

**ÇORUM İLİNDE KATI ATIKLAR, DÜZENLİ DEPOLAMA VE
AYRIŞTIRMA ÜNİTELERİNİN MODELLEMESİ**

Zübeyir TUNCEL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE BİLİMLERİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2006
ANKARA**

Zübeyir TUNCEL tarafından hazırlanan ÇORUM İLİNDE KATI ATIKLAR, DÜZENLİ DEPOLAMA VE AYRIŞTIRMA ÜNİTELERİNİN MODELLEMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Suat KIYAK
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Çevre Bilimleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan :

Üye :

Üye :

Üye :

Üye :

Tarih :/...../ 2006

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Zübeyir TUNCEL

ÇORUM İLİNDE KATI ATIKLAR, DÜZENLİ DEPOLAMA VE AYRIŞTIRMA ÜNİTELERİNİN MODELLEMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Zübeyir TUNCEL

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Haziran 2006

ÖZET

Artan nüfus ve gelişen teknoloji sonucu oluşan katı atıkların düzenli olarak bertaraf edilmesi amacı insan ve çevre sağlığına olan olumsuz etkilerini ortadan kaldırmaktır. Ülkemizde bugün değişik miktarlarda katı atıklar üretilmektedir. Üretilen bu atıkların cinslerinin belirlenerek uygun yöntemlerle bertaraf edilmesi gerekmektedir. Çorum ilinde de evsel ve tıbbi atıkların (çöplerin), taşınması ve düzenli depolama tesisi modelleme çalışması yapılmıştır. Tesisin ünitelerini oluşturmak için yaz ve kış aylarına ait atık miktarları tespit edildi. Gelecekteki nüfus ve çöp miktarları hesaplanarak katı atıkların depolanacağı lot'lar belirlendi.

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ışığında depolama alanının 18 yıl ihtiyacı karşılayabileceği tespit edilmiştir.

Bilim Kodu : 903
Anahtar Kelimeler : Katı atık, Düzenli Depolama, Çevre
Sayfa Adeti : 98
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Suat KIYAK

**SOLID WASTE IN ÇORUM CITY, SYSTEMATIC STORING AND
MODELS OF DECOMPOSING UNITS**

(M.Sc. Thesis)

Zübeyir TUNCEL

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

June 2006

ABSTRACT

The aim of eliminating solid wastes orderly as a result of rise in population and developing technology is to remove its negative effects on people and environment. Today, different amount of solid wastes have been produced. It is a must to define the type of produced wastes and to remove them with appropriate methods. Transporting of household and medical wastes and works of systematic storing foundation model were also done in Çorum. The amount of wastes belongs to the summer and winter months were found in order to establish units of foundation . In addition, lots, which solid wastes and garbage will be stored, are built by calculating future's population and garbage amounts. At result of made works had been fixed that storing area will be enough for 18 year necessity.

Science Code	: 903
Kay Words	: Solid waste, Systematic storing, Environment
Page Number	: 98
Adviser	: Prof.Dr.Suat KIYAK

TEŞEKKÜR

Yapılan bu çalışma sırasında gösterdikleri ilgi ve özverilerinden dolayı başta Danışman Hocam Prof. Dr. Suat KIYAK'a ve bugünlere gelmemde bana emeği geçmiş olan tüm değerli hocalarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma sırasında gösterdikleri yardımlarından dolayı Çorum Belediyesindeki Mühendis arkadaşlarıma ve çalışmalarımda beni yalnız bırakmayan eşim Mimar Ebru TUNCEL'e teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER	VII
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	XI
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	XII
RESİMLERİN LİSTESİ	XIII
HARİTALARIN LİSTESİ	XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR	XV
1. GİRİŞ	1
2. KATI ATIKLARIN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI	3
2.1. Katı Atık Tanımı	3
2.1.1. Evsel katı atıklar	4
2.1.2. Özel atıklar	4
2.1.3. Arıtma tesisi katı atıkları	4
2.2. Endüstriyel Katı Atıklar	4
2.3. Tarımsal Atıklar	5
2.4. Tehlikeli Katı Atıklar	5
2.4.1. Piller	6
2.5. Hastane Atıkları	6
2.5.1. Hastane atıklarının sınıflandırılması	6
2.5.2. Hastane atıklarının kontrolü	8
2.5.3. Tıbbi atıkların bertarafı	8
2.5.4. Tıbbi atıkların yakılması	10
3. KATI ATIKLARIN ÖZELLİKLERİ	12
3.1. Fiziksel Özellikleri	12
3.1.1. Katı atık miktarı	12
3.1.2. Katı atıkların birim hacim ağırlığı	13

Sayfa

3.1.3. Katı atıkların nem içeriği	13
3.2. Kimyasal Özellikleri	14
3.3. Katı Atıklar ve Halk Sağlığı.....	14
3.4. Depo Yerinde Can Emniyeti	14
3.5. Doğabilecek Zararlar ve Kötü Çalışma Şartları	14
4. KATI ATIK YÖNETİMİ	16
4.1. Atık Miktarının Azaltılması	16
4.2. Atıkların Yeniden Kazanımı	17
4.2.1. Kompostlaştırma işlemi	17
4.3. Yakma Tesisinde Giderim	17
4.4. Düzenli Depolama	18
4.5. Düzenli Depolama Metotları	19
4.5.1. Düz alan metodu	19
4.5.2. Hendek metodu	20
4.5.3. Yamaç metodu	20
4.6. Atıkların Örtülmesi	20
4.7. Katı Atıkların Toplanması	22
4.7.1. Borularla atıkların toplanması	23
4.7.2. Atık kabını boşaltarak toplama	24
4.7.3. Boş kabı dolusu ile değiştirme	25
4.7.4. Ambalaj atıklarının ayrı toplanması	25
4.7.5. Toplama optimizasyonu	27
4.8. Katı Atıkların Taşınmasında Güzergah Seçimi ve Transferi	27
5. KATI ATIK MİNİMİZASYONU	28
5.1. Katı Atıkları Kaynağında Ayrı Toplama ve Geri Kazanma İlkeleri	28
5.1.1. Düzensiz depolama yapılan katı atık depo sahalarının oluşturduğu başlıca olumsuzluklar	30
5.2. Düzenli Depolama Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları	31
5.2.1. Düzenli depolamanın vahşi depolamadan farkları	32
5.2.2. Yer seçimi	33

	Sayfa
5.2.3. Depolamada istisnalar	34
5.2.4. Depo gazının uzaklaştırılması	34
5.2.5. Depo sahasının işletilmesi	37
5.3. Düzenli Depolama Yapılmamış Eski Çöp Sahalarının Rehabilitasyonu	38
5.4. Katı Atıklardan Örnek Alınması	38
5.4.1. Evsel katı atıkların kaynaktaki özelliklerinin tayini için örnekleme.....	39
5.4.2. Evsel atıkların nihai uzaklaştırma noktasındaki özelliklerinin tayini için örnekleme	40
6. MATERYAL VE METOD.....	41
7. ÇORUM İLİNİN VE KATI ATIK DEPOLAMA SAHASININ TANITIMI.....	46
7.1. Çorum İlının Genel Konumu	47
7.2. İklim ve Bitki Örtüsü	47
7.3. Jeolojik Yapı	47
7.4. Akarsular	48
7.5. Rüzgarlar	49
8. ÇORUM İLİNDE KATI ATIKLARIN TAŞINMASI VE DEPOLANMASI.....	50
8.1. Mevcut Katı Atıkların Durumu ve Depolama Sahasının Yeri.....	52
8.2. Çorum İli Yaz ve Kış Aylarında Katı Atık Miktarlarının Tekrar Kullanım ve Geri Kazanım Potansiyelinin Tespiti ve Toplama Modeli	54
9. ÇORUM İLİ İÇİN ÖRNEK DÜZENLİ DEPOLAMA MODELLEMESİ.....	57
9.1. Mevcut Çöp Alanının Rehabilitesi.....	57
9.2. Çorum İlının Nüfus Projeksiyonu	58
9.3. Katı Atıkların Depolanacağı Alanının Kapasitesinin Hesaplanması.....	60
9.4. Çorum İli için Önerilen Düzenli Depolama Alanı Tabanının Teşkili.....	61
9.5. Düzenli Depolama Alanındaki Tesisler	63
9.5.1. Sızıntı su rampası	63
9.5.2. Kantar binası	63
9.5.3. Ayırıştırma ünitesi	63
9.5.4. Araç yıkama ünitesi	64
9.5.5. İdari bina	64

	Sayfa
9.5.6. Depo ve tamirhane	64
9.5.7. Lotlar.....	64
9.5.8. Sızıntı su havuzu	65
9.5.9. Depo gazının uzaklaştırılması	69
9.5.10. Çorum ili için modellenen katı atık depolama sahasının (lotların) kapatılması	71
9.5.11. Çorum ili için modellenen tıbbi atık yakma ünitesi.....	72
9.5.12. Trafik	73
9.5.13. Telçit	73
10. SONUÇ VE ÖNERİLER	74
KAYNAKLAR	76
EKLER	79
EK-1. Mevcut çöp alanı vaziyet planı.....	80
EK-2. Katı atık depolama alanı	84
ÖZGEÇMİŞ.....	98

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Türkiye’de kişi başına üretilen katı atık miktarı	12
Çizelge 3.2. Evsel katı atıkların tipik kütleli kompozisyonu	13
Çizelge 6.1. Çorum ilinde oluşan katı atıkların ortalama fiziksel bileşimi.....	44
Çizelge 6.2. Çorum ilinde oluşan katı atık miktarının yaz ve kış aylarındaki dağılımı	44
Çizelge 8.1. Katı atık hizmetlerinin yürütülmesinden sorumlu personel dağılımı.....	51
Çizelge 8.2. Katı atık hizmetlerinin yürütülmesinde çalışan personelin yıllara göre dağılımı.....	51
Çizelge 9.1. Çorum ilinin 2006 -2024 yıllarındaki tahmini nüfus ve katı atık miktarı.....	59
Çizelge 9.2. Düzenli Depolama Alanındaki Lotların m ² ve kapasite dağılımı	65
Çizelge 9.3. Sızıntı suyu karakteristikleri.....	68

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 5.1. Gaz toplama bacası.....	35
Şekil 5.2. Gaz drenaj hendekleri.....	36
Şekil 6.1. Katı atıkların bertarafı için iş akışı	45
Şekil 9.1. 2006-2030 yılları arasında Çorum ilinin nüfus projeksiyonu.....	59
Şekil 9.2. Yalnız kil kullanılan depo tabanı geçirimsizlik sistemi	62
Şekil 9.3. Dren borusu ve depo tabanı en kesiti.....	67
Şekil 9.4. Sızıntı suyu toplama sistemi en kesiti.....	67
Şekil 9.5. Gaz toplama bacası.....	70
Şekil 9.6. Depo üst yüzey geçirimsizlik sistemi.....	72

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Yıpranmış örtü tabakasının ilave örtü ile tamamlanması.....	21
Resim 4.2. Yıpranmış örtü tabakasının ilave örtü ile tamamlanması.....	22
Resim 8.1. Çorum ilinde katı atıkları toplanmasından bir görüntü	50
Resim 8.2. Çorum ilinde mevcut dökülen katı atıkların yamaç görünüşü	53
Resim 8.3. Çorum ilinde mevcut çöp alanının üstten görünüşü.....	53
Resim 8.4. Çorum ilinde mevcut çöp alanının genel görünümü.....	54

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 7.1. Çorum ili haritası.....	46

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan bazı simge ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
°C	Selsius derece
sn	Saniye
m	Metre
mg	Miligram
m ³	Metreküp
L	Litre
dm ³	Desimetreküp
cm	Santimetre
lt	Litre
km	Kilometre
mm	Milimetre
ha	Hektar
Kısaltmalar	Açıklama
KAF	Kuzey Anadolu Fay Hattı
HDPE	Yüksek Yoğunluklu Polietilen
GCL	Geosentetik Killi Örtüler
W	Su Muhtevası
W _{pr}	Proktor Su Muhtevası
FDA	İlaç ve Gıda Örgütü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
DSİ	Devlet Su İşleri

1. GİRİŞ

Günümüzde, gelişen teknoloji, beraberinde sanayileşmeyi ve bu sanayilerde istihdam edilen bireylerce de kentleşmeyi getirmektedir. Artan nüfusla gerek alt yapı, gerekse ulaşım sorunları artarken bir yandan da yerleşimlerden ve sanayilerden kaynaklanan katı atıkların yönetimi bugün belediyelerin karşı karşıya olduğu sorunların en önemlilerinden birisidir. Belediyeler her yıl bütçelerinin yaklaşık üçte birini temizlik hizmetini (çöp toplama, taşıma ve depolama) gerçekleştirmek amacı ile harcamaktadırlar. Buna karşılık nitelikli bir temizlik sunulduğu da söylemek oldukça zordur. Bunun başlıca nedeni ise, öncelikle katı atık yönetimi konusunda merkezi ve yerel yönetimler arasında idari ve teknik anlamda gerekli eşgüdümün yaratılmamasıdır.

Belediyelerin en önemli görevlerinden biri olan katı atık toplama ve uzaklaştırma işlemi daha öncede belirtildiği gibi belediyeler için önemli bir sorundur. En uygun toplama, taşıma ve uzaklaştırma sistemini seçmek ve kurmak oldukça zahmetli ve titiz bir çalışma gerektirir. Ancak, bu çalışma kadar önemli olan diğer bir konu “Çöp” olayında halka yönelik eğitime ağırlık verilmesidir.Şehir atıklarının düzenli toplanması, içerdiği geri kazanılabilir ürünlerin ayırma merkezlerinde değerlendirilmesi, uygun depo alanının bulunması ve buralara düzenli depolama yapılabilmesi ancak iyi bir ön çalışma ve denetimle mümkündür.

2872 sayılı Çevre yasası’nın yürürlüğe girmesinin ardından, sekiz yıl sonra çıkarılan “Katı Atıkları Kontrolü Yönetmeliği” gecikmeli de olsa soruna sistemli bir yaklaşımı gündeme getirme olanağını, merkezi ve yerel yönetimlere sunmaktır.

Batıda çöplerle ilgili ilk adım olarak 3R kuralı (Reduce, Reuce, Recycle; azalt, tekrar kullan, geri kazan) Türkiye’de de yerleştirilmelidir. Azalt, kuralı ilk hedef olmalı, bu amaçla, halka alışverişlerde lüzumsuz çöp çıkaracak malzemeler almaktan kaçınması yönünde eğitim verilmelidir. Yine kamu eğitimi için, geri kazanım hakkında bilgilendirilmesi gereken izleyicileri hedef alan televizyon ve gazete reklâmları hazırlanabilir. Kullanılan konteynırlar ve çöp kutularının konacağı yerler ve kapasiteleri iyice incelenmediği için işlevlerini tam olarak yerine

getirememektedirler. Bunların standardizasyonu, kapasite ve konulması gereken yer incelemelerinin yapılması şarttır [1]. Bu çalışmada Çorum ilinin evsel ve tıbbi atıklarının taşınması için taşıma güzergâhlarının tespiti yapılmış ayrıca Çorum ilinde yaz ve kış aylarına ait katı atık miktarları tespit edilerek, gelecek 18 yıl içerisindeki nüfus projeksiyonu hesaplanmış, Çorum ili için düzenli depolama alanı, ayrıştırma ünitesi, kantar binası, sızıntı su alma rampası, araç yıkama ünitesi, tıbbi atık yakma ünitesi, atık pil depolama ünitesi, idari bina, tamirhane ve depo ünitelerinin modellemeleri yapılmıştır.

2. KATI ATIKLARIN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

Katı atıkların ekonomik bir tarzda uzaklaştırılması bugün, geçmişe nazaran çok daha önemli bir durum almıştır. Dünyadaki tabii kaynaklar sınırlıdır. Hayat seviyesinin yükselmesi, sanayi ve teknolojinin ilerlemesi ile yeni ambalaj malzemelerinin geliştirilmesi, hem insan başına günde üretilen çöp miktarını hem de çöplerin bileşimini büyük ölçüde değiştirmiştir. Evlerde meydana gelen bu katı atıkların toplanması ve uzaklaştırılması belediyelere her yıl yüz binlerce lira mali külfet yüklemektedir [2].

Bugün dünyada ve ülkemizde sorun teşkil eden katı atıkların çevreye ve insana olan olumsuz etkilerini yok etmek için bertaraf edilmesi gerekir. Katı atıkların bertaraf edilmesi için onların özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekir [3].

2.1. Katı Atık Tanımı

Genel olarak katı atık terimi ;

- Meskun bölgelerden ve evlerden atılan katı atıklar,
- Park, bahçe ve yeşil alanlardan atılan bitki atıklarını,
- Cadde süprüntülerini,
- İri katı atıkları
- Zararları atık sınıfına girmeyen, evsel katı atık özelliklerine haiz sanayi ve ticaret hane katı atıklarını,
- Evsel atıksu arıtma tesislerinden atılan arıtma çamurları,
- Hafriyat toprağı ve inşaat molozlarını,
- Özel ve /veya resmi kuruluşlara veya şahıslara üretilen ve çeşidi, özelliğı ve miktarı itibari ile insan sağlığına zarar veren su, toprak ve havayı kirleten, yanıcı ve patlayıcı madde içeren, hastalık mikrobu taşıyabilen zararlı ve tehlikeli atıkları kapsar .

“ Katı atık” evsel, ticari ve endüstriyel işlevler sonucu oluşan ve üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru, çevrenin korunması için düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken istenmeyen maddelerdir. Yukarıda da belirtildiği gibi katı atıklar ev, sokak, park, okul ve hastane gibi yerlerden toplanan süprüntü ve çöpler, ticari, tarımsal ve endüstriyel faaliyetler sonucu ortaya çıkan katı atık ve arıtma tesislerinde üretilen atık çamurlardır. İdrar kanları, kan veya plesenta bulaşmış atıklar, bakteri kültürleri, intaniye ve acil servis atıkları, yemek atıkları, bakteri ve virüs tutucu hava filtreleri, dışkı ve bunlara bulaşmış eşyalar, araştırma amacı ve benzeri maddelerdir [3].

2.1.1. Evsel katı atıklar

Bunlar meskun bölgelerde, özel konutlardan, az, orta ve çok katlı apartmanlardan, vb. toplanan çöplerdir. Bunların başlıcaları; yemek atıkları, kül ve diğer özel atıklardır[4].

2.1.2. Özel artıklar

Uzaklaştırılması özel önem taşıyan atıklardır. Radyoaktif atıklar, tehlikeli ve zararlı endüstriyel atıklar, evsel atıklar içerisindeki boya, inceltici, temizlik maddeleri, piller vb., lastik tekerlekler, atıksu çamurları, inşaat ve yıkıntı atıkları ile hastane atıkları bu gruptandır. [3].

2.1.3. Arıtma tesisi katı atıkları

Su, pissu ve endüstriyel arıtım işlemlerinden elde edilen atıklardır. Bunların başlıcaları arıtma tesisi atıkları, genelde yarı katı haldeki zararsız çamurlardır[4].

2.2. Endüstriyel Katı Atıklar

İnşaat sektörü, hafriyat ve onarım işleri, fabrikalar, hafif ve ağır sanayi sektörü, rafineriler, kimyasal fabrikalar, ağaç sanayi, madencilik, enerji sektörü vb.den

sağlanan atıklardır. Bunların başlıcaları ; çöpler, yıkım ve onarım atıkları, bazı özel atıklar, bazı tehlikeli ve zehirli atıklardır[4].

2.3. Tarımsal Atıklar

Çiftlikler, tahıl üretim çalışmaları, meyve bahçeleri, üzüm bağları, mandıralardan çıkan atıklardır. Başlıca tarımsal atıklar ve bitki atıkları, özel besi atıkları, bazı zararlı atıklardır [4].

2.4. Tehlikeli Katı Atıklar

Tehlikeli atıkların kaynakları EPA (Enviromental Protection Agengy) tarafından “üretim yapan” ve “üretim yapmayan” endüstriler olarak sınıflandırılmıştır. Bunlardan tekstil fabrikaları, kereste ve odun ürünleri, mobilya ve aksesuar, matbaa ve yayıncılık, plastik ve diğer lastik ürünleri, deri ve deri dibagatı, taş, kil ve cam ürünleri, elektriksiz makineler, cihazlar ve ilgili ürünler, akü sanayi ve diğer üretim endüstrileri tehlikeli atık kaynaklarıdır [5].

Çevrenin sürekli olarak kirlenmesinin önemli nedenlerinden bir tanesi şüphesi “tehlikeli atıklar” dır. Bu maddelerin basit bir şekilde tanımlanması gerekirse “kesici, delici, zehirli, hastalık yapabilen, tutuşabilen, parlayıcı, patlayıcı veya yakıcı” atıklara verilen isimlerdir. Söz konusu atıklar hastanelerden, değişik sanayi türlerinden ve hatta evlerden dahi kaynaklanabilir. Evlerden kaynaklanan ve en sık rastlanan tehlikeli atıkların bazıları şunlardır: Kullanılmış enjektörler; süresi dolan ilaçlar; kullanılmış piller; artakalan ayakkabı cilası; mobilya cilası; pas sökücü; böcek öldürme ilacı v.s.

Tehlikeli atıkların yönetiminde ilk şart “ meydana getirilmelerinden kaçınmak” ve “azaltmak” tır. Ancak alınan bütün önlemlere rağmen yine uzaklaştırılması gereken bazı atıkları kalır. Tehlikeli atıkların bilinçli bir şekilde uzaklaştırılmalarının planlanabilmesi için her şeyden önce söz konusu atıkların miktar ve özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Nakliyeleri sırasında olumsuz etkilerin meydana gelmemesi

için dikkat edilecek hususlar sarıh bir şekilde tespit edilmeli ve en uygun yöntemle uzaklaştırılmalıdır [6] .

2.4.1. Piller

Teknolojinin gelişmesini büyük bir hızla sürdürdüğü son yıllarda bütün dünya ülkeleri çevre-teknoloji uyumunu sağlamakta büyük çabalar sarf etmektedir. Tüketilen (atılan) bir teknolojik ürününün çevreye vereceği zararın minimum düzeyde olması için yapılan çalışmalar bazı durumlarda o malzemenin üretim maliyetinden daha fazla harcama gerektirebilmektedir. Bu ürünlerden biri, tüketimlerdeki hızlı artışlarla gündemdeki önemini arttıran piller ve akümülatörlerdir. Yüzyıl kadar önce keşfedilen ve günlük hayatta gittikçe daha sık kullanmaya başladığımız pil ve akümülatörler kolay taşınmaları ve pratiklikleri nedeniyle daha fazla miktarlarda tüketilmekte ve üretilmektedir. Pil atıkları ise ülkemizde üstünde pek fazla durulmayan bir konuyu teşkil etmektedir. Pil atıkları içerdikleri zararlı maddeler sebebiyle tehlikeli özellikler taşımakta ve bilhassa su ve toprak kirlenmesinde önem arz etmektedir [7].

2.5. Hastane Atıkları

Hastane ve benzeri kuruluşlarda ev çöplerine benzer katı atıkların dışında farklı niteliklere sahip patojen mikroorganizma içeren maddeler, organ dokuları, kesici aletler, şırıngalar, kirlenmiş sargılar, ameliyat artıkları vs. gibi ortaya çıkan atıklardır.

2.5.1. Hastane atıklarının sınıflandırılması

Patolojik atıklar ; Doku, organ, vücut parçaları, fetüs ve hayvan karkasları. Ülkemizde tüm insan vücut parçaları gömülmektedir.

Enfekte atıklar ; Laboratuvar kültürleri, enfeksiyonlu hastaların cerrahi ve otopsi uygulamalarından çıkan materyal, izolasyon odalarındaki hastaların atıkları,

hemodiyaliz olan hastalarda kullanılan malzeme, enfeksiyöz etkenlerin aşılandığı veya bunlarla temas etmiş olan hayvanlarla ilgili atıkları tanımlamaktadır.

Kesici ve batıcı atıklar ; Kesiciler, kesik veya delik yaralara neden olabilecek iğneleri, hipodermik iğneleri, bıçakları, kırık cam ve çivileri kapsayan maddelerdir. Bu atıklar, yüksek derecede tehlikeli hastane atıkları olarak düşünülmektedir.

Farmasetik atıklar ; Hastanede kullanılan, artmış veya günü geçmiş dökülmüş ilaçları, aşıları ; bunların depozitosuz şişe, kutu ve bağlayıcı tüplerini içermektedir.

Genetoksik atıklar ; Genetoksik atıklar, atık ilaçları, kimyasalları, radyoaktif maddeyle tedavi edilmiş hastaların sitotoksik atıklarını, kusmuk, idrar ve dışkıları içermektedir.

Kimyasal Atıklar ; Kimyasal atıklar, katı, sıvı, gaz olarak kimyasalları içeren atıklardır. Bu atıklar genel olarak;

- Laboratuvar atıkları ve burada kullanılan kimyasal madde artıkları
- Eritici ve mikrop öldürücü, temizlikte kullanılan maddeler
- Anezteside kullanılan gazın kalıntıları
- Sterilizasyon için kullanılan gazların kalıntıları
- Mineral ve sentetik yağlar ve
- Piller gibi atıkları içermektedir.

Basınçlı kaplar ; Sağlık kuruluşlarında kullanılan gazlar, basınçlı konteynerlerde ve aerosol kutularında saklanır. Bu konteyner ve kutuların, ısınma veya delinme halinde patlama riskleri olduğu için özel dikkat gerektirmektedirler.

Radyoaktif atıklar ; Vücut doku ve sıvılarının invitro analizlerinde kullanılan katı, sıvı ve gaz atıklardır. Vücut ve organ görüntülenmesi, tümör lokalizasyonu veya tedavi amacıyla kullanılmaktadır.

Yüksek ağır metal konsantrasyonlu atıklar ; Sağlık kuruluşlarında ortaya çıkan başlıca yüksek ağır metal konsantrasyonlu atıklar, kırık klinik malzemelerden kaynaklanan civa (Hg), pillerden kaynaklanan kadmiyum (cd) radyasyon izolasyonunda kullanılan kurşun (Pb) ve bazı ilaçlardan ortaya çıkan arsenik (As)'tir.

2.5.2. Hastane atıklarının kontrolü

Hastane ve benzeri kuruluşlarda ev çöplerine benzer katı atıkların dışında farklı niteliklere sahip patojen mikroorganizma içeren maddeler, organ dokuları, kesici aletler, şırıngalar, kirlenmiş sargılar, ameliyat artıkları vs. gibi tıbbi atıklar ortaya çıkmaktadır. Tıbbi atıkların ev çöplerine benzeyen katı atıklarla karıştırılmaması, onlarla bir arada toplanıp taşınmaması, özel bir şekilde işlem görmesi gerekmektedir [3].

Bu surette Çevre ve Orman Bakanlığınca hazırlanan ve tıbbi atıkların belli bir sistemle toplanmaları, taşınmaları ve bertarafı esaslarını içeren “Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” 22 Temmuz tarih ve 25883 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

2.5.3. Tıbbi atıkların bertarafı

Tıbbi atıkların bertarafında çevre ve insan sağlığı bakımından en çok uygulanan yöntem yakmadır. Ancak bu yöntem yüksek inşaat maliyeti ile birlikte kalifiye personel ihtiyacı gerektirir. Oluşan ısınn kullanım zorlukları, atıktaki geri dönüşümlü olabilen maddelerin bozulması, hava ve su kirliliğini önlemek için pahalı kontrol tedbirlerin alınması gibi birçok dezavantajları mevcuttur. Evsel nitelikli atıkların yakılması için kullanılan atık yakma fırınları tıbbi atıkların yakılması için kullanılmaz. Tıbbi atık yakma fırınındaki ilk yakma sıcaklığı 900 °C, son yakma bölgesindeki gazların ise 1200 °C’de en az 1,5 sn tutulması temin edilecektir. Yakma işlemi sırasında oluşacak gaz emisyonları yönetmelikte verilen değerlere uygun olmalı ve oluşan küller tehlikeli atık depolama bölgelerine götürülerek

depolanmalıdır. Diğer taraftan tıbbi atıkların bertarafında sterilizasyon yöntemi yeni uygulamaya başlanan bir metottur. Bu metot modern, kolay ve daha ucuz bir uygulama olup Çevre Bakanlığı tarafından da uygun bulunmaktadır. Tıbbi atıkların bir yöntem ile imha edilmelerine imkân olmadığı hallerde söz konusu atıklar; tehlikeli atık depolama alanlarının özel bir bölümünde veya sadece tıbbi atıklar için yapılmış bertaraf alanında depolanırlar. Bu depolama alanları yeraltı ve yerüstü su havzalarından uzak bölgelere kurulmalı ve bölgedeki toprağın su geçirgenliği az olmalıdır. Bu bölgede zemin özel geçirimsiz tabaka ile kaplanmalı ve atıkların üzerinde her depolama işleminden sonra önce kireç sonra da örtü toprağı ile kapatılmalıdır. Bu depo tesislerinin en yakın yerleşim bölgesine uzaklığı 3000 m'den az, en yakın havaalanına uzaklığı ise 5000 m'den az olamaz. Tıbbi atıkların sağlık birimi içinde ayrı olarak toplanması, taşınması ve geçici depolanması sağlık birimlerinin; bu atıkların geçici depolardan alınarak bertaraf sahasına taşınması ve bertaraf edilmesi ile bu işlemlerin belgelendirilmesi Büyükşehir belediyeleri veya belediyelerin sorumluluğundadır. Ayrıca tıbbi atık üreticileri, ürettikleri atık miktarına göre, atıklarının bertarafı için atık bertarafını fiilen gerçekleştiren kurum veya kuruluşlara ödemekle yükümlüdürler.

