

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÜLKEMİZDE VE KOCAELİ İLİNDE KATI ATIK YÖNETİMİ  
SORUNLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

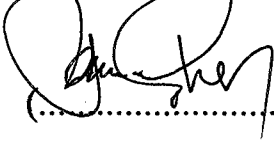
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Müh. Ali Osman YILDIRIM

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24 Haziran 1997

Tezin Savunulduğu Tarih : 17 Temmuz 1997

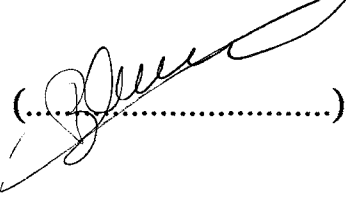
Tez Danışmanı

Prof. Dr. Savaş AYBERK

()

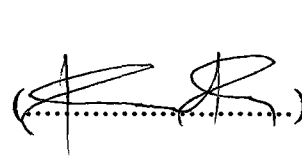
Üye

Prof. Dr. Bedri EMİR

()

Üye

Prof. Dr. Ertan ERUZ

()

HAZİRAN 1997

## ÜLKEMİZDE ve KOCAELİ İLİ'NDEKİ KATI ATIK YÖNETİMİ, SORUNLARI ve ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Ali Osman YILDIRIM

**Anahtar Kelimeler:** Katı Atık Yönetim Sistemi, Bölgesel Atık Modeli, Katı Atık Giderme Tesisleri, Katı Atıkların Toplanması, Geri Kazanım

**Özet:** Bu tezde, uluslararası alanda ve ülkemizde, katı atık giderme yöntemleri incelenecek ve Kocaeli ilindeki Katı Atık Yönetimi sorunları tartışılıp çözüm önerileri ortaya konulacaktır.

1960' lı yıllardan beri yaşanan hızlı nüfus artışı ve kırsal kesimlerden kentlere göç; ülkemizde katı atık sorunları gibi pek çok çevre sorununu beraberinde getirmiştir. Gelişmiş ülkelerde katı atıklar; ekonomik şartlar, yüksek teknoloji ve çevresel bilincin artmasıyla kontrol altına alınmıştır. Fakat, bizim gibi gelişmekte olan ve geri kalmış ülkelerde; çarpık ve sağlıksız kentleşme modellerinin yanısıra bilgi ve teknolojiye yoksun, gelişmiş katı atık giderme metodları uygulanarak şehirler yaşanmaz hale getirilmiştir. Geçmişte İstanbul-Umraniye, Diyarbakır ve Ankara'da düzensiz depolama nedeni ile ölümlerle sonuçlanan katı atık problemleri ortaya çıkmıştır.

Uluslararası alanda katı atık giderme konusunda yaşanan gelişmeler ve şehirlerimizdeki sağlıksız yaşam koşulları sebebiyle halkın şikayetlerinin artması ; sorunların çözümünden sorumlu olan başta yerel yönetimleri ve diğer kuruluşları harekete geçirmiştir. Son yıllarda katı atıkların sağlıklı bir şekilde toplanması, yeniden değerlendirilebilir atıkların geri kazanımı ve düzenli katı atık depolama konularında belediyeler bir arayış içerisine girmişlerdir. İstanbul, İzmir, İzmit, Bursa ve Gaziantep gibi büyük şehir belediyeleri finansman ve teknoloji bakımından dış kaynaklı olan önemli katı atık bertaraf tesisleri kurmuşlardır. Fakat, bölgesel bazda hizmet etmesi amacıyla büyük paralar harcanarak inşa edilen bu tesislerin işletilmesinde; bertaraf sistemi organizasyonundaki eksiklikler, yüksek atık bertaraf maliyeti ve bölgesel atık modelini destekleyici yasal dayanakların olmayışı sebebiyle büyük sorunlar ortaya çıkmaktadır.

Bugün katı atıkların yönetiminde en önemli sorun, atıkların bertarafından sorumlu kamu ve özel kuruluşların ekonomik ve teknik yönden kendilerini yeter hale getirmeleri ve Katı Atıkların Kontrol Yönetmeliği'nin yeniden gözden geçirilmesidir. Katı atık yönetim sisteminde yaşanan bu problemler; konunun daha detaylı ve bilimsel yönden ele alınmasını, ülkemizin ekonomik şartlarına uygun yerli teknolojilere öncelik verilmesini ve atık üreticisi ile atık bertarafından sorumlu kuruluşların bilgilendirilmesinin zaruretini ortaya çıkarmıştır. Özellikle, düzenli depolama ve geri kazanım tesislerinde yerli teknolojilere öncelik verilerek, atık bertaraf tesisleri özellikle belediyeler için ekonomik kılınabilir.

# SOLID WASTE MANAGEMENT PROBLEMS AND SOLUTION PROPOSALS IN OUR COUNTRY AND IN PROVINCE KOCAELI

Ali Osman YILDIRIM

**Keywords:** Solid Waste Management System, Local Waste Model, Solid Waste Removal Plants, Collection System of Solid Waste, Recycling

**Abstract:** In this thesis, solid waste removal methods in our country and over the world will be studied and solid Waste Management problems of Province Kocaeli will be discussed and solution proposals will be made.

Rapid population increase and immigration from rural areas to urban areas experienced since 1960's has caused many environmental problems such as solid wastes. In the developed countries, solid wastes have been kept under control due to economical conditions, higher technology and increase of environmental consciousness. However, in the developing and underdeveloped countries like ours, awry urbanisation models and random solid waste removal methods which are lack of knowledge and technology have been applied causing the cities to be unlivable locations. Recently total solid waste problems have occurred in İstanbul/Ümraniye, Diyarbakır and Ankara due to inappropriate storage applications. Developments encountered in the international solid waste removal areas, and increase of public claims because of unhealthy living conditions in our cities has mobilized local administrations and the other establishments which are responsible for solution of problems. Recently municipalities have entered into a research for proper collection of solid wastes, recovery of recycling, wastes and regular solid waste storage: Metropolitan City Municipalities such as in İstanbul, İzmir, İzmit, Bursa and Gaziantep has installed big solid waste removal plants that are of foreign origin financially and technologically. However, during operation of these plants which have been constructed against considerable financial costs to render service on local basis, failures in the removal system organisation have caused big problems since waste removal costs are high and legal basis supporting local waste model do not exist.

Today, the most important problem for solid waste management is that public and private bodies responsible for waste removal must make themselves ready economically and technically and Solid Waste Control Regulations are revised again.

Problems experienced in the solid waste management system has brought the necessity for discussing the subjectmatter in more detail and in the scientific way and for prioritizing the local technologies complied with our country's economical conditions and for informing the waste producers and establishments which are responsible for waste removal. Particularly, giving priority to the local technologies in the regular storage and recovery plants, waste removal plants can be made much more economical for municipalities.

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Hızlı ve çarpık kentleşme sebebiyle, özellikle büyük kentlerde katı atık sorunu hızla artmakta, bu nedenle de katı atıkların sağlıklı ve düzenli bir şekilde toplanması, taşınması, depolanması ve değerlendirilip zararsız hale getirilmesi zorunlu hale gelmektedir.

Ülkemizde yaşanan katı atık sorunu, 1993 yılında İstanbul'da Ümraniye çöplüğünde yaşanan facia ile birlikte, kamuoyunun gündemine daha somut olarak girmiş ve bu sayede bir çok kentimizdeki düzensiz çöp depolama alanlarının durumu yüksek sesle konuşulmaya başlanmıştır.

Katı atık miktarında, nüfusa ve tüketim alışkanlıklarına bağlı artışların yanısıra, çarpık kentleşme ve sürekli göç sonunda mevcut çöp sahaları şehirlerle iç içe geçmiş, her türlü tehlikeye açık alanlar haline gelmiştir.

Ülkemizde katı atık yönetimi yerel yönetimlerin sorumluluğu altında olmakla beraber, aynı zamanda, yerel yönetimlerin karşı karşıya kaldığı en önemli sorunlarından biridir. Katı atıkların toplanması, taşınması, depolanması ve geri kazanımına ilişkin yatırım maliyetlerinin belediye bütçelerini zorlamasının yanında merkezi ve yerel yönetimler arasında idari ve teknik konularda uyumun sağlanamaması sorunu daha da zorlaştırmaktadır. Mevcut katı atık sahalarında gündeme gelen kısa vadeli tedbirler sorunu çözememektedir.

Katı atık sorununun çözümü için, öncelikle konuya bilimsel ve teknik yönden yaklaşan projeler üretilmeli ve yasal düzenlemelerle desteklenerek hızla hayata geçirilmelidir.

Bu anlamda şimdiye kadarki sağlıksız uygulamaların terkedilmesi ve katı atık uzaklaştırma konusunun bilimsel yönden ele alınması gerekmektedir. Sağlıklı bir katı atık yönetimi; evsel, endüstriyel ve hastane atıklarının ayrı ayrı toplanmasını ve uzaklaştırmasını, ayrıca ekonomik değeri olan yeniden değerlendirilebilir atıkların ayrı toplanarak geri kazanılması esas olmalıdır. Ancak; en sağlıklı ve en modern atık yönetim projeleri dahi halk tarafından benimsenmediği sürece başarılı olması mümkün değildir. Bu sebeple; halkın katı atık konusunda eğitilmesi ve özellikle katı atıkların sağlıklı bir şekilde biriktirilmesi ve kaynağında ambalaj atıklarının ayrı toplanması konularında halkın bilinçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizde, özellikle katı atıkların ülkenin ekonomik ve teknolojik şartlarına uygun bir şekilde sağlıklı olarak uzaklaştırılması konusunda ciddi bir bilgi, döküman ve proje eksikliği vardır. Bugün, yerel yönetimlerimiz zaman zaman büyük yatırımlar gerektiren ve sorunu çözmeyen yanlış yönelimlere sürüklenmektedirler. Dolayısıyla yerel yönetimlerin sağlıklı ve doğru karar verebilmeleri için bilgilendirilmeleri gerekmektedir.

Ekonomik kaynakları son derece sınırlı ülkemiz için, en ekonomik ve basit atık giderme yöntemlerinin başında düzenli depolama yöntemi gelmektedir. Bu sebeple, yerel yönetimlerimizin katı atıklarını düzenli depolama yöntemi ile bertaraf etmeleri ve düzensiz çöp sahalarının bir an önce kapatılarak rehabilite edilmeleri gerekmektedir. Yine ülkemiz şartlarında, özellikle uygun bahçe ve arazisi bulunan atık üreticilerine basit kompostlama yöntemiyle atık giderme yöntemi öğretilmelidir.

Bu çalışmanın, katı atık yönetim sisteminde yaşanmakta olan sorunlara ve proje eksikliğine yardımcı olacağını ve yerel yönetim idarecilerine yol göstereceğini umarım. Bu tezin hazırlanmasında bilgi ve tecrübeleriyle bana yardımcı olan danışmanım sayın Prof.Dr. Savaş AYBERK'e (K.Ü.Ç.M), katı atık konusunda hazırladığım projeleri tatbikata geçirme imkanı verdiğinden dolayı sayın Muzaffer BAşTOPÇU'ya (Körfez B.B.) teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ Ve TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. KATI ATIK TANIMI ve YÖNETİMİ.....	3
2.1. Katı Atık Tanımı.....	3
2.2. Katı Atıkların Kaynakları ve Özellikleri.....	3
2.3. Katı Atık Yönetimi.....	7
2.4. Katı Atık Yönetiminin Teknik ve Sosyal Yönden Uygulanması.....	8
BÖLÜM 3. KATI ATIK BERTARAF YÖNTEMLERİ.....	12
3.1. Katı Atık Bertaraf Yöntemleri.....	12
3.2. Katı Atıkların Toplanması.....	14
3.3. Katı Atıkların Geri Kazanımı.....	15
3.4. Düzenli Depolama.....	28
3.5. Yakma.....	38
3.6. Kompostlama.....	51

<b>BÖLÜM 4. TÜRKİYE’DE KATI ATIK BERTARAF YÖNTEMLERİ.....</b>	<b>60</b>
4.1. Geri Kazanım Projeleri.....	62
4.2. Düzenli Depolama Sahaları.....	64
4.3. Yakma Tesisleri.....	66
4.4. Kompostlama Tesisleri.....	67
<b>BÖLÜM 5. KOCAELİ İLİ KATI ATIK SORUNLARI.....</b>	<b>68</b>
5.1. Evsel ve Endüstriyel Katı Atık Depo Sahaları.....	72
5.2. Klinikve Tehlikeli Atık Yakma Tesisleri.....	74
<b>BÖLÜM 6. KÖRFEZ İLÇESİ KATI ATIK SORUNLARI.....</b>	<b>80</b>
6.1. Katı Atıkların Biriktirilmesi ve Kaynakta Geri Kazanım Sorunları...80	
6.2. Katı Atık Bertaraf Sorunları.....	80
<b>BÖLÜM 7. KÖRFEZ BELEDİYESİ’NİN KATI ATIK ÇALIŞMALARI.....</b>	<b>82</b>
7.1. Katı Atık Yönetim Projesi.....	82
7.2. Geri Kazanım Projesi.....	108
7.3. Geliştirilmiş Çöp Toplama Projesi.....	110
<b>BÖLÜM 8. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....</b>	<b>125</b>
<b>SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....</b>	<b>128</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>132</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>135</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>139</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Katı atık yönetim aşamaları.....	8
Şekil 2.2. Katı atık yönetimi karar akışı.....	10
Şekil 3.1. Evsel katı atık yakma fırınının akış şeması .....	42
Şekil 5.1. İzmit B.B. Çevre Entegre Projesi şeması.....	71
Şekil 5.2. Döner fırın beslenmesi.....	75
Şekil 5.3 Yakma, buhar ve elektrik üretimi.....	75
Şekil 5.4 Gaz temizleme sistemi .....	76
Şekil 5.5. Evsel katı atık için belediyeler arası işbirliği modeli.....	77
Şekil 5.6. Tehlikeli atık yönetimi iller arası işbirliği modeli.....	78
Şekil 7.1. Depo tabanı sızdırmazlık sistemi .....	94
Şekil 7.2. Alternatif 1'ye göre hazırlanmış depo tabanı.....	97
Şekil 7.3. Alternatif 2'ye göre hazırlanmış depo tabanı.....	98
Şekil 7.4. Gaz toplama bacası.....	99
Şekil 7.5. 5 Yıllık depo alanı planı.....	100



## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Evsel katı atık madde grupları % dağılımı.....	4
Tablo 2.2. Almanya’da bir yılda üretilen çöp miktarı ve kompozisyonu.....	5
Tablo 2.3. Çeşitli ülkelerde katı atık kompozisyonu.....	6
Tablo 6.1. Çöp sahasının yol açtığı yeraltı su kirliliği .....	81
Tablo 7.1. Karfez İlçesi ambalaj malzemesi tüketimi.....	85
Tablo 7.2. Ambalaj atıkları çöpe gitme oranları.....	85
Tablo 7.3. Tesise gelen yıllık ambalaj atık miktarı.....	86
Tablo 7.4. Malzeme türlerine göre günlük hacimsel dağılım.....	86
Tablo 7.5. Ambalaj malzemeleri birim fiyatları.....	91
Tablo 7.6. M.Sinan Mahallesi katı atık analiz sonuçları.....	109
Tablo 7.7. Bina durumu çalışma sonuçları .....	117
Tablo 7.8. Binadaki hane sayısına göre seçilecek konteyner kapasitesi.....	119
Tablo 7.9. Konteyner birim fiyatları.....	119
Tablo 7.10. Projenin toplam maliyeti.....	120
Tablo 7.11. Binalara göre bir haneye düşen maliyet.....	121
Tablo 7.12. Sübvans miktarından sonra bir haneye düşen maliyet.....	123

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Çağımızın olgusu olan nüfus artışı ve beraberinde getirdiği kentleşme süreci ile birlikte katı atık üretimi de artmaktadır. Halk dilinde çöp olarak algılanan katı atıklar, yerleşim yerleri için önemli çevre sorunu teşkil etmektedir. Evlerde, işyerlerinde ve sanayi tesislerinde oluşan katı atıkların nüfusun artması, yaşam standartlarının yükselmesi ve teknolojideki gelişmelerin sonucu olarak miktarları ve muhteviyatları artmaktadır. Bir çok ülkede ise bu katı atıklar; yanlış yönetim teknik ve ekonomik şartların yetersizliği yüzünden sağlıksız koşullar ortaya çıkarmaktadırlar.

Katı atıklar, hava ve su kirliliğinin aksine, ülkelerin sınırları dışına taşınamazlar, bu sebeple ulusal bir sorun olarak kalırlar. Bununla beraber, katı atık problemleri her yerde aynı özellik taşımakta ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle aşırı nüfus artışının yaşandığı kentlerde, düzensiz katı atık sahaları çok fazla yer işgal etmekte ve sonuçta su, toprak ve hava kirliliğine yol açmaktadırlar. Bu sorunun aşılabilmesi için sanayileşmiş ülkelerin bu konudaki bilgi ve tecrübelerinden mutlaka yararlanmak gerekir. Coğrafik şartlar, ekonomik ve sosyal durumlar dikkate alınarak, gelişmiş ülkelerde görülen sağlıklı ve çağdaş katı atık bertaraf metotları ülkemize getirilmelidir. Ancak bu teknik gelişmeleri ülkemize aktarmak ve yerel şartlara uygun hale getirmek için mühendislerimizin ve diğer araştırmacılarımızın ciddi çalışmalar yapmaları gerekir.

Katı atıklar, istenmeyen maddeler olmaları sebebiyle önemli bir çevre sorununa yol açarlar ve insanlar bunları mümkün olduğunca en düşük maliyette bertaraf etmek isterler. Katı atıkların insan ve çevre sağlığına zarar vermeyecek şekilde bertarafından sorumlu kuruluşların göz önünde tutmaları gereken en önemli nokta; mümkün olduğunca en fazla katı atığın geri kazanılarak depolama alanlarından tasarruf edilmesi ve sınırlı hammadde kaynaklarına olan talebin düşürülmesi

konularıdır. Diğer yandan, bunlarla birlikte maddesel geri kazanım sistemine uygun atık toplama ve bertaraf sisteminin geliştirilmesi gerekir. Gerek çevre mühendisleri gerekse diğer ilgili bilim dalları katı atık yönetim sisteminin sağlıklı ve çağdaş bir yapıya kavuşturulabilmesi için daha fazla projeler üretmeli, bilimsel çalışmalar yapmalıdırlar. Katı atık yönetiminde görülen başarısızlıkların en büyük nedeni; bilgi ve bilinç eksikliğidir. Bugün Belediyelerin %99'u düzenli bir katı atık depolama sahasının nasıl hazırlandığını, ne şekilde projelendirildiğini ve yaklaşık maliyetinin ne olabileceğini bilmemektedirler. Çünkü, bu konuda ellerinde yeterli bilgi ve yeterli teknik eleman yoktur. Bu alanlarda oluşan bilgi birikiminin, atık üreticisi ile atıkların bertarafından sorumlu kuruluşlara yayınlar, eğitim kursları ve pratik uygulamalarla aktarılması son derece önem arz etmektedir.



## BÖLÜM 2. KATI ATIK TANIMI VE YÖNETİMİ

### **2.1. Katı Atık Tanımı:**

14 Mart 1991 tarih ve 20814 sayılı Katı Atıkları Kontrolü Yönetmeliği'nde "üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddelere ve arıtma çamuruna" katı atık denmektedir.

Bir başka tanım ise "insan ve hayvanların yaşam aktivitelerini devam ettirmelerinde ortaya çıkan,normal şartlarda katı cisim özelliği taşıyan, kullanım dışı, istenmeyen materyallere "katı atık"denir (Curi ve Kocasoy).

### **2.2. Katı Atıkların Kaynakları ve Özellikleri**

Aslında istenmeyen materyaller olarak kabul edilen ve çöp olarak atılan hemen her şeyin bir kullanım imkanı vardır. Ancak o yerde kullanılmayacakları için ve sahipleri onları muhafaza etmek istemediği için arzu edilmeyen maddeye dönüşmekte ve atılmaktadır. Böylece büyük hacimler kaplayan ve uygun bir şekilde uzaklaştırılmadıkları takdirde önemli sağlık, estetik ve çevre sorunları oluşturan çöpler oluşmaktadır.

Katı atıkların;

- Evlerden
- Ticarethanelerden
- Endüstriden

-Çiftlik ve ziraat alanlarından

-İnşaat alanlarından

-Hastahane vb. yerlerden

kaynaklandığı bilinmektedir. Bunlardan ilk ikisinin doğrudan doğruya günlük hayat ile ilgili ve miktar olarak fazla olmaları önemini artırır (Curi ve Kocasoy).

Katı atıkların, nüfusun artması, yaşam standartının yükselmesi ve teknolojideki gelişmelere paralel olarak miktarları ve kompozisyonları artmaktadır. Türkiye’de çeşitli dönemlerde ve bölgelerde evsel katı atıklar ve bileşenleri konularında araştırmalar yapılmıştır.

Yıldız Teknik Üniversitesi tarafından 1994 temmuz-1995 tarihleri arasında 7 aylık periyoda ait İstanbul ev çöplerinin katı atık analiz sonuçları Tablo 2.1’de verilmektedir (Gönüllü vd 1996).

Tablo 2.1. Kül miktarı göz önüne alınarak düzeltilen evsel atık madde grupları % dağılımı

Madde grupları	Temmuz 1994	Ağustos 1994	Eylül 1994	Ekim 1994	Kasım 1994	Aralık 1994	Ocak 1994
Besin atıkları	86.39	82.12	65.65	39.35	58.12	52.08	52.82
Cam	3.13	6.84	1.6	0.65	2.19	0.46	1.78
Kağıt	4.04	6.15	20.86	5.61	5.49	4.47	2.81
Metal	1.07	0.68	1.47	0.34	0.58	0.38	1.23
Plastik	2.45	3.54	10.39	3.21	2.82	2.22	1.96
Ahşap	0	0	0.03	0.02	0.01	0.04	0
Tekstil	0.49	0.13	0	0.44	0.11	0.07	0.02
Diğer	0.1	0	0	0	0.38	0.02	4.34
Kül	0.39	0	0	49.7	29.68	39.89	34.72

Tablo 2.1’de atık kompozisyonunu mevsimlere göre nasıl değiştiği açıkça görülmektedir. Katı atıkların miktar ve özellikleri, şehrin sosyo-ekonomik seviyesine, kullanılan yakıt cinsine, beslenme alışkanlıklarına vb. faktörlere bağlı olarak değişir. Mesela, Almanya’da 1950’de toplam evsel katı atıkların %60’ı kül ve cüruf iken bugün bu değer % 10’nun altındadır.

Bugüne kadar yapılan en sağlıklı ve en kapsamlı araştırma D.İ.E.'nin 1993 yılında sonuçlarını yayınlamış olduğu çalışmadır (D.İ.E. 1993).

Kişi başına oluşan çöp miktarı Türkiye geneli için, kentsel ve kırsal nüfusun özellikleri, sosyo-ekonomik ve kültürel yapısı, tüketim alışkanlıkları vb. faktörler de dikkate alınarak 0.5-1,5 kg/kişi-gün arası olduğu yapılan araştırmalarda ortaya çıkmıştır. Hali hazırda nüfusun 60.000.000 kişi olduğu kabulü ile, Türkiye genelinde oluşan çöp miktarı (ortalama olarak 0.7 kg/kişi-gün alınarak) 42.000 ton/gün olarak hesaplanabilir. Bu miktar yılda 15 milyon tona karşılık gelmektedir. 9 Eylül Üniversitesi'nin 1992 yılında yapmış olduğu çalışma sonuçlarından alınan bu araştırma sonuçlarına göre geri kazanılabilir atık türleri büyük kentler için % 18.7, orta büyüklükteki kentler için % 16, turistik beldeler için % 28.8 ve kırsal kesim için % 7.8 olarak hesaplanmıştır. Bu atıklar arasında Katı Atıkları Kontrolü Yönetmeliği kapsamına giren sıvı ambalaj kaplarının miktarı ise yaklaşık 0.3 milyon tondur. D.İ.E'nin yayınladığı sonuçlara göre ise, Türkiye'de toplam çöp miktarının 15 milyon ton/yıl olarak kabul edildiğinde ve bu miktarın % 10-% 15 'nin geri kazanılabilir atık olduğu düşünüldüğünde; Türkiye'de yılda 2 milyon ton civarında geri kazanılabilir atık oluşmaktadır (Çevko 1996).

Atık kompozisyonları ülkeden ülkeye de büyük farklılıklar arz etmektedir. Örnek olarak Almanya'da 1 yılda üretilen çöp miktarı ve kompozisyonu Tablo 2.2' de verilmektedir (Curi ve Kocasoy).

Tablo 2.2. Almanya'da bir yılda üretilen çöp miktarı ve kompozisyonu (Curi ve Kocasoy 1992)

Katı atık türü	Miktarı ( milyon ton / yıl )	Yüzde (%)
Evsel atık (evlerden)	14	4.7
Endüstriden kaynaklanan evsel atık	18	6
Öğütülmüş atık	0.4	0.1
Araba atıkları	2	0.7
Araba lastikleri	0.4	0.1
Yıkılmış bina, harfiyat	200	66.7
Gaz temizleyicileri	11	3.7
Alçı atıkları	3.9	1.3
Biyolojik arıtma tesisi atıkları	50	16.7
Tehlikeli atıklar	3-10	1-3.3

Yapılan araştırmalar katı atık miktar ve kompozisyonunun ülkeden ülkeye de değiştiğini ortaya koymaktadır (Tablo 2.3).

1987 yılında bir Batı Almanyalı; bir Fransa veya İngiliz vatandaşının kullandığının 1.75 katı çelik kullanmıştır. Japonlar da bir İngilizin kullandığı bakırın iki katını kullanmışlardır. Sanayi ülkeleri ile gelişmekte olan ülkeler arasındaki fark daha da çarpıcıdır. Bir Japon, bir Çinli'nin 9 katı çelik; bir Amerikalı komşusu olan bir Meksikalı'nın tükettiğinin 4 katı çelik, 23 katı alüminyum tüketmektedir. Amerikalıların kişi başına kağıt tüketimi Latin Amerikalı'larının tüketiminin 123 katıdır. Dolayısıyla atık teşekkülünde de sanayi ülkeleri ile gelişmekte olan ülkeler arasında büyük farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Mesela; bir New Yorklu bir Manillalı'ya nazaran 3 kattan fazla çöp üretmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde pek çok kimse zenginlerin çöpleri içerisinde kıymetli şeyler aramakla hayatını kazanmaktadır (Türkoz 1995).

Amerika'da yapılan bir araştırmada New York kenti çöp toplama merkezi Fresh Kills'e haftada yüz bin tondan fazla çöp atılmaktadır. Bu miktar, Mısır'da bulunan piramitlerden 10 kat daha büyük bir kitleye karşılık gelmektedir (Torunoğlu 1997).

Tablo 2.3. Çeşitli ülkelerdeki katı atık kompozisyonu (Ergun 1993 )

	ABD	Belçika	Almanya	Fransa	İşveç
Organik madde	23	23	21	24	12
Kağıt	21	19	30	55	42
Cam	3	10	4	15	6
Metal	2	5	4	6	8
Kül	48	30	24	0	10
Diğerleri	3	15	14	12	11

### 2.3. Katı Atık Yönetimi:

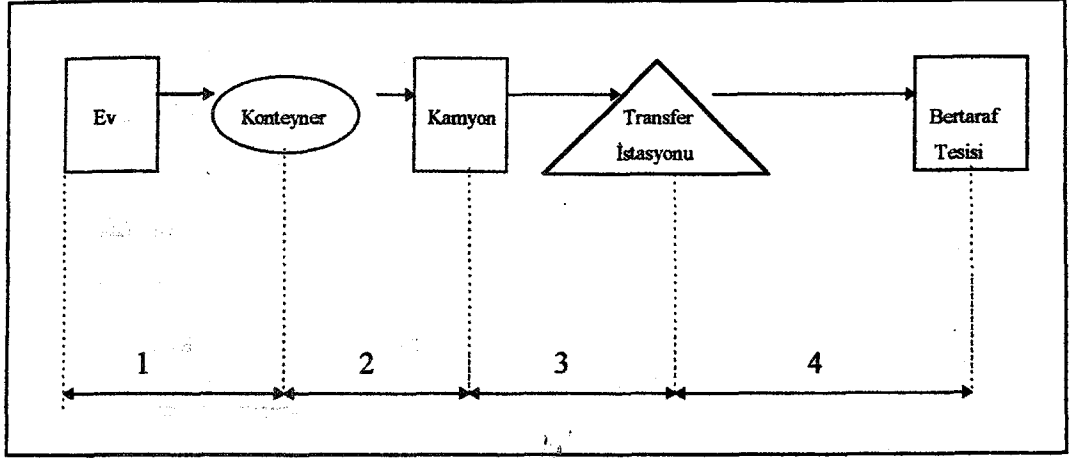
Çevre bilinci gelişmiş ülkelerde katı atıklar konusunda hazırlanmış olan yasal düzenlemeler ve yürütülen uygulamaların özünde, olabildiğince az atıklı üretimin (üretimden başlanarak tüketimin son halkası olan nihai bertarafa kadar) desteklenmesi, katı atıkların hammadde ve/veya başka amaçlara yönelik olarak geri kazanımı, toprak, hava, su ortamına ve canlılara zarar vermeyecek şekilde nihai bertarafının esasları vardır. Bu esasların uygulanması amacı ile geliştirilen sisteme Katı Atık Yönetimi denmektedir (Avcı 1996). Buna göre; Katı Atık Yönetimi, “Evsel, sanayi ve tıbbi atıkların kaynağında ayrı toplanması, taşınması ve insan ve çevre sağlığına zarar vermeyecek şekilde teknik usullere uygun olarak bertarafını” içermektedir (Çevre Bak. Şurası 1996).

Artan nüfus ve buna paralel olarak artan atık miktarı katı atık yönetimini artık bilimsel bir ortama taşımış ve buna paralel olarak çeşitli yasal düzenlemelere konu olmuştur. Katı atık yönetim modeli için aşağıdaki yöntemlerin biri veya bir kaçını beraber kullanılarak bertaraf yönetim sistemi oluşturulur.

- Atıkların üretim aşamasında azaltılması veya az atık üreten teknolojilerin seçilmesi
- Atıkların geri kazanılması (toplama, ayrılma)
- Atıkların geri dönüştürülmesi (tekrar kullanım, ikincil hammadde ve ürün yapımı, kompostlama )
- Enerji geri kazanımlı yakma
- Tehlikeli ve tıbbi atıkların yakılması
- Düzenli depolama

Bertaraf yöntemleri seçilirken mutlak surette bir katı atık yönetim modeli oluşturulmalıdır. Bu model geniş kapsamlı olup, yukarıda belirtilen yöntemler baz alınarak oluşturulmalıdır. Katı atık yönetiminin çeşitli aşamaları Şekil 2.1’de gösterilmiştir.





Şekil 2.1. Katı atık yönetiminin aşamaları

Katı atıkların üretildikleri ilk noktadan bertaraf edildikleri son noktaya kadar bütün aşamalar, bir sistemin birbirine bağlı, birbirini tamamlayan halkalarını oluşturmaktadır. Bütün bu sistemin teknik ve ekonomik bakımdan uygulanabilir olması, her bir aşamanın sistematik bir şekilde uyumlu olarak tasarlandığı bir entegre yönetimle mümkündür. Arzu edilen bir katı atık yönetiminin ana amacı; yöre halkının verilen hizmetten memnun olması, insan ve çevre sağlığını en üst düzeye çıkararak metodlar seçilirken sistemin ilk yatırım ve işletme maliyetlerini en aza indirecek uygulamalar seçilmelidir (Alpen 1997).

#### 2.4. Katı Atık Yönetiminin Teknik, Ekonomik ve Sosyal Yönden Uygulanabilirliği:

Katı atık yönetimini gerçekleştirme aşamasında bir çok teknik, ekonomik ve sosyal faktör ortaya çıkmaktadır. Bu faktörleri iyi analiz etmeden uygulanacak atık yönetimi daha baştan başarısız olacaktır. Teknik yönden, bu entegre yönetim sisteminin tasarımı, ilk yatırım giderleri ile işletme giderlerinin toplamının en aza

indirildiği bir optimizasyon probleminin çözümdür. Nitekim bu konuda geliştirilmiş bazı bilgisayar programları mevcuttur. Amerika Çevre Ajansı (EPA) tarafından geliştirilen WRAP bilgisayar programı, toplama, taşıma ve geri kazanımın optimizasyonunda kullanılmaktadır.

Atık yönetiminin tasarımında göz önünde bulundurulacak faktörler ise;

- atığın miktarı,
- atığın kompozisyonu
- atığın ısı değeri
- ikincil malzeme pazarı,
- su ve hava kalitesi standartları,
- halkın eğitim düzeyi ve katılma isteği,
- enerji talebi ve enerji fiyatları,
- tarım arazilerinin durumu

olarak sıralanabilir.

Yukarıda değinen bazı kriterlerin katı atık yönetimine ilişkin karar alma süreçlerinde nasıl kullanılabileceğine dair bir algoritma Şekil 2.2'de yer almaktadır.



yatırım maliyetleri de, işletme maliyetleri de azalmaktadır. Bu hedef, ancak halkın eğitimi ve teşviki ile desteklendiğinde başarılı olabilir.

Çöpün miktarı ve içindeki cam, kağıt, plastik gibi geri kazanılabilir maddelerin oranı az ise çöpün ayrıştırılarak değerlendirilmesi gerçekçi olmayacaktır. Aksi durumda, çöplerin içindeki bazı maddelerin geri kazanılarak değerlendirilmesi söz konusu olabilir. O zaman ikinci soruya, çöpün ayrıştırılması ile elde edilecek cam, kağıt, plastik, metal gibi maddelerin değerlendirilmesi için, talep olup olmadığına bakılması gerekir. Şayet bu tip ikincil malzemeye talep yoksa geri kazanılan maddeler değerlendirilmeyecekse, çöpü ayrıştırmanın anlamı kalmayacaktır. Umulanın aksine, ayrı biriktirilen bu malzemenin oluşturacağı yığınlar yeni bir sorun oluşturacaklardır.

Geri kazanılabilir maddelerin değerlendirilmesi ekonomik ise, bu durumda halkın eğitim düzeyi ve atık yönetimine katılımı önem kazanmaktadır. Geri kazanılabilir maddeleri ayrı ayrı toplamak, bu maddelerin kalitesini ve ekonomik değerini artırır. Ancak bunun için halkın bilinçli olarak bu maddeleri evlerinde ve işyerlerinde ayrı toplamaya özen göstermesi gerekir. Halkın büyük çoğunluğunun bu şekilde çöp biriktirme biçimini benimsemesi, zor olduğu durumlarda çöpteki geri kazanılabilir atıklar, çöpten toplandıktan sonra mekanik işlemlere tabi tutularak ya da elle ayrıştırılabilir. Bu yöntemle ıslak ve organik atıklara bulaşmış olarak elde edilecek malzemenin kalitesi ve bunun sonucu pazardaki değeri düşer. Bundan sonra çöpün miktar ve ısı değerine bakılarak yakmaya, ya da buna uygun değilse düzenli depolamaya gönderilir. Bu vb. faktörler katı atık yönetiminin tasarımında dikkat edilecek noktalardır (Alpan 1997).

### BÖLÜM 3. KATI ATIK BERTARAF YÖNTEMLERİ ve ULUSLARARASI ALANLARDA KATI ATIK BERTARAF METODLARI

#### *3.1 .Katı Atık Bertaraf Yöntemleri*

Doğa, seyreltme, yayma, ayrıştırma kapasitesine sahip olmasına veya bir başka deyişle atmosferde, suda veya karada var olan istenmeyen atıkların etkisini azaltmasına rağmen, doğanın asimilasyon kapasitesinin aşıldığı yerlerde ekolojik dengesizlikler görülmektedir. Önceleri, insan ve diğer canlıların atıklarının bertarafı bir problem arz etmiyordu. Çünkü nüfus az ve göçebe, atıkların özümsebilmesi için gerekli alan ise büyüktü. Atıkların bertarafı ile ilgili problemler, insanlar kabileler, köyler ve topluluklar halinde biraraya gelmesi ve hayatın bir parçası olan atıkların birikmesiyle ortaya çıkmıştır. Ortaçağda kasabalarda yiyecek ve diğer katı atıkların oluşturduğu yığınlar yollara ve açık arazilere atılınca ortaya çıkan veba salgını ile Avrupalıların yarısının ölümüne neden olan hastalıklar ortaya çıkmıştır. 19. yüzyılda hastalıklara neden olan kemirgenleri kontrol etmek için yiyecek atıklarının resmi makamlarca toplanıp, depolanmaya başlanmasıyla halk sağlığını kontrol edici tedbirler hayata geçirilmiştir (Marcotte 1995).

Bugün ülkemizde katı atıklar, atık üreticileri tarafından sokak üzerinde gelişmiş güzel konulan çöp konteyner ve bidonlarına atılmakta, yerel yönetimlerce toplanarak ya toprak üzerine boşaltılmakta, ya nehir ve deniz kenarlarına dökülmekte ya da gelişmiş güzel üzerleri toprakla kapatılıp bertaraf edilmektedir (Resim 3.1).

Ve pek çok gelir seviyesi düşük insanlar bu sağlıksız çöp biriktirme kaplarından ve vahşi çöp depolama sahalarından kağıt, metal, plastik ve cam gibi atıkları

toplayarak geçimini devam ettirmeye çalışmaktadır. Ülkemizde katı atıkların bertarafı ve maddesel geri kazanımın önemli bir kısmı bu yollarla yapılmaktadır. Çevre bilinci gelişmiş ülkelerde katı atıkların üretilmesi ve bertaraf edilmesinde göz önünde bulundurulmuş esas nokta ise, olabildiğince az atığın üretilmesi (üretimden başlanarak nihai bertarafa kadar), katı atıkların hammadde ve başka amaçlara (kompostlama, enerji elde etme, yakma vb.) yönelik olarak geri kazanılması, toprak, hava ve su ortamına zarar vermeyecek şekilde nihai bertarafının gerçekleştirilmesi esasları vardır. Çünkü, atıkların azaltılması ve değerlendirilmesi de kaynak ve enerji tasarrufunu beraberinde getirmektedir. Atılacak duruma gelmezden önce ekonomik değeri olan katı atıklar, içlerindeki değerlendirilebilir maddeler ve enerji muhtevası nedeni ile bu kapsamda çok önemli yer tutmaktadırlar (Çevre Bakanlığı 1995).



