

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM İL MERKEZİNDE KATI ATIK VERİLERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ, KATI ATIK TOPLAMA ve  
TAŞIMA OPTİMİZASYONU

Fikret BÜYÜKSOY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman : Prof.Dr. Orhan ÖZBAY

Erzurum  
Haziran 1994

## İÇİNDEKİLER

### SAYFA

ÖZET .....	i
SUMMARY .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	2
2.1. Katı Atıkların Tanımı .....	2
2.2. Katı Atıkların Sınıflandırılması .....	2
2.3. Katı Atık Miktarı .....	2
2.4. Katı Atık Kompozisyonu .....	3
2.5. Katı Atıkların İnsan ve Çevresine Etkileri .....	5
2.5.1. Toplum Sağlığı İle İlgili Etkileri .....	5
2.5.2. Yangın ve Patlamalar .....	5
2.5.3. Gaz Çıkışı .....	5
2.5.4. Sızıntılar .....	6
2.5.5. Diğer Etkiler.....	6
2.6. Türkiye ve Dış Ülkelerde Katı Atık Mevzuatı .....	7
2.6.1. Türkiye'de Katı Atık Mevzuatı .....	7
2.6.2. Dış Ülkelerde Katı Atık Mevzuatı.....	7
2.7. Katı Atıkların Toplanması ve Taşınması .....	8
2.7.1. Katı Atıkların Toplanması ve Toplama Kapları.....	8
2.7.2. Katı Atıkların Taşınması ve Taşıma Araçları .....	10

2.7.3. Transfer İstasyonları .....	11
2.7.4. Hastane Atıklarının Toplanması ve Taşınması.....	13
2.7.4.1. Ayırma ve Toplama .....	13
2.7.4.2. Taşıma.....	13
2.8. Katı Atıkların Değerlendirilmesi ve Bertarafı .....	14
2.8.1. Yakma .....	14
2.8.2. Piroliz .....	15
2.8.3. Kompostlaştırma .....	16
2.8.4. Düzenli Depolama .....	16
2.8.5. Geri Kazanma .....	18
2.9. Bazı Kent ve İlçelerimizde Katı Atık Yönetimi.....	18
2.10. Dış Ülkelerde Katı Atık Yönetimi .....	20
3. ERZURUM KENTİNDE KATI ATIK YÖNETİMİ.....	21
3.1 Erzurum Kentinin Özellikleri.....	21
3.2 Erzurum Kentinde Katı Atık Örnek Alanları.....	23
3.3 Erzurum Kentinde Katı Atıkların Toplanması ve Toplama Kapları.....	23
3.4 Erzurum Kentinde Katı Atıkların Taşınması ve Taşıma Araçları.....	24
3.5 Erzurum Kentinde Katı Atıkların Bertarafı.....	25
4.MATERYAL VE METOD.....	28
4.1 Örnekleme Yöntemi.....	28
4.2 Madde Grubu Tayini.....	28
4.3 Toplama ve Taşıma Veri Belirlemesi.....	29
4.4 Toplama ve Taşıma Optimizasyon Modeli.....	30
4.5 Katı Atık Değerlendirme Kriterleri.....	32
4.6 Katı Atık Depolama Sahası Modeli.....	32
5. SONUÇ.....	33
5.1 Erzurum Kent Merkezi Katı Atıklarının Kompozisyonu.....	33

5.2 Erzurum Kent Merkezi Katı Atıklarının Verim ve Masraf Değerleri..	34
5.3 Erzurum Kent Merkezinde Katı Atık Toplama ve Taşıma Optimizasyonun Sağlanması.....	36
5.4 Erzurum Kent Merkezi Katı Atıklarının Değerlendirilmesi.....	37
5.5 Erzurum Kent Merkezi Katı Atık Depolama Sahası Yer Seçimi.....	38
5.6 Erzurum Kent Merkezi Katı Atık Değerlendirme ve Bertaraf Tesisleri Fizibilite Etüdü.....	45
5.6.1 Yatırım Dönemi Bilgileri .....	45
5.6.2 İşletme Dönemi Bilgileri .....	45
5.6.3 Kâr-Zarar Durumu.....	46
5.7 Erzurum Kenti Mevcut Katı Atık Düzensiz Depolama Alanının Doğaya Kazandırılması.....	46
6.DEĞERLENDİRME.....	48
7. ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR	
EKLER	

## ÖZET

Katı atıklar,Türkiye'nin tüm yerleşim birimlerinde olduğu gibi Erzurum kent merkezinde de önemli çevre sorunlarından biridir. Bu çalışmanın amacı Erzurum kent merkezindeki katı atık verilerinin kullanılarak toplama,taşıma, değerlendirme ve bertarafı için sistem belirlemesidir.

İlk olarak bazı belediyelerle yapılan yazışmalarda elde edilen verilerin karşılaştırılması sonucunda Erzurum Belediyesi'nde katı atıkların toplanması ve taşınmasında verimin düşük, maliyetin yüksek olduğu belirlenmiştir.

EPA( Enviromental Protection Agency) yöntemiyle belirlenen 1/25.000 ölçekli haritanın i46-b1 Paftasının x (97-99) ve y(25-26) koordinatlarında bulunan Dolmaç Bayırı sırtı mevkiinde kurulacak tesislere yapılacak 12.420.000.000.TL yatırım ve 43.840.000.000 TL işletme masrafı ile 175.908.660.000.TL geri kazanım geliri sonucunda yıllık 119.648.660.000.TL net gelir elde edilebilecektir. Bunun yanında geri kazanılacak kağıt ve karton ile yıllık 620 bin ağaç ve 124 hektar ormanlık alan kurtarılabilir.

Ayrıca, mevcut düzensiz katı atık depolama alanının düzenlenerek doğaya kazandırılması ile Erzurum kenti hem önemli bir çevre sorunundan kurtarılacak, hem de bir mesire yerine sahip olacaktır.

## SUMMARY

Solid wastes are one of the important environmental problems in the centre of Erzurum as well as other urban areas of Turkey. The purpose of this study is to determine a system for collecting, transporting, making use and disposing the solid waste in Erzurum, using the data of solid wastes.

First of all, it was determined that in the collecting and transporting of the solid wastes by Erzurum municipality the cost is high and the profit is low, by comparing the data obtained from the studies by Erzurum municipality.

A net profit of 119.648.660.000 TL will be provided from the waste treatment plant which will be established in the section of 146-b1 of the coordinates of x (97-99) and y (25-26) in the map with 1/25.000 on Dolmaçbayırırsırtı determined by the method of EPA. The establishment and the operation cost will be 12.420.000.000 TL and 43.840.000.000 TL respectively with an income of 175.908.660.000 TL giving a net profit of 119.648.660.000 TL. In addition, 620 thousand of trees and 124 ha forest will have been saved by recovery of papers and carton.

Moreover, Erzurum area will get rid of an important environmental problem and also will have a picnic area by redesigning and cleaning the present waste stange area.

## TEŐEKKÖR

Yüksek Lisans danışmanlığını üstlenerek, beni yönlendiren, büyük destek ve ilgisini gördüğüm saygıdeğer hocam Prof.Dr. Orhan ÖZBAY'a yine çalışmalarımda bana yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer hocalarım Doç.Dr. Ilgar KIRZIOĞLU ile Doç.Dr. Nazmi TOPÇU'ya teşekkürlerimi ve şükranlarımı borç bilirim.

Haziran 1994

Fikret BÜYÜKSOY

## 1. GİRİŞ

Önemi hergün artan, ülkemizin hemen her bölgesinde çeşitli şekillerde görülen çevre sorunları, farklı sebeplerden ileri gelmektedir. Sebeplerin farklılığı yanında sorunların artmasına tesir eden faktörlerde değişiklik göstermektedir. Bunlar genel olarak nüfus artışı, düzensiz kentleşme, büyük yerleşim merkezlerine olan hızlı nüfus artışı ve sanayileşme gibi temel nedenlerin yanı sıra, her bölgeye göre değişen özel etkenlerin oluşturduğu faktörler olarak sıralayabiliriz.

Artan nüfus ve sanayileşme sonucunda ortaya çıkan katı atıkların miktarı ve çeşidi de artmaktadır. Bu artışa paralel olarak toplama ve taşıma araçlarına ait yatırım, işletme ve bakım giderleri ile işçilik giderleri de hızla yükselmektedir. Belediyeler her yıl bütçelerinin yaklaşık üçte birini katı atıkların toplama, taşıma ve bertarafı için harcamaktadır.