Yönetmeliğin uygulanmasında sağlık kuruluşları ve belediyelerden kaynaklanan bazı eksiklikler olduğu görülmüş ve bunlar aşağıda belirtilmiştir; Atıklar kaynağında ayrı toplamakta, ancak yönetmelikte belirtilen kalınlıkta torba kullanılmadığı için atık taşınması sırasında torbalar yırtılabilmektedir. Ayrı ayrı toplanan tıbbi atıklar ile evsel atıklar sağlık kurumu içinde aynı servis aracı ile taşınmaktadır. Yönetmelikteki teknik şartlara haiz geçici atık depoları çoğu sağlık kuruluşunda bulunmamaktadır. Bu depolar ya inşa yada proje aşamasında bulunmaktadır. Mevcut depolarda ise evsel ve tıbbi atıklar beraber depolanmaktadır. Tıbbi atıkları sağlık kuruluşlarından nihai bertaraf tesisine götürecek özel araçlar çoğu belediye de bulunmamakta, taşıma işlemi sıkıştırılmalı çöp araçları ile yapılmaktadır. Sıkıştırılmalı çöp araçları tıbbi atıkların taşınmasında kullanılmalıdır. Tıbbi atıkların nihai bertaraf tesisleri genellikle inşa edilmemiştir. Çok az yerde bu atıklar özel olarak yakılmakta veya evsel çöp döküm alanlarının ayrı bir yerinde gömülmektedir. Genelde ise toplanan tıbbi atıklar evsel çöp gibi değerlendirilip, belediye çöplüklerine dökülmektedir [8].

2.5.4. Tıbbi atıkların yakılması

Yakma Teknikleri

Hastane çöplerinin yakılarak imhası eskiden beri düşünülen bir konudur. Çöp yakma ocağı, kazanı adı altında Bayındırlık birim fiyatlarına girmiştir. Ancak bu kazanlarda kontrolsüz yanma gerçekleştiğinden, bilhassa plastik ve lastik esaslı maddelerin yakılmasında büyük bir miktarda koku ve duman gerçekleştiğinden hava kirliliği yaratmaktadır. Bu usulden vazgeçilmiştir. Çevre ve hava kirliliği konusunun ön plana çıkmasıyla, Kuzey Amerika ve Batı Avrupa ülkelerinde hastane çöplerinin yok edilmesi için standartlar tespit edilmiş ve bunun gereği olarak da özel yakma teknikleri ve koku giderme düzenleri geliştirilmiştir.

Tek brülörlü yakıcılar

Çoğu yakıcılar klasik yakıtların yakılmasına göre yapıldıklarından standart yakma tekniğini kullanırlar. Örneğin kömür, kalitesi ve tane büyüklüğü ile sınıflandırılmış olduğundan, sıcaklık ve yanma hızının değişken alındığı bir grafikte belirlenebilen birincil yanma karakteristiğini haizdir. Gerçekten kömür düşük sıcaklıklarda önemli bir yanma hızı gösterir ve sıcaklık arttıkça yanma hızı nispeten yavaşlar. Hâlbuki plastikler gibi yüksek hidrokarbon atıklarının ısı değerleri kömürden yüksektir. Düşük sıcaklıklarda nispeten atıl (inert) kalırlar. Ancak belirli bir sıcaklık derecesine ulaşıldığında maddenin şekli ve molekül yapısı değişmeye başlar. Ne zamanki yanma hızı ani bir artış gösterir ve bu durumda yanma artık kontrol edilemez. Böyle hallerde yanmanın kontrolü yakma havasındaki oksijenin ve yakılan atığın yüzey alanının sınırlandırılmasıyla yapılabilir. Bu tip yakıcılar ısı tesiriyle bozunma veya eksik yanmalarda birinci yanma odasına verilen havayı kontrol ederek serbest yanmayı önler. İkinci yanma odasında ise en az 800°C sıcaklık ve yeterli hava sağlanır ki distilasyon ürünleri (uçucu maddeler) ve bir kısım yanma ürünleri tamamen yakılabilir. Bu sebeple yakıcıların yapısı özeldir. Yakma esnasında önemli miktarda karbon kimyasal olarak hidrojen ile bağlanamaz. Yanma hızı düşük olduğu sürece, bu sebepten dolayı, karbon içeren atığın yanmamış olarak kaldığı ve yanma

çevriminin uzun ve ekonomik olmadığı görülür. Tek bürölörlü yakıcılarda atık birinci hücrede yakılır. Ocak hacmi ve şekli o şekilde yapılmıştır ki, alevler ocak cidarlarını tamamen yalar ve alev vorteks hareketli olarak teşekkül eder. Bürölör bu birinci hücreye yerleştirilmiştir. İkinci hücrede yanma ürünlerindeki yanmamış kısımlar tekrar yakılır. Yakma olayı birinci hücrede teşekkül etmiş vorteks hareketli alevin buraya ulaşması ve ikinci hava ile gerçekleşir. İkinci bir bürölöre gerek kalmaz. Vorteks hareketi şu şekilde gerçekleştirilir. Yakma havası aşağıya doğru çevresel bir yol takip ederek spiral halinde yönlenir, ve içte, eş merkezli ikinci bir spiral halinde çıkışa doğru yön değiştirir. Yanma ürünleri bu vorteksin içinden geçmek zorundadır. Yanma hızındaki değişimler bu alev vorteksi içinde dengelenir. Yanma hızı arttığı zaman spiralın adımı değişir ve daha çok spiral meydana gelir. Böylece yanma da gecikme sağlanır. Yüksek mertebedeki ısı değişiklikleri ayarlanır . Tek brölör sayesinde yakıt tasarrufu ile tesis kendini 2-3 yılda amorti edebilmektedir.

İki bürölörlü yakıcılar

Proliz tipi yakıcılar olarak adlandırılan bu yakıcılarla iki yanma hücresi ve iki brölör bulunmaktadır. Birinci hücrede ve proliz sıcaklığı, birinci bürölörle muhafaza edilir. İkinci hücrede ise ikinci bürölörle oksidasyon sıcaklığı temin edilir.

Bu yakıcılarda iki hücre üst üste yerleştirilmiştir. Birinci hücreye, nem oranı yüksek atıkların rahatça yakılabilmesi için gerekli yardımcı ısının sağlanması amacıyla güçlü bir bürölör yerleştirilmiştir. İkinci hücreye yerleştirilen bürölör ise, tam yanmayı sağlamak için ikinci hücrede sıcaklıkları 800-1000°C de tutmaya yarar [9].

3. KATI ATIKLARIN ÖZELLİKLERİ

Katı Atıkların özellikleri, alternatif donanım ihtiyaçları, sistemleri, atık geri kazanımı ve atık yönetim program ve planlarının değerlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

3.1. Fiziksel Özellikleri

Miktarı

Kompozisyonu

Parçacık Boyutu

Nem İçeriği

3.1.1. Katı atık miktarı

Miktar belirlenmesi, toplanan katı atıkların tartımı ve nüfus ilişkisinden yararlanılarak yapılır. Katı atıkların miktarı sosyal seviye, hayat standardı ekonomik yapı, beslenme alışkanlıkları, moda akımları gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişim gösterir. Genel olarak gelişmekte olan ülkelerde kişi başına düşen atık miktarı, gelişmemiş ülkelere oranından daha fazladır [3]. Türkiye’de kişi başına üretilen katı atık miktarları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Türkiye’de kişi başına üretilen katı atık miktarı [3]

Nüfus	Katı Atık Miktarı (kg/kişi/gün)
> 1.000.000	0.5 – 2.0
100.000 – 1.000.000	0.5 – 1.5
< 1.000.000	0.5 – 1.0
Turist Beldeler	1.0 – 2.0

3.1.2. Katı atıkların birim hacim ağırlığı

Katı atık üretiminin fazla olduğu gelişmiş toplumlarda birim hacim ağırlığı düşüktür. Bunun nedeni atık akımında yüksek oranda buluna kağıt, plastik ve cam gibi materyallerin geniş boşluk oranına ve düşük nem miktarına sahip olmasıdır [3]. Farklı yerlerde yapılan çalışmalar sonucu, evsel katı atıkların kütleli kompozisyonu aşağıdaki çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Evsel katı atıkların tipik kütleli kompozisyonu [10].

Bileşen	Aralık	Tipik (%)
Yiyecek Artıkları	6-26	14
Kağıt	15-45	34
Karton	3-15	7
Plastik	2-8	5
Tekstil	0-4	2
Lastik	0-2	0.5
Deri	0-2	0.5
Bahçe süprüntüsü	0-20	12
Tahta	1-4	2
Çeşitli Organikler	0-5	2
Cam	4-16	8
Teneke kutular	2-8	6
Demir olmayan metaller	0-1	1
Demirli metaller	1-4	2
Kül, tuğla vs.	0-10	4

3.1.3. Katı atıkların nem içeriği

Katı Atıkların nem içeriği genellikle yaş veya kuru maddenin birim ağırlığı başına nem ağırlığı olarak açıklanır. Endüstriyel katı atıklarda nem içeriği % 10- 35 arasında değişmektedir. Kentsel katı atıklar için bu değer % 15-40 arasındadır [3].

3.2. Kimyasal Özellikler

Katı atıkların kimyasal özellikleri, enerji geri kazanımı ve katı atıkların işlenmesinde alternatif seçeneklerin değerlendirilmesi açısından önemlidir [3].

3.3. Katı Atıklar ve Halk Sağlığı

Çöplerin tekniğine uygun bir şekilde uzaklaştırılmamaları halinde halk sağlığı ile ilgili problemler ortaya çıkar. Katı Atıklar yoluyla en az 20 tip hastalığı taşıyıp bulaştığı bilinmektedir. Çöplerden hastalık taşıyan en önemli iki faktör, sinekler ve farelerdir. Sinekler çok çabuk ve fazla üreme kabiliyetine sahiptir. 1 dm³ çöplükte (çöpte) 2500 sinek üreyebilir ve bunlar dizanteri ve benzeri pek çok salgın hastalığı taşıyabilir. Fareler sadece eşyaları tahrip etmek ve insanlar ile direk temas etmekle kalmazlar, ayrıca hastalık nakleden böcekleri de vücutlarında taşıyarak zararlı olurlar. Orta çağlardaki veba salgınının doğrudan fareler ile ilgili olduğu bilinmektedir [11].

3.4. Depo Yerinde Can Emniyeti

Depo yerinde çalışan personel yangın, patlama, iş makineleriyle meydana gelen kazalar, sağlık riskleri ve hatta çalışma yöntemi ve saatlerinden kaynaklanan çeşitli problemlerden korunmalıdır. Bu amaçla alınacak tedbirler çevrede bulunabilecek insan ve canlıların da riske girmesini önleyecektir. Alınan tedbirler ile insan can emniyeti ve çalışanların moral durumları korunduğu gibi önemli ekonomik kayıpların da önüne geçilmiş olacaktır [11].

3.5. Doğabilecek Zararlar ve Kötü Çalışma Şartları

Depo yerinde çalışanlar çalışma şartlarına bağlı olarak değişik türde zarar ve sağlık riskleri ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Ortaya çıkan her problem o andaki duruma özeldir. En çok karşılaşılan zararlar ve kötü haller aşağıda sıralanmıştır:

- Biyogaz, asit, alkali, çeşitli tozlar, mikroplu maddeler gibi zararlı maddelerle meydana gelen temas,
- Ağır taşıt trafiği sırasındaki kazalar,
- Depo yerinde çeşitli amaçlarla kullanılan çeşitli teknik ekipmanlarla meydana gelen temaslar (pompalar üzerindeki tehlikeli noktalar, greyderlere ait kusurlu hidrolik donanımlar vb.)
- Ağır taşıt ve iş makinelerinin neden olduğu vibrasyonlar,
- Keskin ve sivri nesnelerle kaza ile meydana gelen temaslar ,
- Çalışanların depo yerlerindeki tozdan, ıslak ortamdan, koku ve böceklerden olumsuz yönde etkilenmeleridir [11].

4. KATI ATIK YÖNETİMİ

Katı atıkların bertaraf edilmesi için uygun bir yöntemin seçilebilmesi için, katı atıkların çok iyi bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Atığın cinsi ve miktarı, çevreye olan etkisi ve atığı oluşturan insan sayısı ciddi bir atık yönetim sisteminin oluşturulmasında etkili birer unsur teşkil etmektedir. Atık oluşumundan başlayarak nihai depolamaya kadar, etkili bir katı atık yönetim sistemi başlıca altı esas bileşeni ihtiva eder [12]. Bunlar;

1. Atık oluşumu
2. Atık ayıklama, biriktirme ve kaynakta sınıflandırma
3. Toplama
4. Ayırma, işleme ve dönüştürme
5. Transfer ve taşıma
6. Nihai uzaklaştırma

olarak sıralanabilir.

4.1. Atık Miktarının Azaltılması

Katı atık yönetiminin ilk ve en önemli kuralıdır. Bu ise atık üretmekten kaçınmak ve geri kazanmayı teşvik etmekle mümkündür. Bunu sağlamak için aşağıdaki önerilerin uygulanması gerekmektedir.

- Ambalajların küçültülmesi ve geri kazanımı
- Çevre ve temizlik vergisi – Katı atık uzaklaştırma ücreti
- Bilinçlendirme ve eğitim [13].

4.2. Atıkların Yeniden Kazanımı

Ülkemiz katı atıkları içinde bulunan atıkların yaklaşık %15'i doğrudan, %80'i ise ayrıştırma sistemleri ile geri kazanılabilir niteliktedir. Bu maddeler önemli bir ekonomik değere sahip olup, geri kazanılması ülke ekonomisi için çok önemlidir. Ayrıca, evsel katı atıklar içinde yaklaşık %40 oranında bulunan organik atıklarında anaerobik çürütme yöntemi ile biogaz ve gübreye dönüştürülmesi de belediyeler için kirliliği önlemek kadar, gelir getirici uygulamalardır.

Günümüzde uygulanan etkin katı atık yönetimi teknoloji ve uygulamaları ile yukarıda özetlenen olumsuz etkileri önlemek yanında bu yönetim sürecini belediyeler için kar getirici (kağıt,metal,cam vb. geri kazanımı ve biogaz, gübre,vb. üretimi yollarıyla) bir etkinliğe dönüştürmek olasıdır.

Katı atıkların içinde önemli bir yüzdeyi oluşturan organik atıklar son ürün olarak su buharı,sülfür gazı ve yüksek oranda da metan gazı elde edilmektedir.Bu şekilde elde edilen biyogazdan ısı ve elektrik enerjisi sağlamak mümkündür. Diğer yandan reaktörden çıkan atık çamur işlenmiş gübre özelliği taşıdığından artı bir kazanç sağlamaktadır [13].

4.2.1. Kompostlaştırma işlemi

Sıvı oranı düşük çöp, hayvan gübreleri ve benzeri endüstriyel organik atıkların bertarafında kullanılan sistemlerden biridir. Atıkların sık aralıklarla karıştırılıp havalandırılması esasına dayanmaktadır.Ancak bu karıştırma işlemi büyük enerji masrafına yol açan ve işletmeyi zorlaştıran bir unsurdur. Kompost işleminde oksijenli ortam oluşturabilmek için atıklar yaklaşık yarım metre yüksekliğinde serilmektedir.Bunun sonucu olarak kompostlaştırma seraları için gereken yüzey alanı çok büyük boyutlara ulaşmaktadır.Bu tesislerde çıkan koku sorununu çözmek için nerede ise tesis maliyetine yaklaşan ek yatırım yapmak gereklidir.Ülkemiz koşullarında yüksek yatırım, işletme masrafları ve proses kontrolünün zorluğu gibi nedenlerden dolayı cazip bir seçenek olarak görünmemektedir [13].

4.3. Yakma

Bir katı atık yakma fırınının birinci fonksiyonu katı atığı yakarak etkisiz bir artık haline getirmektir; Isıl yeterliliği ve ısı merkezine ısı transferinin kalitesi, endüstriyel fırınlarda birincil derecede önemli olmasına karşılık katı atık yakma fırınlarında ikinci derecede önemli olur. Katı atık yakma tesisleri, kapasitelerine, yakılacak atığın niteliğine, ızgara sisteminin tipi ile birlikte atık ısı kullanımı, baca gazı soğutma ve gaz temizleme yöntemlerine göre sınıflandırılırlar. Çok küçük fırınlar 5-50 kg/sa, küçük fırınlar 30-500 kg/sa, orta büyüklükte fırınlar 0.2-3 t/sa ve büyük fırınlar 3t/sa'den fazla atık yakarlar. Belediyeye ait çöp yakma fırınları son kategoriye girer. Amerikan Katı Atık Yakma Enstitüsü, katı atık yakma fırınları için daha çok küçük birimlere yararlı olabilecek bir sınıflandırma yapmıştır. Ağırlığın hacim kapasitesine dönüştürülmesi, atığın yoğunluğuna bağlıdır. Yoğunluk tipik olarak 0.05 ile 0.35 t/m³ aralığında olup, düşük değer gevşek toplanmış malzemeye, yüksek değer ise çöp kutusu veya toplama aracındaki yoğunlaşmış nemli atığa karşılık gelmektedir. Bir katı atık yakma fırınının kapasitesi, atığın ısı değeri ile yaklaşık ters orantılıdır[14].

Modern atık yakma tesislerinde, enerji kazanma ünitesi ve ileri teknoloji ile baca gazı temizleme sistemi vardır. Evsel, tehlikeli ve tıbbi atıklar için yakma ve baca arıtma prosesleri birbirinden ayrıdır. Yakma tesislerinden ortaya çıkan enerjinin kullanılabilmesi için yapılan araştırmalarda bir ton katı atığın yakılması sonucu 0,3 ton kömür veya 200 L fuel-oil'in ısı değeri kadar bir ısı elde edildiği tespit edilmiştir. A.B.D'de katı atıkların yakılması ile enerji üretimi konusunda birçok araştırma yapılmış ve elektrik enerjisi gerçekleştirilmiştir [15].

4.4. Düzenli Depolama

Katı atıkların yönetiminde uygulanan en son aşamadır. Düzenli depolamada dikkat edilmesi gereken başlıca unsurlar ;

- Depolama alanının yeri (yerleşim birimlerine, çevre yol bağlantılarına uzaklığı)

- Depolama alanını eğimi ve depolama şekli (vadide depolama, yamaçta depolama, düzlük arazide depolama, vs.)
- Depolama alanının ömrü (en az yirmi yıllık ihtiyacı karşılayacak kapasitede seçilmelidir)
- Drenaja uygun zemin ve sızıntı önleyici geçirimsiz tabaka

Katı atık yönetiminin çeşitli aşamalarında izlenecek yöntemler ve kullanılacak teknolojiler yatırım maliyetini belirleyen faktörlerdir. Aşamalardan birisinin hatalı tasarımı veya işletilmesi, tüm sistemin işlevini ve ekonomisini olumsuz etkileyecektir. Tüm bunlar katı atık yönetimi gibi çok bileşenli bir konuyu yönetecek organizasyonun planlamasını rasyonel olarak yapılması ile girdi ve çıktıların iyi değerlendirmesini gerektirmektedir [13].

4.5. Düzenli Depolama Metotları

Depo yer olarak seçilen yerden en verimli şekilde yararlanmak halk ve çevre sağlığını korumak amacıyla mutlaka mühendislik projesi ve tasarımının yapılması gerekmektedir. Bir çok depolama şekilleri geliştirilmesi yağ ve yağışlı alanlar için ayrı, kuru sahalar için ayrı uygulamalar söz konusudur. Yağ ve yağışlı alanlarda depolanmasında çevreye zarar vermesi ihtimali söz konusu olduğundan bu gibi yerlerin doldurulmasından kaçınılmalı ve kuru sahalar tercih edilmelidir. Kuru ve kurak sahalar için bir çok depolama metodu söz konusudur [16].

4.5.1. Düz alan metodu

Bu metod arazinin hendek kazımı için uygun olmadığı hallerde kullanılır. Bu metotta arazi üzerinde işletme öncesi yapılabilecek tek çalışma, arazi yüzeyindeki yüksek organik içerikli toprağın tamamını deponi alanını örtmek amacıyla yüzeyden alınarak bir yere stok edilmesidir. Çöpler uzun ve dar şeritler (30-60 cm kalınlıkta) araziye serilir ve sıkıştırılarak 2-3 m yüksekliğe kadar depo edilir. Şeritlerin boyları, bu yüksekliğe genelde gün sonunda erişilecek şekilde hesaplanır. Günü sonunda

depolanan sıkıştırılmış çöp yığınının üzerine 20-30 cm kalınlığında toprak tabakası ile örtülür. Doldurma operasyonu genellikle toprak bir seddenin dibinden başlar ve sıkıştırılarak sedde yüksekliğine kadar devam eder. Üzeri toprakla örtülerek kapanan çöp yığınının “hücre” denilmektedir. Hücreler üst üste inşa edilerek planlanan seviyeye ulaşır. Bu metod da deponi alanına serilen örtü toprağı genellikle başka bir yerden getirilir. Alan yüzeyi ekipmanların gereksiz yere beklemelerini engelleyecek kadar büyük olmalıdır. Ancak alan kağıt ve katı atıkların uçuşmasını ve canlılar ile geçen hastalıkları min. indirmek için de fazla büyük olmamalıdır [17].

4.5.2. Hendek metodu

Kazılarak yeterli örtü materyali sağlanabilen sahalar için ideal bir metoddur. 30 ila 120 cm uzunluğunda, 1 ila 2 m derinliğinde ve 5 ila 8 m genişliğinde çukurlar kazılıp, bu çukurlara katı artıklar 45 ila 60 cm yüksekliğinde ince tabaka halinde dökülüp, sıkıştırılır. Operasyon istenen yüksekliğe erişene kadar devam eder. Hendek kazma işi sırasında çıkan toprak örtü materyali olarak kullanılır [16].

4.5.3. Yamaç metodu

Vadi ve eski maden ocakları gibi tabii veya suni çukur yerlerde uygulanır. Bu metotla katı artıkları depolama ve sıkıştırma teknikleri, depo yerinin geometrisi, hidrolojisi ve jeolojisi ile örtü materyalinin özelliklerine ve sitenin yol durumuna bağlı olarak değişir. Katı artıklar vadi kenarına doğru yaklaşık 2:1 meyili verecek şekilde iterek, sıkıştırılır. Bu metotla sıkıştırma çok iyi sağlanmaktadır [16].

4.6. Atıkların Örtülmesi

Uçuşabilecek maddelerin rüzgarla sürüklenmesinden, kemirgenlerden, taşıyıcı hayvanlardan , haşerelerden ve kokudan kaynaklanan sorunları önlemek için bütün açık atık yüzeyleri her günün sonunda 15 cm kalınlığında bir toprak tabakasıyla örtülmelidir. Atıklar planlanan hücre yüksekliğine ulaştığında bir ara örtü oluşturmak için 15 cm lik ek bir toprak örtüsü serilmelidir. Ara örtü 30 cm kalınlığında olacak ve

bir ay üzerine atık boşaltılamayacak alanlara serilecektir. Günlük hücrelerin büyüklüğü belirlenirken, atığın kapladığı yüzey alanının minimum düzeyde olması günlük örtünün daha az yapılmasına dolayısıyla ekonomik fayda sağlamasına katkıda bulunacaktır. Sızmaları ve erozyonu önlemek için ara örtünün tesviyesi yapılmalıdır. Üzerindeki örtü çatlak, yıpranmış olan veya düzgün eğimde olmayan bütün atık depolama alanlarına periyodik olarak ilave örtü uygulanacaktır. Günlük örtü uygulanması depolaması depolama işleminin sadece gündüz yapıldığı ve gece çalışmasının olmadığı sahalarda çok pratik olarak uygulanabilir .Ancak 3'lü vardiya 24 saat çalışma esasına dayalı depolama alanlarında uygulaması oldukça güçtür [16].



Resim 4.1. Yıpranmış örtü tabakasının ilave örtü ile tamamlanması [16].



Resim 4.2. Yıpranmış örtü tabakasının ilave örtü ile tamamlanması [16]

4.7. Katı Atıkların Toplanması

Ülkemizde, birçok belediyede iskan ve ticari alanlardan kaynaklanan katı atıklar, haftanın belli günlerinde çöp kamyonları ile toplanmaktadır. Bunlara ilaveten çöp toplama ameliyesinin daha sistematik bir şekilde yapılabilmesi amacıyla şehrin belli noktalarında konteynırlar konmuştur. Endüstrilerden kaynaklanan katı atıklar ise, genelde endüstriyel kuruluşların kendi imkânları ile katı atık uzaklaştırma sahalarına nakledilmektedir. Düzenli bir şekilde yapılması beklenen katı atık toplama işlemi maalesef beklendiği gibi gerçekleşmemektedir. Şöyle ki, bir standardizasyona gidilmediği ve gereken bakım yapılmadığı için belediyelerdeki çöp toplama araçlarının önemli bir yüzdesi arızalı olarak garajlarda bulunmaktadır. Şehrin muhtelif noktalarında bulunan konteynırlar ise etraflarına yayılan çöplerle ve içlerinde akan sızıntı suları ile bir kirlilik odağına dönüşmektedir. Çöp toplama işlemi bilinçli bir şekilde gerçekleşmediği için optimuma yaklaşımdan çok uzak bulunmaktadır [18].

Katı atıkların geçici depolama yapıldıkları yerden bertaraf edilmek maksadıyla alınması ve götürülmesi işlemi katı atıkların toplanmasıdır. Toplama katı atık yönetiminin en zahmetli ve maliyetli unsurudur. Toplama sistemi, atıkların kaynağında geçici depolanmasında uygulanan usule uygun olmalıdır. Toplama taşıtları su veya kara taşıtı olabilir. Ülkemizde atık toplanmasının tamamı kara yolu ile yapıldığı için burada anlatılanlar kara da toplama ile ilgilidir. Katı atıkların toplanması üç şekilde yapılır [19].

4.7.1. Borularla atıkların toplanması

Katı atıkların boru ile toplanmasında taşıyıcı olarak su veya hava kullanılır .

Borularda su ile toplama çöp öğütücüleri:

Borularda su ile atık toplanmasında en yaygın uygulama çöp öğütücüleri'dir. Öğütücüler mutfak lavabolarına veya özel teknelere monte edilirler. Öğütücülerin kullanımı ile su tüketimi çoğalmakta ve atık su oluşumu ile kirlilik artmaktadır. Ayrıca geri kazanılabilir atıkların önemli bir kısmı değerlendirilemez hale gelmektedir. Bu nedenlerle çevre bakımından öğütücülerin kullanımı tavsiye edilmemektedir. Garchey Sistemi Borularda su ile katı atık toplamada uygulanan ikinci metot Garchey sistemidir. Bu sistemde atıklar mutfakta veya uygun başka bir yerde bulunan ve tabandaki çıkış ağzı kapalı bir teknede biriktirilmektedir. Teknede yeterli miktarda atık birikince tekne su ile doldurulmakta ve kapak açılarak atığın su ile birlikte gitmesi sağlanmaktadır. Borular atıkları belirli aralıklarla yapılan çukurlara getirmektedir. Çukurlarda biriken atıklar özel vidanjörlerle alınarak uzaklaştırılmaktadır. Bu usulde de su tüketimi artmakta ve atık su oluşumu ile kirlilikte artışlar olmaktadır.

Borularda hava ile toplama:

Katı atıkların borularda hava ile taşınması vakumla veya basınçlı hava ile yapılmaktadır. Bu metotta atıklar özel olarak yapılan hava hattına özel ağızlardan

atılmaktadır. Hatta atılan atıklar merkezi bir yere toplanmakta ve orada havadan ayrılmaktadır. Havadan ayrılan atıklar bertaraf yerine başka bir taşıma vasıtası ile taşınmaktadır. Bu sistemde enerji tüketimi fazladır ve hava kirliliği ile gürültü oluşmaktadır. Garchey sistemi ve hava ile atık toplamada atılan atıkların belirli bir büyüklüğü geçmemesi gerekmektedir. Bu ise bazı işletme problemlerinin oluşmasına neden olmaktadır [19].

4.7.2. Atık kabını boşaltarak toplama

Katı atıkların toplanmasında en yaygın kullanılan metot, dolu katı atık kaplarının toplama aracına boşaltılmasıdır. Toplama işlemi kara veya deniz yolu ile yapılabilir. Konteynerlerin toplama kabına boşaltılması şeklinde olmaktadır. Bu işlemin verimi atıkların geçici olarak biriktirildiği kaplar ile toplama araçlarının özellikleri ile doğrudan ilgilidir. Atık toplama kaplarının standart olması toplama araçları ile uyumu basitleştirmekte, kalite ve işletme kolaylığı sağlamaktadır. Bunlara bağlı olarak da toplama maliyetinin azalmasına yardımcı olmaktadır.

Atık kabını boşaltma sureti ile atık toplama işleminde kullanılan konteynırlar genellikle 110, 220, 400, 800 ve 1100 litreliktir. Bazı uygulamalarda 6 m³ e kadar boşaltma işlemi uygulanabilen konteynırlar vardır. Atık biriktirme kapları metal veya plastikten yapılabilir. Metal olarak en yaygın galvaniz sac kullanılmaktadır. Bazı uygulamalarda paslanmaz çelik malzeme de kullanılmaktadır. Plastikten 1100 lt ye kadar konteynırlar yapılabilmektedir. Plastik konteynırların en büyük mahsuru ısıya karşı dayanıksız olmasıdır. Buna mukabil kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlara daha dayanıklıdır. Yanma tehlikesi nedeni ile kül toplanan konteynırların plastik olmaması gereklidir. Katı atıklar poşetlerle da toplanabilir. Atık toplamada kullanılacak poşetlerin standart ebat, özellik ve renkte olmaları zorunludur. Ülkemizde katı atık toplam kapları ile ilgili standart yoktur. TSE standart çıkarma hazırlıklarını sürdürmektedir [19].