Resim 3.1 Düzensiz çöp depolama sahası

Şimdi katı atıkların bertaraf yöntemlerine geçmeden, katı atık yönetim sisteminin en masraflı olan aşamasına yani çöplerin toplanması ve taşınmasına kısaca değinelim.

### 3.2. Katı Atıkların Toplanması

Katı atıkların toplanmasının maliyeti ortalama olarak, toplam maliyetin % 80'ini teşkil eder. Bir toplama ekibi, biri şoför ve ikisi yükleyici olmak üzere üç kişiden meydana gelir. İşletmecilik yönünden bu uygun değildir. Çünkü kamyonun çöpleri boşaltmak için yolda geçirdiği zaman zarfında iki yükleyici zamanı boşa harcanır. Bunun için toplama maliyetini azaltmak için pek çok yeni teklifler yapılmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Mutfak çöp öğütücü ve sıkıştırma preslerinin konması katı atıkları kaynağında azaltmaktadır. Bunun neticesinde çöp toplama sıklığı yarıya inmektedir. Çöpler çabuk ayrıştığından olarak haftada en az iki defa toplanması gerekir.

Son zamanlarda İsviçre ve Japonya'da olduğu gibi küçük yerleşme merkezleri için ponömatik (hava basıncı ile çalışan boru sistemi ) boruların kullanılması toplam maliyetini son derece azaltmaktadır (Karpuzcu 1984).

Toplama ve taşıma maliyetlerinin azaltılması için diğer bir yol da büyük şehirlerde ara istasyonların teşkil edilmesidir. Böylece her komyonun en yakın ara istasyona gitmesi kısa sürer ve işçilerin boşta geçen süreleri azalmış olur. Ara istasyonlarda biriken çöpler buldozerlerle daha büyük vasıtalara yüklenerek ekonomik bir şekilde son döküm yerlerine getirilebilir. Şimdi, katı atıkların insan sağlığına ve çevreye zararsız hale getirilmesi için uygulanan bertaraf metodlarına değinelim.

### 3.3 Katı Atıkların Geri Kazanımı

Atıkların geri kazanılıp, tekrar kullanılmasıyla, makro-ekonomik düzeyde uzun vadeli para tasarrufu elde edilmesi yanında madde ve enerji olarak değerlendirildiğinde kirlenmenin azalmasına yardımcı olur. Diğer faydaları ise; doğal kaynakları az olan ülkelerde ithalata olan bağımlılığı azaltması, yeni iş olanakları oluşturması, yeni hizmet sektörlerinin doğmasını sağlaması olarak sayılabilir. Bilhassa yoğun yerleşim olan metropol bölgelerde, uygun depolama yeri bulunmasındaki güçlükler dikkate alındığında, değerlendirilebilir maddelerin geri kazanılması ile hem ekonomiye hammadde yönünden girdi sağlamak, hem bu sayede depolama hacminden önemli bir tasarruf söz konusu olmaktadır. Bu amaçla, depolama yerlerinin yanında veya uygun bir yerde geri kazanım tesislerinin yapılmasında büyük yarar vardır. Bu yolla sağlıksız çalışma koşulları da iyileştirilerek, ayıklama/ geri kazanım tesisleri sağlıklı ve geri kazanım verimi yüksek hale getirilmelidir.

Bu sebeplerden dolayı, katı atıkların nihai bertarafından önce yeniden değerlendirilebilir atıkların geri kazanılması esas alınmaktadır. Katı atıkların değerlendirilmesi yani yeniden kullanım, enerji elde etmek için yakma ve geri dönüşüm işlemlerinin her biri geri kazanım yöntemi olarak değerlendirilir. Katı atıklar oluştukları kaynağa göre evsel, hastahane ve endüstriyel atıklar olarak sınıflandırılabilirler. Bu tezde daha çok evsel katı atıkların önemli bir bölümünü oluşturan değerlendirilebilir atıkların geri kazanılması yöntemlerine değinilecektir.

Katı atıklar içerisindeki yeniden değerlendirilebilir atıkların geri kazanılmasında genellikle günümüzde iki yol takip edilmektedir.

#### 3.3.1 Depozite ve Geri dönüşüm (Kota) Uygulaması

Katı Atık Kontrol Yönetmeliği ile atıkların minimize edilmesi ve üretilen atıkların geri kazanılması amaçlanmaktadır. Sanayicilerin ürünlerini muhafazada kullandıkları ambalaj malzemelerinin geri kazanılması için tüketicinin sorumlu tutulmasının çok doğru olmayacağı düşüncesi her geçen gün artmaktadır. Tüketicinin sorumluluğu şeklinde olan bugünkü uygulamanın yerine, atığı imal



edenin sorumluluğunun sorunun çözümü için olumlu bir ilerleme olacağı aşıkardır. Satışa sürülen ürünlerin ambalajlarının, kamu katı atık bertaraf etme sisteminden bağımsız olarak üretici, dağıtıcı, perakendeci zincirinden herhangi biri tarafından toplanıp geri dönüştürülmesini veya yeniden kullanma garantisi mecburiyetini getiren bir uygulama ile geri kazanım sisteminde daha başarılı sonuçlar elde etmek mümkündür (Curi ve Kocasoy 1992).

Bu amaçla Katı atıkları Kontrol Yönetmeliği 9.maddesi'nde plastik ve metal ambalaj atığının en aza indirilmesi için üreticilere yüklenen sorumluluklar vardır.

**Madde 9 :** Müsteşarlık, doğada ayrışması uzun süreler alan plastik ve metal esaslı malzemelerden imal edilen ve EK-1'de öngörülen madde ve ürünlerin içinde bulunduran kapların kullanımını ve atık oranını kontrol altına almak, ekolojik sistemlerin dengesinin bozulmasını önlemek amacı ile, kota veya depozite uygulamasını zorunlu kılar. Ek-1' de verilen madde ve ürünleri ihtiva eden plastik ve metal esaslı kapları piyasaya sürenler bu madde ve ürünlerin boş kaplarını toplayarak geri döndürmek zorundadırlar.

Böylelikle, Çevre Bakanlığı, bazı en çok kullanılan sıvıların plastik veya alüminyum kaplarına belli oranlarda geri toplama mecburiyeti getirmiştir. Çevre Kanunu'nun öngördüğü "kirleten öder" prensibine göre getirilen bu uygulama doğanın insanlar tarafından sorumsuzca kirletilmesinin önlenmesine başlangıç niteliği taşımaktadır. Getirilen kota ve depozite uygulaması ile işletmeler ne şekilde olursa olsun ürettiği ürünlerin kaplarını toplayıp bertaraf etmekle yükümlü kılınmıştır. Yönetmelik gereğince; cam, plastik ve metal esaslı maddelerden imal edilen ve su, meşrubat, sıvı yağlar ve temizlik malzemeleri gibi ürünleri içinde bulunduran ambalaj kaplarını piyasaya sürenler, her yıl ocak ayı sonuna kadar kota veya depozite uygulaması izni için Bakanlığa başvuruda bulunmakla yükümlüdürler. İzin başvurusunda bulunmayanlar ile toplamakla yükümlü oldukları kaplardaki kota oranına ulaşamayan işletmeler ise depozite uygulamasına tabi olacaklardır (Pamukçu 1992).

### 3.3.2 Katı Atıkların Kaynağında Ayrı Toplanması ve Geri Kazanımı

Her ne kadar depozite veya kota uygulamaları ile ambalaj malzemelerinin geri kazandırılması daha ekonomik ve sağlıklı gözükse de, ülkemizde bu atıkların büyük bir kısmı katı atık üreticileri tarafından çöpe atılmaktave son derece sağlıksız koşullarda geri kazandırılmaktadır. Türkiye’de önemli miktarda cam, kağıt-karton, plastik ve metak türü atıklar özellikle çöp dökme sahalarından ve sokak toplayıcıları kanalı ile toplanmakta ve hammadde kaynağı olarak çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır (Resim 3.2).



Resim 3.2. Çöp döküm sahalarından madde geri kazanımı

Bu çalışmalar sonucunda cam ve plastik sıvı ambalajların % 45’i, metal kutuların ise %30 ‘u toplanarak geri kazandırılmaktadır. Mevcut çöp toplama sistemi, atıkların çöpün içinden ayrılarak geri kazanımı yolunda olduğu için son derece sağlıksız ortamlarda yapılmakta ve bu sistemin neticesi olarak geri dönüşüm sonucunda üretilen malzeme niteliği olumsuz etkilenmektedir.

Sağlıklı ve sürdürülebilir atık yönetimi, geri kazanılabilir atıkların çöp ile karışmadan ayrı toplanması ve organize bir yapı içinde geri kazanım sürecinin gerçekleştirilmesini gerektirmektedir. Bu nedenle, hem yasal düzenlemeler gereği hem de sağlıklı bir atık yönetimini oluşturmak için ayrı toplama ve değerlendirme işlemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Çevko 1996).

### ***Ayrı Toplama***

Kullanılmış ambalajların ve diğer değerlendirilebilir atıkların sulu-yiyecek türü çöpten ayrı ve temiz bir şekilde biriktirilmesi geri kazanım sisteminin ilk aşamasıdır. Bugün dünyamızda katı atık üreticilerinden geri kazanılabilir maddeleri ayrı toplamaya yönelik iki yöntem vardır.

- Son kullanıcıya getirme
- Son kullanıcıdan alma

Son kullanıcı ( tüketici ) geri kazanılabilir atıkları (bring back center ) veya satın alma merkezleri (buy back center ) ne belirli bir mesafe katederek gönüllü olarak veya menfaat karşılığı olarak yapabilirler. Toplayıcı açısından aktif bir sistem olan “son kullanıcıdan alma” yönteminin temel özelliği, geri kazanılabilir atıkların tüketici tarafından ayrı bir kaptı veya torbada biriktirilmesi ve özel ambalaj toplama araçları ile toplanmasından ibarettir (Resim 3.3).



Resim 3.4. Bursa-Nilüfer Projesi'nden bir görüntü

Ambalaj ayırma tesisine getirilen bu atıklar cinslerine göre sınıflandırılarak değerlendirilmek üzere ilgili kuruluşlara gönderilirler. Sorumluluğun büyük bir kısmı tüketiciye ait olan bu geri kazanım sistemini üç değişik şekilde ele almak mümkündür.

- 1-Tüm geri kazanılabilir maddeleri birlikte toplamak.
- 2-Hammadde türü bazında tek tek toplamak
- 3-Seçilmiş belli sayıdaki geri kazanılabilir atığı birlikte toplamak.

Tüketiciler açısından, yukarıdaki seçenekler yukarıdan aşağıya doğru zorlaşmaktadır. Bu durumun da katılımı ve başarıyı olumsuz yönde etkileyeceği görülmektedir (Çevre Bakanlığı 1995).

Aşağıda belirtilen evsel katı atıklar içerisindeki ambalaj atıklarının geri kazanımı için ülkemizde endüstriyel bir alt yapı oluşmuştur. Bölgesel koşullara göre aşağıda listesi verilen, geri kazanılabilir atıkların tümü veya bir kısmı geri kazanım projesi kapsamına alınabilir (Çevko 1996).

- Cam şişe ve kavanozlar
- Plastik şişeler, deterjan ve yoğurt kapları
- Gazete / mecmua ve diğer kağıtlar
- Karton ambalajlar
- Metal meşrubat kutuları, konserve ve yağ tenekeleri
- Karton süt ve meşrubat kutuları

#### ***Ayrı toplama sistemleri***

Evsel katı atıklar içindeki geri kazanılabilir nitelikteki atıkların ayrı toplanması için geliştirilmiş çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu yöntemler sırası ile torba ile toplama, kumbara ile toplama, özellikle gelişmiş ülkelerde yaygın olan ambalaj biriktirme konteynerinde toplama ve gönüllü getirme uygulamaları olarak özetlenebilir. Bu geri kazanım sistemlerinin kullanıcı açısından kolaylığı ve uygulanabilirliği bölgedeki atık üreticilerinin ekonomik, sosyal ve kültürel düzeylerine ve bölgenin şehirleşme yapısına bağlıdır. Bu açıdan bakıldığında kumbaralı sistem alt yapı yatırım maliyetleri yüksek ve kullanıcıya olan mesafesi nedeni ile katılımın düşük olduğu bir sistem olarak göze batmaktadır. Ancak kumbaralı toplama sistemi bir

bölgedeki atıkların belirli bir noktada toplanabilmesi ve geri kazanım olayının halka aşılması açısından yararları olabilmektedir. Özellikle bugün büyük şehirlerimizde nüfusun yoğun olduğu bölgelerde cam atıkların toplanması için bu sistem kullanılmaktadır. Torba ile yapılan ayrı toplama sistemi ise düşük yatırım maliyeti ve kullanım kolaylığı açısından ülkemizde kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Atık üreticisine geri kazanılabilir kağıt, plastik, cam, metal türü atıklarını ayrı olarak biriktirmeleri için Ambalaj Biriktirme Torbaları verilip belli sürelerde bu torbaları kaldırımlardan geri almak suretiyle bu uygulama gerçekleştirilmektedir (Resim 3.4).

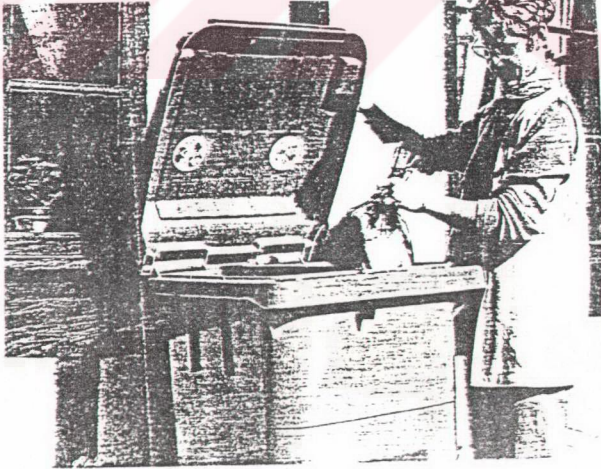


Resim 3.4. İstanbul-Ataköy uygulamasından bir görüntü

Gelişmiş batı ülkelerinde pek uygulanmayan bu geri kazanım yönteminin ülkemizde geri kazanım olayının yerleştirilmesi için geçici olarak uygulanmasında fayda vardır. Aslında Katı Atıkları Kontrol Yönetmeliği 4. maddesinde katı atık üreticilerine geri

kazanım konusunda sorumluluklar yüklemekte ve geri kazanma konusunda yerel yönetimlerce kurulan sistemlere katılma zorunluluğu getirmektedir.

**Madde 4:** Katı atık üreten kişi ve kuruluşlar, en az katı atık üreten teknolojiyi seçmekle, mevcut üretimdeki katı atık miktarını azaltmakla, katı atık içinde zararlı madde bulundurmamakla, *katı atıkların değerlendirilmesi ve maddesel geri kazanma konusunda* yapılan çalışmalara katılmak zorundadırlar. Yerel yönetimler bu yasanın kendilerine verdiği yetki ve sorumluluğa dayanarak kalıcı ve uygulanabilir geri kazanım sistemlerini bir an önce kurmaları gerekmektedir. Şu an ülkemizde yürürlükte olan geri kazanım sistemleri kalıcı ve sağlıklı metodlardan yoksun ve atık üreticisine belirli sorumluluklar yüklemeyen gönüllü sistemlerdir. Sorunu çözecek temel düşünce, geri kazanılabilir katı atıkların geri dönüştürülüp yeniden değerlendirilmesi için sanayici, atık üreticileri ve atıkların toplanmasından sorumlu yerel yönetimler belirli sorumlulukları yerine getirmeli ve sistem zinciri içerisinde görev paylaşımına her kişi ve kurumun uyması gerekir. Bugün gelişmiş ülkelerde eğitim ve bilinçlendirme ile bu olgu büyük ölçüde yerleştirilmiştir. Bu ülkelerde atık üreticileri ambalaj atıklarını kaynağında ayrı olarak atık biriktirme konteynerlerinde zorunlu olarak biriktirmektedirler (Resim 3.5).



Resim 3.5. Batı Ülkeleri'ndeki geri kazanıma uygun bir çöp biriktirme

Hatta bu ülkelere giden insanımız, atıklarını bu ölçüde ayırmayanlara para cezalarının uygulandığını görmekteyiz. Avcı'ya (1996) İsviçre'de halk katı atıklarını kaynağında kendisi ayırıyor. Kağıt, cam, metal, plastik vs. olarak ayrıştırılan çöpler ise poşetler içerisine konarak yürüyerek 15 dakika mesafedeki çöp istasyonlarına atılıyor. Çöpe kesinlikle mutfaktaki sulu atık girmiyor. İsviçre'de Çevre Temizlik Vergisi adı altında bir vergi yok. İnsanlar bu vergiyi çöp poşetlerini satın alırken ödemiş oluyorlar. 1 çöp poşetinin fiyatı ise 1,3 frank. Eğer bir kişi başka bir poşetle çöp atarsa, poşet uzmanlar tarafından incelenip adresi bulunarak o kişiye çok yüklü para cezası kesiyor.

Bu sebeple ülkemizde de katı atık üreticilerinin en azından çöplerini iki kısma ayırarak biriktirmeleri zorunluluğu getirilmeli ve yerel yönetimlerce bu takip edilmelidir. Bunun için de katı atık biriktirme kaplarının belli standartlarda ve hangi katı atık üreticisine ait olduğu belli olmalıdır. Yani, atık üreticileri atıklarını ürettikleri mekanlarda en azından iki tip atık biriktirme kabı bulundurmalarıdır. Bu kaplardan birine kağıt, plastik, tenke ve cam gibi ambalaj atıklarını diğerine de sulu-yiyecek türü çöplerini biriktirmelidirler. Ve böylece katı atık biriktirme kaplarını kimlerin kullandıkları belli olacağına göre çöplerini ayırmayıp karışık atan kimseleri tespit etme imkanı sağlanmış olacaktır. Bugün ülkemizde sokak ve cadde kenarlarına konan çöp konteynerleri ile geri kazanım olayını takip etmek ve atık üreticilerinin ayırma işlemini yapıp yapmadıklarını kontrol etmek mümkün değildir. Zaten çağdaş şehircilikte çöp biriktirme yerleri cadde ve sokak kenarları değil atık üreticilerinin kendi sahalarıdır (Resim 3.6).



Resim 3.6. Çağdaş şehircilikte çöp biriktirme kaplarının bulunması gereken yer

Bugün gelişmiş ülkelerde atık üreticilerinin çöp biriktirme kapları ya uygun bir yerinde veya binalarının mahsenlerinde bulunmaktadır. Zaten imar planlarında atık biriktirme yerlerini göstermek zorundadırlar. Bugün İstanbul, Ankara, İzmir gibi büyük şehirlerimiz başta olmak üzere pek çok kentimizde sağlıklı ve çarpık kentleşme yaşandığı, imar planlarının ve alt yapı çalışmalarının artan insan ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde planlanmadığı için cadde üzerlerinden çöp toplama bir zaruret halini almıştır. Artık bugünden sonra atık biriktirme ve ayırma faaliyetlerinin katı atık üreticileri tarafından yapılabilmesi için imar planlarında uygun yerlerin bırakılması gerekmektedir.

### ***Ayırma***

Aynı toplanan geri kazanılabilir atıkların geri dönüşüm işlemine tabi tutulabilmeleri için cinslerine göre ayrılmaları gerekir. Bu ise Ambalaj Ayırma Tesisini kurmayı gerektirmektedir. Simard'a (1995) göre, bu tesisin kurulmasında bir takım faktörler ortaya çıkmaktadır.

### ***1-Bölgedeki Geri Kazanım Sisteminin Durumu***

Konunun inceliklerine girmeden önce bölgedeki geri kazanım piyasası hakkında kesin ve tam bir bilgiye sahip olmalıyız.

### ***2-Toplama Metodları***

Her ne kadar ilk bakışta bu konunun geri kazanım tesisi üzerinde etki yapmayacağı düşünülse de toplama metodları ve toplanan malzemenin tesise iletimi tesisin dizaynını belirleyen unsurlardır. Başarısız bir atık toplama metodunun olduğu bir bölgede geri kazanım tesisinin kurulmasının bir anlamı olmayacaktır.

### ***3-Geri Kazanılan Malzemenin Pazarlanması***

Tesise kabul edilen ürünlerin pazarda bulacağı yer, bu ürünler için uygulanan proses yöntemlerini doğrudan doğruya etkileyecektir. Geri kazanım piyasasının gelecekteki yönelimini göz önüne almak ve tasarım sırasında bu konuyu akılda tutmak faydalı olacaktır.



#### ***4-Geri Kazanım Tesisinin Yer Tesbiti***

Mümkün olduğunca, geri kazanım tesisinin kurulacağı alanın bir değerlendirilmeye tabi tutulması gerekmektedir.

Tercih yapımadan önce;

- Hammadde pazarlarının yakınlığı
- Tesis alanına ulaşım
- Hizmet verilen müşteriler, sakinler, ticarethaneler, müstakil yerlere olan ulaşım imkanları
- Sevk yönetimi ve prosese tabii tutulmuş ürünlerin sevk edileceği yer
- Tesis yönetimi

#### ***Ayrırma Tesislerinin Genel Özellikleri***

Ayrırma tesisleri özellikle gelişmiş ülkelerde yaygın şekilde kullanılmakta olup genellikle kapasiteleri 50 ton/gün veya üzerindedir. Gelişmiş ülkelerdeki bu tesislerin genelinde atık miktarı ve gelişmiş değerlendirme sistemleri ile orantılı olarak yüksek teknoloji ürünü makina ve ekipmanlar kullanılmaktadır. Yüksek teknolojiyi ayırma tesislerinde kullanılan atık işleme üniteleri şunlardır.

- Ön ayırma ve temizleme üniteleri
- Taşıma konveyörleri
- Farklı amaçlarla kullanılan ayırma üniteleri
  - Hava üflemeli ayırma üniteleri
  - Optik okuyucu ayırma üniteleri
  - Kimyasal reaksiyonlarla sınıflandırmalı ayırma üniteleri
  - Elektromanyetik cihazla ayırmalı üniteler
  - Manuel ayırma üniteleri
- Pres ve balyalama üniteleri
- Depo ve satışa hazırlama üniteleri

Türkiye'deki ayırma tesisleri genellikle aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- Yerli teknoloji ve imkanlar; ilk yatırım maliyeti düşük, geri ödeme süresi kısa, tesis ve ekipmanları kurmaya yeterlidir.

- Gelişmiş ülkelere oranla Türkiye’de kişi başına düşen değerlendirilebilir atık üretimi oldukça azdır. Bu nedenle kapasite ve teknoloji seçimi, atık üretim miktarı ve değerlendirme tesislerinin konumu ve kapasiteleri göz önüne alınarak yapılmalıdır.
- Gönüllü toplama merkezleri, satın alma merkezleri veya kaynaktan ayrı toplama gibi geri kazanım programları ve bu programlar çerçevesinde ayrı toplanabilecek atık miktarı ve dağılımları göz önüne alınarak ayırma tesisleri yapılmalıdır. Bugüne kadar yapılan çalışmalar yüksek teknoloji gerektirmeyen ve mekanik destekli ayırmanın yapıldığı tesislerin ülkemiz koşullarında yeterli olacağını göstermektedir.
- Tesis kapasitesi ayrı toplama programlarının gelişmesi ile orantılı olarak arttırılmaya ve revizyona müsait olmalıdır.
- Ülkemizdeki gibi ayırma tesisleri konusunda ilk uygulamaların yapılacağı yerlerde yüksek teknoloji tesislere geçiş yalnızca gelecekteki uygulamalar için planlanmalıdır.
- Yeterli miktarda depo alanına sahip olmalıdır.

Bu hususlar göz önüne alındığında ülkemizdeki ayırma tesis uygulamalarında başlangıçta mekanik destekli elle ayırma metodunun tercih edilmesi uygundur. Buna göre yapılan çalışmalar ülke koşullarına uygun bir ayırma tesisinde şu ünitelerin bulunmasını yeterli görmektedir.

- Torba parçalama ve ayırma düzeni
- Yükseltme, besleme ve ayırma konveyörleri
- Kapasite ile orantılı olarak akım dengeleyici (Resim 3.7)



Resim 3.7 Atık akımını dengeleyen tambur elek

- Manyetik ayırıcı
- Manuel ayırma hattı ve ayrılmış malzeme depoları (Resim 3.8)



Resim 3.8 Ambalaj atıkları ayırma konveyörü

- Balyalama makinası
- Yeterli hacimde depolama alanı

### ***Ayrırma Tesisinin Ekonomik Analizi***

Yukarıda açıklaması yapılan özelliklerine sahip bir ayırma tesisinin yatırım ve işletmesiyle ilgili

- Tesisin kurulacağı arazinin belediyeye ait olmadığı ve arazinin belirli bir **m2** bedeli üzerinden satın alınacağı
- Toplam işi için belediyenin mevcut çöp toplama sisteminin geri kazanım programlarına adapte edileceği düşünülerek geri kazanılabilir malzemenin tesise 0 TL/kg bedelle getirileceği
- Tesise işlenen malzemenin geri dönüşüm pazarına satış sırasında nakliye masraflarının satış gelirlerinden düşüleceği
- Türkiye ortalamasında katı atık karakterine uygun miktarda atığı işleyebilecek tesis kapasitesi seçildiği

kabulleri yapılmıştır. Buna göre 10 ton/gün kapasiteli atığın ayrımını yapacak tip bir tesis için yapılan fizibilite çalışması sonuçları aşağıda verilmiştir.

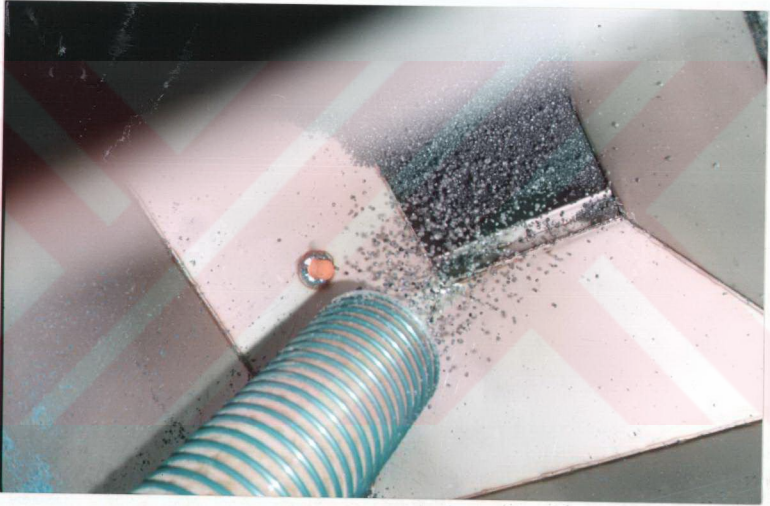
<b><i>Toplam Yatırım (S)</i></b>	<b>: 150.000</b>
<b><i>Yıllık Gelir (S/yıl)</i></b>	<b>: 180.000</b>
<b><i>Yıllık işletme giderleri (S/yıl):</i></b>	<b>92.500</b>
<b><i>Yıllık Kar (S/yıl)</i></b>	<b>: 88.250</b>
<b><i>Geri Ödeme Süresi (yıl)</i></b>	<b>: 1.47</b>

Bu ayırım işlemi cam (renkli ve beyaz cam ), plastikler (polietilen, pvc, pet, polipropilen, polistiren ), metal kutular (alüminyum, teneke kutular, ve yağ tenekeleri ), kağıt/karton (içecek kartonları, gazete kağıtları, birinci hamur ve karton ambalajlar) olarak 4 ana malzeme grubuna ve daha sonra kendi aralarında yaklaşık 14 ayrı cinsle ayrılmalıdır (ÇEVKO 1996).

Çöpten ayrı toplanmış ambalaj atıklarını cinslerine göre ayırmak ve geri kazanıma hazır hale getirmek amacı ile kurulmuş olan ve halen çalışmakta olan iki ayırma

tesisi mevcuttur. Bu tesislerden birincisi Bakırköy Belediyesi diğeri ise Çankaya Belediyesi tarafından çalıştırılmaktadır. Körfez İlçesi Katı Atık Yönetim Projesi Ön Edüt Raporunda örnek bir geri kazanım tesisi projelendirilmesi yapılmıştır.

Geri kazanım sürecinin üçüncü aşaması olan geri dönüşüm, cinslerine göre sınıflanan malzemelerin fiziksel veya kimyasal işlemlere tabi tutularak yeni bir ürün ( ara mamul veya son ürün ) haline dönüştürülmesi işlemidir. Aşağıdaki resimlerde, İzmit/Körfez ilçesinde bulunan Yeşil plastik Fabrikası'nda geri kazanılan plastik malzemenin işlenerek granül duruma dönmüş hali görülmektedir (Resim 3.9)



### 3.4. Düzenli Depolama

Katı atıkların güvenli ve emniyetli bir şekilde uzun dönemli bertarafı, entegre edilmiş atık yönetiminin önemli bir unsurudur. Son yıllarda otoriteler ve büyük oranda halk, mevcut çöp biriktirme, toplama ve depolama metodlarının büyük bir oranda günün ihtiyaçlarına cevap vermediğinin farkına varmıştır. İnsanların bilinçlenmesi ile, katı atıkların uzaklaştırılma tekniklerinin de önemli bir faktör olduğu, su ve hava kirliliğinin korunması ile ilgili aktivitelerle ortaya çıkmıştır.

Kirlenici atıkların kontrolsüz bir şekilde boşaltılması da bu kirliliği artırmaktadır. Bununla beraber, arazi üzerine çöp depolamanın su, hava ve toprak kirliliğinden izole olarak düşünülmemesi ve bu ortamda meydana getireceği kirliliğin kontrolü için saptanacak önlemlerle birlikte değerlendirilmeye alınması gerekmektedir (Patrick 1985).

Düzenli depolama metodu günümüzde en çok kullanılan atık bertaraf yöntemidir. Atık geri kazanımı, atık azaltma ve teknoloji transferi yapılırsa da katı atıkların depolama alanlarında bertarafı veya prosesin oluşturduğu atıklar, entegre edilmiş katı atık yönetim stratejisinin hala önemli bir unsuru olmaya devam etmektedir. (13 Çöplerin gömülerek zararsız hale getirilmesi aslında biyolojik bir olaydır. İnerit (ayrışmayan ) maddelerin dışında bütün maddeler örtü altında havasız bırakıldığından oksijensiz olarak (anaerobik) ayrışır. Çok yavaş cereyan eden reaksiyonlar sonucu CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub> VE H<sub>2</sub>S gazları oluşur. Çöp döküm sahalarının son kullanma şekli de biyolojik olaylar kadar önemlidir. Ülkemizde düzensiz çöp sahalarına sık sık rastlanmaktadır (Marcotte 1995).

Mayıs 1993 tarihinde Çevre Bakanlığı, katı atık depolama alanları yönetim, ile ilgili bir yönerge yayınlamıştır. Türkiye'nin ekonomik atık kompozisyonu ve mevcut teknolojik birikimi ile katı atık bertaraf yöntemleri arasında en uygun çözümü düzenli depolama tesislerinin yapılması ve işletilmesi olduğunu belirtmiştir. Katı atıklar yönetmeliğinin 5. bölümünü oluşturan maddeler katı atıkların depolanma esaslarını özetle belirtmektedir. Katı atık depo tesislerinin yer seçimi, depo tesisinin tabanının teşkili ,sızıntı sularının ve oluşan gazın toplanması ve depo sahasının yeşillendirilmesi işlemleri belli başlı bir ihtisası gerektiren konulardır. Atık depolama alanları esas olarak aşağıda belirtilen olumsuzlukları bertaraf etmek için tasarlanırlar.

- Yeraltı ve yüzeysel suların kirlenmesi
- Atıklardan meydana gelen gazların etkileri
- Görüntü kirliliği
- Taşıyıcı ve haşere üremesi
- Çevreye toz ve kötü koku yayılması

Düzenli depolama alanlarının avantaj ve dezavantajları ise çevre bakanlığının katı atık depo alanları yönetimi ile ilgili yönergede şöyle belirtilmiştir.

**Avantajları :**

- Uygun arazi bulunduğu ekonomik bir yöntemdir.
- Ön yatırımı nisbeten en az olan yöntemdir.
- Nihai imha metodudur ve hemen her türlü çöp için uygulanabilir.
- Esnek bir metoddur. Katı atık miktarına göre kapasite kolaylıkla artırılabilir.

**Dezavantajları :**

- Kalabalık yörelerde, ekonomik taşıma mesafesi için uygun yer bulmak güçtür.
- Yerleşim yerlerine yakın deponi alanları için halkın muhalafati ile karşılaşılabilir.
- Tamamlanmış deponi alanlarında göçük ve yerel çökmeler olabileceğinden devamlı bakım gereklidir.
- Sıvı ve gaz sızıntıları kontrol edilmezse sakıncalı durumlar meydana gelebilir.

Düzenli depolama alanlarının inşasında dikkat edilecek en önemli husus uygun yer seçimidir. Yer seçiminde dikkat edilecek hususlar şunlardır.

- Yerleşim birimlerine uzaklık,
- Havaalanına uzaklık,
- İçme ve kullanma suyu hareketi,
- Jeolojik, jeoteknik ve hidrojeolojik yapı,
- Tektonik yapı
- Kırık ve çatlaklı bölgeler,
- Sel, çığ, heyelan ve erezyon bölgeleri,
- Çevredeki, trafik ve ulaşım yollarının durumu,
- Hakim rüzgar yönü,
- Sulak alanlar,
- Taşıma mesafesi,
- Sahanın toplam depolama kapasitesi,
- Sahanın çevreden görünüşü,

gibi faktörler dikkate alınmalıdır.

Genelde çöp depolamasıyla arazi iyileştirilmesinin yapılabileceği alanların seçilmesi gereklidir. Endüstriyel aktiviteler sonucu bozulmuş, yeraltı kazı işlemlerinin yapıldığı ya da yararlı bir kullanıma hizmet etmeyen bölgeler, çöp depolama sahası olarak kullanılabilir. Yeraltı ve yüzeysel suların korunması amacıyla yapılacak hidrojeolojik çalışmaların olumlu sonuçlar vermesinden sonra, kum, çakıl, kil ocaklarının katı atık depo sahası olarak kullanımı uygun olabilir.

-Çöp döküm sahaları, en yakın yerleşim birimine en az 1000 m mesafede olmalıdır.

-Havaalanına en az 3 km uzaklıkta olmalıdır.

-İçme, kullanma ve sulama suyu temin edilen yeraltı ve yerüstü sularını 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.

-Depo sahası en az 10 yıllık ihtiyaca cevap verecek kapasitede olmalıdır (Çevre Bakanlığı 1995).

Bu kriterler göz önüne alınarak seçilen düzenli katı atık depo sahasının inşaatı için bir çok faktörü göz önüne almak gerekir. Modern depolama alanlarının planlama, dizayn ve işletilmesi, değişik bilim, mühendislik ve ekonomik prensiplerin uygulanmasını gerektirir. Önemli faktörler aşağıdaki gibidir (Marcotte 1995).

1-Çevresel unsurlar ve düzenleyici gereksinimleri de içeren, katı atık bertarafında depolama alanları yönteminin tanımlanması,

2- Depolama alanı sahasının değerlendirilmesi,

3-Depolama alanları türlerinin ve metodlarının tanımlanması,

4-Depolama alanı gaz yöntemi,

5-Depolama alanı sızıntı suyu kontrolü,



- 6-Yüzey suyu kontrolü,
- 7-Depolama alanı karakteristikleri ve yerleşim,
- 8-Çevresel kalitenin izlenmesi,
- 9-Depolama alanları avam projesinin hazırlanması ve genel yerleşim,
- 10-Depolama alanı işletim planının geliştirilmesi,
- 11-Atıkların örtülmesi ve saha kapatıldıktan sonra alınacak tedbirler,

### **3.4.1. Depo sahası hazırlık Çalışmaları ve Tesisatlar**

Yapılacak ilk iş sahanın inşaat çalışmaları için hazırlanmasıdır. Depo alanı yapılacak sahanın drenajı gözden geçirilerek inşaat alanının su baskınına karşı korunması gerekmektedir. Tesise ulaşım yollarının, kantar binasının, saha aydınlatmasının, çalışanlar için gerekli tesislerinve çevre çitinin yapımı, saha için kullanılacak bilgi levhaları diğer saha işlemleri olarak sıralanabilir (Patrick 1995).

Depolama alanının inşaasındaki bir sonraki aşama, alanın kazısı ve depo tabanının hazırlanmasıdır. Modern depolama tesisleri kısımlar halinde inşa edilir. Böylece alanın bir kısmı inşa edilmiş olur. Harfiyat malzemesi çevrede yığılarak yağmur sularının inşaat alanına girmesi de engellenmiş olur. Depo alanı tabanının tümünün bir seferde tecrit edilmesi durumunda, depo alanlarının kullanılmayan kısımlarında yağmur suyu taşkınlarına karşı önlem alınması gerekmektedir.

Maliyetleri düşük tutabilmek için kaplama malzemesinin mümkünse depo alanından temin edilmesi gerekmektedir. İlk çalışma alanı projede öngörülen derinliğe kadar kazılır ve harfiyat malzemesi ilerde kullanılmak üzere depolanır. Eğer üst tabakanın sıyrılıp ya da harfiyat yapılıp depolanarak daha sonra kullanımı düşünülyorsa toprağın depo edileceği alanlar sahanın planında gösterilmelidir (Marcotte 1995).

**Depo Sahası için kullanılacak Seyyar ekipmanlar:** İşletmenin büyüklüğüne göre çöplerin yayılması ve sıkıştırılması, kazı işlemleri, kaplama malzemesinin taşınması ve yayılması, servis yollarının bakımı gibi hizmetler için değişik araçlara ihtiyaç vardır. En çok kullanılan araçlar; paletli buldozerler ve kepçeler (çok amaçlı

kullanıma uygun makinelerdir.), silindirler (çöplerin bastırılması ve sıkıştırılması için), skreyber (kaplama malzemesinin kazılması için) ve kamyonlar (malzeme ve ekipmanların taşınması için) olarak verilebilir (Resim 3.10).