Eskiden müzahafat dedikleri çöp, süprüntü, döküntü çeşitli artıklar ve bu gün bilimsel literatürden dilimize de yavaş yavaş girmeye başlayan katı atıklar adını verdiğimiz konu, Dünyada olduğu gibi Türkiye'nin önemli bir kenti olan, büyükşehir olma yolunda adım atmış Erzurum kentinin başta insan ve çevre sağlığı olmak üzere ekonomisini ve yeni atılımı yapılan Kış Turizmi Master Planı çerçevesinde turizmini de yakından ilgilendirecek ve etkileyecektir.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Katı Atıkların Tanımı

14 Mart 1991 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği"nde katı atık, üreticisi tarafından atılmak istenen toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı madde şeklinde tanımlanmaktadır.

### 2.2. Katı Atıkların Sınıflandırılması

Araştırma konusunu teşkil eden çöp ve katı atıklar;

1. Oluştukları yerlere ve kökenlerine göre :

- Evsel çöpler
- İri hacimli çöpler
- Bahçe artıkları
- Sokak artıkları
- Esnaf, işletme ve sanayi artıkları
- Ahır ve mezbaha artıkları
- İnşaat molozları ve harfiyat toprağı
- Hastane artıkları
- Radyoaktif atıklar ve diğer özel atıklar olarak ayrılır (Erdin, 1990).

2. İçindeki maddelere göre :

- İri hacimli katı atıklar
- Yiyecek artıkları
- Kuru katı atıklar
- Küller olarak ayrılır (Anonymous, 1983).

### 2.3. Katı Atık Miktarı

Katı atıkların miktarını etkileyen en önemli faktörler; sosyal seviye, hayat standardı, ekonomik yapı, beslenme alışkanlıkları, iklim ve moda akımlarıdır (Tabasaran, 1978).

Yapılan araştırmalarda, İzmir kentinde evsel katı atık miktarının ortalama 0.6-0.8 kg/kişi/gün (Baştürk, 1990), İstanbul kentinde 1979 'da 0.72 kg/kişi/gün, 1986 'da 1.10 kg/kişi/gün, 1987 'de 1.18 kg/kişi/gün (Curi, 1990), Erzurum kentinde ise 2.38 kg/kişi/gün (Kırzioğlu, 1992) olduğu belirlenmiştir.

#### 2.4. Katı Atık Kompozisyonu

Bir yerleşim biriminde oluşan evsel nitelikli katı atıklar o kentte yaşayanların alışkanlıkları ve yaşam düzeyleri hakkında bilgi verebilmektedir. Alışkanlıklar ve özellikle ambalaj malzemesi türleri zaman içinde değişmekte ve yaşam seviyesindeki gelişmeler sonucunda gelecekteki katı atık bileşimlerini tam olarak belirlemek güç olmaktadır (Alyanak, 1987).

Katı atık kompozisyonunun belirlenmesine yönelik çalışmalar dünyada yıllardan beri yapılmaktadır. Katı atık kompozisyonu ülkelerin gelişme düzeyine göre farklılık göstermektedir (Tablo 2.1.).

Tablo 2.1. Değişik ülkeler için katı atık kompozisyonu (Karpuzcu, 1988)

Katı Atık Kompozisyonu	Belçika (%)	Almanya (%)	Fransa (%)	İsveç (%)	A.B.D. (%)
Organik Madde	23	21	24	12	23
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

Katı atık kompozisyonu kentler arasında değişim gösterebildiği gibi, mevsimler arasında da değişim gösterebilmektedir (Tablo 2.2.).

Tablo 2.2. Ülkemizdeki katı atıkların mevsimsel değişimi (Alyanak, 1987)

Katı Atık Kompozisyonu	YAZ (%)	KIŞ (%)
Organik Madde	50-80	18-65
Kağıt	6-21	3-15
Tekstil	0.5-3	0.8-2.5
Plastik	1.5-6	1.5-5
Ağaç, deri, lastik	0.2-0.8	0.2-0.8
Metal	0.5-2.5	0.3-2.4
Cam	1-4	0.5-3
Taş, Porselen	0.2-5	0.3-4
İnce Çöp, Kül	2-13	10-75

Tablo 2.3. 'de ise bazı kent ve ilçelerimizin tahmini katı atık kompozisyonu verilmektedir.

Tablo 2.3. Bazı kent ve ilçelerimizin tahmini katı atık kompozisyonu (Anonymous, 1992).

Katı Atık Kompozisyonu	Kayseri	Edirne	Trabzon	Bakırköy (İstanbul)	Yenişehir (Bursa)	Şahinbey (Gaziantep)
Evsel	23	25	40	80	12	74
İri Hacimli	10	2	5	2	5	2
Bahçe	7	8	5	4	12	5
Sokak	8	10	9	2	30	5
Esnaf	7	10	20	4	20	8
Sanayi	8	15	5	2	9	1
Mezbaha	9	15	2	1	2	1
Harfiyat	13	5	3	2	1	2
Hastane	5	5	6	2	5	2
Özel	10	5	5	1	6	1

## **2.5. Katı Atıkların İnsan ve Çevresine Etkileri**

### **2.5.1. Toplum Sağlığı İle İlgili Etkileri**

Bir katı atık bileşeni, özellikle uygun ısı şartları altında kısa sürede hastalık yapan organizmaların barındığı bir kaynağa dönüşebilir. Katı atıklardan hastalık taşıyan sinekler dizanteri, tifo, paratifo, yaz ishalleri, bağırsak parazitleri gibi pek çok salgın hastalığı taşıyabilmekte, diğer vektör olan fareler ise, sadece eşyaları tahrip etmek ve insanlar ile direkt temas etmekle kalmayıp, ayrıca hastalık taşıyan böcekleri de vücutlarında taşıyarak zararlı olabilmektedirler (Karpuzcu, 1988).

### **2.5.2. Yangın ve Patlamalar**

İşlem görmemiş katı atıkların toplama öncesi ve sonrası depolanması sırasında yangın ve patlama tehlikesi oldukça yüksektir. Zira katı atıklar içinde ufak bir kıvılcımla tutuşabilecek kağıt, plastik ve odun gibi bileşenler mevcuttur. Ayrıca organik maddelerin bazıları parçalanma özelliğine sahip olmadıkları halde, sıkışma neticesinde kendi kendine yanabilmektedir. Katı atık yığınlarındaki su içeriğinin yüksek olması hali, aerobik parçalanmayı hızlandırıcı etkisi sebebi ile, en az çok kuru şartlar kadar sakıncalıdır (Anonymous, 1983).

### **2.5.3. Gaz Çıkışı**

Katı -atıkların havasız ortamda bozulmaları sonucu başta metan olmak üzere karbondioksit, azot ve hidrojen sülfür gazları oluşmaktadır. Bu

gazlar bazı hallerde doldurma sahasına yakın evlerde metan zehirlenmelerine veya metan hava karışımlarının patlamaları gibi tehlikelere sebep olurlar (Anonymous, 1991). Nitekim yakın zamanımızda bu olay, İstanbul Ümraniye çöplüğünde meydana gelen metan gazı patlaması ile kendini kanıtlamıştır.

#### **2.5.4. Sızıntılar**

Organik atıkların bozulması sonucunda oluşan sızıntı suları, gerek katı atıkların bünyesinden ve gerekse temas ettikleri toprak katmanlarından aldıkları çeşitli guruplar sebebiyle oldukça kirlenmiştir. Sızıntı sularının Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ) değerleri 20.000 mg/l'tye kadar çıkabilmektedir ki, bu değer normal kanalizasyon BOİ değerlerinden 100 kat yüksektir (Anonymous, 1991).

#### **2.5.5. Diğer Etkiler**

Çeşitli iş kazaları ve yaralanmaların yanı sıra katı atık iş kolunda çalışanlarda çok değişik türde iş hastalıklarına, özellikle bulaşıcı hastalıklara, solunum yolu ve ağır yük kaldırma ile ilgili rahatsızlıklara sık sık rastlanmaktadır. Bunlara ilaveten, büyük kırık cam tabakalarının, zararlı kimyasal maddelerin ve ilaçların, yangına sebep olabilecek malzemelerin, ağır yağların, insektisit ve pestisitlerin, bunların ambalajlarının toplama kaplarına atılması, diğer canlıları olumsuz etkilemekle beraber, özellikle çocuklar açısından çok sakıncalıdır (Anonymous, 1983).

## **2.6. Türkiye ve Dış Ülkelerde Katı Atık Mevzuatı**

### **2.6.1. Türkiye'de Katı Atık Mevzuatı**

Türkiye'de katı atıklar ve çöplerle ilgili çıkarılan ilk kanunlar 3 Nisan 1930 tarihli ve 1580 sayılı Belediye Kanunu, 6 Mayıs 1930 tarihli 1593 sayılı Umumi Hıfzısıhha Kanunu ve 17 Mart 1922 tarih ve 442 sayılı Köy Kanunu'dur. Katı atık ve çöplerle ilgili olarak, 486 sayılı Umuru Belediyeye Müteallik Ahkamı Cezaiye Hakkında Kanununun 1 ve 10 ncu maddelerinde ve 765 sayılı Türk Ceza Kanununun 558 ve 559 ncu maddelerinde cezai müeyyideler verilmiştir.

