızabileceklerdir. Bu sızıntılar çöp dolgusuna önemli miktarlarda su bırakacaktır ve böylece önemli miktarlarda sızıntı suyu ortaya çıkacaktır.

Nihai Sınırlar

Atıklar ayrıştıkça ve oturdukça, bir çöp dolgusunda meydana gelen oturma nihai yüzey profili, çöp dolgu kaplama sistemi ve sahanın gelecekteki kullanımları üzerinde önemli etkilere sahiptir. Oturma hızı ve derecesi aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

- * Çürüeyebilen atıkların oranı
- * Çöp dolgu sahasının kalınlığı
- * Atıkların hücreye yerleştirileceği süre

- * Kompaksiyon derecesi
- * Atıkların nem içeriği
- * Kaplama üzerindeki ek yük veya yükleme derecesi

İyi sıkışmış çöp dolgu sahalarındaki uzun vadeli oturmalar önemli oranda ve %10 ila 30 arasında değişirler. Oturmanın büyük bir kısmı hücrenin kapatılmasından sonraki ilk birkaç yıl içerisinde gerçekleşir, atıklar kendi ağırlıkları ve kaplama ağırlığı altında sıkışır. Bu ilk sıkıştırma sonrasında, oturma, konsolidasyon ve atık içerisindeki biyodegradasyon süreçleri sebebiyle uzun yıllar devam edecektir. Genel olarak, çürümeyen atık içeren çöp dolgu sahalarının oturma hızları daha düşük olacaktır.

Hemen hemen düşey yan duvarlar boyunca atıkların kompaksiyonu zor olduğundan, çöp dolgu sahası boyunca olan atıklar, en yüksek oranda ilk oturma hızını ortaya çıkarırlar. Çöp dolgu sahası kaplaması, kalınlığını yeteri derecede düzenleyerek kaplamadan olan su akımının, çöp dolgu sahasının çevresinde bulunan alçak basınç alanlarında toplanmasına izin vermeyecek şekilde yapılmalıdır.

Çöp dolgu sahası kapanma sonrası programı, kaplama sisteminin denetlenmesini, farklı oturmaların ve kaplama sisteminin bütünlüğünün bozulmadığına dair göstergelerin kontrol edilmesini kapsamalıdır. Bu denetleme programının sıklığı, büyük oranda, gözlenen oturma hızına bağlı olacaktır.

Doldurulmuş bir çöp dolgu sahası üzerine binalar inşa edildiğinde, çöp dolgu gazından korunma ve özel destek gereklidir. Binalar çöp dolgularının üzerine inşa edildiğinde, çöp dolgusunun, atıkların seçici boşaltımını, özel kompaksiyon ve daha kalın bir kaplamayı sağlamak üzere planlanması gereklidir. Bunlar, çöp dolgusunun taşıma kapasitesini artırır ve binaların ömrünün daha uzun olmasını sağlar.

Çöp Dolgu Kaplama Sistemi

Ana unsurlardan birisi de çöp dolgusunun kaplanmasıdır. Nihai çöp dolgu yüzeyi veya kaplamanın tasarım hedefleri aşağıdakilerin önlenmesi veya minimize edilmesidir:

- * Suyun çöp dolgu birimine infiltrasyonu
- * Nihai kaplama sistemi veya çöp dolgu maddelerinde erozyon olasılığı
- * Çöp dolgu gazının kontrolsüz olarak serbest kalması

Kaplama sistemi, kaplamadan infiltrasyonun, çöp dolgu astarından hesaplanan sızıntı hızını aşmayacak şekilde tasarlanmalıdır. İnfiltrasyonu sınırlandırmak için 500 mm kalınlığındaki

düşük geçirimli, $K = 1 \times 10^{-6}$ hidrolik iletkenliğine sahip sıkıştırılmış kil tipik olarak yeterlidir. Yeterli miktarda kilin mevcut olmaması ya da bir çöp dolgu sahasının hassas bir ortamda yer alması halinde, esnek bir membran tabakası astarı ve drenaj tabakası astarı tasarıma dahil edilebilir.

Kaplamaların eğimi %20 den fazla olmamalıdır. Bu değerden daha fazla eğimli olan kaplamalar erozyon problemlerine sebep olabilirler ve düz kaplamalara göre, bakımlarının yapılması daha zor olabilir. Eğimli kaplamalar, dengeli olmalarını sağlamak üzere özel mühendislik kontrolleri gerektirirler, bu kontroller genelde kaplama içerisindeki sızıntı suyu basınçlarının giderilmesi ile ilgili olmaktadır.

Bunlar, yine kesme drenleri ve drenaj hatları üzerinde taş dizilmesi ve böylece suyun ve dolayısıyla erozyonun kontrol edilmesini sağlar. Ek olarak, yüzey tabakası, daha fazla erozyonu önlemek üzere mümkün olan en kısa zamanda yeşillendirilmelidir. Yeşillendirme yapılana kadar, tekrar yeşillendirme programı, erozyonu kontrol etmek üzere mulç ve erozyon önlemleri ile desteklenmelidir.

Çöp dolgu sahasının gelecekteki kullanımı, saha üzerinde yeşillendirme yapılmasını gerekli kılarken, en üstteki tabaka bitki örtüsünü destekleyebilmeli ve köklerin kaplamayı delip geçerek çöp dolguya ve buradan da dışarı su kanalı oluşturmayacak şekilde yeterli derinlikte olmalıdır.

Yüzey tabakası, yerinde normalde bulunan üst toprakların tipini ve derinliğini yansıtmalıdır. Yerel üst toprak koşullarını kopyalamanın mümkün olmadığı durumlarda veya doğal toprağın, erozyon kontrolü için yeterli yeşillendirmeyi desteklemek için çok ince kaldığı durumlarda, bitki örtüsünü desteklemesi koşuluyla, en az 150 mm kalınlığındaki uygun toprak tabakası kullanılmalıdır. Çöp dolgusu üzerine küçük ağaçların ve çalılıkların ekileceği durumda, köklerin kaplamayı delmemesi için daha kalın olması gerekir. Kaplamanın kalınlığı, yine, seçilen türleri de etkileyecektir.

Düşük geçirimli kil kaplama sisteminin yapımı ve bakımı birkaç sebepten ötürü zordur:

- * Üzerine yapıldığı atık tabakasının sünger temeli
- * Kilin çatlamasına sebep olacak şekilde, atıkların farklı oturması
- * Üstten evapotranspirasyon ve alttan çöp dolgunun yaydığı ısı sebebiyle kilin kurumması

Tüm bunlar, kilin etkili hidrolik iletkenliğini önemli oranda arttırmaktadır, kaplama yapılmada sızıntı hızı için bu noktalar dikkate alınmalıdır.

4.2 Saha Güvenliği ve Parmaklıklar

Sahanın girişine veya çöp dolguya girerken atlanamayacak bir noktaya bir kontrol kapısı konulmalıdır. Gelen atık yükleri, giriş kapısında, yasaklanan atıkları belirlemek ve/veya dönüştürme bölgesine diğer malzemeleri yönlendirmek için kontrol edilir. Bir gözetleme platformu, yükseltilmiş aynalar veya video kamera, kapı görevlisinin gelen atık yüklerini inceleyebilmesini sağlayacaktır. Atık kayıtlarının doğru olarak tutulabilmesi için bir kantar da kurulmalıdır.

Dönüştürme ve boşaltma bölgelerine sahip olan bir transfer istasyonu, çürüyebilen atık dolgu bölgelerinde temin edilmelidir, böylece çalışma esnasında çöp boşaltımı önlenmelidir. Bu, atıkların sınıflandırılmasını sağlayacak ve güvenlik risklerini minimuma indirecektir. Aktif çöp dolgu alanları, halk ve hayvanların emniyetini tehdit etmektedir. Yetkisiz insanların ve hayvanların girişini önlemek üzere saha parmaklıkla çevrilmelidir.

Görevli olmadığında, kapılar kilitlenmelidir. Bir parmaklığı tasarlarken yetkisiz kişilerin sahaya girmek isteyebileceği dikkate alınmalıdır. Tüm endüstri alanları, çöp dolgu sahası çevresi etrafında yapılmış 1.8 m yüksekliğindeki tel örgülü parmaklıklarla çevrilmelidir, diğer çöp dolgu sahalarında ise, boşaltma alanının, tehlikeli atık depolama alanı, lastikler ve yakıtın çevresinde inşa edilen en az 1.8 m yüksekliğindeki dayanıklı tel örgüyü gerektirirler. Parmaklıklar düzenli olarak incelenmeli ve yetkisiz girişlere sebebiyet verecek şekilde parmaklık hasarı mümkün olan en kısa zamanda onarılmalıdır.

İşaretler, çöp dolgu tesisinde aleni bir şekilde yerleştirilmelidir, bu işaretler aşağıdakilere dikkat çekmelidir:

- * yasadışı girişlerin ve çöplere yetkisiz müdahalelerin yasak olduğunu
- * belirli atıkların boşaltılabileceği ve sözkonusu atıkların atılması ile ilgili koşulların geçerli olduğu uygun yerler
- * çöp dolgu sahasına atılmasına izin verilen atıklar ve çöp dolgu sahasına atılmasına izin verilmeyen diğer atıklar
- * ateş yakmanın yasak olduğu
- * tesisin atıkları hangi günler ve saatlerde kabul ettiği.

Sızıntı suyu göletleri gibi özellikle tehlikeli bölgelerde, ilgili tehlikeyi gösteren işaretler bulunmalıdır.

4.3 Kamu Sağlığı ve Güvenlik Problemleri

Sinekler, sivrisinekler, fareler, köpekler, kediler ve kuşlar (tipik hastalık taşıyıcıları) p dolgu sahalarındaki gıda atıklarına ve durgun sulara gelirler. Bunların kontrol edilmemeleri durumunda, bu haşaratlar hastalıkları yayabilir ve halk sağlığını tehdit edebilirler. Bu haşaratın azaltılması veya kontrol edilmesi amacıyla korkutma cihazları ve tuzaklar kullanılabilir. Tüm dünyada bilinen haşarat ilaçları zararlıları önlemek için (kuşlar hariç) kullanılmalıdır.

Havaalanları veya yüzey su kaynakları ya da endüstriyel veya yerleşim bölgeleri yakınındaki çöp dolgu sahaları, kuşlarla kirlenmeye sebep olabilirler, bu yüzden yüksek düzeyli kuş kontrolü gereklidir.

Kuşları caydırmada en başarılı stratejilerden birisi de bir dizi tekniğe dayanmaktadır. Kapatma malzemesinin atıklar üzerine serilmesi kuşları tamamıyla engellemekle birlikte kayar yollarda veya göletlerde ağlar, binalarda tnemeyi engelleyen bantlar ve aktif önlemler olarak sesli kuş korkutma cihazları (gaz tabancaları veya ürkütücü sesler) gibi diğer seçenekler kullanılabilir.

4.4 Döküntü Yönetimi

Evsel atıklar, özellikle plastik torbalar, rüzgarla geniş bir alana yayılabilirler. Bu döküntüler çirkin bir görünüm oluşturur ve su yollarını tıkarlar, yine çiftçilik ve taşocağı gibi komşu faaliyetlere de engel olurlar.

Rüzgar gücü ve boşaltma yerinin yönelimi ve rakımına bağlı olarak, çöp dolgu sahalarındaki döküntü kontrolleri değişecektir. p dolgusunun tüm ömrü boyunca tek bir kontrol tamamıyla başarılı olamaz. Bu yüzden, döküntü kontrol stratejisi esnek olmalı ve mühendislik çözümlerini ve yönetim seçeneklerini içermelidir.

Çalışma yüzünün büyüklüğünün minimuma indirilmesi döküntüyü azaltacaktır. Döküntülerin, nemsiz sayılamayacak miktarlarda tesisten taşınması veya yıkanması durumunda bunları geri kazanmak ve uygun bir şekilde atılmalarını sağlamak için de önlemler gerekli olabilir. Parmaklıkların ve çevreleyen alanların döküntülerden temizlendiği en az bir adet günlük programı içerebilir. Yine, kaynakların büyük döküntü problemlerine sebep olan büyük olaylara ayrıldığı durum planları da söz konusu olmalıdır.

Döküntü problemi bulunan atık dolgu sahalarında döküntü ızgaraları bulunmalı ve personel, ızgaraların mümkün olan en fazla ölçüde döküntü tutacak şekilde ayarlanması için eğitilmelidir. Bu döküntü ızgaraları, boşaltma bölgesini takip etmek için taşınabilir olmalı ve

döküntü ile yüklü olduklarında rüzgar yüklerine dayanabilmelidirler. Özel döküntü personeli, daha sık kapatma ve geliştirilmiş döküntü filtreleri bazı durumlarda gerekli olabilir. Böyle atık dolgu sahalarında, belirli yönlerden daha fazla rüzgar korunumlu atık döküm bölgeleri bulunabilir ve böylece atık dolgu sahasından gelen döküntüler minimuma indirilebilir.

4.5 Yangın Önleme

Atık dolgu sahası yangınları, koku ve dumanla, yerel hava kalitesini önemli oranda etkilerler. İlk başta çöp dolgu sahası yangınlarının söndürülmesi zordur, bu yüzden ana hedef, yangının başlamasını önlemek olmalıdır. Bu, atık kabul kriterlerine uygunlukla, mesela, sıcak küllerin veya diğer tutuşan veya yanabilen malzemelerin atık dolgu sahasına boşaltılmasının önlenmesiyle yapılabilir. Diğer önlemler arasında atık yakmanın ve atıkların atıldığı bölgelerde veya yakınında ateş yakmanın önlenmesidir. Son olarak, atıklar, yanıcı olmayan malzemelerle kaplanmalıdır.

Yangının başlaması durumunda, yerleşmeden söndürmek için herşey yapılmalıdır. Yangın söndürmek için kullanılacak olan ekipman, tesislerin herhangi bir kısmında hemen yangına müdahale etmek için hazır olmalıdır.

Şebeke suyu ya da göletlerden ya da depolardan alınan su kaynağı, dağıtım yollarıyla (pompa ve hortumlar veya bir tanker kamyon), yangının sahada hemen söndürülebilmesini sağlar. İtfaiye araçlarının su kaynağına kolay geçişi her zaman sağlanmalıdır.

Şebeke suyunun mevcut olmadığı durumlarda en az 50.000 litre, küçük yangınlarla mücadele etmek için sahada depolanmalıdır.

Derine giden yangınların suyla söndürülmesi her zaman mümkün olmayabilir, ancak operatörün, tüm yanan atıkları kazmak ve söndürmek için yeterli miktarda makinesi ve suyu olması durumu hariçtir. Yangının söndürülmesi mümkün değilse, çöp dolguya su dökülmesi yangını hızlandırır zira su, yangına oksijen sağlar. Derin yangınlarla mücadele etmek için, ana unsur, bölgenin üzerinin kapatılmasıyla ateşe oksijen gidişini kesmek ve yangından gelen oksijeni, azot gibi bir inert gazı yangına enjekte ederek, bu gazla değiştirmektir.

4.6 Tekerlek Yıkama

Atık dolgu sahası tesisinde, yolların, tesisten çıkan araçlarla kirlenmesini önlemek için bir tekerlek yıkama sistemi bulunmalıdır. Elle tutulan basınçlı yıkama hortumları, üzerinden geçilen batma çukurları ve titreşimli ızgaralar farklı faaliyetler için uygun seçenekler arasında yer almaktadır.

Tekerlek ve araç yıkamada kullanılan su sızıntı suyu gibi işlem görmelidir.

4.7 Rehabilitasyon Önlemleri

Yağmursuyu yönetimi, sızıntı suyu kontrolü ve çöp gazının çıkarılması ile ilgili yeterli planlama yapıldıktan ve diğer altyapının kurulmasından sonra, rehabilitasyon işleri aşağıdaki adımlarda gerçekleştirilmelidir.

1. Sahadaki yapıların temizlenmesi
2. Ek sıkıştırma
3. Temiz dolgu eki
4. Kapatma
5. Kaba drenaj tabakasının uygulanması
6. Üst toprak tabakasının uygulanması
7. Bitki örtüsünün oluşturulması

4.7.1 Sahadaki yapıların temizlenmesi

Çöplükler için izin verilen koşullara uygun olarak, sahanın her bir kademesinde çöp boşaltma işlemlerinin sürekli olarak bitirilmesi sonrasında (mesela, her 0.5 hektar), 180 gün içerisinde rehabilitasyon işleri başlamalıdır.

Çöplükler için izin verilen koşullar genellikle, sahanın amaçlanan nihai kullanımı ile uyumlu olmayan yapıların temizlenmesini gerektirebilir. Rehabilitasyon esnasında saha emniyeti için parmaklıklar konulabilir, bunlar alanı başıboş hayvanlardan da korurlar. Saha, rehabilitasyon sürecini zorlaştırabilecek olan yapılardan da temizlenmelidir.

4.7.2 Ek Sıkıştırma

Atıkların gerektiği gibi sıkıştırılmaması halinde, boşlukların varlığı sebebiyle önemli miktarlardaki oturma rehabilitasyonda büyük problemlere sebep olabilir. Doldurma ve arkasından kapatma esnasında farklı olarak işleme tabi tutulması gereken alanlar olabilir.

Atıklar mümkün olduğu kadar sıkıştırılmalıdır, ideal sıkıştırma 0.8 ton/m^3 tür. Gerektiği gibi gömülemeyen büyük kütleli atıklar veya doldurulan bölgelerin kenarlarından çıkıntı yapanlar sıkıştırılmalı ve/veya doğru bir şekilde dışarı alınmalı ve atılmalıdır. Hurda lastikler atıklardan ayrı olarak depolanmak suretiyle tekrar işlem amacıyla saklanmalıdır, zira bunlar sıkıştırılmazlar ve genellikle yüzeye yükselirler.

4.7.3 Temiz Dolgu Eklenmesi

İnşaat molozu gibi 300-900 mm lik temiz dolgu atıklarının sıkıştırılmış atıkların son tabakasının üzerine serilmesi uygun olur. Bu temiz dolgunun eklenmesi isteğe bağlıdır. Bu

noktada, sahanın amaçlanan nihai kullanımını yansıtmak ve yeterli drenajı sağlamak üzere sınırlarının belirlenmesi gerekir.

4.7.4 Kapatma

Kapatma işlemi, çöp gazlarının dışarı çıkmasını önlemek için gereklidir. Çöp gazlarının, restore edilen çöp sahalarının üzerinde büyüyen bitki örtüsünün köklerine gitmesi halinde, genellikle bitki ölümleri gerçekleşir. Kapatma tabakası kil veya bentonit gibi geçirimsiz bir maddeden yapılmalıdır. Kilin bir alternatifi de, Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE) kaplama gibi esnek membran kaplama kullanmak olabilir. İdeal olarak, kapatma tabakası bölgedeki toplam yoğunluğu $1.8 - 1.9 \text{ g/cm}^3$, 1 m de saniyedeki geçirimsizlik $1 \times 10^{-7} \text{ cm}$ den küçük ve büzülme potansiyeli %6.5 ten az olacak şekilde sıkıştırılmalıdır. Kil gibi doğal malzemelerin kullanılması durumunda, kaplamanın kalınlığı ideal olarak 1 metre civarında olmalıdır. Kaplama kilinin tavsiye edilen minimum kalınlığı 600 mm dir. Kil kaplama, yaz aylarında en fazla 1 ay ve kış aylarındaysa en fazla 3 ay atmosfer koşullarına maruz kalmalıdır, zira bu muhtemelen çatlamaya ve infiltrasyon hızlarında artmalara sebep olacaktır.

4.7.5 Kaba Drenaj Tabakasının Uygulanması

Kaba kum, çakıl taşı, çakıl veya parçalanmış lastiklerin doğrudan kaplama üzerine konulması suyun çok daha çabuk kontrol altına alınmasını sağlayarak kaplama boyunca perkolasyonu azaltacaktır. Bu tabaka en az 100 mm kalınlığında olmalıdır.

4.7.6 Üst Toprak Tabakasının Uygulanması

İdeal olarak, yerel kaynaklardan alınan kaplama toprağının kullanılması uygundur. Yeni çöp dolgu sahası bölgelerinin oluşması sebebiyle, üst toprak tabakaları, nihai tabaka olarak kullanılmak üzere ayrı olarak soyulmalı ve depolanmalıdır. Temin edilecek olan toprak derinliği, sahanın amaçlanan kullanımına bağlıdır.

Çimen ve bataklık bitkileri için temel 100 - 300 mm, çalılar için 600 mm üst toprak tabakası talebine rağmen, 1 m veya daha fazla kalınlıktaki bir toprak kışın su ile dolmaz, yazın kurur. Bu tabakanın üst 100 mm ila 300 mm kesidi için mümkünse, iyi kalitedeki üst toprak tabakası kullanılmalıdır, bunun sonrasında, alttaki tabakanın mineral fazlalıkları, nehir tarama toprağı veya gelen atıklardan ayrılan topraklar için daha düşük kalitedeki bir alt toprak tabakasından oluşması mümkündür. Özellikle, daha düşük kalitedeki üst toprak tabakaları üzerinde tekrar bitki örtüsünün oluşturulması tavsiye ediliyorsa, kalifiye bir bahçıvan danışmanlık yapmalıdır. Maden artıkları veya taraklanan siltlerde ağır metal içeriği kontrol edilmelidir, zira belirli yüzdelerdeki ağır metaller bitki büyümesi için toksit olabilir ve

sahadaki nihai kullanım seçeneklerini kısıtlarlar. Maden artıklarının kullanılması durumunda, ağır metallerin yüzeyde yıkanmamış olmasına dikkat edilmesi uygundur.