Resim 3.10. Çöp sahasında kullanılan paletli buldozer

**Depo sahasına izin verilen çöpler:** Evsel katı atık deponi alanına boşaltılması uygun olan çöpler aşağıdaki gibidir (Patrick 1995).

- evsel çöpler ya da ticaret hanelerin benzer çöpleri
- kömür külü ve cüruf
- madencilik işletmesinin atıkları
- demir ve çelik işletmeleri cürufu
- inşaat ve yıkım işleri atıkları
- eski araba lastikleri
- içme suyu arıtma tesisi çamurları

- suyu alınmış arıtım çamuru
- tarımsal atıklar

Depo tabanı sızıntı sularının drene edilebilmesi için şekillendirilir ve düşük geçirgenliğe sahip bir geçirimsiz malzeme ile kaplanır. Özellikle sızıntı suyunun yeraltı suyuna ulaşarak kirlilik oluşturma riskinin bulunduğu bölgelerde, örneğin kırıklı bir yapıya sahip alanlarda çöp depolamaya başlamadan saha tabanının doğal ya da sentetik bir malzeme ile kaplanması gerekir. Kaplama malzemesi olarak sentetik membranlar oldukça sık kullanılır. Sentetik Membranların hasar görmemesini önlemek için kum v.b. malzeme ile ince bir tabaka halinde kaplanması gerekir. Gerek ekonomik ve gerekse malzemenin kolay temin edilmesinden dolayı, küçük belediyelere zemin geçirimsizliğini sağlamak için mineral geçirimsizlik sistemi tavsiye edilir. Mineral tabakanın teşkili için de kil kullanılır (Resim 3.11).

Resim 3.11. Geomembran üzerine kil serilmesi ile hazırlanan depo zemini

Sistemde kullanılacak kil kalınlığı, sıkıştırılmış olarak en az 60 cm olmalı ve geçirimsizlik katsayısı  $1 \times 10^{-10}$  m/sn 'den küçük olmalıdır. Sızıntı suyu toplama ve uzaklaştırma sistemleri geçirimsiz tabakanın üzerinde yerleştirilir. Bu da sahanın tabanına eğim vererek sızıntı suyunun toplanma noktasına doğru akmasını

sağlamak veya drenaj sistemleri oluşturularak pompayla sızıntı suyunu uzaklaştırmak şeklinde olabilir. Bu tabakanın üstüne 30 cm kalınlığında drenaj tabakası yerleştirilir (Çevre Bakanlığı 1995).

**Atıkların yerleştirilmesi.:** Depolama alanının inşasından sonraki aşama atıkların sahaya yerleştirilmesidir. Atıklar sıkıştırma yüzeyinden başlayarak dışarı ve yukarı doğru hücreler halinde yerleştirilir. Her gün sonunda yerleştirilen çöp yığını bir hücreyi oluşturur. Atıklar tabakalar halinde yayılır ve sıkıştırılır. Tipik hücre yüksekliği 3-6 m arasındadır. Bir veya birden fazla çöp tabakası yerleştirildikten sonra yatay gaz toplama boruları için hendekler tamamlanmış yüzey üzerinde açılabilir. Bu hendekler çakıl ile doldurulur, delikli plastik borular hendeklere yerleştirilir. Depolama alanı gazları oluşmaya başladıktan sonra bu borular vastasıyla toplanır (Resim 3.12 ).



Resim 3.12. Gaz toplama bacası

### ***Son Kaplama***

Son kaplama, yağmur sularının depo alanına sızmasını en aza indirmek ve bu suları sahadan uzaklaştırmak için yapılır. Dikey gaz toplama bacaları, tamamlanmış depo yüzeyine yerleştirilir.

Gaz toplama sistemi birleştirilerek çıkan gaz yakılır veya enerji geri kazanım ünitelerine iletilir. Depo alanı dolduktan sonra sahanın izleme ve bakım çalışmaları belirli bir süre daha devam etmelidir. ( Bazı durumlarda kanun gereği 30-50 yıl arası). Depo alanı yüzeyinin korunması ve düzeltilmesi, drenaj sürekliliği, gaz ve sızıntı suları kontrol sisteminin bakımı ve işletilmesi ve kirlilik tesbit sistemlerinin gözlenmesi çok önemlidir.

### ***Depo Alanında Oluşan Reaksiyonlar***

Depolama alanında meydana gelen en önemli biyolojik reaksiyon, katı atığın içinde bulunan organik maddelerin depolama gazı ve sızıntı suları oluşturacak şekilde dönüşümünü içerir. Biyolojik ayrışma işlemi, atığın depolanmasından sonra çok kısa bir sürede aerobik olarak meydana gelir ve depolanan oksijen tükeninceye kadar devam eder. Başlangıçta var olan oksijen, tüketildikten sonra ayrışma anaerobik olur ve organik madde, korbondioksit, metan ve az miktarda amonyak ile hidrojen sülfata dönüşür. Diğer bir çok kimyasal reaksiyonlar biyolojik reaksiyonların aracılığıyla gerçekleşir. Bir dizi karşılıklı etkileşimden dolayı herhangi bir zaman aralığında depo alanının birim hacminde var olan koşulları tanımlamak oldukça zordur.

### ***Kimyasal Reaksiyonlar***

Katı atık depo sahalarında önemli kimyasal reaksiyonlar meydana gelir. Bu reaksiyonlar arasında atık boyunca süzülen sızıntı suyunun etkisiyle atıkların çözünür ve askıda katı madde şeklinde taşınması, kimyasal maddelerin ve suyun buharlaşması, organik maddeler içindeki halejonlerin açığa çıkması ve bozulması, ayrıca indirgenme ve yükseltgenme reaksiyonları sonucu metallerin etkilenmesi ve metal tuzlarının açığa çıkması vardır. Bu reaksiyonlar içerisinde en önemlisi biyolojik dönüşüm ürünlerinin özellikle organik bileşiklerin çözünmesidir. Çünkü;

çözünen bu maddeler sızıntı suyu aracılığı ile depo sahasının dışına taşınır. Bu organik bileşikler sonuç olarak ya atmosfere taşınmakta ya toprakta birikmekte ya da sızıntı suyu arıtma tesislerinde sistem dışına alınmaktadır. Diğer önemli kimyasal reaksiyonlar organik bileşikler ile kil tecrit tabakası arasında olanlardır. Bu reaksiyonlar tecrit malzemesinin yapısını ve geçirgenliğini değiştirebilir. Bu kimyasal reaksiyonların birbirleri ile olan ilişkileri iyi anlaşılmalıdır.

### ***Fiziksel Reaksiyonlar***

Depolama alanındaki fiziksel değişikliklerin en önemlileri; depo sahasında oluşan gazların yatay difüzyonu, çevreye yayılmaları, depo alanında sızıntı suyu hareketleri ve katı atıkların çürümesi ve çökmesinin sebep olduğu oturmalarıdır. Depolama alanı gaz hareketi ve emisyonları, depo alanı düzenlemesinde özellikle göz önüne alınmalıdır. Depo gazı yüksek oranda metan gazı içerdiğinden yanma veya patlama tehlikesi olabilir. Sızıntı suları depo alanı içerisindeki gözenekleri doldurarak depo gazlarının hareket etmelerini engelleyebilir.

### ***Depo Alanı Tasarım Gereklere***

Depolama alanı tasarımında temel amaç; atığın içindeki fazı (katı, sıvı, gaz) birbirinden ayırarak uygun şekilde gidermektir. İşi basite indirmek gerekirse, kullanılacak malzemeyi geçirgen veya geçirgen olmayan malzemeler olarak ayırabiliriz. Geçirgen malzemelere örnek olarak; düşük geçirgenliğe sahip topraklar ( kil ve bentonit karışımı topraklar), geomembranlar, beton ve asfalt betonu sayılabilir. Bu malzemelerin hiç biri tamamiyle geçirimsiz olmayıp, büyük ölçekli uygulamalarda kusursuz olarak inşa edilmeleri mümkün değildir. Tecrit kaplama sistemleri mühendislik tasarımı ve malzeme özelliklerine bağlı olarak sızıntıyı önlemektedir.

Yüksek geçirgenliğe sahip malzemeler, iri taneli topraklar (kumlar ve çakıllar ) ve sentetik drenaj malzemeleridir (geonetler, jeotekstiller v.s.).

### ***Maliyet Analizi***

Düzenli depolama sahasının maliyet analizi karmaşık bir yapı arz etmektedir. Maliyet analizlerinde aşağıdaki hususların dikkate alınması gerekmektedir.

- 1-toplama ve depo sahasına taşıma (atık miktarı ve mesafe )
- 2-proje ve inşaat maliyetleri (sahanın belirlenmesi ve tecrit kaplama sisteminin seçimi )
- 3-işletme ve bakım (saha, ekipman ve sızıntı suyu arıtımı )
- 4-depo sahasının üstünün kapatılması
- 5-beklenmeyen giderler (yönetmelikler, yaptırımlar ve finansman maliyetlerindeki değişim).

Görüldüğü gibi maliyet analizi;günlük atık hacmi, tecrit sisteminin seçimi ve sızıntı suyunun arıtılması gibi hususlar göz önüne alınmalıdır. Maliyet analizi neticesinde günlük en fazla atık kabulüne karşın en az depolama maliyeti elde edebilecek sistemler seçilmelidir. Tecrubeler göstermektedir ki, birden fazla belediyeye hizmet verebilecek merkezi atık depolama sahalarnın inşaaı ve işletilmesi her belediyenin ayrı ayrı tesis yapıp işletmesinden çok daha ekonomiktir. Özellikle biyogaz fiyatlarının tesbiti ve nakliye maliyetlerinin iyi tesbit edilmesi gerekmektedir. Yerel ya da bölgesel depo alanlarının planlanmasında yıllık gelir durumu göz önünde bulundurulmalıdır. Bu gelirler; üretilen çöp başına alınan ücret, yerinde toplama masrafları, özel amaçlı vergiler, kamu ve özel binalardan alınan çöp vergisi veya devletin finansal katkılarından oluşur. Eğer işletmeci atıkların bertarafı için çok az ücret talep eder ve yaşayanlardan yeteri miktarda özel vergi alınmassa, diğer bölgelerde yaşayan vatandaşlar ödedikleri vergilerle bu tesislerin inşaat ve işletme maliyetlerine katılmak zorunda kalırlar (Marcotte 1995).

### ***3.5. Yakma***

Yakmanın (incineration ) teknik literatürde pek çok tanımı vardır. Katı atıklara uygulanan şekilde, WHO'nun 1985 katı atıklar sözlüğünde yakma, "yanabilir katıların yüksek sıcaklıkta yanarak inert atıklar haline getirilmesi" yöntemi olarak

tanımlanırken; yakmanın amacı, bir atık bertaraf yöntemi olarak basitçe açıklanmaktadır. Katı Atıkların Kontrol Yönetmeliği 38. maddesinde ise yakma, “katı atıkları hijyenik olarak zararsız hale getirmek, hacmini azaltmak, ve kısmen enerji elde etmek amacıyla yüksek sıcaklıkta katı atıkların yakılması” olarak tarif edilmektedir. 20. yüzyıla kadar sadece sağlık açısından çöplerin yakılması söz konusu oluyordu. Çöpler yakılınca taşıdıkları mikroplar ve bunlara gıda olan organik maddeler yok edilir. Bugün çöpleri yakmak veya çöplerden uygun yakıt maddesi üretmek önem kazanmaktadır.

Çöplerden enerji elde etmenin iki şekli vardır. Ya çöpler oldukları gibi yakılır, ya da çöpleri tasnif edip ısı değeri yüksek ve kullanılması pratik bir yakıt haline getirildikten sonra yakılır. Bu şekilde elde edilecek yakıtı kısaca “çöp yakıt” denir. Bugün Almanya dahil, gelişmiş ülkelerin çoğunda çöp yakıt yakan tesisler artmaktadır. Çöp yakıt üretimine en uygun maddeler şunlardır: Kağıtlar, kartonlar, plastik kaplar, mensucat lifleri, kuru sebze, meyve kabukları, her türlü selüloz kırıntıları ve kısaca her türlü organik kaynaklı madde. çöpler içerisinde bulunup ta yakılarak enerji vermeye uygun olmayan hiç bir organik menşeli madde hemen hemen yoktur. Yakmanın yan ürünleri kül ve gazlar, zararlı gazlar, partiküller ve ısı enerjisidir. Yakmanın diğer katı atık giderme metodları ile karşılaştırıldığında en önemli avantajı, depolanacak materyalin hacminin büyük oranda azalmasıdır. Ayrıca, yanma sonucu oluşan külün bertarafı işlenmemiş katı atıkların boşaltılmasına nazaran daha az sınırlama getirmektedir. Katı atıkların yanmasıyla oluşan ısı enerjisi faydalı bir şekilde kullanılabilir. Çalışmaya başlarken ve ısı değeri çok düşük olduğu zamanlar, yanmayı desteklemek amacıyla (örneğin atıkların nem içeriğinin çok yüksek olduğu yerlerde ) ilave yakıt kullanılması gerekir (Erden 1990).

Yakma, katı atıkların boşaltılması için yeterli arazinin bulunmadığı, yüksek nüfus yoğunluğuna sahip alanlarda sıklıkla kullanılan bir katı atık uzaklaştırma yöntemidir. Ancak yakma; bazı ekonomik, ekolojik ve teknik dezavantajlara sahiptir.

-yüksek inşaat maliyeti,

-yüksek işletme ve bakım maliyeti,

-tesisin işletme ve bakımını sağlamak için eğitilmiş personel ihtiyacı,



- oluşan ısının kullanımındaki zorluk,
- katı atık içerisindeki yeniden değerlendirilebilir maddelerin bozulması,
- bakım gereksiniminden dolayı her fırının sınırlı kullanımı,
- hava ve su kirliliğinin önlenmesi için pahalı yatırımların gerekmesi.

Özellikle, evsel ve diğer kentsel katı atıklar, değişkenliği ve heterojen yapısı nedeniyle, mühendisler için zor ve cazip olmayan bir yakıt oluşturur. Modern tesislerde, atıkların işlenmesi ve yakılmasına ait teknik zorluklar giderilmiştir.

Genel bir kural olarak, 400 t/gün'den düşük kapasiteye sahip tesisler için yakma işlemi çok pahalıdır. Hastane ve endüstriyel katı atıkların yakılması için özel yakma tesisleri inşa edilmektedir (Buekens and Patrick 1995).

#### ***Yanabilir Atığın Özellikleri***

Nem içeriği katı atığın yanabilmesi için önemli bir faktördür. Katı atıklar yaş oldukları sürece tutuşma gerçekleşmez. Katı atığın nem miktarı % 50'den az olmalıdır. Nem miktarı, kurutma sonucunda bir örnekte gerçekleşen ağırlık kaybı olarak ifade edilir. Klasik yakıtlarla karşılaştırıldığında, evsel kaynaklı çöplerin nem içeriği çok fazladır (%15-70). Yaz aylarında genellikle meyve ve sebzelerin ortaya çıkmasıyla katı atığın nem miktarı artmaktadır. Tipik değerler aşağıda verilmektedir.

- ABD ve Batı Avrupa, ağırlığın % 25-40'ı,
- Japonya ve akdeniz ülkelerinde, ağırlığın % 50'si ve daha fazlası,
- antrasit kömür, ağırlığın % 1-2.2'si.

Kimyasal analizlerle, yanabilen maddelerin C, H, O, S, Cl, N içeriği tesbit edilebilir. Bu bilgiler baca emisyonlarının tesbiti için önemlidirler. Alınana örneğin yanması tamamlandıktan sonra geriye kalan yanamayan artığın ağırlık olarak yüzdesi kül içeriğini verir. Çok fazla heterojen yapıda olan atık; kül, cam ve metal gibi inert maddeler içerir. Yanabilir bir evsel katı atığın kül içeriği % 60'dan az olmalıdır.

Atığın yanabilir bölümü selüloz türü maddelerden oluşur. Örneğin kağıt, karton ve bahçe atıkları, odun ve nişasta aynı elementel yapıya ve ısı derecesine sahiptir. Yine katı atığın kalorifik değeri 1200 kkal / kg' dan fazla ise ilave yakıt gerektirmeden katı atıklar yanabilir. Ülkemizdeki evsel nitelikli katı atıkların kompozisyonuna bakıldığında yanabilir evsel çöpün olmadığı sonucuna varmak mümkündür. Ancak az miktardaki tehlikeli ve hastane atıkları için yakma tesisi mümkündür. Bugün Ankara Gülhane'de ve İstanbul'un Rumeli Yakası çöp imha sahasında hastane atıklarının ve İzmit'te bugünlerde faaliyete geçmesi beklenen tıbbi ve sanayi atıkları yakma tesisi mevcuttur. Yakma tesisleri atıkların çeşitlerine göre dizayn edilirler. Bu nedenle tesise gelecek olan atığın özelliği hakkında fazlaca bilgi sahibi olmak gerekir. Genellikle yakılabilir atıklar 4 gruba ayrılır.

- Evsel ve ticari atıklar,
- endüstriyel atıklar,
- arıtma çamurları,
- hastane atıkları.

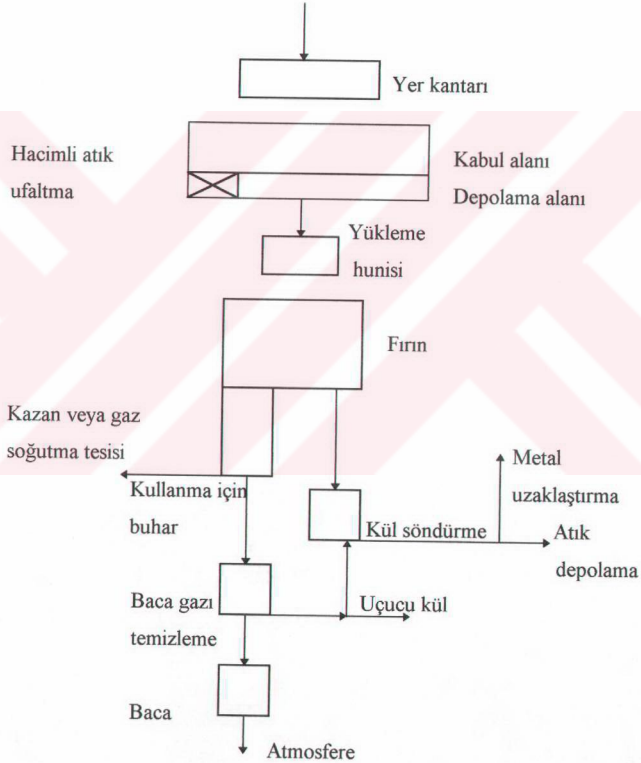
Bu çalışmada daha çok evsel nitelikli katı atıkların yakılması için gerekli koşulları ve bu tesislerin dizayn şartlarını ve ekonomik analizlerini konu edineceğiz. Çünkü, endüstriyel ve tıbbi nitelikli katı atıkların yakma yoluyla bertarafı başlı başına bir araştırma konusudur. Yanma açısından bakıldığında, belediyeler tarafından toplanan katı atıklar yanıcı madde, nem ve külün karışımı olarak düşünülebilir (Incinerator Institu of America 1968).

### **3.5.1 Modern evsel yakma fırını**

Çoğunlukla çok hücreli ve kesikli beslemeli olan eski tip fırınlarda, toz ve ince külün tesisin başında elenmesini ve kalıntılardan demirli malzemelerin geri kazanılmasını sağlayan ekipmanlar kullanılırdı. Daha önceleri çok fazla iş gücü gerektiren bu tesislerde 1960'ların başlarından itibaren elenmemiş atıkların otomatik ızgaralar vasıtasıyla fırınlara kesintisiz beslemeyi sağlayan atık yakma fırınları bunların yerini almıştır. Modern bir evsel atık yakma fırınının genel kuralları bütün tipler için geçerli olup Şekil 3.1'deki akış şemasında gösterilmektedir.

Bir evsel katı atık yakma fırını aşağıdaki kısımları içerir.

- Atık kabulü ve depolama,
- yükleme ve yakma,
- gaz soğutma,
- gaz temizleme,
- kül uzaklaştırma ve gaz bacası,



Şekil 3.1. Evsel katı atık yakma fırınının akış şeması

Buna ek olarak metal geri kazanımı ve kazan tesisi gibi yardımcı bölümlerde olabilir. Şimdi çok kısa olarak yakma tesisindeki aşamaları açıklayalım.

### ***Atık kabulü ve depolama***

Çöp toplama araçları bir yer kantarını geçtikten sonra yüklerini bir depolama haznesine boşaltırlar. Haznenin amacı, tesisin sürekli işlemesini sağlamak için atığı depolamaktır. Hazne; katı atık yakma fırınına 24 saat aynı düzeyde ve düzenli atık akışı ile atığın nisbeten kısa aralıklarla getirilmesi gereksinimlerini de sağlar.

### ***Katı atık yakma fırınının yüklenmesi***

Atık depolama haznesinden köprülü tip kepçeli bir vinç ile fırına beslenir. Bu vinç, hazne üzerinde yatay ve çaprazlama hareket eder. Kepçeler, başlıca fonksiyonları olan atığı fırına yüklemeye ek olarak atığı karıştırma ve istifleme yeteneğine de sahiptir. Kepçeler bir kaplo sistemiyle veya elektrohidrolik sistem ile işletilebilir.

Atığın yoğunluğu depolama ve fırına yükleme süresince değişikliğe uğrayacaktır. Tipik değerler aşağıdaki gibidir.

- hazneye yüklemeye önce	0.15-0.25 t / m <sup>3</sup>
- haznedeki çökmeden sonra	0.30-0.40 t / m <sup>3</sup>
- kepçede	0.40-0.50 t / m <sup>3</sup>
- fırın yükleme hunisinde	0.25-0.35 t / m <sup>3</sup>

Kepçe, atığı fırına bir besleme hunisi ile besler. Yükleme hunisi bir çelik yapıdır ve genellikle tabandan hidrolik bir sürgü ile kapanır.

### ***Fırın ve yanma hücresi***

Fırın, bir yanma hücresi ve bir ızgaradan oluşur. Katı atığın yanması genel olarak üç aşamada gerçekleşir; kuruma, tutuşma ve yanma. Oluşan gazlar ve buhar da hava kirliliğini kontrol etmek için tamamen yakılır. Atığın çok yüksek nem içeriğine ( %40-70 ) sahip olduğu yerlerde kuruma bir problemdir. Kuruma; sıcak atık gazları, ısıtılmış havayı atıkların içinden ya da atığın üzerinden geçirerek ya da radyasyonla veya fırının tavan ve duvarlarından ısı transferi ile gerçekleşir.

Çöplerin kuruması ve termal parçalanma sırasında oluşan gazların ve atığın tam yanması için yeterli bir bekleme süresi, sıcaklık ve karıştırma gereklidir. Yanmanın sağlanması için, yanma hücresi içindeki sıcaklık en az 750 C olmalı ancak 1000 C'yi de aşmamalıdır.

Isı geri kazanımı yapılan büyük tesislerde yanma hücresinin alt kısmı, kazanın buharlaşma yüzeyinin parçası olan su borulu panellerle çevrilir. Etkili yanma için havanın kontrolü gereklidir. Birincil hava, yakıt yatağına doğru eşit olarak beslenmelidir. İzgara üzeri veya ikincil hava , yakıt yatağı üzerindeki deliklerden verilir. İkincil havanın amacı, yanma hücresindeki gazlarda türbülans oluşturmak ve bunun sonucunda tam yanmayı temin etmektir.

### ***Fırın ızgarasının tipleri***

Evsel katı atıklar için modern yakma fırınları, manuel stoklama gerektirmeyen otomatik ızgaralar kullanılarak sürekli akım kuralına göre dizayn edilir. Izgaralar, atığı yükleme noktasından atığın tamamıyla yanacağı boşaltma noktasına iletir. Izgaranın hareketi, yakıt yatağında çalkalanma ve karışma sağlar. Tesisin bir bütün olarak dizayn edilmesi için, yükleme noktasından boşaltma noktasına doğru bir eğime sahip olması gerekir.

### ***Külün uzaklaştırılması***

Yakma işlemi, kalıntıları üç kaynaktan üretir: ızgaradan elenenler, fırından gelen kalıntılar, gaz soğutma ve gaz temizleme aletlerinden gelen küldür. Yanma kalıntısı ( kül, metaller, cüruf ) sürekli olarak ızgaranın son bölümünün ucundaki bir su haznesine boşaltılır ve söndürülür. Kalıntı ısısu tarafından soğurulur, su buharı genellikle fırına geri döndürülür. Tesiste ortaya çıkan küller, bir çöp deponi sahasına boşaltılabilir, bazı durumlarda cüruf ve kül bir inşaat malzemesi olarak kullanılabilir.

### ***Yanma havasının temini***

Yanma havası depolama haznesi bölgesinden basınçlı çekiş fanı (FD) ile çekilir. Hava bacası, fandan gelen kağıt parçalarını tutmak amacıyla bir ızgara ile teviz edilir. Yanma havası, baca gazları ile önceden 150-250 C'ye kadar ısıtılabilir.

Ancak Batı ülkelerinin katı atıkları yüksek ısıl değerine sahip olduğundan bu genellikle pek gerekli olmayabilir.

#### ***Baca gazı soğutması:***

Yanma hücresinden ayrılan gazların sıcaklıkları ( 800-1100 C ), gaz temizleme ekipmanına direk olarak verilmeleri için çok yüksektir. Hava kirliliği kontrol gereksinimlerini karşılamak için elektrostatik çöktürücülerin bulundurulması genellikle gereklidir. Çöktürücüye giren baca gazının sıcaklığı 350 C'yi aşmamalıdır.

Isı geri kazanımının uygulanmadığı yerlerde bir buharlaştırma kulesinde su püskürtme yoluyla gazın soğutulması en yaygın işlemdir. Baca gazları, ateş tuğlası döşenmiş bir soğutma kulesinde atomize halde su ile karıştırılır. Su enjeksiyonu hızlı ve verimli bir gaz soğutma metodudur. Baca gazı akışı sadece %30-50 oranında artar ve soğutulmuş gazın yüksek nem içermesi bir elektrostatik çöktürücünün verimliliğini artırır.

Hava soğutması, gaz akımına hava enjekte ederek gerçekleştirilir. Bu işlemin gaz akışının toplam hacmini % 250-350 artırma gibi bir dezavantajı vardır. Bu nedenle baca gazları, gaz temizleme tesisi, ID fanı ve baca boyutları artırılmalıdır.

#### ***Gaz temizleme:***

Partikül emisyonları katı atık yakma tesisleri bacalarından oluşan muhtemel hava kirliliğinin ana kaynağını oluşturur. Toz partikülleri mekanik ayırıcılarla dokuma ve taneli filtrelerle, elektrostatik çöktürücülerle veya ıslak gaz temizleme cihazlarıyla toplanabilir.

#### ***Yakma fırınlarından gelen atık su***

Atık su, yakma fırını kalıntılarının söndürülmesi, ıslak gaz temizleyici kullılarak baca gazının arınması ve bir kazan tesisinin kullanıldığı yerlerde kazan besleme suyunun saflaştırılması işlemlerinden kaynaklanır. Söndürme suyu, atıktan yanmamış tuzları ve yanmamış organik maddeyi çözer. Söndürme suyu askıda partikülleri içerir ve bazik bir özelliğe sahiptir. Bu fırınlardan oluşan atık sular kanalizasyona veya bir alıcı ortama boşaltılmadan önce, pH ayarlaması yapılarak

tamamen nötralize edilmelidir ve katılar bir çökerte tankında çökeltilmelidir (Buekens and Patrick 1995).

### ***Çevresel kısıtlamalar***

modern kentsel atık yakma tesisleri yüksek çevresel standartlar altında çalışan, tam otomatik ve iyi kontrol edilebilen proseslere göre dizayn edildiklerinden atık üretilen bölgenin tam ortasına yerleştirilebilir. Bununla beraber bu tesisler sık sık çevreci grupların sert karşı kampanyalarının hedefi olurlar. Bu tip tesislerin sebep olabileceği çevre sorunları hakkında kısaca bilgi vermekte fayda vardır.

Yakma tesisleri tipik olarak:

- Bir ton atık yakıldığında 6000 m<sup>3</sup> baca gazı
- Bir ton atık yakıldığında birkaç m<sup>3</sup> atı su
- Bir ton atık yakıldığında 025 -04 ton kalıntı(kül).

üretirler,ki bunlar da sırasıyla ; Atmosfere ,kanalizasyona ve su kütlelerine ya da toprağa atılırlar . Uygun arıtma sağlandığı taktirde tesisin çk yakınında yaşayanlar dahil olmak üzere bu atıkların halka bir zararı olamayacaktır.

Modern ve iyi işletilen teslerde bile atığın taşınması ve muhafazası,yerel problemler oluşturabilir. Büyük bir yakma tesisine yalnızca birkaç saat içerisinde birçok toplama aracı giriş-çıkış yapar.Bu tip tesislerin yer seçimi esnasında bir dizi kentsel topoğrafik, meteorolojik ve trafik şartlarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir.Katı atık yakma tesisleri çeşitli nedenlerden dolayı hava ve su kirliliğine yol açarlar (Skitt 1979).

### ***Hava Kirliliği***

Çöplerin yakılması sırasındahava kirliliği, çok çeşitli ve birbirinden bağımsız yollarla oluşabilir.

Çöpün içerdiği organik materyaller çürümeye çok yatkın olduğundan, çöp daha yakma tesisine ulaşmadan önce karakteristik bir koku ortaya çıkabilir.Modern tesislerde yanma havası depolama alanından çekilmektedir. Bu da hafif bir basınç düşmesine yol açmasına rağmen kokuların yayılmasını engelleme açısından etkin bir çözümdür.

Kentsel çöp yakma ünitelerinde baca gazlarının toz yükü genellikle 2-15 gr / m<sup>3</sup> arasındadır. Bu değer kabaca bir ton atık başına 25-30 kg toza eşittir. Baca gazlarının içerdiği tozların bir kısmı, çökme ve toz tutulmasıyla kendiliğinden ortadan kalkmaktadır. Kalan kısmı ise çeşitli toz tutma sistemleriyle uzaklaştırılmaktadır.

Çöplerin ısı parçalanması sırasında ortaya çıkan destilasyon ürünleri, oksijen yetersizliğinden, ateşin hararetinin azalmasından veya baca gazlarının fırında yetersiz kalma süresinden dolayı tam yanmayabilir. Baca gazları; karbon monoksit, uçucu organikler, zift ve kurum parçalarını içerebilirler.

Katı atık; klor, flor, sülfür ve azot gibi bileşiklerle; toksik ve korozif gazların oluşmasına sebep olabilecek diğer elementleri de içerebilir. Ayrıca, alev sıcaklığında havadaki oksijen ve azot; azot oksit oluşturabilecek şekilde birleşebilir. Kentsel yakma tesislerinden kaynaklanan su kirliliği, çok az miktarda atık oluşması nedeniyle, genellikle önemli bir problem olarak kabul edilmez. Yakma tesisinden üretilen 2000- 4000 m<sup>3</sup> / gün mertebesindeki atıksu normal olarak kimyasal arıtımı (nötralizasyon ve çökme ) takiben kanalizasyon şebekesine verilir.

### 3.5.2 Yakma tesislerinin ekonomik analizi

Bütün dünyada çöplerin toplanması ve uzaklaştırılması belediyelerin bütçelerinde önemli bir maliyet oluşturur. Çöplerin bertarafında Batı Avrupa için aşağıdaki tipik değerler ortaya çıkmaktadır.

#### ABD \$ / ton

Düzenli depolama	6-10
Kompostlama	12-24
Yakma	16-40

Yakmanın maliyeti, çöp toplama maliyetinden düşük olmasına rağmen çok pahalı bir atık bertaraf yöntemi olduğu açıktır. Bununla birlikte yakma, diğer bertaraf metodlarının, deponi alanlarının bulunmaması ve taşıma mesafelerinin çok fazla



olması sebebiyle pratik olmadığı, nüfus yoğunluğu fazla olan yerlerde sıkça uygulanmaktadır. ABD, Almanya, Belçika, Danimarka, Fransa, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Avusturya ve İngiltere de katı atıklarını bertaraf için yakma tesisi kurmuş olan ülkelerden bir kısmıdır (Buekens and Patrick 1995).

Kısaca Avusturya'nın başkenti Viyana'da faaliyet gösteren Spittelau Çöp Yakma Tesisi hakkında bilgi verelim. Yakma tesisi bir taraftan şehirde toplanan evsel ve işyeri kaynaklı çöpleri yakarak bertaraf ederken diğer taraftan da şehir için gerekli olan ısı enerjisinin önemli bir kısmını sağlamaktadır. tesisin senelik çöp yakma kapasitesi 250.000-270.000 ton olup yakma işlemi sonucu saatte 60 MW ısı enerjisi, 5,5 MW elektrik enerjisi elde edilmekte, elektrik enerjisinin 3,5 MW'ı tesis içinde kullanılmakta geri kalanı şehir elektrik şebekesine satılmaktadır. Tesisde işlenen çöpün ortalama kalorisi, 2200 kcal/kg'dır. Çöp haznesinden alınan çöpler konik bir haznedan geçerek uzaktan kumandalı pünomatık itikleyicilerle çöp yakma fırınlarına alınırlar. Bu tesiste 1 ton çöpün yakılması sonucu 272 kg cüruf, 27 kg hurda demir çıkmaktadır. Bu malzemeler fırının altından yürüyen bantlarla yıkama havuzuna taşınmakta, burada soğutulup yıkandıktan sonra hurda demirler magnetik ayırıcı vasıtasıyla cüruftan ayrılmakta ve cüruf tesis sonundaki depoya alınmaktadır. Her bir çöp yakma fırınının üzerinde bulunan atık ısı kazanı saatte 55 ton buhar üretmekte ve elde edilen buharın az bir kısmı bir adet buhar türbini sayesinde elektrik enerjisine çevrilmektedir. Atık ısı kazanında oluşan buharın büyük bir kısmı ise, şehir ısıtma sisteminden gelen suyun ısıtılmasında kullanılır. Spitelau Çöp Yakma tesisi'nde toplam 70 kiş 5 vardiya üzerinden çalışmaktadır. Tesis, 1,5 milyar Avusturya şilinine inşa edilmiştir (Dağ 1993).

Çöplerden enerji üretiminin yanısıra, inşaat materyalleri ve hurda demir gibi yeniden kazanım materyalleri de elde edilebilir. Türkiye'de de, İstanbul'a 125 MW'lık, Ankara'da 40 MW'lık, İzmir ve Adana'ya da 30'ar MW'lık evsel katı atık tesislerinin kurulabileceği düşünülmektedir. Bu büyük şehirlerde çöplerden enerji üretimi, enerji sorununun çözümüne katkıda bulunmasının yanında, çevre kirliliğini de azaltacaktır (Özer 1996).

#### ***Maliyet faktörleri:***

Yakma tesisleri yatırım yoğunluklu tesislerdir. Başlıca maliyet faktörleri:

- yatırım kredisine ödenen faiz,
  - ekipman ve bina amortisman maliyetleri,
  - bakım, tamir, yenileme,
  - işletme personellerin maaşları,
  - enerji, proses suyu ve kimyasal maddeler,
  - atık uzaklaştırılması
- olarak sıralanabilir.

#### ***Yakma yönteminin değerlendirilmesi:***

Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında yakma, bir çok olumlu ve olumsuz özellikleri beraberinde getirmektedir.

#### ***Olumlu yönleri:***

- Yakma hızlı bir uzaklaştırma yöntemidir. Deponi alanlarında atığın stabilizasyonu yıllar alırken, kompostlama bir kaç ay sürer. Bir yakma tesisinde ise atık, ızgaraların üzerinde yalnızca bir kaç saat kadar kalmaktadır.
- Yakma ile gerçekleşen hacim azalması, kompostlama ve deponilerin sağladığından daha fazladır. Genel olarak bir yakma kalıntısı, orjinal atık ağırlığının % 25-40'ını ve hacminin ise yalnızca % 8-12'sini kapsar.
- Yakma tesisinden çıkan atıklar yoğun, bozulmaz ve steril bir yapıya sahiptir. Bu ise, özellikle salgın hastalıklar yönünden bir avantajdır.

#### ***Olumsuz yönleri:***

- Modern yakma tesislerinin yüksek inşaat maliyetleri.
- Yakma fırınına işletmek ve bakımını yapmak için gerekli iyi eğitilmiş kalifiye teknik personel ihtiyacı.
- Baca gazlarından yalnızca kısmen uzaklaştırılabilen bazı gaz halindeki kirleticilerin salınması.

Çöplerin yakılarak uzaklaştırılması, genellikle yakma tesisini teknik ve finansal açıdan işletebilen ve deponi sahası bulamayan, kompostlama işlemi için yeterli

pazara sahip olmayan endüstrilemiş ve yoğun nüfuslu bölgelerde uygulandığı görülmektedir.

Belirli tipte bazı atıklar deponi sahasına gömülme yerine yakma yoluyla uzaklaştırılmalıdır. Bunlar; patolojik atıklar, yanabilen tehlikeli ve kimyasal atıklardır.

Atıklar yüksek miktarda nem veya yanmayan madde içerdiği durumlarda olduğu gibi, iyi bir yanma sağlanamaması, yakmanın çekiciliğini azaltacaktır. Bu durumda ek yakıt kullanımı gerekecek ve yakma ekonomik olarak kullanışsız hale gelecektir. Genel olarak ısı değeri 5000 kJ /kg'ın altında olduğu durumlarda, yakma doğru bir seçenek değildir.

Son 15 yıl zarfında, atık yakmayı terketmeye doğru bir eğilim ortaya çıkmıştır. Çünkü, piroliz ve gazlaştırma sistemleri ve mekanik yöntemlerle atıktan yakıt elde etme sistemlerinin gelişmelerine büyük ağırlık verilmiştir (Patrick and Buekens 1995).