Türkiye'de çevre ve buna bağlı olarak katı atıklarla ilgili mevzuat geliştirilmesine 1980'li yıllardan sonra başlanmış ve ilk olarak 9 Ağustos 1983 tarih ve 2872 sayılı Çevre Kanunu ile geniş çapta ele alınmıştır.

Bu kanunun çerçevesinde 14 Mart 1991 tarihinde katı atıklarla ilgili olarak Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği çıkarılmıştır. Bu yönetmelikte, katı atıkların üretimi, depozito ve kota uygulaması, toplanması ve taşınması, depolanması, kompostlaştırılması, yakılması, arıtma çamurları ve cezai hükümler yer almaktadır.

### **2.6.2. Dış Ülkelerde Katı Atık Mevzuatı**

Katı atık mevzuatı konusunda gerekli çalışmalar dış ülkelerde Türkiye'den daha önce başlamış olup, Türkiye'nin girme konusunda büyük çaba gösterdiği Avrupa Topluluğunda çevre ve buna bağlı olarak atıklar konusunda 1972 Paris Zirvesinde 4 eylem programı hazırlanmış, en

önemli eylem programı olan kirleticilerin diğer ortamlara taşınmasını önlemek için, kirlenme problemlerine karşı çok sektörlü ve global yaklaşım ilkesi komisyon tarafından 1986 Ekim ayında onaylanmıştır. Yine son yapılan Rio Zirvesinde de bu konu aynı temel ilkeler üzerinde esas alınmıştır. Ancak yine de bu kararlara rağmen gelişmiş ülkeler atıklarını geliştirmekte olan ve gelişmemiş ülkelere ihrac etmektedirler. Bu olay zaman zaman bizim ülkemize de yapılmıştır.

Almanya'da katı atıklarla ilgili mevzuat, her eyalet tarafından kendi durumlarına göre düzenlenmiş, Eyaletler Konseyine sunulurken mevzuat hazırlanmıştır. Katı atıkların toplanması, toplama kapları, taşınması, taşıma araçları, bertaraf yöntemleri, vergileri, cezai hükümleri eyaletlerin durumlarına göre ayrı ayrı belirlenmiştir.

A.B.D. katı atıklar konusunda 1965 yılında Katı Atıkların Yok Edilmesi Kanunu (The Solid Waste Disposal Act) çıkarılmış olup, bu kanun yürütülmesi için Katı Atıkların İdaresi Bürosu kurulmuştur.

Bu devletler dışında Suriye, İran, Rusya, Yunanistan, Bulgaristan, Romanya, Danimarka, Fransa, Hollanda, İngiltere ve İsviçre'de katı atıklar konusuna büyük önem verilmesine rağmen belirli bir kanun bulunmamakta, konu diğer kanunlar içerisinde ve belediye kararları ile mahalli idareler seviyesine indirilerek belirlenmiştir.

## **2.7. Katı Atıkların Toplanması ve Taşınması**

### **2.7.1. Katı Atıkların Toplanması ve Toplama Kapları**

Katı atıkların geri kazanılması veya uzaklaştırılması için yapılacak işlemlerin başında katı atıkların toplanması ve taşınması gelmektedir.

Katı atıkların toplanmasının maliyeti ortalama olarak, toplam maliyetin % 80 'ini teşkil eder. Bir toplama ekibi, biri şöför ve ikisi yükleyici olmak üzere üç kişi ve bir üstü kapalı motorlu araçtan meydana gelir (Karpuzcu, 1988).

Genelde topluma özgü yerlerin temizliğine, her gece yarısından sonra başlanarak ertesi sabahın ilk saatlerine kadar bitirilmektedir. Konut, işyeri gibi yerlerin katı atıklarının toplanması, yine mahalli belediye imkanlarına göre her sabah erkenden başlamak üzere, gündüzleri yapılmaktadır. Bu hizmetlerin, özellikle büyük kentlerin uzak ve yokuş mahalle, sokakları ile gecekondu semtlerinde gün aşırı, hatta haftada iki veya bir kez yapılabilirdiği bilinmektedir (Arun, 1972).

Kaynakta meydana gelen katı atıklar çöplerle birlikte atılan torbalarda biriktirilebileceği gibi, sürekli olarak kullanılan kaplarda da toplanabilmektedir. Şu anda kullanılan katı atık torbaları rütübeteye dayanıklı kağıttan veya plastikten yapılmaktadır. Bu torbalar, evsel katı atıklar için 60-70 litrelik, sanayi atıkları için de 110-120 litrelik hacimdedir (Erdin, 1990).

Katı atıkların toplandığı sürekli kullanılan kaplar, kolaylıkla taşınabilir olmalı, gerekirse tekerlekli yapıya sahip olmalıdır. İçinde kir tutmasını önleyecek bir şekle sahip olmalı, koku, böcek vs. 'nin etrafa yayılmasını önlemek için bir kapağı bulunmalı ve sağlam, paslanmaz bir malzemedен yapılmış olmalıdır (Curi, 1990).

Binalarda katı atık toplama işlemi de iki şekilde yapılabilmektedir. Çinli Postacı adı verilen katı atıkları kapıdan almak şeklindeki sistemde, katı atıklar belli günlerde belli saatlerde kapının önüne bırakılır ve buradan temizlik vasıtaları ile toplanır. Toplama ticari bölgelerde her gün,



meskenlerden ise en az haftada iki kere yapılmalıdır. Toplamda maliyeti azaltmak için toplama süresini ve vasıtanın kat ettiği mesafeyi asgariye indirmek gerekir. Dolayısıyla mümkün olduğunca az mesafenin birden fazla kat edileceği güzergah tercih edilecektir.

Seyyar Satıcı adı verilen katı atıkları konteynerlere atmak şeklindeki sistemde ise şehrin belli noktalarında bulunan konteynerlere boşaltma ana esas olmaktadır. Bu sistemden iyi sonuçlar alabilmek için herhangi bir evden konteynerin bulunduğu noktaya gidebilmek için 150 metreden daha uzun bir mesafe yürünmemelidir. Bu modelde, bir satıcının belli sayıda noktayı birbiri ardına ziyaret etmesi söz konusu olup bütün noktalar arasındaki mesafelerin bilindiği kabul edilerek satıcı için kesiksiz olarak bütün noktaları içeren en kısa güzergahın bulunması hedeflenir. (Curi, 1990).

### **2.7.2. Katı Atıkların Taşınması ve Taşıma Araçları**

Genellikle, katı atık torba, kutu, kova veya kaplarının ağızları bu taşıma araçlarının arka taraflarında bulunan katı atıkların boşaltılacağı deliklere tamamen uygun ölçüde olduklarından katı atıklar, torba, kutu, kova veya kaplardan bu araçların boşaltılırken toz veya kokuları ve içlerinden bazı parçalar dökülmeden aracın içine aktarılırlar.

Katı atık taşıma araçları, açık tip kamyonlar ve kapalı araçlar olarak iki kısımdadır. Açık tip kamyonlar, üzerinin açık olması nedeni ile hijyenik açıdan sakıncalı olup, kapalı araçlar ise sıkıştırma düzenli ve sıkıştırma düzeni olmayanlar olarak iki çeşittir. Açık tip kamyonlara göre daha hijyeniktirler (Erdin, 1990).

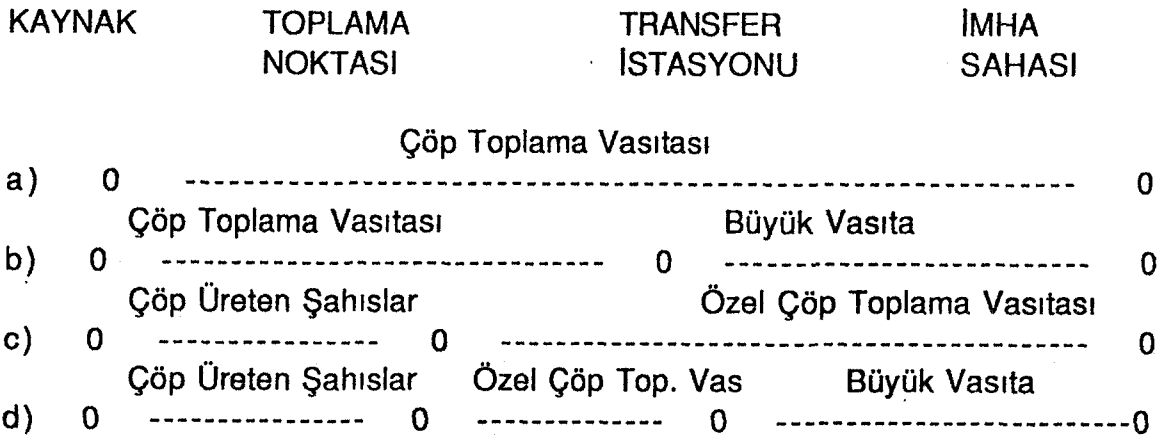
Taşıma araçlarının sahip olması gereken özellikleri ise;

- Boşaltmadan dolayı toz oluşmamalı ve kabın döküldüğü bölgede oluşan tozları emip, uzaklaştıran bir vakum cihazı ile donatılmalıdır.
- Boşaltma sahanlığı alçak olmalıdır.
- Yükleme bölgesi ve araç içi kolayca yıkanıp, dezenfekte edilmelidir.
- Taşıma araçları katı atıklardan çıkan suları damlatmamalıdır.