Toprağın, derinliği en fazla 1 m olan istifler halinde saklanması önemlidir, zira ayrışma ısısı, tekrar yeşillendirmek için potansiyel yerli tohumları öldürecektir. Toprağın, 1 yıldan daha uzun bir süredir istiflenmesi durumunda, tohum yaşamayabilir. Çöp dolgu sahasının bir bölgesinden alınan toprak, malzemeye tohum eklenmedikçe, dolgu sahasının aynı bölgesinin rehabilitasyonu için kullanılamayabilir. Tüm çöplüklerin en az, 600 mm lik sıkıştırılmış kil tabakası, 100 mm kaba kum ve çakıl ve en az 300 mm üst toprak tabakası derinliğine sahip olması gerekmektedir.

4.7.7 Bitki Örtüsünün Tesisi

Geçmişte, çöp dolgu sahalarında ağaçların ekilmesi tavsiye edilmeyen bir durumdu. Çöp dolgu sahalarındaki çöp dolgu gazları, sızıntı suyu ve yüksek sıcaklıkların, iyi tasarlanmış bir kaplamada ağaçların hayatta kalmasını etkilemeyeceğini göstermektedir. Ağaç kökleri, verimsiz kil kaplamada büyümeyebilir veya sentetik bir tabakadan geçemezler: nem, havalanma ve mekanik özelliklerin uygun olduğu bölgelerde yetişirler. Yakın zamanlardaki araştırmalar, yetişkin ağaçlarda kök biyokütlesinin %99'unun, toprağın en üst 1 m lik kısmında olacağını göstermektedir.

Toprak sıkıştırma, suyla dolma, kuraklık, kötü toprak ve sık toprak gibi faktörler, ağaç dikilmesinin başarısını muhtemelen etkileyecektir. Rehabilitasyon amacıyla seçilen yerli bitkilerin yerel bölgenin koşullarına uygun olmaları gerekir. Eski çöplüklerde ekilecek olan bitkilerin seçiminde, sahanın genel tasarım amacı hakkında bilgi sahibi olmak gerekmektedir. Parlak ve renkli türlerin kullanılması uygun olabilir, buna mukabil yerli çalı tipleri, daha doğal bir etkinin yakalanması için daha uygundur. Sahanın mera amacıyla kullanılacak olması halinde, uygun mera türlerinin seçilmesi gerekir.

4.7.8 Bitki Örtüsünün Ekilmesi

Doğru hazırlanmamış çöp dolgu sahalarına ekilen ağaçlar ölmeye 2 ila 4 yıl öncesinde anlaşılır bir şekilde güçlü bir büyüme gerçekleştirirler. Yüksek ölüm oranı, toprak örtüsünün olmaması, koruma olmaması, bakım eksikliği, yüksek gaz konsantrasyonlarının birikeceği şekilde atıkların nihai tabakasının yetersiz sıkışması ve toprakta çöp dolgu gazı kirlenmesi gibi sonuçlar ortaya çıkaracaktır. Bu sebeple, eski atık bölgelerinde büyüyen bitki örtüsünün bakımına özel önem verilmelidir. Birçok bitki türünün ömrü, kil kaplama veya sentetik astarın kullanılmaması veya çöp dolgu gazlarının boşaltılmaması durumunda azalmaktadır.

4.7.8.1 Ekim

Genel olarak, doğrudan ekme, fide ekilmesine tercih edilir, ancak hızlı büyüme gerekmesi ve taramanın bir problem olmaması durumu hariçtir. Doğrudan ekme aşağıdaki şekilde gerçekleştirilebilir:

- a. Yerli tohumun rejenerasyonu
- b. Hidro mulçlama veya
- c. Ön besleme ekimi

a. Yerli tohum rejenerasyonu

Yerli tohum, sahadan gelen üst toprak tabakasında tutulabilir ve daha sonra, rehabilitasyonu yapılacak olan alana yayılabilir. Yerli çalılıklar bulunan tohumların yayılmasıyla, erozyonun önlenmesi ve toprak neminin tutulması sağlanarak müspet sonuçlar elde edilebilir. Bu işlem, yerel bitkilerin rejenere edilmesini de sağlar

b. Hidromulçlama

Hidromulçlama tohum ve kağıt ve tahta liflerinin, arazi üzerinde bir sıvı içerisinde ıslak karışımının yüksek basınç altında püskürtülmesidir. Hidromulçlama genellikle büyük alanların rehabilitasyonunda kullanılır.

c. Ön besleme ekimi

Ekim, tohumu kaplamak üzere kuru bir tozun, tohumu çimlendirmek üzere kullanılması halinde iyileştirilmektedir, bu işlem aynı zamanda, böcek ve mantar saldırılarına karşı koruma da temin etmektedir.

Yukarıdaki yöntemlerin bir kombinasyonu en iyi sonuçları verebilmektedir. Mesela, ön besleme ekimi, hidromulçlama ile birlikte hızlı çimleme ile zararlı otların önlenmesini sağlarken, ekilen türler çimlenecektir. Tohumların kaynağı, bir dizi seçenekten elde edilebilir, bunlar arasında tohum satıcısı, bir botanikçinin ya da bahçıvanın temin ettiği yerli tohumlar olabilir.

4.7.8.2 Bitki Ekimi

Fideler, aşağıdaki yöntemler kullanılarak ta ekilebilir:

a. Çukurlara Ekim

600 mm genişliğinde ve 1500 mm derinliğindeki uzun, dar çukurlar, atık dolgusunun yüzeyinden açılır ve uygun bir toprakla geri doldurulur.

b. Ceplere Ekim

1mx1mx1.5 derinliğindeki çukurlar kazılır ve iyi kaliteli üst toprak tabakası ile doldurulur. Bu çukurlara ağaçlar dikilir. Bu yöntem sadece, üst toprak tabakasının Kılavuzlarda belirtilenden, yani 1.5 m derinliğinden fazla olması durumunda kullanılmalıdır.

c. Tümseklere Ekim

Minimum 3 m x 4 m ebadındaki üst toprak tümsekleri, eğimli taraflar peyzaj içerisinde kalacak şekilde hazırlanır. Tümsek plantasyon yönteminin ana problemi, tümsekte ağaç yetişmesi için yeterli nemin, özellikle, ilk kuruluş kademesinde korunmasıdır. Ancak, çöp dolgu gazına hassas olabilen ağaçların kullanılmasına izin vermektedir.

Doğrudan ekimlerde, küçük geçmeli koruyucular ve/veya büyüme çantaları, doğal hayvanlar tarafından yenilmesini önleyecektir. Büyüme çantalarının, don görülen bölgelerde kullanılması, ağır don ve erkenden çözülme engelleyen bir mikro iklim oluşturarak başarılı ekim yapılmasında yardımcı olacaktır.

4.8 İzleme Programları

Rehabilitasyonun başarısının izlenmesi aşağıdakilerden bazılarını veya tamamını içermektedir: sızıntı suyu kalitesi, zemin suyu kalitesi, deneme parselleri, türlerin başarısı, toprak koşullandırma, nem düzeyleri ve çöp dolgu sahası gaz emisyonları kapatma sonrasında su izleme rejimi, Çevre Yönetim İdaresiyle, sahada faaliyetlerin sona ermesi öncesinde, sahanın kapatma planına uygun olarak görüşülmelidir.

Atık dolgu sahasındaki atıkların, çevreye risk olmayacak şekilde ayrıştıklarında ve stabilize olduklarında, çevre etkilerini önlemek üzere yönetilmelidir.

Takip eden bakım yönetim planını hazırlarken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- a) Atık dolgu kaplamasının bakımı, özellikle, erozyonun önlenmesi / kontrolü, basınçların düzenlenmesi, oturmalarından kaynaklanan kaplama çatlaklarının giderilmesi ve izlenmesi, bitki örtüsünün oluşturulması / muhafazası
- b) Sızıntı suyu toplama ve arıtma sisteminin bakımı ve işletilmesi
- c) Atık dolgu gaz çıkarma sistemlerinin bakımı ve işletilmesi
- d) Yeraltı suyu, yüzey suyu, atık dolgu gazı, sızıntı suyu ve oturma

Bu faaliyetler, atık dolgu sahasının gelir getirici döneminin ötesinde devam ettikçe, takip eden bakım yönetimini teminen atık dolgu sahasının işletme ömrü esnasında finansman tahsisi yapılmalıdır. Tipik takip eden bakım süresi yaklaşık olarak 30 yıldır. Takip eden bakım planı izleme düzeyini ve atık dolgu sahasının ve altyapının muayene sıklığını dikkate almalıdır. Bu unsurlar, atık dolgu sahasının yerine, atıkların tipine ve atık dolgu sahasının çevresel

performansına dayalıdır. Buna uygun olarak, çürüyebilen atık dolgular, katı ve inert atık dolgulara nazaran daha kapsamlı bir takip eden bakım planı gerektireceklerdir.

Takip eden bakım döneminde, izleme ve muayene sıklığı azaltılabilir, sıklık atık dolgu kaplamasının stabilitesine ve çevresel izleme sonuçlarının tutarlılığına dayandırılabilir. Oturmanın büyük kısmının, kapanma sonrasındaki ilk iki yılda meydana gelmesi sebebiyle, muayene programının bu dönemde daha sık olması gerekmektedir.

Plana göre toplanan verilen ve gözlemler, sahada bir uzman tarafından gözden geçirilmelidir. Atık dolgu sahaları üzerine yapılan binalar yeraltı suyu izleme ve atık dolgu gaz toplaması gibi takip eden bakım programlarının sürekliliğini engellememelidir. Sızıntı suyu toplama ve arıtma sistemi, atık dolgu sahası aktif olarak sızıntı suyu ürettiği müddetçe denetlenmeli ve sürdürülmelidir. Bu kapsamda sızıntı suyu borularının muayenesi ve temizlenmesi ve sistemin aşırı yüklenmemesini sağlamak üzere yoğun yağmurları takip eden dönemlerde denetleme bulunmaktadır. Bu işlem, EPA tarafından atık dolgu sahasının çevreyi menfi yönde etkileyecek olan sızıntı sularını üretmediğine dair onay verilmesine kadar devam etmelidir.

Uzun vadede, arazinin gelecekteki sahiplerinin, bir atık dolgu sahası olduğu konusunda bilgi sahibi olmaları açısından, tapuda uyarı veya bir planlama düzeni gibi önlemler, insanları, sahanın önceki kullanım amacı konusunda uyaracaktır. EPA, yine, sahanın devam eden yönetimini sağlamak üzere Kirlenme Azaltma Uyarısı asacak ve gelecekteki menfaat sahiplerinin, sahanın devam eden yönetim koşullarından haberdar olmasını sağlamak için sahayı Öncelikli Sahalar arasına alacaktır.

Takip eden bakım

Hedef : Atık dolgu sahası stabilize olana kadar çevre koruma ve izleme sistemlerinin sürdürülmesini teminen, sahanın kapanma sonrasında yönetimidir.

İstenen sonuçlar, atık dolgu sahası takip eden bakım yönetim planının hazırlanması

Önerilen önlemler, sahanın düzenli olarak muayene edilerek kaplamanın bütünselliğinin kontrolü ve atık dolgu sahasının çevre tesirinin izlenmesi, sızıntı suyu toplama ve arıtma ve atık dolgu gazı çıkarma sisteminin muayenesi ve sürdürülmesi, düzenli izlemenin gerçekleştirilmesi ve yönelimler için verilerin analizi, atık dolgu sahasındaki binaların, sahanın izlenmesi ve bakımına mani olmamasının temini gerekir.

Birçok ülke çöp suyunun çevresel etkisini azaltmak için geçirimsiz tabakaları ve sentetik astarları birlikte kullanmaya başlayarak çöp suyunun toplanmasını istemektedir.

Kanada, İsveç ve Güney Afrika gibi bazı ülkelerde, çöp dolgu sahası gazlarının kullanılmasında artan bir ilgi söz konusudur.

İsveç'te evsel katı atıkla birlikte küllerin dökülerek çöp suyunun daha iyi karakterize edilmesi yönünde çalışmalar mevcuttur. İtalya'da belirli toksik atıkların evsel atıklarla birlikte atılması yöntemleri yönünde çalışmalar yapılmaktadır (J. Carra ve R.Cossu)

Birçok ülkede çöp dolgu sahalarının açılması gittikçe zorlaştığından sahaların ömrünü uzatmak için artan bir ilgi söz konusudur. Genel olarak belediye atıklarının yönetiminin ve özel çöp dolgu sahası açılmasının bölgesel planlaması ve işbirliği konusunda artış olacak ve bu görev bir belediye görevi olmaktan çıkacaktır.

Avustralya da çeşitli döküm sahalarının kapatma ve sızdırmazlık maliyetleri aşağıda çizelge 4.1'de özetlenmiştir. Hollis Park'ın tamamı çöp döküm sahası olarak kullanılmakta kapatma ve sızdırmazlık 5 Ha'lık alanı içermektedir. Sandown Park'ın büyük bir kısmı çöp döküm alanı olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.1. Kapatma ve sızdırmazlık maliyet tahminleri (Otek Australia 1999)

Yer	Alan (Ha)	Kille Kapatma Dolar	Kum Tabakası Dolar	Peyzaj Tahsisatı Dolar	Gaz Kontrolü Dolar	Drenaj Dolar	Toplam Dolar
Hollis Park	5	495.000	770.000	412.500	-	687.500	2.365.000
Sandown Park	6	594.000	616.000	495.000	495.000	825.000	3.025.000
Daly Street	2	198.000	308.000	165.000	165.000	275.000	1.111.000

Bu çizelgedeki kil tabakası kalınlığı 0,3m. Kum tabakasının kalınlığı 1m. Maliyet %15 oranında olağan dışı durumların tutarlarının eklenmesi tavsiye edilir.

Tam düzeltme, çöp sahasının taşınması ve temiz olarak kum dolgu yapılmasını içerir.
(Çizelge 4.2.)

Çizelge 4.2.Tam düzeltme maliyetleri Hollis Park (Otek Australia, 1999)

	Çöp döküm sahası sınıfı				
	1	2	3	4	Toplam
Toplam çöp döküm sahası hacminin tahmini yüzdesi	5	20	70	5	100
Çöp döküm sahası Hacmi (m ³ başına) (1)	2.350	9400	32.900	2.350	47.00
Taşıma oranı m ³ (2)	8 USD	60 USD	75 USD	95 USD	
Alt toplam (1x2)	18.800 USD	564.000 USD	2.467.500 USD	223.250 USD	3.237.550 USD
Kum dolgu ile değiştirme (m ³)	0	9.400	32.900	2.350	44.650
Kum dolgu oranı / m ³	15.40 USD	15.40 USD	1.540 USD	15.40 USD	
Alt Toplam	0	144.760 USD	506.660 USD	36.190 USD	687.610 USD
Toplam Düzeltme Maliyeti Tahmini					3.961.160 USD

5.DÜZENSİZ ÇÖP DEPO SAHALARININ KAPATILMASI, ISLAHI VE REHABİLİTASYONU

Düzensiz Çöp depo sahalarında genel bir alt örtü tabakası mevcut değildir. Bu tip depo sahalarında sızıntı suyu toplama ve işleme sistemleri de yoktur. Birçok sayıdaki düzensiz depo sahası, göreceli olarak yüksek miktarda yağışın olduğu ve su kaynaklarının kirletilebildiği yerlerde bulunmaktadır.

Düzensiz bir depo sahasının rehabilitasyonu, toplum ve çevre sağlığı açısından çok sayıda faydayı beraberinde taşır. Rehabilitasyon çalışmaları, oldukça kıymetli arazilerin geri kazanılabilmelerine olanak verecek şekilde gerçekleştirilmelidir. Rehabilite edilen sahada atıkların yeniden bir procesten geçirilmesi veya sahanın genişletilmesi ile ek miktarda depolama kapasiteleri elde edilebilir.

Bu tip sahaları kapatmadan önce sahalarla ait bazı temel ve önemli bilgilerin bilinmesi gerekir. Örneğin; bu sahalardaki atık tipleri, sahaların tehlike sınırları ve mümkün emisyon değerleri gibi bilgiler. Bu bilgiler, sahada meydana gelmesi muhtemel tüm tehlikelerin bilindiği doğru bir ıslah planının yapılmasını sağlar.

Vahşi bir depo sahasının ortadan kaldırılması için resmi kurumlar, endüstri, halk ve çevre gruplarına danışılmalıdır. Oluşturulacak planda düzensiz sahanın kapatılmasının gerekleri ve takip edilecek prosedürün neler olacağı aynı zamanda kapatmak için gerekli mali kaynaklar ve kapatılan sahanın daha sonra hangi amaca hizmet etmesinin beklendiği konuları yer almalıdır. Düzensiz depo sahasının kapatılması ve rehabilitasyon-sırasında gerçekleştirilen önemli adımlar şunlardır.

*Mevcut durumun belgelendirilmesi; kapatılacak sahanın içindeki ve etrafındaki mevcut durum belgelendirilmelidir. (Gerekli ön çalışmalar, yapılan saha çalışmalarının ve performansları tanımlanmaktadır). Su ve hava kirliliği, atıkların dağılıklığı, çevredeki yerleşim yerine etkileri arazinin başka amaçla kullanımı, zirai durum, su (biyolojik göstergeler) vb. konular belgelendirilmelidir.

*Kapatma ile ilgili planlama ve mühendislik işlemleri, ıslah ve rehabilitasyon çalışmaları;

- Kapatılacak, rehabilitasyonu yapılacak saha ve gelecekte kullanılacak alanlar ile ilgili planlar yapılmalı
- Sahanın etrafındaki alanda bulunan yer altı suyunun kontrolü için izleme sistemleri planlanmalı

- Sahanın kapatılması, ıslah ve rehabilitasyonu için gerekli mühendislik tasarımları yapılmalı
- Derhal yapılması ve gelecekte izlemesi gereken işler için ekipman ve insan gücü ihtiyacı belirlenmeli
- Yapılacak işler için maliyetler hesaplanmalıdır.

*Kapatma, ıslah ve rehabilitasyon; Kapatılması düşünülen sahanın kapatılmasına yönelik işler gerçekleştirilmelidir.

5.1 Mevcut Durumun Belgelendirilmesi

Düzensiz depo sahasının kapatılması ve uygulanacak etkin rehabilitasyon metodunun seçilmesi için saha ile ilgili mevcut bilgilerin toplanması ve değerlendirilmesi önemli bir husustur. Bu amaç için aşağıdaki hususların değerlendirilmesi gerekir.

- Depo sahasının tarihçesi ortaya konmalıdır.
- Depo sahasının durumu (statüsü) ve mevcut teknik provizyonları ortaya çıkarılmalı.
- Alt toprak tabakasının jeohidrolojik durumu ve kompozisyonu belirlenmeli.
- Çevredeki alanın ve gerçekte var olan kirliliğin boyutları belirlenmelidir.

Depo sahasının altındaki toprak tabakası ve yer altı suyunun kirlilik durumu ve depo gazının üretimi gibi yönlerin netleştirilmesi için uzman kişiler tarafından (hidrojeoloji, jeoloji v b) ek çalışmalar yapılmalıdır.

Düzensiz depolama sahasının “Tehlike potansiyeli” ile ilgili yönlerin tanımlanması için Çizelge 5.1’deki kontrol tablosu kullanılabilir.

Çizelge 5.1 Düzensiz bir depolama sahasının “tehlike potansiyeli” değerlendirmek için önerilen Kontrol Listesi(Çevre Bakanlığı, 2002)

	Evet	Hayır
Çevrenin Hassasiyeti		
• İçme suyu toplama alanı	☐	☐
• Yakın çevrede yerleşim yerlerinin varlığı	☐	☐
• Çiftçilik ve bahçecilik faaliyetleri	☐	☐
• Depolama sahası yer altı toprağının yüksek geçirgenliği	☐	☐
Algılayıcılarla toplanan bilgi		
• Sızıntı suyu çıkışı	☐	☐
• Zirai işlerde hasar	☐	☐
• Toprağın renk değiştirmesi	☐	☐
• Alışık olmadık kokular (emisyonlar)	☐	☐
• Su yaşamında görünür tahrip	☐	☐
Tehlikeli madde muhtevası olasılığı		
• Tehlikeli sızıntıya sebep olmak	☐	☐
• Gaz emisyonlarına sebebiyet vermek	☐	☐
• Toprak kirliliğine sebep olmak	☐	☐
Ciddi kirlilik ihtimali çok yüksek		
• Geniş saha kirliliği gerçekleşti (>1 ha)	☐	☐
• Çok yoğun kirlilikler görünür durumda	☐	☐
• Daha önce yapılan araştırmalarla kirlilik belirtileri var	☐	☐
Tehlikeler hakkında bilgiler		
• Mevcut potansiyel tehlikeler biliniyor	☐	☐
• Tehlikeli maddenin miktarı ve kalitesi bilinmiyor	☐	☐
• Yerel durum bilinmiyor	☐	☐

Yapılan ön çalışma sonuçları aşağıdaki hususlara açıklık getirerek sahanın gelecekteki durumu ile ilgili kararların verilmesinde önemli bir veri(baz) oluşturur.