4.7.3. Boş kabı dolusu ile değiştirme

Bu metot büyük hacimli atık toplama kaplarının kullanılması halinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Atık kapları doldukları zaman yanlarına boşları bırakılmakta ve dolu olan alınmak sureti ile toplanmaktadır. Atık oluşumunun çok olduğu yerlerde ve sitelerde bu tip kapların kullanılması daha uygundur. Boşu ile değiştirilerek atık toplamada kullanılan konteynerlerin en küçüğü 5,5 m³ tür. Bu hacim 40 m³ e kadar çıkabilmektedir. Bu tip kapların sıkıştırmalı olanları da mevcuttur [19].

4.7.4. Ambalaj atıklarının ayrı toplanması

Katı atıkların içerisindeki ekonomik değeri olan malzemelerin geri kazanımının verimli olabilmesi için kaynağında ayrı toplamanın yapılması gerekmektedir. AB kriterleri ile “Ambalaj ve Ambalaj Atıklarını Kontrol Yönetmeliği”ne göre ambalaj atıklarının ayrı toplanması mecburiyeti vardır. Belirli bir takvimde kotaların sağlanabilmesi için ayrı toplamanın yapılması zorunludur. Atıkların kaynağında ayrı toplanmasında yaygın olarak getirtme ve toplama olmak üzere iki metod uygulanmaktadır.

Atık toplama merkezleri

Kaynağında ayrı toplamada getirtme usulü atık toplama merkezleri ile gerçekleştirilmektedir. Bu usulde kaynağında ayrı toplanıp biriktirilen geri kazanılabilir atıklar, yerleşimin belirli yerlerine yapılan atık toplama merkezlerine getirilerek uygun kaplara konulmaktadır. Kap sayısı, büyüklüğü ve rengi ayrı toplanacak atıkların sayı, özellik ve miktarına bağlı olarak belirlenmektedir. Toplama merkezlerinin verimini arttırmak için bunların ulaşımı kolay, temiz ve giriş-çıkışı kolay olmalıdır .

Ayrı toplama

Bu metotta vatandaşlar atıklarını belirlenen sayıda kapta ayrı olarak biriktirmektedir. Genel uygulamada atıklar üç kapta toplanmaktadır. Birinci kapta kağıt-karton atıkları, ikinci kapta diğer ambalaj atıkları ve üçüncü kapta diğer atıklar toplanmaktadır. Ayrı biriktirilen atıklar belirli periyotlarla toplanmaktadır. Toplama periyodu 1 veya 2 haftadır. Kaynağında ayrı toplama yapılması halinde oluşacak atık miktarına ve atığın kaç kapta toplanacağına bağlı olarak konteyner özellikleri ve renkleri tespit edilmelidir. Bütün geri kazanılabilecek atıklar tek kapta ayrı toplanıyorsa bu kap kapaklı olmalıdır. Kağıt ve karton ayrı kapta toplanıyorsa sadece bu kapların kapaklı olması yeterlidir. Kağıt-karton ve tektip atık biriktirilen kaplar sıkıştırılmalı olabilir. Hangi bölgeden ne zaman ayrı toplamanın yapılacağı vatandaşa daha önceden bildirilmelidir .

Katı atık toplama araçları

Katı atık toplama araçları, atık depolama bakımından aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Sıkıştırmasız araçlar
- Sıkıştırılmalı araçlar
- Mekanik sıkıştırılmalı araçlar
- Hidrolik sıkıştırılmalı araçlar

Araçlar yükleme şekline göre şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Arkadan yüklemeli araçlar
- Önden yüklemeli araçlar
- Yandan yüklemeli araçlar

Karışık toplanan atıkların toplanmasında genellikle sıkıştırılmalı araçlar kullanılır. Sıkıştırmasız araçlarla karışık atık toplanması yok denecek kadar azdır. Ancak motorlu araçların hareket edemediği sokaklarda ve küçük yerleşim yerlerinde kullanılabilir. Günümüzde en yaygın kullanılan araç tipi hidrolik sıkıştırılmalı araçlardır. Bunların işletmesi mekanik sıkıştırılmalı araçlara göre daha kolaydır. Mekanik sıkıştırılmalı araçların en büyük avantajı atıkları kısmen parçalamasıdır. Kaynağında ayrı toplama için kullanılacak araçları üstten (yandan veya önden) yüklemeli olması gereklidir. TSE katı atık toplama araçları için de standart hazırlama çalışmalarını sürdürmektedir [19].

4.7.5. Toplama optimizasyonu

Toplama sisteminin optimizasyonu değişik modeller uygulanmaktadır. Bunların içerisinde en yaygın olanı mikro güzergah araştırmasıdır. Günümüzde GIS sistemi ile çalışan optimizasyon modelleri geliştirilmiştir. İstanbul'un bazı ilçelerinde uygulanan bir modelde toplama maliyetinde % 30 lar civarında bir azalmanın sağlanabileceği belirlenmiştir [19].

4.8. Katı Atıkların Taşınmasında Güzergah Seçimi ve Transferi

Güzergah seçiminde önemli olan, mümkün olan en fazla miktarda çöpü en kısa yoldan ve en kısa zamanda almaktır.

5. KATI ATIK MİNİMİZASYONU

İnsanların sınırsız ihtiyaçlarını karşılamak için yenilenebilir kaynakların dengeli, ekolojik gelişmeye uygun yeni kullanım biçimlerini bilimsel ve teknolojik gelişmeler yardımıyla geliştirmek gerekmektedir [3].

5.1. Katı Atıkları Kaynağında Ayır Toplama ve Geri Kazanma İlkeleri

Atık yönetiminde esas prensip ; Kaynağında ayır toplama yaparak, geri kazanılabilir maddeleri tekrar ekonomiye kazandırmak ve böylece düzenli depolama yapılacak çöplerin hacminin azaltılmasıdır. Yerel yönetimler çalışmalarını bu prensibe göre planlamalıdır.

Bu gün satın alınan hemen her şey kağıt, plastik, cam veya metal ambalaj malzemeleri içindedir. Katı atık miktarının sürekli artışının yanı sıra, bunların depolanması, toplanması ve boşaltımı için kullanılan depolama gereçleri ve toplama araçlarının yatırım-işletme-bakım giderleri ve işçilik maliyetleri sürekli artmaktadır. Hemen hemen bütün belediyeler temizlik hizmetlerini gerçekleştirmek amacıyla bütçelerinin %30'unu harcamaktadırlar.

Çoğu kez kağıt, cam, plastik ve metal gibi geri kazanılabilir malzemeler, ilgili belediyelerin tespit ettiği depo yerlerinde müteahhit firmalarca sıhhi olmayan ilkel metotlarla ayıklanmaktadır [8].

Devamlı çoğalan ve büyüyen “ yenilenebilir nitelikteki “ orman, çayır, balık gibi canlı doğal kaynaklar için belli sınırlar içinde geçerli olan tüketmeden kullanım ilkesi, kendi kendini yenileyemeyen doğal kaynaklar için geçerli değil. Petrol, madenler gibi “yenilemeyen nitelikteki” doğal kaynaklar, bir kez kullanıldıktan sonra bir daha yerine gelmeyen, kullandıkça tükenen kaynaklardır.

İşte bu yenilenemeyen nitelikteki doğal kaynakların ekolojik kurallara uygun bir şekilde de kullanımı, yeniden faydalanma ya da geri kazanma yöntemleri ile

mümkün olur. Geri kazanma işlemlerinde, eldeki çöp ham madde olarak kabul edilerek, yeniden kullanılabilir hale getirilebilir.

Çevrebilimci Lester Brown'un Dünyanın Durumu adlı yaylığında, yeniden kullanımın yararları şöyle özetleniyor: Geriye kazanma oranı arttıkça, tüm hammaddelere talep azalır. Bu da, örneğin ormanların korunmasına yarar; eldeki maden yataklarının çabuk tükenmesini önler; henüz işletilmeyen maden yataklarını gelecek kuşaklar için saklamaya yarar. Yeniden kullanım ile birlikte, önceki bölümlerde özetlediğimiz, çöp ve çöplüklere yeni yerler bulma sorunu hafifler. Çöp toplama maliyeti ve genelde çöpleri uzaklaştırma ve imha masrafları azalır.

Ülke ekonomisi açısından yeniden kullanım, hammadde ithal eden ülkelerin dışa bağımlılığını azaltır. Bu konuda en çarpıcı örnek Japonya, 1974'te kullandıkları tüm maddelerin sadece % 16'sını geri kazanırken, bu oran 1978'de % 48 'e çıktı. Yalnızca dört yılda elde edilen bu olağan üstü yeniden kullanım artışı, kısmen maden ve kağıt gibi maddelerin ithalini azaltmak içindi. Ama daha önemli amaç, ithal edilen petrol miktarının azaltılmasıydı.

Yeniden kullanım, enerji ihtiyacını nasıl azaltır? Hemen hemen tüm maddelerin yeniden kullanımı, aynı ham maddenin doğadan alınmasından daha az enerji gerektirir. Örneğin, kağıdı ağaçtan elde etmek yerine çöpteki maddelerden elde etmek, %20-40 oranında enerji tasarrufu sağlar. Demir ve çelikte bu oran % 35 kadar. Cam maddelerde de enerji tasarrufu vardır ama en yüksek oran alüminyumdadır. Bu madeni cevherinden almak yerine, çöpteki alüminyumdan geriye kazanmak, %94 oranında enerji tasarrufu sağlar. Ülkemizde son yıllarda kullanılmaya başlanan alüminyum tenekeler bugün çöpe atılmaktadır. Bu da önemli ölçüde milli servet kaybına yol açar. Oysa, alüminyum tenekelere depozito uygulansa, hammadde ve enerji kaybının önüne geçilebilecek. Böylece yeniden kullanım enerji tasarrufu sağladığı için, petrol ve diğer enerji kaynaklarının tükenme hızı yavaşlıyor. Üstelik fosil yakıtlarından kaynaklanan asit yağmuru ve atmosferde karbondioksit artışı da azaltılmış oluyor.

Çöpün içindeki maddelerin geriye kazanılması, çevre kirlenmesini önemli ölçüde azaltıyor. Örneğin, kağıdı ağaç yerine çöp halindeki kağıt mamullerinden elde etmek, hava kirliliğini %74, su kirliliğini %35, yapım sırasında su kullanımını % 58 oranında azaltıyor. Demir çelikte ise yeniden kullanım, hava kirliliğini % 85, su kirliliğini % 76, su kullanımını % 40 azalttığı gibi, madencilik yoluyla ortaya çıkacak çevre kirliliğinin de tamamını yok ediyor.

Geriye kazanmanın çok yönlü ekonomik ve ekolojik yararları olduğunu keşfeden Japonya gibi ülkeler, geri kazanma işlemini yoksul ailelerin kötü sağlık koşulları altında çöp devşirmeleri yoluyla yürütmüyorlar. Çok etkin toplama, ayıklama ve yeniden kullanım teknolojileri geliştiriyorlar. Bunlar, elle yapılan toplamadan daha randımanlı. Bir anlamda, yeniden kullanıma değer veren geleneklerle günümüz bilim-teknolojisi bir araya getirilmiştir [1].

5.1.1. Düzensiz depolama yapılan katı atık depo sahalarının oluşturduğu başlıca olumsuzluklar

Yer seçimi doğru yapılmamış, uygun olarak inşa edilmemiş ve düzensiz depolama yapılan çöp döküm sahalarının meydana getirebilecekleri başlıca olumsuzluklar şunlardır :

- Yer altı ve yerüstü su kirliliği,
- Toprak kirliliği,
- Depo gazının meydana getirdiği patlama, yangın tehlikesi ve kirlilikler,
- Görünüş kirliliği,
- Taşıyıcı ve haşere üremesi,
- Çevreye toz ve kötü koku yayılması,

Tekniğe uygun olarak yapılan düzenli depolamada bu ve benzeri olumsuzluklar giderilecektir [8].

5.2. Düzenli Depolama Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları

Düzenli depolanın avantajları ;

- Ön yatırımı nispeten en kolay olan bir yöntemdir.
- Düzenli depolama esnek bir metottur. Katı atık miktarına göre kapasite kolaylıkla artırılabilir.
- Düzenli depolama metodu ile tüm katı atık türlerinin elden çıkarılması mümkündür. Bu durum atıkların ayrı olarak toplanması gerekliliğini elimine eder.
- Uygun arazi bulunduğu takdirde en ekonomik yöntemdir.
- Düzenli depolama atıkların da düzensiz depolama yapılan yere göre daha az alana ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü çöpler orijinal hacimlerinin %40 ve %50 si arasında sıkıştırılmaktadır.
- Düzenli depolama yöntemi, diğer katı atık bertaraf yöntemleri gibi içerisinde herhangi bir tesisi kurulmasına gerek yoktur.
- Düzenli depolama yakma ve kompostlama gibi diğer metotlarla kıyaslandığında nihai bir imha metodudur. Her çöpe uygulanabilir.
- Çok sık rastlanılmayan malzemeler ve iri hacimli parçalar genellikle operasyonda sıkıntıya neden olmazlar.
- Kapatılan deponi alanı park ve oyun yeri, golf sahası ve hava alanı gibi amaçlarla kullanım için ıslah edilebilir.

Düzenli depolamanın dezavantajları ;

- Kalabalık yörelerde, ekonomik taşıma mesafesi içinde uygun yer bulmak güçtür.
- Büyük alanlara ihtiyaç duyulur.
- Yerleşim yerlerine yakın deponi alanları için, halkın muhalefeti ile karşılaşılabilir.
- Tamamlanmamış deponi alanlarında güçlük ve yerel çökmeler olabileceğinden devamlı bakımı gereklidir.
- Sıvı ve gaz sızıntıları kontrol edilemezse, yeraltı suyu kirliliği ve yangın, patlama gibi sakıncalı durumlar ortaya çıkabilir.

- Kış aylarında işletmeler bazı zorluklarla karşılaşılabilir [20].

5.2.1. Düzenli depolamanın vahşi depolamadan farkları

Düzenli depolama katı atıkların çevre sağlığına uygun şekilde tabanı kil ve geomembranla (plastik pestille) geçirimsiz hale getirilmiş bir araziye dökülüp sıkıştırılması ve üzerinin toprakla örtülmesini, içinde metan bulunan depo gazının uygun bacalarla kontrol edilerek toplanmasını ifade eder. Bu, ayrıca çöp sızıntı ve süzüntü sularının derlenip toplandığı ve arıtıldığı bir bertaraf etme metodunu da ifade etmektedir. İstanbul gibi birkaç şehir dışında Türkiye’de ve dünya genelinde en yaygın yöntem, vahşi depolamadır. 1995’e kadar Ümraniye-Örnek Mah. ve Esatpaşa Mahallesi, Ümraniye-Hekimbaşı, Kartal-Yakacık, Tuzla-Aydınlı, Halkalı, Habibler, Şişli-Feriköy, Kemerburgaz-Hasdal mahalle ve semtleri İstanbul’da daha önceden kullanılan vahşi depolama yerleridir. Düzenli depolamayı vahşi depolamadan ayıran özellikleri kısaca şöyledir:

1. Katı atıklar çevreye kötü kokular yaymaz.
2. Katı atıklar rüzgarla etrafa yayılıp çevreyi kirletmez.
3. Zararlı ve hastalık taşıyıcı canlılara, fare, sinek ve benzerlerine barınma ve çoğalma ortamı ortadan kalkar.
4. İçinde başlıca karbon dioksit ve metan bulunan depo gazının çıkışı pasif ve aktif yöntemlerle kontrol altına alınmıştır. Her iki grup yöntemle depo gazının çevreye, bina veya konutların içlerine yayılması engellenir. Pasif yöntemlerle depo gazı toplanıp atmosfere verilir veya yakılır. Aktif yöntemlerle depo gazı yakılarak elektrik üretilir veya sıcak su, buhar, v.s. elde edilir.
5. Süzüntü ve sızıntı suları kil ve geomembranlarla kontrol altına alınırlar. Ayrıca drenaj sistemi ile derlenirler. Bu yüzden bu sular arıtıldığından yer altı ve yerüstü suları kirlenmeye karşı korunmuştur.
6. Depo tesisine evcil ve yabanî hayvanların girmesine, orada barınıp beslenmelerine ve çoğalmalarına muhtelif yöntemlerle engel olunur.
7. Depolama tesisine giren katı atık miktarları tartılarak belirlenir.
8. Gelen katı atıklar gözle kontrol edilip denetlenir.

10. Katı atıklar buldozer veya uygun iş makinaları ile sıkıştırıldıktan sonra depolanır.
11. Sıkıştırılan katı atıkların üzeri her iş günü sonunda ortalama 15-25 cm'lik bir toprak tabakası ile örtülüp sıkıştırılmalıdır.
12. Deponun tümü veya bazı parselleri dolduktan sonra 50-100 cm. kalınlıkta bir toprak tabakası ile örtülür, üzeri yeşillendirilip peyzaj düzenlemesi yapılır veya başka amaçlarla kullanılır. Başlangıçta şehir kenarında olan katı atık depolama yerleri zamanla meskun bölge içinde kalmakta, bazen üzerine gecekondular inşa edilmektedir.

Esasında yukarıdaki 12 maddede özetlenen önlemlerin alınması gerekir. Düzenli depolama yerleri üzerine bina yapımına izin verilmez. Ancak zemindeki oturmalara karşı koyabilecek nitelikte ahşap veya uygun malzemeden baraka, büfe, sundurma gibi yapılar inşa edilebilir. Bunun yanında patlayıcı niteliği sahip metan gazının yangın ve patlamalara sebep olabileceği unutulmamalı, tesiste ve çevrede çalışanlar bu konuda eğitilmeli, gerekli tedbirler alınmalıdır [21].

5.2.2. Yer seçimi

Düzenli depolama işlemi, depo sahası için uygun yer seçimi ile başlar.

Yer seçiminde dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Çöp döküm sahaları, en yakın yerleşim birimine en az 1000 metre mesafede olmalıdır.
- Havaalanına en az 3 km uzaklıkta olmalıdır.
- İçme, kullanma ve sulama suyu temin edilen yer altı ve yerüstü sularının koruma bölgelerinde inşa edilmemelidir.
- Deprem bölgelerinde fay üzerinde inşa edilmemelidir.
- Taşkın riskinin yüksek olduğu yerlerde çığ, heyelan ve erozyon bölgelerinde inşa edilmemelidir.
- Sulak alanlarda hiçbir şekilde inşa edilmemelidir.
- Şehircilik açısından, çöp depo sahaları hakim rüzgar yönünde inşa edilmemelidir.
- Kurulan tesisin konumu, imar planında belirtilerek, işletmeye kapatıldıktan itibaren

en az 40 yıl yerleşime açılmaması sağlanmalıdır.

- Depolama sahası en az 10 yıllık ihtiyaca cevap verecek kapasite de olmalıdır [8].

5.2.3. Depolamada istisnalar

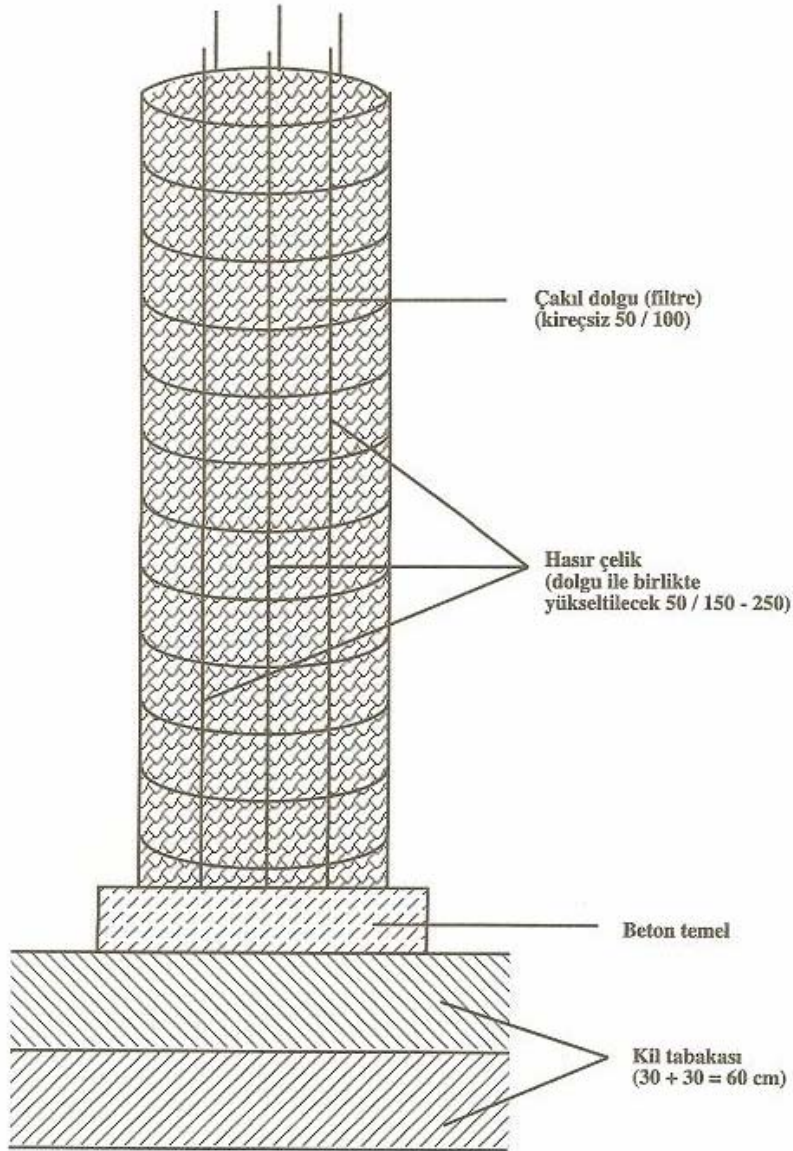
- Evsel atıkları düzenli depolamak maksadı ile inşa edilen depolara,
- Sıvıların ve sıvı atıkların,
- Akıcılığı kayboluncaya kadar suyu alınmamış arıtma çamurlarının,
- Patlayıcı maddelerin,
- Hastane ve klinik atıkların,
- Hayvan kadavralarının,
- Radyoaktif madde ve atıkların,
- Tehlikeli atık sınıfına giren katı atıkların,
- Evsel nitelikte olmayan endüstriyel atıkların,
- Hafriyat toprağının.
- Depolanmaması gerekir.

Bu tür atıklar, evsel atıklardan ayrı olarak, zemin geçirimsizliği iki kat artırılmış ayrı bölmelerde depolanırlar [8].

5.2.4. Depo gazının uzaklaştırılması

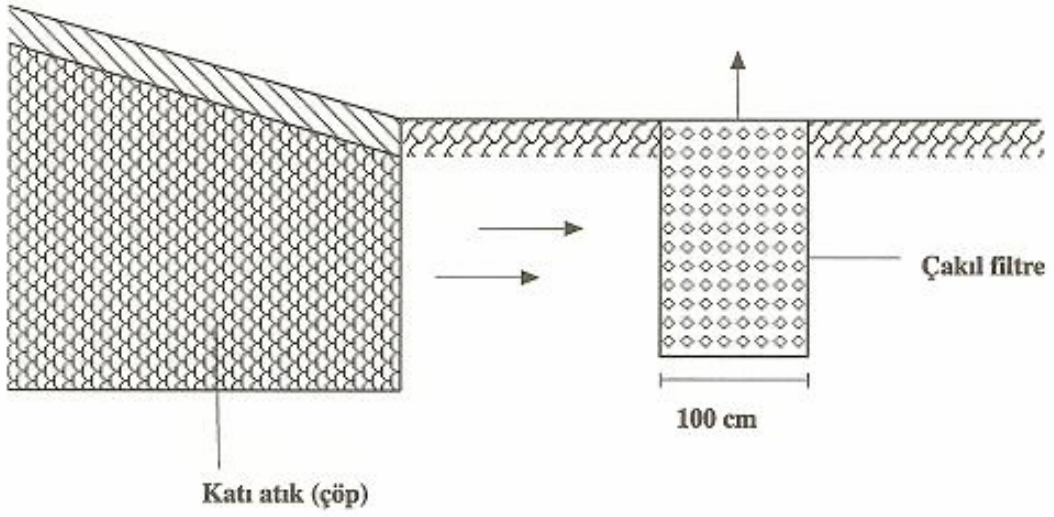
Depo gazı, depo gövdesi içerisinde mikrobiyolojik ayrışma sonunda ortaya çıkan veya depolanan atığın gaz fazına geçen kısmı olarak adlandırılır. Katı atık depolama sahasının dolgusu teşkil edildikten sonra gövde içine hava girişi olmadığından, ortamda daha önceden mevcut olan O_2 'nin bitmesinden sonra gövde içinde anaerobik reaksiyon başlayacaktır. Bu reaksiyon sonucu ortamdaki organik maddeler parçalanarak CO_2 , HCO , H_2S ve CH_4 (metan) ortaya çıkaracaktır. Bu gazlar çevreye yayılarak koku, yangın, patlamalar ve zehirlenmelere sebep olabilirler. Depo gazları (özellikle metan gazı) yeraltından 200 metre mesafelere kadar ilerleyebilmektedir. Hatta depo sahası çevresindeki binalarda bodrum, kanalizasyon veya kablo boruları vasıtası ile yayılarak çeşitli patlamalara, boğulma ve zehirlenmelere de sebep

olabilirler. Ayrıca bu yollarla daha uzaklara yayılabilmektedirler. Ortalama $1 m^3$ çöpten 100-400 m^3 gaz çıkmaktadır.

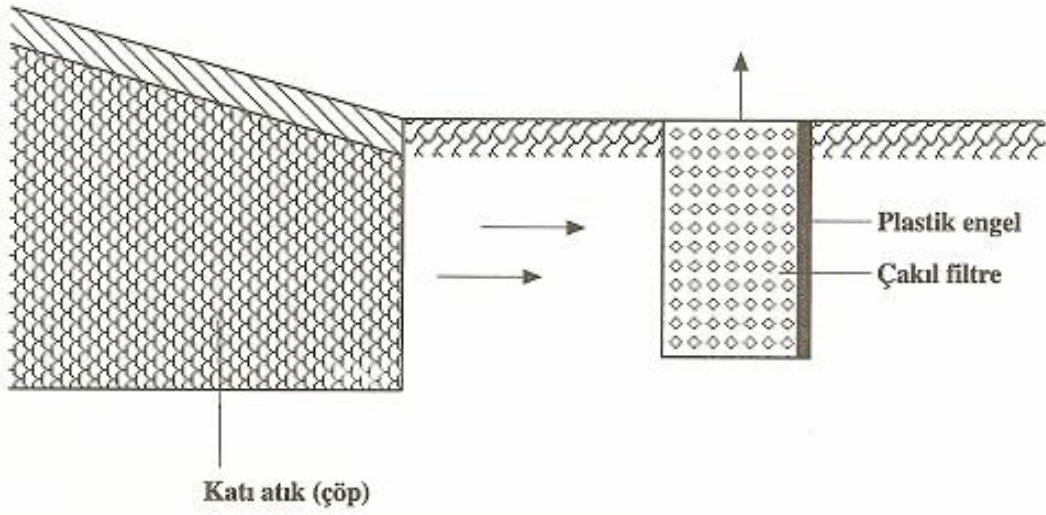


Şekil 5.1. Gaz Toplama Bacası [8]

Geçirgen hendek



Engelli hendek



Şekil 5.2. Gaz Drenaj Hendekleri [8]

Gaz toplama bacaları, depo sahasında dolgu yapılmadan önce, tabanı ve drenaj sistemi tesis edildikten sonra inşa edilir veya dolgu işlemi tamamlandıktan sonra sondajla açılırlar. Bu baca veya kuyuların çapı 1 metre olur. Eğer depo sahasında oluşan gazlar kullanılacak ise (elektrik, ısınma vs.) bacanın ortasına yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) 'den mamul delikli yada yarıklı dren borusu yerleştirilir. Bu borunun etrafı çakıl veya mıcır ile doldurulur. Gaz bacalarında kullanacağımız boruların, yüzey alanının %15'i delik veya yarıkla kaplanmalıdır.

Depo gazlarından faydalanılmayacak ise kuyunun içi sadece mıcır ve çakılla doldurularak, gazlar doğrudan atmosfere verilir. Gaz toplama kuyularında kullanacağımız mıcır veya çakıl kalkersiz olmalıdır. Depo sahasındaki gazların iyi bir şekilde toplanabilmesi için kuyular 50 – 88 m mesafelerle açılır ve inşa edilirler. Eğer gaz toplama bacaları çöp dökümünden önce inşa ediliyorsa, zeminde hazırlanan temel üzerine 1 m çapında çelik hasır yerleştirilir. Bunun ortasına delikli ve yarıklı gaz borusu indirilir etrafı kalkersiz çakılla doldurulur. Gazdan faydalanılmayacak ise bacalara gaz borusu konmaz, sadece çakıl ile doldurulur. Dolum yükseldikçe çelik hasır yükseltilir. Bu kuyulardan gazlar, ya pasif olarak atmosfere verilir ya da gaz kuyuları bir yakma ünitesine bağlanarak kuyularda biriken gaz yakılır veya enerji elde edilir. Çöp dökümü sırasında bu gaz bacalarının kapanmamasına dikkat edilmelidir [8].