### **3.5.3 Piroliz ve gazlaştırma (oksijensiz yanma )**

Piroliz, organik maddelerin gaz, sıvı ve katı bileşikler üretecek şekilde ısı ayrışımına uğramasıdır. Bu işlem daha sonra bu bileşenlerin ayrı ayrı yakılmasıyla devam eder. Ürün üretimi ve işlemin ısı verimliliği, beslenen malzemenin kalitesi ve işletme koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Çöp hacmini büyük ölçüde azaltan bir yöntemdir. Karalıtı son ürünler vermesi yanında çok az hava kirlenmesine sebep olur. Metodun en önemli üstünlüğü, yanma sonundaki bakiyenin ekonomik bir değeri olmasıdır. Bu son ürünler yanıcı gazlar, katran ve kömürlerdir. Düşük sıcaklıklarda daha yüksek miktarda zift ve kömür üretilirken, yüksek sıcaklıklar gaz üretimini artırır. Gazlaştırmada, pirolizin katı kalıntıları hava, oksijen, buhar veya bunların bir karışımı şeklinde yanabilen bir gazla çevrilir. Deneme amacıyla bir çok küçük ve bir kaç büyük tesis inşa edilmiş ve işletilmiştir. Çoğu teknik açıdan başarısız olurken, bir kısmında da ticari açıdan başarısızlık gözlenmiştir. Sonuç olarak şu anda kullanımı ıspatlanamamış olan piroliz ve gazlaştırma teknolojileri üzerine yatırım yapılması, pilot ölçeğindeki tesislerden umut vadeden sonuçlar elde edilmesine rağmen, büyük bir risk içerdiği söylenebilir.

Bu işlemlerin en yüksek kullanım potansiyelleri yüksek ısı değere sahip plastik, lastik ve metal/plastik bileşikler gibi iyi tanımlanmamış atıklara dönüşünde yatmaktadır. Evsel atıkların işlenmesi zor olduğu gibi düşük değere sahip ürünler üretmektedir (Patrick and Buekens 1995).

### 3.6. Kompostlama

Organik katı atıklar düzenli depolama ve yakma işlemlerinde istenmeyen bir takım sorunlar meydana getirir. Düzenli depolamada, atıklar toprağa gömüldükten sonra, organik maddelerin anaerobik ayrışmaları metan gazının açığa çıkmasına ve sızıntı suyunun oluşmasına yol açar. Bu etkilerin artadan kaldırılması düzenli depolama alanındaki maliyetleri artırır.

Yakma teknolojileri düşünüldüğünde ise organik atıkların yüksek nem oranına sahip olması sebebiyle yanma verimliliğinin düşmesine ve açığa çıkacak enerjinin azalmasına yol açar. Mevsimlere göre değişen atık miktarı tesis kapasitesini aşabilir. ve bu da bacalardan kül ve yanmamış atık çıkmasına sebep olabilir.

Katı atık yönetimi önem kazandıkça kompostlama, düzenli depolama ve yakma yöntemlerine karşı ciddi bir alternatif olarak kabul görmektedir. Kompostlama daha az istenmeyen yan ürün oluşturan ve daha düşük maliyet gerektiren biyolojik bir bertaraf yöntemidir. 1994 yılında, Kanada'da 149, Amerika Birleşik Devletleri'nde ise 3000'nin üzerinde kompostlama tesisi bulunmaktadır (Genosis 1995).

Kompostlama, katı organik maddelerin mikrobiyolojik ayrışması olarak tanımlanabilir. Doğadaki humus oluşumunun aksine kompostlama, nemin, hava miktarının ve mikroorganizmaların kontrol altında tutulduğu bir ortamda oluşur.

Organik maddelerin, özellikle biyoçöp içinde bulunan atıkların kompostlaştırma yolu ile ayrıştırılması, humüsleştirilmesi bu nedenle en akılcı ve en doğal ekolojik-ekonomik bir çevrim, geri kazanım olarak görülmektedir. Organik maddeler (biyoçöp) ziyan edilmemelidir. Bakteri, mantar, aktinomüsellerin işbirliği ile bu organik bileşikler parçalatıp humüsleştirmek en "çevre dostu" yaklaşım tarzı olacaktır. Aerobik ortamda kolay ayrışan maddeler karbondioksit ve suya ayrışmakta ve bu arada ortama ısı verilmektedir. Bu ısı da ortamın sıcaklığını

artırmaktadır. Ayrışma sırasında mikroorganizmaların metabolik faaliyetleri sonucu oluşan antibiyotikler de patojen mikroorganizmalara öldürücü etki yapmakta ve onları elimine etmektedir. Ayrıca ortam sıcaklığının 70 C'ye kadar çıkması da pastörizasyon etkisi yapmaktadır. Ancak mikroorganizmaların rahat faaliyet gösterebilmeleri, yeterince besin maddelerine ulaşabilmeleri, oksijen alabilmeleri için homojen bir dağılımın gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu ya dinamik sistemlerde ya da statik sistemlerde olduğu gibi zaman zaman aktarmak böylece de karışımı gerçekleştirmekle de olur (Erdin 1992).

Kompost, orjinal çöpte bulunan azotun bir bölümünü ve kimyasal besinlerin bir çoğunu içerir. Tonaj bazında gübre olarak değeri kimyasal gübrelerle karşılaştırıldığında daha düşüktür, ancak büyüme ortamı ve toprak iyileştirici olarak değeri aşağı yukarı aynıdır. Evsel kaynaklı katı atıkların sadece belli bir oranı kompostlaştırılabilir. Bölgeye ve iklime bağlı olarak 1 ton atıktan 350- 500 kg kompost üretilebilir. Kompostlama işlemi sırasında atığın yaklaşık 150-250 kg'ı buharlaşarak ve gaza dönüşerek kaybedilir. Geriye kalanın depolanarak ya da yakılarak bertarafı gerekir. Yanıcı olmayan maddeler ( metal, cam, plastik vb. ) ise yeniden kullanılmak üzere geri kazanılabilir.

İyi bir kompost oluşturmak için kontrol edilmesi gereken üç temel değişken; oksijen, nem ve genellikle C/N oranı olarak ifade edilen organik maddedeki Karbon/azot oranıdır. Kompostlama organizmaların çoğunluğunu oluşturan bakterilerde C/N oranı yaklaşık olarak 30 dur ve 25-35 aralığı kompostlaştırma aralığı için en uygun aralıktır. Kağıt, saman ve yaprak çok yüksek bir C/N oranına sahiptir ve evsel katı atıklar azot ilavesini gerektirir. Eğer C/N oranı 30'u geçerse biyolojik aktivite yavaşlar ve işlemin tamamlanabilmesi için daha uzun süreye ihtiyaç duyulur. Tam tersi durumda ise, yani azot miktarı fazla ise (C/N oranı 25 'in altında ise ) amonyak açığa çıkar bu da mikroorganizmalara zarar verir.

Nem, komposttaki mikroorganizmaların büyümesi ve çoğalması için gereklidir. Nem içeriği için alt aralık ağırlık olarak ağırlık olarak yaklaşık % 30-40 kadardır. Üst aralık ise, gözeneklerin, oksijenin mikroorganizmalara ulaşması için açık tutulmasıyla belirlenir. Bu da sistemlerin çoğunda % 60 nem oranıyla sağlanabilir. Aerobik mikroorganizmaların faaliyet gösterebilmeleri için oksijene ihtiyaç vardır. Organizmalara oksijen genellikle difüzyon yoluyla havadan temin edilir.

Kompostlama uygun nem içeren çöp yığınlarında gerçekleşebilir, bununla birlikte yığının bazı bölümleri dezenfeksiyon için yeterli derecede ısınmaz. Kompostlaşma; eğer döndürülür veya karıştırılırsa daha hızlı seyreder ve havanın kütenin içine doğru üflenmesi ya da kütenin içindenemilmesi sağlandığında daha hızlı bir şekilde gerçekleşir. Oksijenin kompost sisteminin tümüne ulaşmasını sağlamak için çöpün parçalara ayrılması ve büyük metallerin cam parçalarının kompostlanamayan maddelerin, kompasttan uzaklaştırılması gerekmektedir. İnert maddelerin kompostlaştırma prosesine çok az etkisi olmasına rağmen, eğer kompost tarımsal amaçla kullanılacaksa, son üründe kalan bu maddeler uzaklaştırılmalıdır. Sistemin pH'sı ilk önce organik asitlerin oluşmasıyla yaklaşık olarak 4-5 arasında olur. Daha sonra organik asitlerin termofilik fazda tüketilmesiyle 8.5'e kadar yükselir.

Yetersiz C/N oranının ayarlanması için gerekli azot bileşiklerinin dışında, karışık katı atıklardan iyi bir kompost elde etmek için kireç, fosfat veya potasyum gibi kimyasal maddelerin eklenmesine gerek yoktur. Bununla beraber, bitkileri ihtiyaçlara uygun hale getirmek için son komposta kimyasal gübreler eklenebilir (Brunt, et all 1995).

### ***3.6.1. Evsel katı atıkların kompostlamaya uygulanabilirliği***

Kompostlaştırma, enerji kullanmadan katı atıkları zararlı olmayan ve hatta yararlı bir ürüne çeviren doğal bir proses olmasına rağmen yaygın bir uygulaması yoktur. Büyük boyutlu bir çok kompost tesisi, işletme giderlerini karşılaması beklenen kompost ürününün pazarlanamamasından dolayı kapanmıştır. Bir kaç kompost tesisi maliyet bazında optimum çalışabilmektedir. Pek çoğu da katı atıkların uzaklaştırılmasında önemli ölçüde maliyet düşürdüğünden ve toprağın verimliliğini artırmasından dolayı çalıştırılmaktadır. Zaten kompostlama tesislerinin kar etmesi beklenmemelidir, avantajı diğer alternatiflerle karşılaştırıldığında bertaraf maliyeti daha azdır. Özellikle yaprakların ve parklarda budanan ağaç kalıntılarının işlenmesinde oldukça basit, küçük işlemler, kırsal toplumlarda kullanılmaktadır ve evlerin bahçesinde etkili kompost yığınları vardır. Genel evsel atıklar için alt sınır olarak 25000 t / yıl önerilmektedir.

### ***Kompostlamaya uygun atık türü***

Eğer C/N oranı ve nem içeriği elverişli sınırlar içerisinde ise, bitkilerden, hayvanlardan ve mikroorganizmalardan meydana gelen bütün atıklar kompostlama için uygundur. Bunlar; metaller, cam ve plastikler ayrıldıktan sonra evsel atıkları, tarla ve orman atıklarını, park ve bahçelerden gelen yaprak ve çim kırpıntılarını içerir.

### ***Alan ihtiyacı***

Gerekli alan, kullanılacak kompostlama prosesine bağlıdır. Arazi ihtiyacı, kompostlama ve olgunlaştırmanın uzun yığınlarda mı yoksa, geniş sıralar halinde ya da kompostlaştırma ambarlarında havalandırma ile mi yapılacağına bağlıdır.

### ***3.6.2 Kompostun pazarlanması ve bertarafı***

İdeal olarak kompostun satışından işletme giderlerini karşılayacak kadar gelir elde edilmelidir. Bununla beraber, pek çok durumlarda kompost için diğer gübre ürünlerine olan talep kadar talep yoktur. Kompostun başlıca yararı, tarımsal toprağa katkı sağlayan bir malzeme olmasıdır. Bu yüzden başlıca satış alanları; tarım, bahçecilik, şehir park ve bahçeleri, otoyollardaki yeşil kuşaklardır. Kompost ayrıca kumlu toprakların nem tutuşunu artırıcı etkiye de sahiptir. Eğer kompost için pazar talebi işletme masraflarını karşılayacak kadar yeterli değil ve kompost için şehirsiz park sisteminden veya örtü malzemesi olarak bir deponi alanında kullanılması için bir iç talep var ise kompostlama herşeye rağmen uygulanabilir.

Yukarıda anlatılan parametreleri göz önünde tutarak, bilinen kompostlama teknolojilerini inceleyelim. İlk olarak ev kompostlamasıyla merkezi kompostlamayı ayırmak gerekir (Brunet et al 1995).

### ***Ev kompostlaması***

Yerleşim bölgelerindeki evsel besinlerin ve bahçe artıklarının bertarafını kapsar. Her şahıs kendi kompostlama prosesinden ve ortaya çıkan komposttan sorumludur. Ev kompostlama işlemi; elle karıştırma ve uzun aralıklarla havalandırma yapıldığından aerobik bir proses değildir. Parametreler şansa kalmıştır ve sonuçta oluşacak kompostun kalitesi de şansa bağlı olacaktır. Ancak bu konuda cilec ve

birlikte çalışmak gerekmektedir. Bireylerin görüşü ve katkısı alınmadan çöp ve katı atık sorununu çözmek imkansızdır. Halk ve yöneticiler elele birbirini çok iyi anlayan taraflar olarak ve tüme varımcılık anlayışı içinde bu sorunu geleceğimiz için çözeceklerdir. Halk bu konuda motive edildikten sonra “biyoçöp”ün ayrı biriktirilmesi ve atılması yaşamının bir parçası gibi gelecek ve kendi buna sahip çıkacaktır (Erdin 1992).

Diğer seçenek ise; yerleşim bölgelerinden, endüstri bölgelerinden ve ticari kurumlardan gelen atıkların, büyük bir kısmını bertaraf edebilecek kapasiteye olan ve kompostlaştırma uzmanları tarafından çalıştırılan merkezi kompostlamadır. Çeşitli teknolojiler bu amaç için geliştirilmiştir. Aşağıda bir kompostlama tesisinin kurulması için gerekli kademeler sıralanmıştır.

- bertaraf edilecek organik atıkların miktarının ve yapısının belirlenmesi
- toplama metodunun belirlenmesi
- en uygun kompostlama teknolojisinin belirlenmesi
- düzenlemelere uygun bir yerin seçilmesi
- gerekli ekipmanın ve personelin seçilmesi
- üretilen kompostun değerlendirileceği bir pazarın bulunması
- konusunda bir eğitim programının hazırlanması
- izleme programının hazırlanması
- maliyet ve gelir takibi için bir sistemin düzenlenmesi (Genosis 1995)

Ancak başarılı bir kompostlama için katı atıklar içerisindeki inorganikler veya biyolojik olarak parçalanamayan maddelerin daha önce organik maddeden ayrıştırılmaları avantaj sağlar. Çünkü bu maddeler kompostlama reaktörlerinde boşuna yer kaplarlar. Sadece bazı durumlarda, tek faydaları çok sert olduklarından dolayı döner reaktörlerdeki organik maddelerin parçalanmasına yardımcı olmalarıdır. Katı atıklardan istenmeyen maddelerin taşıma bantlarından veya toplama kazanlarından ayıklanmasında insan gücünün kullanılması oldukça verimli bir yöntemdir. Fakat katı atıklarla manuel olarak çalışmak hoş olmamakla birlikte hijyenik olmayışından dolayı istenmeyen bir methodur. Bu sebeple, modern kompostlama tesislerinde hedeflenen amaçlardan birisi de proseste istenmeyen maddelerin ayrıştırılması için kullanılacak makine ve araçların sağlanmasıdır (Brunt et al 1995).



***Açık araziye serilerek veya çukurlar açarak yapılan kompostlama:***

Kompostlama işlemi olarak tanımlanabilecek en basit yöntem, evsel kaynaklı çöplerin toplandığı haliyle yığılması veya çukurlara yerleştirilmesidir. Atıklar uzun sıralar halinde serilirler. Böylelikle, uygun C/N oranı elde edebilecek şekilde birbirleriyle karışabilirler. Havalandırma, periyodik ve mekanik olarak ters yüz etme şeklinde, ya bir yükleyicinin ön tarafıyla ya da bir traktörün veya yükleyicinin yanına monte edilmiş ve bu amaç için hazırlanmış bir aletle yapılır. Her bir sıranın boyutu atıkların doğal yapısı ile birlikte oksijen ihtiyacına ve sıcaklığa bağlıdır (Genosis 1995).

Kompostlama için açılan çukurlar tipik olarak kesitleri trapezoid şeklindedir ve bunların yan yüzeyleri genellikle kayma açısına yakın derecede eğimlidirler. Yığının uzunluğu; günlük çöp miktarına, sahanın şekline ve eğimine bağlı olarak seçilir. Yaklaşık 1.5 m derinliğinde ilk olarak yüzey seviyesinin 250 mm üstüne kadar ham evsel atıklarla doldurularak yığın haline getirilebilir. Çukurlarda açtıkalan yüzeylerin, 100 mm kalınlığında toprak veya olgunlaşmış kompostla kapatılması sağlık açısından gereklidir.

Biyolojik aktiviteyi hızlandırmak için kompostu arasıra elle veya kepçe ile kaldırarak öbekleri bölmek, yapısını gevşetmek ve önceden yüzeyde olan bölümleri alt kısımına yer değiştirmek gerekmektedir. Küçük yerleşimlerde halk sağlığı açısından çöplerin hendeklerde kompostlaştırma yöntemiyle bertarafı uygun olabilir.

Ham çöpün büyük yığınlarda artımı Hollanda'nın Wijster kentinde 1931'den beri ve Mierlo'da 1955'ten beri yapılmaktadır. Mierlo'da demiryolu ile gelen çöpler özel olarak yüksek yapmış demiryolu hattındaki özel vagonlardan her iki tarafa doğru dökülerek 6 m yüksekliğinde büyük yığınlar oluşturmaktadır. Eski yığınlardan oluşan sızıntı suları yeni yığınların üzerine püskürtülmektedir. Yığınların oluşumunda ve bir kaç kez biyolojik olarak bozunan çöpün kaldırılıp gevşetilmesinde kullanılan seyyar bir kepçeli vinç vardır. Kış çöprü 4 ay ve yaz çöprü altı ayda çürütüldükten sonra malzeme titreşimli eleklerin ve manyetik ayırıştırıcıların, ezme silindirlerinin ve çekiçli öğütücülerin bulunduğu tesislere

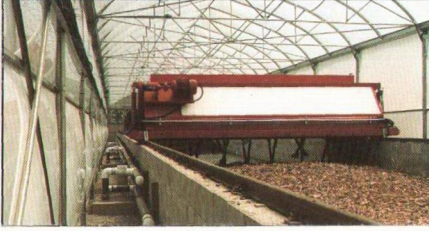
taşımak için Wijster’de halat ile çekilen raylı vagonların içine kepçeli vinç ile yüklenir (Brunt et all 1995).

### ***Havalandırılmış kompost yığınlar***

Malzeme bir önceki yöntemle göre daha kısa fakat daha yüksek yığınlar halinde, belirli bir düzende yerleştirilmiş borular üzerine yerleştirilir. Oksijen ihtiyacını karşılamak için yığınların içine ya doğal ya da basınçlı olarak hava verilir. Basınçlı hava verilmesi özellikle kompostlanan atığın arıtım çamuru içermesinden dolayı çok fazla miktarlarda aktif bakteri bulunduğu ortamlarda etkilidir. Yeteri miktarda hava sağlanmadıkça, bu bakteriler anaerobik koşulları oluşturarak yığının harmanlanması sırasında kötü kokular yayacaktır. Basınçlı havanın en azından prosesin termofilik olan fazında mekanik karıştırma ihtiyacını ortadan kaldırmaktır. Karıştırma çok az ya da hiç yapılmadığında yığınların üstü ısı kaybını önlemek ve yağmurdan korumak üzere örtülebilir. Yığınların iç ısı (55-70 C) zaralı olabilecek bir seviyeye çıktığında basınçlı hava, soğutma amacıyla da kullanılabilir. Böylece daha dengeli bir termofilik ortam sağlanmış olur, bu da kompostlama işleminin hızlanmasına yol açar. Basınçlı hava, nem oranının önemli ölçüde düşmesine yol açabilir, bu durum daha iyi bir aerobik şartlar sağlar ancak karıştırma işleminin uzun aralıklarla olması kütle içinde hava kanallarının oluşmasına ve homojenliğin bozulmasına yol açar (Genesis 1995).

### ***Kapalı alanda kompostlama***

Bu teknoloji kapalı bir tesiste büyük miktarlarda atığın basınçlı bir hava ile kompostlanmasından oluşur. Bazı sistemlerde mekanik karıştırma da yapılmaktadır. Çok yoğun bir aerobik durum sağlandığından, bekleme süresi yukarıda anlatılan iki metoddan daha kısadır. Sistem; içinde kompostlanan karışımın bulunduğu kanallardan oluşur. Bir döndürme makinası malzemeyi karıştırarak kanalların sonuna doğru iter. Basınçlı hava sağlayan sistem ise kanalların altına yerleştirilmiştir (Resim 3.13).



Resim 3.13. Mekanik kompostlama ünitesi

### 3.6.3. Kompostlamanın çevre üzerindeki olumsuz etkileri

Endüstriyel kompostlama tesisleri ciddi miktarlardaki organik atığı belirli noktalara toplar. Çürümekte olan atıklar, ayrışma sırasında organik kirliliğe sahip sızıntı suyu ile zararlı kokular oluştururlar. Açık arazi kompostlamasında sızıntı suları, yüzeysel sular ve yeraltı suları için potansiyel kirleticilerdir. Bu nedenle toplanıp arıtılmaları gerekir. Kapalı teknolojilerde sızıntı suları önemli ölçüde düşürülmektedir. Kokular kompostlanan kütledeki anaerobik şartlardan dolayı meydana gelir. Kapalı kompostlama tesisleri zararlı kokuların dağılmasını önleyerek arıtma sistemine iletilmesini sağlar. Kokunun giderilmesi mekanik (ısı transferi), kimyasal veya biofiltrasyon gibi yöntemlerle yapılır. Eğer yeterli koku giderimi sağlanmazsa, tesisin şehir yerleşimlerinden uzakta olmasına ve çevrede kokunun yayılmasını önleyici bir bariyer gibi davranacak, ormanlık arazi bulunmasına dikkat edilmesi gerekir. Kalite ve güvenlik standartlarına uymayan kirli kompost; bitki, hayvan ve insan sağlığını tehdit edeceğinden bu durumda kompostun, diğer atıklar gibi düzenli depolama veya yakma yoluyla bertaraf edilmesi gerekir (Genosis 1995).

### 3.6.4 Kompostun kullanımı ve uygulanması

Atıklardan üretilen kompost temel olarak toprak yapısını iyileştirir. Diğer avantajları ise:

- Hasatla topraktan uzaklaştırılan organik maddelerin yerini alır, toprağın humus çevrimini dengeler.
- Topraktaki canlı yaşamı teşvik eder ve organizmaların sayısı artar.

-Toprağa ve bitkilere az da olsa ana besin maddeleri ve mikro besin maddeleri sunarak katkıda bulunur.

-Ağır bünyeli topraklarda boşluk oranını artırarak toprağın su ve hava bilançosunu iyileştirir.

-Hafif bünyeli topraklarda besin maddesi ve su tutma yeteneğini artırır.

-Asidik toprakların pH'sı artar.

-Toprak akması, yıkanması ve erozyonu önlenir.

İyi ayrılmış, olgun kompost sürekli olarak humus maddesi, karbon, azot, fosfor, potasyum ve çok sayıda iz element kaynağıdır. Olgun kompost ile mikroorganizmaların sürekli ve uyumlu bir şekilde topraktaki mikroekosistemde faaliyet göstermeleri sonucunda sanki bitkilere sürekli bir besin maddesi akışı sağlanır. Kompost ile ticari gübre birbirinin alternatifi değil tamamlayıcısıdır. Biri tek başına tüm besin maddelerini içermeyeceği gibi, diğeri de tek başına organik maddeyi içeremez. Kompost ve suni gübre bir bütünün iki parçasıdır.

Humusca fakir topraklar kompost gübre ile iyileştirilerek islah edilebilir. Bozulmuş doğa ve peyzaj bu humus maddesi ve kaynağı ile iyileştirilebilir. Spor ve çeşitli oyun alanlarının kurulmasında yeşil alan oluşturulması için kullanılabilir. Tarım, ormancılık ve bağ/bahçecilikte geniş bir kullanım imkanı vardır (Erdin 1992).

Kompostlama, özellikle yüksek düzeyde nemli organik madde içeren evsel atıklarda (bu tür atıklar yakma işleminde az miktarda geri kazanılabilir ısı oluşturdıkları için) yararlıdır (Brunt et all 1995).

#### BÖLÜM 4. TÜRKİYE’DE KATI ATIK BERTARAF YÖNTEMLERİ

Nüfus artışına, teknolojik gelişmeye, kentleşme ve sanayileşmeye paralel olarak hızla artan katı atıkların çevre üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler, ihmal edilemeyecek kadar ciddi boyutlara ulaşmış durumdadır (Resim 4.1).



Resim 4.1 İstanbul Kemerburgaz çöplüğünden bir görüntü

Gelişmiş ülkelerde katı atıklar, ekonomik şartlar ve yüksek teknolojinin etkisiyle kontrol altına alınmış olsa da, gelişmekte olan ülkelerin çoğunda sözkonusu problem hala bir çözüme kavuşturulamamıştır.

Ülkemizde genellikle çevre sorunlarına gösterilen ilgisizlikten katı atık sorunları da nasibini almıştır. Ciddiyetten uzak, bilimsel olmayan, günü kurtaran uygulamalarla katı atıkların giderimi ciddi bir problem haline gelmiştir. Son dönemlerde, Türkiye’de katı atık sorununun önem kazanması ve bu sorunun bir çok kent ve belde yönetimi açısından ciddi bir çevresel sorun haline gelmesi konunun tartışılmasını da beraberinde getirmiştir. Ancak bu tartışmaların yanında yoğun bir kavram kargaşası ve bilimsellikten uzak yaklaşımlar da söz konusu olabilmektedir.

Bugün caddelerde görülen ve önemsenmeyen “çöpler” şehirlerin önemli bir çevre sorunu haline gelmiştir. Genellikle ülkemizde katı atıklar; cadde ve sokak üzerindeki çöp konteyner ve bidonlarına üreticileri tarafından karışık olarak sağlıksız bir şekilde atılmakta ve toplayıcılar tarafından düzensiz çöp sahalarına bırakılmaktadır.

Türkiye’de öncelikle mevcut katı atıkların giderme yöntemlerine baktığımızda, adet olarak 1500’e yakın çöplük alanı mevcut olup bunların arasında 1176 adet çöplük alanının en fazla 100m uzağında sırasıyla tarımsal alan, çayır -mera, orman, yerleşim alanı, su kaynağı, turistik tesis ve havaalanı bulunmaktadır. Yine bu kapsamda örneğin İstanbul’da toplam 22 adet çöplük olup, bilindiği gibi bunlardan biri Ümraniye çöplüğü nisan 1993’de patlayarak onlarca insanın ölümüne sebep olmuştur.

DİE verilerine göre, Türkiye’de 1991 yılında bir günde toplanan 53319 ton çöpün 48856 tonu büyükşehir belediyesi çöplüğü, belediye çöplüğü veya kamu ve özel kuruluşların çöplüğüne atılırken 1458 tonu dereye, denize ve göle atılmakta, 1062 tonu açıkta yakılmakta, 1045 tonu kompost tesisine getirilmekte, 42 tonu düzenli depolama tesisine gönderilmektedir. Yine yapılan çalışmalar sonucunda hiç bir belediyenin evsel katı atık yakma tesisinin bulunmadığı, sadece 6 belediyenin kompost tesisini kullandığı ve bu belediyelerin ise 1045 ton çöprü bu tesislerde işledikleri ortaya çıkmıştır. Düzenli depolamaya geçen iki belediye ise günde 43 ton çöprü burada bertaraf etmektedir (Torunoğlu 1997).

Taşıma mesafesi, ulaşım, hidrolojik ve jeolojik faktörler yönünden etüd yaptırarak çöp sahası tesbit eden belediyelerin sayısı ise 69’dur. Toplam 2033 belediyeden Katı Atık yönetmeliği hükümlerini belli ölçüde yerine getirenlerin oranı %1,67 iken, hiç getirmeyenlerin oranı % 98.33 tür (D.İ.E.1991).

Bir başka istatistik çalışmada ise, Türkiye genelinde çöp depolayan belediyelerin ancak %5’ çöp depolama kriterlerine uymaktadır. Yine bu belediyelerin sadece % 3’ü atık kompozisyonunu bilmektedir. Türkiye’deki belediyelerin yarısının Katı Atık Kontrol Yönetmeliği hakkında hiç bir bilgisi bulunmamaktadır (Yöntem 1997).

Bugün İstanbul, İzmit, Ankara, Gaziantep, İzmir ve Bursa gibi bir kaç büyük şehir belediyemiz hariç diğerlerinin kapsamlı bir katı atık yönetim etüdları

bulunmamaktadır. Depo sahalarının sızıntı suları yeraltı sularını kirletmekte olup, bu kirliliğin biyolojik oksijen ihtiyacı açısından atıksuların 200 katı daha fazla olduğu ifade edilmektedir. Bütün bu olumsuz tablolara rağmen son yıllarda belediyelerin maddi imkanlarının artması ve halkın çevre bilincinin gelişmesi, belediyeleri çöp sorununa çözüm arar hale getirmiştir. Bugün bir çok belediye; temizlik kampanyaları düzenlemekte, ambalaj atıklarının geri kazanımını başlatmakta ve atıkların sağlıklı bir şekilde bertarafı için arayışlar içine girmektedir. Ancak yerel yönetimlerimiz bu arayışlarının bilgi, teknik ve finansman yönünden desteklenmesi gerekmektedir. Belediyeler yeterli teknik elemana sahip olmadıkları için yanlış yönlendirilmektedirler. Atığının %50-60' kü l olan belediye kompost tesisi kurmak isterken, atığının %80'ni organik madde olan bir belediye yakma tesisi istemektedir. Nitekinm 1991 yılı itibariyle bertaraf tesisi kurmak isteyen 1485 belediyeden 854 tanesi düzenli depolama , 178 kompost, 419'u yakma tesisi istemektedir. Bu şartlarda ülkemiz, “anahtar teslimi çöp fabrikası” kurmak isteyen yabancı şirketler için cazip bir pazar konumuna gelmiştir (Özıdık 1997). Ülkemizdeki katı atık gideriminin genel tablosunu ortaya koyduktan sonra şimdi kısaca bir kaç belediyemizin katı atık yönetim sistemi içinde gerçekleştirdikleri projelere değinelim.

#### **4.1. Geri kazanım projeleri**

Halen Çevko Vakfı ve Yerel yönetimler işbirliğinde toplam 40.000 konut ve 150.000 kişiyi kapsayan 6 proje uygulanmaktadır. Bu projelerin hepsinde geri kazanılabilir atıklar torba ile karışık ve çöpten ayrı olarak biriktirilmektedir. İzmit Entegre Çevre Projesi, K.Çekmece Halkalı toplu konutları projesi ve mevcut projelerin genişletilmesi ile birlikte geri kazanım projelerinin uygulanmakta olduğu nüfus 1996 'da 200.000 kişi olacaktır. 1996 yılında da pek çok belediye çeşitli yöntemlerle geri kazanım olayını gerçekleştirmeye çalışmaktadır (Çevko 1996). Örneğin Ankara Sincan Belediyesi 55 bin konutun bulunduğu sincanın tamamında geri kazanılabilir maddeleri ikili poşetle toplamaktadır. Yani mavi renkli poşetle şişe, cam, plastikler yeşil renkli poşetlerle de mukavva, kağıt ve gazeteler haftada

bir gün düzenli olarak toplanmaktadır (Sincan Belediyesi 1997). Yine İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 1997 yılında pilot bölge olarak seçtiği Sariyer'den başlayarak çöpleri kaynağında ayrı olarak toplama sistemine geçecek ve bu çöp toplama sistemi İstanbul'un geneline yayılacaktır (İstanbul Bülteni 1994).

Yerel yönetimlerin bu geri kazanım sistemlerinin yanında ülkemizde "sokak toplayıcıları" olarak tanımlanan düşük gelir seviyesindeki insanların çöp biriktirme kaplarından ve çöp sahalarından önemli miktarda geri kazanılabilir atık ülke ekonomisine kazandırılmaktadır. Yapılan tahminlere göre ülkemizde çöpe giden yeniden değerlendirilebilir atıkların %40-45'i geri kazanılmaktadır. Bilindiği gibi geri kazanılan atıkların kullanım piyasasına verilebilmeleri için türlerine göre ayrılması gerekmektedir. Bu amaçla ülkemizde hali hazırda işleyen iki tane ambalaj ayırma tesisi mevcuttur. Bunlardan biri, Ankara Çankaya Belediyesi'ne diğeri de İstanbul Bakırköy Belediyesi'ne aittir. Resim 4.2'de Bakırköy Ambalaj Ayırma Tesisi görülmektedir (Çevko 1996).



Resim 4.2. Bakırköy Ambalaj Ayırma Tesisi

İzmit'te de Çevre Entegre Projesinin bir halkası olarak ayırma tesisi kurulma aşamasındadır.



**Aktarma istasyonları:** Toplama ve taşıma maliyetlerinin azaltılması için büyük şehirlerde aktarma istasyonlarının kurulması gerekmektedir. Ülkemizde şu an İstanbul ve Bursa'da aktarma istasyonları mevcuttur. İstanbul'un Halkalı, Yenibosna, Tuzla, Şişli, Ümraniye, ve Kadıköy çöp transfer istasyonları hizmete girmiştir. Aktarma istasyonlarında kullanılmak üzere 76 adet çöp tırı İsveç'ten toplam 1.2 trilyon TL'ye alınmıştır (İstanbul Bülteni 1997).



Resim 4.3 İstanbul Yenibosna aktarma istasyonu

#### 4.2. Düzenli depolama sahaları

Ülkemizde katı atıkların bertarafında düzenli depolama yöntemi son yıllarda kabul görmektedir. Bugün, İstanbul ve İzmir Büyük şehir belediyelerine ait düzenli katı atık depo sahalarında çöp depolanmaktadır (Resim 4.4).



İzmir Büyükşehir Belediyesine ait Harmandalı'deki düzenli çöp sahası, geçerken olmayan iki vadiden oluşmaktadır. Depo alanındaki çöplerin üzeri günlük olarak kapatılmakta ve oluşan metan gazı, borularla boşaltılmaktadır. 1992 birim fiyatları ile yaklaşık 13.5 Milyara mal olan bu tesis 900.000 m<sup>2</sup>'lik bir alan üzerine kurulmuştur. İstanbul'un Rumeli Yakası'nda 6 ha. Kömürcüoda ve Anadolu Yakası'nda yine 6 ha. Odayeri düzenli çöp sahası işletmededir. Vahşi çöp depolama alanları olarak kullanılan Aydınlıkköy, Ümraniye, Yakacık, Kemberburgaz ve Halkalı'daki eski çöp sahalarının rehabilitasyonu amacıyla çalışmalar başlatılmış ve Ümraniye Çöp Sahasının rehabilitasyonu tamamlanmış bulunmaktadır (İstanbul Bülteni 1997). Mersin'de ise, Çevre Bakanlığının onayı ile bir ABD şirketi tarafından inşa edilen düzenli depolama tesisi faaliyete geçmiştir. Depo sahasının geçirimsizliğinin temini için 14320 m<sup>2</sup> jeomembran kullanılmıştır. Bursa Büyükşehir Belediyesi de, düzenli depolama ve eski çöp döküm sahalarının rehabilitasyonu konularında önemli aşamalar kaydetmiştir. Yaklaşık 35 senedir şehir çöplerinin düzensiz olarak depolandığı Demirtaş Çöp Döküm Alanı 1996 yılında çöp kabulüne kapatılarak, 2 Milyon Dolara mal olan rehabilitasyon projesi çevre kirliliği en aza indirilmiştir. Hamitler Düzenli Depolama Alanı İnşaata ise 1993 yılı ağustos ayında başlamış olup saha 4 yan ve 1 ana vadiden oluşmaktadır. 60,76 ha kullanım alanına sahip olan saha 8 milyon m<sup>3</sup> ve 23 yıl çöp depolayabilme kapasitesine sahiptir ve hali hazırda % 50'si tamamlanmış durumdadır. Sahanın geçirimsizliğinin temini için 0.6-1.2 m arası kil tabakası ile 2.5 mm kalınlığında

HDPE kullanılmıştır. Geçirimsiz tabaka üzerindeki süzöntü suyunu toplamak için 0.3 m kalınlığında drenaj tabakası ve HDPE malzemeden dren sistemi imal edilmiştir. Saha 07.08.1995 tarihinde çöp kabulüne açılmıştır. 1996 yılında itibaren şehrin 1000 ton/gün olan çöpü sahaya kabul edilmektedir. Bursa, Gaziantep, İzmit, Ankara, Erzincan illerimizde de depo sahaları işletmeye açılmak üzeredir.

Ayrıca İzmir Büyükşehir Belediyesi sahip olduğu soğutma sistemli araçlarla hastahane atıklarını, ayrı bir sistemle ( kalın naylon torbalarda ağzı bağlı olarak ) toplayarak Harmandalı alanındaki özel bölmede, derin kazılmış çukurlara gömerek üzerlerini 30 cm kalınlığında kireç ve gerekli antiseptik malzemelerle örtmektedir. Evsel arıtma tesislerinden kaynaklanan arıtma çamurları ise katı atıklarla karıştırılıp birlikte depolanmaktadır. Ankara'da düzenli depolama sahası inşası devam etmekte olup, şu an başkentin çöpleri Yenikent ve Mamak çöplüklerinde düzensiz olarak bertaraf edilmektedir. İstanbul ve İzmir'deki düzenli depolama tesisleri, ülkenin mühendislik birikiminin kullanılması ve düşük maliyette gerçekleştirilmesi bakımından önem arz etmektedirler (Ç.M.O. 1993).

#### 4.3. Yakma tesisleri

Ülkemizde tek bir evsel katı atık yakma tesisi yoktur. Yüksek teknoloji ve yüksek yatırım maliyeti gerektiren bu tesislerin, düzenli depolama sahalarına sahip olmayan ülkemiz için uygulanabilir olmayacağı açıktır. Zaten ülkemizde üretilen çöplerin büyük bir kısmı; yüksek nem ve kül oranına sahip oldukları için yanmaya müsait değillerdir. Ancak ülkemizdeki bir kısım sanayi atıkları ile hastahane atıklarının yakma metodu ile bertarafı uygun olabilir.