- Gerekli faaliyetler ve ıslah ve rehabilitasyon için mümkün alternatifler
- Sahadan çok tehlikeli olan atıkların taşınmasının önemi
- Kullanılacak örtme (kapatma) metodu

- Sahanın gelecekteki kullanımı

5.1.1 Depo Sahasının Tarihçesi

Bir depolama sahasının potansiyel etkilerinin değerlendirilmesi için bu sahanın kuruluş ve işletme tarihçesi ile ilgili bilgilere ihtiyaç vardır. Bu konuda yapılacak işler aşağıdaki konuları hedef almalıdır.

- Mevcut durumun fotoğraflı dokümantasyonu, sahanın daha önceki işletilmesi ve depolama sahası olarak kullanılmaya başlamadan önceki yerel durumun tespit edilmesi
- Sahada depolanan atıkların miktar ve tiplerinin belirlenmesi, eğer mümkün ise bu atıkların nereden, kimin tarafından ve ne tür atığın (endüstri, evsel) depolandığının ortaya konulması
- Depo sahasının derinliğinin ve morfolojik yapısının belirlenmesi
- Sahanın yönetimi ile ilgili otoritelerin kimler olduğu, saha ile ilgili lisans ve izinler ile ilgili belgelerin ortaya konulması
- Depo sahasının işletilmesi ile ilgili bilgilerin edinilmesi
- Sahaya olan ulaşım yollarının kalite ve tiplerinin ortaya konması

Düzensiz depolama sahasının işletme tarihi ile ilgili durumun anlaşılması için buraya depolanan atık tiplerinin ve kaynaklarının, miktarlarının ve depolama aşamasında kullanılan metodun (Örneğin operasyon yönetimi, kayıt sistemi, atık sınıflandırılması) önemi vardır. Depo sahasının yaşı depolanan organik maddelerin bozuşması ile ilgili durumun anlaşılmasında önemli faktördür. Yaşlı depo sahasında biyolojik bozuşma hemen hemen tamamlanmış olacağından burada genç depo sahasına göre çok az miktarda depolama gazı ve sızıntı suyu olacaktır. Depolanan atığın tipi ve miktarı çevrenin düzensiz bir depolama sahası nedeniyle karşılaşacağı potansiyel kirliliğin boyutlarını tayin eder. Depo sahasındaki atıklar yapı ve moloz atıkları ise sızıntı suyu kirliliği sınırlı kalacaktır ve az miktarda depo gazı oluşacaktır. Eğer sahada evsel atıklar çoğunlukta ise sızıntı suyu kirliliği yüksek olacak ve depolama gazı da oluşacaktır.

Düzensiz depolama alanında tehlikeli atıkların depolanması durumunda bu sahalar çevreye çok daha yüksek ve ciddi tehlike riskleri oluşturur. Sızıntı suyu biyolojik olarak hiç parçalanmayan tehlikeli maddelerle daha fazla kirlenir ve çevreye zararlı tehlikeli gazları içeren depolama gazı oluşur.

5.1.2 Konum

Düzensiz depo sahasında atıklar yerin üstünde, yerin altında veya kısmen yerin altında depolanmış olabilir. Depolama sahasının alt tabakası yerin altında ise, bu sahada depolanan atıkların yer altı su seviyesinin hemen yakında olması mümkündür. Bu da atıkların yer altı suyu ile temas etmesine ve böylece yer altı suyunun kirlenmesine sebep olur. Depolama sahasının alt tabakası yerin üstünde ise atıklar yer altı su seviyesinin üzerinde kalmış olacaktır. Bazı istisnai durumlar mümkündür bu istisnalar yer altı su seviyesinin aşırı yüksek olduğu yerlerde ve toprağın büyük oranda çöktüğü alanlarda oluşur. Atıkların yer altı suyu ile temas etmesi yer altı suyunu kirletir. Bu durum atıklarla yer altı suyunun teması devam edeceğinden depolama sahasının örtülmesi ile düzelmez. (Çevre Bakanlığı, 2002)

5.2 Depolama Sahasının Durumu Ve Hali Hazırda Mevcut Olan Teknik Olanaklar

Depolama Sahasının Durumu

Düzensiz bir depo sahasının rehabilitasyonu için öncelikle buranın halen kullanımda olup olmadığı ve bu sahanın lisans ile işletilip işletilmediğinin anlaşılması gerekir. Eğer depolama sahası kullanımda değil ise, rehabilitasyon çalışmaları hemen başlatılabilir. Depo sahasının kimler tarafından kullanıldığı biliniyor ise ve işletilmesi bir lisans altında gerçekleşmiyor ise rehabilitasyon maliyetlerinin bir kısmı burasını kullananlardan karşılanabilir.

Hali Hazırda Mevcut Olan Teknik Olanaklar

Teknik olanaklar (alt yapı) örneğin drenaj sistemi, yer altı suyu, izleme kuyuları sahada mevcut ise mali ve çevresel yönden önemli yararlar sağlar. İzleme ekipmanı vasıtası ile depo sahasının biyolojik durumu hakkında iyi bilgiler elde edilebilir. Mevcut bir drenaj sistemi, depolama sahasından çıkan sızıntı suyunun toplanmasına ve kısmen arıtılmasına olanak verir. Böylelikle sızıntı suyunun çevreye yayılması ve yeraltı suyunu kirlenmesi önlenmiş olur.

(Jeo) Hidrolojik Durum ve Depo Sahası Altındaki Toprak Tabakasının Yapısı

Jeohidrolojik durum ve depo sahası altındaki toprak kompozisyonu ile ilgili bilgiler, depolama sahasının yer altı suyu ve toprak veya depolama sahasındaki yerleşimler için taşıdığı kirlilik riskinin hesaplanması için oldukça önemlidir.

Depo sahasının altındaki toprak tipi sızıntı suyunun hangi derecede alt tabakalara geçeceğini ve yeraltı suyuna karışabileceğini tayin eder. Kumlu toprak yüksek geçirgenliğe sahiptir ve yeraltı suyunun kirlenmesine sebep olabilir. Kilden oluşan bir alt tabaka daha düşük geçirgenliğe sahiptir ve kirliliğin yayılma riski daha düşüktür.

Yeraltı suyunun akış yönü ve hızı, yeraltı suyunun yayacağı kirliliğin derecesini tayin eden önemli kriterlerdir. Ayrıca, eğer yer altı su tabakasının seviyesi atıkların depolandığı seviyenin üstünde ise bu durumda kirliliğin boyutları artacağından daha ciddi tedbirler alınmalıdır.

Depolama Sahası Çevresindeki Alanın Durumu ve Çevre Kirliliğinin Boyutları

Bir depolama sahası yakınında yerleşim birimleri varsa burasının koku, çöp ve haşerelerden korunması için gerekli tedbirler alınmalıdır. Eğer düzensiz depo sahası su toplama alanında ise, buralarda suyun kalitesinin korunması oldukça önemlidir. Depo gazlarından dolayı özel önem gösteren zirai ürünlerin bulunduğu alanların, diğer alanlara göre daha öncelikli olarak gaz toplama ve işleme sistemi ile donatılması gerekir. Ayrıca kirlenmiş yer altı suyunun belli bir müddet için çekilerek arıtılması ve kirliliğin daha fazla yayılmasının mümkün olduğu kadar engellenebilir.

5.3 Kapatma İle İlgili Planlama ve Mühendislik, İslah ve Rehabilitasyon Çalışmaları

Burada düzensiz depo sahasının kapatılması, ıslah ve rehabilitasyon işleri için gerekli tesisler ve ekipmanlar planlanmalıdır. Bu işleri yapacak gerekli insan gücü hesap edilmelidir. Plan acil yapılacak işleri ve takip eden safhalarda yapılacak işlemleri (Üst örtü inşaatı ve izleme tesislerini) içermelidir. Bu planları uygulayacak ve kullanılacak ekipmanlardan kimlerin sorumlu olacağı açıkça belirlenmelidir.

Düzensiz bir depolama tesisinin sebep olduğu kirliliğin yayılmasını önlemek amacıyla bu sahalardan çıkan sızıntı suyunun yer altı suyunu ve etraftaki toprakları kirletmesi durdurulmalı ve depolama gazının emisyonu kontrol altına alınmalıdır.

5.3.1 Düzensiz Bir Depolama Sahasının İslah ve Rehabilitasyonu

Yeni bir depolama sahası çevreye kirlilik risklerini minimize edilecek şekilde çevresinden izole edilmelidir. Sahaya, sızıntı suyunun yer altı suyu içine karışmasını önlemek amacı ile üzerinde sızıntı suyunu toplayan bir taban örtüsü örtülmelidir. Sızıntı suyunun oluşmasını mümkün olduğu kadar önlemek amacı ile depolama sahası final bir üst örtü ile kaplanmalıdır. Bu örtü yeterince geçirimsiz bir malzeme olmalı ve uygun bir eğime sahip olmalıdır. Söz konusu final örtüsü depolama faaliyeti bittikten sonra sahanın üzerine yerleştirilmelidir. Final üst örtüsü yağış sularının depolama sahasına sızmasını engeller. Depo sahası dışından gelen sel sularının engellemesi için saha etrafında hendek ve barikatlar yapılmalıdır. Geçirimsiz üst örtü tabakası depolama gazının da kontrolsüz bir şekilde emisyonunu önler.

Mevcut depo sahaları gerekli bütün izolasyon önlemlerine sahip değildir. Alınacak ıslah ve rehabilitasyon önlemleri yer, insan sağlığına olabilecek etkileri, çevresel etkileri, maliyetler gibi faktörlere bağlıdır. Bu önlemler depo sahasındaki atıkların üstlerinin sadece bir toprakla örtülmesi ile kapatılmasından, atıkların tamamının depo sahasından çıkarılmasına yer altı suyunun ıslahına kadar pek çok geniş tedbiri barındırır. (Çevre Bakanlığı, 2002)

5.3.2 Bir Toprak Tabakası İle Örtmek

Depo sahasının altındaki toprağın ve yer altı suyunun hiç yada az kirlilik taşıdığı durumlarda ve gelecekte buraya depolanan atıkların tiplerinden burada bir kirlilik beklenmiyor (Yıkım moloz atığı vb) ise depo sahasının üstünün sadece toprak tabakası ile örtülmesi yeterli olabilir. Bu toprak tabakası depolama sahasından yayılacak kokuları ve atıkların geniş alana yayılmasını önler. Atıklar geniş bir alanda yaygın ise örtme işleminden önce bu tip atıklar sınırlı bir sahada toplanmalı ve atıklar eğimli bir yüzeye dökülmesi durumunda aşağı kaymalarının engellenmesi için zemindeki materyallerin stabilize edilmesi gerekir. (Çevre Bakanlığı, 2002)

5.3.3 Son (Final) Örtü Sisteminin Gerçekleştirilmesi ve Yer Altı Suyunun Islahı

Geçirimsiz alt tabakaya sahip olmayan mevcut düzensiz depo sahaları için, atık ile yer altı suyu teması yoksa son örtü sisteminin uygulanması yeterlidir. Mevcut atıkların altına geçirimsiz alt tabaka konmasına gerek yoktur. Son örtü konduktan sonra yağmur suyu atık kütesine giremeyeceği için, depo sahasındaki sızıntı suları zaman içinde azalır. Böylece atık içinde, son örtü konmasından önce kütle içine giren su sayesinde oluşan sızıntı suyu ve örtünün delinmesi sonucu atığın içine giren su ve dolaylı olarak yeraltı suyu kirliliğine sebep olacaktır. Son örtü doğru tasarlanır ve inşa edilirse, yeraltı suyuna karışacak sızıntı suyu birkaç yıl içinde orijinal miktarının %1-2 seviyesine düşürülebilir. Depolama alanında variller içinde bertaraf edilmiş kimyasal atıklar varsa bu varillerin ne zaman zarar göreceği ve atıkların ne zaman yayılacağı bilinmez. Bu durumda yer altı suyunun kuyular vasıtası ile yapılacak düzenli izleme yöntemleri ile denetlenmesi gerekir.

Yer altı suyu drenajı, sığ veya derin su kuyuları ile gerçekleştirilebilir. Sığ kuyular mali açıdan daha ucuzdur fakat sadece yağmurlu mevsimler boyunca oluşan sızıntı suyunu zaptedebilir. Doğal geçirimsiz tabakaya ulaşan kuyular depolama alanından kaynaklanan sızıntıyı engelleme özelliğine sahiptir. (Çevre Bakanlığı, 2002)

5.3.4 Atığın Kazılması ve Düzenli Depolama Sahasına Çevirmek İçin Rehabilitasyon Edilmesi

Mevcut düzensiz depo sahası yerleşim bölgesine, mevcut su kaynağına, doğal hassasiyeti olan yerlere yakın ise, bu gibi durumlarda daha kapsamlı önlemler alınmalıdır. Bu önlemler atığın kazılması ve taşınmasını veya mevcut düzenli depolama alanlarına taşınması veya düzensiz depo sahasının düzenli bir depolama alanına dönüştürülmesini kapsayabilir.

Yeni bir depolama alanı için uygun alan genelde bulunamamaktadır. Bu yüzden, olanaklar elverişli olduğu sürece mevcut bir sahanın tekrar kullanılması çoğu zaman daha uygundur.

Mevcut sahanın düzenli depolama alanına dönüştürülmesi çeşitli aşamalarda gerçekleşir. İlk olarak standartlara uygun geçirimsiz alt tabaka ve yeterli drenaja sahip küçük bir alan hazırlanmalıdır. Ardından düzensiz depo sahasındaki atıklar yeni alana taşınmak üzere kazılmalıdır. Bu atıklar tabakalar halinde depolanmalı ve çökmeyi engellemek için silindiriklerinden geçilmelidir. Daha sonra depolama alanın bu kısmı son örtü ile kaplanmalıdır. Bu aşamadan sonra kazılan alan gerekli şartlar sağlandıktan sonra tekrar kazılan atıklarla doldurulabilir. Kazılan depolama alanın dibi yer altı su seviyesinin altındaysa geçirimsiz alt tabaka yerleştirilmeden dolgu ile bu seviyenin üstüne çıkarılmalıdır.

Depolama sahası çok pahalı ve atıklar arasında büyük miktarda geri kazanılabilir atık varsa atık bir prosesten geçirilerek geri kazanılabilecekler ayrıştırılıp kalanlar ise hazırlanmış depolama alanında bertaraf edilebilir. (Çevre Bakanlığı, 2002)

5.3.5 İslah ve Rehabilitasyon İçin Güvenlik Önlemleri

Düzensiz depo sahalarındaki en büyük risklerden biri kontrolsüz çıkan depolama gazının neden olduğu patlama ve yangın riskidir. Organik maddelerin anaerobik ortamda bozulması sonucunda oluşan depo gazı, depolama sahasındaki mekanik faaliyetler (Metal sürtünmesi sonucu kıvılcım çıkması) ve kırık cam parçalarının güneş ışığını yoğunlaştırması sonucu alev alabilir. Bu tip yangınların çabuk fark edilip üstüne kum dökülerek veya suyla söndürülmeleri mümkündür. Yangın çabuk fark edilmezse depo sahasının yakınındaki yerleşim birimleri ve ormanlık araziler için sorun ve tehlike oluşturabilir. Depolama sahalarında giriş ve muhtelif yerlerde yangın tehlikesine karşı ikaz işaret ve levhaları konmalıdır. Yerel itfaiye istasyonlarından yangını söndürmek için gerekli su ve kum yönünden hazırlıklı olması talep edilmelidir. Depo sahasında metan ölçüm işlemlerinin yapılması ve yüksek konsantrasyonlarda sahadaki faaliyetin durdurulması gerekir.

Yangın tehlikesini sınırlamak, kimyasal atık taşımak ve işçilerin güvenliğini sağlamak için özel güvenlik ekipmanı ve önlemleri alınmalıdır.

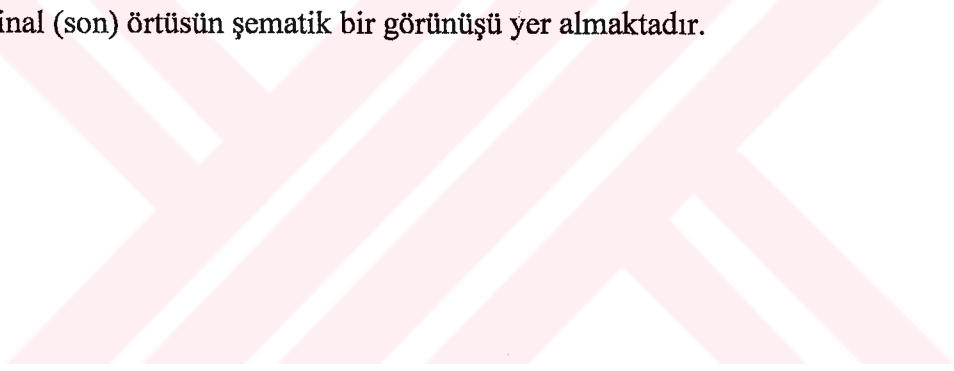
5.4 Düzensiz Bir Depolama Sahasının Üstünün Örtülmesi ve Kapatılması

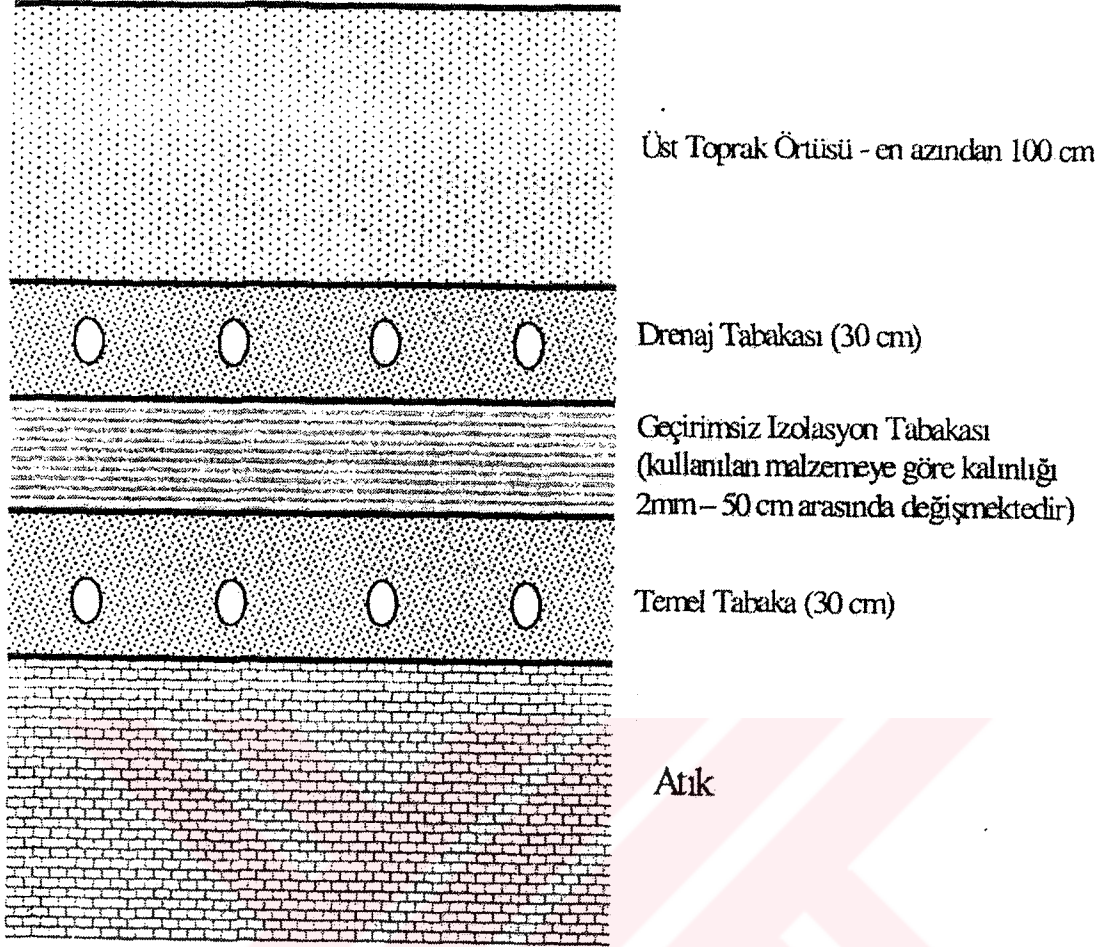
Depolama sahalarının üstlerine örtü sistem konulmasının nedeni, burada depolanan atıkların yüzey çevresinden izole edilmesini sağlamak ve kapalı sahaya girebilecek sıvıların uzun vadede minimize edilmesini temin etmek ve sahada oluşan depolama gazının havalandırılmasını gerçekleştirmektir. Son (final) örtüsü, minimum bakım gerektirecek, drenajın gerçekleşmesine imkan verecek ve erozyonu minimize edecek şekilde inşa edilmelidir.