Kullanılan taşıma kamyonları 3-15 ton veya 5-20 m<sup>3</sup> veya 5-20 ton kapasiteye sahiptir. Bunun yanında transfer istasyonlarında kullanılmak üzere 45 m<sup>3</sup> hacme kadar çıkabilen kapasiteye sahip özel araçlar yapılmıştır.

### 2.7.3. Transfer İstasyonları

Katı atıkların kaynaktan imha sahasına taşınmasında kullanılan dört ana sistem vardır.



Şekil 2.1. Çöp Toplama Sistemleri

Transfer istasyonlu sistemin şu avantajları vardır;

- Taşıma masrafları düşer, geri kazanma işlemleri yapılabileceği için madde miktarında azalarak çevre sorunları önlenir
- Katı atık toplama işleminde görevli temizlik işçilerinin verimsiz çalışma saatlerini azaltır
- Trafiğin azalmasını sağlar
- Katı atık toplama vasıtalarının şehir içinde daha uzun süre görev yapmalarına imkan verir

Sistemin dezavantajları ise;

- Transfer istasyonu tesis masrafı
- Transfer istasyonu işletme ve bakım masrafı
- Transfer istasyonundan depolama sahasına gidecek araçların satın alma ve işletme masraflarıdır (Curi, 1988).

Almanya'da yapılan araştırmalarda;

- Günde üç sefer yapan bir taşıma aracında taşıma mesafesi 13-19 km'yi,
- Günde iki sefer yapan bir taşıma aracında taşıma mesafesi 25 km'yi
- Günde bir sefer yapan bir taşıma aracında taşıma mesafesi 45 km'yi aştığı takdirde bir transfer istasyonu gereklidir. Ayrıca nüfusu 50.000-60.000 olan bir bölgede transfer istasyonunun kurulması ekonomik olmaktadır.

Transfer istasyonunun gerekli olup olmadığı ve nerede kurulacağını belirlemesi arazi etüdüne ve ekonomik analize bağlıdır. Transfer istasyonu için yer seçiminde şu hususlar göz önünde bulundurulmalıdır;

- Transfer istasyonu katı atık üretim merkezine mümkün olduğunca yakın olmalıdır.

- Ana ve tali ulaşım yollarına yakın olmalıdır
- Çevreyi rahatsız edici durumlara yol açmamalıdır
- İnşaatı ve işletilmesi kolay olmalıdır

## **2.7.4. Hastane Atıklarının Toplanması ve Taşınması**

### **2.7.4.1. Ayırma ve Toplama**

Kesiciler, genel atıkla birlikte yok etmek için ve tehlikeli atıkla birlikte paketlenme ve ele alma için delici geçirmez kaplar içerisinde paketlenmelidir. Patolojik ve bulaşıcı atık ayrılmalıdır. Yüksek riskli bulaşıcı atık, işlemden geçirme ve yok etme için başlangıçta tercihen kaynağında sterilize edilmelidir. Aerosol kutuları gibi basınçlı kaplar yakma için ayrılan atık yok etme torbalarına bir defa kullanılıp atılan, nem geçirmez torbalara konulması ve plastik veya metal kaplar için astarlar kullanılmalıdır. Patolojik ve bulaşıcı atığı tanımlamak için renkli kodlu torbalar ve kablolar kullanılmalı, uygun sembollerle etiketlenmelidir. Radyoaktif atık uygun biçimde etiketlenmeli ve çürümeye izin verecek biçimde depolanmalıdır.

### **2.7.4.2. Taşıma**

İçeride atık genellikle başlangıçtaki depolama noktasından tranvaylar veya el arabaları yardımıyla bir toplama alanına veya yerinde yakma makinasına taşınır. Bazı modern hastanelerde atığını hareket ettirilmesi için pnömatik (Hava Basınçlı) boru hattı sistemleri kullanılır. Bu tür sistemler atığın elle düzenlenmesi gereğini azaltırken, hijyenik ve teknik sorunları artırabilirler. Patolojik ve bulaşıcı atık için kullanılmaları

uygun görülmez. Tehlikeli atık taşınırken, tüm kapların içindikiler ve bunların gizli tehlikesi araçta taşınan dökümanlarla tanımlanmalıdır.

## **2.8. Katı Atıkların Değerlendirilmesi ve Bertarafı**

Katı atıkların uzaklaştırılması için yöntem seçerken aşağıdaki faktörler dikkate alınmalıdır :

1. Halkın bedeni ve ruhi sağlığı olumsuz etkilenmemeli
2. Yerüstü ve yeraltı suları ile toprak kirlenmemeli
3. Bitki örtüsü ve canlılar olumsuz etkilenmemeli
4. Hava kirlenmemeli
5. Çevreye estetik açıdan zarar verilmemelidir (Curi, 1988).

Katı atık teknolojisinde bilinen beş yöntem mevcuttur.

### **2.8.1. Yakma**

Yakma tesisleri, kentsel, katı atıkların düzenlenmesinde gömmeye alternatif olarak bütün dünyada kullanılmaktadır. Katı atığın kendi kendine yanabilmesi için alt ısıl değeri en az 5000 kj/kg, ilave yakıtla yakılabilmesi için ise alt ısıl değeri 3300 kj/kg olmalıdır. Ayrıca yanmanın verimli olabilmesi için katı atığın; inorganik madde, organik madde ve su muhtevası değerlerinin uygun olması gerekmektedir(Borat,1990).

### **Avantajlar :**

- Yakma sonucunda atık maddelerde hacim olarak % 70-80, ağırlıkça ise % 60-70 oranında azalma sağlanır.

- Yanma tam olmuş ise katı atıklar dezenfekte edilmiş olur
- Çöp üretildiği yerde yakılırsa taşıma masrafları azaltılmış olur
- Yakma sonucu elde edilen ısı enerjisinden elektrik üretimi, ısınma, vs. yararlanılır.

#### **Dezavantajlar :**

- Yakma tesisleri pahalıdır
- Cürufun su ile soğutulması ve baca gazlarının temizlenmesi için kullanılan sulardan dolayı, 1 ton çöp başına arıtılması gereken 1 m<sup>3</sup> atıksu ortaya çıkar
- Bir ton çöp için 650 kg baca gazı noktasal kirletici kaynak olarak atmosfere verilir
- İyi yanmayan atıklar sebebiyle kötü kokulu baca gazları ve kalıntılar ortaya çıkmaktadır

#### **2.8.2 Piroliz**

Piroliz oksijensiz bir ortamda, çöpün termal olarak çürütülmesidir. Bu olay sonucunda organik maddeler H<sub>2</sub>, S, CO, CH<sub>4</sub>, CO gibi basit bileşiklere ayrılırlar. Meydana gelen ürünler, yanabilen gaz, yağlı bir sıvı veya katran ve atık cüruf maddelerini içerir (Patrick, 1979). Piroliz katı atıklarda hem fiziksel değişimler hem de kimyasal değişimler meydana getirir. Piroliz prosesi çoğu zaman endotermik olup, yüksek sıcaklıklarda egzotermiktir. Dolayısıyla atıklar ısıtılırken, önce enerji absorbe edilir, daha sonra serbest bırakılır (Erdin, 1988). Bu metodun en önemli avantajı yanma sonundaki kalıntının ekonomik değerinin olmasıdır.