5.2.5. Depo sahasının işletilmesi

Çevreye zarar vermeyen sağlıklı bir çöp dolgusu elde etmek ve depo sahası kapasitesinin planlanan süreden önce doldurulmasını önlemek için işletmenin tekniğine uygun olarak yapılması gerekmektedir.

İşletmecilikte esas, çöp dolgusunun tekniğine uygun olarak yapılmasıdır. Çöpler sahaya kontrol edilerek ve tartılarak alınır. Yanan veya sıcak çöpler varsa, söndürüldükten ve soğutulduktan sonra depolanır. Tehlikeli ve zararlı maddeler evsel atık depolarına depolanmamalıdır. Sıvı atıklar depolanmamalıdır. Yakma tesislerinde yanması mümkün değilse bu tür sıvı atıklar ağzı sıkı kapatılmış bidonlar içinde

gömölerek depolanırlar. Tıbbi atıklar evsel atıklarla birlikte depolanamazlar. Bunlar ayrı depolara depolanarak, her günün sonunda üzerleri 10cm’lik kireç tabakası ile örtülür. Çöpler döküldükten sonra tabakalar halinde sıkıştırılarak depolanırlar. Gün sonunda bu çöplerin üstü 10-15 cm’lik toprak örtü (günlük örtü) ile kapatılmalıdır. Böylece koku haşere üremesi, toz vb. olumsuz etkiler önlenir.

Depoya dolgu yapılmasına başlanıldığında ilk katı atık tabakası yüksekliği 2 metre olmadan, sıkıştırma araçları sahaya girmemelidir. Böylece depo tabanı ve dren boruları zarar görmez.

Dolgu sırasında toz ve koku emisyonları mümkün mertebe önlenmelidir. Sahaya düşen yağmur suları kontrol edilerek atıkların içine intikali önlenmelidir. Sahaya çöp dökümü kontrollü olarak yapılmalı ve gaz bacalarının zarar görmeleri önlenmelidir. İşletme sırasında yeraltı ve yerüstü suları kirletilmemelidir. Günlük depolanan atıkların miktarı, özellikleri vs. için defter tutulmalıdır. Saha çevresine açılacak izleme kuyuları vasıtası ile sızıntı suyu ve gaz yayılması kontrol altında tutulmalıdır. Ayrıca saha içi yollarının, yüzeysel su kanallarının bakımı ve kontrolü rutin olarak yapılmalıdır [8].

5.3. Düzenli Depolama Yapılmamış Eski Çöp Sahalarının Rehabilitasyonu

Düzensiz depolama yapılan eski çöp sahaları, çevre ve insan sağlığı açısından büyük tehlike oluşturur. Bu sebeple bu sahalar çöp dökümüne kapatılarak ıslah edilmelidir [8].

5.4. Katı Atıklardan Örnek Alınması

Gerek ekonomik olarak gelişmekte olan ülkelerin ve gerekse gelişmiş ülkelerin günümüzde karşılaştıkları en önemli çevre sorunlarından biri katı atık yönetimidir. Birçok şehirde, katı atıkların taşınması ekonomik olarak yapılmamakta, geri kazanma ilkel yöntemlerle uygulanmakta, katı atıklar “ vahşi depolama” şeklinde uzaklaştırılmaktadır. Mevcut durumu düzeltmek için katı atıkların miktarı ve

özellikleri hakkında doğru verilere gereksinim vardır. Birçok, özelliklede gelişmekte olan ülkelerde bu veriler mevcut değildir. Katı atıkların özellikleri ülkeden ülkeye, şehirden şehre büyük farklılık gösterdiği için literatürde yer alan verilerin de kullanılması doğru değildir. Örneğin Almanya'dan kaynaklanan evsel katı atıkların nem oranları henüz katı atık örneklerinin %20 civarında iken Türkiye'de katı atıklarda bu oran %80 civarındadır. Bu nedenle de uygun katı atık yönetiminin gerçekleştirilebilmesi için yapılacak ilk çalışma katı atıkların miktarı ve özellikleri hakkında gerekli verilerin toplanmasıdır [22].

Katı atıkların özelliklerini tayin etmek üzere örnek almak için henüz standart bir yöntem yoktur. Atıkların homojen olmamalarının sonucunda, alınan küçük bir örnekten genellemeler yapmak hemen hemen imkansızdır. Ülkemizde atıklar kaynaktan nihai uzaklaştırma safhasına kadar çeşitli değişimlere uğradıkları için çöp tenekesi veya çöp konteynırlarından geri kazanma vb. deney sonuçlarında örneğin nereden alındığı açık bir şekilde belirtilmeli ve kaynağa göre alınmasında farklı yöntemler uygulanmalıdır.

Bu bölümde, katı atıkların a) kaynaktaki özelliklerini , b) nihai uzaklaştırma noktasındaki özelliklerin tayin etmek için örneklemenin nasıl yapılması gerektiği açıklanacaktır [23].

5.4.1. Evsel katı atıkların kaynaktaki özelliklerinin tayini için örnekleme

Evsel katı atıkların kaynaktaki özelliklerini tespit etmek için toplumun özelliklerini temsil edecek şekilde, değişik kültür ve ekonomik düzeyindeki ailelerin oturduğu ikametgahlarda istatistiki açıdan güvenilir sayılacak miktarda örnek alınmalıdır.

a) Numune alınacak evler tespit edildikten sonra her birine 24 veya 48 saatlik atıklarını koymak için üç adet torba verilir. Bu torbalardan birinciye yemek atıkları ile ıslak katı atıklar, ikinciye kuru katı atıklar (geri kazanılabilen) ve üçüncüye de kül ve cürufların konması istenir.

- b) Belirtilen süre sonunda bu dağıtılan torbalar toplanır ve her hanede kaç kişi kaldığı öğrenilir.
- c) Torbalar çalışmanın amacına uygun olarak gruplara ayrılarak veya hepsi birden incelenirler. Her gruptaki torbalar kendi aralarında karıştırıldıktan sonra her grubun özelliklerini belirlemek için yeterli miktarda örnek alınır.
- d) Genel karışımın özelliklerini tayin etmek için üç gruptan ağırlıklı bir karışım yapılır [23].

5.4.2. Evsel atıkların nihai uzaklaştırma noktasındaki özelliklerinin tayini için örnekleme

- a) Nihai uzaklaştırma noktasına Türkiye’de genelde bu noktalar çöplüklerdir. Kamyonlar çöplükleri boşattıktan sonra, birkaç kamyonun çöprü kaykandıkları noktalar şehrin muhtelif gelir seviyelerini temsil edecek şekilde karıştırılır.
- b) Elde edilen çöpler dört küme oluşturacak şekilde, sıra ile her kümeye bir kürek veya kepçe çöp atarak ayrılırlar.
- c) Oluşan dört kümeden herhangi bir küme alınır ve tekrar kürek ile yukarıda anlatıldığı şekilde dört kümeye ayrılır.
- d) Bu işleme 50-100 kg’lık dört küme elde edilinceye kadar devam edilir.
- e) Söz konusu kümelerden bir tanesi alınır ve deneyler bu kümede gerçekleştirilir [23].

6. MATERYAL VE METOD

Belediye Temizlik İşleri Müdürlüğünden katı atıkların toplanması ve taşınması ile ilgili araçların katı atık toplama güzergahları, personel sayısı, konteyner sayısı, mevcut deponi alanının yeri ve özellikleri, depolanmanın şekli gibi bilgiler için kaynak temin edildi (sözlü ve yazılı olarak).

Mevcut deponi alanına gidilerek vahşi depolama yapıldığı ve uygun olmayan koşullarda çöplerin ayrıştırıldığı görüldü. Katı atık toplama araçlarının tartıldığı kantara gidilerek araçlarda toplanan katı atık miktarları tespit edildi. Kantarın kapasitesi hakkında bilgiler alındı ve 60 tona kadar tartımın yapıldığı, günlük katı atık miktarları hakkında gözlemlere dayalı bilgi toplama çalışması yapıldı.

Nüfus projeksiyonu için ilin mevcut nüfusunun yanında üretilen katı atık miktarı göz önüne alınarak iller bankasının kullandığı hesaplama yöntemi ile 18 yıllık nüfus miktarı belirlendi. Belirlenen nüfusa göre katı atık miktarları hesaplanarak tablo haline getirildi. Nüfus ve üretilen katı atık projeksiyonundan yola çıkarak 3'er yıllık dilimler halinde 18 yıllık projeksiyon yapıldı. Bulunan değerler üzerinden ayrıştırma ünitesi, düzenli depolama alanı ve gerekli müştemilatların tasarımına gidildi. Tasarımı yapılacak tesis için yerel yönetimin ön gördüğü düzenli depolama alanında yer tespiti ve keşfi yapılarak alanın jeomorfolojik ve topografyasının uygun olup olmadığı gözlemlendi. Ayrıca bu saha ile ilgili jeolojik tabakalaşma yapısının uygunluğu için yaptığımız araştırmada yerel yönetimin bir X firmasına zemin etüt raporu hazırlattığı görülerek bu rapor incelendi. Hazırlanan rapora göre arazide depolama ve tesis yapılmasına teknik açıdan sakınca olmadığı görüldü.

Yapılan incelemeler sonucunda, jeolojik alt yapısı, şehir merkezine yakınlığı ve Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından istenilen kriterlere uygun alternatif bir arazinin olmadığı görüldü. Çorum Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğünden alınan bilgilere göre ildeki çöp toplama güzergâhları gözden geçirildi. İmar İşleri Müdürlüğünden alınan ilin haritası üzerinde çöp toplama bölgelerine ait her bölgenin ayrı ayrı haritaları çıkarıldı.

Yerel yönetiminde uygun gördüğü vaziyet planı tasarlandı. Topoğrafik yapı dikkate alınarak lotlar belirlendi. Lotların büyüklükleri arazinin yapısına göre belirlenerek tasarlandı.

Tasarlanan bu tesiste sızıntı su alma rampası, kantar binası, ayrıştırma ünitesi, lotlar, tıbbi atık yakma ünitesi, atık pil toplama ünitesi, sızıntı su toplama havuzu, sızıntı suyu toplama drenaj sistemi ve gerekli müştemilatları Auto-cad 2000 versiyonunda çizildi (EK 1: Şekil 1.1-1.4; Ek 2: Şekil 2.1- 2.20).

Günlük, yıllık (3'er yıllık dilimler halinde) ve 18 yıllık depolama işlemleri ve hangi yıllarda hangi lotların dolacağı hesaplanarak çizelge 9.2'de verilmiştir. Lotlar düzenli bir şekilde katı atıklar ile doldurulur iken baca gazlarında katı atıklar ile birlikte yükselecektir. Katı atıklar tarafından lot dolduktan sonra üzeri 1 metre tarım toprağı ile kapatılıp üzerine kökleri derin olmayan bitkiler (çim) ile yeşillendirilir.

Tesisin giriş ünitesinde bulunan sızıntı su alma rampasında biriken ve lotların tabanında EK-1 Şekil 1.4.'de görüldüğü gibi drenaj sistemi ile toplanan sızıntı suları sızıntı suyu toplama havuzunda biriktirilir. Fıskıye sistemi ile lotların üzerine püskürtülerek buharlaştırılması ve miktarının azalması sağlanır.

Çorum ilinde mevcut 3 adet kamu hastanesi, 1 adet özel hastane ve polikliniklerden kaynaklanan tıbbi atık miktarı günlük 1 ton'dur. Tıbbi atıklar yerel yönetimin tahsis ettiği 1 adet toplama aracı ile kırmızı renkteki poşetler ile toplanıp mevcut depolama alanında ayrı bir bölümde depolanarak üzeri kireçlenmektedir.

Tasarlamış olduğumuz tesiste ise tıbbi atıkların imhası için 2 brülörlü 50 m³/saat kapasiteli yakma ünitesi tasarlanmıştır. Tasarlanan sistemde tıbbi atık yakma ünitesine gelen kamyonlar soğuk depoya tıbbi atıklarını bırakırlar (EK2 : şekil 2.20). İlgili personel tarafından soğuk depodan alınan atıklar konteynere yüklenir. Otomatik olarak konteynerden hidrolik yükleme ünitesine tıbbi atık boşaltılır. Buradaki tıbbi atıklar piston yardımıyla ön yanma hücrelerine gönderilir. Yaklaşık 800-900 °C 'de tıbbi atıklar yakılır. Kül tabana çökelerken gaz da son yakma hücrelerine geçer ve 1200 °C 'de yakılır. Gazın içerisinde oluşan partikül maddeler siklon duvarına çarparak

tabanda birikir iken üsten çıkan gaz, sıcak olduğu için gaz sıcaklığı ısı değıştirciler tarafından 100-150 °C ‘ye kadar düşürölür. Sıcaklığı düşürölün gaz yıkama ünitesinden geçirilerek askıda kalan partikölüler tabana çöktürölür. Fan aracılığı ile çekilen gazlar torba filtreden geçirilerek Hava Kirliliğı Kontrolü Yönetmeliğinin istediğı standartlarda atmosfere verilir. Tabanda çöktürölün partikölüler depolama alanına gönderilerek depolanır. Ayırıştırma ünitesinde geri kazanılabilir olan ürünler ayrıştırılırken ilde yaptığımız çalışmalarda sağlıklı bilgi alamadığımız ve miktarını tespit edemediğimiz piller ayrıştırma ünitesinde ayrılarak ayrı bir bölümde depolanacaktır.

Metin içerisinde çalışma ile ilgili ele alınan ve istatistikî verilerde kullanılan sayısal bilgiler tablolar halinde yer almaktadır. Bu tez çalışmasında kullanılan hali hazır haritalar ve zemin etüt raporları Çorum Belediyesi İmar İşleri Müdürlüğünden alınmıştır. Hali hazırdan yola çıkılarak deponi alanında yer alan güvenlik, sızıntı su alma rampası, kantar binası, katı atık ayrıştırma binası, araç yıkama ünitesi, idari bina, depo ve tamirhane, lotlar, tıbbi atık yakma ünitesi, sızıntı su drenaj şebeke planı, atık pil deposu ünitelerinden oluşan vaziyet planı ve tasarımları tarafımdan çizilmiştir.

Çorum ili evsel katı atıklarından geri kazanılabilir maddelerin potansiyelinin araştırılması çalışması 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. 1. aşama da her mahalleden 10’ar hane tespit edilerek çöp biriktirme torbaları verildi. Her ailedeki nüfus sayıları belirlendi. 1 hafta süresince her gün çöpler evlerinden alındı, katı atıklar cinslerine göre tartılıp not edildi. 2. aşamada günlük çöp miktarının tespiti için bütün katı atık toplama araçları kantarda tartılarak ağırlıkları not edildi. Yaz ve kış aylarında yapılan bu çalışmaların sonuçları Çizelge 6.1 ve Çizelge 6.2’de verilmiştir.

Çizelge 6.1. Çorum ilinde oluşan katı atıkların ortalama fiziksel bileşimi

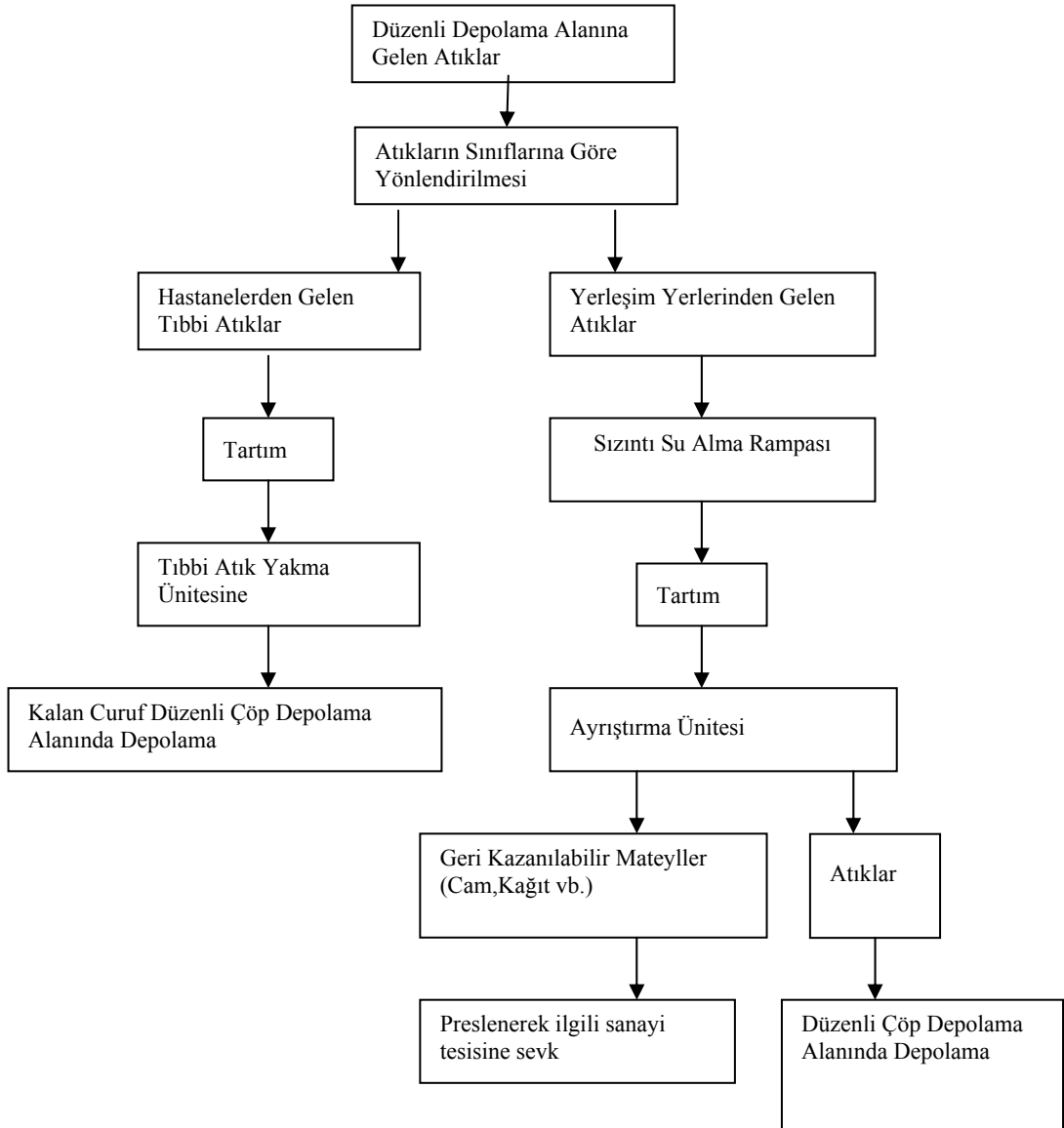
ATIK CİNSİ	YAZ (%)	KIŞ(%)
Organik Katı Atıklar	49	33,5
Kağıt	16	17,6
Tekstil	2,7	2,8
Plastik	8,75	10,4
Metal	2,18	2,8
Cam	5,37	7
Kül	----	10,2
Endüstriyel	11,4	12,5
Ağaç Atıkları	4,6	3,2

Çizelge 6.2. Çorum ilinde oluşan katı atık miktarının yaz ve kış aylarındaki dağılımı

ÇORUM İLİNDE KATI ATIK MİKTARI	YAZ (ton)	KIŞ (ton)
	230	260

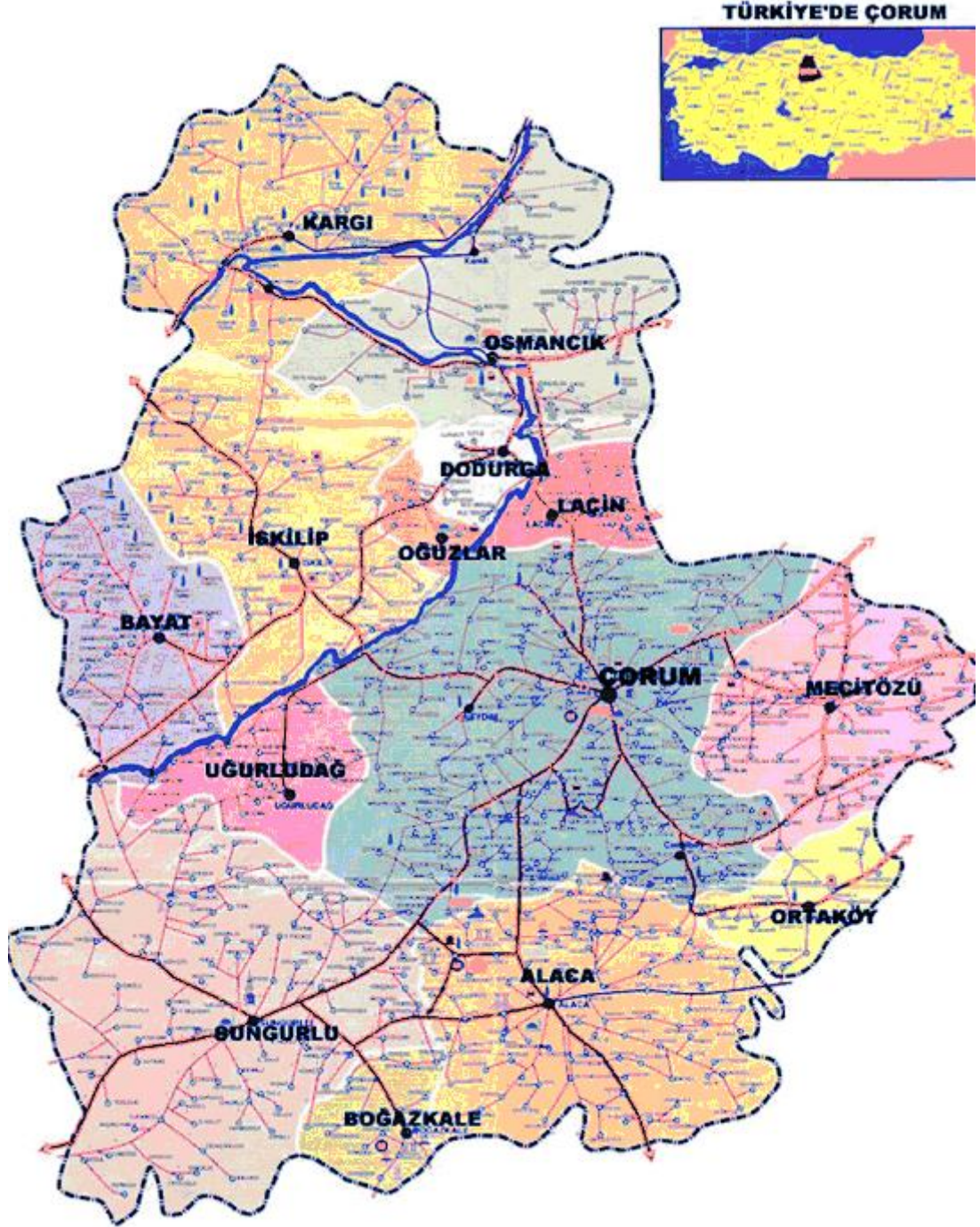
Bu çalışmalar ışığında Çorum ilinde düzenli depolamaya ve ayrıştırma ünitesine ihtiyaç duyulmaktadır. Düzenli Depolama alanı için ise aşağıdaki modelleme yapılmıştır. Modellemede Autocad 2000 versiyonu kullanılmıştır.

Evsel katı atıkların taşınmasından depolamaya kadar geçen iş akış şeması şekil 6.1’de verilmiştir.



Şekil 6.1. Katı atıkların bertarafı için iş akışı

7. ÇORUM İLİNİN VE KATI ATIK DEPOLAMA SAHASININ TANITIMI



Harita 7.1. Çorum ili haritası

7.1. Çorum İlinin Genel Konumu

Ankara'nın yaklaşık 240 km kuzeybatısında yer alan Çorum ili kuzeyinde Sinop, kuzeybatısında Kastamonu, batısında Çankırı, güneybatısında Kırıkkale, güneyinde Yozgat, doğusunda Amasya ve kuzeydoğusunda Samsun ile çevrilidir. Çorum il merkezinin denizden ortalama yüksekliği 820 m dir. il merkezinin civarında arazi genellikle doğudan-batıya ve kuzeyden-güneye doğru eğimlidir. 2000 yılı resmi nüfus sayımı sonuçlarına göre 161.321 kişilik nüfusu ve 12.820 km'lik yüzölçümü ve Çorum kenti son yıllarda hızla gelişen bir endüstriyel ve ticari merkez olma yolunda ilerlemektedir. Atıksu arıtma tesisinin yapılmış olması ve tekniğine uygun çalıştırılarak Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde istenilen deşarj standartlarının altında atıksuları arıtılarak dereye deşarj etmesi, Organize sanayi tesisinin olması bu gelişmenin önemli bir göstergesidir [24].

7.2. İklim ve Bitki Örtüsü

Orta Karadeniz Bölgesinin güney kesiminde yer alan Çorum havzasında Karadeniz Bölgesinin ılıman iklimi ile Orta Anadolu'nun karasal iklimi arasında bir geçiş iklimi görülmektedir. Orta Anadolu iklimin sert ve karasal özellikleri daha etkindir. Yazlar daha sıcak ve kurak, kışlar ve ilkbahar yağışlıdır. Yağışlar kışın genellikle kar, diğer aylarda yağmur şeklindedir. Katı Atık alanındaki bitki örtüsünün dağılımı, topoğrafik yapı, yükseltiler ve arazi kullanımı ile yakından ilintilidir. Havzanın yüksek kesimleri ormanlarla kaplıdır. Ormanların büyük bölümünü meşe ağaçları oluşturur. Yer yer çam ormanları da bulunmaktadır. Yüksek eğimli yamaçlar ile taban arazileri arasında hafif engebeli düzlük arazilerde meyve ağaçları ile arpa, buğday gibi tahıl ürünleri yetiştirilmektedir. Bu arazilerin etkilenmeyen kesimleri çıplak ve yabani otsu bitkilerle kaplıdır [24].

7.3. Jeolojik Yapı

Katı atık bertaraf alanı zeminde 10-15cm'lik bitkisel toprak altında yaşı Oligo-miyosen olduğu kabul edilen jipsli fasiyeste jips ve çok iyi konsolide olmuş kahve

renkli killi birimlerin ardışıklı olarak istiflendiği görülmüştür. Genelde tabakalar yatay konumda, ince tabakalı, ondüleli ve fisürlüdür. Üst kısımlarda yumuşak kazılabilen bu birim derinlere doğru sertleşmekte ve kaya vasfını almaktadır. Katı alanı merkezine göre topoğrafik olarak yüksek seviyede bulunmaktadır. Katı atık alanının 71 hektarlık geniş bir alana yayılması ile arazide;

- Dalgalı düzlükler (Topoğrafik eğimi % 1-10)
- Az eğimli yamaçlar (Topoğrafik eğimi % 10-20)
- Eğimli yamaçlar (Topoğrafik eğimi % 20'den büyük) gibi bir morfoloji söz konusudur.

Bu bölgede görülen birimler komşu bölgelerde de çeşitli şekillerde de devamlılık göstermektedir. Çorum ili merkezi, kalınlığı yaklaşık 40m'ye kadar varan bir alüvyon tabakası ile kaplıdır. Bu alüvyonlar eski ve yeni alüvyonlar olmak üzere iki kısımda ele alınabilirler. Bölgede Kuzey, Güney ve Güney Batı istikametinde yığılma halinde çakıl taşı, kumtaşı ve kil taşından oluşan Büyükşeyhefenditepe formasyonu oluşturmaktadır. Güneyde ise yine Büyükşeyhefenditepe formasyonuna ve bozkır formasyonuna ait birimler görülmektedir. Bahsedilen birimlerin eteklerinden başlayan ve kot olarak düşük ve düzlük kısımlarını ise alüvyonal birimler teşkil etmektedir. Sahanın doğusunda ve kuzey doğusunda Kalecik kaya formasyonuna ait birimler görülmektedir. Bu kireçtaşlarının altında metamorfizme ile oluşmuş birimler yer almaktadır. Sahada yüzeyden yaklaşık 10-15 cm kalınlığında nebati toprak ve sonra killi ve jipsli birim mevcut olup kaya vasfında jipsli birimler görülmektedir. Sahada yapılan sondaj kuyularında yer altı suyuna rastlanılmamıştır[25].

7.4. Akarsular

Çorum İlindeki akarsular, sularını ülkemizin iki önemli akarsuyu olan Kızılırmak ve Yeşilirmak Havzalarına boşaltırlar.

Kızılırmak Havzası ; Kızılırmak'ın Çorum İlinden geçen kısmı 182 km.dir. Bu geçiş yerleri Bayat, İskilip, Merkez ilçe, Osmancık, Kargı İlçeleri ve köyleridir.

Yeşilirmak Havzası ; Çorum Merkez İlçe'nin büyük bir kısmı, Alaca İlçesi, Mecitözü ve Ortaköy İlçelerindeki çay ve dereler, Yeşilirmak'ın önemli bir kolu olan Çekerek Irmağına bu havzada dökülür [24].

7.5. Rüzgârlar

İl genelinde yaz mevsiminde öğleden sonra başlayarak gece saat 22'ye kadar esen poyraz etkilidir. Bazen ters yel de denen sıcak ve kavurucu bu rüzgâr tarım alanları için zararlıdır. Kışın kuzeyden yıldız rüzgârı, İlkbaharda güneybatıdan lodos rüzgarı eser. Bu rüzgarlar bol yağış ve kimi zaman da dolu yağmasına neden olur. Sonbaharda genellikle sakın bir hava gözlenir. Halk arasında bu aylara sağır aylar adı verilmiştir [24].