Son final örtüsü 4 tabakadan oluşmalıdır.

- Temel tabaka
- Geçirimsiz izolasyon tabakası
- Drenaj tabakası
- Üst toprak örtü

Şekil 5.1’de final (son) örtünün şematik bir görünüşü yer almaktadır.





Şekil 5.1. Son (final) örtü sistemine ait profilin şematik görüntüsü (Çevre Bakanlığı, 2002)

5.4.1 Temel Tabaka

En son yerleştirilen atık tabakasının üzerine bir toprak tabakası yerleştirilmelidir. Kalınlığı atık boyutuna bağlı olmakla birlikte yaklaşık 30 cm'dir. Bu tabakanın amacı atıkların üzerindeki üst izolasyonun zarar görmesini engellemektir.

Bu tabaka, depo gazının çıkışına izin veren doğal kumlu malzemeden veya inşaat sahalarından çıkan iri materyallerden yapılmış olabilir. Temel tabakada toplanan depolama gazı, yine bu tabaka içine yerleştirilmiş olan bir gaz taşıma sisteminin yardımı ile havaya bırakılır. Depolanan atıklara ve temel tabaka olarak kullanılan malzemenin özelliklerine göre, temel tabakanın depolanan atıklar içine çökmesini engellemek amacı ile atıkların üzerine serilmek üzere geçirgen (gaz çıkışına izin vermek gayesi ile) bir jeomembran örtünün kullanımı da düşünülebilir. Temel tabakanın iyice sıkıştırılması gerekir. Tabakanın üstünde delici, kesici, sivri malzeme bulunmamalı düz bir yapıda olmalıdır. Böylelikle üzerine konacak izolasyon tabakası için iyi bir temel oluşturması gerekir. (Çevre Bakanlığı, 2002)

5.4.2 Geçirimsiz İzolasyon Tabakası

Geçirimsiz izolasyon tabakası temel tabakanın üstüne yerleştirilmek zorundadır. Bu tabaka, gaz ve suya karşı geçirimsiz özellik taşıyan, esnek malzeme veya malzemeler kombinasyonundan yapılmalıdır. Bu malzemeler

- Plastik örtüler
- Mineral bileşenler (bentonit / kum karışımları yaklaşık %5 – 10 bentonit gibi)
- Bazı kil çeşitleri veya düşük geçirgenliğe sahip killi topraklar

Bu tabaka atık malzeme içine su sızmasını engellemek suretiyle suyun atık malzeme içinde perkolasyonunu önler, suyun üst tabakalarda tutulmasını sağlayarak drenaj yoluyla uzaklaştırılmasını sağlar. (Baysal, 1993)

Plastik örtüden yapılmış izolasyon tabakası suya karşı tam geçirimsizdir, montaj sırasında hasardan dolayı yerel olarak bir sızma olasılığı ve üzerine aşırı yükleme yapılması gibi durumlar göz önünde bulundurulmalıdır. Plastik örtü üzerindeki aşırı yükleme, depolama sahasının yanlarının maksimum olarak 1:3 mertebesinde eğim verilmesi ile büyük oranda önlenabilir.

İzole plastik örtü kullanılacak ise bu en az 2mm kalınlıkta olmalıdır. Geçirimsiz tabaka olarak plastik sızdırmaz örtü kullanılacak ise bunun belli aralıklarla kontrol edilmesi ve sızıntıya karşı korunması gerekmektedir. Bu örtüler 30-40 yılda değiştirilmelidir.

Mineral izolasyon tabakaları içinde bulunan mineral maddelerin büyük bir şişme ve doğal olarak izole etme özellikleri vardır. Fakat bu tip tabakalar hiçbir zaman tamamen su geçirimsiz olamazlar.

Düşük geçirgenliği olan kil kullanmak ekonomik olarak daha ucuzdur. Bu tabaka sıkıştırmadan sonra her biri 25 cm kalınlığında iki katman killi toprak ile inşa edilebilir. Az geçirgen killi tabakanın inşaatı öncesinde kullanılacak malzemenin gerekli geçirgenlik ve homojenlik testleri yapılmalıdır. (Kadikara ve Rahman, 1997)

Plastik örtücü ve bentonit/kum karışımı tabaka optimum düzeyde çalışan izolasyon tabakası için en güvenilir yöntemdir. Almanya ve Hollanda bu tip örtü malzemesi kullanmaktadır.

Geçirimsiz izolasyon tabakasının tamamlanmasından sonra suyun içeri sızmasını ve arada kalmasına neden olabilecek çukurların olmadığına emin olmak için yüzey yamacı ve bariyer tabakasının incelenmesi gerekmektedir. (Çevre Bakanlığı, 2002)

5.4.3 Drenaj Tabakası

Üst toprak tabakasından fazla suyu uzaklaştırmak ve fazla yağış olduğu zamanlarda bu tabakayı koruyabilmek için izolasyon tabakasının üzerine drenaj tabakası inşa etmek gerekmektedir. Üst toprak tabakası su doygunluğuna ulaştığında yağmur drenaj tabakasına ulaşır. Drenaj tabakası humus içeriği düşük, geçirgenliği yüksek kumdan inşa edilmelidir. Drenaj tabakası içine bir drenaj alt yapısı yerleştirilmeli, bu sistem yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) gibi malzemeden oluşan drenaj borularından oluşmaktadır. Tabakanın toplam kalınlığı 30 cm civarında olmalıdır. Bu tabaka altındaki geçirimsiz tabakadaki su basıncını azaltmak, koruma tabakasını drene etmek, kaplama tabakasındaki boşluk suyu basıncını azaltmak ve depo tabanındaki kil kaplamadaki su seviyesini azaltarak sızmayı düşürmek ve stabiliteyi artırmak amacıyla kullanılmaktadır. (Baysal, 1993)

Drenaj tabakası yeraltında yaşayan hayvanların ve bitki köklerinin geçirimsiz tabakaya ulaşıp zarar vermesini engelleyen bir güvenlik tabakası görevi de yapmaktadır.

5.4.4 Üst Toprak Tabakası (Nebati Toprak)

Depolama alanın son örtü sistemi üst toprak serilmesi ile son bulur. Bu tabaka alttaki tabakaları mekanik zarardan, kuruma ve çatlamadan, bitkilerin büyümesi ile bitki köklerinin nüfuz etmesinden ve erozyona karşı korur. Bu tabakanın kalınlığı ve kalitesi; su gereksinimi, planlanan bitki ekimi ve kapatılan depo alanı için planlanan kullanıma göre değişir. Her durumda bu tabaka kalınlığının en az 1m olması gerekir. Peyzaj amaçlı ağaç kullanılacaksa daha kalın tabakaya ihtiyaç vardır. Bu tabaka bitkinin su ve besinini alacağı tabakadır. Bu sebeple toprağın su tutması ve bitki köklerinin kolay nüfuz edebilmesine olanak tanır.

5.5 Depolama gazının toplanması ve bertaraf edilmesi

Depolama sahasında oluşan gazlar saha sınırının dışına çıkıp yangın tehlikesi oluşturabilir. Bu gazlar, kötü havalandırılan kapalı alanlar ve boşluklarda toplanmaları halinde patlama riskleri vardır. Bu gazlar kontrollü şekilde toplanmalıdır. Toplanan depo gazı faydalı amaçlar için kullanılabilir, yakılabilir veya doğrudan atmosfere verilir. Atmosfere verilmesi durumunda bu gazlar küresel ısınma başta olmak üzere arzu edilmeyen çevresel sorunlara sebep olurlar.

5.5.1 Depolama gazının kaynağı ve oluşumu

Vahşi deponilerde ve depolama sahalarında depolanmış olan büyük miktardaki organik atıkların havasız ortamda çürümesi sonucunda depolama gazı (veya biyogaz) oluşmaktadır. Depolama gazı genellikle metan (%50-%60), karbondioksit (%35-40) ve azot gibi bileşenlerden (%3-10) oluşur. Bu gazın kompozisyonunda ayrıca iz miktarda oksijen, çeşitli

organik kükürt bileşenleri, amonyak ve su buharı bulunur. Depolama sahasına tehlikeli atıkların depolanması durumunda, depo gazının yapısı olumsuz etkilenebilir. Depolama faaliyetlerinin ilk yıllarında oksijen konsantrasyonu çok yüksek ve metan konsantrasyonu çok düşük olabilir. Nedeni atıkların depolanmadan önceki dönemde içlerinde bulunan oksijen nedeni ile bu dönemde oksijenli (aerobik) bir ortamın var olmasıdır.

Depolama gazının kalitesi ve depolama gazının oluşum hızı aşağıdaki koşullarına göre değişiklik göstermektedir.

- Atığın kompozisyonu (Karbon konsantrasyonu, besin içeriği(Nutrient), bozuşma reaksiyonlarını engelleyici bileşenlerin (inhibitör) varlığı, nem oranı v.s)
- Atıkların geçtiği ön işleme (atık azaltma, geri dönüştürme, kompostlaştırma balyalama)
- Sıkıştırmanın türü ve derecesi (şiddeti)
- Depolama sahasının işletilme yöntemi
- Örtü tabakasının türü ve kalınlığı
- Atığın miktarı
- Depolama alanının geometrisi ve hidrojeolojik özellikleri
- İklim (sıcaklık, yağmur, buharlaşma) (Çevre Bakanlığı, 2002)

Depolama gazının %60'ı atık depolandıktan sonra 10 sene içinde oluşmaktadır. Bu miktar 15-20 yıl içinde %90 seviyesine çıkmaktadır. Depolama sahalarında moloz inşaat atıkları gibi organik olmayan maddelerin bertaraf edilmesi sonucunda inhibisyon nedeni ile gaz oluşumu daha sınırlı olmaktadır. Modern depolama sahalarında gaz oluşumu daha az olmaktadır. Bunun nedeni organik atıkların giderek daha büyük oranlarda kompostlaştırma, anaerobik sistemler ve yakma tesislerine gönderiliyor olmasıdır.

Depolama gazı oluşumu küçük ve sık depolama sahalarında da düşük seviyelerde olacaktır. Bunun nedeni bu tür depolama sahalarının ilk kullanım yıllarında oluşan oksijenli (aerobik) ortamların uzun süre yok olmamasıdır. Bu durum düzensiz depolama sahaları için de geçerlidir. Bunun nedeni, bu sahalarda atıkların yeterli derecede sıkıştırılmamaları ve bu sahaların son örtüden yoksun bırakılmaları sonucunda dış ortamdan içeriye oksijenin girebilmesidir. (Çevre Bakanlığı, 2002)

5.5.2 Depolama Gazının Oluşturduğu Çevre ve Güvenlik Problemleri

Depolama gazının oluşumu ve elde edilmesi sırasında çeşitli çevresel problemler oluşur. Bunlardan bazıları;

- Sera etkisine olumsuz katkı
- Patlama ve yangın tehlikesi
- İnsan sağlığı için tehlike
- Depo sahasının üzerinde ve yakınlarındaki tarım ürünleri ve bitkiler üzerinde olumsuz etkiler
- Koku emisyonu

Depolama alanı kum, çakıl, kırık taşlardan oluşan orta-yüksek geçirgenliğe sahip bir katman üzerinde ise, gaz yere paralel şekilde depo sahasının sınırlarının dışına çıkar. Metan gazının etkisi Karbondioksitten 30 kat fazladır. Depo gazının toplanması ve yakılması, metanı karbondioksit çevirerek bu gazın olumsuz etkilerini azaltır.

Karbondioksit gazı havadan 1,5 kat ve metan gazından 2,7 kat daha ağırdır. Çöp suyuna karışabilir ve çöp suyunda çözünür. Eğer dolgu tabakası yetersiz ise yer altı suyuna difüzyon sayesinde karışır. Çözüldüğünde suyun pH'ını düşürecek, sertleşmede ve mineral miktarında artış meydana getirecektir.

Depo gazının yüksek yanıcılığı, nefes almayı engelleyici özelliği, iz miktarda da olsa organik madde içermesi, bu gazın bina ve rögarlarda birikmesini veya kontrolsüz yayılmasını tehlikeli kılar. Metan gazının yüksek konsantrasyonlarında (hacmen %5 - %15) patlama tehlikesi mevcuttur. Hacmen %15 in üzerindeki konsantrasyonlarda metan gazı yanar ve yangın tehlikesi oluşur.

Depolama gazı rehabilite edilmiş depolama sahaları üzerinde yetişen bitkiler üzerine olumsuz etki yapar. Metan gazı toprak üzerindeki normal havanın yerini alır ve oksijenin toprağa girmesini engeller. Depo gazı içindeki fitotoksik bileşenler bitkilerin büyümesini sınırlayabilir.

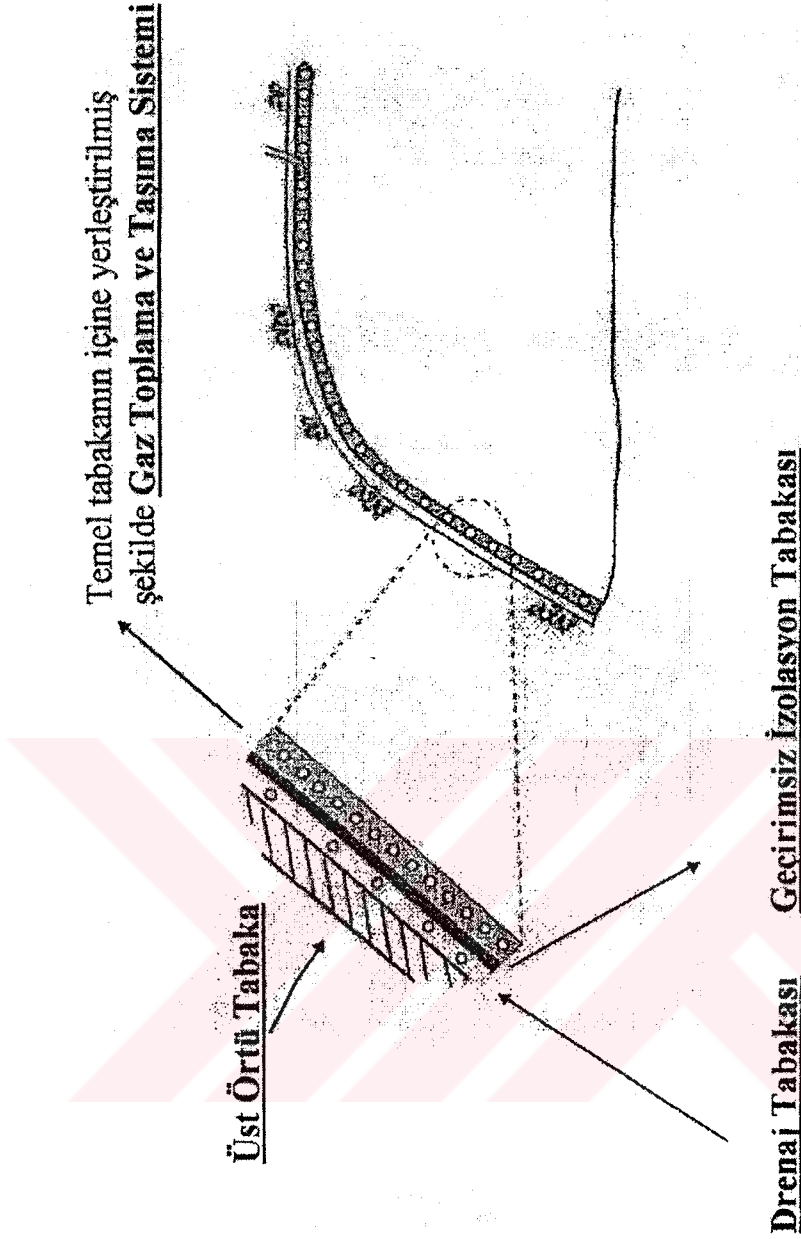
Katı atık depo sahalarındaki gaz oluşum hızı sahadan sahaya ve zamana göre değişiklik gösterir. Planlar yapılırken gaz hacmi ve hızının dikkatlice izlenmesi gerekir. (Price, vd., 1998)

5.5.3 Depolama Gazının Toplanması, Çıkarılması ve Kullanılması

Depolama sahası içinde biriken depolama gazının kontrollü bir şekilde bertaraf edilmesi gerekir. Gaz bir deşarj noktasından toplanmalı daha sonra yakılmalı veya arıtmak işlemek veya merkezi bir yakma sistemine götürülmek üzere taşınmalıdır. Gaz toplama ve taşıma sistemi izolasyon tabakasının altındaki temel tabaka içinde bulunmalıdır. Bu sistem yükselen gazların yolunu keserek onların kontrollü çıkış bacasına gitmesini sağlar. Taşıma sistemi 5-12 cm arasında değişen delikli yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) borulardan oluşur. Boruların birbirine uzaklığı 10-20m arasındadır.

Şekil 5.2’de izolasyon tabakası altındaki gaz toplama sistemi, Şekil 5.3’te dikey toplama (kuyuları) ve depolama işlemleri tamamlandıktan sonra sistemin uygulanışı verilmiştir.

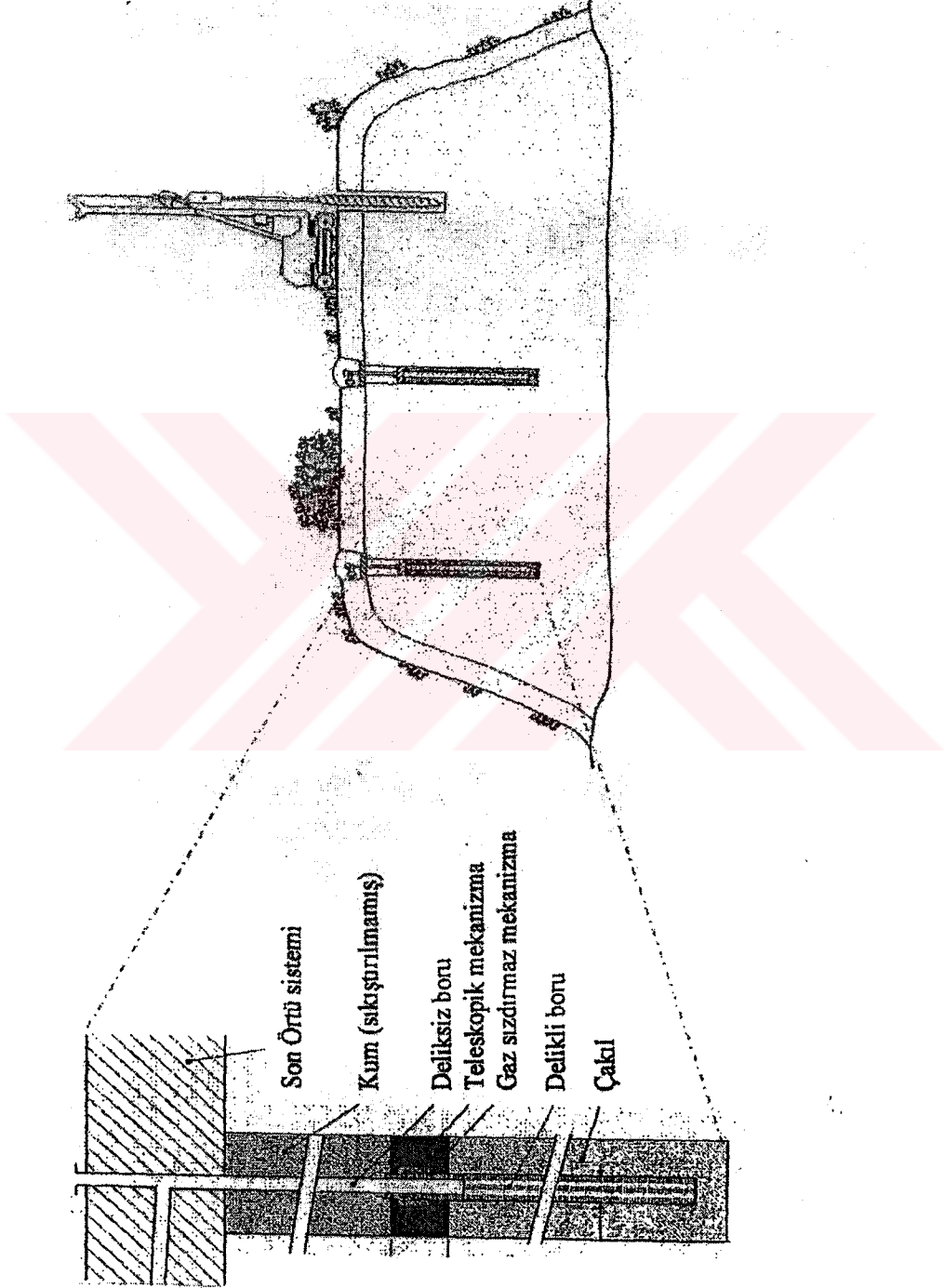




Şekil 5.2 İzolasyon tabakası altındaki gaz toplama sistemi (Çevre Bakanlığı, 2002)

Depo gazı kullanılacaksa ve optimum gaz üretimi gerekiyorsa, dikey toplama sistemlerinin yerleştirilmesi yararlı olur. Gaz toplama hızı pompalama ile daha da artırılabilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta pompalamanın aşırı hızda yapılmaması ve böylelikle depo sahasına hava girmesine engel olunmasıdır. Dikey sistem 50-70 m aralıklarla yerleştirilmiş dikey gaz kuyularından oluşur. Düzensiz depo alanları genellikle gaz toplama için elverişli değildir. Kuyular depo sahası üzerine 80-120 cm çaplı kuyu kazın sondaj makineleriyle yerleştirilmelidir. Bu boruların üstte kalan 4-5 metresi deliksiz kalanı ise gaz toplamak için

delikli olmalıdır. Delikli boruların deliksiz borularla birleştigi nokta, kum/bentonit karışımı malzeme ile tıkanmalıdır. Bu işlem depolama sahası üzerinden gelen havanın atık kütlesi içine girmesini engellemek veya toplanan depolama gazı ile karışmasını engellemek amacı ile yapılmalıdır. Delikli boruların etrafındaki boşluk çakıl ve deliksiz boruların etrafındaki boşluk kum ile doldurulmalıdır.