### 2.8.3. Kompostlaştırma

Kompostlaştırma işlemi, katı atıkların biyokimyasal olarak ayrışmasıdır. Organik maddelerin ayrışmasıyla CO<sub>2</sub>, su ve stabil ürünler elde edilir. Kompostlaştırma işlemine iştirak eden mikroorganizmalar yüksek yapılı bitkiler gibi besin maddesi olarak C, N, S, P, Ca, Mg, K gibi maddelerden yararlanırlar. Kompostlaştırma olayına etki eden faktörler ise atığın su içeriği, havalandırma, ısı, Karbon / Azot oranı, zararlı maddeler, tane büyüklüğü, pH'dır. Kompostlaştırma işleminde reaksiyona bakteriler, aktinomüsetler, mantarlar, protozoalar, solucanlar vs. organizmalar katılırlar. Mantarlar 20-30 °C arasında kuvvetle çoğalırlar. Maddeleri indirgeyip vitamin, pigment, antibiyotik vb. bileşikler sentez edebilirler. Aktinomüsetlerde 30-40 °C da yaşarlar. 40 °C nin üzerinde ölürler. Daha sonra sıcaklık 60-65 °C ye çıkmakta ve sporlu bakteriler hızla çoğalmaktadır. Sıcaklık 70 °C ye kadar çıkar, bu derecede patojen mikroorganizmalar 2-3 hafta içinde ölürler. Sıcaklık daha sonra yavaş yavaş düşmektedir (Tabasaran, 1979).

### 2.8.4. Düzenli Depolama

Düzenli depolama; evsel, ticari ve bazı endüstriyel katı atıkların uygun bir arazide kontrollü, düzenli ve sağlık şartlarına uygun bir şekilde depolanması aktivitesidir. Bu yöntem çöpün bileşimine, tane büyüklüğüne, rutubet miktarına ve diğer özelliklere bakılmaksızın uygulanabilir tek yöntem olup oldukça ekonomiktir (Patrick, 1979).

Düzenli depolama için seçilen sahanın öncelikle geçirimsizliği sağlanmalıdır. Geçirimsizlik sağlanırken, çöplerden kaynaklanan süzüntü sularını toplayacak drenaj sistemi de yapılmalıdır. Daha sonra sahaya dökülen katı atıklar her gün en az 20 cm kalınlığında toprakla örtülür ve sıkıştırılır. Dolgu işlemi yapılırken, çürüme sonucunda oluşacak olan gazları uzaklaştırmak için gerekli boru tertibatı yerleştirilmelidir. Arazi tamamen dolduktan sonra 1.0 m toprak örtülüp sıkıştırılmalıdır (Curi, 1988).

Arazi seçiminde dikkate alınacak unsurlar; arazinin büyüklüğü ve ömrü, toprak cinsi ve topoğrafya, iklimsel şartlar ile jeolojik ve hidrolojik şartlardır.

**Avantajları :**

- Ekonomik olup ön yatırımı diğerlerine oranla en az olan yöntemdir
- Her türlü çöp için uygulanabilir olup katı atık miktarına göre kapasite arttırılabilir.
- Kullanılan araziden, diğer amaçlar için yararlanılabilir.

**Dezavantajları :**

- Kalabalık yörelerde, ekonomik taşıma mesafesi içinde uygun bir yer bulma zorluğu olup yerleşim yerlerine yakın deponi alanları için halkın muhalefeti ile karşılaşılabilir.
- Tamamlanmamış deponi alanlarından göçük ve yerel çökmeler olabileceğinden devamlı bakımı gereklidir.
- Sıvı ve gaz sızıntıları kontrol edilmezse, sakıncalı durumlar ortaya çıkabilir.



### 2.8.5. Geri Kazanma

Kalkınma çabasında ve ekonomik zorluklarla karşı karşıya bulunan, gelişmekte olan ülkelerin tabii kaynaklarından uzun vadede ve maksimum bir şekilde faydalanabilmeleri için atık israfına son vermeleri, ekonomik değeri olan maddeleri atıklardan geri kazanma ve tekrar kullanma yöntemlerini araştırmaları gereklidir. Artık madde; işleme tabi tutulan maddelerin tamamı istenilen ürünlere dönüşemez, belirli miktarlarda "artık maddeler" ortaya çıkar. Bu artık maddelerin bir bölümü (veya tamamı) geri kazanılabilir ve yeniden kullanılabilir. Geriye kalanı, yani ekonomik olarak bir fayda getirmeyen bölümü ise "atık" olarak adlandırılır.

Geri kazanılmış metalden bir ton alüminyum yapmak için gereken enerji, cevherden yapılacak alüminyum için harcanan enerjinin sadece % 4 'ü dür. Aynı şekilde bakır bileşimleri, demir-çeliğinde geri kazanılması için gereken enerji bu metallerin madenden çıkartılması için gereken enerjinin sadece sırasıyla % 13 ve % 19 'u kadardır. Aynı şekilde 1 ton kullanılmış kağıdın geri kazanılması ile 17 ağaç kurtarılmakta, 4100 kwh'lik enerji tasarruf edilmektedir.

### 2.9. Bazı Kent ve İlçelerimizde Katı Atık Yönetimi

Bazı kent ve ilçelerimizle yapılan yazışmalar sonucu katı atıkların toplanması ve taşınması ile ilgili veriler Tablo 2.4 'de verilmiştir.

Tablo 2.4. Bazı kent ve ilçelerimizin katı atık toplama ve taşıma verileri  
(Anonymous, 1992).

Kent, İlçe	1	2	3	4	5	6	7	8
Kayseri	420.000	230.000	200	8	1350	72	2-3	7
Antalya	800.000	73.000	309	9	-	34	-	23
Edirne	103.000	180.000	119	8	1850	22	4	15-20
Trabzon	200.000	80.000	110	8	180	25	5	5-10
Samsun	250.000	110.000	105	7.5	220	40	2	7
Karşıyaka	420.000	172.000	410	24	12.000	20	6	25
Bakırköy	2.000.000	500.000	600	8	52.000	90	3	18
Yenişehir	21.000	11.000	40	8	-	3	8	10
Şahinbey	435.000	90.000	250	8	9.000	30	2-3	7
Antakya	130.000	52.000	173	-	-	24	-	14
İskenderun	160.000	58.000	122	-	-	18	-	6
Dört Yol	50.000	11.000	30	-	-	5	-	8
Payas	35.000	13.000	31	-	-	6	-	10
Belen	30.000	7.000	14	-	-	2	-	-

Tablo 2.4 'de verilen sembollerde;

1. Katı atık toplama alanı nüfusu (kişi)
2. Yıllık katı atık miktarı (ton/yıl)
3. Toplama ve taşımada çalışan işçi sayısı (kişi)
4. Günlük çalışma saati (saat)
5. Toplama kabı sayısı (adet)
6. Taşıma aracı sayısı (adet)
7. Taşıma aracı günlük doldurma sayısı (defa)
8. Toplama ile döküm yeri arasındaki mesafe (km) şeklinde ifade edilmiştir.

## 2.10. Dış Ülkelerde Katı Atık Yönetimi

Suriye, İran, Yunanistan, Bulgaristan, Romanya, Fransa, İngiltere ve İsviçre'de katı atıklar ağızları kapalı çöplüklere ve eski semtlerde ise gecenin belirli saatlerinde sokaklara boşaltıldıktan sonra üstü kapalı veya açık kamyonlar ile taşınmaktadır.

Rusya'da katı atıklar konut ve işyerlerinden ağızları kapalı ve altlarına ayakla basıldığında kapakları açılıp kapanan kaplarda biriktirilmekte kamyonlarla taşınmaktadır. Bu kamyonların ön ve arka taraflarına içleri katı atık dolu kaplardan 6 'şar tanesi yerleştirilip taşınmaktadır. Almanya'da büyük kentlerin sokak ve caddelerindeki katı atıkların toplanması için bir günde 17-18 işçinin yapacağı işi gören makineler kullanılmaktadır.

Danimarka ve Hollanda'da belediyeler bir çok kentlere konut ve işyerlerinin kapılarına kağıt veya naylon torbalar dağıtılmakta bina sahipleri ve kiracıları katı atıklarını bu torbalara doldurup ağızları kapalı olarak kapılarının önlerine bırakmaktadır. Belediye bu çöp torbalarını yuvarlak ve dört köşe 150-800 litrelik plastik kaplara toplamaktadır. Amerika'da özellikle yiyecek maddeleri ayırtlanmış ve temizlenmiş ambalaj yapılmış halde satıldıklarından bunlardan fazla atık çıkmamaktadır. Çıkan katı atıklar ise naylon torbalarda ağızları kapalı vaziyette taşınmaktadır. Toplanan bu katı atıklar belediyelerin yaptığı ihale ve anlaşmalarla firmalar tarafından üstleri kapalı otomatik boşaltması olan taşıma araçlarına yüklenerek taşınmaktadır.