Bu amaçla ülkemizde iki tane yakma tesisi mevcuttur. Birincisi, İstanbul Rumeli Yakası çöp sahası yanında hastahane atıklarının imhası için inşa edilen yakma tesisidir. Hastahane atıklarının yakılması suretiyle elde edilen ısıdan elektrik enerjisi üretilmektedir. Bu atıkların hastahanelerden toplanması için 7 adet özel donanımlı taşıma aracı tahsis edilmiştir. Bugün 105 hastahanedен günde 12-14 ton çöp alınmaktadır. İstanbul'daki tüm hastahanelerin tıbbi atık kapasiteleri ise 25 ton / gün'dür. Talep eden her hastahanelerin tıbbi atıkları ayrı ayrı toplanmasına rağmen, İstanbul'daki tüm hastahanelerin atıkları hastahane içinde gerekli organizasyon sağlanamadığı için ne yazık ki toplanamıyor. Bu tesis tam kapasiteli olarak çalıştırıldığında 450 KWA enerji üretilbilecektir (Resim 4.5).



Resim 4.5. İstanbul Rumeli Yakası hastahane atıkları yakma tesisi

Yakma tesislerinin ikincisi ise İzmit Çevre Entegre Projesi dahilindeki Klinik ve Tehlikeli Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisi'dir. Bursa, Adapazarı, İzmit ve Yalova illerindeki sanayi tesislerinin ürettiği tehlikeli atıkların ve hastahanelerden gelen klinik atıkların yakılacağı tesisin kapasitesi 35 bin ton / yıl'dır.

#### 4.4 Kompostlama tesisleri:

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, düzenli depolama alanlarına gelen katı atık hacmini azaltmak ve katı atıkların değerlendirilebilir kısımlarından faydalanmak amacıyla 1000 ton / gün kapasiteli "İstanbul Katı Atık İşleme (Kompostlaştırma ve Geri Kazanma ) Tesisi'nin müşavirlik, mühendislik ve kontrollük hizmetleri işi için 1996 yılı başlarında ihale yapılmıştır. Bu kompostlaştırma tesisi 1998 yılı sonunda tümüyle faaliyete geçecektir. Ülkemizde yalnızca İzmir, Ankara ve Mersin Büyük şehir Belediyelerine ait büyük ölçekte kompostlama tesisi olmasına rağmen hiç birisi verimli çalışmamaktadır. İzmir'de 1969 yılında inşa edilen Uzundere kompost fabrikası'nda, büyükşehir belediyesi alanında üretilen 2.000 ton çöpün 500 tonu bu tesise kompost üretimi için gitmektedir. Mersin'deki kompostlama tesisi ise 20 ton / saat kapasitesinde çalışmaktadır ve yeni bir proje ile kapasitesi saatte 40 tona çıkarılacaktır.

## BÖLÜM 5. KOCAELİ İLİ KATI ATIK SORUNLARI

Türkiye'nin en önemli endüstriyel bölgelerinden biri olan Kocaeli ilinde hızlı nüfus artışı ve yoğun sanayileşme nedeni ile ciddi bir evsel ve endüstriyel nitelikli katı atık sorunları yaşanmaktadır. Kocaeli bölgesinin nüfusu zamanımızda yaklaşık 1 milyondur. En yüksek nüfus yoğunluğu İzmit şehrinde olup, kalan nüfus İzmit Körfezi civarından kuzey ve güneye dağılmıştır. Şu an merkez İzmit'in nüfusu yaklaşık 380.000'dir. Kocaeli nüfusunun önümüzdeki 10 yıl içerisinde 1.5 milyona çıkması beklenmektedir. İlimizde halen endüstriyel, hastahane ve evsel katı atıklar açık arazilerde geliş güzel depolanmaktadır. Yalnız İzmit Büyükşehir sınırları içerisinde yılda yaklaşık 125.000 ton evsel, 18.00 ton sanayi ve 3.500 ton hastahane atığı ortaya çıkmaktadır. Kocaeli bazında yapılan çalışmalarda ise endüstrilerden ve hastahanelerden yılda 189.200 ton atık oluşmaktadır (İzmit B.B. 1997).

Ülkemizde yaşanan katı atık sorunlarının benzeri Kocaeli ilinde de yaşanmaktadır. Yalnız, Kocaeli ili sanayi şehri olması sebebiyle endüstriyel ve tıbbi katı atıkların yönetiminde de önemli çevre sorunları yaşamaktadır. Bugün, sanayi tesislerinin hemen hemen hepsi atıksu arıtma tesisleri ile atıksularını artırırken, katı atıklarını ya fabrika sahasında biriktirmekte veya açık arazilerde sağlıksız bir şekilde bertaraf etmektedirler. Öncelikle sanayi atıklarının sağlıklı ve ekonomik bir şekilde bertarafı için; atıkları en aza indirecek temiz teknolojilerin seçilmesi, atıklardaki toksik maddelerin konsantrasyonunu azaltıcı proseslerin tercih edilmesi ve yeniden değerlendirilmesi konusunda sanayicilerin yönlendirilip bilinçlendirilmeleri gerekmektedir. Sanayicilerin çoğu, atıklarının yeniden değerlendirilme ve bertarafı konularında sağlıklı bilgilere sahip değildirler. İlimizde sanayicilerin yaşadığı katı atık sorununun benzerini de yerel yönetimlerimiz yaşamaktadır. Bugün hiç bir belediye evsel nitelikli katı atıklarını sağlıklı bir şekilde bertaraf edememektedir. Büyükşehir belediyesi'ne bağlı belediyeler katı atıklarını Solaklar Köyü mevkiindeki mevcut düzensiz çöp sahasına dökerken aynı şekilde diğer Gebze, Körfez, Gölçük,

Karamürsel ve Derince gibi Belediyeler de kendi tesbit ettikleri çöp sahalarına dökmetedirler.

Kocaeli ilindeki mevcut yerleşim yerlerinde katı atık sorunları temelde aynı nedene dayanmaktadır. Yani; katı atıklar sağlıklı bir şekilde cadde ve sokak üzerindeki çöp biriktirme kaplarında biriktirilmekte, yeniden değerlendirilebilir atıklar kaynağında ayrı toplanmamakta ve toplanan katı atıklar düzensiz depolama araziye terk edilmektedir (Resim 5.1)



Resim 5.1. Kocaeli-Derince Belediyesi sınırları içerisinde çöp toplama örneği

Kocaeli ilindeki belediyelerin genelde katı atık yönetim modeli bu şekilde yürümektedir. Bu nedenle, Kocaeli ili Körfez İlçesi'nin katı atık sorunlarını kapsamlı bir şekilde ortaya koyarken diğer belediyelerimizin de sorunlarını açıklamış olacağız. Yanlış katı atıkların biriktirilmesi ve kaynağında ayrı toplanması konusunda bazı belediyelerin yaşadıkları problemler diğerlerinden farklıdır. Yani yanlış şehirleşmenin sonucu oluşan dar cadde ve sokaklar ve yoğun nüfus popülasyonu katı atık yönetim zincirini daha baştan olumsuz yönde etkilemektedir. Zira ulaşımın güçlükle sağlandığı bu cadde ve sokaklarda atık biriktirme kaplarının yerleştirilmesi başlı başına sorun olmaktadır (Resim 5.2). Bu sorun kendisini İzmit merkezde, Derince, Gebze, Gölcük'te hissettirmektedir. Ve bu gibi yerlerde geri

kazanım modelleri de uygulamak zor olacaktır. Bu nedenle ilimizde bundan sonra kurulacak olan yerleşim bölgelerinde artık atık biriktirme ve geri kazanım olaylarının gerçekleştirileceği alanlar da göz önüne alınmalı ve binaların mahsen veya bahçelerinde geri kazanım sistemine uygun atık biriktirme yerleri bırakılmalıdır.



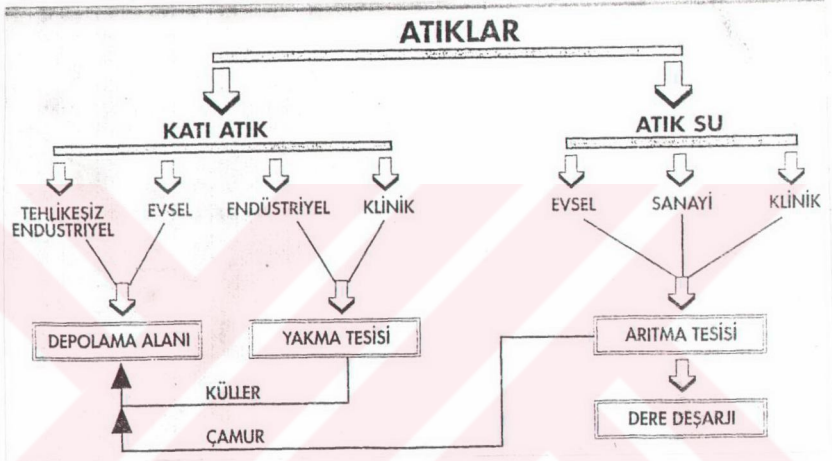
Resim 5.2. İzmit Merkez'de dar sokaklar dolayısıyla ortaya çıkan çöp toplama sorunu

Bu bölümde, aynı sorunları yaşayan belediye ve sanayi tesislerinin katı atık sorunlarının bölgesel bazda nasıl çözümlenebileceği tartışılacaktır.

Bugün ilimizde, ilçe ve belde belediyeleri yetersiz kaynak ve teknoloji sebebiyle katı atıkların bertarafında ilerleme kaydememişlerdir. Bu sebeple; sınırlı kaynakları optimum şekilde kullanmak ve bir araya getirmek suretiyle daha büyük işletme organizasyonları gerçekleştirmek ve daha büyük tesislerin ortaklaşa kullanımını sağlamak gerekmektedir. Belediyeler atık yönetiminde işbirliğine giderek, toplama ve transfer konularında ortak hareket edebilirler ve atık bertaraf tesislerini ortaklaşa planlayıp kurabilirler. Yanlız burada, atık bertaraf tesislerinin yeri, bölgesel atık yönetimine katılan kurum ve kuruluşların bu tesise olan uzaklıkları, atık yönetimine ne şekilde katılacakları ve katılımcıların mali durumları çok iyi analiz edilmelidir.

Bu nedenle, 1990 yıllarının başında İzmit Büyükşehir, Merkezi Hükümetle işbirliğine giderek, Kocaeli ilive İzmit Büyükşehir bünyesinde atık kirliliği ile

mücadele etmek ve sorunu bölgesel bazda çözmek amacıyla Çevre Entegre Projesi'ni geliştirmeye karar verdi. Bakanlar Kurulunca kabul edilerek 21.01.1993 tarih ve 21480 sayılı resmi gazetede yayınlanan proje, aşağıdaki şekilde açıklanabilmektedir.



Şekil 5.1. İzmit Büyükşehir Belediyesi Çevre Entegre Proje Şeması

Sözleşme bedeli 307.050.000 DM olup yapım süresi 36 aydır. 4 nisan 1995 tarihinde yapılan ek sözleşme ile sözleşme bedeli 464.179.190 DM'a (38,5 trilyon) çıkarılmıştır. 500.000 m<sup>2</sup>'lik bir alan ve 3.500.000 m<sup>3</sup> çöp depolama kapasitesine haiz olan ve biri endüstriyel diğeri evsel katı atıkları depolamada kullanılacak toplam 7 lottan oluşan Düzenli Depolama Tesisleri için 109.927.000 DM (9,12 trilyon) harcama öngörülmüştür.

Bu proje kapsamındaki Klinik ve Tehlikeli Atık Yakma Ve Enerji Üretim Tesisi ile Evsel ve Endüstriyel Katı Atıkları Depolama Tesisleri'nin inşaatı bitmiş olup faaliyete geçmek üzeredirler. Evsel ve endüstriyel katı atıkların bertarafında önemli yararlar sağlayabilecek bu tesisler hakkında kısaca bilgi vermek yararlı olacaktır.

### 5.1. Evsel ve Endüstriyel Katı Atık Depolama Tesisleri



Tesis için gerekli olan 800.000 m<sup>2</sup>'lik alan, 49 yıllığına Orman Bakanlığı tarafından İzmit Büyükşehir Belediyesi'ne kiraya verilmiştir. Alan, Solaklar- Durhasan Grup Köyü yolu üzerinde, tabii bir tebede bulunmaktadır. Depolama alanı bir yol ağı ile birbirine bağlanmış 7 ayrı lottan oluşan bir çöplük sistemidir (Resim 5.3).



Resim 5.3. İzmit Büyükşehir Belediyesi katı atık sahasından bir görüntü

Bu sistemde 3.125.000 m<sup>3</sup> evsel katı atık, 788.000 m<sup>3</sup> endüstriyel katı atık depolanacaktır. Depolama esnasında, çöpler projeye uygun bir şekilde depolanacak, çöplerin üstü her gün ayrı örtülerle örtülüp koku ve çöplerin çevreye yayılması önlenecektir. Çöplerden oluşan sızıntı suyu ve metan gazları düzenli olarak toplanıp bertaraf edilecektir. Depo tesisinin zemini 60 cm kalınlığında kille kaplı olup geçirimsizliği minimuma indirmek için HDPE ile killi zemin üzeri tekrar kaplanmıştır. Daha sonra drenajın sağlanması için geçirimsiz tabakanın üzeri mıcır ile kaplanmıştır (Resim 5.4)

Sahada çöp döküm sonrası oluşacak süzüntü suları lotlarda bulunan HDPE borular vasıtasıyla toplanarak lot çıkışındaki ana menholde toplanacak ve deponi sahası ana kolektörleri vasıtasıyla arıtma tesisine ulaştırılacaktır. Bu arıtma tesisinde çöp sızıntı suları kimyasal ön arıtmaya tabi tutulacaktır. Ön arıtma yapılan atıksular bir

kollektör hattı ile İzmit Entegre Projesi kapsamında bulunan Eysel ve Endüstriyel Atıksu Arıtma tesislerine iletilecek ve biyolojik arıtma bu tesislerde gerçekleştirilecektir.



Resim 5.4. Depo sahasının drenajı sahlamak için çakıl serilmiş hali

İzmit Bölgesinde üretilen evsel katı atıkların depo sahasına taşınmasını daha ekonomik kılmak için bölgenin kuzey ve güneyine hizmet etmek üzere iki ayrı transfer istasyonu öngörülmüştür. Zira yeni depolama sahası bu yerleşim alanlarından 25-50 km uzaklıktadır. Dolayısıyla taşıma maliyetleri özellikle küçük araçlar için artacak, taşıma süreleri yükselecek ve daha fazla araca ihtiyaç duyulacaktır. Planlamaya göre; İzmit'in kuzey bölgesine hizmet edecek transfer istasyonunun Yarımcı'ya, güney bölgesine hizmet edecek transfer istasyonunun da Gölcük'te inşa edilmesi düşünülmektedir.

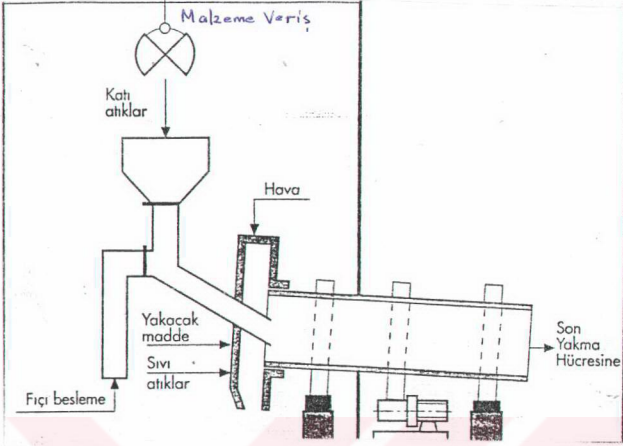
## 5.2. Klinik ve Tehlikeli Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisleri

Tesisin çalışma prensibi yanabilen çeşitli katı atıkların fırında yakılmasıdır. Atıklar, katı macun şeklinde ya da sıvı olarak taşıma belgeli kamyon ya da tankerlerle tesise getirilecektir. Tesise getirilen kamyonların kayıtları tutulacak, tartılacak, analiz edilecek ve sonradan tanklarla fıçı deposunda ana depolamaya alınacaktır. Özel tehlikeli atıklar ve klinik atıklar depolama yapılmadan yakılacaklardır (Resim 5.5).



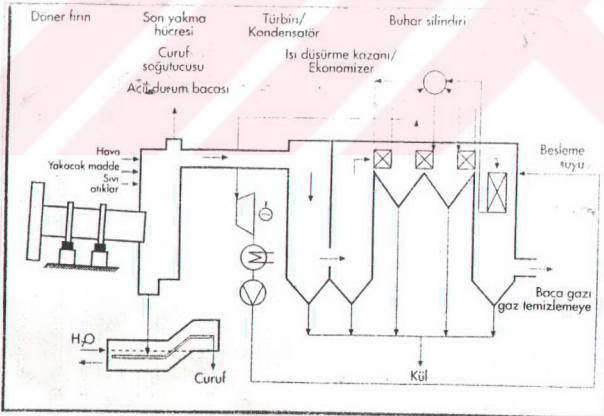
Resim 5.5. İzmit Büyükşehir Belediyesi Klinik Atıkları Yakma Tesisi

Döner fırının beslenmesi, katı atıklar için bunker binasındaki gezer köprü kreynle yada fıçı konveyörleri ile, sıvı atıklar için pompa ya da fıçı konveyörleri ile olacaktır. Döner fırının dönme hızı, katı atıkların fırında kalma süresine bağlı olarak ayarlanacaktır. Isının 900 C 'nin üstünde tutulmasıyla oluşan curufların yüksek sıcaklıkta yanması sağlanır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Döner fırın beslenmesi

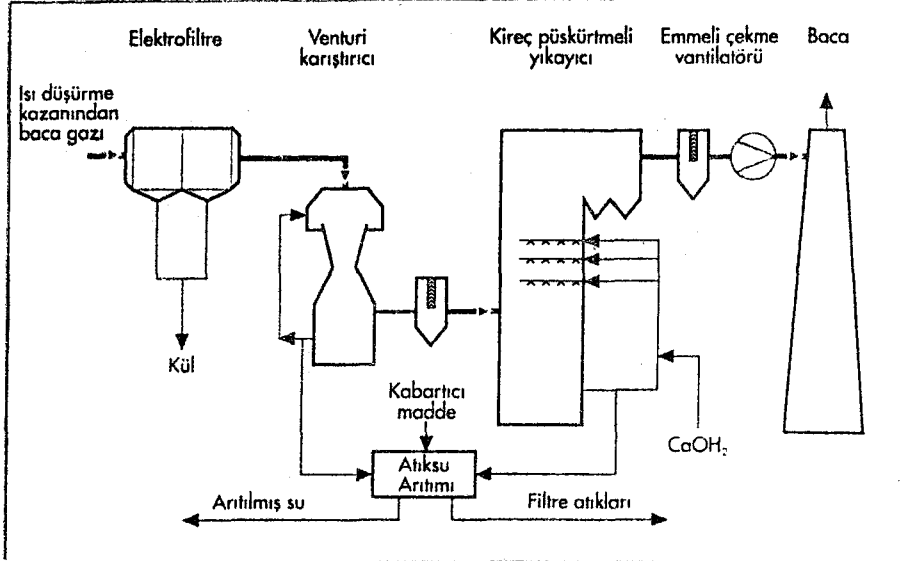
Atık miktarı ve bu miktarların karışma oranları ölçülen baca gazı değerlerine göre bilgisayarlarla belirlenecektir. Tesisin bundan sonraki kısmı son yakma hücresidir. Bunun arkasında çok kademeli ısı değiştirici (boyler) mevcuttur (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Yakma, buhar ve elektrik üretimi

Döner fırından çıkan gazlar son yakma hücresinde 900 ile 1250 C arasında bir süre daha tutularak gazda tutulan organik parçacıkların daha ileri seviyede yanmaları sağlanır. Baca gazı buradan ısı değiştiriciye (boyler) girer ve burada üretilen buhar türbin jeneratörde

elektrik enerjisine dönüştürülerek yaklaşık 5,2 MW enerji üretilir. Isı değiştirciden çıkan baca gazları, gaz temizleme kısmına geçerek zararlı maddelerden arındırılır (Şekil 5.4).



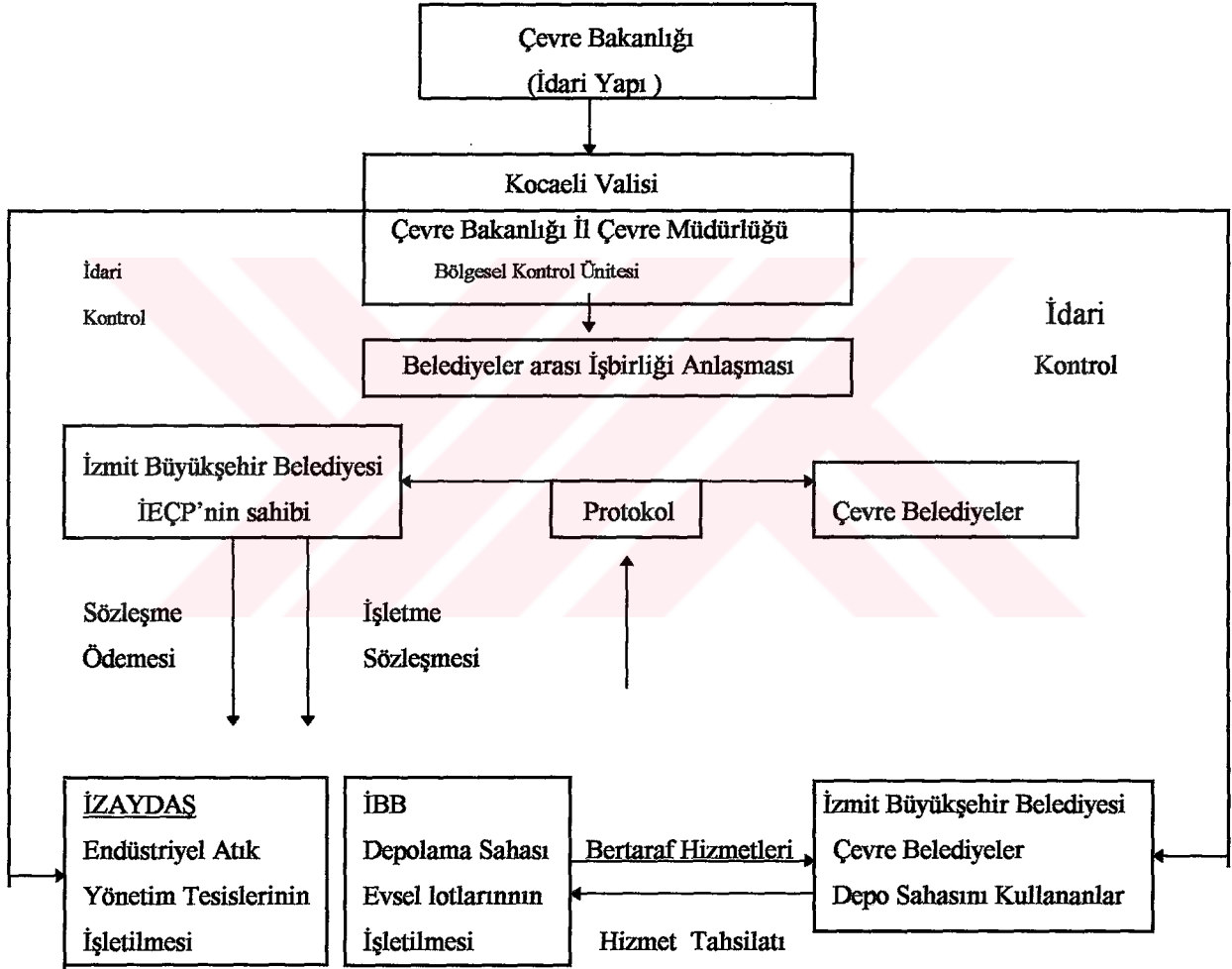
Şekil 5.4. Gaz temizleme sistemi

Baca gazları önce elektro filtreden geçerek tozlardan arınır. Sonra veturi yıkayıcısında HCL, HF ve diğer ağır metallerden mümkün olduğunca arındırılır. Ayrıca gaz içerisindeki SO<sub>2</sub> ön ayırımı yapılır. Baca gazları daha sonra kireç püskürtmeli yıkayıcı da gaz içerisinde kalabilen ağır metallar ve SO<sub>2</sub>'nin kalan bölümü ayrılır. Yıkayıcılardan çıkan atısu arıtma tesisinde arıtılarak sisteme geri verilir. Oluşan filtre atıkları düzenli depolama sahasına gönderilir. Temizlenen baca gazı bir fan aracılığıyla bacaya iletilir ve baca gazı emisyon değerleri ölçülerek atmosfere verilir. Ayrıca İzmit Entegre Çevre Projesi'nin etkinliğini artırmak için bir Ayırma Tesisi ve küçük ölçekli bir pilot Kompostlama Ünitesi'nden meydana gelen bir kombine malzeme geri kazanım ve dönüşüm tesisinin geliştirilmesi düşünölmüştür.

Faaliyete geçmek üzere olan bu tesislerin amaçlanan hedeflere ulaşabilmesi için, bir bölgesel yönetim modelinin oluşturulması ve stratejilerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla; İzmit Büyükşehir Belediyesi; Çevre Bakanlığı, Kocaeli Valiliği ve diğer ilgili taraflarla yakın işbirliğine girerek bir yönetim modeli oluşturmak amacındadır. Entegre Projenin müşavirliğini yapan Alman HİMTECH tarafından hazırlanan atık yönetim modellerini kısaca açıklayalım.

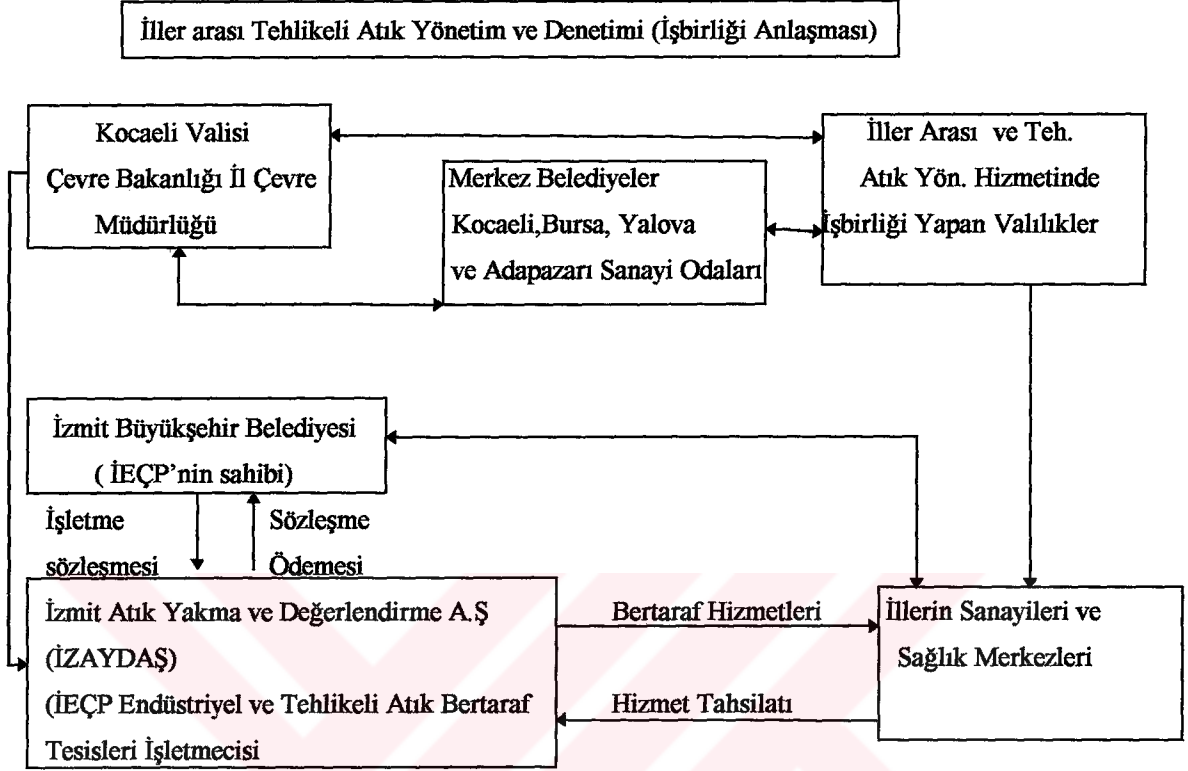
Evsel atık bertaraf hizmeti, Kocaeli, ili belediyeleri arasında işbirliği gerektirirken, endüstriyel atık yönetimi civar illere de genişletilme ihtiyacı gösterir. Bu nedenle her bir bileşen için ayrı bir model önerilmiştir. Bu modeller Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'de

gösterilmiştir. İller bazındaki tehlikeli atıkların taşınması gibi tehlikeli atık yönetim faaliyetleri, il sınırları dışına yayılacaktır. Bu sebeple, il yönetimlerinin işbirliği ve koordinasyonu tehlikeli atıkların gözetimi için gereklidir. İzmit Çevre Entegre Projesi'nin sağlıklı bir şekilde yürütülmesi için, atık denetimi konusunda Çevre Bakanlığı ve Çevre İl Müdürlükleri'nce, kanuni yetkilere sahip bir Bölgesel Tehlikeli Atık Yönetim ve İdaresinin kurulması önerilmiştir (Şekil.5.7) . Evsel katı atık bertaraf tesislerinin işletilmesini ise, İzmit Büyükşehir Belediyesi öncelikle kendisi yürütmeyi planlamaktadır.



Şekil 5.5. Evsel katı atık için belediyeler arası işbirliği modeli

Çevre Bakanlığı  
Fiyatlandırmayı da içeren İdari Yapı



Şekil 5.6. Tehlikeli atık yönetimi iller arası işbirliği modeli

Daha sonra ise; atık yönetim hizmetinin tümünü veya bir kısmını özel sektöre ihale etmek ve Belediye tarafından denetlenmesini sağlamak amacıyla. Entegre Proje içerisindeki Yakma ve Depolama tesisleri gerek kapasite ve gerekse teknoloji bakımından uzun süre bölgesel hizmet verebilecek durumdadır. Ancak şu an için gerek sanayicilerde ve gerekse yerel idareciler de tam bir kararsızlık hali vardır. Tabiki bu kararsızlığın bir kısmı ellerinde tesisin yapımı, getireceği faydalar ve nasıl işletileceği ile ilgili yeterli bilgilerin olmamasından kaynaklanmaktadır. Kararsızlığın diğer bir kısmı ise yabancı teknoloji ile gerçekleştirilen bu tesislerin yatırım maliyetinin çok fazla olması ve dolayısıyla atık üreticilerinden gereğinden fazla atık bertaraf ücreti talep edileceğidir. Ayrıca, bölgesel bazda hizmet vermesi düşünülen bu atık bertaraf tesisleri inşa edilmeden önce, bölgedeki sanayicilerin ve yerel idarecilerin görüşlerinin yeteri kadar dikkate alınmaması bölgesel yönetim modelini daha baştan olumsuz yönde etkilemektedir. Bu sebeple; atık bertaraf tesislerine katılacak

olan belediyelere ve sanayicilere gerekli ve tatmin edici bilgilerin bir an evvel verilmesi, kararsızlığın giderilmesi için şarttır. Bölgedeki ilçe belediyeleri, kendi düzenli depolama sahasını kurup atıklarını bertaraf ettiklerinde ekonomik yönden avantaj sağlayacaklarsa bu tesise katılmak istemeyeceklerdir. Bu sebeple depolama tesislerine atık kabul ücretlerinin, belediyelerin mali yapıları dikkate alınarak tesbit edilmesi gerekmektedir. 1997 yılında belediyeler için depo tesisine atık kabul ücreti olarak öngörülen ton başına 1.000.000 TL (7,1 S) makul görülmektedir (İzmit B.B. 1997). Zira İzmit Büyükşehir Belediyesi'nce 1992'de yaptırılan etüdde bu sahanın gerçek depolama maliyeti (yatırım+işletme) 14,8 S/ton olarak belirlenmiştir. Yine aynı yıl içerisinde, İstanbul ve Bursa Büyükşehir Belediyeleri'nce 1992 tarihinde yaptırılan etüdlerde depolama maliyetleri (yatırım+işletme) sırasıyla 8,5 ve 14 S/ton olarak belirlenmiştir (Ercan ve Şule 1992). Bu rakamlara göre İzmit Büyükşehir Belediyesi, depo tesislerine atık kabul ücretlerinin bir kısmını şu an için sübvansede etmekte ve belediyeleri bu tesise yönlendirmek istemektedir.

Burada üzerinde durulması gereken bir başka nokta ise; bölge belediyelerinin temizlik işlerinin araç ve personel durumlarıdır. Özellikle İzmit merkezine 10 km ve daha fazla uzakta olan belediyeler için, atıklarını tesise göndermeleri araçların yolda zaman kaybı ve taşıma maliyetlerinin artmasından dolayı büyük problemler doğuracaktır. Bu sebeple; depolama tesisine uzak olan belediyelerin, transfer istasyonları devreye girmeden atıklarını bu tesise göndermeleri mümkün olmayacaktır. Örneğin İzmit merkeze 20 km uzakta olan Körfez ilçesi katı atıklarını bu tesiste depoladığında yaklaşık olarak atık bertaraf gideri (ilçeden toplanan çöpün 35 km (taşıma+ depolama maliyeti) 9.5 S/ton olacaktır. Oysa, Körfez Belediyesi kendi düzenli depolama sahasını 10 km uzakta yaptığında atık bertaraf gideri yaklaşık aynı değer çıkmakta yani, 11 S/ton (10 km taşıma+depolama) olmakta, araçların katedecekleri yol 3,5 kat azalmakta ve personelin zaman kaybı aynı derecede düşmektedir. Oysa Projede belirtilen Yarımca Transfer İstasyonu devreye girdiğinde ise Körfez Belediyesi'nin bu dezavantajları ortadan kalkmış olacak ve düzenli depolama tesisi inşa etmesine gerek kalmayacaktır.



## BÖLÜM 6. KÖRFEZ İLÇESİ KATI ATIK SORUNLARI

Bilindiği gibi, ülkemizde yerleşim bölgelerinin katı atık sorunları birbirine benzemekte ve aynı nedene dayanmaktadır. Bu sebeple; Körfez İlçesi'nin katı atık sorunları, tezde kaynaktan bertaraf noktasına kadar aşama aşama incelenirken bu araştırmanın diğer yerleşim bölgelerinin de katı atık sorununa ışık tutacağına inanılmaktadır.

Körfez İlçesi; katı atık sorunlarını iki başlık altında incelemek mümkündür.

### **6.1. Katı atıkların biriktirilmesi ve kaynaktan geri kazanım sorunları**

Belediyelerin en büyük sorunlarından birisi de katı atıkların sağlıklı bir şekilde toplanamamasıdır. Ülkemizde, çöp biriktirme, toplama ve geri kazanım işlemlerinde pek fazla araştırma yapılmadığından ve üzerinde gereği gibi durulmadığından bu konuda büyük sıkıntılar yaşanmakta ve kentlerimiz yaşanmaz hale gelmektedir. Körfez İlçesi'nin katı atıkların biriktirilip toplanması ve geri kazanım işlemlerinde yaşadığı problemler Bölüm 7'de "Geliştirilmiş Çöp Toplama Projesi" inde etraflıca incelendiğinden burada üzerinde daha fazla durmaya gerek yoktur.

### **6.2. Katı Atıkların Bertarafı Sorunu**

İlçemiz katı atıkların bertarafında önemli sorunlar yaşamaktadır. İlçenin katı atıkları Yavuz Sultan Selim Mahallesi'nin kenarındaki düzensiz çöp sahasına yaklaşık 5 yıldan beri dökülmektedir. Sahaya dökülen çöplerin üzeri günlük olarak örtülmesine rağmen, çöp sahası tekniğine uygun olarak inşa edilmeyip işletilmediğinden özellikle yaz aylarında koku ve haşere problemlerinin yanında tüm mevsim boyu yeraltı su kirliliği oluşmaktadır. 28.04.1997 Tarihinde, İlçemiz

öp sahasının yaklaşık 200 m aşağısında bulunan kuyu suyunda yaptırılan kimyasal analiz sonuçları bu kirliliği belgelemektedir.

Tablo 6.1. öp sahasının yol açtığı yeraltı su kirliliği

Parametreler	Analiz sonuçları	Müsade edilen max. değer(mg/lt)
Kurşun (Pb)	7.49	0.05
Arsenik (As)	1.16	0.01
Kadmiyum (Cd)	5.07	0.01
Civa (Hg)	5.26	0.01
Krom (Cr)	50.28	0.05
Selenyum (Se)	0.57	0.01
Demir (Fe)	13.18	1
Çinko (Zn)	25.91	15
Bakır (Cu)	3.34	1.5
Askıda katı madde	51.2	-

Bu sebeple acil olarak, İlçenin düzenli bir katı atık depolama sahasına ihtiyacı vardır. Ayrıca bütün belediyelerimizin ortak sorunu olan; değerlendirilebilir atıklar kaynağında sağlıklı bir şekilde ayrıştırılmadığından geri kazanım işleminin büyük bir kısmı çöp sahasında sağlıksız bir şekilde yapılmaktadır. Bu sağlıksız manzaralar; bir an önce kaynağında ayrı toplama modellerine geçilmesinin ne derece gerekli olduğunu göstermektedir. Bu sorunu kavrayan Körfez Belediyesi, pilot bölge olarak seçtiği M.Sinan Mahallesi'nde ağustos 1996 tarihinden itibaren kaynağında ayrı toplama projesini devam ettirmektedir. Bu uygulama hakkında da Bölüm 7'de gerekli bilgiler verilecektir.

## BÖLÜM 7. KÖRFEZ BELEDİYESİ'NİN KATI ATIK KONUSUNDAKİ ÇALIŞMALARI

Körfez Belediyesi, katı atık yönetimini sağlıklı ve ekonomik bir yapıya kavuşturmak için çeşitli projeler üretmekte ve katı atık konusundaki gelişmeleri yakından takip etmektedir. Bugüne kadar katı atık konusunda üç tane proje hazırlanmış olup bunlardan ikisi pilot bölge olarak seçilen Mimar Sinan Mahallesi'nde uygulanmaya başlanmıştır. Şimdi sırasıyla hazırlana projeleri ve uygulanmakta olan projelerin geldiği son aşamamalar belirtilecektir.

### ***7.1. Körfez Belediyesi Katı Atık Yönetim Projesi***

Bu tez için hazırlanan ve şu an İlçede iki aşaması uygulana bu projenin amacı; katı atıkların yönetimini kontrol altına almak ve bilimsel bir çerçevede çözmektir. Geniş bir perspektifte incelenen katı atık yönetimi bu tezde gerekli veriler yaklaşık olarak elde edilerek proje halinde sunulmaktadır.