Şekil 5.3 Dikey toplama (kuyuları) ve depolama işlemleri tamamlandıktan sonra sistemin uygulaması (Çevre Bakanlığı, 2002)

Dikey boruların birbirine uzaklığı 50-70 metre olup, bu mesafeler daha fazla olursa gaz toplama işlemi etkin olmaz. Daha kısa tutulması durumunda kuyu miktarı artar ve yüksek işletme giderleri ile karşılaşılır.

Gaz toplama sisteminde biriken gaz daha sonra gaz - boşaltım noktalarına taşınır. Bu boşaltım noktaları depolama sahasına suyun girmesini engellemek amacıyla her zaman sahanın en yüksek noktalarına yerleştirilmelidir. Uygulanan en basit sistemlerden biri "gaz penceresi" olarak bilinir ve bu sistem gazı sadece depolama alanından almak için kullanılır. Ancak bu sistem, kontrollü gaz çıkışı için uygun olmadığı gibi kötü kokuların ve hatta yangınların kaynağı olabileceğinden tavsiye edilmemektedir. Gaz en azından yerinde yakmayı olanaklı kılan basit bir yakma sistemine bağlı olmalıdır. Ancak bu gazın esnek (HDPE) borular vasıtasıyla bir yerde toplanıp yakılması veya değerlendirilmek üzere gerekli donanımına sahip bir tesise gönderilmesi daha iyi bir yöntemdir. Gaz sisteminde kullanılan borulara depolama sahasının yamaçları doğrultusunda yeterli eğim vermek önemlidir. Borular biyogaz içindeki nemin yoğunlaşmasından (kondensasyonundan) tıkanırsa boru içindeki gaz hareket edemez hale gelir. Yoğunlaşma sonrası ortaya çıkan suları tasfiye etmek için en alçak noktada bir drenaj sisteminin yapılması gerekmektedir. Gaz toplama ve taşıma sisteminin mühendislik işlerinin bu konuda deneyim kazanmış kişi veya kurumlarca yapılması tavsiye edilir.

Bazı depolama alanlarında depolama gazının miktarı bu gazı yakıt olarak kullanabilecek düzeyde olabilir. Ancak bunda başarılı olabilmek için aşağıdaki hususların yerine getirilmesi gerekir:

- Gaz için uygun bir kullanım alanı belirlenmelidir
- Depolama alanı en azından 10 metre derinliğinde organik madde içermelidir
- Hazırda büyük bir miktar (en azından 0.5 milyon ton) atığın olması gerekmektedir
- Atık eski olmamalıdır (en iyi durum 2-10 yıl)
- Depolama sahası su ile doymuş olmamalıdır (Çevre Bakanlığı, 2002)

Bu kriterlere göre düzensiz depolama alanlarının çoğu için en ekonomik ve en tatbik edilebilir kontrol sistemi gazın yakılmasıdır. Bu sahaların çoğunluğunda atıklar 10 yıldan daha eskidir. Deneyimlere göre depolama sahasında gaz üretimi atık bertarafı bittikten 15 sene içinde minimal düzeye inmekte (dolayısıyla değerlendirmeyi ekonomik olarak yetersiz kılmaktadır) fakat uzun yıllar boyunca devam edebilmektedir. Gazın değerlendirilmesi ve kapanma sonrası bakım işleri planlanırken bu gerçek göz önünde bulundurulmalıdır. (Çevre Bakanlığı, 2002)

5.6 Kapatma Sonrası Bakım ve Sahanın Gelecekteki Kullanımı

Kapatma sonrası bakım düzensiz depolama sahasının ıslah ve rehabilitasyon çalışmalarının hemen ardından başlar. Kapatma sonrası bakım faaliyetleri, ıslah ve rehabilitasyon çalışmaları sırasında alınan önlemler paralelinde ilerler. Saha kapatma sonrası bakım kriterlerini göz önünde bulundurarak gelecekteki kullanımı için hazırlanabilir.

5.6.1 Kapatma Sonrası Bakım

Depolama sahasının kapatma sonrası bakım işlemleri süresince, sahanın ıslahı ve izolasyon önlemleri ile ilgili bakım, izleme ve kontrolünden ve çevrenin genel durumundan sahayı işleten veya ıslah ve rehabilitasyon çalışmalarını gerçekleştiren kurum sorumludur.

Kontroller sırasında ortaya çıkabilecek ciddi çevre sorunları veya ıslah ve izolasyon çalışmalarına gelebilecek zararlar incelenip gerekli tedbirler planlandıktan sonra düzeltme önlemleri alınmalıdır.

Aşağıdaki kapatma sonrası bakım süresince , çeşitli bakım, izleme ve kontrol faaliyetlerinden örnekler verilmiştir.

- Sızıntı suyunun toplanması ve arıtılması ve sızıntı suyu kalitesinin ölçülmesi
- Sızıntı suyu arıtma tesisi ve/veya transfer tesisinin bakımı
- Depolama sahası ve civarında yer altı suyu rejiminin takip edilmesi
- Depolama gazının toplanması ve işlenmesi ve depolama gazının kalitesinin ölçülmesi
- Gaz toplamı ve yakma tesisatının bakımı
- Son örtü veya başka uygulanan izolasyon ve ıslah çalışmalarının izlenmesi ve bakımı (Çevre Bakanlığı, 2002).

5.6.2 Gelecekteki kullanım

Rehabilite edilen depolama sahasının gelecekteki kullanımı, burada depolanan atıkların organik ayrışmasının tam olarak bozuşmasına ve depo sahasında süregelen kimyasal ve fiziksel süreçlerin göreceli olarak yüksek derecede bir stabilizasyona ulaşmasından oluşan kısıtlama ve sınırlamalarına bağlıdır. Gelecekteki potansiyel kullanımlarını tayin eden en önemli faktörler aşağıda verilmiştir.

- Depolama sahasının son (final) örtüsünün taşıma kapasitesi
- Yoğun homojen olmayan yerleşmeler ve çökmeler
- Yanıcı ve patlayıcı gazların varlığı

- Bozuşma ürünlerinin aşındırıcı karakteri ve depolama sahasının iç yapısı ile ilgili çevresel durum

Bu süreçler depolama faaliyetleri tamamlandıktan sonra da uzun bir süre etkinliklerini sürdürmeye devam eder. Uygulanan izolasyon ve ıslah önlemleri ve gerekli kapatma sonrası faaliyetlerinde rehabilite edilen düzensiz sahanın gelecekteki kullanıma yönelik alternatif uygulamalarda, buralarda alınacak zorunlu önlemleri ve kapatma sonrası faaliyetleri olumsuz olarak etkilememelidir. Bu sahalarda yapılacak inşaatlarda beton sütun yapılar üst örtüyü delerek izolasyon tabakasına zarar verir ve sızıntı suyu oluşumuna sebep olur.

Sahanın gelecekteki kullanıcılarının, kapatma sonrası faaliyetler için gerekli olan ekipmanlara (depo gazı yakma sistemi veya sızıntı suyu toplama ve izleme ekipmanları gibi) ulaşabilmeleri ve/veya zarar verebilmelerine engel olunmalıdır. Depolama sahasının izolasyon özelliklerine zarar verme riski taşıyan delme\kazma hareketleri de yasaklanmalıdır.

Depo sahasında tehlikeli atıklar depolandı ise burada gıda ürünlerinin ziraatının yapılmasından kaçınılmalıdır.

Kullanımlar aşağıdaki genel kategorilere ayrılabilir

- İnşaat: Rehabilite edilen depo sahalarının üzerinde yapılacak inşaatlarda uyulması zorunlu kısıtlamalar nedeni ile yerleşim yerleri olarak açılmaları mümkün olduğunca teşvik edilmemelidir. Yollar araba park yerleri ve yürüme yolları kolay tamir edilen esnek malzemelerden yapılmalıdır. Eğer mecburen bazı yapılar yapılacak ise şu aşağıdaki önlemler alınmalıdır.

- Üst örtünün delinmemesi için gerekli önlemler
- Alt bölümde veya tabakalar arasında depo gazının toplanması önlenmeli
- İyi bir havalandırma sağlanmalı
- Metan gazı alarm sistemleri yapılmalı

- Açık alan ve rekreasyon: Ömrünü tamamlamış depo sahasının en iyi yeniden değerlendirilmesindeki seçeneklerden biridir. Bu amaçla parklar, bahçeler, spor tesisleri piknik alanları, bisiklet, at binme, yürüyüş alanları, golf çalışma sahaları, vahşi hayat parkları, mera amacıyla kullanılabilir.

Rekreasyon alanlarında kullanılacak bitkilerde bazı önlemlerin alınması şarttır. Buralarda çim ve çayır türündeki bitki kullanımı her hangi bir problem teşkil etmez. Ancak buralara ekilecek ağaçların seçimi büyük özenle yapılmalıdır. Derin köklü bitkiler, izolasyon tabakasına zarar

verdiklerinden kullanılmamalıdır. Kökleri derine gitmeyen uzun veya ağır ağaçlar da rüzgardan etkilenecek yıkılıp üst örtünün zarar görmesine sebep olduklarından kullanılmamalıdır.

- Ziraat; rehabilitasyonu tamamlanmış depolama sahaları yetiştirilecek bitkilere ait özel koşullar dikkate alınarak ziraat amaçlı kullanılabilir. Bu kullanıma otlama tahıl üretimi, ticari amaçlı ağaçlandırma örnek verilebilir. Bütün bu alternatif seçenekler için sahanın bir son örtü ile kaplanmış olması gereklidir. Bu örtünün kalınlığı, burada yetiştirilecek bitki köklerinin drenaj ve izolasyon tabakalarına zarar vermesine engel olacak ve bitki kökünün atıkla temasını engelleyecek kalınlıkta olmalıdır. Aksi takdirde yetiştirilen bitkilerin kirlenmeleri ve yiyecek zincirine ve çevreye zararlı maddelerin karışmaları mümkündür. Bataklık veya ot bitkileri, düşük rakımlı drenaj hatlarında ve çöp suyu havzalarında kullanılabilir. (Çevre Bakanlığı, 2002)



6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Çöp dolgu sahalarının olumsuz etkilerinin çoğu; saha kapatıldıktan uzun bir süre sonra ortaya çıkar. Bunlar çöp dolgu sahasının iyi bir tasarım ve işletilmesiyle azaltılabilirken sahanın en iyi bir şekilde rehabilite edilmesi ve uzun vadeli bakımı, çöp dolgu sahasının potansiyel zararlı etkilerini azaltılabilir.

Türkiye’de İstanbul Ümraniye’de yaşanan ve depolama sahası üzerinde ve yakın çevresinde 34 kişinin ölmesi ile sonuçlanan olay ve Burgaz Adası’nda meydana gelen yangın, düzensiz depo sahalarının rehabilitasyonu için acil plan yapılması gerekliliğini bir kez daha ortaya çıkarmıştır.

Türkiye’de 2001 yılı verilerine göre belediye sayısı 3215, üretilen yıllık katı atık miktarı ise 32.000.000 tondur. Katı atık hizmeti veren belediye sayısı 2915 olup bunun nüfusa oranı %77,44’tür. Çevre ve Orman Bakanlığında bulunan son verilere göre 26 adet düzenli depolama mevcuttur. Ülkemizde katı atıkların %33’ü düzenli depolanmaktadır. Ülkemizde DİE 2001 verilerine göre toplam kapatılan çöplük sayısı 121’dir. Bu kapatılan çöplüklerin mevcut kullanım durumları ise yerleşim yeri olarak 5, park ve yeşil alan olarak 18, tarımsal alan olarak 2, kullanılmayan saha sayısı 96’dır. Bu verilerden görüldüğü gibi, ülkemizde çöplerin büyük bir kısmı düzensiz olarak depolanmaktadır. Bu sahaların hızla rehabilite edilmesi ve düzenli depolama yapan belediye sayısının artırılması gerekmektedir. Rehabilitasyon işlemleri ülkemizde yönetmeliklerin yapılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

Düzensiz depolama alanlarının rehabilite edilmesinin amacı, bu sahalardaki prosesler sonucunda oluşan kirlilik nedeni ile ortaya çıkan insan ve çevre sağlığı risklerinin azaltılması ve bu alanların tekrar kullanılmasıdır. Vahşi çöp depo sahalarında fiziksel, kimyasal, biyolojik reaksiyonlar oluşmakta ve bu reaksiyonlar sonucu zararlı depo gazları, yüksek kirlenici konsantrasyonlarına sahip sızıntı suları ortaya çıkmaktadır. Düzensiz çöp depolama sahalarındaki diğer problemler görsel kirlenme, zararlı otlar, haşere üremesi, koku ve toz sayılabilir. Düzensiz çöp sahaları rehabilite edilmeden önce tehlike potansiyeli araştırılmalıdır.

Düzensiz çöp depolama sahalarında oluşan gaz emisyonlarının olumsuz etkileri yüksek metan içeriği sebebiyle hava kirliliği, sera gazı etkisi, insan sağlığına olumsuz etkiler, depolama alanı çevresindeki tarım ürünleri ve bitkiler üzerine olumsuz etkiler, kötü koku, atık içinde bulunan organik maddelerin anaerobik bozulması sonucu oluşan depo gazı kırık cam

parçalarının güneş ışığı altında yoğunlaşmasıyla yangın ve patlama riskidir. Bu olumsuzlukların giderilmesi için düzensiz çöp depo sahaları; alt örtü ve drenaj sistemi, sızıntı suyu toplama sistemi, sızıntı suyu arıtma tesisi, depolama gazı toplama ve arıtma sistemi, üst örtü ve kapatma sistemi bulunan düzenli depolama alanlarına rehabilite edilmelidir. Düzensiz çöp sahalarının rehabilitasyon işlemi sırasında saha üstünün örtü sistemi ile kapatılmasının nedeni burada depolanan atıkların yüzey çevresinden izolasyonunu sağlamak ve sahaya girebilecek suları minimuma indirmek, sahada oluşan depo gazının drenajını sağlamaktır. Son örtü sistemi çok az bakım gerektirecek, drenaja olanak verecek, örtünün erozyonunu minimize edecek şekilde yapılmalıdır. Son örtü sistemi temel tabaka, geçirimsiz izolasyon tabakası, drenaj tabakası ve üst toprak örtüden oluşur. Temel tabaka atık tabakasının üstüne yaklaşık 30 cm. toprak yerleştirilir. Bu tabakayı yerleştirmenin amacı üst izolasyonun zarar görmesini önlemektir. Temel tabaka gaz çıkışına izin veren kumlu malzemeden yapılmalıdır. Bu tabakada toplanan gaz bu tabaka içine yerleştirilen gaz taşıma sistemi ile havaya verilmelidir. Bu tabaka düz bir yapıda olmalı, üzerinde delici ve sert cisimler bulunmamalıdır. Geçirimsiz izolasyon tabakası temel tabakanın üstünde gaz ve suya karşı geçirimsiz özellik taşıyan, esnek malzemelerden yapılmalıdır. Depolama alanında düşük geçirgenli kil kullanılması maliyeti azaltır. Üst toprak tabakasından fazla suyu uzaklaştırmak amacıyla geçirimsiz izolasyon tabakası üzerine drenaj tabakası inşa edilmeli, drenaj boruları HDPE'den yapılmış olmalıdır. Üst toprak serilmesiyle depolama son bulur. Üst toprak tabakasının görevi alttaki tabakaları mekanik zararlardan, kuruma ve çatlamalardan, bitki köklerinin nüfuz etmesinden korumaktır. Her durumda bu tabaka 1 m. kalınlığında olması gerekir.

Depo sahasında oluşan gazlar sahanın dışına çıkıp dağılabilir. Bunun giderilmesi için kontrollü bir şekilde toplanmalıdır. Hiçbir şey yapılmıyorsa çöplüklerin etrafı çitle çevrilmeli buraya hayvan ve insanların girmesi engellenmelidir. Rehabilite edilen çöplükler gelecekte çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Şehir bölgelerindeki rehabilite edilen alanlar pasif amaçlı olarak piknik alanı, at binicilik sahası, gezi alanı, köpek eğitim alanı, antreman sahası, açık hava konser alanı, süs ormanları, bisiklet kullanım alanları olarak kullanılabilir. Kırsal bölgede rehabilite edilen alanlar mera ve hayvan otlatma alanı olarak değerlendirilebilir.

Katı atık hizmetlerin insan ve toplum kaygısıyla düzenlenmesi son derece önemlidir. Atıkları azaltma, geri kazanma ve bertaraf etmek için ülke koşullarına uygun yöntem ve teknolojiler belirlenmelidir. Sahalar rehabilite edildikten sonra izleme programları ile izlenmelidir.

Çoğunlukta olan düzensiz çöp depo sahalarının rehabilite edilmesi ve düzenli hale getirilmesi için gerekli yasal düzenlemeler yapılarak bir an önce uygulamaya geçilmelidir.

KAYNAKLAR

Atlı, A., (2000), “Katı Atık Yönetimi, Yer Yön / Atık-2”, Kasım 2000

Atık Yönergesi, Avrupa Konseyi (15 Temmuz 1995 gün ve 75/442/EEC sayılı direktifi) (Değişiklik 26.03.1991; 31.12.1991, birleştirme 03.01.1994, değişiklik 06.06.1996).

Alberta (1985), (Environmental Design and Construction of Liners for Municipal Wastewater Stabilization Ponds, Report Prepared by Komex Consultants Ltd. Alberta Environmental Publication, Edmanton), Canada.

Anzecc (1994) National Hazardous Waste Classification System, Australian and New Zealand Environment and Conservation Council, Canberra.

Bakanlar Kurulu Kararı: 27.10.1997 tarih ve 97/10183 sayılı karar R.G. 11.11.1997, 23167

Baştürk, A. (1979), “Katı Atıklar Üzerine Bir Araştırma Modeli ve İstanbul İçin Uygulanması”, İstanbul.

Baysal, G., (1993), “Atık Depolama Alanlarındaki Kil Örtü Tabakaları ile ilgili Sorunlar, 6. Ulusal Kil Sempozyumu, sf: 187-194.

Buenrostro, O., Bocco G., Cram, S., (2001), “Classification of Sources of Municipal Solid Wastes in Developing Countries”, Resources, Conservation and Recycling, 32: 29-41

Bursa Su ve Çevre Sağlığı Projesi. (1993), RG: 4.7.1993, 21627

CH2MHILL-Antel, (1992), “İstanbul Ana Kenti İçin Hazırlanan Katı Atık Yönetim Etüdü”, İstanbul

Bilgili, S., (2002), “Katı Atık Düzenli Depo Sahalarında Depo Gazı Oluşumunu Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Commission of the European Communities, on the Review of the Community Strategy for Waste Management, Brussels 30.7.1996, Com (96). 399 final.

T.C. Çevre Bakanlığı, (2002), Düzensiz Çökp Depolama Sahalarının Islahı ve Rehabilitasyonu, Eylül 2002

T.C. Çevre Bakanlığı, Mamak Çöplüğü Uygulama Projesi Raporu

Çöp Hizmetleri Yönetimi, (2001), Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü Yayını No: 302, Yerel Yönetimler Araştırma ve Eğitim Merkezi-No: 1, Nisan 2001.