### 3. ERZURUM KENTİNDE KATI ATIK YÖNETİMİ

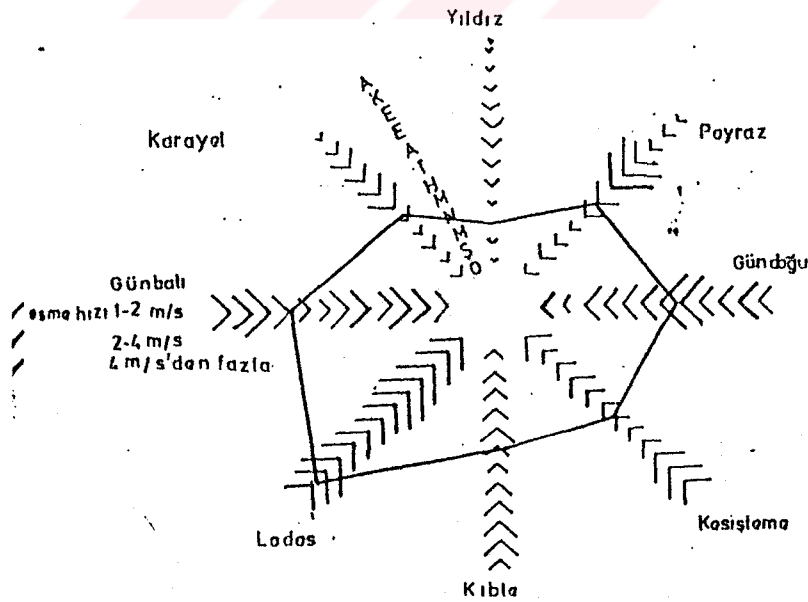
#### 3.1. Erzurum Kentinin Özellikleri

Erzurum ili, Doğu Anadolu Bölgesinin kuzey doğu kesiminde yer almaktadır. Genel sınırları içinde 24.768 km<sup>2</sup> olup, merkez ilçesinin alanı 2.892 km<sup>2</sup> yüzölçümü bakımından yurdumuzun dördüncü büyük ilidir. Dünyanın 2.000 m yükseklikteki plato üzerinde kurulu nüfusu 200.000 i aşkın sayılı şehirlerinden biri olan Erzurum kentinin yerleşim birimlerinin % 61 'i yüksek kesimlerde yer almaktadır. 1990 yılı nüfus sayımına göre merkez ilçenin nüfusu 242.391 'dir. Merkez ilçenin köyleri ile birlikte nüfusu 270.006 olup, Erzurum ilinin toplam il nüfusu 848.201 'dir. Türkiye'nin en şiddetli iklimi bu bölgede hüküm sürer. Baharları yağışlı, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve karlıdır. Yıllık ortalama sıcaklığı 6 °C olup en soğuk ay ortalaması -8.3 °C, en sıcak ay ortalaması 20.2 °C 'dir. Yılın yaklaşık 220 günü boyunca ortalama sıcaklık 8 °C nin altında seyreder. Yıllık yağış ortalaması 460.5 mm/m olarak kaydedilmiş olup, yağışlar düzensizdir. Nisbi nem % 60.3 'dür. Erzurum kentinin ortalama meteorolojik değerleri Tablo 3.1 'de, yine Erzurum kentine ait rüzgar gülü Tablo 3.2 'da verilmiştir. (Erzurum Meteoroloji Müdürlüğü, 1990). Erzurum Kentinde 72 mahalle, 800 sokak, 120 ana cadde, 7483 işyeri, 25053 bina, 47057 konut, 70 okul, 30 yurt, 98 cami ve 77 tarihi eser bulunmaktadır. Tablo 3.3 'de Erzurum Kentinin projeksiyon nüfuslarının tablo halinde gösterimi verilmiştir (Kırzioğlu, 1992).

Tablo 3.1. Erzurum Kentinin Ortalama Meteorolojik Değerleri  
(Erzurum Meteoroloji Müd., 1990)

Aylar Bileşen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort.
Sıcaklık (47 Yıllık)	-8.7	-7.0	-2.7	5.1	10.8	14.9	19.2	19.5	14.8	8.4	1.6	-5.2	5.9
Yağış (47 Yıllık)	24.4	29.1	38.5	52.1	74.3	54.6	28.7	19.3	27.7	46.0	36.1	23.1	453.9
Bularlaşma (26 Yıllık)	11.8	12.1	22.9	59.2	103.3	132.2	192.2	231.9	161.7	93.2	41.0	17.3	-
Nisbi Nem (46 Yıllık)	76	75	74	65	60	56	50	46	49	60	71	75	% 63
Rüzgar Yönü (38 Yıllık)	SE	S	SE	SSW	SSW	SW	WSW	SW	SSE	S	SSE	SSW	-
Rüzgar Hızı (38 Yıllık)	24.6	24.6	25.5	28.8	26.3	21.3	20.0	21.2	22.7	22.3	22.6	28.8	-

Tablo 3.2. Erzurum Kentine Ait Rüzgar Gücü (Erzurum Meteoroloji Müd. 1990)



Tablo 3.3. Projeksiyon nüfuslarının tablo halinde gösterimi  
(Kırzioğlu, 1992)

Metodlar	1995	2000	2005	2010	2015
1. Üssel Artış	292818	353736	427328	516229	623627
2. Bileşik Faiz	293137	354508	428728	518486	627035
3. En Küçük Kareler (Parabolik)	292534	330566	370888	413500	458402
4. En Küçük Kareler (Doğrusal)	271536	296972	322408	347844	373280

### 3.2 Erzurum Kentinde Katı Atık Örnek Alanları

Erzurum kent merkezinde oluşan katı atıkların türleri ve oluştukları alanları aşağıdaki şekilde sınıflandırabiliriz;

#### 1. Evsel katı atıklar:

a- Gelir düzeyi ve tahsil durumu yüksek kesim: Atatürk Mahallesi, Terminal Mahallesi vs.

b- Gelir düzeyi ve tahsil durumu orta kesim: Yenişehir, Köşk Mahallesi Gez Mahallesi vs.

c- Gelir düzeyi ve tahsil durumu düşük kesim : Harput Mahallesi, Çırçır Mahallesi vs.

2- Sanayi atıkları: Sanayi Mahallesi

3- Hastane atıkları: Araştırma Hastanesi, Numune Hastanesi vs.

4- Mezbaha atıkları: Kombina civarı

5- Esnaf atıkları: Cumhuriyet Caddesi, Taşmağazalar Caddesi vs.

6- Yaş sebze ve meyve atıkları: Sebze Hali civarı

Erzurum kentinin katı atık türleri ve oluştukları alanlara göre hazırlanan Çöp Kent Planı Ek:1'de verilmiştir.

### 3.3. Erzurum Kentinde Katı Atıkların Toplanması ve Toplama Kapları

Erzurum Kentinin katı atıkları Erzurum Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü'nün emrinde çalışan 530 işçisi ile 72 mahalle, 120 anacade ve 800 sokaktan toplanmaktadır. Katı atıkların toplanması işi sabah saat:6.00- 10.00 saatleri arasında Ek:1'de gösterilen şekilde yapılmaktadır. Katı atıklar ve çöpler evlerde biriktirme kaplarında biriktirilerek çöp konteynerlerine dökülmektedir(Resim:1).



Resim:1 Çöp biriktirme kabı

Çöp konteynerleri toplam 6 bin adet olup, 400 adeti 800 litrelik,2600 adeti 400 litrelik,3000 adeti ise 200-400 litreliktir(Resim:2).



Resim:2 Çöp konteyneri

Erzurum Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü'nün 1 saatlik toplama masrafı ise :  $\text{Personel}=200 \text{ kişi} \times 350.000 \text{ TL}/8 \text{ saat}= 8.750.000 \text{ TL}$  dir.

### 3.4 Erzurum Kentinde Katı Atıkların Taşınması ve Taşıma Araçları

Toplama kaplarında biriken katı atıklar Tablo:3.4'de belirtilen model ve kapasitede toplam 39 araçla taşınmaktadır(Resim:3).

Tablo 3.4.Erzurum Belediyesi Çöp Taşıma Araçları

Araçın Modeli	Sayısı	Sefer Sayısı	Kapasitesi (ton)
Mercedes	3	3	10
Cargo	7	3	10
Ford	9	3	10
140BMC	5	3	5
50 NC	8	4	3
TM-30 BMC	7	5	1



Atatürk Üniversitesi'nin kuruluşundan sonra burası terkedilmiş ve Abdurrahman Gazi yolunun güneybatısında Kars asfaltına yakın 3 km de bir yer seçilmiştir. Daha önce de Erzurum kentinin katı atıklarının değerlendirilmesi için bir çöp fabrikası kurulmak istenmiş, ancak gerek katı atık değerinin düşük olması, gerekse maddi imkansızlıklar nedeniyle kurulamamıştır (Anonymous, 1991).