8. ÇORUM İLİNDE KATI ATIKLARIN TAŞINMASI VE DEPOLANMASI

Çorum (Merkez)'de konteyner sistemi ile çöpler alınmaktadır. Ancak Gazi ve İnönü caddeleri ve bunlara bağlı birkaç sokak da poşet sistemi ile çöpler akşam saat 19:00 'dan sonra toplanmaktadır. Mahallelerde ise çöplerin yoğunluğuna göre 3, 4 hatta 5 günde bir çöpleri alınan yerler vardır .

Atık hizmetlerinin yürütülmesi işi Çizelge 8.1'de de görüldüğü gibi 152 kişi ile yürütülmektedir. Çöpler vardiyeli olarak günün her saatinde toplanmaktadır. Sıkıştırılmalı çöp kamyonları, 2 yükleyici ve 1 şoför olmak üzere 3 personelden oluşan ekipler halinde çalışmaktadır.



Resim 8.1. Çorum ilinde katı atıkları toplanmasından bir görüntü

Çorum il merkezinde 17 000 konteyner bulunmakta olup, konteynerlerde biriken katı atıkların toplanmasından bir görüntü Resim 8.1'de verilmiş bulunmaktadır. Buralarda geri dönüşüm kumbaraları bulunmamaktadır. Ancak Çorum Belediyesi doğal kaynakların korunması, çevre duyarlılığının artırılması ve ham madde tasarrufu için geri dönüşüm kumbaralarını ve plastik katı atık konteynerlerini alma çabaları içindedir .

Çizelge 8.1. Katı atık hizmetlerinin yürütülmesinden sorumlu personel dağılımı [26].

S.NO	GÖREVİ	PERSONEL SAYISI
1	Müdür	1
2	Amir	1
3	Amir Yardımcısı	2
4	Muamelatçı	1
5	Odacı	1
6	Çaycı	1
7	Ekipbaşı	2
8	Başşoför	1
9	Bekçi	3
10	İlaçcı	6
11	Şoför	34
12	El arabası işçisi	25
13	Kamyon işçisi	74
TOPLAM		152

Çizelge 8.2. Katı Atık Hizmetlerinin Yürütülmesinde Çalışan Personelin Yıllara Göre Dağılımı[26].

YIL	AY	TOPLAM PERSONEL	ŞİRKET İŞÇİSİ	KİRALIK ARAÇ,ŞOFÖR	TOPLAM
1998	OCAK	234			234
1999	OCAK	225			225
2000	OCAK	216			216
2001	OCAK	218			218
2002	OCAK	210			210
2003	OCAK	193			193
2004	OCAK	182			182
2005	OCAK	176			176
2005	EYLÜL	159	30	8	197
2006	OCAK	152			152

Çizelge 8.2.'den anlaşıldığı üzere yıllara göre katı atık hizmetlerinin yürütülmesinden görevli personel sayısı düşmektedir. Personel sayısının düşmesi,

mahallelerdeki çöp toplama sıklığı da azalmıştır. Bundan dolayı Çorum Belediyesi şehir merkezinin büyük bir kısmında özelleştirme yapmıştır. Özelleştirme yapılan alan ; Fatih caddesi, Akpınar caddesi, İskilip caddesi, Yeni sanayi caddesi ve doğusunda kalan cadde ve sokakların tamamı, Fevzi çakmak caddesi, Fevzi çakmak sokağı kadar ve doğusunda kalan cadde ve sokakların tamamı, Ata caddesi ve kuzeyinde kalan cadde ve sokakların tamamı, Mehmet Akif Ersoy caddesi, Melik gazi caddesi ve Batısında kalan cadde ve sokakların tamamıdır. Bu bölgelerin dışında kalan alanın katı atıkları Çorum Belediyesi personeli tarafından toplanmaktadır.

Mevcut katı atık depolama alanı, Celilkırı mevkinde kent merkezinden yaklaşık 15 km uzaklıkta olup, en yakın yerleşim birimine uzaklığı 2 km'dir. Bu alanda katı atıklar, herhangi bir ayrıştırmaya tabi tutulmadan vahşi depolama yöntemiyle depolanmaktadır [26].

8.1. Mevcut Katı Atıkların Durumu ve Depolama Sahasının Yeri

Ülkemizde ki belediyelerin çoğu katı atıklarının bertarafı düzensiz depolama şeklindedir.

Çorum'da çöplerin düzensiz olarak depolandığı ve yeni düzenli depolama tesisi yapılması düşünülen yer , Celilkırı mevkiinde kent merkezinden yaklaşık 15 km uzaklıkta bulunmaktadır. En yakın yerleşim birimi ise 2 km uzaklıkta bulunmaktadır. Resim 8.2, resim 8.3 ve resim 8.4'de görüldüğü gibi belli bir bölümü dolmuş olmakla birlikte depolama alanının 20-25 yıl daha gereksinime cevap vereceği düşünülmektedir.



Resim 8.2. Çorum ilinde mevcut dökülen katı atıkların yamaç görünüşü



Resim 8.3. Çorum ilinde mevcut çöp alanının üstten görünüşü



Resim 8.4. Çorum ilinde mevcut çöp alanının genel görünümü

8.2. Çorum İli Yaz ve Kış Aylarında Katı Atık Miktarlarının Tekrar Kullanım ve Geri Kazanım Potansiyelinin Tespiti ve Toplama Modeli

Tekrar kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanım kavramları giderek genişleyen bir ve birbirine benzeyen kavramlardır.

Tekrar kullanım ;_Atıkların hiçbir fiziksel ve kimyasal işlemlere tutulmadan atığın ömrü dolana kadar defalarca kullanımıdır. Cam şişelerinin içinin boşaltıldıktan sonra kullanılması gibi.

Geri Dönüşüm ; Atıkların fiziksel ve kimyasal işleme tabi tutulduktan sonra kullanılmasıdır. Kırık camın zımpara kağıt yapımında kullanılması gibi.

Geri Kazanım ; Atıkların içindeki bileşenlerin fiziksel, kimyasal veya biyokimyasal gibi yöntemlerle başka ürünlere veya enerjiye çevrilmesidir.

Geri kazanılabilir katı atıkların toplanmasında kullanılacak model; Katı atıkları tüketiciye getirtme veya tüketiciden alma yani kaynağında ayrı toplama modelidir. En uygun model kaynağında ayrı toplama modelidir.

Bu model ışığında ;

Çorum için örnek bir toplama modeli ; Çorum ilinde tüm evsel atıklar karışık olarak çöp torbalarında bu torbalarda daha sonra konteynerlere atılarak biriktirilip buradan da çöp alanına götürülmektedir. Bu durum göz önüne alındığında tüketiciler tarafından da rahatlıkla uygulayabileceği bir program yapılmalıdır. Bunun için ilk olarak bir mahalle pilot bölge seçilir. Seçilen pilot bölgedeki hane sahiplerine atıkları ayrı toplaması için poşetler verilerek katı atıkları kaynağında ayrı biriktirilmesi sağlanır. Ayrıca mahallenin belli bölgelerine atıkların ayrı atılması için katı atık kumbaraları yerleştirilir. Seçilen pilot bölgede katı atıkların toplanması yapılır iken ilerleyen zaman dilimleri içerisinde de diğer mahallelerde bu çalışma başlatılır. Bu çalışmalar devam eder iken yerel yönetimlerce katı atıkların kaynağında ayrı toplanması çalışması başarı ile sonuçlanması için aşağıdaki çalışmaları yapılması gerekmektedir.

- Devamlı eğitim seminerleri ve tanıtım faaliyetleri yaparak tüketiciyi bilinçlendirmek,
- Geri kazanılacak atıkların ne şekilde toplanılması gerektiği ile ilgili yazılı ve görsel basın aracılığı ve seminerler ile bilgilendirmek,
- Yerel yönetim tarafından katı atıkların ayrı toplanması için gerekli alt yapıyı sağlamak,
- Yerel yönetimler tarafından en uygun katı atıkları ayrı toplayan kamu kurum ve kuruluşları veya apartmanları ödüllendirilmesi,
- Biriktirme kabı ve toplama aracının yerel yönetimler tarafından iyi belirlenmesi gerekir.

1593 sayılı Belediyeler Kanunu gereğince, şehirlerin genel temizliği, katı atıkların toplanması, taşınması ve bertarafı belediyelerin görevleri arasında yer almaktadır. Bu görevlerin yerine getirilmesi için, belediyeler yıllık bütçelerinin neredeyse üçte birini harcamaktadırlar. Ayrıca, katı atıkların toplanması, taşınması ve uzaklaştırılması aşamalarında en uygun sistemin seçilmesi ve kurulması belediyeler için oldukça zahmetli ve titiz bir çalışma yapılmasını ve alt yapısının hazırlanmasını gerektirmektedir.

Yapmış olduğumuz bu çalışmada “Kaynakta Ayırma” yönteminin Çorum ili için uygulanabilirliği ve bu yöntemle geri kazanılabilecek madde potansiyelinin tespit edilmesi, geri kalan atıkların depolanması için ne kadar alana ihtiyaç olduğu ve kaç yıl hizmet vereceği amaçlanmıştır. Bunun için asgari ve azami katı atık miktarlarının belirlenmesi amacıyla yaz ve kış ayları olmak üzere yılda iki kez şehri örnekleyecek şekilde, farklı sosyo-ekonomik düzeydeki semtlerde toplam 90 hane de çalışma yapılmıştır (Bkz.çizelge 6.1 ve çizelge 6.2).

Buradan yola çıkılarak katı atıkların depolanacağı alanın kapasitesinin hesaplanması yapılmıştır. Bunun sonucunda ayrıştırma ünitesine günlük ortalama 321 ton katı atığın geleceği, 18 yılda 2.080.080 ton katı atığın gelmesi beklenmektedir. Bunun yaklaşık 728.028 tonun ayrıştırılan miktar, 1.352.052 ton ise net depolanacak katı atık olduğu belirlenmiştir (Bkz. 9.3.).

Bu hesaplamalar doğrultusunda Bölüm 9’da verilen depolama modellemesi ayrıntıları ile ele alınmıştır.

9. ÇORUM İLİ İÇİN ÖRNEK DÜZENLİ DEPOLAMA MODELLEMESİ

İlk olarak mevcut depolama alanının rehabilitasyonu yapılmalıdır. Yapılan çalışmalar ile geri kazanılabilir katı atıkların % 40 oranında olduğu görüldü. Bu oran, düşündüğümüz modellemeye ayrıştırma ünitesinin de olması gerektiğini göstermektedir. Modellemeye başlamadan önce ilk olarak nüfus projeksiyonu ve ileriki yıllar için tahmini çöp miktarlarının tespiti yapılmıştır. Nüfus artışı ve çöp miktarları dikkate alınarak yapılacak hesaplamalar ile depolama alanının kapasitesi ve kaç yıl hizmet vereceği belirlenmiştir. Ayrıca düzenli depolama alanında bulunması gereken tesislerin tasarımları yapılmıştır.

9.1. Mevcut Çöp Alanının Rehabilitesi

Mevcut çöp alanı düzensiz depolama olmasından dolayı çevre ve insan sağlığı açısından büyük tehlike oluşturmaktadır. Düzenli depolama alanında bulunan lot'lardan birincisi tamamlandıktan sonra katı atıkların düzensiz depolama alanına dökülmesi durdurulacaktır. Mevcut çöp alanında ilk olarak üst yüzeyin geçirimsizliği sağlanacak, sonra düşey olarak gaz kolektörleri ile aktif gazının alınması, en son olarak da sızıntı sularının alınması için drenaj sistemi yapılacaktır. Bu rehabilitenin yapılması ile çevreye olan olumsuz etkileri minimuma indirecektir.

Düzensiz depolama alanının üst örtüsü şekil 9.6'da görüldüğü gibi aşağıda verilen elemanlardan oluşur. Aşağıdan yukarıya doğru verilmiştir.

Ön dolgu tabakası (dengeleme); Bu tabaka kullanılan toprağın cinsi önemli değildir. Sadece homojen olması yeterlidir. 50 cm kalınlığında serilen tabaka diğer tabakalara yataklık eder.

Gaz drenaj tabakası ; Ön dolgu tabakasının üzerine 30 cm kalınlığında yer alır. 16/32 mm çapında mıcır kullanılacak olan gaz drenaj tabakası gaz dağıtma görevi yaparak mineral geçirimsizlik tabakasını gaz basıncından koruyacaktır.

Mineral geçirimsizlik tabakası ; 30'ar cm'lik sıkıştırılmış iki kil tabakasından oluşacaktır.

Dren tabakası : Yüzey suları ve sızan yağmur sularının drenajı için çakıl-mıcırdan oluşan toplam 30 cm kalınlığındaki tabakadır.

Tarım toprağı tabakası ; Bu tabaka en az 1 metre kalınlığında olacaktır. Kökleri uzun olmayan ve iklim şartlarına uygun bitkiler dikilecektir.

Mevcut çöp alanının vaziyet planı Ek-1'de verilen Şekil 1.1 ve Şekil 1.2'de görülmektedir.

Çorum'da Devlet Hastanesi, Hasanpaşa Hastanesi, Göğüs Hastalıkları Hastanesi, Özel Hastane, Sağlık Ocakları, Poliklinikler mevcuttur. Bu hastanelerde hastane dışında tanklar mevcuttur. Bu tanklara hastanelerde kırmızı torbalar içerisinde biriken atıklar boşaltılmaktadır. Daha sonra bu tanklar 2 günde bir tıbbi atık toplama aracına yüklenerek şehir çöplerinin boşaltıldığı Karapürçek mevkiindeki sahaya götürülmektedir. Hastane içinde beklemesi tehlikeli olan atıklar ise anında yerinde alınarak yine Karapürçek mevkiinde ayrı bir alanda çukur açılarak, üzerlerine kireç dökülüp kapatılmaktadır. Hastane atıklarının herhangi bir ön arıtmadan geçirilmeden depolama ile uzaklaştırılmaları uygun değildir.

9.2. Çorum İlinin Nüfus Projeksiyonu

Öncelikle Şekil 9.1'de görüldüğü gibi aşağıda formülü verilen İller Bankası nüfus hesaplama yöntemi ile Çorum İlinin 2030 yılına kadar ki nüfus hesaplamaları yapılmıştır (27).

$$P = \left(\sqrt[q]{\frac{N_y}{N_e}} - 1 \right) \times 100$$

P : Çoğalma emsali.

N_y : Şehir ve kasabanın son nüfus sayımı neticesi.

Ne : Şehir ve kasabanın 1945 nüfus sayımı neticesi.

A : İki nüfus sayımı arasındaki sene adetini gösterir.

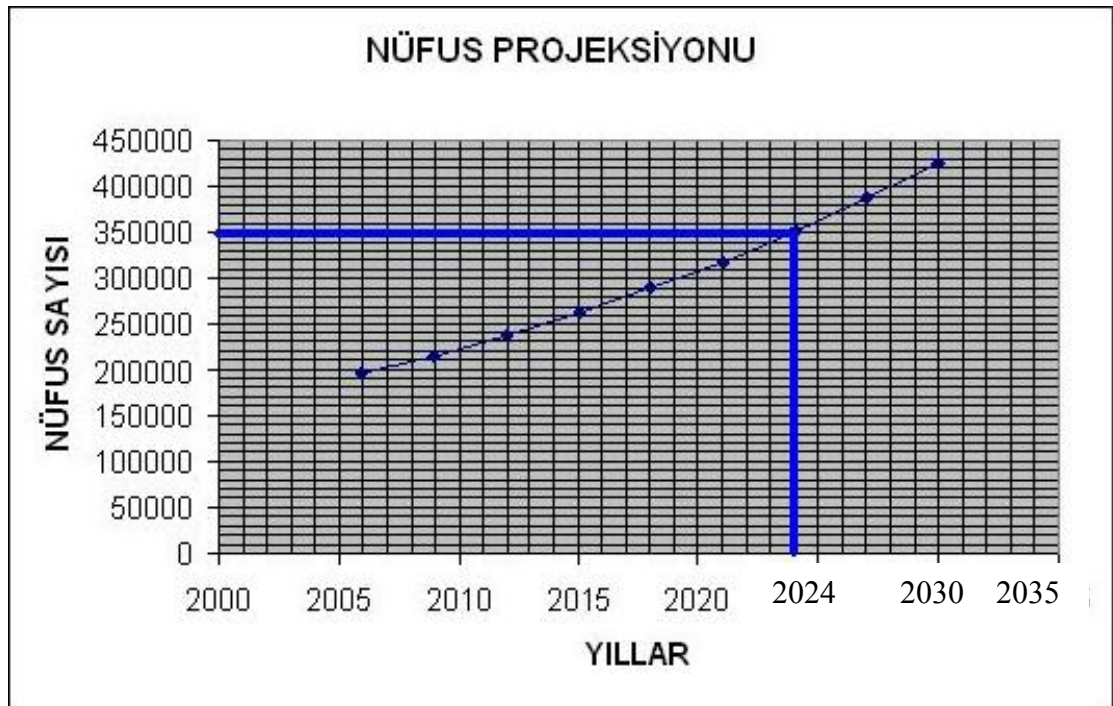
P = için bulunan değer %3'ten büyükse 3, P = %1 ise veya nüfusta eksilme var ise 1,

P= % 1-3 arasında herhangi bir değer almışsa aynen bu değer kabul edilir.

Müstakbel nüfus :

$$N_{30+n} = N_y \left(1 + \frac{P}{100} \right)^{30+n} \text{ formülü ile hesaplanır.}$$

n : Son nüfus sayımından projenin hazırlandığı tarihe kadar geçen sene adedidir.



Şekil 9.1. 2006-2030 yılları arasında Çorum ilinin nüfus projeksiyonu

Nüfus projeksiyonu hesaplamalarına göre (Şekil 9.1 ve Çizelge 9.1'de görüldüğü gibi) 2006 yılında nüfus 195.788 kişi iken 2015 yılında 261.778 kişi 2024 yılında ise 350.009 kişi kadar olması beklenmektedir. Bu nüfuslara göre tahmini katı atık miktarları da belirlenerek Çizelge 9.1'de verilmiştir.

Çizelge 9.1. Çorum ilinin 2006 -2024 yıllarındaki tahmini nüfus ve katı atık miktarı

YILLAR	NÜFUS	TAHMİNİ ÇÖP MİKTARI (kg/gün)
2006	195 788	234 946
2009	215 693	258 832
2012	237 621	285 145
2015	261 778	314 134
2018	288 391	346 069
2021	317 710	381 252
2024	350 009	420 011

Hesaplamalarımıza göre 2006 yılında çöp miktarı 234.946 kg/gün iken 2015 yılında 314.134 kg/gün 2024 yılında ise 420.011 kg/gün kadar olması beklenmektedir.

9.3. Katı Atıkların Depolanacağı Alanının Kapasitesinin Hesaplanması

Ayrıştırılması gereken çöp miktarı % 40 olarak beklenmekte iken % 5 temkin payı konularak % 35'inin ayrıştırılması esasına göre planlanmıştır.

2006-2024 yılları arasındaki 18 yıl boyunca depolanacak katı atık miktarı :
Hesaplamalarda 18 yıllık gelmesi beklenen katı atıkların ort. değerleri alınmıştır.

$$2240388 / 7 = 320055,42 \text{ kg/gün}$$

Günlük	: 321 ton/gün
Aylık	: 9 630 ton/ay
Yıllık	: 115 560 ton/yıl
18 Yıllık	: 2 080 080 ton
%35 Ayrıştırma Ünitesinde Ayrılır	: 728 028 ton
Net Kalan Çöp Miktarı	: 1 352 052 ton

13 m³'lük sıkıştırılmalı çöp kamyonları dolu ve boş olarak tartımları yapıldı, çöp miktarı 9,5 ton olarak hesaplandı. Buradan yoğunluk hesaplanırsa ;

$$d = \frac{m(kg)}{v(m^3)} = \frac{9500kg}{13m^3} \cong 0,75 \text{ ton/m}^3$$

Net kalan çöp miktarımız ve yoğunluğumuz belli olduğu için buradan depolama alanımızın hacmi :

$$d = \frac{m(kg)}{v(m^3)} \Rightarrow 0,75 \text{ ton/m}^3 = \frac{1352736ton}{V}$$

$$V = 1\,802\,736 \text{ m}^3$$

Her bir lot'un 2 hücreden ibaret olacağı ve hücre yüksekliğinin 5m olacağı düşünülerek yapılan hesaplamada 18 yıllık toplam katı atıkların depolanması için 180 dönüme ihtiyaç olduğu hesaplanmıştır.

$$1\,802\,736 \text{ m}^3 / 10 \text{ m} = 180273,6 \text{ m}^2 = 180 \text{ dönüm}$$

9.4. Çorum İli için Önerilen Düzenli Depolama Alanı Tabanının Teşkili

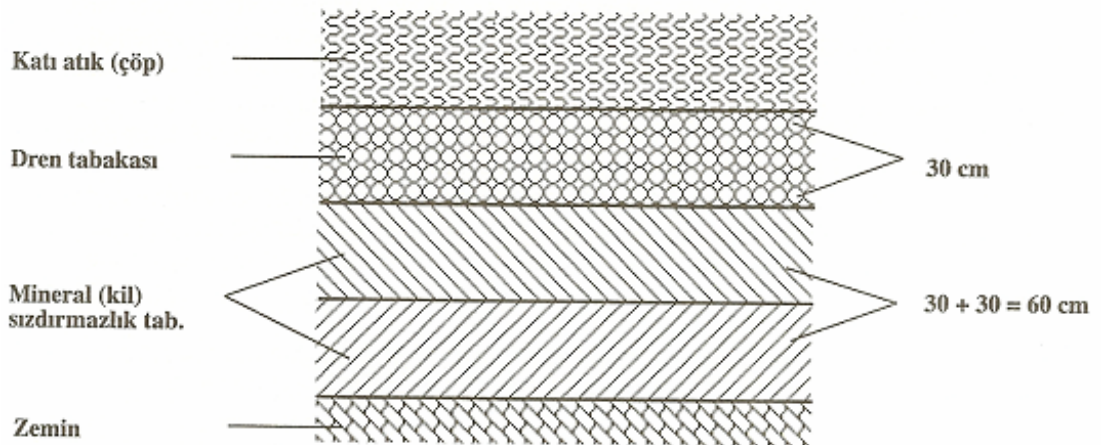
6 Lot halinde hesaplaması yapılarak Ek 1:şekil 1.2'de vaziyet planının da gösterilen lotların kapasiteleri ve yaklaşık olarak ne zaman dolması beklendiği çizelge 9.2'de verilmiştir. Çizelge).2'den de görüleceği gibi ilk olarak lot 1 de ort.10 m'lik hafriyat çalışması yapılarak zeminin hazırlanmasına başlanmış olacak ve aşağıda anlatılan işlemler yapılacaktır, 1 lot'un dolmasına yakın aynı işlemler diğer lot'lar için de yapılır.

Depo zemininin hazırlanması : Çorum ili katı atık depolama alanı tabanı sağlam, zemin emniyet gerilmesi yüksek olan killi ve jips'li arazidir. Depo sahasının tabanına geçirimsizliği artırmak üzere kil tabakası serilerek zeminin her yerinde geçirimsizlik (1×10^{-8} m/sn) katsayısının aynı olması sağlanacaktır.

Depo sahasının üst kısmındaki tarım toprağı sıyrılarak, biriktirilecek ve ilerde sahanın yeşillendirilmesinde kullanılacaktır. Zemin bitki ve ağaç köklerinden temizlenecektir. Bu işlemden sonra depo sahasının minumum 30 cm derinliğindeki toprak tabakası sürülerek gevşetilir ve tekniğine uygun olarak tekrar sıkıştırılacaktır.

Katı atık düzenli depolama sahasında, çevre kirliliğı açısından en önemli problem sızıntı suyudur. Her türlü kirlenici parametreyi ihtiva eden sızıntı suyu, yer altı ve yerüstü su kaynaklarını kirlletmektedir. Sızıntı suyunun bu olumsuz etkisini önlemek için Çorum ili depo sahasının tabanına 30+30= 60 cm geçirimsiz kil tabakası serilecek olup Şekil 9.2’ de gösterilmiştir. Depo tabanının geçirimsizliğinde kullanılan bu malzemelerin özellikleri şöyle olacaktır.

Mineral geçirimsizlik tabakası : Gerek ekonomik ve gerekse malzemenin kolay temin edilmesinden dolayı, zeminin geçirimsizliğini sağlamak için mineral geçirimsizlik sistemi uygulanacaktır. Mineral tabakanın teşkili içinde kil kullanılacaktır. Sistemde kullanılacak kil kalınlığı, sıkıştırılmış olarak minumum 60cm’dir. Bu tabaka 30 cm’lik iki tabaka halinde sıkıştırılarak döşenecektir. Kil tabakasının geçirimsizlik katsayısı 1×10^{-8} m/sn’den küçük olacaktır. Bu tabakanın üstüne 30 cm kalınlığında drenaj tabakası yerleştirilir.



Şekil 9.2. Yalnız Kil Kullanılan Depo Tabanı Geçirimsizlik Sistemi [8]

9.5. Düzenli Depolama Alanındaki Tesisler

9.5.1. Sızıntı su rampası

Katı atıkları Düzenli Depolama Alanına getiren çöp kamyonları % 10 eğimli olan Sızıntı su alma rampasına gelerek EK-2’de verilen Şekil 2.1’de görüldüğü gibi kasaların dibinde biriken sızıntı suları alınır.

9.5.2. Kantar binası

Depolama alanına giriş ve çıkış yapan kamyonlar EK-2’de verilen Şekil 2.2 ve Şekil 2.3’de görüldüğü gibi giriş ve çıkışı kontrol altında tutmak ve araçlar tartılarak bilgisayar kaydına tabii tutulur. Sahaya gelen katı atıkların miktar ve bileşenleri hakkında kayıt tutulur.

9.5.3. Ayırıştırma ünitesi

Kaynakta ayrı toplama programının pilot bölgeden başlayarak şehrin tamamına yaygınlaştırılma programının uygulamaya girmesinden sonra geri dönüşüm ve son kullanım pazarına sağlıklı girebilmesi için ayırma tesislerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayırma tesisleri fazla yatırım gerektirmeyen tesislerdir. Bu tesisler de detaylı ekipmanların bulunmasına gerek yoktur. Yerel yönetimler kendi katı atık miktarlarına göre EK-2’de verilen Şekil 2.5 ve Şekil 2.6 ‘da görüldüğü gibi basit bir tesis kurabilirler. Kantarda tartılan katı atıklar EK-2’de verilen Şekil 2.5 ve Şekil 2.6’da görülen rampaya gelerek çöplerini bırakırlar. Bırakılan çöpler ayırıştırılmak üzere bant aracılığı ile üst kata çıkartılır. Çöpler bantın üzerinde ilerler iken karşılıklı olarak dikilen ikişer kişilik görevli personel tarafından kağıt, plastik, metal, tekstil ve cam el ile ayıklanarak yanlarındaki konteynırlarda biriktirilir. Konteynırlar dolunca atığın cinsine göre ilgili depoya götürülür. Kalan organik kısım ise bantta ilerleyerek çöp alanında gömülmek üzere kamyonu yüklenir.

9.5.4. Araç yıkama ünitesi

Depolama sahasında kirlenen çöp kamyonları EK-2’de verilen Şekil 2.9’da görüldüğü gibi yolları kirletmemesi ve çevreye zarar vermemesi için özellikle tekerlekleri yıkanarak temizliği yapıldıktan sonra depolama alanından çıkış yapar.

9.5.5. İdari bina

EK-2’de verilen Şekil 2.12 ve 2.13’de görülen taban alanı 160m² olan 2 katlı idari binada ; Müdür Odası, Mühendisler Odası, Toplantı Odası, Muhasebe Odası, Arşiv, Mutfak Nişi, LV – WC, Duş, Yemekhane, Mutfak, Kiler, Kazan Dairesi, Laboratuar birimlerden oluşur.

9.5.6. Depo ve tamirhane

Çöp araçları ve tesisin mekanik aksamında çıkabilecek bazı arızaların giderilmesi ve malzemelerin saklanması için EK-2’de verilen Şekil 2.16 ve Şekil 2.17 ‘de planı görülen bir depo ve tamirhane inşa olunmalıdır. Bu ünitenin üst katında personel dinlenme, soyunma, lv ve wc tasarlanmıştır.

9.5.7. Lotlar

Çorum ili katı atıklarının depolanması için lot’ların modellenmesinde öncelikle arazinin özellikle topoğrafik durumu dikkate alınarak yamaç metodu seçilmiştir. Hesaplamalar doğrultusunda depolama ihtiyacını karşılayacak alan arazide Çizelge 9.2’de de görüldüğü üzere 6 lot tasarlandı. Bu lotların kaç m² olacağı ve kapasitesinin hangi yıla kadar olduğu verilmiştir.

Çizelge 9.2 . Düzenli Depolama Alanındaki Lotların m² ve Kapasite dağılımı

	Alan	Kapasitesi	Kapasitesinin dolduğu tarih (yıl)
LOT1	22 282 m ²	167 115 ton	2009 Haziran
LOT2	34 692 m ²	260 190 ton	2013 Ağustos
LOT3	32 426 m ²	243 195 ton	2017 Ocak
LOT4	22 084 m ²	168 630 ton	2019 Şubat
LOT5	42 439 m ²	318 292 ton	2022 Aralık
LOT6	30 860 m ²	231 450 ton	2024 Haziran

9.5.8. Sızıntı su havuzu :

Sızıntı suyu, katı atık depolama tesislerinde çevre açısından önemli bir parametredir. Sızıntı suyunun ana kaynağı yağmur suları ve çöpün ihtiva ettiği sulardır. Çöplük işletmede iken hektar başına günde yaklaşık 2 – 5 m³ sızıntı suyu oluşturmaktadır.