#### ***7.1.1 Giriş***

İlçemizde, katı atıkların toplanması, taşınması ve depolanması sağlıklı bir yapıya oturtulmadığı için önemli çevre sorunları yaşanmaktadır. ilkel çöp toplama sistemi yüzünden ilçemizde ,kedi-köpek sayısı her geçen gün artmakta, yaz aylarında koku ve haşere problemleri ortaya çıkmakta, kış aylarında sokak kenarlarına dökülen küller çirkin görüntüler oluşturmakta, pazar yerleri çöp tarlası haline dönüşmekte

ve bu yüzden cadde ve sokaklarımızda estetik ve halk sağlığı yönünden hoş olmayan görüntüler yaşanmaktadır.Yine çöp depolama sahamızı, tekniğine uygun olarak inşa etmediğimiz için yüzeysel ve yeraltı sularımız kirlenmekte ve çevre sağlığı problemleri ortaya çıkmaktadır.

Her geçen gün daha çok kirlenen şehirlerimizde modern ve çağdaş bir hayat sürdürebilmemiz için, katı atık(çöp) toplama ve bertaraf sistemini sağlıklı bir yapıya oturtturmamız gerekmektedir. Bu proje, çöpün kaynağından (evden) alınıp taşınması ve düzenli olarak depolanmasına kadar her safhadaki uygulama prensiplerini, modern şehircilik anlayışından almaktadır. Mali açıdan belediyelerimiz sıkıntı içerisinde oldukları için,projede ekonomik unsurlar fazlaca dikkate alınmıştır. Bu sebeple katı atık bertarafında öncelikle düzenli depolama ve kısmen de basit kompostlama tesisi önerilmiştir.

Uygulamayı düşündüğümüz Katı Atık Yönetim Projesi üç kısımdan oluşmaktadır.

1. *Çöplerin Kaynağında İki Kısma Ayrılarak Toplanması .*
2. *Geri Kazanılabilir Maddelerin Ayırma Tesisinde Türlerine Göre Ayrılarak Son Kullanım Pazarına Hazır Hale Getirilmesi.*
3. *Evsel ve Endüstriyel Katı Atıkların Düzenli Bertarafı*

### **7.1.2 Çöplerin kaynağında iki kısma ayrılarak toplanması**

Bu aşama; maliyeti en az fakat uygulama problemleri en fazla, kararlılık ve zaman isteyen bir iştir. Bu yöntemde çöpler, kaynağında ayrı toplanarak Geri Kazanılabilir maddeler tekrar ekonomiye kazandırılmakta ve böylece depolanacak çöplerin hacmi azaltılmaktadır. Bu sistem belediyeler için en ideal çöp toplama ve geri kazanma sistami olarak kabul edilmektedir.Bunun için hane sahipleri cam, kağıt, plastik ve metal gibi geri kazanılabilir atıkları bir kapta, yiyecek atıkları gibi sulu atıkları başka bir kapta biriktirecektir. Kesinlikle dışardan görünmeyecek şekilde evlerin mahsenlerine veya uygun bir yerlerine konulacak iki ayrı kaplarda atıklar biriktirilmek suretiyle çevrede estetik yönden çirkin görüntüler oluşturan ve sağlık

problemleri doğuran çöp konteynerlerine gerek kalmayacaktır. Bu toplama sisteminin temel espirisi; çöplerin çöp toplama aracı gelene kadar sağlıklı bir şekilde biriktirilmesi görevi halka verilmektedir. Zaten Katı Atıklar Kontrol Yönetmeliği 8 ve 18. maddesi'nde katı atık üreticileri ile yerel yönetimlerin görev ve sorumlulukları açıkça belirtilmektedir.

**Madde 8 ve 18:** Çöpü üretenler, bu çöp biriktirme kaplarını çevrenin sağlığını bozmayacak şekilde kapalı olarak muhafaza etmek ve çöp toplama işlemi sırasında konut ve işyerlerinde hazır bulundurmak zorundadırlar.

Atıklardan sulu atıkların biriktirileceği kapların plastik türü geçirimsiz, ağzı kapalı olması ve o şekilde çöp toplama araçlarına getirilmesi gerekmektedir. Geri Kazanılabilir Maddelerin toplanacağı kapların ise plastik torba, plastik kap, kağıt kutu ve hatta çuval bile olmasında bir sakınca yoktur. Pazar yerlerinde ise belediye çeşitli noktalara iki ayrı renkte konteyner koyarak (sulu atıkların bulunduğu konteyner siyah, ambalaj atıklarının bulunduğu konteyner ise yeşil) atıklar iki kısma ayrılacaktır. Devlet dairelerinde ve diğer iş yerlerinde de atıklar sisteme göre iki kısma ayrılması sağlanacaktır.

Böylelikle iki kısma ayrılan atıklar belediyemizin iki ayrı toplama aracıyla ayrı ayrı vakitlerde toplanacaktır. Kentin bir haritası çıkarılmak suretiyle bir plan yaparak hangi sokaktan hangi tür atığın ne zaman toplanacağı tesbit edilecektir. Halka bunu bildirerek vatandaşın çöp verme zamanında atığını getirmesi sağlanacaktır. Yanlız Geri Kazanılabilir Maddelerin toplanacağı araçların geniş hacimli ve farklı olması gerekir. Bu sistem ilçemizde öncelikle pilot bölge olarak seçilecek kültür seviyesi yüksek ve site biçimi yerleşim bölgesinde denenerek bölge bölge tüm ilçeye uygulatılması düşünülmüştür. Pilot bölge seçilmesinden maksat, yeni sisteme karşı halkın ilgisini ölçmek, programın uygulanabilirliği hakkında bilgi sahibi olmak ve aksaklıkları tesbit etmek içindir. Özellikle belediyenin zamanlamayı çok iyi yapması ve vatandaşa bildirdiği vakitte çöpleri toplaması gerekmektedir. Projeye başlamadan evvel pilot bölge seçilen yerde kamuoyu yoklaması yaparak vatandaşın sisteme bakışını öğrenmek yerinde bir hareket olacaktır.

### 7.1.3 Ambalaj atıklarını ayırma tesisinde türlerine göre ayırma işlemi

Gerici kazanımla depo sahasına giden çöp miktarı azaltılmış olur ve malzeme tüketimini azaltarak doğal kaynakları korumuş oluruz. Gerici kazanılan metal ve plastikte yeni ambalaj üretimine göre %95 enerji tasarrufu sağlanması konun önemini ortaya koymaktadır. Ambalaj atıklarının üretim pazarına en sağlıklı şekilde hazırlanması için Ambalaj Ayırma Tesisi dizayn ederek yaklaşık 8 türe ayırmak gerekir. Bu tesis, belediyemize gelir getiren bir sistem olmakla birlikte atıkların sulu yiyecek çöplerine karışmadan sağlıklı bir şekilde ayrılması gerçekleştirilmiş olacaktır. Şimdi Çevre Bakanlığı D.İ.E ve Belediye verilerine dayanarak Ayırma Tesisinin dizaynını ve maliyetini yapalım.

#### 7.1.3.1 Ayırma tesisi projelendirme kriterlerinin oluşturulması

İlçemiz için 1995 yılı ambalaj malzemeleri tüketimi D.İ.E'nin İstanbul, İzmir, Bursa, Adana, Ankara gibi illerde yaptığı çalışmalar baz alınarak gösterilmiştir (Tablo 7.1).

Tablo 7.1. Körfez İlçesi ambalaj malzemesi tüketimi

Nüfus	PET	P.V.C	PE/PP/PS	CAM	TENEKE	AL.	L.KAĞIT	TOP.
120.000	0.63	0.45	0.72	7.2	0.2	0.36	0.3	9.86

Ambalaj tüketiminden malzeme türlerine göre ambalaj atıklarının çöpe gitme oranları ÇEVKO'nun fizibilite raporunda yer alan bilgilerden yararlanarak atık oluşumu ile birlikte verilmiştir (Tablo 7.2).

Tablo 7.2. Ambalaj atıklarının çöpe gitme oranları

	PET	PVC	PE/PP/PS	CAM	TENEKE	AL.	L.KAĞIT	TOP
Çöpe gitme oranı	0.9	0.9	0.9	0.48	0.9	0.9	1	.....
Atık oluşumu	0.567	0.405	0.648	3.456	0.18	0.324	0.3	5.88

D.İ.E tarafından 1985 -1992 yılları arasındaki kağıt tüketim değerlerinin ortalaması alınarak Türkiye için yılda kişi başına tüketilen kağıt miktarı hesaplanmıştır. Tüketilen kağıtın %90'ının çöpe atılacağı varsayılarak ilçemizde yılda kişi başına çöpe giden kağıt miktarı 11kg/kişi-yıl olarak alınabilir. Çöpe giden ambalaj atıklarının %50 sinin geri kazanılabileceği kabulü ile kişi başına tesise gelen yıllık ambalaj atığının miktarı türlerine gösterilmiştir (Tablo 7.3).

Tablo 7.3. Tesise gelen yıllık ambalaj atığı miktarı

	PET	PVC	PE/PP/PS	CAM	TENEKE	AL	L.KAĞIT	KAĞIT-KARTON	TOP
Tesise gelen									
malzeme	0.28	0.20	0.32	1.73	0.09	0.16	0.15	5.5	8.44

*\*Tablolardaki değerler kg/kişi-yıl birimindedir.*

Tablo 7.4. Malzemenin türlerine göre atığın günlük ağırlık ve hacimsel dağılımı

	Kg/gün	Kg/m3(yoğunluk)	m3/gün
PET	93	30	3.1
PVC	66.6	30	2.22
PE/PP/PS	106.5	40	2.66
CAM	568	300	1.89
TENEKE	29.6	80	0.37
AL	53.3	40	1.33
L.KAĞIT	49.3	40	1.23
KAĞIT-KARTON	1808	89	20.3
TOPLAM	2774	—	33.1

### 7.1.3.2 Ambalaj ayırma tesisi dizaynı

Ambalaj Ayırma Tesisi dizaynında yüksek teknoloji gerektirmeyen ve mekanik destekli elle ayırmanın yapıldığı sistemler seçilecektir. Bu tür ayırma, işçi ücretlerinin bu kadar düşük olduğu ve ayırma tesisleri konusunda ilk uygulamaların yapılacağı ülkemizde bu konudaki ilk tasarımlara mekanik destekli elle ayırmanın ağırlıkta olduğu yüksek teknoloji gerektirmeyen tesislerle başlamak uygun bir çözüm olacaktır. Kaynakta karışık olarak toplanan atıklar ayırma tesisinde plastik, cam, kağıt ve metaller olarak 4 türe ayırmak kolay bir yöntem olacaktır. Ancak, bu malzemelerin türlerine göre geri dönüşüm pazarındaki farklı satış değerleri alması ayırımında daha çok çeşitliliğe gitmeyi zorunlu kılmıştır. Buna göre planlanan tesiste geri kazanılabilir ambalaj atıklarını PET, PVC, PE/PP/PS, Kağıt-Karton, Cam, metal ve L.Karton olmak üzere 8 türe ayırmak daha uygun bir çözüm olacaktır. Atıkların ayırma konveyörüne taşınması için tesise kamyon üstünde gelen atıkların yükselme konveyörü yardımıyla 5.5 metre kotuna çıkarılması düşünülmüştür. 30 yatayla derecelik açı yapacak şekilde yükselecek olan yükselme konveyörünün boyu 11 m olacaktır. Demir ve AL dışındaki türlerin elle ayırımı en uygun çözümdür. Demir ve AL'nin magnet yardımı ile ayırımını yapmak zaman kazandıracaktır. Ancak, ilk yatırım maliyetini yükselteceğinden şu an için magnetik ayırıcıdan vazgeçilecektir. Kağıt ve karton hem miktarlarca hem de hacimsel olarak çok olduğu için atık akımından biran önce ayrılacaktır. Planlanan tesis kapasitesi küçük olmasına rağmen ayrılacak tür sayısı 8'dir. Tek taraflı ayırmanın yapılabileceği konveyör kullanarak 8 tür malzemeyi ayırmak gereksiz yere konveyör boyunu uzatacak ve ekonomik bir çözüm olmayacaktır. Bunun yerine çift taraflı ayırımın yapılabileceği uluslararası standartlarda 100 cm.genişliğinde bir ayırma konveyörü seçilmesi uygun görülmüştür. Ayırma bandında bir ayırıcının 2 malzemeyi ayırması öngörülmüştür. Her farklı malzeme bir bölmede biriktirilecektir. Malzeme atma delikleri bir baca yardımıyla ilgili atık biriktirme bölümüne bağlanacaktır. Ayırma bandının bulunduğu platform zeminden 3 metre yüksekte inşa edilecektir. Böylece platformun altında kalan bölmede ayrılan



malzemelerin atılması ve bir gün süresince depolanması için gerekli hacim kazanılmış olacaktır. Ayırma konveyöründe türlerine göre ayrılan malzeme, platformun önünden yatayla paralel olarak geçen bantın üzerine elle itilerek balyalama ünitesine varması sağlanacaktır. Balyalama ünitesindeki mobil prese 3 m yüksekliğinden gireceğinden, yine yatayla 30 derece açı yapacak şekilde 6 m uzunluğunda balya besleme konveyörü dizayn edilmiştir. Dizayn edilen ayırma tesisinin projesi EK-4’de gösterilmiştir.

### **7.1.3.3 Ayırma tesisi arazi kullanımı, bina ve ek hizmet birimleri**

**Arazi** : Tesise giriş-çıkış ve yükleme-boşaltma işlemlerinin hızla yapılabilmesi, yeterli atık depolama alanları ve kapalı alan içinde stok hacminin bulunup bulunmaması işletme verimini etkileyeceğinden arazi yeterli olmalıdır. Toplam 1520 m2 tesis alanının kullanım maksatlarına göre dağılımları aşağıda verilmiştir.

Yarı Açık Alan	: 400 m2
Kapalı Alan	: 120 m2
Yol	: 500 m2
<u>Çim Alan</u>	<u>: 500 m2</u>
TOPLAM	: 1500 m2

**Bina:** Tesiste kolon-kiriş sistemlerinin uygulanacağı duvar kaplamalarının tuğla ve çatı kaplamaları ondüle çatı malzemesi olarak inşa edilecek tek katlı bir yapı düşünülmüştür.

**Ek hizmetler birimleri:** Tesis alanının yol tarafından girişine bekçi kulübesi için 3 m. X 3 m olmak üzere 9 m<sup>2</sup>'lik alan ayrılmıştır. Tesis işletimini denetlemek ve gerekli kayıtları tutmak üzere asma kat olarak 4 m x 4 m boyutlarında bir ofis düşünülmüştür. Asma katın alt katı duş ve tuvalet olarak planlanmıştır. Tesisin yerleşim planı EK-3'de verilmiştir.

#### 7.1.3.4 Ekonomik değerlendirme

##### **Sabit yatırım giderleri**

**Arazi :** Gerekli olan 1520 m<sup>2</sup>'lik arazi bedeli: 1.000.000 TL/m<sup>2</sup> \* 1520 m<sup>2</sup> = 1.500.000.000 TL.

**İnşaat :** Tesis için 20 metre boyunda 30 cm.çaplı beton bütün maliyeti; 20 m x 1.438.376 TL/m = 28.760.000 TL.

500 m<sup>2</sup>'lik yolun kırma taş ile 300 dozda betonla yapılması maliyeti; 500\*0.2m x 4.310.867 TL/m<sup>2</sup>= 430.000.000 TL.

20 m\*20 m boyutlarında 6 m yüksekliğinde kapalı alan maliyeti; 6.870.000 TL/m<sup>2</sup> x 400 m<sup>2</sup> =2.750.000.000 -TL

20 m x 12 m boyutlarında 120 m<sup>2</sup>'lik yarı kapalı alan maliyeti; 5.000.000TL/m<sup>2</sup> x 120 m<sup>2</sup> = 600.000.000-TL hesaplanmıştır.

**Mekanik :** Geri kazanılabilir atıkların ayrılması için kurulacak tesisi dizayn ederken ilk önce yüksek maliyetten kaçınmak için atıkların akımını dengeleyecek tambur elek, metal ayırıcı magnetten vazgeçip, tesis kendini amortize ettikten sonra alınması düşünülmüştür. Buna göre tesiste atıkları 5.5 m kotuna çıkaracak bir 11 m boyunda yükselme konveyörü, 15 m boyunda ayırma konveyörü, 16 m boyunda ayrılmış atıkları mabil prese yükleyecek balya besleme konveyörü, yerden 3 metre

yüksekliğe çelik aksamdan inşa edilecek ayırma platformu, atık biriktirme bölmeleri, atıkları balyalamaya yarayan 1 adet mobil pres ve 10 adet konteyner düşünülmüştür. Bu ekipmanların toplam imalat fiyatı 5 Milyar TL., ekipmanların nakliye maliyeti ise 100 km baz alınarak 100 Milyon TL olarak hesaplanmıştır. Tüm mekanik ünitelerin montaj maliyeti (toplam maliyetin %5'ni alarak) 250 Milyon TL kabul edilmiştir. Ayırma tesisinin elektrifikasyonu için 500 Milyon TL öngörülmüştür. Tesisin idari işlerinin yürütülmesi için kurulacak büronun tefriş maliyeti 50 Milyon TL kabul edilmiştir. Sonuç olarak ;

***Sabit Yatırımın Toplam Maliyeti***

Arazi	: 1.5 00.000.000 TL
İnşaat	: 3.800.000.000 TL
Mekanik ekipman	: 5.850.000.000 TL
Tefriş	: 100.000.000 TL
Toplam	: 11.250.000.000 TL (11,25 Milyar TL)

***Yıllık işletme giderleri***

***Sabit giderler:*** Tesisin inşaat ,makina ve ekipmanın toplam yıllık amortisman gideri olarak 200.000.000 TL.

Genel Bakım ve Onarım Giderleri olarak 200.000.000 TL .1Memeur 8 İşçi ve 1 Bekçi olmak üzere işçi ve personel giderleri yılda 1,8 Milyar TL olarak (asgari ücretten ) hesaplanmıştır.

Telefon ve kırtasiye giderleri 100 Milyon TL.

***Değişken giderler :***Tesisin mekanik ekipmanı için yıllık yağ gideri ve tesisin su gideri 200 Milyon TL .

Tesisin enerji gideri ise motorlar ve aydınlatma dahil günlük 250 Kw-saat olarak hesaplanmıştır. Günde 5 saat çalışan tesis için elektrik gideri yaklaşık 800 Milyon TL yapmaktadır.

***Sonuç olarak tesisin yıllık toplam işletme giderleri***

Sabit Giderler : 2.300.000.000 TL.

Değişken Giderler : 1.000.000.000 TL. olmaktadır.

***Yıllık satış gelirleri***

Ambalaj malzemelerinin satın alma pazarındaki güncel fiyatları ve tesisin günlük geliri verilmektedir (Tablo 7.5).

Tablo 7.5. Ambalaj malzemelerinin birim fiyatları

	Satış fiyatı (TL/Kg)	Günlük gelir (TL/Gün)
PET	25.000	2.325.000
PVC	15.000	999.000
PE/PP/PS	25.000	2.662.500
CAM	5.000	2.840.000
KAĞIT-KARTON	6.000	10.848.000
DEMİR	10.000	296.000
AL	100.000	5.330.000
L.KAĞIT	0	0
<b>TOPLAM</b>		<b>25.300.500</b>

Günde yaklaşık 2775 Kg (33 m3) ayıklanan malzemenin satılacağı yere nakliyesi ilçemizin satınalma noktalarına çok yakın olması sebebiyle kamyon başına

7.500.000 TL alınarak yıllık nakliye gideri 1 Milyar TL olarak hesaplanmıştır. Tesisin yıllık malzeme satış geliri nakliye gideri düşüldükten sonra 7.750.000.000 TL olacaktır.

### ***Ekonomik Değerlendirme***

Toplam Yatırım : 11,25 Milyar TL

Yıllık Gelir : 7,75 Milyar TL

Yıllık İşletme Gideri : 3,15 Milyar TL

Yıllık Kar : 3,5 Milyar TL

Yıllık Geri Ödeme(%) : 31

(Kar/Toplam Yatırım)

Ortaya çıkan sonuç; Türkiye’de geri kazanım piyasasının düşük olması sebebiyle, belediyelerin Geri Kazanım Tesislerinden şu an için fazla kar beklememeleri gerektiğidir. Belediyeler şu an için bu faaliyetlerini, depolama sahasından yer kazanmak ve ekolojik döngüye katkıda bulunmak amacıyla yapmalıdırlar. Yanlış fazla işçi istihdamı yapan belediyeler, atıl duran elemanlarını bu tesislere kaydardıklarında bu tesisler ekonomik yönden rantabil olacaktır. Ancak, bir çok belediyenin iştirak edeceği, bölgesel bazda hizmet verecek ve en az 10 ton/gün kapasitesinde olacak ayırma tesisleri rantabil olabilir.

#### ***7.1.4 Atıkların düzenli depolanması***

##### ***7.1.4.1 Sanayi katı atıkların depolanması***

İlçemizdeki sanayilerin ve işletmelerin bir kısmı, bir çoğu Tehlikeli ve Toksik kimyasal atıklarını mevcut düzensiz çöp sahamıza dökmektedirler. Körfez İlçesi'ndeki PETKİM, TÜPRAŞ, KIRLANGIÇ gibi büyük sanayi tesislerinin toplam sanayi katı atıkları yaklaşık 20.000 ton/yıl (18.000 m<sup>3</sup> ) olarak tesbit edilmiştir. Şimdi sırasıyla bu atıkların düzenli olarak bertarafını maliyetiyle birlikte inceleyelim.

İlçemizdeki bir çok işyeri ve sanayi tesisinin katı atıkları tehlikeli ve toksik kimyasal madde içerdiğinden kesinlikle evsel katı atık depo sahasına depolanmaması gerekir. Buna göre ilçemizde su ve toprak ortamlarına gelişi güzel bırakılarak çevre kirliliği oluşturan, değerlendirilmesi ve yakılması teknik ve ekonomik bakımdan olmayan 20.000 ton/ yıl sanayi atığı düzenli olarak bertaraf edilecektir. Bu atıkların su kirliliği oluşturmayacak şekilde depolanmaları için evsel katı atık depo sahasının yanında bir sanayi atıkları depo sahası düşünülmüştür. Sanayi atıkları depolama sahasının ilk 5 yıllık inşasını maliyeti ile birlikte çıkaralım;

Depo hacmi (v): 93.750 m<sup>3</sup>

Depo derinliği (h): 5 m

Depo alanı (A): 18.750 m<sup>2</sup>

Sanayi atıklarının düzenli olarak depolanması, 27.08.1995 tarih ve 22387 sayılı Tehlikeli Atıkların Kontrol Yönetmeliği'ne göre aşağıdaki sıraya uygun olarak yapılmalıdır.

### ***Kimyasal atıkların depo sahası yer seçimi***

Doğru bir yer seçimi için şu hususlara dikkat etmek gerekir.

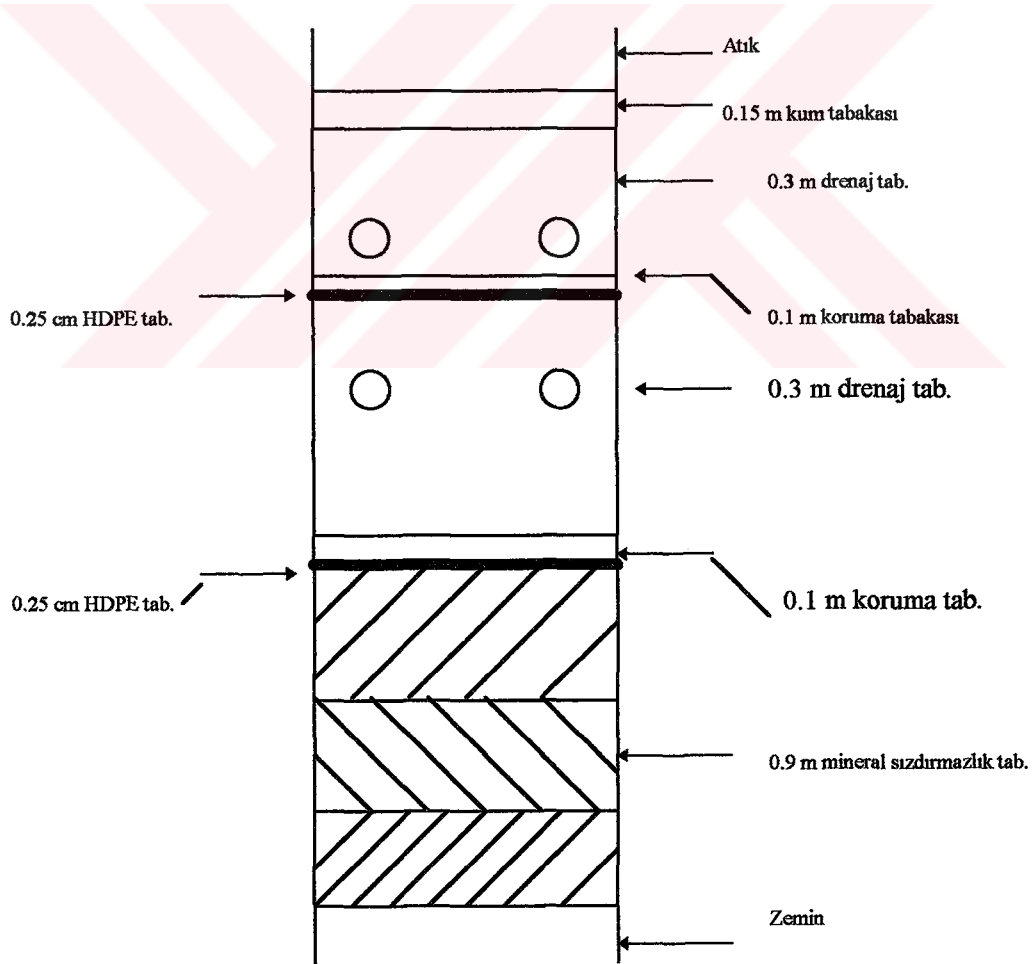
-Seçilecek yer yerleşim alanlarından en az 3.000 m uzakta olmalıdır.

-Depo alanlarında gerilim hattı bulunmamalıdır.

-Seçilecek yerin jeolojik, hidrolojik ve jeoteknik özelliklerinin, yeraltı su seviyesinin, toprak özelliklerinin, hakim rüzgar yönünün, deprem kuşaklarının dikkate alınması gerekir.

### ***Depo tabanının teşkili***

Depo tabanı, sızısıntı suyunun yeraltı suyuna karışmasını önleyecek şekilde mineral kil tabakası ve plastik geçirimsiz tabakası ile tecrit edilir.Kil tabakasının kalınlığı en az 0.9m ve geçirimsizlik katsayısı  $k=10^{-10}$  m/sn'den büyük olmalıdır. Bu tabakanın üstüne serilen plastik tabaka (HDPE)'nin kalınlığı en az 2,5 mm olmalıdır. Depo tabanına balık sırtı şeklinde form verilirken tabanın boyuna eğimi % 3'den, enine eğimi de % 1'den küçük olamaz (Şekil 7.1).



Şekil 7.1. Depo tabanı sızdırmazlık sistemi

Depo sahasında oluşan sızıntı suları, geçirimsiz tabaka üzerine döşenen drenaj boruları ile uzaklaştırılır. tabakasının kalınlığı 0.6 m dir.Toplanan sızıntı suyu 4.09.1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği’nde öngörülen deşarj limitlerini sağlayacak şekilde artırılır. Bu kriterlere göre İlçemizin 5 yıllık ihtiyacını karşılayacak bir sanayi atıkları depolama sahasının maliyeti ise;

- Depo sahası arazi bedeli:  $20.000 \text{ m}^2 \times 250.000 \text{ TL/m}^2 = 5.000.000.000 \text{ TL}$ .
- Sahanın açılması maliyeti:  $110.000 \text{ TL/m}^3 \times 93.750 \text{ m}^3 = 10.000.000.000 \text{ TL}$ .
- 30 cm derinliğinde toprağın gevşetilip sıkıştırılması maliyeti:  $85.020 \text{ TL/m}^3 \times 5.625 \text{ m}^3 = 480.000.000 \text{ TL}$ .
- Harfiyat toprağının sahanın etrafına yayılması maliyeti:  $14.076 \text{ TL/ton} \times 150.000 \text{ ton} = 2.100.000.000 \text{ TL}$ .
- 0.9 m x 18750 m<sup>2</sup>= 16.875 m<sup>3</sup> kilin satın alınıp depo sahasına taşınma maliyeti:  $(533.333+366.299 \text{ TL/m}^3) \times 16875 \text{ m}^3 = 15.000.000.000 \text{ TL}$ .
- Yan yüzeylerle beraber yaklaşık 40.000 m<sup>2</sup> HDPE’nin (2,5 mm kalınlığında çift tabakanın) satın alınma ve sahaya yerleştirilme maliyeti:  $(40.000 \text{ m}^2 \times 1.100.000 \text{ TL/m}^2) + 4,4 \text{ Milyar} = 48.000.000.000 \text{ TL}$ .
- 0.3 m kalınlığında (iki tabaka halinde) mıcırın satın alınıp sahaya taşınması maliyeti:  $1.440.000 \text{ TL/ton} \times 18.000 \text{ ton} = 2.600.000.000 \text{ TL}$ .
- 0.15 m kalınlığında kum tabakasının depo sahasına maliyeti:  $1.440.000 \text{ TL/ton} \times 4.950 \text{ ton} = 710.000.000 \text{ TL}$ .
- Toplam 2 m kalınlığında kil+kum+Koruma+drenaj tabakasının depo sahasına serilme maliyeti:  $564.375 \text{ TL/m}^3 \times 2 \times 18.750 \text{ m}^2 = 10.000.000.000 \text{ TL}$ .
- 350 m boyunda Q 100 mm çaplı P.V.C. drenaj borusu maliyeti:  $560.000 \text{ TL/m} \times 350 \text{ m} = 200.000.000 \text{ TL}$ .



Böylece 18.000 m<sup>3</sup> kapasitede hazırlanan sanayi atıkları depo sahasının toplam inşaa maliyeti yaklaşık: 94.000.000.000 TL olmuş olur (5 yıl için).

#### **7.1.4.2. Eysel katı atıkların depolanması:**

İlçemizin en büyük ihtiyaçlarından biri de düzenli çöp sahasıdır. Su kirliliği ve çevre sağlığı problemlerine yol açmadan düzenli bir çöp depolama sahasının yer seçimi ve inşasında aşağıdaki sıra takip edilecektir.

#### **Çöp depo sahasının yer seçimi**

Doğru bir yer seçimi için şu hususlara dikkat etmek gerekir :

- Seçilecek yer, yerleşim alanlarından en az 1 km uzakta olmalı, kötü koku ve tozun yerleşim yerlerini rahatsız etmemesi
- İçme ve kullanma suyu temin edilen yeraltı ve yüzeysel sularını koruma bölgelerinden seçilmemeli
- Taşıma mesafesi ekonomik açıdan uygun olmalı, tesise her türlü hava şartlarında ulaşılabilir
- Depo sahası en az 5 yıllık ihtiyaca cevap vermeli

Kil oranı yüksek araziler seçtiğimiz takdirde geçirimsizliği temin etmek için gerekli kil maliyetinden tasarruf etmiş oluruz. Ayrıca, çöp sahasında oluşacak sızıntı sularının rahatlıkla toplanabilmesi için seçilecek sahanın eğimi % 1 - % 3 arasında olmalı ve geçirimsizlik katsayısı 10 m/sn'den küçük olmalıdır.

#### **Adım adım düzenli ve ekonomik depolama**

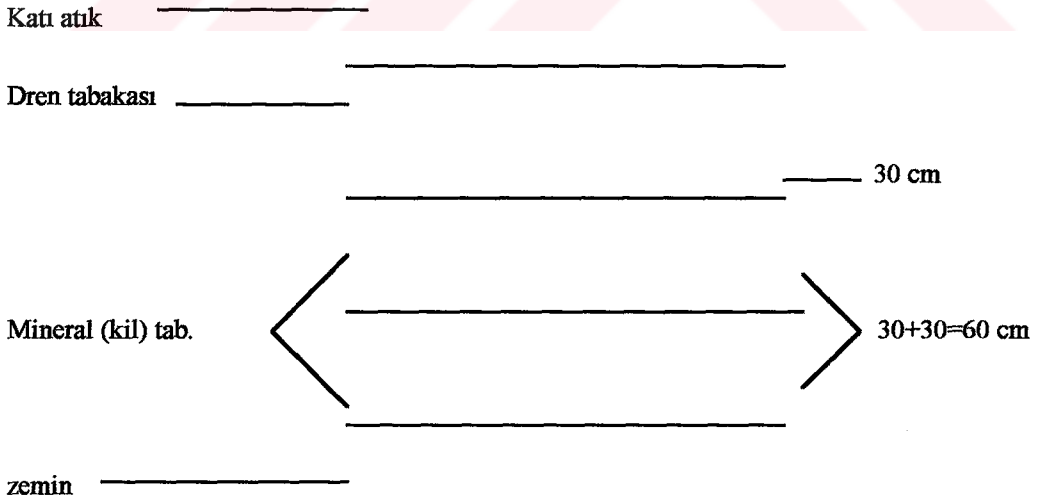
Aşağıdaki sıra takip edilerek depo sahası inşa edilecektir.

- 1- Depo sahasının üst kısmındaki tarım toprağı sıyrılarak, biriktirilecek ve ileride sahanın yeşillendirilmesinde kullanılacak

2- Depo sahası açıldıktan sonra sahanın zemini varsa ağaç köklerinden temizlenecek

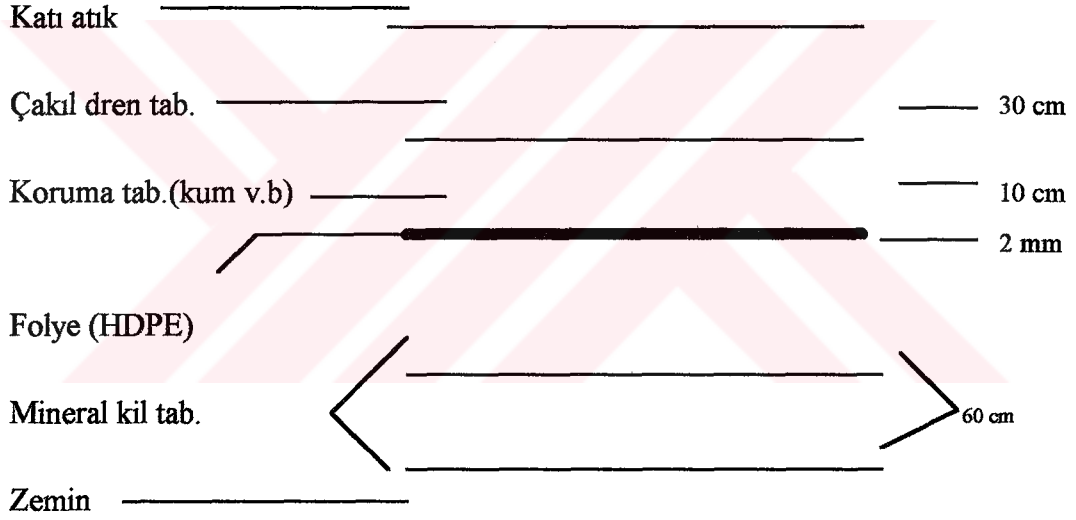
3- Zeminin 30 cm derinliğindeki toprak tabakası gevşetilecek ve planlanan saha içi yollar sıkıştırma tekniğine uygun olarak tekrar sıkıştırılacak. Bundan sonra belediyemizin ekonomik durumuna ve çevreyi koruma anlayışına göre aşağıda belirtilecek 2 alternatif önümüze çıkmaktadır. Bu alternatifler, çöpün sızdırmazlığının sağlanması için tecrit malzemelerinin seçiminde ortaya çıkmaktadır.

**Alternatif 1** : Katı atık sahası açıldıktan sonra geçirimsizliği temin için zemine 60 cm kalınlığında homojen olarak kil serilmesi. Arazinin 30 cm'lik kısmı yukarıda belirtildiği şekilde gevşetildikten sonra geçirimsizliği 10 m/sn'den küçük olan kil ile iki tabaka halinde 60 cm olarak EK-5'de gösterildiği şekilde araziye eğim vererek serilir. Birbirine uzaklıkları 70 metre olan ve en az % 1 eğimle, basınca dayanıklı, üstü delikli polietilenden imal edilmiş dren boruları döşenir. Dren boruları depo gövdesi dışına çıkarılarak sızıntı suları bir noktada toplanır. Daha sonra 30 cm kalınlığında drenajı kolaylaştırmak için mıcır veya çakıl serilir ( Şekil 7.2).



Şekil 7.2. Alternatif 1'e göre hazırlanmış depo tabanı

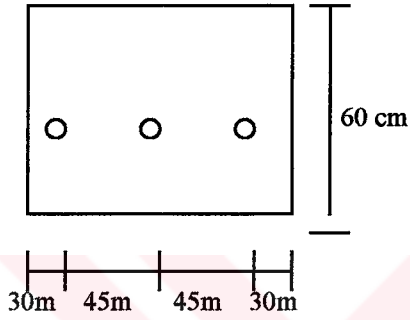
**Alternatif 2** : Depo sahasında killi toprak sıkıştırıldıktan sonra sızıntı suyunu en aza indirmek için geçirimsiz kil üzerine 2 mm kalınlığında yüksek yoğunluklu plastik fölye serilir. Yan yüzeylerle beraber yaklaşık 7800 m<sup>2</sup>'lik HDPE gerekir. Plastik tabakayı darbelerden korumak için üzerine 10 cm kalınlığında kum veya kül serilir. Son olarak bu tabaka üzerine 30 cm kalınlığında dren tabakası yerleştirilir (Şekil 7.3). Bu alternatif su kirliliğini önleme bakımından en uygun alternatif olmakla beraber ekonomik yönden dezavantajlıdır.