D.İ.E Başkanlığı, (2001) “1994-1998 Belediye Çevre Envanteri Anketi Geçici Sonuçları” www.die.gov.tr

D.İ.E. Başkanlığı, (2003), “Belediye Katı Atık İstatistikleri” www.die.gov.tr

Daskalopoulos, E., Badr, O., Probert, S.D., (1997a), “Economic and Environmental Evaluations of Waste Treatment and Disposal Technologies for Municipal Solid Waste” Applied Energy, 58:4:209-255

Daskalopoulos, E., Badr, O., Probert, S.D., (1997b), “An Integrated Approach to Municipal Solid Waste Management”, Resources, Conservation and Recycling, 24:33-50.

Demir, A ve Tüylüoğlu, B. S., (1999), “Düzenli Depolama Tesislerinin Tasarım ve İşletilmesi”, Kent Yönetimi, İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu, Ed. Öztürk, İ., Demir, A. ve Alp, K., C. 3.273-281, 17-19 Şubat 1999, İstanbul

Demir, A. Şengün, R.B., Özkaya, B., (2001b)” İstanbul Tıbbi Atık Yönetimi”, UKAK Ulusal Katı Atık Kongresi, Poster Bildiriler, 29-32, 18-21 Nisan 2001, İzmir.

Demir, A., Özkaya, B., Avşar, F., (2001c), “ İstanbul Katı Atık Yönetiminde Kompostlaştırma ve Geri Kazanma”, Arıtım 2000: 455-432, 17-20 Mayıs 2001, İstanbul

DPT: Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı - Özel İhtisas Komisyonu Raporu – İçme Suyu, Kanalizasyon, Arıtma sistemleri ve katı Atık Denetimi, www.dpt.gov.tr

EPA, Landfill siting, design, operation and rehabilitation Waste disposal – EPA 75.

Gaza City Solid Waste Disposal Project (EU Funded);April 1996 and June 1997.

Gendebien, A., Pavwels, M. Constant, M.Damanet, M.J., Nyns, E.J., Willumsen, H.C., Butson, J., Fabry R., Ferrero, G.L. (1992), “Landfill Gas: From Environment to Energy”, Commission of the European Communities, Final Report, Luxemburg.

Greenpeace, (2000), “Akdeniz’de Yakıcı Gerçek sf: 7-8”, Ocak 2000.

Guidelines For the Rehabilitation Of Refuse Disposal Sites (Draft For Comment) May 1996
Division Of Environmental Management Gpo Box 1396P Hobart Tasmania 7001

Government Of South Australia Environmental Protection Agency (1998) EPA
Guidelines:Major Solid Waste Landfill Deposit.October.

Iglesia s. J.R., Pelaez, L. Castrillion, Maison, E.M., Andres, H.S., 2000 "Biometanization of
Municipal Solid Waste In A Pilot Plant", Water Research, 34:2, 447-454.

Invoice of Contractor, (2000) "Plant Operated for 44 Consecutive Days in July", August
2000.

Joseph S., Corra and Raffaello Cossu

Kadikara J. Rahman F, 1997 "Clay Hydraulic Conductivity And Permeant Electrolyte
Concentration" Proceedings Geo Environment 97, Melbourne, November 1997.

Kanat, G., Demir A.,Özkaya B.,Bilgili M.S., "Geri Kazanma ve Kompost Tesisinin Optimum
Şartlarda Çalıştırılması Araştırma Projesi", YTÜ İnşaat F. Çevre Müh. Böl., Aralık 2002.

Karpuzcu, M., (1994) "Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü sf: 117-119", 1994

Mutasem, E.F., Findikokis, A.N., Leckie, J.O., (1997) " Environmental Impacts of Solid
Waste Landfilling", Journal of Environmental Management, 50:1-25

Otek Australia, (1999), Environmental Site Assessment Landfill Sites at Daly Street & Hollis
Park South Fremantle. Otek, Perth, WA

Otek Australia, (2000) Environmental Site Assessment Sandown Park Site South Fremantle
Otek Perth WA

Öztürk İ.,Arıkan O.,Demir İ.,Demir A.,(1997), "İstanbul Evsel Katı Atıklarında Havasız
Ortamda Kompostlaşabilirlik ve Biyoenerji Geri Kazanımı İle Mevcut Düzen Depolama
Sahaları, Sızıntı Suyu Arıtımı Araştırma Projesi Fizibilite Raporu", İstanbul Büyükşehir
Belediye Başkanlığı, İstanbul.

Pohland, F.G. ve Al-Yousfi, B., (1994), " Design and Operation of Landfills for Optimum
Stabilization and Biogas Production", Water Science and Technology, 30:12, 117-124.

Price, T.J., Probert, S.D., Manley, B.J.W., (1998) "Improving the Reliability of LFG-
Generation Assessment Tests", Applied Energy, 60, 41-63

Simone Leo, Ian Bishop, David Evans, (2001), "Assessing the Demand of Solid Waste Disposal in Urban Region by Urban Dynamics Modelling in a GIS Environment" Resources, Conservation and Recycling, 33: 289-313.

Siting, Design, Operation And Rehabilitation Of Land Fills Environment Protection Authority
40 City Road, Southbank Victoria 3006 Australia Publication 788 October 2001.

Şener, M., (2000) " Belediye Gelir ve Harcamaları-1996 Kesin Hesap Rakkamları, yer yön/mali-4,"Haziran 2000, Ankara. Bu Çalışma Sayıştay Uzmanlarınca Hazırlanmış Veri Tabanı Üzerinde Yapılan Sorgulama Sonuçlarıdır.

Tabasaran, O (1978) "Katı Atıkların Toplanması, Uzaklaştırılması ve Zararsız Hale Getirilmesi İ.T.Ü İnşaat Fakültesi Matbaası Cilt I sf 1/1-1/11, (1978)

Trabzon İl Çevre Müdürlüğü Raporu

T.C. (1997), "Katı Atık Yönetiminde Uygulama Çalışması: T.C. Bölüm 2 GEF / Dünya Bankası / T.C. Çevre Bakanlığı, Cilt 1: Trabzon ve Rize İçin Atık Bertaraf Stratejisi", Ocak, 1997.

T.C. Resmi Gazete, (1991), "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği", Sayı 20814, 14 Mart 1991.

T.C. (1997), "Katı Atık Yönetimi Uygulama Çalışması: T.C., Bölüm 2, GEF/Dünya Bankası/ TC Çevre Bakanlığı, Cilt 1: Trabzon ve Rize için Atık Bertaraf Stratejisi", Ocak 1997.

Yerel Gündem 21 Raporu, (2001) "Mavi Nilüfer Eylem Planı, s:8-9" Nisan, 2001.
www.yerel.net.org.tr.

www.yerel.net.org.tr Nisan 2001

Adana Büyükşehir Belediyesi Web sayfası, www.adana-bld.gov.tr. Aralık (2000).

Samsun Büyükşehir Belediyesi Web sayfası, www.samsun-bld.gov.tr. Ekim (2004).

Konya Büyükşehir Belediyesi Web sayfası, www.konya-bld.gov.tr. Ekim (2004).

<http://www.skat.ch>

<http://www.istaç.com.tr>.

<http://ibb.gov.tr>.

<http://www.epa.gov>. Landgem – Available On line.

Waste Management Branch of Primary Industry Water 2003.

WHO (1981), “Solid Wastes Management in the Metropolitan Area of İstanbul Feasibility Study”; Final Project Report. World Health Organization Regional Office for European.



EKLER

Ek - 1 : Mamak öplüğü Uygulama Projesi Raporu



1. MAMAK DEPO SAHASININ DURUMU

1.1 Depo Sahasının Yeri, Durumu, Büyüklüğü ve Çevresi

Katı atık depo sahası Ankara'nın kuzeyinde bulunmakta ve yakın çevresi halen tarımsal maksatlarla kullanılmaktadır. Atıklar, güney-kuzey istikametinde uzanan yamaçlara batı yönüne doğru dökülmektedir. Saha doldurulmadan önce, yamaçlar dik bir vadi olan sahanın batı yamacı tamamen dolmuştur. Tabii zeminin şev eğimi yaklaşık 1/2 bazı yerlerde 1/4 dır. Sahanın çevresinde halen konut bulunmamaktadır. Ancak, Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından sahanın doğu tarafındaki düzlükte DOĞUKENT ismi ile yeni bir uydu kent planlanmaktadır. Söz konusu uydu kent planlanması mevcut katı atık depo sahası alanı, özel planlama alanı olarak gösterilmiştir.

Bu proje kapsamında yapılan harita mühendisliği çalışmaları sonunda, sahanın mevcut alanı 26.6 ha olarak ölçülmüştür. Ancak halen hazırlanan imar planında aşağıdaki hususlar planlanmaktadır.

- Mevcut katı atık depo sahası "yeşil alan" olarak düşünülmektedir.
- Sahanın kuzey kısmında toplu konut alanları planlanmaktadır.

Planlanan bölge "Doğukent" olarak isimlendirilmektedir.

Sahanın büyüklüğü, bu proje kapsamında yapılan haritalara göre yaklaşık 26.6 ha. dır.

Halen maksimum dolgu yüksekliği 40 m. civarındadır.

1.2 Depolanan Katı Atığın Miktar ve Özellikleri

Mamak depo sahasına halen 3.0 milyon m³ atık depolanmıştır.

Bu hacmin hesaplanmasında 1/1000 ölçekli orjinal arazi haritası ile bu proje kapsamında çıkarılan harita dikkate alınmıştır. Atıkların bileşimi 1981-1982 yılında yapılan çalışmadan alınmıştır. Bu çalışmanın sonuçları Tablo 1.1. de verilmiştir.

Tablo 1.1 : Ankara Katı Atıkları Bileşimi (%)

Ay	Nisan 81	Haziran 81	Ekim 81	Ocak 82	Yıllık Ortalama
Kağıt					
Karton	7,9	13,8	8,3	4,8	8,9
Plastik	1,5	2,6	1,4	1,2	2,1
Metal	0,5	1,0	1,2	1,1	1,2
Tekstil	1,7	1,2	1,4	1,3	1,4
Cam	0,9	1,7	1,5	0,9	1,4
Seramik	5,0	1,6	0,4	1,3	1,8
Organik	34,3	70,1	85,1	33,4	50,8
Kül	48,2	8,0	0,0	56,0	32,4

1.3 Sahanın Jeolojik ve Hidrojeolojik Özellikleri

Bu proje kapsamında Mamak Katı Atık Depo Sahası'nda jeolojik ve hidrolojik araştırma ve sondaj çalışmaları yapılmıştır. Beş noktada sondaj yapılmış ve bunlar 25 m derinliğe kadar inmiştir. Zemin geçirimliliğini belirlemek için sızıntı analizleri yapılmıştır. Bu çalışmaların sonucunda esas olarak, incelenen bölgede zemin oldukça geçirimsiz materyalden oluşmaktadır.

1.4. Su Koruma Alanlarının Durumu

Mamak katı atık sahası içme ve kullanma suyu temin edilen herhangi bir yüzeysel veya yeraltı su toplama alanı içinde bulunmamaktadır. Ancak, hali hazır durumda depo sızıntı suları İmrahor deresine ulaşmaktadır. Bu derenin suyu sulama ve hayvan içme suyu olarak kullanılmaktadır.

Bu rehabilitasyon projesi çerçevesinde, sızıntı suyunun su kaynaklarını kirletmesini önlemek için gerekli tedbirler toplama ve arıtma projeleri gerçekleştirilecektir.

2. MAMAK SAHASININ REHABİLİTASYON ESASLARI

2.1 Sahanın Emisyon Durumları

Burada aşağıdaki kısımlar izah edilmiş ve değerlendirilmiştir.

- Sızıntı suyu çıkışı
- Yeraltı ve yüzeysel su etkilenmeleri
- Depo gazı emisyonları

2.2 Rehabilitasyon Esaslarının İzahı

2.2.1 Rehabilitasyon Tedbirleri

Rehabilitasyon veya ıslahtan maksat, dekontaminasyonun emniyet altına alınmasıdır. Dekontaminasyon tehlike potansiyelinin bertarafını gerektirir. Emniyet tedbirleri emisyon yollarının zamanla tıkanması ve kontaminasyon kanallarının kesilmesi suretiyle çevre etkilerinin azaltılmasını amaçlamaktadır. Eski depo sahalarının ıslahında, bugün daha ziyade emniyet tedbirleri öncelik almaktadır.

Yüksek toksititeli veya çok miktarda atık içeren eski depo sahaların bugün mevcut ve denenmiş teknolojilerle henüz dekontamine edilememektedir.

Burada Mamak için halen eski depo sahaları ıslahında metodlar ayrıntılı olarak izah edilmiştir.

Bu tedbirlerin her biri özet olarak,

- Pasif hidrolik ve pinomatik tedbirler
- Aşağıdaki elemanlarla kapsül içine alma
 - Düşey geçirimsizlik
 - Yatay geçirimsizlik
 - Üst yüzey geçirimsizlik
- İmmobilizasyon
- Aktarma veya tamamen kaldırma

2.2.2 Islah İşleminin Formüle Edilmesi

Mamak depo sahasının ıslahı için aşağıdaki elemanlardan oluşan bir sistem düşünülmektedir.

- 0.5 m. kalınlığında mineral üst yüzey geçirimsizlik tabakası
- Yatay ve düşey gaz kollektörleri ile aktif gaz emilmesi
- Yeryüzüne çıkan sızıntı suyunu toplama sistemleri

Düşünülen bu sistemle Mamak depo sahasının negatif çevre etkileri uzun sürelerde tolere edilebilir düzeylere indirilebilecektir.



3. ÜST YÜZEY TABAKASININ TEKNİK İZAHI

3.1 Depo Gövdesine Yeniden Şekil Verilmesi

Şev emniyet açısı dikkate alınarak deponun üst tabaka maksimum eğimi belirlenir. Yüzeysel su drenajını sağlayacak şekilde, gelecekteki oturmaları da dikkate alarak şevin minimum eğimi belirlenir. Mamak'ta maksimum eğim 1/3, minimum eğim %5-10 olarak alınmıştır. Mevcut depo sahasında şev eğimleri oldukça dik ve yaklaşık 1/1,5 dur. Yarma ve dolgu hacimlerini eşitlemek için, şev eğimlerini maksimum da tutulmuş ve eğim 1/3 olarak alınmıştır.

3.2 Emniyet Tedbirleri

Yeniden şekil verme işleminin uygulanması ve gaz kuyularının teşkili sırasında, depo sahasından gaz, sıvı ve toz formunda emisyonlar çıkabilir. Mamak depo sahasında depolanan atıklar sebebi ile sağlığı tehdit eden maddeler bulunabilir. Bu sebeple, alışılmış emniyet tedbirleri dışında, etkili kaza ve tehlikeden koruyucu etkili tedbirler alınmalıdır. Aşağıda Almanya'da bu konuda uygulanan kurallar verilmiştir. İş güvenliği tedbirleri ve kurtarma planları ilgili idarelerce öncelikle belirlenmeli ve takip edilmelidir.

Esas olarak aşağıda verilen tedbirler söz konusudur.

- İş çevresi, tehlike durumu dikkate alınarak, kademeli bölgelere ayrılmalıdır. Her bir zon için, uygun asgari emniyet teçhizatı tespit edilmelidir.

Bu tedbirlerle ayrıca :

- İnşaat sahasının kontrolü emniyet altına alınmalı,
- Tehlikeli maddelerin çevreye dağılması önlenmeli
- Tehlikeli maddelerin, inşaat sahası dışındaki 3. şahıslara ulaşması önlenmeli.
- Depo sahasında, faaliyetin şekline bağlı olarak gereğinde bir kere kullanılıp atılan elbise, çizme, kimyasal tesirlere dayanıklı eldiven, maske v.s. kullanılmalıdır.

Ölçümlerin yapılabilmesi için devamlı alet ve uygun personel bulunmalıdır.

Ön görülen katı atık aktarılması sırasında, mesela çevre atmosferinde,

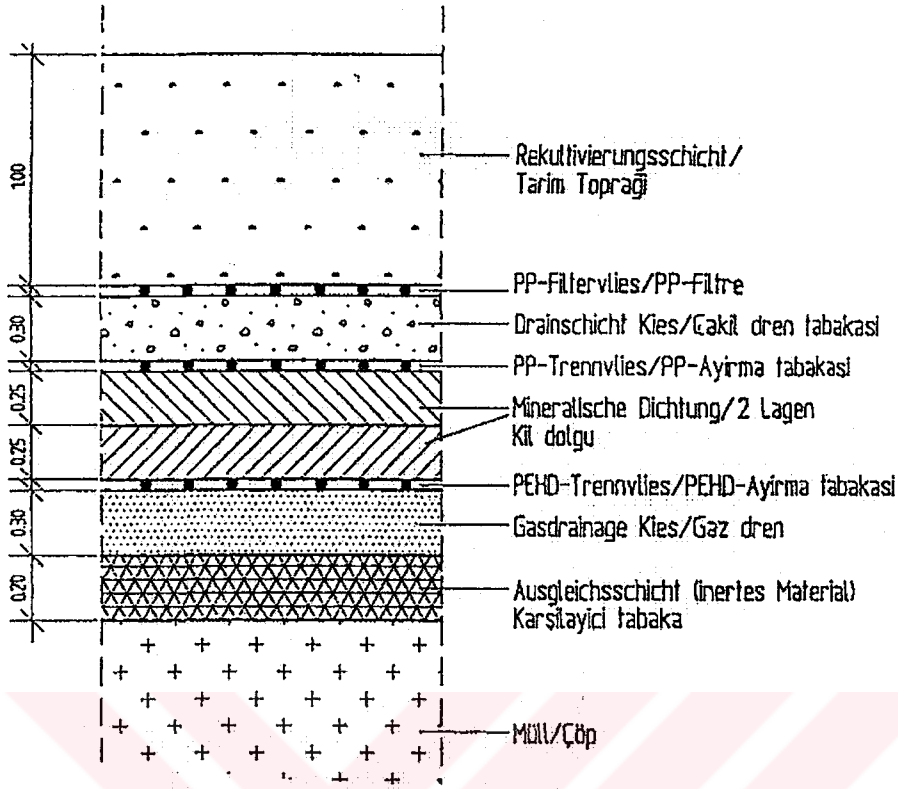
- O₂ (çalışma alanında havada %19 O₂ bulunmalıdır.)
- Yanabilir gaz ve buhar konsantrasyonu
- Zehirli gaz, buhar veya diğer tozların konsantrasyonu

- Çalışanlar işçi sağlığı hükümlerince kontrol edilmeli ve periyodik olarak muayene edilmelidir.
- Bir işyeri talimatı hazırlanmalı ve burada işçilerin uyması gerekli kurallar yazılmalıdır.

3.3 Depo Sahasının Üst Yüzey Geçirimsizliği

Üst yüzey örtüsü aşağıdan yukarıya aşağıdaki elemanlardan oluşmuştur.

- Dengeleme (ön dolgu) tabakası
- Gaz dren tabakası
- Geotekstil
- Mineral (kil) geçirimsizlik tabakası (iki tabaka)
- Geotekstil
- Su drenaj tabakası (filtre)
- Geotekstil
- Koruma ve tarım toprağı tabakası



Şekil 3.1. : Üst Düzey Örtüsü

3.3.1 Dengeleme (Ön Dolgu) Tabakası

Yeniden düzenlenmiş ve sıkıştırılmış depo gövdesi üzerine, 0.20 m. yüksekliğinde ön dolgu serilmesi planlanmıştır. Bu tabakanın görevi bundan sonraki tabakalara altlık (temel) teşkil etmektedir. Kullanılacak malzeme homojen ve kohezyonu az olmalıdır.

3.3.2 Gaz Drenaj Tabakası

Bu tabaka 0.30 m. yüksekliğinde ön dolgu tabakası üzerine yerleştirilmiştir. Gaz drenaj tabakası bir taraftan gazın üniform yayılmasını sağlayarak, basınç ve konsantrasyon yığılmasına engel olmakta, diğer taraftan geçirimsiz tabakaya temel teşkil etmektedir.

Nispeten ince olan bu ön dolgu ve gaz dren tabakalarının elastik bir özellik gösteren atıklar üzerinde sıkıştırılması önemlidir. Bu bakımdan arazide sıkıştırma deneylerinin yapılması önemlidir. Seçilen malzeme, mesela 0/32 mıcır, iyi sıkışabilir olmalıdır. Ayrıca, stabilize açısından, dren içinde suyun kabarmaması için permabilite 1×10^{-3} m/s civarında olmalıdır. Malzeme içindeki CaO_3 miktarı toplam ağırlığın %10'unu geçmemelidir.

3.3.3 Birinci Geotekstil Tabakası

Bu tabakada gaz dren tabakası ile sızdırmazlık tabakasını birbirinden ayırmaktadır. Böylece, sızdırmazlık tabakasının dren içine taşınması önlenir. Geotekstil devamlı olarak depo gazı ve depo sızıntı suyunun kimyasal etkisi altındadır, kullanılacak malzemenin mukavemetine dikkat etmek gerekir. Bunun için uygun malzemenin ağırlığı tecrübi olarak 500 g/m^2 olarak verilmektedir. Malzemenin uzun süre hizmet verebilmesi için, PE veya PEHD olmalıdır.