Modellemesi yapılan Çorum katı atık deposunda oluşan sızıntı suları, depo sahası tabanında teşkil edilen geçirimsiz tabaka üzerine EK-1’de verilen Şekil 1.4’de görüldüğü gibi döşenen bir dren sistemi ile depo tabanından uzaklaştırılacaktır.

Modelleme de sızıntı sularının drenajında kullanılan dren borularının minumum çapı 300mm ve minumum eğimi arazinin topoğrafyasına göre %1’den az olmayacak şekilde tasarlanmıştır. Borular, basınca dayanıklı yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) delikli borular kullanılacaktır. Bu boruların et kalınlığı 16 Atü iç basınca dayanacak şekilde yapılacaktır.

Dren boruları münferit borular şeklinde ve yatayda ve düşeyde kıvrım yapmadan depo gövdesi dışına çıkarılarak, sızıntı suları bir noktada toplanıp havuza dökülecektir. Depoya dolgu yapılması sırasında ilk katı atık tabaka yüksekliği 2 metre olmadan sıkıştırma araçları sahaya girmeyecektir.. Böylece depo tabanı ve dren borularının zarar görmesi önlenmiş olacaktır.

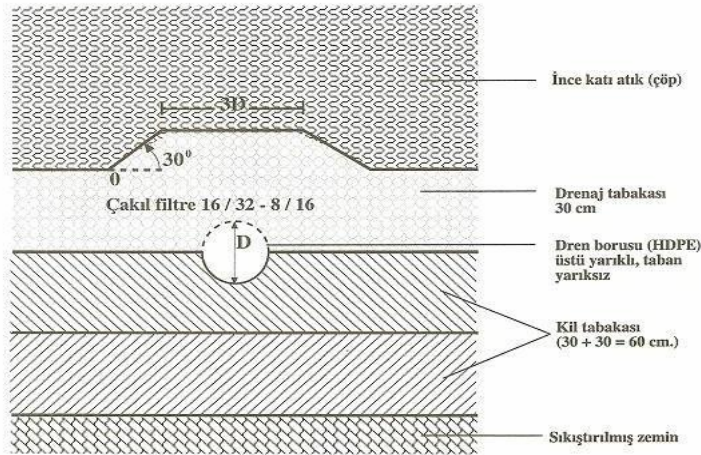
Ayrıca dren boruları çevresine kum, çakıl filtre yerleştirilecektir. Bu filtrenin yüksekliği boru sırtından itibaren minimum 30 cm olacaktır. Drenaj sisteminde kullanılan çakıl veya mıcırın çapı 16/32 veya 8/16 ve kireç oranı da %30'dan az malzeme kullanılacaktır.

Depo tabanına döşenen dren borularının üst kısmı delikli taban kısmı deliksiz düşünülmüştür. Delik alanı tüm boru yüzey alanının %30'u olacaktır. Bir sızıntı suyu havuzunda toplanan bu sular, bir pompa ünitesi ile tekrar çöp üzerine verilerek buharlaştırma yoluna gidilerek azaltılacaktır.

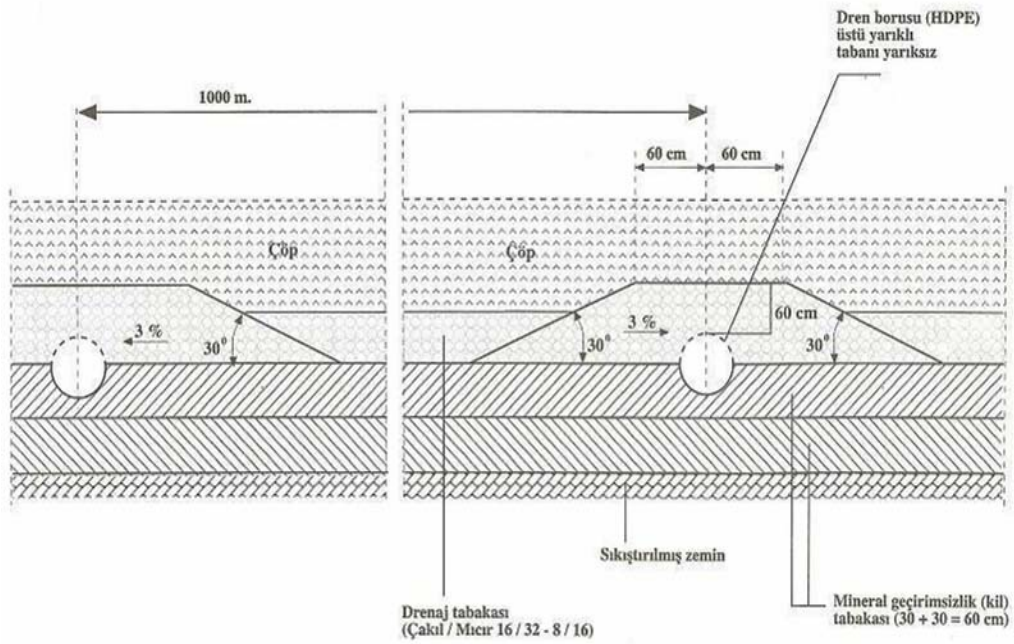
Sızıntı suyu miktarının azaltılması ; Sızıntı suyunun kaynağı çöplük üzerine yağan yağmurlardır. Dolgu üzerine arazinin topoğrafyası dikkate alınarak eğimi %3'ten küçük olmayacak şekilde yapılacaktır.

Modellemesi yapılan depolama sahasının etrafına yüzey sularının kapasitesini karşılayacak şekilde drenaj hendekleri açılacak ve yüzey sularının depolama alanına girmesi önlenecektir. Hendeklerden toplanan yüzey suları sızıntı sularına karışmadan ayrı drene edilecektir. Sızıntı suyu karakteristikleri Çizelge 9.3'de verilmiştir.

Depo sahası önceden belirlenmiş lotlar halinde işletilecektir. Her bir lot dolmadan diğer lot'a geçilmeyecektir. Lotlar kotu en yüksek olan kısımdan başlayarak sıra ile diğer lotlara geçilecektir. Böylece dolum yapılan bölgeden kaynaklanan sızıntı sularının, sahanın diğer bölgelerine düşen yağmur sularına karışması önlenecektir.



Şekil 9.3. Dren Borusu ve Depo Tabanı En Kesiti [8]



Şekil 9.4. Sızıntı Suyu Toplama Sistemi En Kesiti [8]

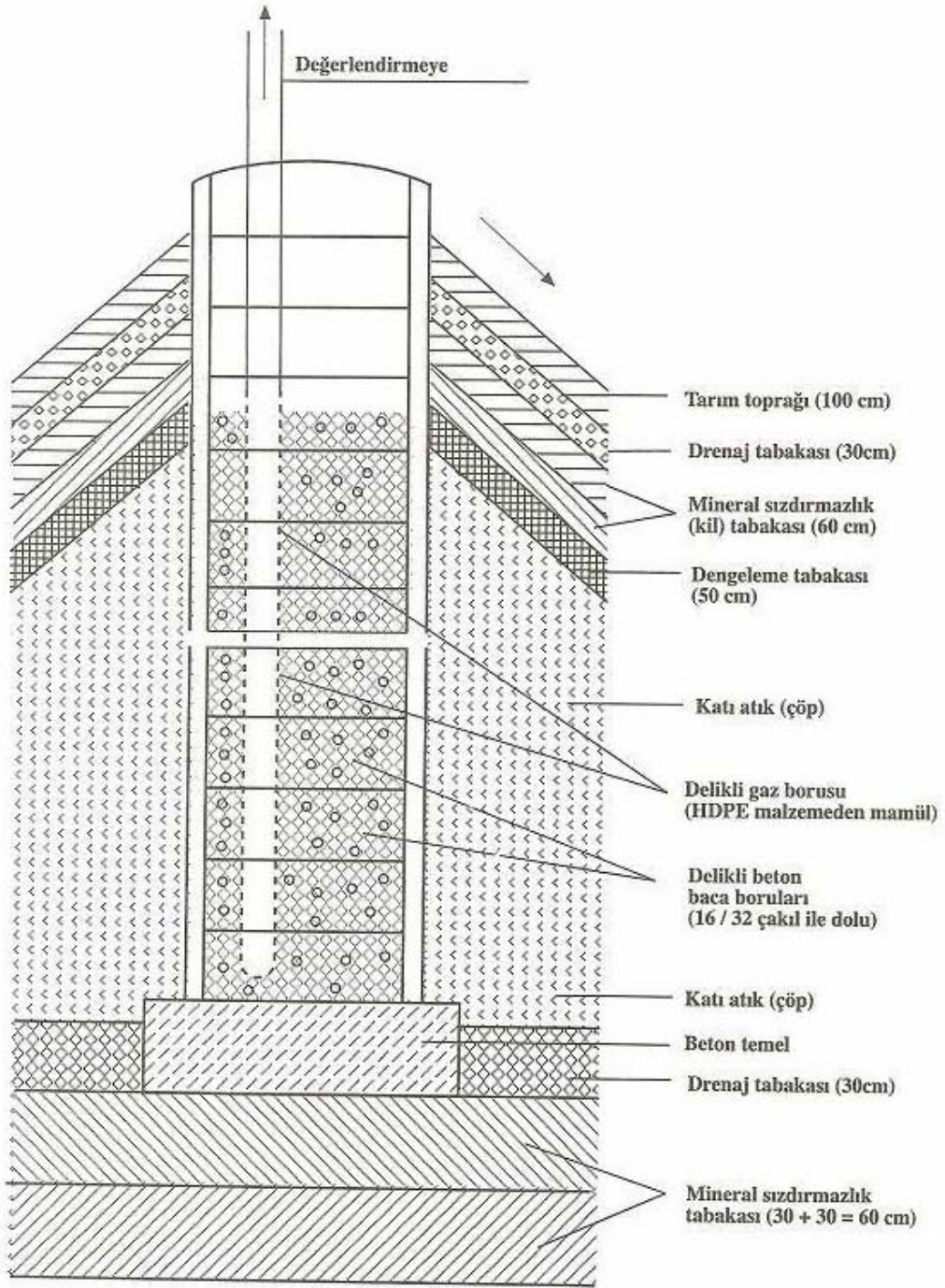
Çizelge 9.3. Sızıntı suyu karakteristikleri [28]

Parametre	Birim	Değişim Aralığı
KOI	Mg/l	150-100.000
BOI ₅	Mg/l	100-90.000
pH		5.3-8.5
Alkalinite	mgCaCO ₃ /l	300-11.500
Sertlik	mgCaCO ₃ /l	500-8.900
NH ₄	Mg/l	1-1.500
N _{org}	Mg/l	1- 2.000
N _{tot}	Mg/l	50-5.000
NO ₃	Mg/l	0.1-50
NO ₂	Mg/l	0-25
P _{tot}	Mg/l	0.1-30
PO ₄	Mg/l	0.3-25
Ca	Mg/l	10-2.500
Mg	Mg/l	50-1.150
Na	Mg/l	50-4.000
K	Mg/l	10-2.500
SO ₄	Mg/l	10-1.200
Cl	Mg/l	30-4.000
Fe	Mg/l	0.4-2.200
Zn	Mg/l	0.05-170
Mn	Mg/l	0.4-50
CN	Mg/l	0.04-90
AOX	µgCl/l	320-3.500
Fenol	Mg/l	0.04-44
As	µgCl/l	5-1.600
Cd	µgCl/l	0.5-140
Co	µgCl/l	4-950
Ni	µgCl/l	20-2050
Pb	µgCl/l	8-1020
Cr	µgCl/l	30-1.600
Cu	µgCl/l	4-1.400
Hg	µgCl/l	0.2-50

9.5.9 Depo gazının uzaklaştırılması

Katı atık depolama sahalarında depo gövdesinin içerisinde mikrobiyolojik ayrışmalar sonucu oluşan gaz çıkışı atık stabilize oluncaya kadar devam edecektir. Metan çıkışı depo yapılmasından itibaren, birkaç aydan 2 yıla kadar artarak çıkmaya başlayacaktır. Yaklaşık 20 yıl sonra stabil hale gelebilecektir. Bu sürede gazın % 75'i çıkacaktır. Mutlak anaerobik şartlarda çöp deposunda %54 Metan, %45 CO₂ ve az miktarda da diğer gazlar bulunur. Metan hariç diğer gazlar kokulu olduklarından hemen fark edilirler.

Modellemesi yapılan Çorum ili katı atık depolama sahası depo gazının, hem çevreye yayılıp tehlike oluşturmasını önlemek ve hem de kısmen toplanan gazı değerlendirebilmek için şekil 9.5'de görüldüğü gibi bir gaz toplama bacası yapılacaktır. Toplanan bu gazlar değerlendirilmeyecek ise kontrollü olarak atmosfere verilecektir. Depo tabanı, drenaj sistemi ve dolgu işlemini takiben tamamlandıktan sonra zemin üzerine beton temel atılacaktır. Beton temel üzerine 30 cm çapında hasır çelik ile gaz bacası yapılır ve içerisi kireçsiz çakıl dolgu ile doldurulacaktır. Katık atıklar ile birlikte gaz toplama bacaları da yükselecektir. Toplanan gazlar kontrollü olarak atmosfere verilecektir. Ancak ileriki yıllarda gazdan yararlanılabilir düşüncesi ile bacanın ortasına yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) 'den mamul delikli dren borusu yerleştirilecektir.



Şekil 9.5. Gaz Toplama Bacası [8]

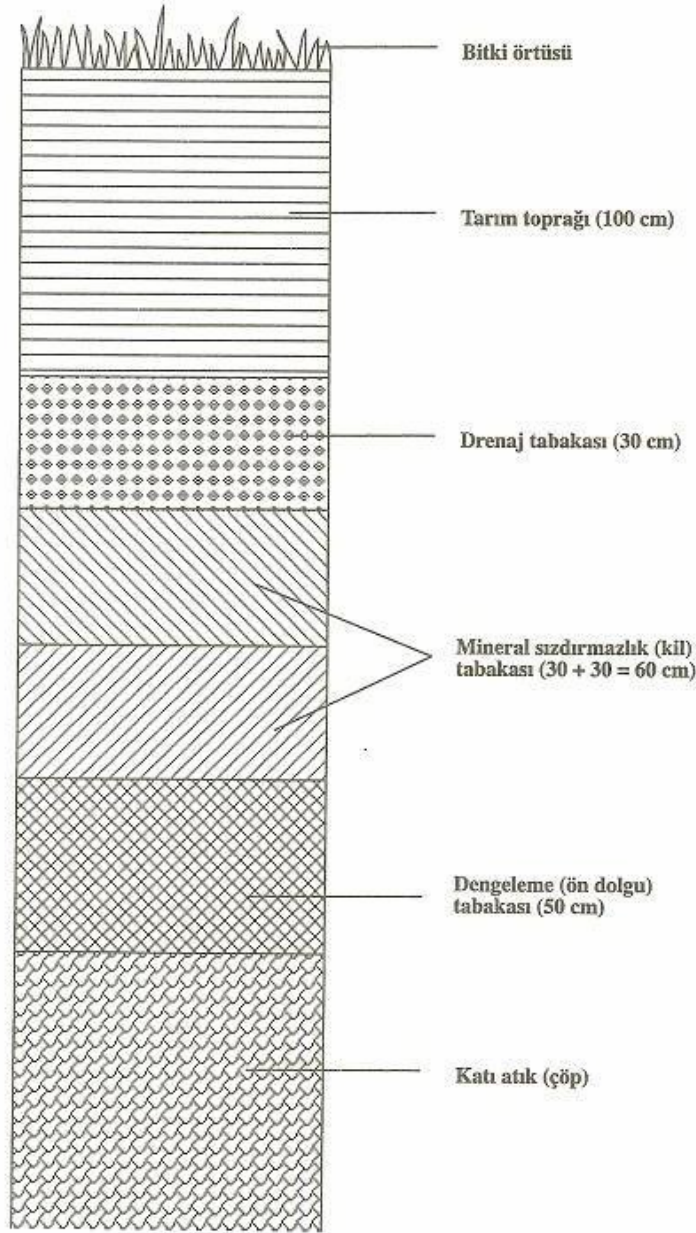
9.5.10. Çorum ili için modellenen katı atık depolama sahasının (lotların) kapatılması

Çorum ili için modellenen katı atık depolama sahasındaki ilk lot'un doldurulması tamamlandıktan sonra, tekniğine uygun olarak kapatılacaktır. Bunun için önce depo sahası üst yüzeyi geçirimsiz hale getirilecek, yağmur sularını depo sahası içine girmesi önlenecektir.

1.Lot'un kapatılmasında şu sıra takip edilecektir; Sıkıştırılmış ve düzeltilmiş çöpün üzerine Şekil 9.6'da görüldüğü gibi 50 cm kalınlığında toprağın cinsi önemli olmayan ancak toprak homojen olacak şekilde dengeleme tabakası serilecektir. Bunun üzerine 30'ar cm'lik iki tabaka halinde, 60cm sıkıştırılmış mineral (kil) geçirimsizlik tabakası serilecektir. Bu tabakanın permeabilitesi 1×10^{-8} m/sn olacaktır. Bu geçirimsiz tabakanın üzerine, 30 cm kalınlığında drenaj tabakası yapılacaktır. Bu tabakanın teşkilinde kireç oranı düşük kum ve çakıl kullanılacaktır. Bu tabaka sayesinde, yağış ve sulama suları çöplüğün gövdesine geçmeden toplanarak, drenaj edilir. Bu tabakanın permeabilitesi 1×10^{-3} m/sn olacaktır.

Bu tabakanın üzerine, minimum 1m kalınlığında tarım toprağı serilecektir. Lot'un üzerine düşen yağmurun kısa sürede sahayı terk etmesi için üzerindeki örtünün eğimi arazinin topoğrafyasına göre %3'den büyük olacaktır.

Bu tabakanın üzerine, Çorum ilinin iklim şartlarına uygun bitki ve ağaçlar ekilerek / dikilerek saha yeşillendirilecektir. Ancak bu sahaların yanına veya üzerine kesinlikle bina-tesis yapılmayacaktır. Diğer lotların kapatılmasında 1. lot'taki işlem sırası tekrarlanacaktır.



Şekil 9.6. Depo Üst Yüzey Geçirimsizlik Sistemi [8]

9.5.11. Çorum ili için modellenen tıbbi atık yakma ünitesi

Çorum ili düzenli depolama alanındaki tıbbi atık yakma ünitesine gelen kamyonlar EK-2’de verilen Şekil 2.20’de görüldüğü gibi soğuk depoya tıbbi atıklarını bırakırlar. İlgili personel tarafından soğuk depodan alınan atıklar konteynıra yüklenir. Otomatik olarak konteynırdan hidrolik yükleme ünitesine tıbbi atık boşaltılır. Buradaki tıbbi

atıklar piston yardımıyla ön yanma hücresine gönderilir. Yaklaşık 800-900 °C ‘de tıbbi atıklar yakılır. Kül tabana çökelirken gaz da son yakma hücresine geçer ve 1200 °C ‘de yakılır. Gazın içerisinde oluşan partikül maddeler siklon duvarına çarparak tabanda birikir iken üsten çıkan gaz, sıcak olduğu için gaz sıcaklığı ısı değiştiriciler tarafından 100-150 °C ‘ye kadar düşürülür. Sıcaklığı düşürülen gaz yıkama ünitesinden geçirilerek askıda kalan partiküller tabana çöktürülür. Fan aracılığı ile çekilen gazlar torba filtreden geçirilerek Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinin istediği standartlarda atmosfere verilir.

9.5.12. Trafik

Depo tesisine ulaşım ve tesis içindeki iç yollar her türlü hava şartları ve arazinin topoğrafik durumu dikkate alınarak tasarlanmıştır.

9.5.13. Telçit

Kontrolsüz girişler, evcil ve yabani hayvanların depo sahasına girmelerini önlemek amacı ile mevcut ve düzenli depolama yapılması düşünülen bölgenin etrafı 2m yüksekliğinde tel örgü çevrilmesi ve tel örgünün dış kısmı da Çorum ilinin iklimine uygun ağaçlar dikilecektir.

10. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hızlı ve çarpık kentleşmenin doğal bir sonucu olarak, özellikle büyük kentlerde katı atık sorunu hızla artmaktadır. Bu nedenle de katı atıkların etkin, verimli ve düzenli bir şekilde toplanması, taşınması ve değerlendirilip zararsız hale getirilmesi zorunludur. Rasgele toplanan atıklardan sağlanan geri kazanım verimi, kaynaktan ayrım ile elde edilenden daha düşüktür. Kaynaktan ayırım ile atıkların içerisinde değerlendirilebilen kısmın çok daha fazla artırılması mümkündür. Bu da tamamen toplumun eğitilmesi ile ve üretilen atıkların kaynağında geri kazanım yapmakla mümkün olur. Geri kazanımdan elde edilen gelirin çok daha fazla artması beklenmektedir. Evlerde geri kazanmayı teşvik edecek şekilde mecburiyetler getirilmelidir.

Düzenli Depolama Tesisinin ömrünün uzatılması için katı atıkların kaynağında ayrılması ile ilgili eğitim seminerleri verilerek halk bu konuda bilinçlendirilmelidir. Şehrin muhtelif yerlerine kağıtların, plastiklerin, metallerin ve camların ayrı olarak atıldığı kumbaralar konulmalıdır.

Çorum İlinde katı atıkların daha kısa sürede ve zamanında toplanması için konteyner kapasitelerinin artırılması veya poşetleme sistemine geçilmesi gerekmektedir.

Çöp kamyonları günde 2 sefer çöp alanına gidip gelmektedirler. Mevcut Çöp depolama alanının merkeze uzaklığı 14 km. dir. 25 tane araç günde 2 seferden 784 km yol yapmaktadır. Büyük bir trey alınarak bu konuda tasarruf yapılabilir. Yapılan araştırmalar ve hesaplamalar sonucunda modellemesi yapılan alan şehrin 18 yıllık katı atık depolama ihtiyacını karşılayacaktır. Modellemesi yapılan bu tip modern depolama ayrıştırma, geri kazanım tesislerinin çağımız modern şehirciliğinde gerekli olduğu, bu yüzden hızla artan şehir nüfusu ve bunun çevresel etkilerinin minimize edilmesi insan sağlığı ve çevre açısından önemlidir. Ülkemizde ki belediyelerinin bir kısmı (İstanbul, Bursa, Denizli vb) son on yıl içerisinde modern düzenli depolama tesisleri gerçekleştirmişlerdir. Çorum ilinde yapılan nüfus projeksiyonları doğrultusunda bu tip depolama, geri kazanım ve ayrıştırma ünitesine ihtiyaç

bulunmaktadır. Ancak tesisin yapılmasına geçilmeden önce incelenen zer raporun ışığında zemin taşıma kapasitesinin yeterli olduğu, yapılacak küçük boyutlu binalarda oturmaya ilişkin her hangi bir problem olması beklenmemektedir. Bina boyutlarının büyük olması durumunda sadece radye temel için problem bulunmamaktadır. Depolama yapılacak alan jipsli olduğundan temele su kaçması kesinlikle önlenmeli, yapı temellerinde sülfatlara dayanıklı çimento kullanılması ve çimentolu imalatların zemin ile temasını önleyici yalıtım yapılması, su ve kanalizasyon şebekelerinde sülfatlara dayanıklı malzeme kullanılması gerekmektedir.

Ayrıştırma sırasında günde 8'er saat 2 vardiyalı 24 personelin ayrıştırdığı geri kazanılabilir atık miktarları ortalama hesaplandı. Çorum ilinde atık kağıt miktarı ort. günlük 39,2 ton, atık plastik miktarı ort. günlük 23,45 ton, atık cam miktarı ort. günlük 15.6 ton, atık metal miktarı ort. günlük 6,10 ton civarındadır. Katı atıklarda yapılan ayrıştırma sonuçlarına göre kağıtlar, plastikler, camlar ve metaller satıldığı takdirde ort. 13037,5 YTL ekonomiye kazandırılmış olacaktır.

Organik madde miktarı yüksek çıkmasından dolayı kompostlama tesisi ve Çorum ilinde çok sayıda tavuk çiftliği olduğundan biyogaz tesisi kurulabilir.

KAYNAKLAR

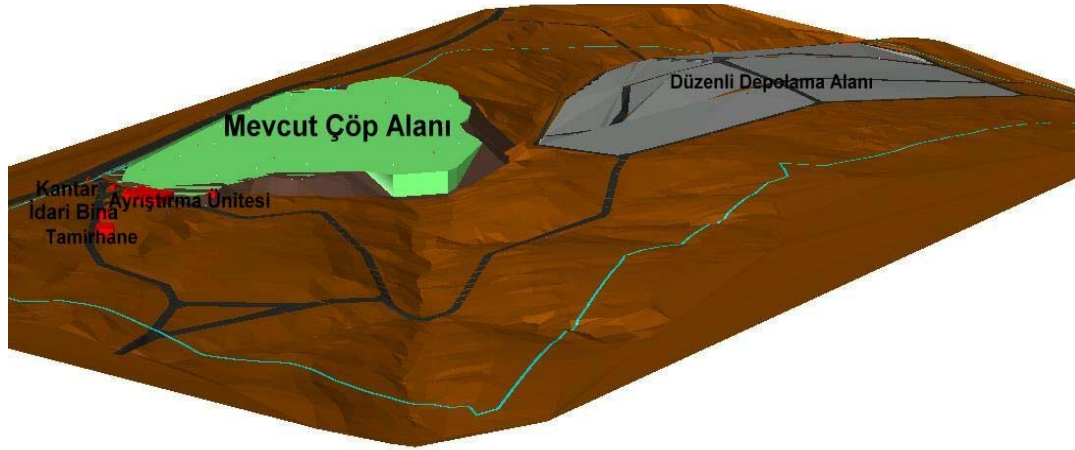
1. Kışlalıoğlu M., Berkes F., “Çevre ve Ekoloji” **Remzi Kitabevi** Ocak, 224-225 (1995).
2. Karpuzcu M. “Çevre kirlenmesi ve kontrolü” **Boğaziçi Üniversitesi Yayınları**, 117 (1994).
3. Seydioğlu S., “Ayaş bölgesi katı atık sorunu ve çözüm önerileri “, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 8-10 (2004).
4. Evin H. “ Türkiye’de katı atık yönetimi” **Çorum Çevre Dergisi** 5:38-39 (1998).
5. Curi K. “Dengeli kalkınmada sanayi ve çevre” **Katı Atık ve Çevre Dergisi** 36 : 13 (1999).
6. Curi K. “ Tehlikeli atıkların uzaklaştırılması ” **Katı Atık ve Çevre Dergisi** 9 : 28 (1993).
7. Internet : Piller ve çevre kirliliği açısından değerlendirilmesi, <http://www.yildiz-edu.tr/~kanat/Pil.html> (2006).
8. Leblebici, Z., Dölek, A., Hacıhasanoğlu, S., Doğan. A., İ., Ofluz, Ü. Değirmencioğlu , S., Bilgili, S., “Katı atıklar” , **Belediyeler için çevre el kitabı**. T.C. Çevre Bakanlığı Çevre Kirliliğini Önleme ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara, 43-68 (1998).
9. Internet : Hastane atıklarının yakılması <http://www.kongre.org/makina/Çevre-Enerji/26/teblig26.htm> (2006).
10. Peavy, S. H., Rowe, R.D., Tehobanoglous G., “ Environmental engineering”, **Mc Graw Hill Book company, International Edition, ISBN No: 0-07-100231-6**, Singapore, 696 (1985).
11. Gönüllü T. “Çöp depo yerlerinde can emniyeti ve halk sağlığı ile ilgili tedbirler” **Ekoloji Çevre Dergisi** 9:9-14, (1993).
12. Özer F. “Katı atık sahalarında biogazın elde edilmesi ve kullanımı” , Yüksek Lisans Tezi, **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Sakarya, 5 (1997).
13. “Evsel atık aktarma ayırım ve geri kazanım istasyonu yatırım değerlendirme raporu”, **Çorum Belediyesi** Çorum, 1-8 (1999).

14. P.K. Patrick, “ Katı atık yönetimi”, *Çevre Mühendisleri Odası Yayını, Dünya Sağlık Örgütü Avrupa Bölgesel Bürosu, Kopenhag*, Ankara, 98,99(1995).
15. Howard, S.P., “ Solid wastes” , *Donald Rove Techobanoglous G., Enviromental Engineering*, New York, 5:4 (1989).
16. Çağlar S. “ Saha içi yol ve platform yapımı, atıkların hücreleme metoduyla doldurulması ve günlük örtü uygulamaları”*İSTAÇ Aş. İşletmeler Müdürlüğü Odayeri Depolama Alanı Şefliği Katı Atık Semineri* 7-8 (2005).
17. Favoni, J.L., Heer, J.E. and Hagerty, D.J., “ Handbook solid waste disposal materials and enerjy recovery, ban nostrand reinhold environmental engineering series” Singapore, 527 (1975).
18. Curi K. “Türkiye’de katı atıkların geri kazanılması ve uzaklaştırılması sorunu” *Katı Atık ve Çevre Dergisi* 28: 13 (1997).
19. Demir İ. “Katı atık düzenli depolama sistemleri eğitim notları” *İTÜ inşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü KatıAtık Semineri* 2-6 (2005).
20. Tchobanoglous, G., Theisen, H., Samuel, H., “ İntegrated solid waste management” Mc Graw Hill book company, ISBN No: 0-07-112865-4, Singapore, 978 (1993).
21. Borat M. “Katı atık depolama sahalarının tasarımı, gerekli yapılar ve ekipman” *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Katı Atık Semineri* 2-4 (2005).
22. Curi K. “Katı atıkların özelliklerinin tespiti için örnekleme yöntemi” *Katı Atık ve Çevre Dergisi* 30: 3 (1998).
23. Kocasoy G. “Atıksu arıtma çamuru ve katı atık ve kompost örneklerinin analiz yöntemleri “ *Boğaziçi Üniversitesi İstanbul* 45-47 (1996).
24. İller Bankası “ Yer seçimi raporu” , *Çorum Belediyesi Çoski Müdürlüğü*, Çorum, 4-6 (2003).
25. “ Çorum ili merkez ilçesi celilkırı köyü g33-c23a pafta, 719 parsel’e ait jeolojik-jeoteknik zemin etüt raporu”, *Çorum Belediyesi İmar İşleri Müdürlüğü*, Çorum 8,10 (2006).
26. “ Çorum ili katı atıkların toplanması ve taşınması çalışması dokümanları”, *Çorum Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü*, Çorum (2005).