Şekil 7.3. Alternatif 2'ye göre hazırlanmış depo tabanı

4-Bu alternatifleri dikkate alarak hazırlanacak depo sahasının etrafında yüzeysel suların çöp sahasına girmesini engellemek için saha kenarına yüzeysel suların tamamını alacak şekilde drenaj hendekleri yapılır.

5-Depo gövdesi içerisinde çöplerin mikrobiyolojik ayrışma sonucunda ortaya çıkan gazların ( $CH_4$ ,  $H_2S$ ,  $CO_2$ ) tehlikeye mahal vermemek için uzaklaştırılmaları gerekir. Oluşan gazın kontrollü olarak atmosfere verilebilmesi için gaz toplama bacaları, depo sahasına çöp dökmeden önce, depo tabanı ve drenaj sistemi tesis edildikten sonra inşa edilirler. 1 m çapında çelik hasırla hazırlanan kuyulara mıcır veya çakıl doldurularak gazların atmosfere verilmeleri sağlanır. Depo tesisindeki gaz bacaları yerleşim planı (Şekil 7.4)'te gösterilmektedir.



Toplam 3 adet gaz toplama bacası inşa edilmeli. Bacalar arası mesafe 50 metre olarak tasarlanmıştır

1 bacada kullanılan malzeme:  
 $1.2m \times 1.2m \times 0.25m = 0.36m^3$

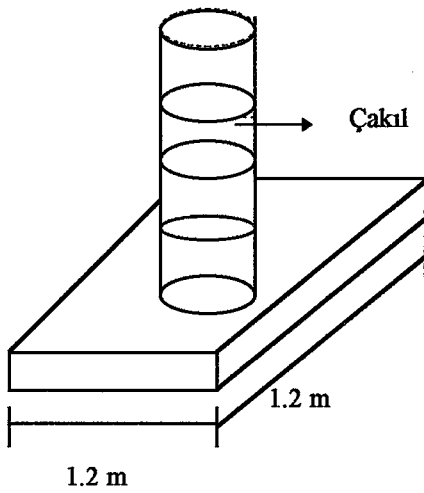
6 adet 5m boyunda hasır çelik

3m boyunda 20 adet hasır çelik  
 Toplam =  $60 + 30 = 90$  m

Toplam 3 bacada :

$3 \times 0.36 = 1.08$  m<sup>3</sup> beton

$90m \times 3 = 270$  m hasır çelik

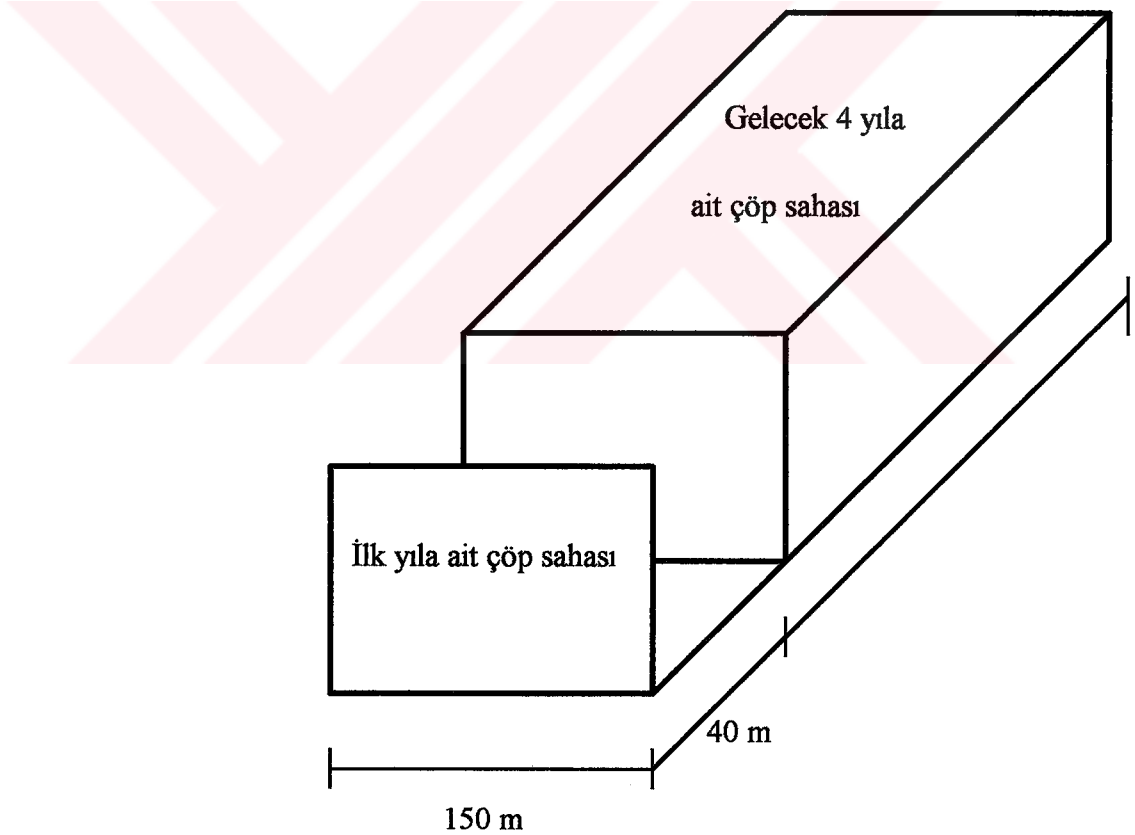


Şekil 7.4. Gaz toplama bacası planı

### 4.2.3. Depo sahasının boyutlandırılması

İlçemizde yılda yaklaşık 25000 ton evsel katı atık oluşmaktadır. 5 yıllık çöp depolama sahası için 200m boyunda, 150m eninde, 5m derinliğinde 150.000 m<sup>3</sup>'lük hacim gerektiği 20.7.1995 raporunda hesaplanmıştır. Yanlız burada 1 yıllık katı atık giderimi üzerinden bazı yorumlar yapmak için 1 yıllık çöp sahasının maliyet analizi ortaya konulacaktır. Yanlız arazi en az 10 yıllık ihtiyacı karşılayacak şekilde seçilecektir.

Çöpün yoğunluğu yaklaşık 0.5 t/m<sup>3</sup> olduğuna göre, yıllık 25.000 ton çöpün hacmi 50000 m<sup>3</sup> olur. %40 sıkıştırıldığında çöpün depo sahasındaki son hacmi 30000 m<sup>3</sup> olur. Depo derinliği 5 m seçilirse, depo alanı (A):.30000:5= 6000 m<sup>2</sup> olur. Buna göre 1 yıllık depo alanı planı Şekil 4.5'de gösterilmektedir.



Şekil 7.5. Beş yıllık depo alanı planı

#### 4.2.4. Maliyet analizi

Düzenli depo sahası inşaat maliyetini üç kısma ayırıyoruz.

1-Depo sahasını araştırma ve hazırlama maliyeti

2-İlk yılki (1997) yılına ait inşaa maliyeti

3-(1997) yılına ait depo sahasının işletme maliyeti

##### ***1-Depo sahasını hazırlama maliyeti***

Depo sahasını inşa etmeyi düşündüğümüz arazi ilçemizin kuzeyinde, yaklaşık 10 km mesafede ve karayolundan 1 km uzakta dağlık bir kesimdedir.

- Arazinin elde edilmesi bedeli: Mücavir alan dışından seçilecek ve ilçemize yaklaşık 10 km uzakta olacak olan depo sahasının satın alınma bedeli:  $8000 \text{ m}^2 \times 250.000 \text{ TL/m}^2 = 2.000.000.000 \text{ TL}$ .

-Tesis çevresinin, 3m aralıklı demir direktten 8 sıralı dikenli telle 1.5m yüksekliğinde örülme maliyeti;  $1.260.000 \text{ TL/m} \times 230 \text{ m} = 300.000.000 \text{ TL}$ .

- Hidrolik ve jeolojik faktörlerin incelenmesi için: 500.000.000 TL.

- Depo sahasına ulaşım yolunun açılıp, 300 dozda kırma taş ile betonarme yapılması maliyeti:  $212.550.000 + 1000 \text{ m}^2 \times 0.2 \text{ m} \times 4.310.867 \text{ TL/m}^3 = 1.074.000.000 \text{ TL}$ .

- Servisler: su ve elektrik servisleri maliyeti: 500.000.000 TL.

- Kantar ve kontrol merkezi: Çöp alanına gelen kamyonların tartılması için gerekli olan kantardan maliyet sebebiyle kaçınılmıştır.

3 x 3 x 3 m boyutlarında kontrol merkezinin maliyeti: 62.000.000 TL.

- Çalışanlar için, içinde tuvalet, banyo, bir salon ve mutfak bulunan 12 x 12 x 3 m boyutlarında hizmet binasının maliyeti: 990.000.000 TL.

- Depo alanına yüzeysel suların girişini önleyecek drenaj kanallarının maliyeti: 1 m boyunda kanalın beton hacmi;  $0,3 \times 0,1 \times 1\text{m} = 0,09 \text{ m}^3/\text{m}$

Toplam 230 m beton kanal inşa maliyeti:  $0,09 \times 230 \times 5.730.145 \text{ TL}/\text{m}^3 = 118.000.000 \text{ TL}$ .

Sahanın hazırlık maliyeti: 5.530.000.000 TL.

## ***2-İnşa maliyeti***

Depo zemininin hazırlanmasına göre ortaya çıkan iki alternatif için depo sahasının inşa maliyetini hesaplayalım.

### Alternatif 1'in Maliyeti:

İhtiyacımız olan 1 yıllık çöp sahasının hacmi yan yüzey hacimleri de hesaba katılarak  $30000+2375=32375 \text{ m}^3$ 'tür.

-Her derinlikte yumuşak ve sert toprağın (geniş ve derin kazılar için ) makine ile kazılması maliyeti:  $32375 \text{ m}^3 \times 110.000 \text{ TL}/\text{m}^3 = 3.560.000.000 \text{ TL}$

-30 cm derinliğinde toprağın gevşetilip sıkıştırılması maliyeti :  $85020 \text{ TL}/\text{m}^3 \times 1800 \text{ m}^3 = 153.000.000 \text{ TL}$

-aliyeti ;  $51.800 \text{ ton} \times 14.076 \text{ TL}/\text{ton} = 729.000.000 \text{ TL}$

-  $0.6 \text{ m} \times 6.000 \text{ m}^2 = 3.600 \text{ m}^3$  kilin satın alınma ve depo sahasına taşınma maliyeti:  $(533.333+366.299 \text{ TL}/\text{m}^3) \times 3.600 \text{ m}^3 = 3.240.000.000 \text{ TL}$ .

- 190 m boyunda ,100 mm çaplı üstü delikli PVC boru maliyeti :  $560.000 \text{ TL}/\text{m} \times 190 \text{ m} = 100.000.000 \text{ TL}$

-  $0.3 \text{ m} \times 6000 \text{ m}^2 = 1.800 \text{ m}^3$  drenaj için gerekli çakılın satın alınıp nakledilme maliyeti:  $3.168 \text{ ton} \times 1.440.000 \text{ TL}/\text{ton} = 4.560.000.000 \text{ TL}$ .

- Toplam 0.9 m kalınlığında kil+ çakıl serilme maliyeti:  $0.9 \text{ m} \times 6000 \text{ m}^2 \times 564.375 \text{ TL/m}^3 = 3.047.000.000 \text{ TL}$ .

- Üç tane gaz toplama bacası maliyeti : 70.000.000 TL

Alternatif 1'in inşaa maliyeti : 15.380.000.000 TL (15,45 Milyar TL)

### Alternatif 2'nin maliyeti

Alternatif 2 deki işlemlerin aynısı uygulanır.Yalnız killi zemin sıkıştırıldıktan sonra drenaj tabakası ile geçirimsiz killi zemin arasına geçirimsizliği minimuma indirmek için 2 mm kalınlığında HDPE serilir .

7800 m<sup>2</sup> HDPE 'nin satın alınıp depo sahasına serilme maliyeti: İthal edilen HDPE'nin İstanbul teslim fiyatı; 880.000 TL/m<sup>2</sup>'dir. depo sahasına taşınması ve serilmesi mal fiyatının % 20'si alınarak toplam maliyet:  $7800 \text{ m}^2 \times 880.000 \text{ TL/m}^2 + 1.370.000.000 = 8.240.000.000 \text{ TL}$ .

Toplam maliyet = Alternatif 2 +8.240.000.000 TL= 23.690.000.000 TL. ( 23,69 Milyar TL)

### **3-İşletme maliyeti:**

Sahada, 1adet çok amaçlı kullanım için paletli buldozer ve malzeme taşımak için 1 adet kamyon tahsis edilecektir. Depo sahasının sızdırmazlığının temini, atıkların günlük olarak yerleştirilip sıkıştırılması ve diğer işlemler dahil katı atık bertarafı birim işletme maliyeti yaklaşık 1.3000.000 TL/m<sup>2</sup> olur. Depo sahasının senelik işletme maliyeti ise 7.825.000.000 TL olur.

#### 7.1.5. Kompostlama

İlçemiz evsel katı atıklarının bertarafı için yalnız düzenli depolamayı önermek yanlış olacaktır. Yaptığımız analizler neticesinde İlçemiz çöplerinde ağırlıkça % 60-80



arası kompostlanabilir sulu-yiyecek türü çöpler vardır. Ayrıca, sonbahar ve kış aylarında dökülen ağaç yaprakları da kompostlanabilir atık özelliği taşımaktadır. Bu nedenle; kompostlamayı da bir alternatif olarak göz önüne almak, başlangıçta basit ve doğal kompostlama yöntemleri ile işe başlayarak bu alternatifi geliştirmek gerekmektedir. Burada, kompostlama metoduna avantaj sağlayacak Körfez İlçesi'nin, göze çarpan çok önemli bir yanı vardır. Genellikle binalar geniş bahçelere sahip olmakta ve süs bitkileri, tarla sebzeleri ve meyve ağaçları bahçelerde yaygın bir şekilde bulunmaktadır. İlçenin bu özelliğinden dolayı, katı atık üreticilerine “bahçe kompostlaması” öğretilerek hem çöpün kaynağında azaltılması sağlanmış, hem de bahçe arazilerinin besin değeri yükseltilmiş olur. Resim 7.2’de evde kompostlamaya uygun bir şekilde hazırlanmış çöpün, çiçek yetiştirilen toprakta gübre olarak kullanılması uygulaması görülmektedir.



Resim 7.2. Örnek bir bahçe kompostlaması

Ayrıca, Belediye tarafından İlçenin uygun bir yerinde trapez şeklinde 2-2,5 m derinliğinde, yan yüzeyleri malzemenin kaymasını önleyecek şekilde yatayla 30

derece açığı yaparak istenilen boyutlarda çukurlar oluşturulur. Çukurlar ilk olarak yüzey seviyesinin 25 cm üstüne kadar kompostlanabilir evsel atıklarla doldurulur. Atığın üzeri daha sonra 10 cm kalınlığında toprakla örtülür. Biyolojik aktiviteyi hızlandırmak için araya elle veya kepçe ile kompostu karıştırarak yapısını gevşetmek ve önceden yüzeyde olan bölümleri alt kısımla değiştirmek gerekir ve kompost yaklaşık olarak üç ay kadar çürümeye terkedilerek kompostlama tamamlanabilir.

#### **7.1.6. Katı atık yönetim projesinin getirecekleri**

- Sokaklarda devrilen, hayvanların uğrak yeri haline gelen çöp bidonları kaldırılacaktır.
- Çöp sahası ve çöp bidonlarından beslenerek çevreye hastalık yayan ve sayıları her geçen gün artan kedi ve köpeklerin sayıları azalacaktır.
- Yaz aylarında koku ve haşere problemi yapan çöplerin açıkta birikmeleri önlenmiş olacaktır.
- Pazar yerlerinde ortamın çöp tarlası haline dönüşmesi önlenmiş ve halkın sağlıklı ortamda alış-veriş yapması sağlanmış olacaktır.
- Bu sistemde geri kazanılabilir malzemeler ayrı toplanacağı için mevcut çöp sahamızdaki son derece sağlıksız ve ilkel ayırma yöntemi terkedilmiş olacaktır.
- İlçemiz için problem olan küllerin toplanması ve depolanması iş de depo sahasının zeminine serilmek suretiyle halledilmiş olacaktır.
- İlçemizdeki sanayii tesisleri ve işyerlerinin atıkları mevcut düzensiz depo sahamıza ve çeşitli yerlere izinsiz olarak dökülerek su kaynaklarımız ve denizimiz kirlenmektedir. Mevcut sanayii ve işletme atıklarını depolama tesisi ile bu sorun halledilmiş olacaktır.

- Geri kazanılabilir ambalaj malzemelerini ayrı toplayıp ayırma tesisinde türlerine göre ayırma işinde belediyemiz hem halka geri kazanım işlemini öğretmiş hem de yaklaşık 10 kişilik istihdam oluşturmuş olacaktır.
- Düzenli olarak inşaa edilecek yeni çöp depolama sahamızda çöplerin üzerleri günlük olarak örtüleceği ve şehir dışında olacağı için mevcut çöp sahamızdaki hayvan sürülerine rastlanılmayacaktır.
- Yeni çöp sahamız ilçemizin yerleşim yerinin dışına inşaa edileceğinden çöp sahalardan kaynaklanan koku ve haşere problemi kalmayacaktır.
- Kompostlama ile hem çöp hacmi azaltılmış olacak hem de ilçemizdeki park, bahçe vb. alanların yeşillendirilmesinde gübre olarak kullanılabilir.
- Çevre bilincinin her geçen gün arttığı ülkemizde, belediyemiz böyle bir projeyi başardığı taktirde ilimizde ve ülkemizde tanınma fırsatı yakalayacaktır.

#### **7.1.7 Projenin gerçekleşmesindeki dezavantajlar**

- Projenin ilk yatırım maliyeti olan 83-124 Milyar TL.(depo sahası inşaa alternatiflerine göre değişmektedir.)nin temini sorun olabilecektir.
- Toplu yaşamının kurallarına pek uymayan ve alışkanlıklarımızı zor değiştiren bir millet olmamız hasebiyle, çöplerin kaynağında ayrı toplanması konusunda ciddi sorunlar ortaya çıkabilir. Ve bir takım insanlar bu işi ciddiye almayabilirler.

-Yine son zamanlarda millet olarak, kısa zamanda sonuç almayı bekleyen, zor ve meşekkatli işlere girmekten çekinen bir zihniyete sahip olmamız nedeniyle ,projenin belediyemiz tarafından başarılama endişesi olacaktır.

-Yeni depo sahamız,mevcut sahamızdan uzakta olacağı için, çöplerin depo sahasına taşıma maliyeti artacaktır.

-Projenin gerçekleştirilmesinde belediyemiz, eğitilmiş personel ve teknik konularda problemler yaşayabilecektir.



## 7.2. Körfez Belediyesi Geri Kazanım Projesi

Körfez Belediyesi olarak, çöpe atılıp israf edilen kağıt, plastik, teneke ve cam türü “Kullanılmış Ambalaj Atıklarının Geri Kazanılması” adı altında yeni bir proje geliştirmiştir. Böylece hem çöp sahasına giden materyalin hacmi azalacak hem de ekonomik değeri olan ambalaj malzemesi geri kazanılarak hammadde piyasasına geri döndürülecektir. Bunun için katı atık üreticileri, ambalaj atıklarını sulu yiyecek türü atıklarla karıştırmadan evlerde ayrı olarak biriktireceklerdir. İlçemizdeki geri kazanım olayını bir noktadan başlatmak amacıyla, eğitim seviyesi yüksek ve hayat standartı diğer mahallelere göre daha iyi olan M.Sinan Mahallesi pilot bölge olarak seçilmiştir. Mahalleden toplanan 7020 kg çöp üzerinde yapılan analize göre geri kazanılabilir madde oranı % 13,5 olarak çıkmıştır. Aşağıda, Mahalle’de üretilen çöp içerisindeki geri kazanılabilir atık miktarını tesbit etmek için yapılan çöp analizi sonuçları verilmektedir (Tablo 7.6).

Seçilen pilot bölgenin adı	: Mimar Sinan Mahallesi
Çöp analizi yapıldığı tarih	: 04.06.1996
Analizinin yapıldığı çöp miktarı	: 7.020 kğ.
Seçilen pilot bölgenin nüfusu	: 13.700 kişi.
Seçilen pilot bölgenin konut sayısı	: 3.450 adet.

Tablo 7.6. M.Sinan Mahallesi katı atık analiz sonuçları ve geri kazanım miktarları

	Miktar (Kg)	Çöp içindeki oranı (%)	Geri kazanılabilir atık içindeki oran (%)
Kağıt-Karton	394	5.61	41.47
Metal	126	1.79	13.26
Plastik	314	4.47	33.04
Cam	116	1.65	12.21
Diğer	6.070	86.48	-----
Katı atık içindeki toplam geri kazanılabilir madde miktarı			: 950 Kğ.
Geri kazandığımız madde miktarı ( Ağustos ayı için )			: 428 Kğ.
Geri kazanım oranı			: % 45

Yapılan çöp analizine göre yaz aylarında yaklaşık olarak çöp içerisinde % 13,5 geri kazanılabilir madde vardır. Mahallede günde 10.500 kg katı atık oluştuğuna göre bunun içindeki 1425 kg ambalaj atığı çöpe atılmaktadır. Proje kapsamında bunun % 50'sini geri kazanılırsa günde 712 kg ambalaj atığı elde edilecektir. Ekonomik değeri günlük yaklaşık 5 milyon TL, aylık ise 150 milyon TL'ye ulaşmakta, çöpe giden ambalaj atıklarının % 100'ü geri kazanıldığında ise bu miktar 300 milyon TL olmaktadır.

Ambalaj atıklarının geri kazanım yüzdesinin artması elbetteki halkın duyarlılığına bağlıdır. Bunun için de geri kazanım olayının halka çok iyi anlatılması gerekmektedir. Bu sebeple, geri kazanım konusunda halkın bilgi ve duyarlılığını artıracak ve projenin nasıl uygulanacağını anlatacak broşürler hazırlanmıştır. Kurulan tanıtım ekibiyle birlikte, yaklaşık olarak mahallede bulunan 3200 konuta gidilerek bu proje anlatılmıştır. Buna göre, özel olarak geri kazanılabilir atıkların biriktireceği torbalar Belediyemiz tarafından hazırlanarak hane sahiplerine verilmiştir. Hane sahipleri ambalaj atıklarını bu torbada ayrı olarak biriktirecektir.

Ve özel olarak hazırlanan Ambalaj Toplama Aracı ile her hafta çarşamba günü saat 9'dan sonra toplanmaya başlanacaktır. Geri kazanılabilir atıkları ayrı olarak bu torbada biriktirenler, torbalarını toplanma günü kaldırma koymaları yeterli olacaktır.

Geri kazanım projesi, 29 Temmuz 1996 tarihinden itibaren uygulanmaya başlamıştır. İlk iki ay içerisinde mahallede her hafta 2.500 ile 3.000 kg arasında ambalaj atığı toplanmaktaydı. Bu değer ise, katı atıklar içerisindeki geri kazanılabilir atıkların % 25'ne karşılık gelmektedir. Yalnız, Ambalaj Biriktirme Torbalarının devamlı olarak hazırlanması ve hane sahiplerine dağıtılması belediyeye zor geldiğinden dolayı biriktirme torbaları dağıtımına iki ay sonra son verildi ve halkın evinde bulundurduğu poşetler ambalaj atıklarını koyması istendi. Bu süreçten sonra geri kazanılan ambalaj atığında önemli bir düşme gerçekleşti. Halen devam eden projede haftalık olarak 1.000 ile 1.500 kg arası ambalaj atığı toplanmaktadır.

### **7.3. Geliştirilmiş Çöp Toplama Projesi**

Geliştirilmiş çöp toplama projesi, ilçemizin önemli sorunlarından biri olan katı atıkların sağlıklı bir şekilde toplanması için geliştirilmiş bir projedir ve pilot bölge olarak seçilen M. Sinan Mahallesi'nde uygulamaya geçmiş olup bir ay sonra da diğer iki mahalleye uygulanacaktır. Bu projenin amacı ve nasıl uygulandığı etraflıca anlatılacaktır.

#### **7.3.1 Giriş**

Belediyelerimiz yıllardan beri çöp toplama taşıma ve depolama konularında büyük sorunlar yaşamakta ve giderlerinin yaklaşık % 30 nu bu işe ayırmaktadırlar. Belediyemiz de bu konularda arayış içerisinde olup en sağlıklı ve en ekonomik uygulamaya ulaşma çabasıdadır. Bu sebeple 29 Temmuz 1996 Tarihinden itibaren M.Sinan Mahallesinde “ Poşetle Çöp Toplama Ve Ambalaj Atıklarının Geri Kazanımı ” adı altında yeni bir uygulama başlatmıştır. Eski çöp toplama sistemine nazaran daha sağlıklı ve ekonomik bir uygulama olmasına rağmen birtakım

dezavantajları olmasından dolayı bizi daha başka arayışlara sürmüştür. Arayışlarımız sonucunda ortaya çıkarttığımız bu yeni uygulama bir nevi çöp konteynerlerinin özelleştirilmesi anlamına gelmektedir.

### **7.3. 2 Problemin analizi**

Katı atık toplama sisteminde; en sağlıklı ve en ekonomik uygulamayı belirleyebilmek için problemi, sebeplerini ve çözüm yollarını soru-cevap şeklinde ortaya koyalım ve böylece problemin çözümü daha net ortaya çıkmış olur.

#### ***Problem nedir ?***

Problem: Evsel katı atıkların toplanması.

#### ***Problemin sebepleri nelerdir?***

1-Konutlarda ve işyerlerinde ortaya çıkan evsel nitelikli çöplerin sağlık şartlarına uygun olarak biriktirilip taşınmaması.

2-Evsel katı atıkların içerisindeki kağıt, plastik, teneke ve cam türü ambalaj atıklarının ayrı biriktirilememesi sebebiyle ortaya çıkan ekonomik kayıp.

#### ***Çöplerin toplanması için mühtelif çözüm yolları nelerdir?***

Alternatif çözüm yolları:

1- Halkın, sokaklara belediye tarafından konan çöp bidon-konteynerlerine çöplerini karışık olarak atarak belediyece toplanması. Bu sistem ülkemizin çağü bölgelerinde uygulanan sistemdir .

2- Çöplerin ayrıştırılarak ambalaj atıklarının ayrı torbada, yiyecek ve sulu çöplerin ise poşette biriktirilmesi ve sokaklardan belli saatler arası geçen belediye araçlarınca toplanması. Son zamanlarda bir çok belediye sokaklarda çirkin ve sağlıksız görüntü arzeden çöp konteynerlerini kaldırarak çöpleri poşetle toplamaya başlamıştır.

3- Gelişmiş ülkelerde uygulanan bu yöntemde bina-site sakinlerince alınacak plastik konteynerlerinden birine ambalaj atıkları diğerine ise sulu ve yiyecek türü çöpler konacaktır. Bina-sitelerin bahçe veya mahsenlerinde şahısların gözetiminde bulunacak olan konteynerler, toplama işlemi sırasında kaldırılma veya müsait bir yerde hazır bulundurulacaktır.



### ***Problemin çözümü için en uygun alternatif hangisidir?***

Avantaj ve dezavantajları aşağıda sıralan üç alternatiften 3.çözüm yolunun en uygun çözüm yolu olacağı gelişmiş ülkelerdeki tecrübelerden de faydalanılarak ortaya çıkartılmıştır.

### ***1 No' lu Alternatif Çözüm Yolunun Avantaj ve Dezavantajları***

#### **Avantajları**

- Konteynerlerin satın alınması, bakım ve tamir masraflarının halka ait olmaması sebebiyle tatbikinin kolay olması.
- Halkın, istediği zaman çöpünü sokaktaki konteynere koyma imkanına sahip olması sebebiyle çöpünü evde biriktirme sorunundan kurtulması.

#### **Dezavantajları:**

- Konteynerlerin kapaklarının çoğu zaman açık olması sebebiyle koku ve haşerelerin artması, kedi ve köpeklerin çoğalması problemleri.
- Çöp içerisindeki geri kazanılabilir nitelikteki ambalaj atıklarının ayrıştırılmaması sebebiyle ortaya çıkan büyük ekonomik kayıp.



- Saç veya galvanizden olan konteynerlerin halkın yanlış ve vurdumduymaz kullanımı sebebiyle birkaç yılda görev dışı kalması.
- Konteynerlerin satın alınma, bakım ve tamirat masraflarının belediye bütçesine yük olması.

Cadde ve sokak üzerindeki konteynerlerin görüntü kirliliğine yol açması.



- Sokaktaki konteynerlerin kısa sürede dolması sebebiyle her gün çöp toplanması zorunluluğu ve dolayısıyla toplama maliyetinin artması.
- Sokaktaki çöp bidon -konteynerlerinin sahiplerinin belli olmaması sebebiyle çöpünü gelişi güzel atan ve çöp kaplarının ağzını açık bırakanın tespit edilememesi.
- Çöp konteynerlerin sahiplerinin belli olmaması sebebiyle tahrip olma risklerinin artması.

## **2 No'lu Alternatif Çözüm Yolunun Avantaj ve Dezavantajları**

### **Avantajları**

Çöp bidon-konteynerlerinin kaldırılması sebebiyle halkın ve Belediyenin çöp biriktirme kabı masrafından kurtulması

- Ambalaj atıklarının bir kısmının, halkın duyarlılık ve kültür düzeyine bağlı olarak ambalaj biriktirme torbaları ile geri kazanılması.
- Poşetle toplanan çöpler sokakta en çok 2-3 saat kalması sebebiyle koku ve haşere problemlerinin az olması.
- Kağıt, plastik, cam ve teneke türü ambalaj atıklarının yeniden değerlendirilebilir atıklar olduğunun halka öğretilmesi anlayışına dayanan bu uygulamanın aynı zamanda bir kültür ve eğitim çalışması olması.

#### Dezavantajları:

- Çevre bilincine tam olarak ulaşamamış halkımızın poşetlerini sokağa çıkarma saatlerine tam olarak riayet etmemeleri.
- Poşetle çöp toplamada halkın çöpünü düzgün bir şekilde poşete koymadan sokağa bırakması sonucu çevrenin kirlenmesi.



- Halkın bir kısmının çöplerini kısa mesafelerle dağınık şekilde arzu etikleri yere koymaları sebebiyle toplamamanın zor olması.
- Bu uygulamada ambalaj atıklarını ayrı biriktirmeyenlerin tespit edilememesi.
- Ambalaj atıklarının evlerde ayrı toplanması için verilen torbaların sürekli olarak hazırlanması ve dağıtılması giderlerinin Belediyeye yük olması.

#### **3 No'lu Alternatifin Çözüm Yolunun Avantaj ve Dezavantajları:**

**Avantajları:**

- Çöpler haftada iki (2) gün toplanacağı için çöp toplama maliyetinin yaklaşık % 60 azalması.
- Evlerde oluşan yeniden değerlendirilebilir atıkların tümüünsağlıklı bir şekilde geri kazanılması imkanının bulunması
- Çevreyi kirleten çöp biriktirme kaplarının sorumlularının kolayca tespit edilmesi imkanının olması
- Çöp konteynerleri halkın bina sahalalarında olacağı ve kime ait olduğu bilindiği için, kapaklarının açık olmasından doğan çevre kirliliğinin en aza indirilmiş olması



- Kullanılan plastik konteynerlerin temizlenmelerinin kolay ve hafif, hareket kabiliyetlerinin yüksek olması.
- Bu uygulamada kullanılan plastik konteynerlerin ve bulunacakları yerlerin çevre estetiği yönünden uygun olması.
- Plastik konteynerlerin satın alınması ve bakımı halka ait olduğu için belediyenin bu masraflardan kurtulması..

**Dezavantajları:**

- Plastik konteynerlerin satın alınması halka ait olduğu için politik ve ekonomik kaygılardan dolayı uygulama g¼çlüklerinin ortaya çıkması
- Bazı bina sahiplerinin konteynerleri koyacak yere sahip olamaması.
- Art niyet ve bilinçsizlikten dolayı çalınma ve yanma tehlikelerinin olması.
- Plastik konteynerlerin, araçlar geldiğinde hazır bulundurulması sorunu



En ekonomik ve en sağlıklı çöp toplama sistemini olarak seçtiğimiz 3 no'lu alternatif yolunun M.Sinan Mahallesi'nde uygulanması için yerinde yapılan çalışmalar ve gerekli plastik konteyner kapasiteleri ve adetleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 7.7 Mimar Sinan Mahallesi'nin bina durumu çalışma sonuçları.

Bina Kaç Daireli ?	Mah.de Kaç Bina Var ?	Top. Hane Sayısı	Top.Dolu Hane Sayısı
1	16	16	16
2	36	72	60
3	31	93	60
4	64	256	200
5	14	70	47
6	47	282	256
7	6	42	34
8	106	848	810
9	4	36	31
10	38	380	346
12	4	48	47
15	7	105	82
16	31	496	470
18	1	18	18
20	9	180	90
21	1	21	18
24	1	24	24
30	1	30	28
<b>Toplam</b>	<b>417</b>	<b>3017</b>	<b>2636</b>

Bu çalışma ile; bina sakinlerinin ortak olarak alacakları plastik konteynerlerin hacimleri ve mahallede kullanılacak toplam konteyner sayısı ortaya çıkarılmıştır. Binaların kullanacağı konteynerlerin hacimleri binalardaki daire sayısına göre belirleneceği için, (Tablo 7.7)'de mahalledeki binaların daire durumları ve binalardaki dolu daire sayıları belirlenmiştir. (Tablo 7.7)'de M. Sinan Mahallesi'nde kaç tane bir dairelik, kaç tane iki dairelik..... kaç tane yirmi dairelik bina olduğu görülmektedir.

Buna göre M.Sinan Mahallesi'nde toplam 3.016 tane konut olduğu ve bunun 2.636 tanesinin dolu olduğu, çeşitli hacimlerde 417 tane sulu-yiyecek türü çöpler, 417 tane ise ambalaj atıkları için plastik konteyner gerektiği ortaya çıkmaktadır. Mahallenin 25 yerinde yapılan deneme çalışması sonucu kişi başına ortalama çöp üretiminin 1,5 lt/kişi-gün olduğu tesbit edilmiştir. Bir dairede 5 kişi oturduğu kabul edilerek 1 dairenin günlük olarak ürettiği çöp miktarı  $1,5 \times 5 = 7,5$  lt/konut olur. İki çöp toplama zamanı arasında en fazla 4 gün geçeceği için  $7,5 \times 4 = 30$  lt/konut (4 günlük süre için ) baz alınarak binalardaki daire sayısına göre sulu-yiyecek türü çöpler için gerekli plastik konteynerlerin kapasiteleri seçilecektir. Başlangıçta, sulu-yiyecek türü atıklar için konteyner kapasitesi seçilirken, hanelerde üretilen toplam çöp miktarı göz önüne alınmak zorundadır. Zira, başlangıçta halkın hiç geri kazanım yapmadığı hesap edilmelidir. Proje başlangıcında, konut başına oluşacak ambalaj atığı 30 lt/hafta olarak alınmıştır. Konut başına oluşan bu değerler;ileride çöp toplama periyotunun daha da uzatılması ve emniyet açısından 50 lt olarak alınmıştır. Bu değerlerden hareketle ve plastik konteynerlerin piyasada mevcut olan tip ve hacimleri göz önüne alınarak, çöplerin tek komyonla toplanması da sağlanarak 120 ,330, 750 lt 'lik konteynerler seçilmiştir. Bir apartman veya binada oturan hane sayısına göre (Tablo 7.8)'de yapılan guruplama dahilinde plastik konteyner kapasiteleri belirlenecektir.

Tablo 7.8. Binadaki hane sayısına göre seçilecek konteyner kapasiteler

Binadaki Hane Sayısı	Sulu-Yiyecek Türü Çöpler İçin( lt )	Ambalaj Atıkları için( lt )
15-30	750	750
5 -12	330	330
2 -4	120	120
1	50	50

### 7.3.3 Maliyet analizi

Konteyner maliyetini halk karşılayacağı için; binanın durumuna göre (kaç daireslik olduğu) kişi başına düşen konteyner maliyeti, projenin toplam maliyeti çıkartılmıştır. Projede kullanılacak konteynerlerin yaklaşık birim fiyatları (Tablo 7.9)'de verilmektedir.

Tablo 7.9 Konteynerlerin birim fiyatları.

Kapasitesi (lt)	Konteyner Fiyatı (TL).
50	500.000
120	3.500.000
330	10.000.000
750	13.000.000



**Projenin Toplam Maliyeti**

Tablo 7.10 Projede kullanılan plastik konteynerlerin maliyeti.

Hane Sayı (Binadaki)	Konteyner Kapasite(lt)	Konteyner Adeti ( Yiyecek+Ambalaj)	Ekonomik	Değeri (TL)
1	50	16+16	32* 500.000	16.000.000
2	120	36+36	72* 3.500.000	252.000.000
3	120	31+31	62* 3.500.000	217.000.000
4	120	64+64+14	142* 3.500.000	497.000.000
5	330	14	14*10.000.000	140.000.000
6	330	47+47	94*10.000.000	940.000.000
7	330	6+6	12*10.000.000	120.000.000
8	330	106+106	212*10.000.000	2.120.000.000
9	330	4+4	8*10.000.000	80.000.000
10	330	38+38	76*10.000.000	760.000.000
12	330	4+4	8*10.000.000	80.000.000
15	750	7+7	14*13.000.000	182.000.000
16	750	31+31	62*13.000.000	806.000.000
18	750	1+1	2*13.000.000	26.000.000
20	750	9+9	18*13.000.000	234.000.000
21	750	1+1	2*13.000.000	26.000.000
24	750	1+1	2*13.000.000	26.000.000
30	750	1+1	2*13.000.000	26.000.000
<b>Toplam</b>	<b>= 417+417=834</b>		<b>Toplam</b>	<b>6.548.000.000</b>

Hane başına ödenmesi gerekli olan para ( binanın daire sayısına bağlıdır ) (Tablo 7.11)' te çıkartılmıştır. Bir daire; biri sulu- yiyecek çöpler diğeri ise ambalaj

atıklarını koyacağı iki ayrı konteynere ortak olacağından iki ayrı konteyner için ücret ödeyecektir.

Tablo 7.11 Binalara göre bir haneye düşen maliyet.