Erzurum kentinin katı atıkları şu anda mülkiyeti Belediye'ye ait olan ve Ek 2 'deki haritada sarı renk ile gösterilen Çat yolu üzerindeki alana düzensiz olarak depolanmaktadır (Resim:4).



Resim:4 Mevcut çöp döküm alanı.

Bu düzensiz depolama alanında bir takım çevre sorunları meydana gelmektedir. Bunlar;

1. Düzensiz depolama yeri, Erzurum kenti üzerindeki hakim rüzgar yönü (SW-NE) üzerinde bulunmaktadır. Bu rüzgarın etkisiyle depolama alanındaki uçucu maddeler (kağıt, plastik, naylon, vs.) Yenişehir semtine,

Atatürk Üniversitesi'nin bahçesine ve çevresindeki otlaklara yayılarak çevre kirliliği yaratmaktadır.

2. Erzurum kentinin üzerinde kurulduğu ovanın hidrojeolojik yapısında düzensiz depolama alanının altında bulunan Karasu ırmağını besleyen yeraltı suyu kirlenmekte, eski bir dere yatağı, geçirimli bir tabaka olması sebebiyle de yeraltı suyu ve dolayısıyla akarsu kirliliği oluşmaktadır.

3. Düzensiz depolama sonucunda çeşitli mikroorganizmalar üremektedir. Bu mikroorganizmaların çeşitli taşıyıcılarla (rüzgar, kuşlar, kemirgenler) taşınması sonucu insan ve diğer canlılar etkilenmektedir.

4. Düzensiz depolama sonucunda, katı atıklardan basınç ve sıcaklık etkisiyle sıvı ve gaz ürünler oluşmaktadır. Gaz ürünlerin kendi kendine yanmasıyla hava kirliliği, sıvı ürünler ise sızıntı sularıyla su kirliliğine neden olmaktadır.

5. Gaz ürünlerden metan gazının ( $CH_4$ ) u birikmesiyle, patlamaya hazır bir ortam oluşmaktadır.

6. Yine gaz ürünlerden hidrojen sülfürün ( $H_2S$ ) rüzgarla yayılması sonucunda oluşan koku da çevredeki evleri rahatsız etmektedir (Büyüksoy, 1991).

#### 4. MATERYAL VE METOD

##### 3.1. Örnekleme Yöntemi

Erzurum kent merkezi katı atıklarının özellikleri farklı sosyo ekonomik ve şehircilik özellikleri dikkate alınarak seçilen üç pilot bölge ve ticaret merkezi olan caddeden periyodik olarak alınan örneklerde incelenmiştir. I. bölge sosyo ekonomik ve kültür düzeyi diğer kesimlere göre daha yüksek olan Terminal Mahallesi seçilmiştir. Kent merkezinin kültürel ve ekonomik yönden gelişmiş kesimidir. II. Bölge sosyoekonomik düzeyi orta düzeyde olan Yenişehir semti seçilmiştir. Toplu konutların bulunduğu bir uydu kent görünümündedir. Genelde memur kesimi yaşamaktadır. III. Bölge sosyoekonomik ve kültür düzeyi düşük olan Dağ mahallesi seçilmiştir. Yarı kırsal özellikler göstermektedir. IV. Bölge kent merkezinin ticaret-hanelerinin bulunduğu Taşmağazalar Caddesi seçilmiştir. Kentin alışveriş merkezi olup, halkın Pazar günleri dışında en yoğun olduğu bölgedir.

Bu bölgelerde katı atık kompozisyonu incelemesi bu kaplardan harmanlama-bölme yöntemi ile alınan 20 kg katı atık örneğinde gerçekleştirilmiştir. Alınan örnekler özel atıklar hariç; evsel, ticaret ve cadde atıklarını temsil etmektedir. Örnekleme, Köy Hizmetleri 10. Bölge Müdürlüğü Su ve Toprak Analiz Laboratuvarı ve Vilayet Binası zemin katında Çevre Koruma Vakfı tarafından hazırlanan Katı Atık Fiziksel Analiz Laboratuvarında 1 Eylül 1992 - 31 Ağustos 1993 tarihleri arasında, 12 ay süre ile ayda bir defa yapılmıştır.

##### 3.1.2. Madde Gurubu Tayini

Laboratuvara getirilen dört ayrı numune zaman geçirilmeden elle ayıklama yöntemiyle analiz edilmiştir. Fiziksel kompozisyon olarak; yedi madde grubu incelenmiştir. Bunlar : kağıt, plastik, tekstil-odun, toprak,

inorganik maddeler, organik maddeler materyalleridir. Madde gurupları kefeli terazide tartılarak değerler % ağırlık olarak ifade edilmiştir.

### 4.3 Toplama ve Taşıma Veri Belirlemesi

Erzurum kent merkezinde katı atıkların toplama ve taşınmasında verim ve masrafdeğerlerinin belirlenmesi ve karşılaştırma yapılabilmesi için Erzurum Belediyesi yanında Kayseri, Samsun Belediyeleri ile Bakırköy (İstanbul) ve Yenişehir (Bursa) Belediyeleri ile yapılan yazışmalarda Tablo 4.1. 'deki veriler alınmıştır.

Tablo 4.1. Belediyelere ait toplama ve taşıma verileri

Belediye Adı	AP	KG	TS	AB	TA	FK	AF	AT	VTAş	Ut	SZ
Erzurum	243.000	500	9	110	39	10.000	3	8	40	3	365
Kayseri	420.000	630	7	134	72	10.000	3	8	40	3	365
Samsun	250.000	302	7	86	40	10.000	2	7.5	40	3	365
Bakırköy	2.000.000	1370	18	200	90	10.000	3	8	40	3	365
Yenişehir	21.000	30	10	30	3	10.000	5	8	40	3	365

Tablo 4.1. 'de alınan verilerden yola çıkarak verim ve masraf ile ilgili formüller kullanılmıştır. Bu formüller;

- Günlük Toplama Zamanı (St),  

$$St = At - [AF \times (Tt + Ut)] \quad (h)$$
- Günlük Taşıma Zamanı (Tt),  

$$Tt = (Ts \times 2 / Vtaş) \quad (h)$$
- Toplama Verimi (SL),  

$$SL = (KG / 24) \quad (kg/h)$$
- Personel Verimi (PL),  

$$PL = (AP / 24) \quad (kişi/saat)$$

- Araçların Bir Saatlik Masrafı (M),

$$M = TA \times FK \text{ (TL)}$$

- Toplama Sıklığı (SZ)

$$SZ = \text{Toplama Günü} \times 364 / 7$$

- Günlük Toplama ve Taşıma Verimi (LT ton),

$$LT \text{ ton} = At - AF \times (Tt + Ut) \times SL \text{ (kg/gün)}$$

- Kişi Olarak Günlük Toplama ve Taşıma Verimi (LT kişi)

$$LT \text{ kişi} = At - Af \times (Tt + Ut) \times PL \text{ (kişi/gün)}$$

- Toplama Hizmeti için Ton Başına Düşen Masraf ( $\alpha$ ),

$$\alpha = (St \times M / LTton) \text{ (TL/ton)}$$

- Taşıma Hizmeti için Ton Başına Düşen Masraf (B),

$$B = (AF \times (Tt + Ut) \times M / LTton) \text{ (TL/ton)}$$

- Ton Başına Toplam Masraf ( $\gamma$ ),

$$\gamma = \alpha + \beta \text{ (TL/ton)}$$

- Toplama Hizmeti için Kişi Başına ve Yıla Düşen Masraf (ToHM),

$$ToHm = (St \times M \times SZ / LTKişi) \text{ (TL/kişi/yıl)}$$

- Taşıma Hizmeti için Kişi Başına ve Yıla Düşen Masraf (TaHM),

$$TaHM = (AF \times (Tt + Ut) \times M \times SZ / LTKişi) \text{ (TL/kişi/yıl)}$$

- Toplama ve Taşıma Hizmeti için Kişi Başına ve Yıla Düşen Masraf (TM),

$$TM = ToHM + TaHM \text{ (TL/kişi/yıl) (Erdin, 1990).}$$

#### 4.4 Toplama ve Taşıma Optimizasyon Modeli

Erzurum kent merkezi katı atıklarının toplanması ve taşınmasında optimizasyon sağlanması için aşağıdaki basamaklar uygulanmıştır:

1. Basamak: Erzurum kent merkezi mahallelere göre 71 alt bölgeye ayrılmıştır.
2. Basamak: Her alt bölge için kalabalık bölgelerde köşe noktalara birer 400 litrelik konteyner ve uzun mesafelerde 180 metre mesafede bir



konteyner konulmuştur. Her konteyner için nüfus 160 kişi alınmış ve nüfusa göre Tablo:5.4 hazırlanmıştır.