3.3.4 Mineral Geçirimsizlik Tabakası

Mineral geçirimsizlik tabakası iki kademeli toplam 0.50 m. yüksekliğindedir. Bunun geçirimsizliği $5 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ dir. Mineral geçirimsizlik tabakasının değerlendirilmesinde, malzemenin tabii geçirimsizliği çok önemlidir. Mineral geçirimsizlik tabakasının inşası ve bununla alakalı zemin mekaniği problemleri bakımından, zeminin kohezyonu ve sıkışabilirliği önemli rol oynamaktadır. Zeminin prokter sıklığı D_{pr} %95 olmalıdır. Malzemenin seçilmesinde ayrıca, hava şartlarına mukavemet üst yüzeyinin işlenebilirliği ve diğer plastik tabakalarla uyumu dikkate alınmalıdır.

Malzeme de bulunan gerekli özellikler :

En ince dane miktarı (0.002 mm. den küçük dane) (minimum)	%20
En büyük dane çapı (maksimum)	32 mm.
Kalsiyumkarbonat miktarı (maksimum)	%15
İnce daneli organik madde miktarı (maksimum)	%5

İnşa sırasında su muhtevası (W)

$$W_{pr} < W \leq W_{0.97}$$

Burada :

W_{pr} : %100 prokter sıklığında su muhtevası

$W_{0.97}$: %97 prokter sıklığında su muhtevası

Dane dağılımı danenin yıkanmasını (erozyonunu) önleyecek şekilde olmalıdır.

3.3.5 İkinci Geotekstil Tabakası

Bu tabaka geçirimsiz tabaka ile dren tabakasını birbirinden ayırmaktadır. Böylece kil tabakanın yıkanması önlenmiş olur.

3.3.6 Dren Tabakası

Bu tabaka, tarım toprağı içinden sızan yağmur suyunun drenajını sağlar. Böylece tabakalar arasında su birikmesi önlenerek, örtü stabilitesi sağlanmış olur. Dren tabakası 0.32 m. yüksekliğinde 4/32 mm. boyutlarında çakıldan alınan bir dren filtrasyonudur. Bu tabakanın geçirimsizliği;

$$k = 1 \times 10^{-3} \text{ m/s olmalıdır.}$$

3.3.7 Üçüncü Geotekstil Tabakası

Bu tabaka tarım toprağının, dren tabakası içine taşınmasını önleyerek, drenin uzun süre görev yapmasını sağlar. Kimyasal etkilere karşı dayanıklılık 2. tabakanın aynısıdır.

3.3.8 Koruma ve Tarım Toprağı (Rekütivasyon) Tabakası

Örtünün en üst tabakasına asgari 1m kalınlığında toprak serilir. Üst yüzeyin ormancılık maksadı ile, derin köklü ağaçların dikilmesi uygun değildir. Ayrıca tüm örtü sisteminin uzun süreli olarak görev yapıp yapmadığı kontrol edilmelidir.

4. SIZINTI SUYU DRENAJİ

4.1 Sızıntı Suyu

Depo Sahasına sızan., yağmur suları gövde içindeki çeşitli organik veya inorganik maddeleri çözerek taşımakta ve depo tabanından sızıntı suyu olarak ortaya çıkmaktadır. Yağan yağmurun bir kısmı gövde içine sızarak tabana kadar ulaşmaktadır.

Depo gövdesindeki su dengesine etki eden parametreler ;

- Yağışlar
- Buharlaşma
- Yüzeysel oluş
- Birikme
- Sızıntı Suyu

olarak sayılabilir. Su dengesine etkili olan parametrelerin belirlenmesi kısmen mümkündür. Bunlardan sadece yapılan yağış rasatlar nispeten doğru olarak elde edilebilir.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılan ve Mamak Depo Sahası sızıntı suyu hesaplarında kullanılabilecek sonuçlar Tablo 4.1. de verilmiştir.

Tablo 4.1: Ankara'da Maksimum Yağış Yükseklikleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Ortalama Yağış Yüksekliği (mm)	38.1	37.7	37.4	35.7	50.5	30.3	13.2	8.5	18.2	21.7	28.5	47.7	367.0

Su dengesini etkileyen parametrelerin ölçümündeki imkansızlık ve belirsizlikler sebebiyle, sızıntı suyunun hesabında Almanya'daki değerler, tahmin kriteri olarak kullanılmıştır. Almanya'da halen işletmede olan depo sahasında yapılan ölçümlerde sızıntı suyu miktarının toplam yağış miktarına oranı %20 olarak belirlenmiştir. Türkiye için böyle bir ölçüm henüz bulunmamaktadır. Almanya ile Türkiye arasındaki iklim farklılığı özellikle Türkiye'de yağış miktarının azlığı sebebi ile Almanya'da ölçülen değerler, Mamak için aynen alınamaz. Ancak söz konusu ölçümler, yerel şartları dikkate alarak, Mamak'ta oluşacak sızıntı suyunun tahmininde kullanılabilir. Bu projede sözkonusu işlem yapılmıştır.

4.1.1 Sızıntı Suyu Miktarının Tahmini

Yılda ortalama depo sahası üzerine düşen toplam yağış,

$$Q_{top} = A \cdot N = 97.622 \text{ m}^3/\text{yıl} \text{ olarak hesaplanır.}$$

Burada,

A : Depo sahası alanı (26.6 ha.)

N : Yıllık ortalama yağış yüksekliği (367 mm)

Depo sahası dışındaki alanlardan yüzeysel su ve yeraltı suyu akışı olmadığı kabul edilmiştir. Hesaplanan yağış miktarının yaklaşık %10-20 si sızıntı suyu olarak ortaya çıkmaktadır. Bununla değeri, $Q_{top} = 10-20 \text{ m}^3 / \text{yıl}$ dır. Üst örtü tabakasının tamamlanmasından sonra yağmur suyunun depo gövdesi içine girmesi azalacağından sızıntı suyu miktarı yok denecek seviyeye düşecektir.

4.2 Sızıntı Suyu Toplama Hendekleri

Esas olarak deponun iki yanından sızıntı suyu çıkışı mümkündür. Çünkü, sızıntı suyunun kenarlardan toplanması hem şev emniyeti ve hem de yeraltı suyunun kirlenmemesi için kenar drenajı ve toplama boruları ile öngörülmüştür. Toplama borusu olarak 200 mm. çapında 2/3'ü yarıklı muf geçmeli PEHD seçilmiştir. Dren borusu çevresine dren serilmiştir. Geçirimsiz tabaka olarak altında 2.5 mm kalınlığında PEHD folye bulunan 0.25 m yüksekliğinde mineral malzeme öngörülmüştür. Bunun üzerine koruma tabakası olarak bentonit ve kohezyonlu zeminden teşkil edilmiş boru yastığı kullanılmıştır. Hendeklerde toplanan sızıntı suyu, 3 en düşük kotlu noktadan depo gövdesi dışına çıkarılmıştır. Kuzey doğudaki en düşük kotlu noktadan alınan sızıntı suyu 200 mm çapındaki PEHD boru ile yakınında bulunan yoldan güneybatıdaki düşük kotlu noktaya oradanda sızıntı suyu toplama havuzuna iletilmiştir. Rehabilitasyon işlemi sırasında depo üst yüzeyine serilen örtü tabakalarının amacı, yağmur suyunun depo sahasına girmesini önlemek olduğundan, dolayısı ile gövdeden de bir sızıntı suyu çıkışı olmayacaktır. Yani, sızıntı suyu çıkışı belirli bir süre sonra tamamen kesilecektir.

4.3 Suyu Biriktirme Havuzu

2.5 mm kalınlığında PEHD ile kaplanmış bir toprak havuz planlanmıştır. Folye UV ışınlarına dayanıklı olmalıdır. 10 cm kalınlığında kum tabaka üzerine serilmelidir. Maksimum havuz derinliği 0.5 m dir.

Buradan çekilecek sızıntı suyu merkezi arıtma tesislerinde arıtılacaktır.

5. YÜZEYSEL SU DRENAJI

5.1 Drene Edilen Su

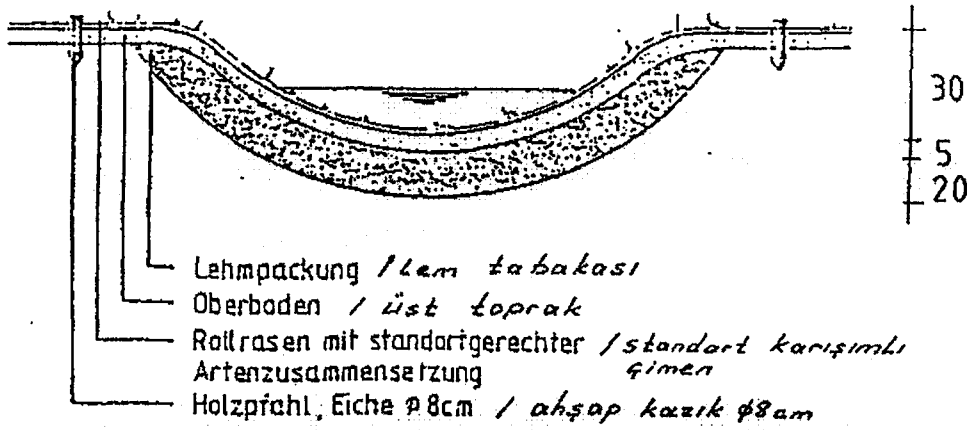
Yüzeysel su drenajı olarak depo gövdesi ve çevresine yağan yağmurdan oluşan suyun, ortamdan uzaklaştırılması anlaşılmaktadır. Bu su kirlenmemiş olduğundan direkt alıcı ortamlara verilebilir. Yeşillendirme işleminin tamamlanmasından önce belirli bir süre, yüzeysel su askıdaki maddelerle kirlenebilir. Çünkü, bu durumda arazi çıplaktır, rahatlıkla zemin sürüklenebilir. Gövde üzerinde bitki örtüsünün ortaya çıkmasından sonra, böyle bir sorunda kalmaz.

5.2 Hendek Sisteminin Düzenlenmesi

Planlanan hendek sisteminin amacı, gövde üzerine yağan yağmurlardan oluşan suyun uzaklaştırılması suretiyle tabana sızmanın mümkün mertebe azaltılmaktadır. Ayrıca, depo çevresi bir hendekle de çepeçevre kuşatılmıştır. Toplanan sular, gövdenin batı tarafında bulunan düşük kotlu noktalarda toplanmış ve oradan da mevcut dere yatağına verilmiştir. Hendek eğimi %1 den küçük olmayacak şekilde planlanmıştır. Üst yüzey örtüsünün eğimi maksimum %33 dür. Bu bölgede yüzeysel hendekler 40 m ara ile planlanmış ve eğimi %5 olarak alınmıştır. Eğimin azaldığı yerlerde hendek aralığı da azalmaktadır. En büyük taban eğimi kuzeydoğu kenarda ortaya çıkmış, ancak batı taraftaki orta şevde eğim %33'e kadar yükselmiştir.

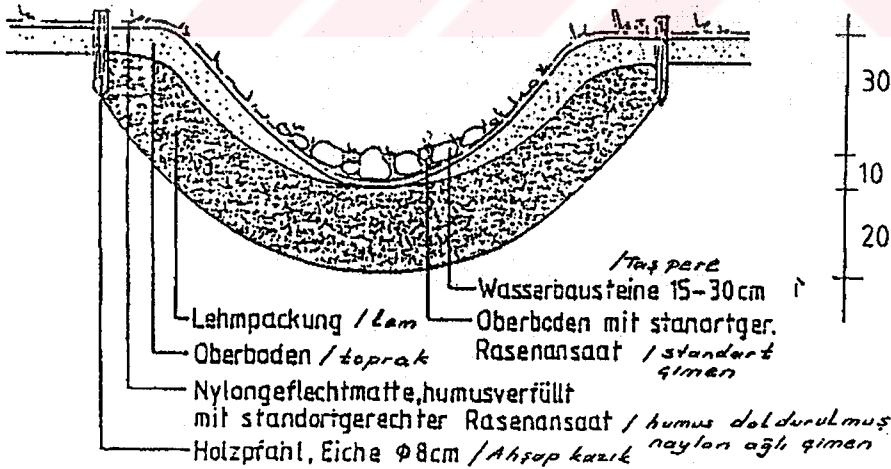
5.3 Sızıntı Suyu Drenaj Hendeklerinin İnşası

Hendeklerin teşkili mevcut eğim şartlarına ve bu şartlar sonucu oluşan hız sürüklenme kuvvetine göre yapılır. Hendekler dairesel veya trapez en kesitte düşünülmüş ve tabii malzemelerle şekil verilmiştir. Trapez şekilli en kesit prefabrik beton elemanlardan meydana gelmiştir. Üst yüzey drenajı, depo sahası ıslahının ve yeşillendirmenin bir parçası olduğundan, uzun süre hizmet edebilmelidir. Bunun için tabii şekillere uyulmuştur. Bu tabii şekillendirme şekil verilmiş gövde üzerinde meydana gelebilecek ortamlara da uyum sağlayabilecektir. Hendek tabanı inşa sırasında iyice sıkıştırılacak ve böylece sürüklenme gerilmelerine uyum sağlayacaktır. Tabanı tabii malzeme çimen olan yuvarlak hendeğin boyuna eğimi %5 den yapılmamıştır. Bunun üzerinde de 5 cm üst toprak ve çimen vardır (Şekil 5.1) Çimenlerin taşınmasını önlemek için plastikten erozyon önleme maddeleri kullanılabilir.



Şekil 5.1.: Çimenli Dairesel Hendek Enkesiti

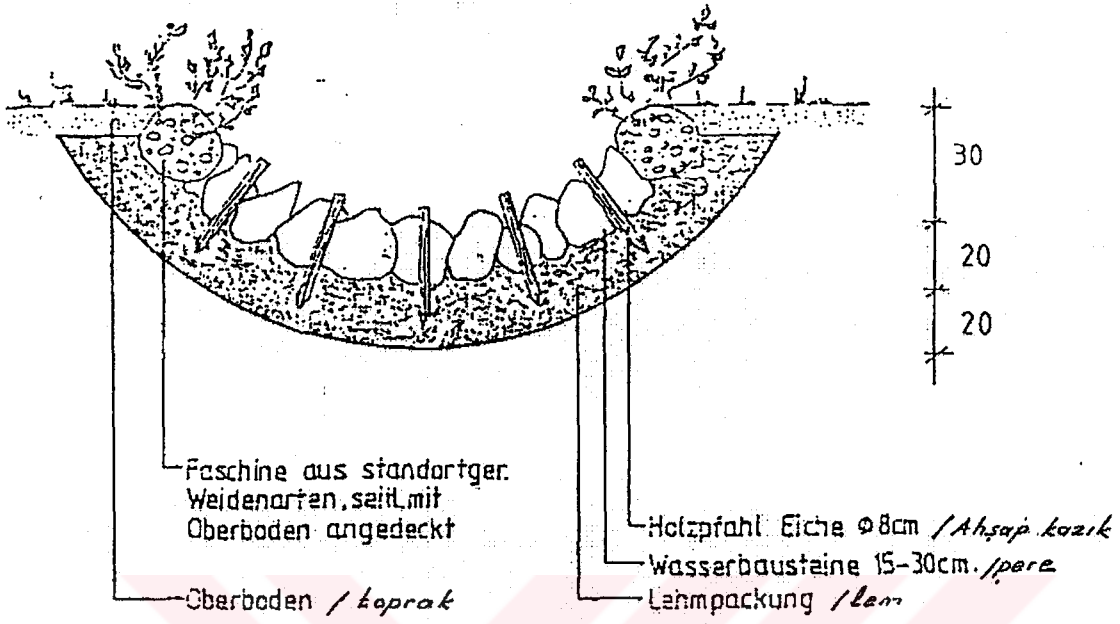
Kanal eğiminin %5 - %10 arasında olması halinde, kanal tabanının erozyonu önlemek için pürüzlü inşa edilmesi planlanmıştır. 20 cm kalınlığındaki lem tabakasından sonra tarımsal toprak ve bunun üzerine de bölgenin iklim şartlarına uygun çimen ekilmiş tabaka (genellikle naylon örgülü) konulması öngörülmüştür. Bu kenarlar kazıklarla sabitlenmelidir. Pürüzlü yüzey sürüklenmeyecek şekilde tabii taşlardan teşkil edilecektir. Yaklaşık 2 cm genişliğindeki tabii taşlar arasına tarım toprağı ilave edilerek, çimenlenme sağlanır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2 : Pürüzlü Yüzeyle Hendek Teşkili

Eğimin %10'u geçtiği yerlerde daha pürüzlü enkesit öngörülmüştür. Burada enkesite köşeli ve dik duran taşlar yerleştirilerek su hızının ve dolayısı ile sürüklenme kuvvetinin azalması sağlanmıştır. Burada, hendek kazıldıktan sonra 20 cm lem yerleştirilmesi ve onun üzerinede

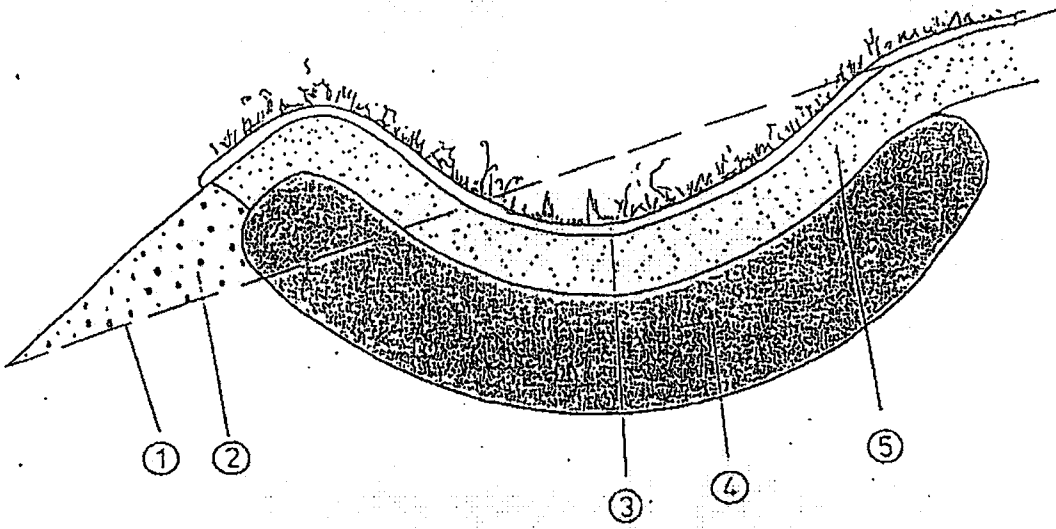
rastgele büyüklükte taş dizilmesi planlanmıştır. Taşların taşınmaması dolayısı ile stabilitesi için 4 m ara ile yerleştirilen ahşap kazıkların kullanılması öngörülmüştür (Şekil 5.3)



Şekil 5.3 : Pürüzlü Hendek

Depo üzerindeki bendelerin düzenlenmesinde, gövdede büyük ve düzensiz tasman olabileceği dikkate alınmıştır. Bunun için, hendeklerde rijit beton gibi elemanlar kullanılmamıştır. Oturmaldan dolayı, depo sahası üstündeki kanallar ve yollar devamlı bakım ve tamir gerektirir.

Şekil 5.4. de depo sahası kenar hendeğinin teşkili verilmiştir. Bu hendek daha yatay eğimlerde olabilmektedir.



Şekil 5.4 : Depo Sahası Kenar Hendeğinin Teşkili

- 1 Orijinal şev
- 2 Kenarlardaki hafriyat
- 3 Naylon ağı hazır çimen
- 4 Lem
- 5 Kültür toprağı

6. GAZ TOPLAMA SİSTEMLERİ

6.1 Gaz Toplama Sisteminin Esası

Halen Mamak Depo Sahasında, depo gazlarının toplanması ve uzaklaştırılması ile ilgili bir tesis bulunmamaktadır. Yani, halen oluşan depo gazı, depo üst yüzeyinden atmosfere yayılmaktadır. Projelendirme de depo gazının aktif sistemlerle toplanması planlanmıştır. Üst yüzey örtüsü gaz toplanmasını etkili kılmakta ve emniyet altına almaktadır. Gaz pencereleri vasıtası ile pasif gaz toplanması ancak gaz miktarının küçük olduğu sahalarda söz konusu olabilir. Aktif gaz toplama sisteminde gaz, yatay ve düşey kollektör sistemi ile toplanır. Merkezi tesislerden devamla vakum yapılmak sureti ile bir basınç farkı meydana getirilerek toplanma sağlanır. Her kollektör bir gaz balkonuna bağlanır. Burada gazla ilgili çeşitli ölçüm sistemleri yerleştirilmiştir. Gaz buradan, gaz toplama odasına oradanda fakel (yakma) tesisine verilmiştir.