27. İller Bankası “ Kanalizasyon işlerinin planlanması ve projelerinin hazırlanmasına ait talimatname” , *Çorum Belediyesi Çevre Koruma Müdürlüğü*, Ankara,(1972).

EKLER

EK-1 Katı atık düzenli depolama alanı

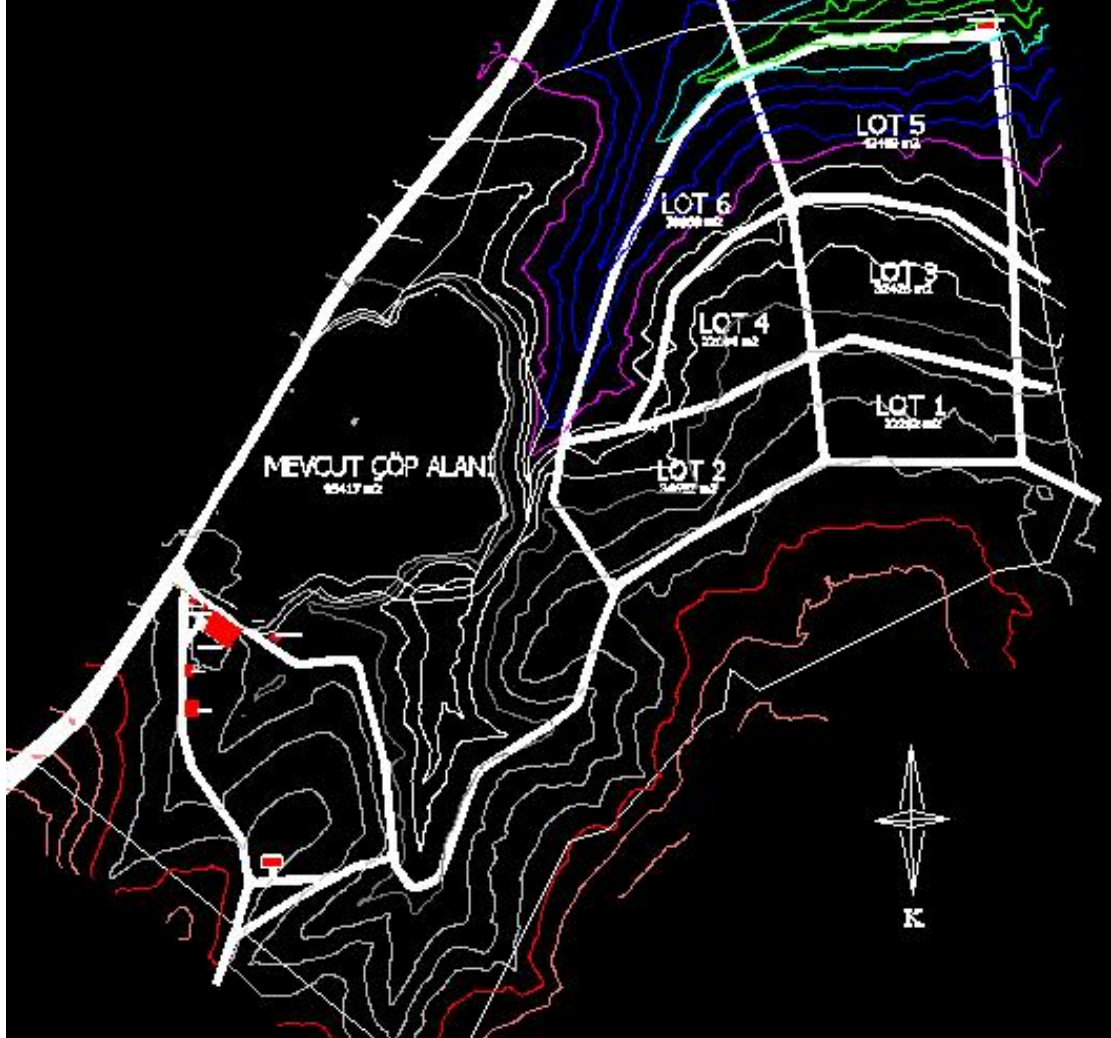


Şekil 1.1 Katı Atık Düzenli Depolama Alanı 3 Boyutlu Görünüm



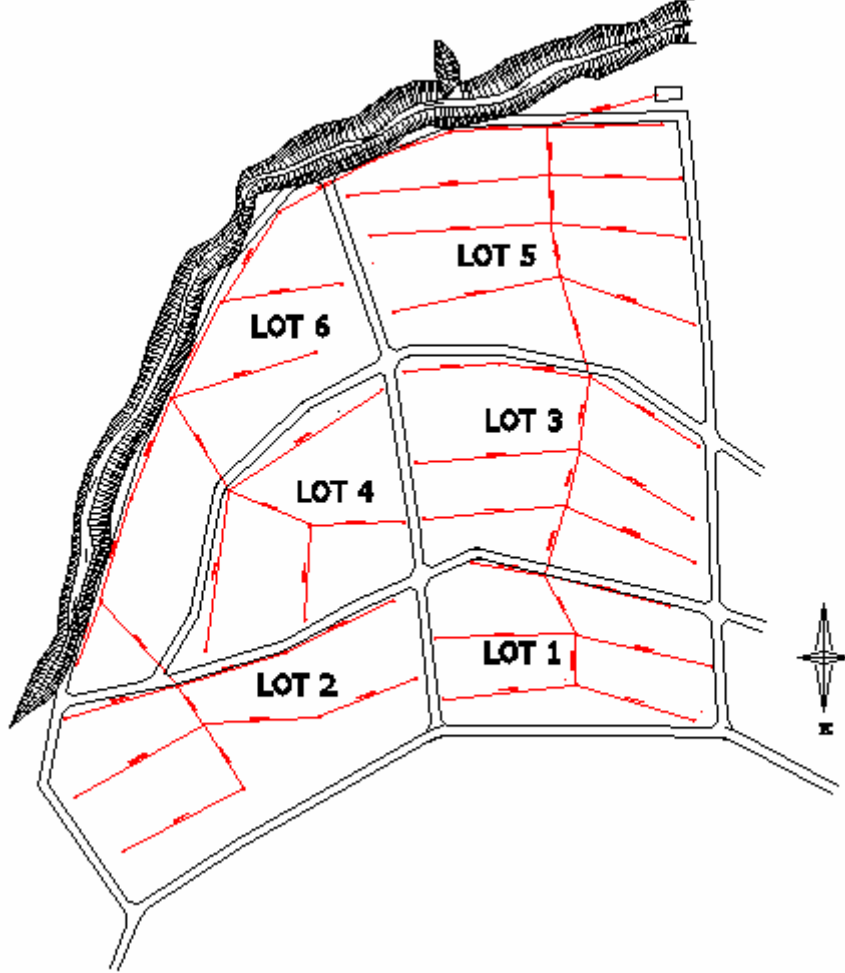
Şekil 1.2 Katı Atık Düzenli Depolama Alanı Yapıların Vaziyet Planı

EK-1 (Devam) Katı atık düzenli depolama alanı

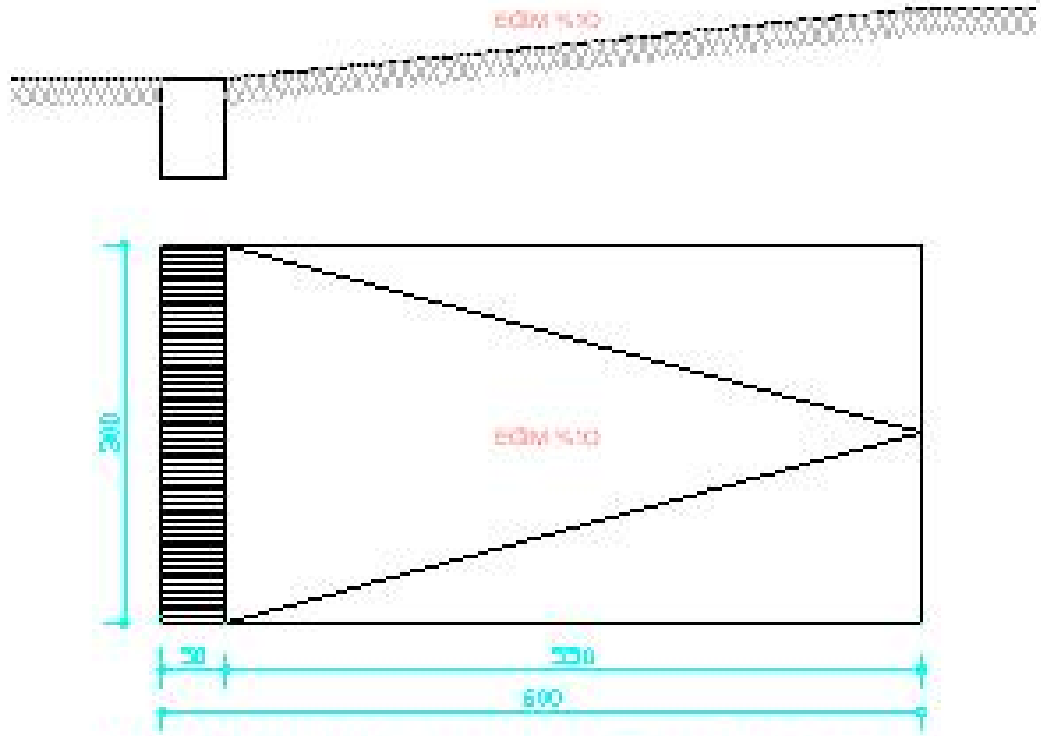


Şekil 1.3 Katı Atık Düzenli Depolama Alanı Vaziyet Planı

EK-1 (Devam) Katı atık düzenli depolama alanı

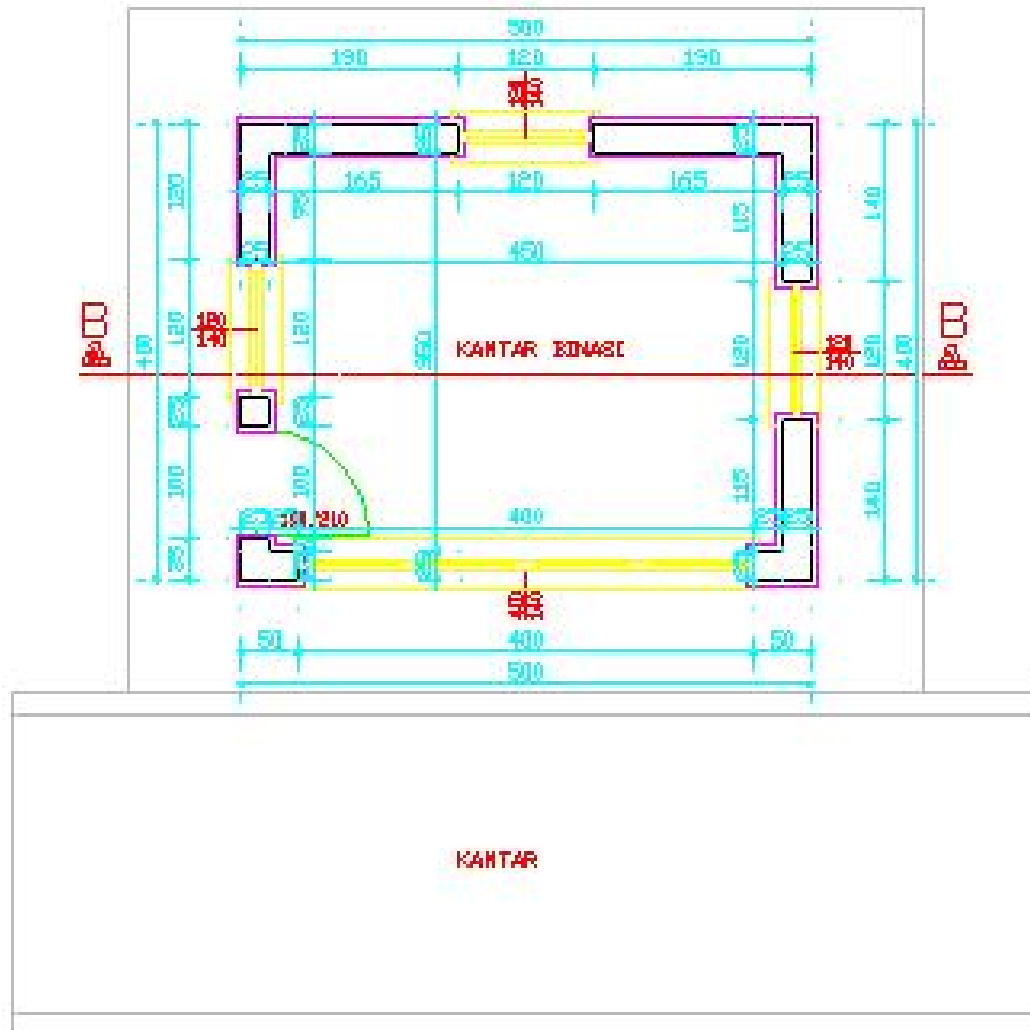


EK-2 Düzenli depolama tesisi üniteleri

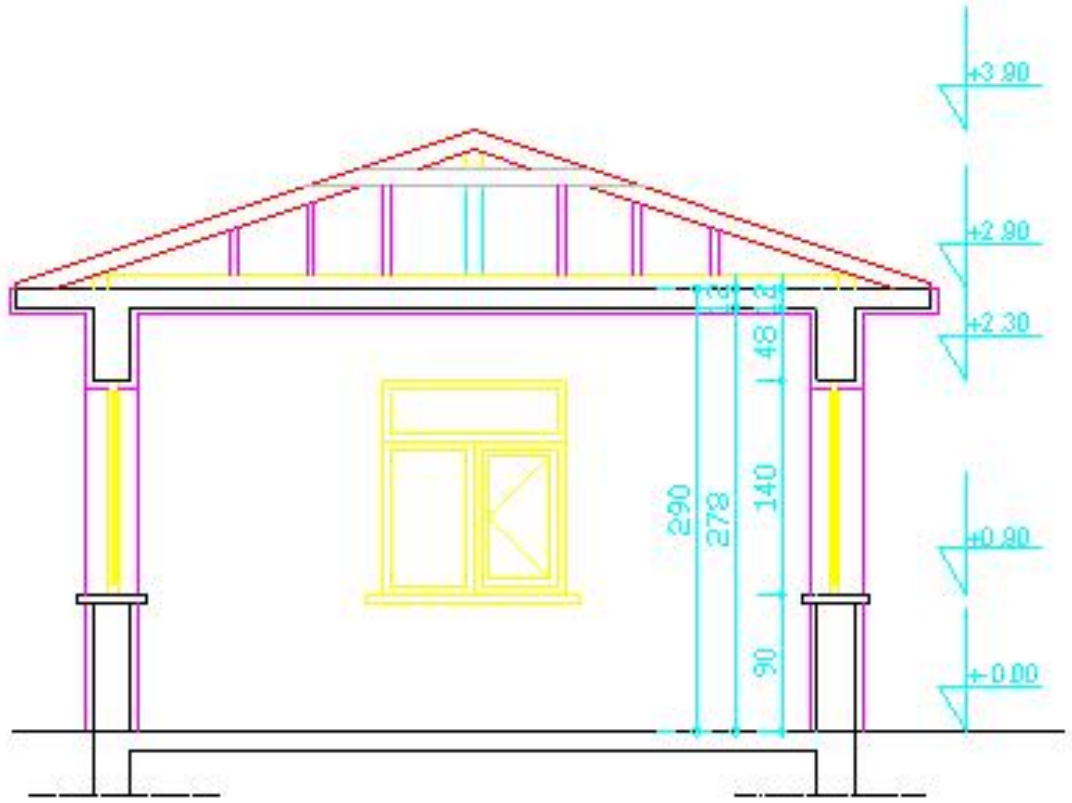


Şekil 2.1 Sızıntı Su Alma Rampası

EK-2 (Devam) Düzenli depolama tesisi üniteleri

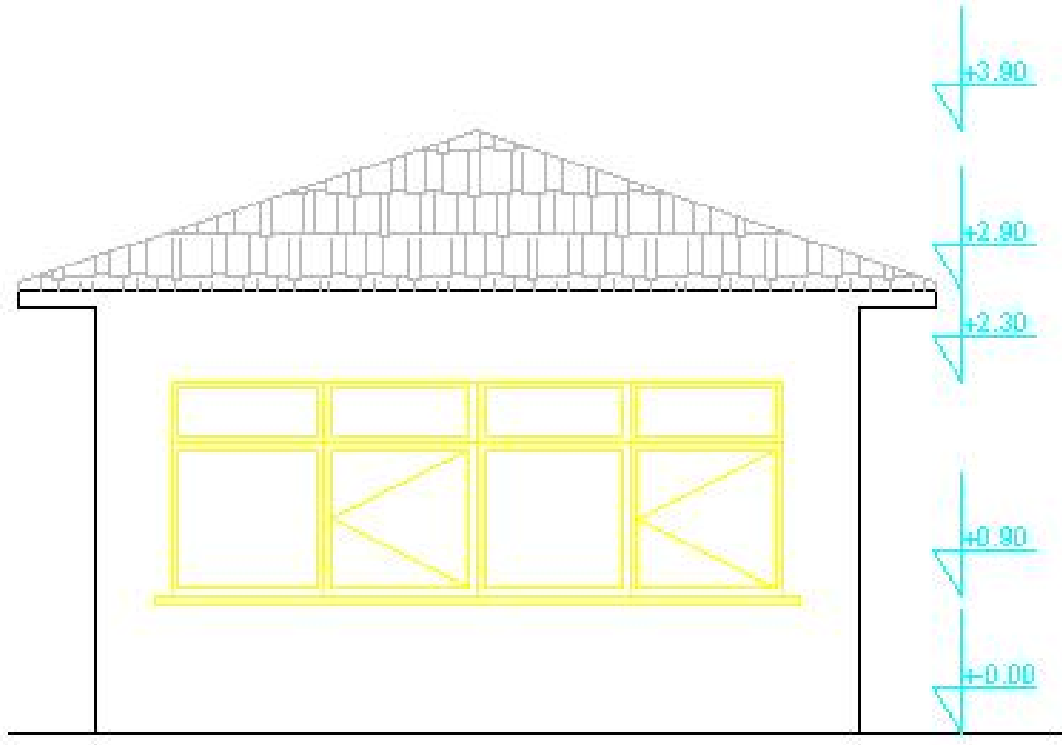


EK-2 (Devam) Düzenli depolama tesisi üniteleri



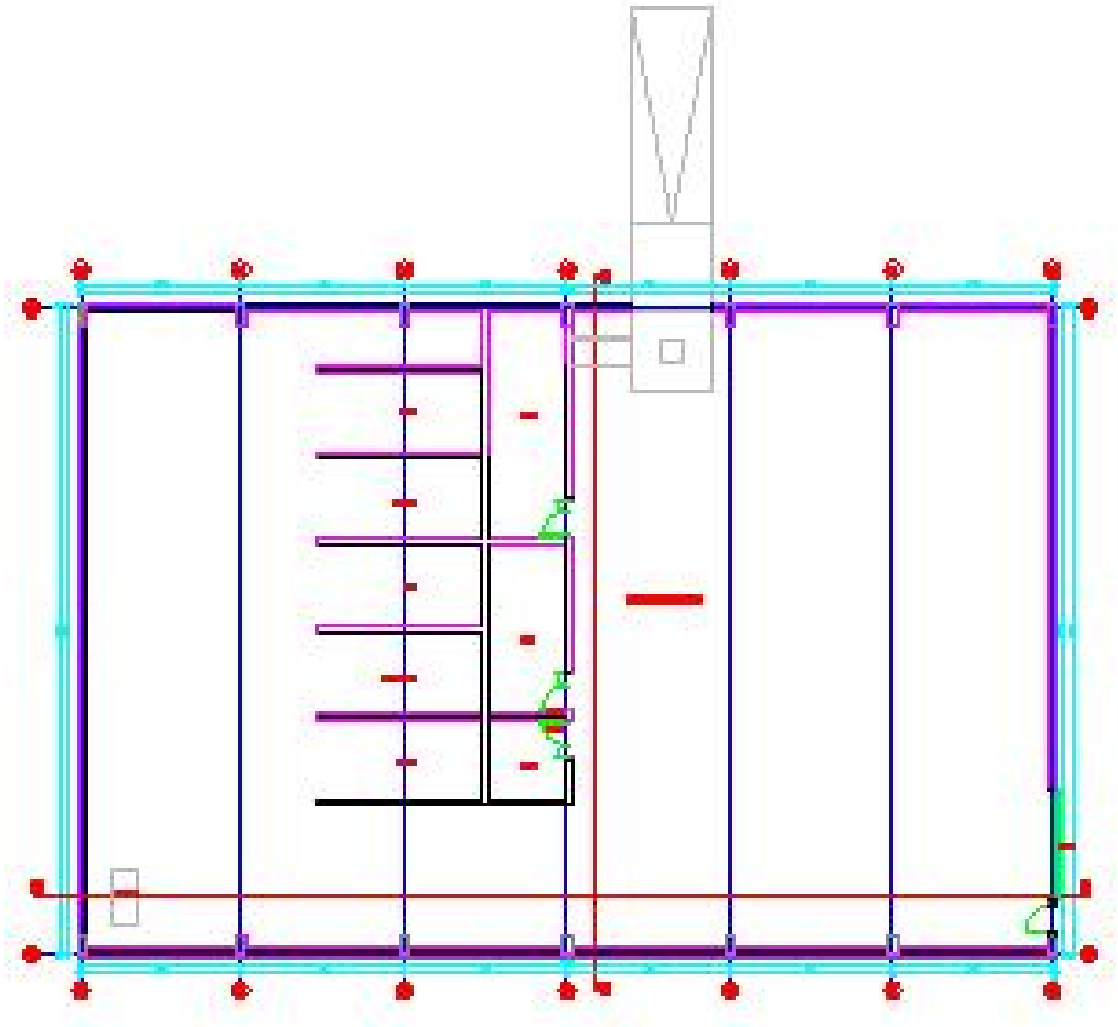
Şekil 2.3 Kantar Binası Kesiti

EK-2 (Devam) Düzenli depolama tesisi üniteleri



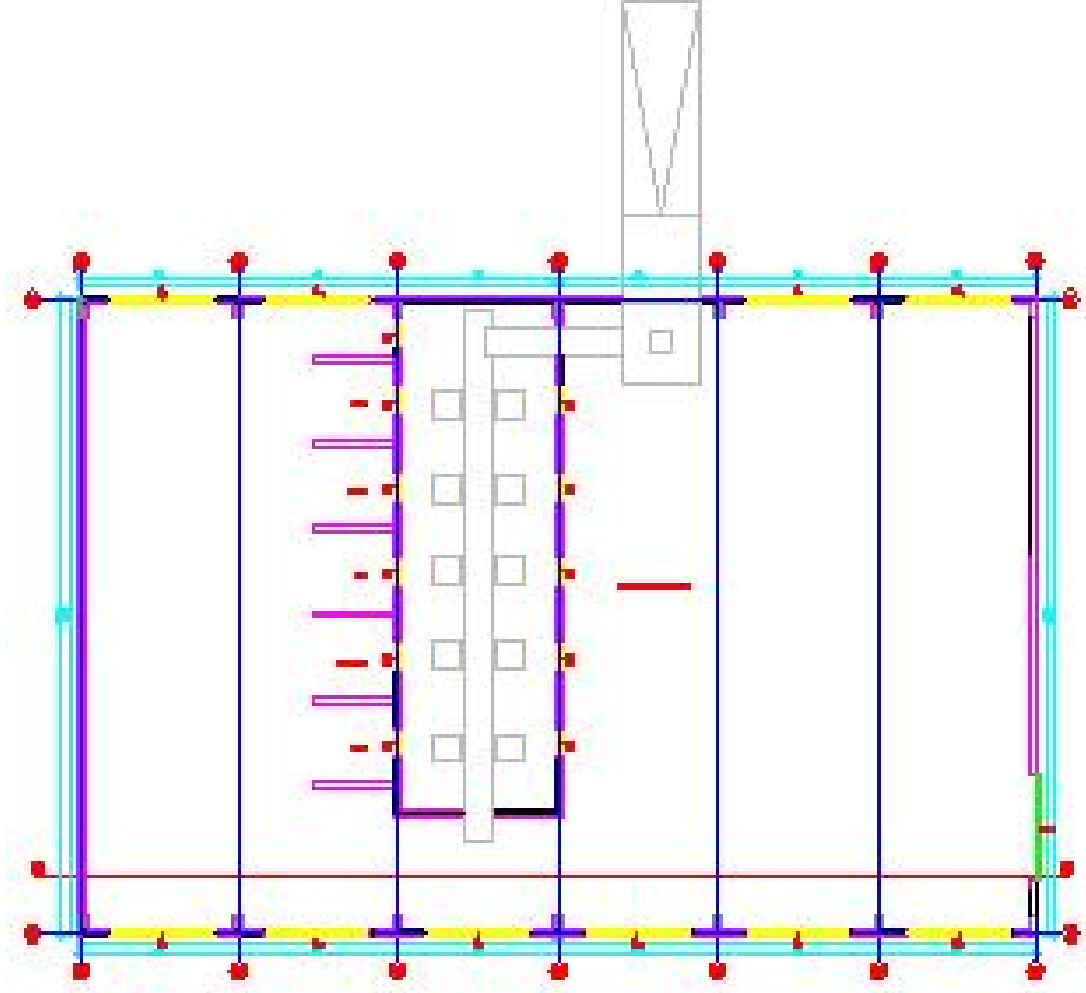
Şekil 2.4 Kantar Binası Ön Görünüş

EK-2 (Devam) Düzenli depolama tesisi üniteleri



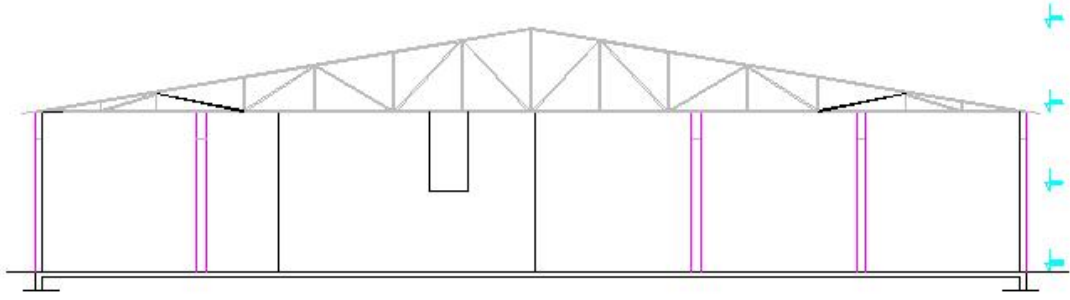
Şekil 2.5 Ayrıştırma Ünitesi Alt Kat Planı