Hane	Binaya maliyeti( TL )	Binadaki bir daireye düşen para( TL)
1	1.000.000	1.000.000
2	7.000.000	3.500.000
3	7.000.000	2.350.000
4	7.000.000	1.750.000
5	13.500.000	2.700.000
6	20.000.000	3.350.000
7	20.000.000	2.900.000
8	20.000.000	2.500.000
9	20.000.000	2.250.000
10	20.000.000	2.000.000
12	20.000.000	1.700.000
15	26.000.000	1.750.000
16	26.000.000	1.650.000
18	26.000.000	1.450.000
20	26.000.000	1.300.000
21	26.000.000	1.250.000
24	26.000.000	1.000.000
30	26.000.000	850.000

(Tablo 7.11)'e bakıldığında binadaki daire sayısı arttıkça kişilere düşen mali miktar azalmaktadır. 2 dairesel binalara 3.5 milyon düşerken 20 dairesel bir binada daire başına 1.300.000 TL düşmektedir. Projenin uygulanabilir olabilmesi için bu farklılıkların makul seviyelere indirilmesi gerekmektedir. Bunun için, 2 milyonun

üzerindeki miktarları Belediye karşılayacaktır. Buna göre, Belediyemizin proje kapsamında sübvansedeceği miktar, 1.040.000.000 TL olacaktır.

Belediyemizin sübvansedeceği bu değer (1.04 Milyar), proje maliyetinin yaklaşık % 16'sını karşılamaktadır. Görüldüğü gibi, vatandaşın bir kereye mahsus olmak üzere ödeyeceği 1- 2 milyon arası ücretle çöp toplama sistemi sağlıklı, ekonomik bir yapıya ve çağdaş standartlara kavuşturulacaktır. Bu proje Katı Atıklar Kontrol Yönetmeliği'nin ön gördüğü düşünce ve yapıya da tam bir uygunluk arzietmekte ve uygulamada hiç bir yasal engel bulunmamaktadır.

#### ***7.3.4 Geliştirilmiş Çöp Toplama Projesinin 1.aşamasının pilot bölgede uygulanması***

Projemiz, ambalaj atıklarının biriktirmek için ayrı, sulu-yiyecek çöpleri biriktirmek için ayrı plastik konteynerler esası getirmekte olup, ilk aşamada ülkemiz ve ilçemiz halkının kültür ve ekonomik düzeyleri göz önüne alınarak, yalnızca sulu-yiyecek çöpler için konteyner aldırılma zorunluluğunu getirecektir. Bir yıl sonra da cam, kağıt, plastik ve teneke türü ambalaj atıklarını biriktirmek için konteyner alma zorunluluğunu getirmektedir. Ayrıca sistemin bütünlüğünün korunması için, tek katlı binalara da iki tekerlekli plastik konteyner alma zorunluluğu getirilmiştir. Buna göre, Belediyenin sübvansede etikten sonra en son hane başına düşen konteyner katılım ücretleri (Tablo 7.12)'de verilmektedir.

Tablo 7.12 Sübvanseler miktarlarından sonra bir haneye düşen maliyet

Binadaki Hane Sayısı	Binadaki Bir Daireye Düşen Para (TL)	Bu ücreti ödeyecek Hane Sayısı
1	2.000.000	16
2	1.400.000	72
3	1.066.400	93
4	900.000	256
5	1.400.000	70
6	1.250.000	282
7	1.142.800	42
8	1.062.500	848
9	999.900	36
10	900.000	380
12	833.000	48
15	929.700	105
16	968.750	496
18	861.000	18
20	775.000	180
21	738.000	21
24	645.000	24
30	516.000	30
Toplam		3107

Görüldüğü gibi, vatandaşın bir kereye mahsus olmak üzere ödeyeceği 516.000 TL ile 2 000.000 arasındaki ücretle, çöp toplama sistemi sağlıklı ve çağdaş standartlara kavuşturulmaktadır.

### 7.3.5 Projenin şu an geldiği nokta

Geliştirilmiş çöp toplama projesinin 1. aşaması aralık 1997 tarihinden itibaren kurulan tanıtım ekibi ile tek tek her haneye gidilerek anlatıldı. Tanıtım amacıyla el

broşürü ve bez afişler kullanıldı. Daha sonra şubat 1997 tarihinden itibaren halkın plastik konteyner alması için gerekli çalışmalar başlatıldı. 20 haziran 1997 tarihi itibariyle projenin yaklaşık olarak % 85'i tamamlanmış olup sahadaki konteyner sayısı 300'e ulaşmıştır. (bazı binaların bir araya gelmesiyle mahallede kullanılacak olan toplam konteyner adeti yaklaşık 375 civarında olacaktır. (Resim 7.4)'te sahaya yerleştirilen bir konteyner görülmektedir. Konteyner üzerine numaralandırılma yapılmakta ve o numaranın hangi caddede bulunduğu ve hangi binaya ait olduğu bilgileri elde edilmektedir. Bu projenin çağdaş ve bilimsel çöp toplama metoduna uygunluk arzeden iki önemli yanı vardır. Birincisi, verimli geri kazanım sistemine adaptasyonu çok kolay olacaktır. Yapılacak iş, katı atık üreticilerine satın aldıkları çöp konteynerinin yanına geri kazanılabilir maddeleri biriktirmek için ikinci bir konteyner aldırarak olacaktır. İkinci önemli yanı ise, katı atık üreticilerinden sağlıklı ve adaletli atık bertaraf hizmet bedeli tahsil edebilme imkanı sağlamasıdır. Çünkü bu sistemde her bina, daire sayısına göre 120, 330 ve 750 litrelik hacmi belli olan konteyner kullanmaktadır. yani üretilen çöpün miktarının (hacminin) tesbit edilme imkanı vardır. Böylece her binadan ürettikleri çöp kadar vergi alınabilir.

## BÖLÜM 8. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hızlı nüfus artışı ve teknolojik gelişmeye paralel olarak katı atıkların miktarı ve kompozisyonu her geçen gün artmakta ve bunların sağlıklı ve bilimsel metodlarla yönetimi son derece önem arz etmektedir. Çünkü, katı atıklar genelde halk tarafından istenmeyen maddeler olduklarından uygun bir şekilde uzaklaştırılmadıkları takdirde, önemli sağlık, estetik ve çevre sorunları oluştururlar.

Bugün modern dünyada; katı atıkların biriktirilmesi, kaynağında ayrı toplanması ve bertarafı konularında sağlıklı ve ekonomik modeller geliştirirken ülkemizde bu konuda yeterli çalışmanın yapıldığını söyleyemeyiz. Gelişmiş ülkelerde katı atıkların yönetimi ve bertarafı konularında ev kompostlamasından, yakma tesislerine kadar bir çok yöntemler bilimsel ve teknik bakımdan ele alınıp uygulanırken ülkemizde ancak yeni yeni büyükşehirlerimizde bu çalışmalar başlatılmaktadır. Katı atık yönetimi konusunda ülkemizin ülkemizin çağdaş ve sağlıklı uygulamalara ulaşabilmesi için çok daha büyük mesafeler alması gerekir. Bir kaç büyükşehir belediyesi hariç, diğer belediyelerin katı atıklarını düzenli bir şekilde bertaraf etmedikleri ve Katı Atık Kontrol Yönetmeliği hükümlerini hiç yerine getirmeyen belediyelerin % 98.33'te olması sorunun ne dereceye vardığını göstermeye yetmektedir. Yine, geri kazanılabilir ambalaj malzemelerinin kaynağında ayrı toplanmasına yönelik sağlıklı ve akılcı metodlara dayalı bir çöp toplama sistemini henüz gerçekleştiren bir belediyenin ülkemizde olmaması bu konulara daha fazla eğinilmesi gerektiği gerçeğini ortaya çıkarmaktadır.

Katı atıkların sağlıklı bir şekilde hangi yöntemlerle bertaraf edilebileceğine karar vermek için öncelikle çöpün miktar ve içeriğini bilmek gerekir. Ancak; Yerel yönetimlerimizin çoğu; bölgelerinde oluşan çöplerin miktar ve kompozisyonunu bilmemektedirler. Yapılan araştırmada belediyelerin sadece %3'ü katı atık

kompozisyonunu bilmektedir. Bu sebeple; katı atıklarını ne şekilde bertaraf edeceklerini bilememektedirler. Bu nedenle; ülkemiz için katı atıkların bertarafında yalnızca düzenli depolama çözüm yolu olarak görülmektedir. Oysa; ülkemizde oluşan katı atıklar, yüksek nem oranına ve %50- 80 arası kompostlanabilir organik madde içermektedirler. Bir tarım ülkesi olan Türkiye'nin katı atıklarda kompostlama yöntemiyle gübre üretimi yaparak humusca fakir topraklar islah edilebilir

Öncelikle bu sorunların temelinde yatan sebep; gerek katı atık üreticilerinin gerekse katı atıkların bertarafından sorumlu kuruluşların gerekli eğitim ve bilinç seviyesine ulaşmamalarıdır. Çünkü; bilgi bilinci, bilinç te eylemi doğurur ve böylelikle halk ve yerel yönetimler elele vererek sorunun çözümü için ortak harekete geçerler. Bugün yerel yönetimlerimiz, özellikle çöplerin toplanması ve geri kazanım işlemlerinde, katı atık üreticilerine gerekli eğitim ve bilinci kazandıramadıkları için büyük problemler yaşamaktadırlar. Problemin esas nedeni; katı atık toplama sistemlerinde yapılan ilke ve metod yanlışlıkları ve geri kazanılacak maddelerin ayrı toplanması sorumluluğunun halka verilmemesinden kaynaklanmaktadır. Belediyelerin sağlıklı bir çöp toplama modelinin oluşturulabilmesi için, şu sorulara mantıklı bir cevap bulmaları gerekir. “Çöp toplama aracı gelene kadar çöpü sağlıklı bir şekilde biriktirmek kimin görevi ?, Çöp kaplarının yeri neresi olmalı?, Geri kazanılabilir maddeleri ayrı bir kapta biriktirmek katı atık üreticilerinin görevi olabilir mi?”. Gelişmiş ülkeler bu sorulara mantıklı cevaplar bularak şu anki sağlıklı çöp toplama modellerini oluşturdular.

Ayrıca yerel yönetimlerimiz; katı atık yönetimi konusunda yeterli bilgi ve teknik elemana da sahip değillerdir. Bunun için, katı atıkların kaynağında ayrı toplanması taşınması ve insan ve çevre sağlığına zarar vermeyecek şekilde teknik usullere uygun olarak bertarafı için ne gibi projeler üretilmesi gerektiğini ve bu projelerin yatırım ve işletme maliyetlerinin ne olacağı konularında hemen hemen hiç bir bilgiye sahip değillerdir. Bu sebeple; yeterli tetkik yapılmadan atık bertarafı konusunda yabancı firmalara öncelik vererek çok büyük borçların altına giriyorlar. Oysa, düzenli katı atık depo sahası, ambalaj atıkları ayırma tesisi ve kompostlama ünitelerinde yerli teknolojilere ağırlık vererek bu gibi atık bertaraf tesisleri kurulabilir. Bu tezde yaptığımız araştırmada, düzenli depolama sahası inşasının yerli

teknoloji ile daha düşük maliyette inşa edilebileceği gerçeği ortaya çıkmıştır. Körfez İlçesi için yaptığımız katı atık yönetim projesinde depolama maliyeti 9,7 S/ton (yatırım+işletme) olarak çıkmıştır. İzmit ve Bursa Büyükşehir Belediye'since 1992 de yaptırılan etüdde düzenli depolama maliyeti sırasıyla 14,8 ve 13-14 S/ton olarak belirlenmiştir. Zira, düzenli depolama sahaları, yüksek teknoloji gerektirmeyen ve ülkemizin inşaat alanında ulaştığı birikim sayesinde rahatlıkla inşa edilebilecek alanlardır. Özellikle, büyük şehir belediyeleri haricindeki orta ölçekli belediyelerin katı atık depo sahası inşaatında yerli teknolojilere ağırlık vermeleri yönünde yönlendirilmeleri gerekir.





## BÖLÜM 10. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gelişmiş ülkeler yüksek teknoloji ve ekonomik şartlar sebebiyle Katı atık yönetimini sağlıklı bir yapıya kavuştururken gelişmekte olan ülkeler bu konuda önemli çevre sorunları yaşamaktadırlar. Genelde bu sorunların temelinde, aşağıda sıralanan kurumsal, finansal ve yasal darboğazlar görülür.

- Türkiye’de katı atık yönetim sorunları daha yeni yeni gündeme geldiğinden bu konuda hazırlanan kanun ve yönetmelikler yetersiz kalmaktadır. Ülkemizde aciliyetini hissettiren bölgesel atık modelleri konusunda yönetmeliklerde tek bir kelime dahi yoktur. Bu nedenle, atıkların düzenli olarak bertarafını sağlayacak idari değişikliklere bir an önce gidilmelidir. Bu doğrultuda özellikle bölgesel bazda atık yönetim planları ve atık yönetimi birimleri oluşturulmalıdır.

- Katı atık yönetiminde büyük bir bilgi ve tecrübe eksikliği söz konusudur. Katı atı depo sahalarının hazırlanması ve işletilmesi konusunda dahi bilimsel yollar takip eden belediye sayısı çok azdır. Bu nedenle, katı atıkların yönetiminde bilgi akışını sağlamak için merkezi idarelerin, yerel idarelerin, gönüllü kuruluşların, üniversitelerin ve sanayinin yerel yönetimlerin daha fazla işbirliği içinde olmaları gerekir.

- Bugün katı atıkların bertarafından sorumlu ve bu hizmetin yükünü çeken kurumlarımızın başında belediyeler gelmektedir. Ancak, çöp biriktirme kaplarının standartlarını belirleme yetkisi dahi yoktur. Oysa, çöp toplama sistemini kuracak ve işletecek olan kurumuz belediyelerdir. Bu sebeple, Evsel katı atık yönetimi sistemlerinin oluşturulması konusunda yerel yönetimlerin yetki, sorumluluk ve

denetim hakları netleştirilmeli, Merkezi yönetimden yerel yönetimlere doğru bir katkı devrine gidilmelidir .

- Bugün ülkemizde katı atıkların toplanması ve taşınması konusunda gelişmiş yöntemler uygulanmakta ve yerel yönetimler yaklaşık olarak bütçelerinin üçte birini bu işe ayırmaktadırlar. Bu nedenle, biriktirme aşamasında kullanılan çöp poşet ve kaplarının standart hale getirilmesi ve taşıma mesafesinin minimuma indirilmesi ile ilgili gerekli çalışmaların bir an önce yapılması gerekir. Katı atıkların toplanması ve taşınması konusunda genel standardizasyon belirlenerek yerel yönetimlerin bu standardizasyona uymaları teşvik edilmelidir .

- Bir çok belediye ve sanayici, yetersiz kaynak ve teknoloji sebebiyle katı atıklarını sağlıklı bir şekilde bertaraf edememektedir. Bu sebeple, sınırlı kaynakları optimum şekilde kullanmak ve bir araya getirmek suretiyle daha büyük tesislerin ortaklaşa kullanımını sağlamak gereklidir. Bir an önce, katı atıkların yönetiminde bölgesel birliklerin oluşturulması için çalışmalara başlanılmalıdır .

- Katı atık depo sahalarının inşası fazla bir teknoloji ve maliyet gerektirmemesine rağmen bugün ülkemizde sahaların sayısı çok azdır. Bunun en önemli nedeni yerel yönetimlerin bu teknolojiden habersiz olmalarıdır. Katı atıkların bertarafında düzensiz depolamanın önlenmesi için yerel yönetimlerin hızla düzenli depolama sistemlerini oluşturmaları teşvik edilmeli (yer seçimi, proje desteği ve ekonomik destekler gibi ) ve gerektiğinde yaptırım uygulanmalıdır . Katı atık deponi alanlarının inşası ve işletilmesi için bu konu ile uğraşan teknik elemanlar, tip projeler ve teknik rehberler hazırlayarak yerel yönetimlere yardımcı olmalıdırlar.

- Bugün katı atıkların düzenli olarak depolanması için yerel yönetimler yeterli finansman kaynağına sahip değildir. Atık bertaraf hizmeti için alınan Çevre Temizlik Vergisi bu yatırımlar için gerekli finansmanı sağlayamamaktadır. Örneğin Körfez Belediyesi 1997 yılında Katı Atık Yönetimini sağlıklı bir yapıya kavuşturmak istediğinde yaklaşık olarak atık bertaraf maliyeti 100 Milyar olmaktadır. Oysa, aynı yılda bu hizmetler için katı atık üreticilerinden toplayabileceği Çevre Temizlik Vergisi 24 Milyar olmaktadır. Bu nedenle, Çevre yatırımlarının (düzenli depolama alanlarının oluşturulması, vahşi depolama

alanlarının rehabilitasyonu, toplama ve taşıma hizmetlerinin geliştirilmesi, kompostlama tesislerinin kurulması v.b.) finansman yönünden desteklenmesi gerektiği zaruri olmaktadır. Çevre Temizlik Vergisi dışında “Atık Bedeli “ (toplama ve taşıma hizmetlerini kapsayan ) oluşturulmalı, atık bedeli üretilen çöpün miktarı ile orantılı olacak şekilde belirlenmelidir. “Atık Bedeli “toplama ve taşıma hizmetlerinin karşılığı olacak şekilde belirlenmeli, benzer şekilde düzenli depolama sahaları, kompost ve yakma tesislerinin sağlıklı işletimi için gerekli maliyetlere ton başına belirlenen katılım garanti altına alınmalıdır . Yerel yönetimlerin finansman yönünden kendilerine yeter hale getirilmelerinin akıcı yolu budur.

- Ülkemiz çöpleri yüksek organik madde ve nem oranı içermesi sebebiyle kompostlamaya elverişli olarak görülmektedir. Bu nedenle Katı atıklardan üretilen kompostun standartları oluşturulup gübre olarak değerlendirilmeleri yararlı olacaktır. Kompost tesisinin kurulması ve işletilmesinde Çevre Bakanlığı tarafından tip projeler oluşturularak ve kompost yöntemleri geliştirilerek bu alanda mesafe katedilmelidir.

- Son zamanlarda yerel yönetimler atıkların kaynağında ayrı toplanması için bir çaba içerisine girmişlerdir. Ancak seçilen metadlar bilimsel ve mantıksal dayanaklardan yoksun olduğu için arzu edilen başarı elde edilememektedir. Değerlendirilebilir atıkların kaynağında ayrı toplanması için sağlıklı metodların araştırılıp uygulamaya geçirilmesi giderek önem arz etmektedir.

- Ayrı toplama (cam, metal, plastik, kağıt, karton v.b. değerlendirilebilir atıklar ) ve değerlendirme sistemlerinin geliştirilebilmesi için yerel yönetim, sanayi ve ilgili bakanlıkların sorumluluk paylaşım ilkeleri içinde hareket edebilecekleri sistem ve modeller geliştirilmelidir . bu konuda Eko Ambalaj (fon yönetimi ) modeline benzer ülke şartlarına uygun sistemlerin oluşturulması için yeni yasal düzenlemeler yapılmalıdır .

- Atıkların kaynağında ayrı toplanmamasının önemli nedenlerden birisi de, katı atık üreticilerinin gerekli eğitim ve bilinç düzeyine ulaşamamalarıdır. Bu nedenle, ayrı toplama ve geri kazanım konularında eğitim çalışmalarına ağırlık verilmeli ve buna yönelik alt yapı oluşturulmalıdır . Ayrı toplamayı teşvik etmek için atık

bedellerinde indirimle gidilmesi geri kazanımı teşvik açısından faydalı bir uygulama olacaktır.

- Bölgesel atık (tehlikeli, tıbbi ve katı atık ) envanteri çalışmaları yapılmalı, bu çalışmalar rehber alınarak bölgesel tehlikeli atık yönetim idareleri oluşturulmalıdır .

- Deponi gazları ve diğer bertaraf yöntemleri ile belediyelerce enerji üretilmesi ilgili bakanlıklar tarafından teşvik uygulamalarına tabi tutulmalı ve gerekli yasal düzenlemeler yapılmalıdır .

- Ülkemizde katı atık konusunda yeterli bilimsel çalışmaların yapılamadığı ortadadır. Bu da atık bertaraf hizmetlerinin projelendirilmesi için gerekli verilerin elde edilememesi sonucunu doğurmaktadır. Bunun için, katı atık yönetimi konularında yapılacak bilimsel çalışmalar ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından desteklenmelidir .

## KAYNAKLAR

- 1- ALPEN, S . 1997. Bir Yönetim Sorunu: Çöpler. Ada kentliyim dergisi . s . 8. Ankara
- 2- AVCI, A.S. 1996. Avrupa Semineri. Yerel Yönetimler Dergisi s.3. Ankara.
- 3- AVCI, C. 1996 . Yerel Yönetimlerdeki Katı Atık Yönetimi ve Geri Kazanım Eğitim Semineri, İstanbul.
- 4- CURİ, K. ve KOCASOY, G. , 1992 Yeşil Nokta, Katı Atık ve Çevre Dergisi, s.6, İstanbul.
- 5- BRUNT, L.P. et al 1995. Katı Atık Yönetimi, Ç.M.O. yayını, Ankara
- 6- BUEKENS, A. ve P.K. PATRİCK, 1995 Katı Atık Yönetimi, Ç.M.O. yayını, Ankara.
- 7- BURSA B.B. 1994. Katı Atık Deponi Sahası Projesi Tanıtım Kitapçığı. Çevre Koruma Daire Başkanlığı yayını, Bursa.
- 8-ÇEVKO VAKFI. 1996. Geri Kazanım El Kitabı. Yerel Yönetimler Katı Atık Yönetimi ve Geri Kazanım Semineri. İstanbul.
- 9- GÖNÜLLÜ, M.T. v.d. 1996 İstanbul'da ev çöplerindeki geri kazanılabilir materyallerin araştırılması . Ekoloji Çevre Dergisi , s.19, İzmir.
- 10- ÇEVRE BAKANLIĞI. 1995. Küçük Ölçekli Belediyelerde atık depo alanlarının inşaat ve işletme klavuzu , Yayın no: 1, Ankara.
- 11- ÇEVRE BAKANLIĞI. 1996. III . Çevre Şurası Bildirileri . Çevre Bakanlığı , Ankara.

- 12- ÇEVRE MÜHENDİSLERİ ODASI. 1993. İzmir Temsilciliği Güncel Olaylar-Yerel Yönetimler Komisyonu, Çevre ve Mühendislik Dergisi, s.2,
- 13- DAĞ, C..M. 1993. Viyana'da doğa ile dost bir yakma tesisi, Çevre ve Mühendis Dergisi, s.2. Ankara.
- 14- D.İ.E., 1991 Belediye katı atık istatistikleri raporu , Ankara
- 15- D.İ.E. , 1994 Hane halkları kaynaklı çöp kompozisyon araştırması , Ankara
- 16- ERDEN, A.B. 1990. Çağımız ve Çevre Kirliliği, İstanbul.
- 17- ERDİN, E. 1992. Biyoçöp ve Kompost. Ekoloji Çevre Dergisi, s.5, İzmir.
- 18- ERGUN, O.N. 1993 Katı atık ders notları. 19 M.Ü. Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümü. (yayınlanmamış), Samsun.
- 19- GENOSİS, C. 1995. Katı Atıkların Emniyetle Depolanması, İller Bankası Türkiye-Kanada Katı Atık Sempozyumu, Ankara.
- 20- GÜRSEL, E. ve S. SOLMAZ, 1992. İzmit Belediyesi Çevre Entegre Projesi Fizibilite Raporu, İzmit B.B.
- 21- Incinerator Standarts. Incinerator Institute of Amerika, 1968.
- 22- İSTANBUL B.B. 1997. İstanbul Bulteni , s. Özel, İstanbul.
- 23- MARCOTTE, M. 1995. Katı Atıkların Emniyetle Depolanması, İller Bankası Türkiye-Kanada Katı Atık Sempozyumu, Ankara.
- 24- İzmit Büyükşehir Belediyesi Çevre Daire Koruma Başkanlığı 1997. İzmit.
- 25- KARPUZCU, M. 1984. Çevre Mühendisliği'ne Giriş. İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Ders Notları, İstanbul.

26- SİMARD, G. 1995. Katı Atıkların Emniyetle Depolanması, İller Bankası Türkiye-Kanada Katı Atık Yönetim Sempozyumu, Ankara.

27- PAMUKÇU, N. Katı Atıklar Kontrol Yönetmeliği Çerçevesinde Kota ve Depozite Uygulaması, Katı Atık ve Çevre Dergisi, s.7, istanbul.

28- PATRİCK, P.K. 1995. Katı Atık Yönetimi , Ç.M.O. yayını, Ankara.

29- ÖZER, Z. 1996. Biyoküyle Enerjisi. Bilim ve Teknik Dergisi s.342, Ankara.

30- ÖZKIDIK Ö.H. 1997. Kentsel Katı Atık Yönetiminde Temel Sorunlar Ve Öneriler. Ada Kentliyim Dergisi. S.8. Ankara.

31- Sincan Belediyesi Tanıtım Kitapçığı, 1997. Ankara.

32- TORUNOĞLU, E. 1997. Ada Kentliyim Dergisi, s.8, Ankara.

33- TÜRKÖZ, İ.O.1995, Çevreyi kim kirletiyor ?, Standart Dergisi , s. Özel.

34- ULUDAĞ, S. 1993. Merasin'de Çöp Sorunu, Çevre ve Mühendislik Dergisi.

35- WRAP- A Model For Regional Solid Waste Management Planning -Usa, Guide, EPA / 530 / sw 574, 1997.

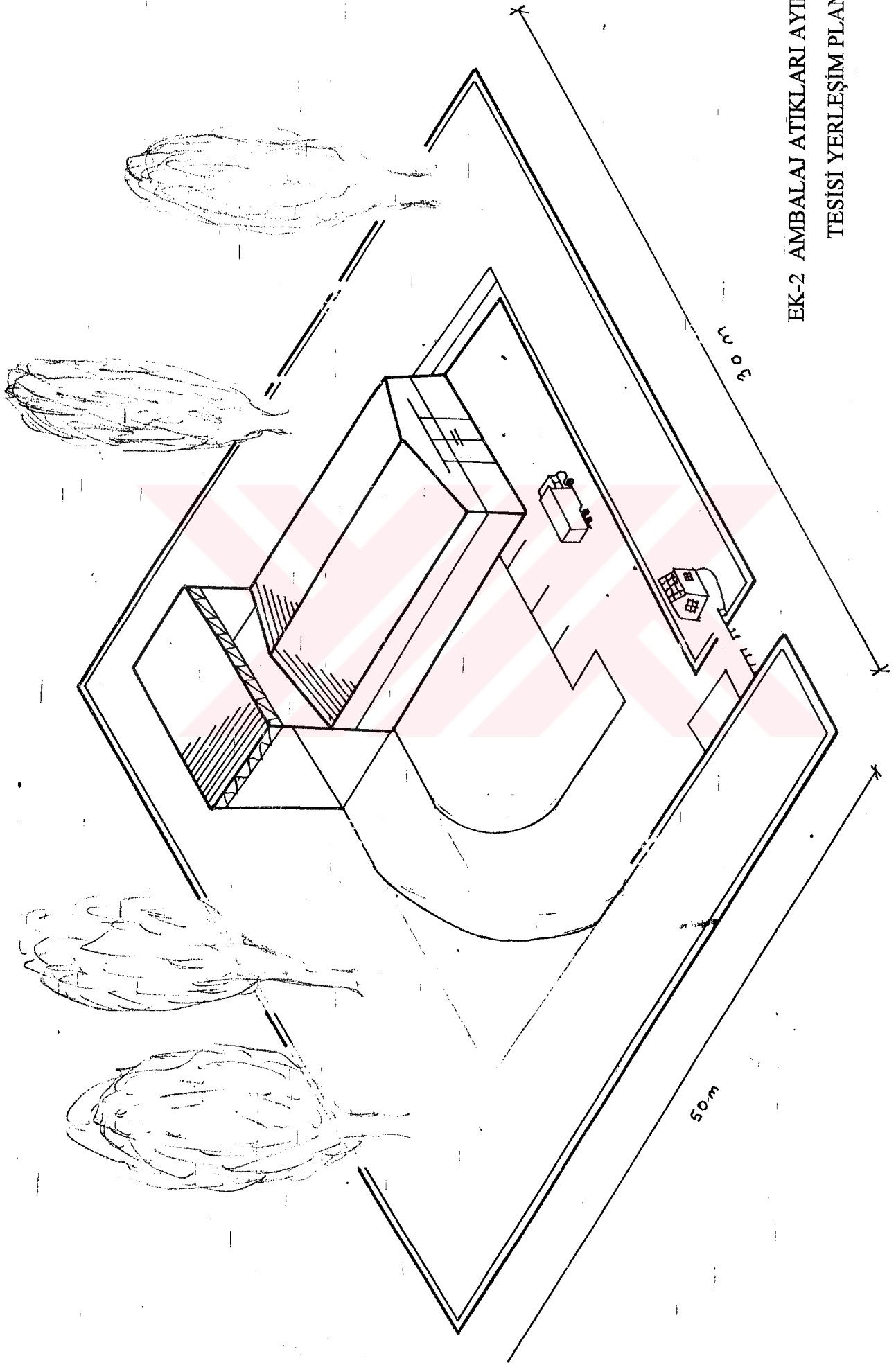
EK-1

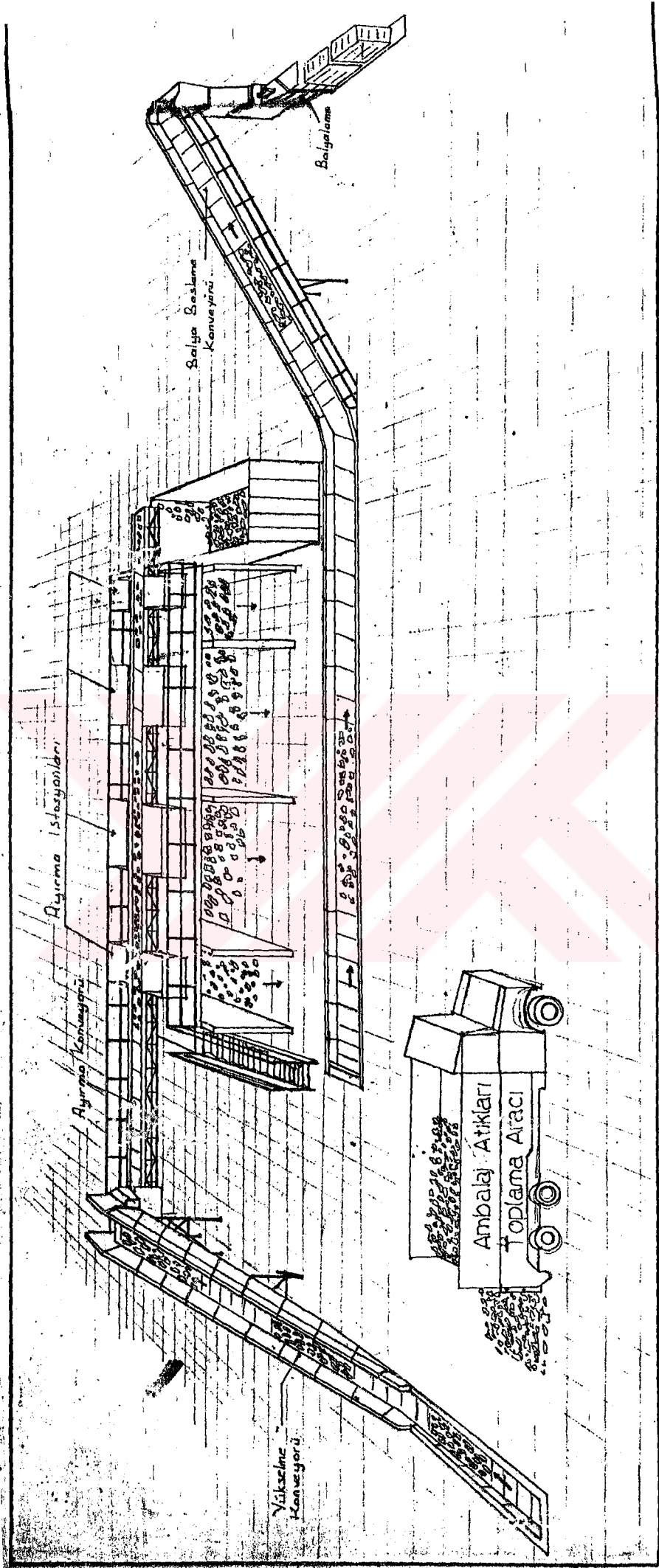
KAPLARINA DEPOZİTO VEYA KOTA UYGULANACAK MADDE VE  
ÜRÜNLER

- 1- Yoğurt ve kefirin dışında lezzet veren veya vermeyen süt ve süt ürünleri(ayran)
- 2- Yenilebilir sıvı yağlar
- 3- Meyve veya sebze suları ve meyve özü
- 4- Doğal su, kaynak suyu, maden suyu ve sofrası
- 5- Alkol içermeyen meşrubatlar
- 6- Alkollü, alkolsüz bira
- 7- Üzüm mayalandırılmasıyla yapılan şarap
- 8- Vermutlar ve ekstraksiyonla lezzetlendirilmiş üzümünden yapılan şarap
- 9- Elma şarabı, likör ve diğer mayalandırılmış içkiler
- 10- Hacimce % 80'den az alkol muhtevasıyla doğallığı bozulmamış, etil alkol, alkollü içkiler, çözeltiler ve diğerleri
- 11- Mayalanmış sirke ve seyreltik asetik asit
- 12- Deterjanlar (çamaşır ve mutfak)
- 13- Şampuanlar
- 14- Çamaşır suları
- 15- Çamaşır

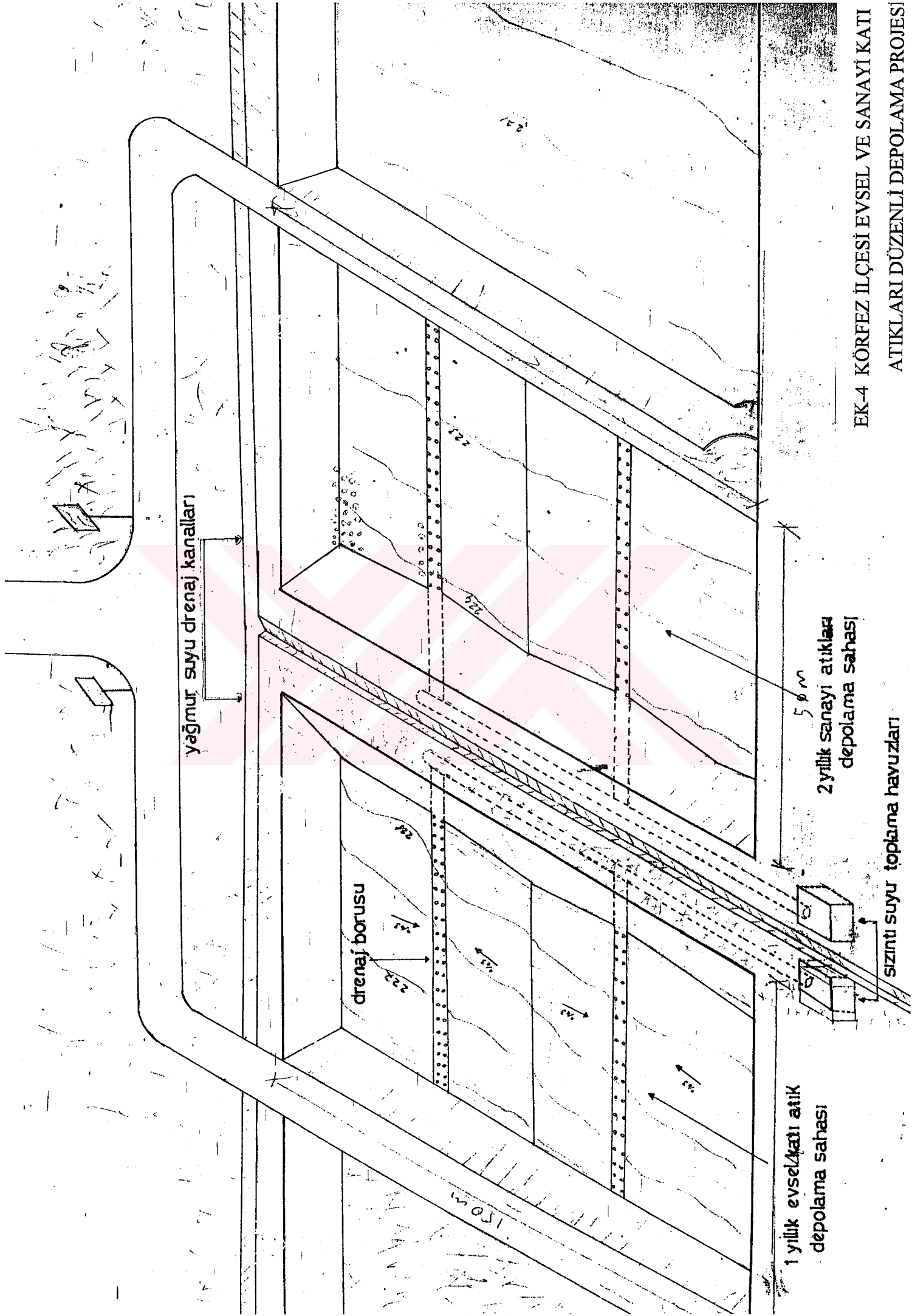


EK-2 AMBALAJ ATIKLARI AYIRMA  
TESİSİ YERLEŞİM PLANI





EK-3 KÖRFEZ BELEDİYESİ AMBALAJ AYIRMA TESİSİ PROJESİ



EK-4 KÖRFEZ İLÇESİ EVSEL VE SANAYİ KATI ATIKLARI DÜZENLİ DEPOLAMA PROJESİ

1 yıllık evsel/katı atık depolama sahası

50 m  
2 yıllık sanayi atıkları depolama sahası

sızıntı suyu toplama havuzları

## ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Trabzon'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Trabzonda tamamladı. 19 Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nden 1993 yılında Çevre Mühendisi olarak mezun oldu.

1995 yılından beri Körfez Belediyesi'nde Çevre Mühendisi olarak görev yapmaktadır.