6.1.1 Düşey Gaz Kollektörleri

Mamak katı atık depo sahasında dolgu işlemi tamamlandığından, büyük bir dolgu yüksekliği oluşmuş ve gaz toplanması için düşey sistemler kullanılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Depo gövdesine yeniden şekil verme işlemi bittikten sonra düşey gaz toplama kuyularının açılmasına geçilecektir. Delme işlemi kavrayıcı sistemler, spiral ve çakma suretiyle delme şeklinde olabilir. Delme işlemi sırasında iş koruma ve emniyet tedbirleri unutulmamalıdır. Kuyunun çapı 800 mm olarak öngörülmüştür. Böylece, gaz borusunun çevresini emniyet altına almak için yeterli mesafe sağlanmış olur. Kuyu derinliği kuyunun yerine göre ayarlanmıştır. En büyük derinlik 25-30 m dir. Efektif bir gaz toplama işlemini gerçekleştirmek için kuyular arasındaki mesafe 50 m olarak öngörülmüştür. Bu düzenleme ile, örtü tabakası ile de alakalı olarak gaz toplama verimi optime edilmiş ve böylece kalan emisyon minimize edilmiş olur. Kuyu içine PEHD den normal delikli boru indirildikten sonra, borunun çevresi, CaCO_3 muhtevası %10 dan az olan çakıl veya mıcır ile doldurulur. Kireç taşı depo gazlarına dayanıklı değildir. Üst boru deliksiz olmalıdır. Gövdedeki oturmalar uyum sağlamak için, bu boru teleskopik olarak borunun üzerine yerleştirilir. Deliksiz boru çevresi, boru içine hava girişini önlemek için derinliği en az 4 cm ve permabilitesi 1×10^{-8} m/s den küçük kil doldurulmuştur. Geçirimsiz tabaka ile mıcır-çakıl tabaka arasındaki geçiş bölgesine mineral filtre yerleştirilmiştir. Üst boruya boru başlığı bağlantı sistemi ile flanşla bağlanmıştır. Hem üst boru hem de kuyu başlığı statik elektrik yüklemelerinin önüne geçmek için PEHD elektrik geçirgen yapılmıştır. Boru başlığında gaz sıcaklığını, gaz kalitesini, ve

vakumu ölçmek mümkündür. Kuyu başlığı 1.2 m çapındaki bir hece içinde, üst depo örtü örtüsü oranına yerleştirilmiştir. Bacanın kapağı kilitlenebilir ve bakım için açılabilir PE-HD den yapılmıştır. Kısa devrelerin önüne geçebilmek için gaz bacanın 10 m çapındaki çevresinde gaz drenaj tabakası iptal edilmiştir. Her bir kuyu bir bağlantı borusu ile gaz balkonuna bağlanmıştır. Borular PE-HD den imal edilmiştir. Emniyeti artırmak ve yük kayıplarını azaltmak maksadı ile bağlantı boruları 110/6.3 mm boyutlarında PN 6 Atü (Bar) basınçta PEHD olarak seçilmiştir. Gaz kuyularının borulara bağlantısı ise elastik hortumla (ϕ 100 mm. çapında ve basıncı PN 6 Bar) yapılmıştır. Her bir borunun münferit bağlantısı sebebi ile kuyulara uygulanan vakumu değiştirmek mümkün olmaktadır. Böylece atık özellikleri, sondaj derinliği, çevre şartları gibi faktörlere bağlı olarak değişen gaz miktarına da uyum sağlanabilecektir. Bağlantı borularının döşenmesinde, boruların yüzey örtüsünün geçirimsiz tabakasının üstünde, donma derinliğinin altında kum yatak içinde olmasına dikkat edilmelidir. Böylece tamir için geçirimsizlik tabakasının tahribi söz konusu olmaz. Her bir gaz borusunun eğimi %5 den büyük olmalıdır.

6.1.2 Yatay Gaz Kollektörleri

Dolgu yüksekliğinin küçük olduğu yerlerde, gaz toplama için yatay sistemler düşünülmüştür. Yatay borular üst örtü tabakasının 2-3 m. altına döşenmiştir. Boru malzemesi olarak PE-HD seçilmiştir. Bu borunun çapı 200 mm, iç basıncı 10 Atü, yarık şeklinde delikli olarak belirlenmiştir. Delik alanı toplam kesit alanının %10 civarındadır. Boru, fleksibıl olarak 1.0 m. genişliğinde 1.0 m derinliğinde çakıl tabaka (dane boyutları 16/32) içine döşenmiştir. Bağlantı, oturmalarla müsaade edebilmesi için geçmeli muflu olarak yapılmıştır. Depo sahasının üst örtü sahası içinden geçişte boru deliksiz olarak düzenlenmiştir. Kuyu başlığı yatay gaz toplama sistemlerine uyum sağlayacak şekildedir. Yatay gaz kollektörünün her biri 10/63 mm. çapında borularla gaz balkonuna bağlanmıştır.

6.1.3 Gaz Toplama Balkon

Daha önce söz edildiği gibi, gaz kollektörleri 7 adet gaz toplama balkonuna bağlanmıştır. Borular toplama balkonuna girmeden her birinin üzerine, ölçme ve numune alma muslukları ilave, edilmiştir. Dairesel vanada hem ölçüm ve hem de numune alma sistemleri monte edilebilir. Böylece, hız miktarı, gaz bileşimi vakum ve sıcaklık ölçülebilir. Ölçüm sistemlerinin ortasında her bir kuyu için debiyi ayarlamak üzere kademeli olarak çalışan klapeler bulunmaktadır. Gaz akımı gaz balkonundan idare edilmektedir. Malzeme olarak PEHD seçilmiştir. Gaz balkon beton yapı içine alınmıştır.

6.1.4 Gaz İletim Boruları

Giriş yolunun kenarında, mevcut yola paralel olarak gaz iletim boru hattı yerleştirilmiştir.

Hattın minimum eğimi %1 olarak öngörülmüştür. İşletme emniyeti bakımından borular minimum 6 Atü basınca dayanmalıdır. Ayrıca, borular kum içine yataklanmalıdır.

6.2 Vakum ve Yakma (Fakel) Üniteleri

Depo sahası üzerinde geçmişe dönük bir gaz ölçümü bulunmadığından, boyutlandırma bazı teknik kabullere göre yapılmıştır. Vakum ve yakma (fakel) üniteleri ile ilgili hususlar, gaz üretim tahminlerine göre, açıklanmıştır. Gaz kullanma durumuna bağlı olarak, tesisin teçhizatı ve yapısı da değişir. Aşağıdaki izahat, gazın emisyon tehlikesinden korunma veya değerlendirme gayelerinden bağımsız olarak verilmiştir.

6.2.1 Tesisin Fonksiyonu

Depo sahasından kuyular vasıtası ile toplanan gaz, iki boru ile taşınmıştır. Gaz bir kondansatörden geçtikten sonra, emme pompasının ardından tesise (fakel) üflenmektedir. Yakılan gaz yakılmadan önce doğal gaz olarak değerlendirilebilir. Ön görülen değerlendirme şekline bağlı olarak depo gazı bileşiminin devamlı ölçümü gerekir. Burada metan (CH_4), CO_2 , O_2 bilhassa devamlı takip edilmelidir. Aynı şekilde, gaz miktarı ve basıncı emme sisteminin önünde ve arkasında ölçülmelidir.

6.2.2 İnşai Kısımlar

Ölçme ve emniyet sistemleri, ayarlama ve sıkıştırma tesisleri galvanize edilmiş çelik bir paket konteyner içine (20 ayak) yerleştirilebilir. Genellikle pratikte kullanılan da budur. Bu tesis için öngörülen yer depo gövdesinin dışındadır. Tüm bu inşai tesisler 5 m açıklığındaki emniyetli bir dikenli telle çevrilmiştir.

6.2.3 Kondansatör

Kondansatör her iki gaz toplama borusunun en düşük kotlu noktalarında bulunmaktadır. Kondansatör bir beton baca olarak inşa edilmiştir. Ortaya çıkan kondensat bir hazneye alınmıştır. Kondensat suyu sızıntı suyu özelliklerini taşıdığından direkt deşarjı mümkün değildir. Bu bakımdan kondensat düzenli olarak hazneden çekilmeli ve sızıntı suyu gibi bertaraf edilmelidir. Su haznenin seviyesi, otomatik kontrollü bir sistemle kontrol edilmelidir. Maksimum 150 mbar vakuma kadar, su haznesi inşa etmek suretiyle boru içine hava girmesi önlenmiş olur.

6.2.4 Gaz Emme Tesisi

Gaz emme tesisi, gaz miktarına bağılı olarak seçilmiştir. Gaz miktarındaki değişikliklere uyumun devir sayısı değişikliği ile yapılacağı öngörülmüştür.

Emme tesisinin emme ve basma tarafında patlamaya karşı tedbir alınmıştır.

Ayrıca, pompa titreşiminin boruya taşınmasını önleyecek kompanseör öngörülmüştür. Gaz emme sistemi 6 Atü basınca ayarladır. Emme sistemi çıkışında esas vana ve otomatik kapanabilen bir vana bulunmaktadır.

6.2.5 Ölçüm Sistemleri

Esas olarak aşağıdaki parametreler ölçülmeli ve sürekli yazıcı vasıtası ile kaydedilmelidir.

- Emme tesisinden önce ve sonra basınç
- Fakel de sıcaklık
- Sıkıştırma işleminden sonra sıcaklık
- CH₄/O₂ analizi
- Ortam havası kontrolü

Ölçüm değerleri alarm sistemleri öngörülmüştür. Ortaya çıkacak arızalar da mesela ;

- Depo gazı içinde O₂ muhtevasının artması
- Alev emniyet sisteminde sıcaklığın artması
- Minimum gaz miktarının altına inilmesi
- Alevin sönmesi

durumlarda tesisin kapanması veya alarm vermesi gerekmektedir. Alarm telefon hattı aracılığı ile çeşitli merkezlere ulaştırılabilir.

6.2.6 Gaz Fakel (Yakma) Tesisi

Fakel tahmin edilen depo gazı miktarına uygun olarak seçilmiş, bu arada kaçabilecek hava da dikkate alınmıştır. Fakel tesisi depo gazı içindeki metan miktarının %30-60 arasındaki değişikliğe uyum sağlayabilmelidir. Yakma sırasında sıcaklık minimum 800 °C ve yakma süresi asgari 0.3 sn olmalıdır. Bu değerler minimum ve maksimum gaz miktarlarında tutturulmalıdır. İki adet fakel tesisi düşünülmüştür. Fakel yakıcıların önemli kısımları aşağıya çıkarılmıştır.

- Isıya dayanıklı boru
- Alev kapama klapesi
- Otomatik alevleme sistemi
- Alev bakım ünitesi
- Elle ve otomatik kumandalı vana

- Gerekli işletme, elemanları

Fakel sisteminin emme tesisine ve yola olan mesafesi 5 m. olarak öngörülmüştür. Fakel özel bir plaka temel üzerine, fakel tesisinden yaklaşık 10 m. mesafeye yerleştirilmiştir. Temel, emme istasyonu ve fakel ünitelerinin birbirinden ayrılması, titreşimin taşınmasını engellemektedir. Fakel, çepeçevre dikenli telle emniyet altına alınmalıdır.

6.3 Depo Gazının Değerlendirme İmkanları

Depo gazının toplandıktan sonra, enerji elde etmeden sadece yakılması istenen bir durum değildir. Teknik ve ekonomik şartlara göre depo gazı değerlendirilmelidir. Halen depo gazı en fazla gaz motorlarında veya yakma tesislerinde kullanılmaktadır.

6.3.1 Gaz Motoru Tesisleri

Halen depogazı değerlendirilmesinde yakma tesislerinde gaz jeneratörleri ile enerji elde edilmesi en yaygın olarak kullanılan metottur. Böyle bir tesisin avantajı ;

- Elektrik enerjisinin problemsiz olarak elektrik ağılarına verilmesi
- Uygun seçilen gaz motoru ile elde edilen gaz miktarına kolaylıkla uyum sağlaması
- Sistemin modüller şeklinde kolayca realize edilebilmesidir.

Gaz motoru (Jeneratörü) ile elektrik enerjisi elde etmede verim %28 ila %32 arasındadır. Gazın ihtiva ettiği primer enerjinin %55'e kadar miktarı ısı enerjisi olarak kullanılabilir. Ancak bu durumda kullanıcılar yakında olmalıdır. Emisyondan korunma ve gaz motorunun korozyondan korunması bakımından, depo gazındaki belirli iz elementler yönünden dikkatli olmak gerekmektedir. Bu çerçevede klor ve flor bileşikleri ile H_2S önemli olmaktadır.

6.3.2 Yakma Tesis

Depo gazının bir yakma tesisinde yakılması halinde verim %80-90'a çıkabilir. Yani gaz içindeki primer enerjinin %80-90'ı kullanılan enerjiye çevrilebilir. Bunun için depo sahasının yakın çevresinde bu gazı devamlı kullanacak tesislerin (tuğla fabrikası, kağıt veya çimento fabrikası v.s.) olması gerekir. Depo gazında bulunan iz maddeler bakımından bu gazın yıkanması istenmez. Bu bakımdan gazın optimum şartlarda yakılması çok önemlidir. Yakma sisteminde iz maddeler parçalanmalı ve sağlık için tolere edilebilir maddelere parçalanmalıdır. Tesislerin inşasından sonra elde edilecek gerçek sonuçlara göre gazın değerlendirilmesi tekrar incelenmelidir.

Bu çerçevede, yani tesislerden çıkacak gazın incelenmesinde aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır.

- Depo gazı içerisindeki klor ve flor bileşiklerinin volimetrik miktarı.
- Çıkan ve buna bağlı olarak gelecekte çıkabilecek gaz miktarı.

6.3.3 Emniyet Tedbirleri

Tüm tesis bilhassa patlama bakımından tam emniyete alınmalıdır.

7. DEPO SAHASININ BAKIMI ve İŞLETİLMESİ

Depo sahasının üstünün örtülmesi ve aktif gaz toplama sistemlerinin monte edilmesi rehabilitasyon işlemini bitirmemektedir. Islah işleminin görevini yapıp yapmadığı devamlı olarak kontrol edilmelidir.

Bunun için ;

- Herbir rehabilitasyon elemanının veya ünitesinin uzun süreli olarak kontrol ve tamiri yapılmalıdır.
- Bakım için belirli süreler için ölçüm programları yapılmalı ve yeni gelişmelere ve bilgilere göre tehlike potansiyeli yeniden değerlendirilmelidir.

7.1 Rehabilit Edilen Sahanın Bakım ve Kontrolü

Yeniden yeşillendirilen üst tabaka ile geçirimsiz tabaka için düzenli olarak uygulanacak bakım çalışmaları :

- Ekilen yüzeyin ve ağaçlandırmanın bakımı ve kontrolü
 - Kontrol ve giriş yollarının bakımı
 - Yüzeysel su kanallarının bakımı
 - Sızıntı suyu bacaları ile haznesinin bakımı
 - Gereğinde depo çevresine gaz yayılmasının kontrolü
- olarak sayılabilir.

Geçirimsiz tabakanın geçirimsizliği ve dolayısı ile görevini yapıp yapmadığı aşağıdaki tedbirlerle kontrol edilebilir. Bunlar ;

- Belirli mesafelerde F/D ölçülmek sureti ile üst yüzey geçirimsizliğinin kontrolü (her iki yılda bir)
- Kanallarda lokal çökmelerin kontrolü, olarak sayılabilir.

7.2 Aktif Gaz Toplama Sistemlerinin Kontrolü

Gaz toplama ve yakma sistemlerinin emniyetli olarak işletilmesi ve bakımı önemli bir uzmanlık işidir. Bunun için bir bakım ve işletme planı hazırlanmalıdır.

Burada bilhassa aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- İşletme devamlı kontrol altında bulundurulmalı, vakum ve hava miktarları sabit tutulmalıdır.
- Tesis haftalık olarak kapsamlı bakıma alınmalı ve yeniden ayarlanmalıdır. Herbir kollektörde metan konsantrasyonu, gaz debisi, basınç ve sıcaklık ölçülmelidir.
- Teknik kontroller en az aylık periyotlarla yapılmalıdır.
- Tesis yıllık periyotlarla, uzmanları tarafından test edilmelidir.

- Depo gazı yıllık olarak iz elementler bakımından analiz edilmelidir.
- Sahadaki taşınanların gaz toplama sistemine etkisi kontrol edilmelidir.

7.3 Yeraltı Suyu Kontrolü

Düşünülen üst yüzey geçirimsizlik tabakası yağmur suyunun depo gövdesi içine girişini engellemektedir. Böylece, zararlı maddelerin teşkili ve yeraltı suyuna intikali önlenmektedir. Üst yüzey geçirimsizliği ile, çöp sahasının yeraltı suyu bakımından bir kirletici kaynak olmaktan çıkarılması amaçlanmaktadır. Rehabilitasyon uygulamasının başarılı olup olmadığı yeraltı suyunun sondajlarla kontrolü gerekmektedir. Yakın gelecekte yeraltı suyu kirlenmesinin engelleneceği beklenmektedir. Yeraltı numune alma yerleri, derinlikleri sayıları Belediye ile görüşerek kararlaştırılmalıdır.

7.4 Giriş ve Bakım Yolları

Kontrol işlemi için giriş ve bakım yolları ile,

- Gaz kontrol istasyonuna
- Gaz toplama ve fakel istasyonuna
- Sızıntı suyu çıkış noktasına
- Sızıntı suyu biriktirme haznesine
- Yüzeysel hendeklerin uç noktalarına, erişilebilmelidir.

Gaz toplama ve fakel tesisine, depo sahasının doğusunda bulunan yoldan ulaşabilmektedir. Sahanın batı kenarı boyunca ikinci bir giriş yolu planlanmıştır. Bu cadde vasıtası ile sızıntı suyu ve yüzeysel su çıkışı ile sızıntı suyu biriktirme haznesine erişilebilmektedir. Her iki giriş yolunun sonunda duruma göre manevra sahası bulunmaktadır.

8. KEŞİF ÖZETİ

Tablo da verilen maliyetlerin belirlenmesinde mekanik ve elektronik kısımlar için (Madde 8, 9, 10) Almanya'daki montaj dahil bedeller alınmıştır. Almanya ile Ülkemiz arasındaki işçilik farkı taşıma, gümrük v.s. masraflarını karşılayacağı kabul edilmiştir. İnşai kısımlar ile kısmen yerli ve yabancı malzemelerin kullanıldığı imalatla ise (Madde 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,) mümkün mertebe ülkemizdeki rayiç bedeller dikkate alınmaya çalışılmıştır. Maliyetler 1993 yılına aittir.

MAMAK ÇÖPLÜĞÜ REHABİLİTAYON MALİYET ANALİZİ

İş Kalemi	Tarifi	Miktarı	Birim Fiyatı	Toplam (MilyarTL)
1.Depo gövdesine şekil verilmesi	Depo gövdesi içinde kazınması, taşınması, sıkıştırılması dahil	500.000 m ³	20.000 TL/m ³	10.000
2.Üst yüzey dolgu	Şartnamesine uygun her türlü malzemenin, temini, taşınması, yerleştirilmesi, sıkıştırılması ve projesine uygun inşaatı	26x10 ⁴ m ²	500.000 TL/m ²	130.000
3.Yüzeysel su drenajı	Hendek açılması, uygun malzeme temini, taşınması, projesine uygun inşaatı komple	3000 m	50.000 TL/m	150
4.Sızıntı suyu drenajı	Aynı şekil malzeme temini, taşınması, montaj ve işler hale getirilmesi komple	2000 m	150.000 TL/m	300
5.Sızıntı suyu havuzu	Projesine uygun olarak inşaatı (her tүrlü malzemenin temini, taşınması dahil)	Paçal		1000
6.Gaz kuyuları	Kuyuların açılması, projesine uygun olarak inşaatı, her türlü malzeme bedeli, taşıma ve montajı dahil, komple	1200 m	4.500.000 TL/m	5400
7.Gaz toplama boruları	Malzemenin teknik şartnamesine uygun olarak temini, taşınması, montajı işler hale getirilmesi, komple	10.000 m	450.000 TL/m	4.500
8.Gaz emme istasyonu	Projesine ve şartnamesine uygun olarak sistemin satın alınması, taşınması, monte edilmesi, her tür gümrük, resim ve harçlar dahil	1 adet	3 milyon TL/adet	3.000

9. Fakel (yakıcı)	Şartname ve projesine uygun olarak sistemin satın alınması, taşınması montajı, test edilmesi ve işler hale getirilmesi komple (her türlü gümrük vergisi, resim, harçlar dahil)	2 adet	1000 milyon TL/adet	2000
10. Ölçüm sistemleri	Proje de belirtilen sistemlerinin satın alınması, taşınması, montajı test edilmesi işler hale getirilmesi ve her türlü gümrük vergisi, resim harç dahil komple bedel	1 adet	700.000 TL/adet	700
11. Gayri melhuz				6550
GENEL TOPLAM 160 milyar TL				1 60,000

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	01.10.1978
Doğum Yeri	İstanbul
Lise	1991 – 1995 Lüleburgaz Lisesi
Lisans	1996 – 2000 Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2002 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