EK-2 (Devam) Düzenli depolama tesisi üniteleri

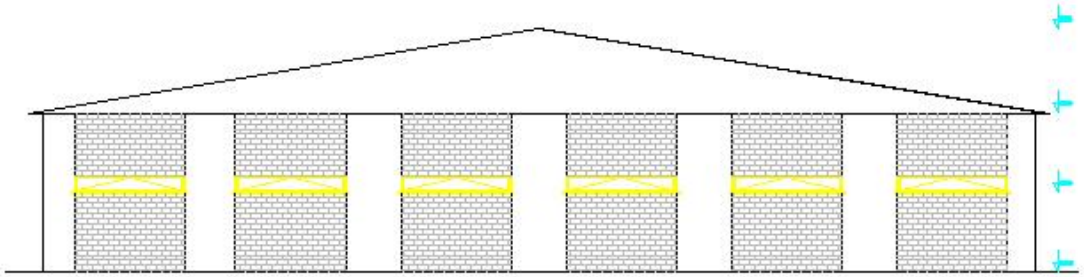


Şekil 2.6 Ayrıştırma Ünitesi Üst Kat Planı

EK-2 (Devam) Düzenli depolama tesisi üniteleri

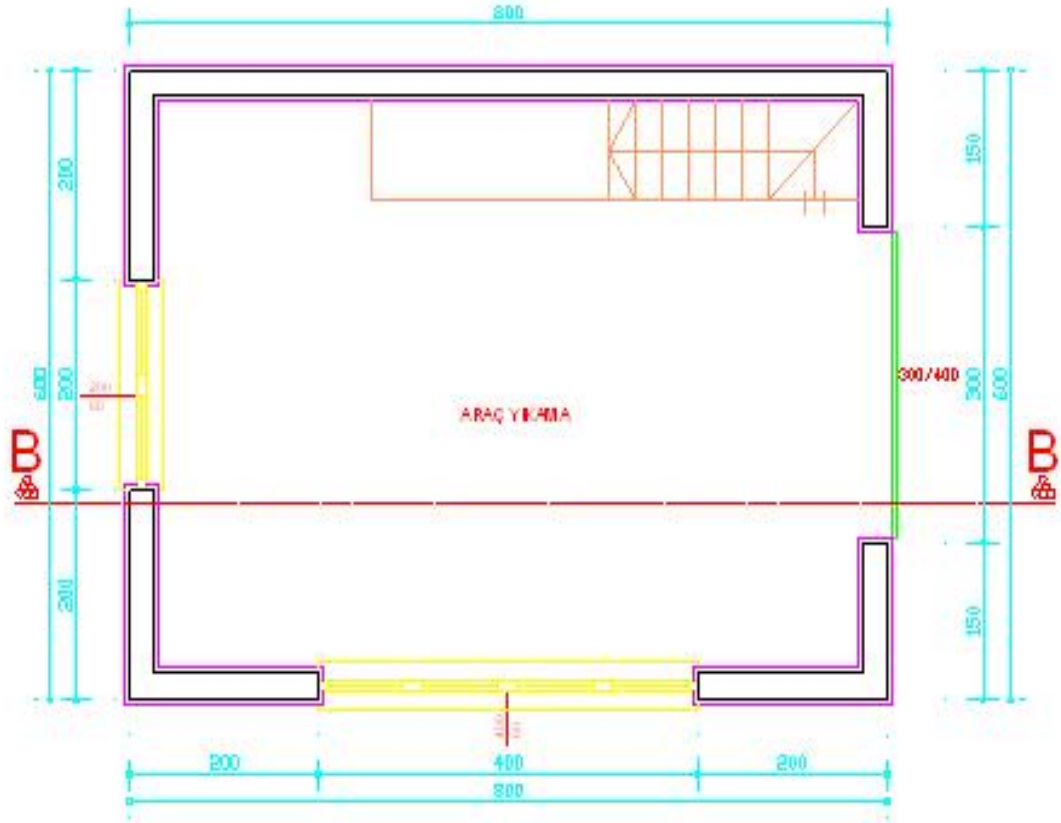


Şekil 2.7 Ayrıştırma Ünitesi Kesiti



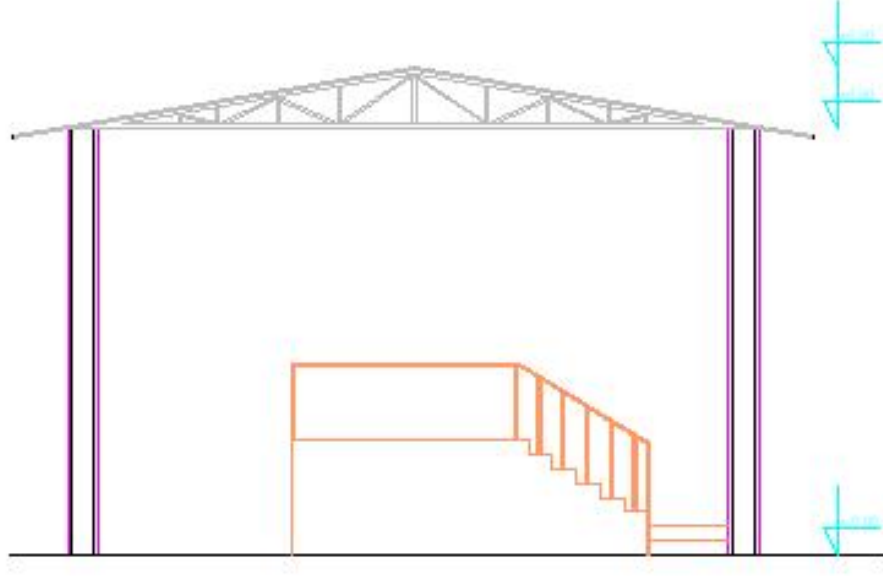
Şekil 2.8 Ayrıştırma Ünitesi Görünüşü

EK-2 (Devam) Düzenli depolama tesisi üniteleri

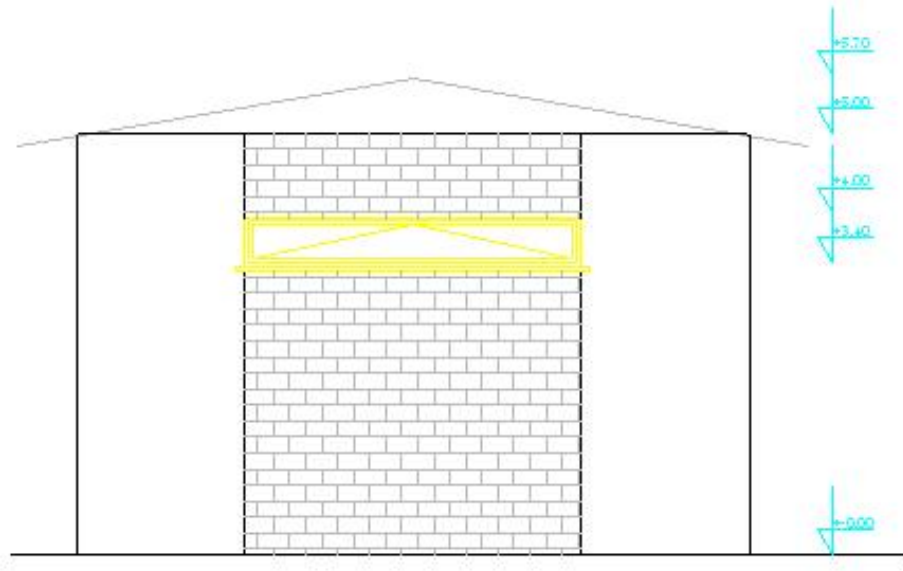


Şekil 2.9 Araç Yıkama Ünitesi Planı

EK-2 (Devam) Düzenli depolama tesisi üniteleri

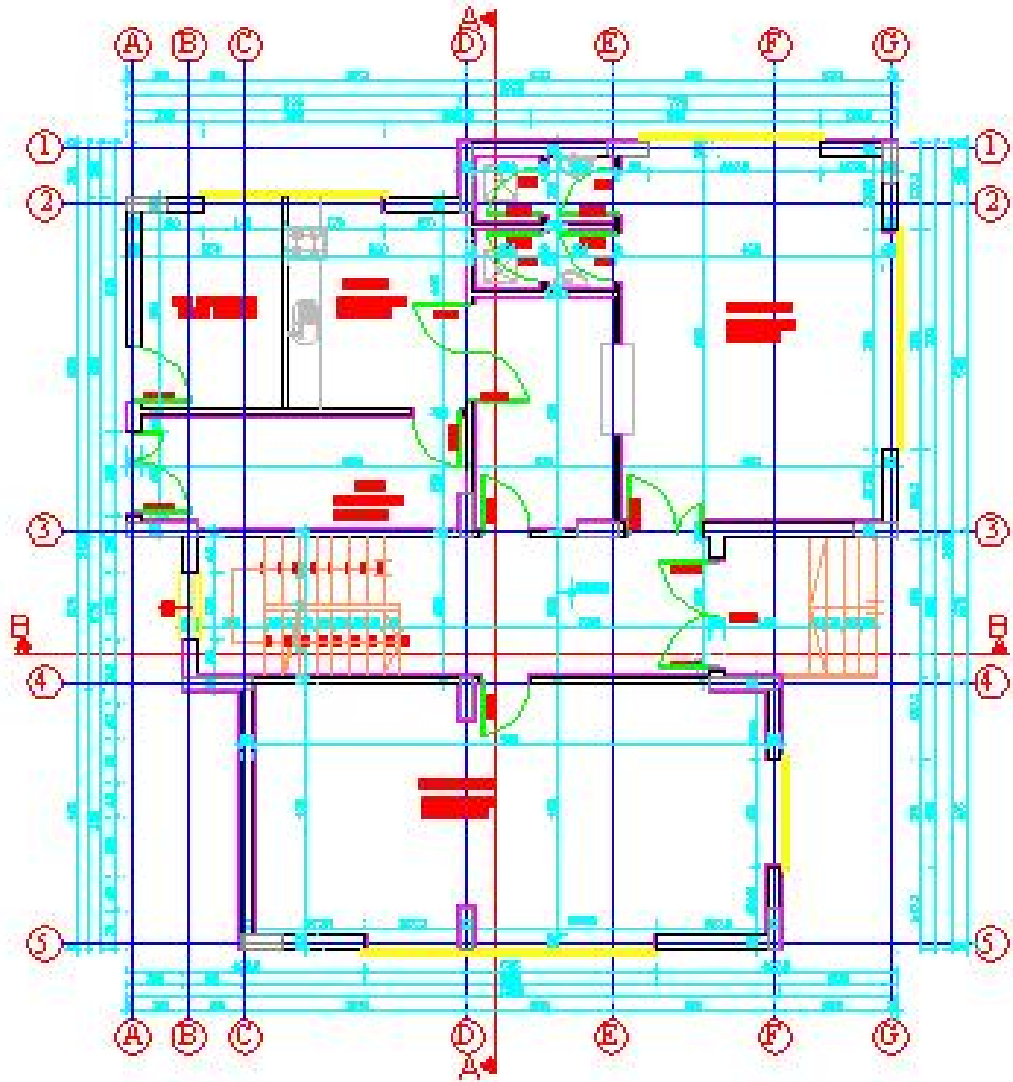


Şekil 2.10 Araç Yıkama Ünitesi Kesiti



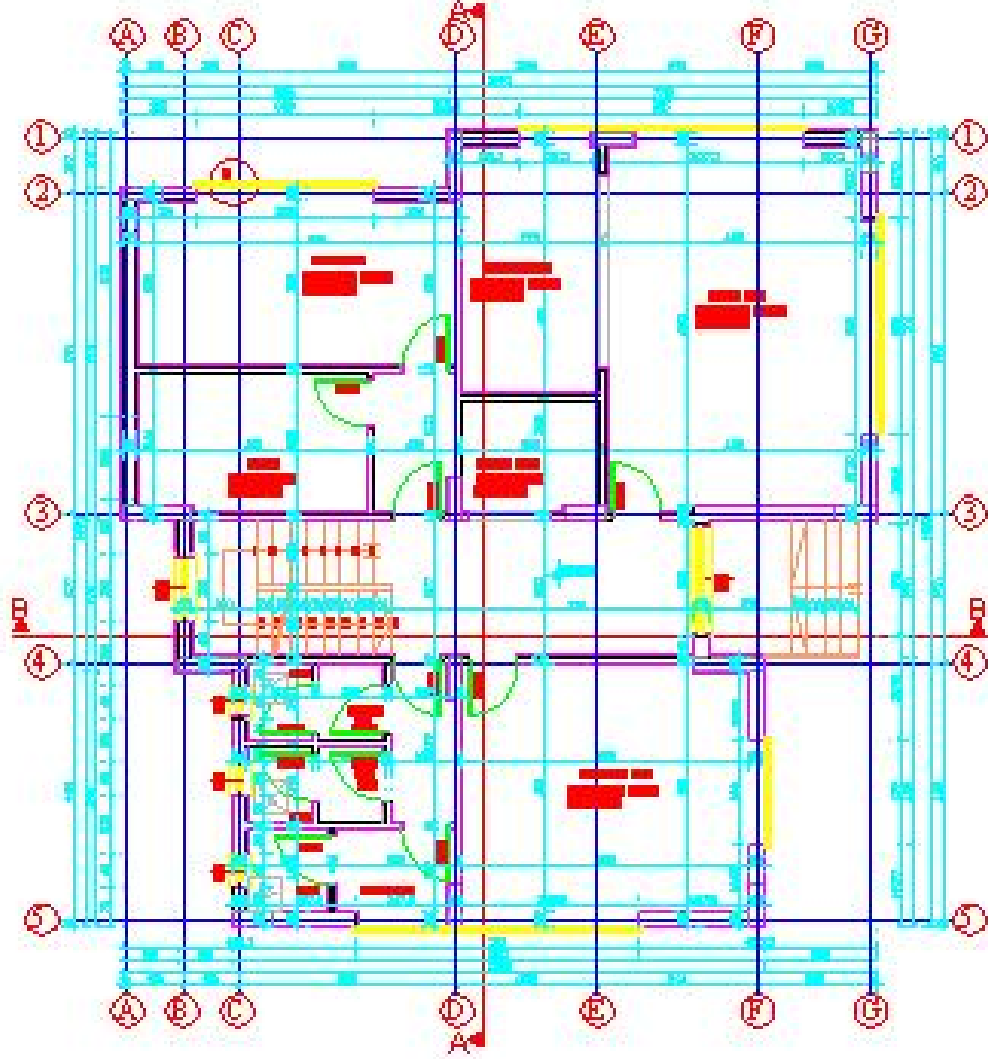
Şekil 2.11 Araç Yıkama Ünitesi Görünüşü

EK-2 (Devam) Düzenli depolama tesisi üniteleri



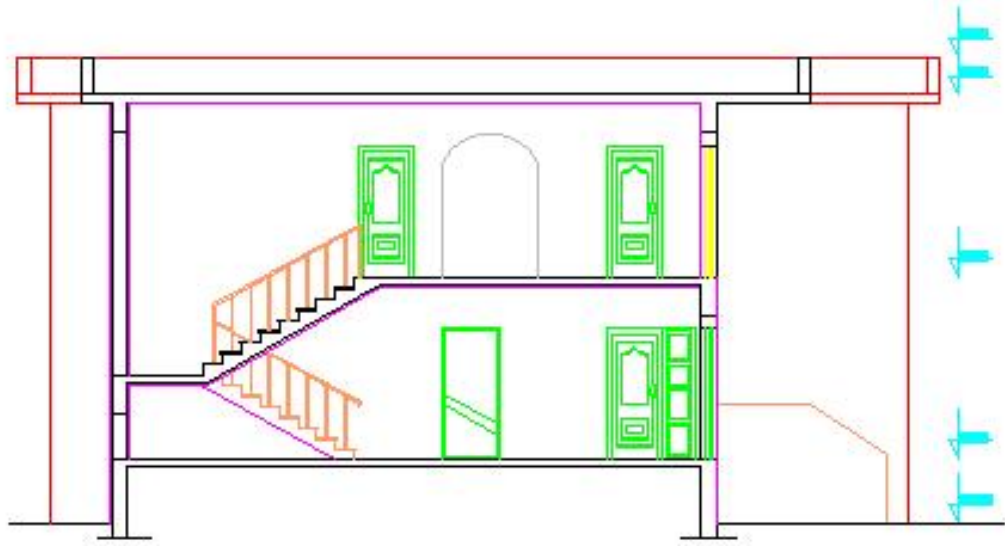
Şekil 2.12 İdari Bina Alt Kat Planı

EK-2 (Devam) Düzenli depolama tesisi üniteleri

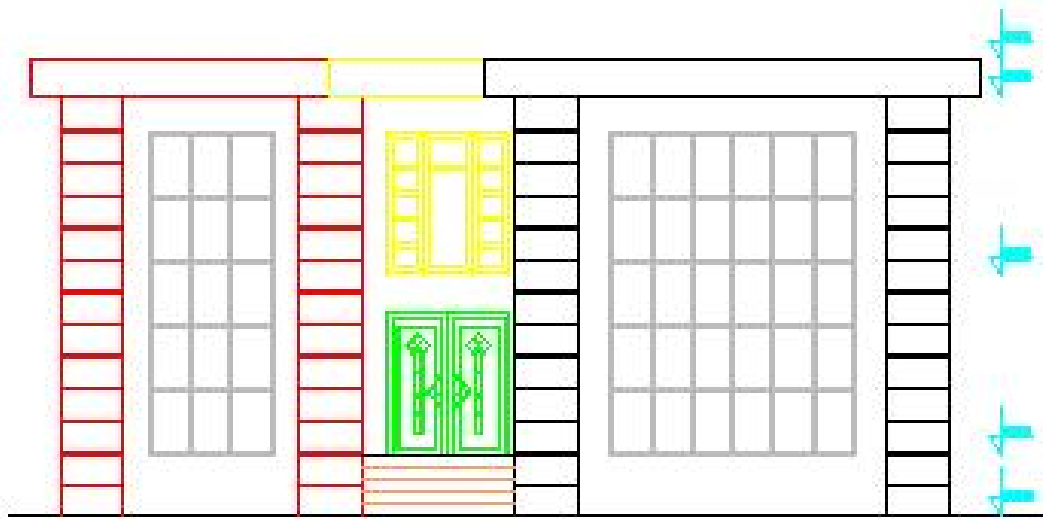


Şekil 2.13 İdari Bina Üst Kat Planı

EK-2 (Devam) Düzenli depolama tesisi üniteleri

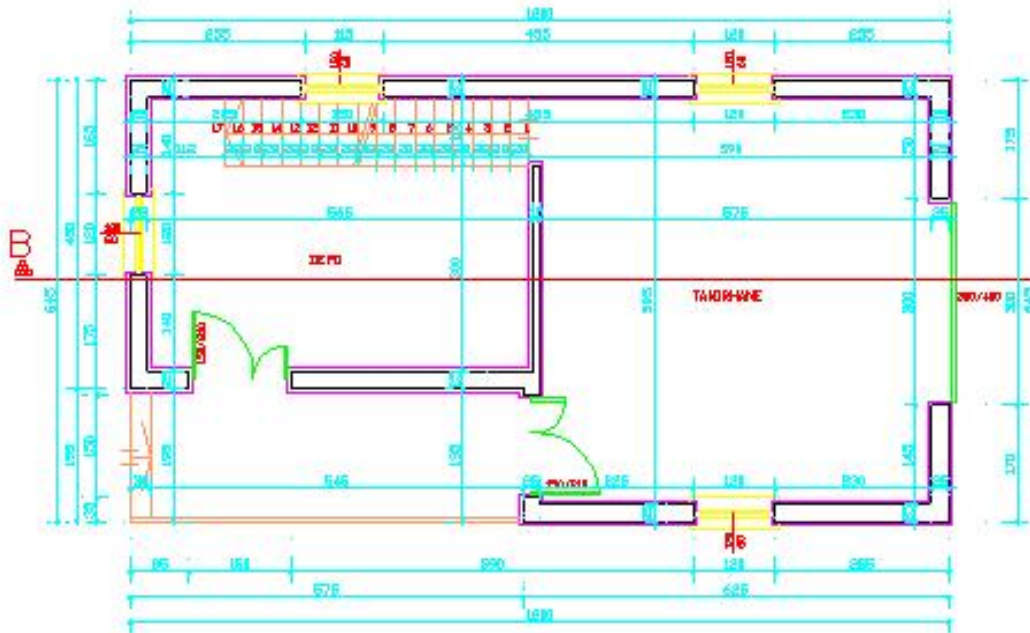


Şekil 2.14 İdari Bina Kesiti

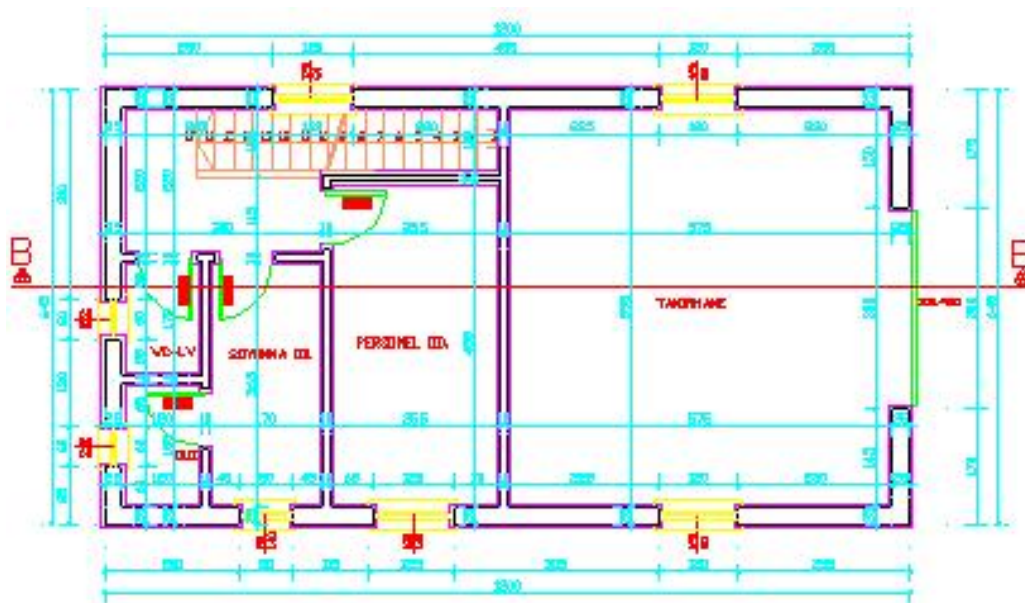


Şekil 2.15 İdari Bina Görünüşü

EK-2 (Devam) Düzenli depolama tesisi üniteleri

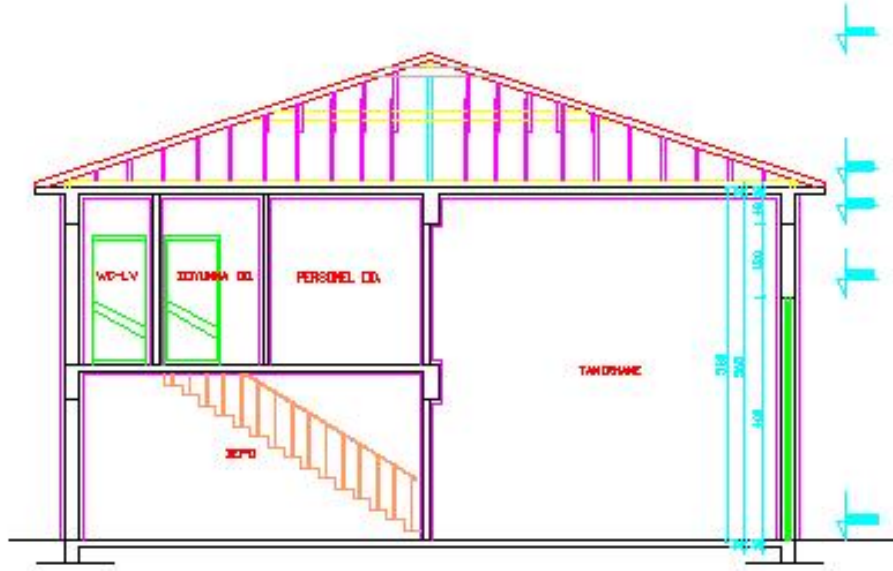


Şekil 2.16 Tamirhane Alt Kat Planı

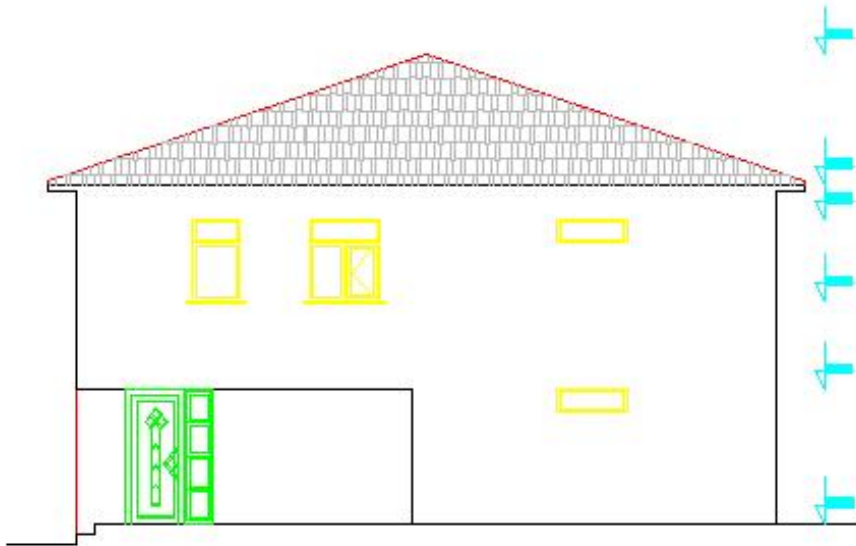


Şekil 2.17 Tamirhane Üst Kat Planı

EK-2 (Devam) Düzenli depolama tesisi üniteleri

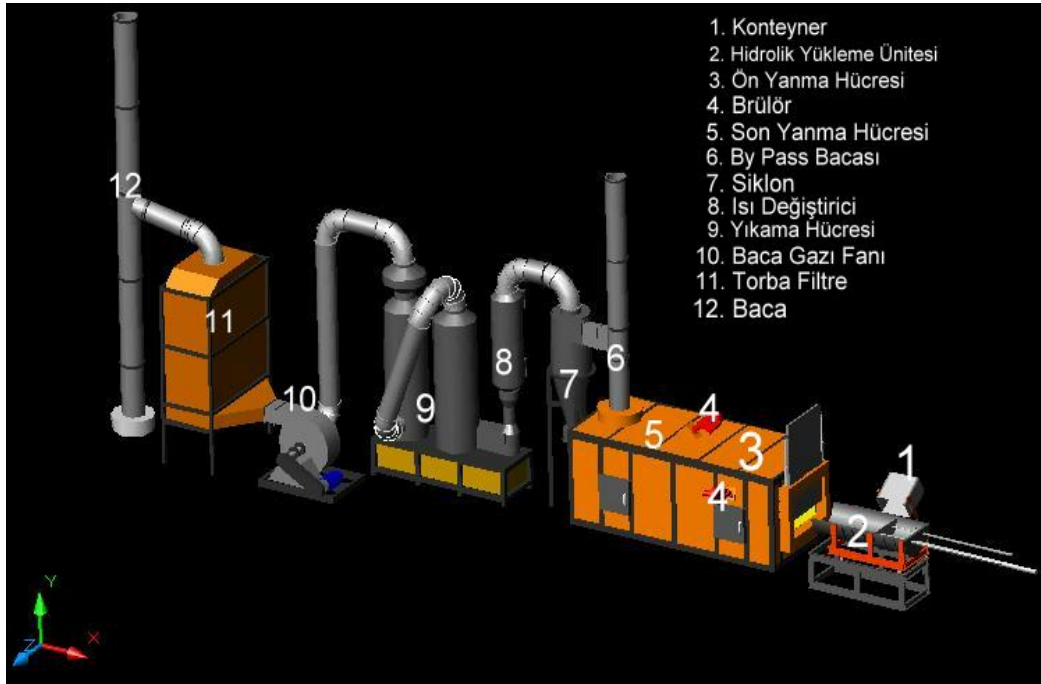


Şekil 2.18 Tamirhane Kesiti

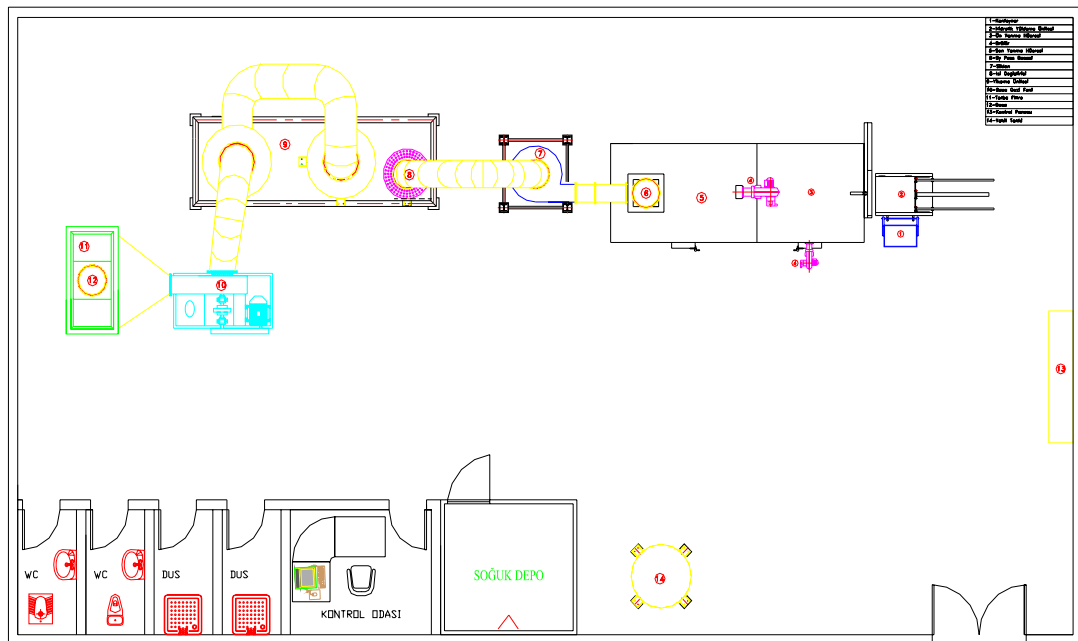


Şekil 2.19 Tamirhane Görünüşü

EK-2 (Devam) Düzenli depolama tesisi üniteleri



Şekil 2.20. Tıbbi Atık Yakma Ünitesi 3 Boyutlu Görünüm



Şekil 2.21 Tıbbi Atık Yakma Ünitesi Vaziyet Planı

ÖZGEÇMİŞ**Kişisel Bilgiler**

Soyadı, adı : TUNCEL, Zübeyir
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri.. : 25.06.1974 Çorum
Medeni Hali . : Evli
Telefon : 0 (364) 224 84 60
e-mail : zubeyirtuncel@hotmail.com.

Eğitim**Derece**

Lisans

Eğitim Birimi

Cumhuriyet Üniversitesi/

Çevre Mühendisliği

Mezuniyet tarihi

1999

İş Deneyimi**Yıl**

2000-2001

2001-2006

Yer

Kuzuluk Kaplıcaları

Çorum Belediyesi

Görev

Çevre Mühendisi

Çevre Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Masa Tenisi, Voleybol