3. Basamak: Konteynerlerin yerleştirilmesinde ve güzergah belirlenmesinde aşağıdaki kriterler uygulanmıştır:

- a- Sokaklar mümkün olduğunca parçalanmamıştır.
- b- Geçilen bir yerden ikinci kez geçilmemiştir.
- c- Her araç için çalışma süresi 8 saat alınmıştır.
- d- Toplama işlemine garaj yakınından ileri doğru başlanmıştır.
- e- Yoğun trafiği olan yerler ve tek yönlü yollar dikkate alınmıştır.
- f- Sola dönüşler mümkün olduğunca aza indirilmiştir.

4. Basamak: Erzurum kent merkezinin 1/1000 lik imar planına göre her mahalle için yukarıda belirtilen kriterlerin uygulanmasıyla 71 mahallenin toplama planının yapılması geniş bir çalışma olacağı düşüncesiyle bu 71 mahalle yerine örnek olarak Ek:4'de Cumhuriyet Caddesi, Menderes Caddesi, Mumcu Caddesi, Taşmağazalar için toplama güzergahı planı sadece caddelerin 10 ton kapasiteli araçla toplanması hali için hazırlanmıştır.

5. Basamak: Bu çalışmada;

400 litrelik konteyner 340 kg,

günlük kişi başına katı atık miktarı 2,38 kg,

bir konteynerin taşıyıcı araca boşaltılma süresi 3 dakika,

toplama hızı 30 km/saat,

günlük taşıma saati 0,5 saat,

günlük dinlenme saati 0,5 saat

günlük çalışma süresi 8 saat olarak alınmış ve bu verilere göre her mahalle için 400 litrelik konteyner sayısı ve 10 ton kapasiteli araç sayısı ile bunlara bağlı olarak gerekli işçi sayısı belirlendi.

#### 4.5 Katı Atık Değerlendirme Kriterleri

Geri kazanılabilir maddeler için aşağıdaki birim fiyatlar tesbit edilmiştir:

Atık kağıt 1.100.TL/kg

Plastik,teneke 3.500.TL/kg

Odun,tahta 700. TL/kg

Kurulacak olan kompost tesisinden organik maddenin % 70'inden elde edilen (Anonymous,1990) kompost gübrenin birim fiyatı 1.900 .TL/kg olarak tesbit edilmiştir.

#### 4.6 Katı Atık Depolaması Sahası Modeli

Erzurum kent merkezi katı atıklarının geri kazanım değerlendirilmesinden sonra kalan yaklaşık 103.194 ton/yıl atığın depolanmasında EPA(Environmental Protection Agency) Yer Seçim Modeli kullanılmıştır.

Tablo 4.2'de EPA yer seçimi modeli aşamaları verilmiştir.

Tablo 4.2 EPA Yer Seçimi Modeli Aşamaları

Sahaların Ön İncelemesi	Ulusal veya Bölgesel Sınırlamaları Belirleyin	Uygun Çalışma Alanını Belirleyin	Alternatif Sahaları Belirleyin	Ekonomik Değerleri Belirleyin	Ön Saha Araştırmalarını Yapın	Uygun olmayan Sahaları Elimine Edin
Sahaların Esas İncelemesi	Teknik Parametrelerin Detaylı Belirlenmesi	Saha Araştırmalarını Yapın	Sahaları Değerlendirin	Sahaları Değerlendirin	Sahaları Puanlayın	

Sahanın Seçimi	Sahaların Ön Tasarımlarını Yapın	Sahaların Döküm sonu Arazi Kullanımını Belirleyin	Sahaların Yatırım,İşletme ve Taşıma Maliyetlerini Hesaplayın	Bölgesel Otoritelerinin Görüşünü Alın	Sahayı Seçin	Sahayı Satın Alın
----------------	----------------------------------	---	--	---------------------------------------	--------------	-------------------

#### 4.5 Katı Atık Değerlendirme Kriterleri

Geri kazanılabilir maddeler için aşağıdaki birim fiyatlar tesbit edilmiştir:

Atık kağıt	1.100.TL/kg
Plastik,teneke	3.500.TL/kg
Odun,tahta	700. TL/kg

Kurulacak olan kompost tesisinden organik maddenin % 70'inden elde edilen (Anonymous,1990) kompost gübrenin birim fiyatı 1.900 .TL/kg olarak tesbit edilmiştir.

#### 4.6 Katı Atık Depolaması Sahası Modeli

Erzurum kent merkezi katı atıklarının geri kazanım değerlendirilmesinden sonra kalan yaklaşık 103.194 ton/yıl atığın depolanmasında EPA(Environmental Protection Agency) Yer Seçim Modeli kullanılmıştır. Tablo 4.2'de EPA yer seçimi modeli aşamaları verilmiştir.

Tablo 4.2 EPA Yer Seçimi Modeli Aşamaları

Sahaların Ön İncelemesi	Ulusal veya Bölgesel Sınırlamaları Belirleyin	Uygun Çalışma Alanını Belirleyin	Alternatif Sahaları Belirleyin	Ekonomik Değerleri Belirleyin	Ön Saha Araştırmalarını Yapın	Uygun olmayan Sahaları Elimine edin
Sahaların Esas İncelemesi	Teknik Parametrelerin Detaylı Belirlenmesi	Saha Araştırmalarını Yapın	Sahaları Değerlendirin	Sahaları Değerlendirin	Sahaları Puanlayın	

Sahaların Seçimi	Sahaların Ön Tasarımlarını Yapın	Sahaların Döküm sonu Arazi Kullanımını Belirleyin	Sahaların Yatırım,İşletme ve Taşıma Maliyetlerini Hesaplayın	Bölgesel Otoritelerinin Görüşünü Alın	Sahayı Seçin	Sahayı Satın Alın
------------------	----------------------------------	---	--	---------------------------------------	--------------	-------------------



## 5. SONUÇ

### 5.1. Erzurum Kent Merkezi Katı Atıklarının Kompozisyonu

Erzurum kent merkezi katı atıklarının kompozisyonunun mevsimlere göre % oranları bölge bazında Tablo 5.1. 'de verilmiştir.

Tablo 5.1. Erzurum kent merkezi katı atıklarının sosyoekonomik yapı ve mevsimlere göre değişimi

Mevsim	Madde Gurubu	I. Bölge %	II. Bölge %	III. Bölge %	IV. Bölge %
Kış	Kağıt	18.10	15.30	11.20	24.50
	Plastik	3.60	2.70	3.60	9.30
	Odun	4.80	2.60	2.30	6.90
	Toprak	6.60	8.20	13.70	8.60
	İnorg. Md.	30.80	37.70	34.40	31.40
	Org. Md.	36.40	33.50	34.80	19.30
İlkbahar	Kağıt	24.20	17.25	13.30	21.30
	Plastik	6.60	5.20	4.30	8.80
	Odun	3.50	2.95	2.60	11.35
	Toprak	11.30	13.40	22.30	11.40
	İnorg. Md.	24.70	27.90	31.60	26.95
	Org. Md.	29.70	33.30	25.90	22.20
Yaz	Kağıt	22.40	17.10	15.20	24.30
	Plastik	11.80	10.90	16.10	8.10
	Odun	7.90	9.60	5.80	6.10
	Toprak	14.60	15.50	30.30	15.40
	İnorg. Md.	17.30	15.40	11.60	17.90
	Org. Md.	26.00	31.50	21.00	28.20
Sonbahar	Kağıt	20.10	13.30	9.40	24.40
	Plastik	7.30	5.40	4.30	7.00
	Odun	12.30	8.30	12.10	9.40
	Toprak	16.10	25.60	26.20	10.10
	İnorg. Md.	23.40	24.10	27.90	20.90
	Org. Md.	20.80	23.30	20.10	28.20

Tablo 5.1. 'e göre Erzurum kent merkezi katı atıklarının fiziksel bileşimi genel olarak Tablo 5.2. 'de verilmiştir.

Tablo 5.2. Erzurum kent merkezi katı atık genel fiziksel bileşimi

Madde Gurubu	Ağırlık (%)	Ton
Kağıt	18.20	38.394
Plastik	7.19	15.168
Odun	6.78	14.303
Toprak	15.58	32.868
İnorg.Md.	25.23	53.225
Org. Md.	27.02	57.002
TOPLAM	100.00	210.960

Ayrıca, Erzurum kent merkezinde taşıyıcı araç kapasiteleri ve 1990 ön nüfus sayımı sonuçlarına göre Atatürk Mahallesinde kişi başına günlük katı atık miktarı 2,93 kg, Yenişehir semtinde ise kişi başına günlük katı atık miktarı 2,88 kg olarak belirlenmiştir.

## 5.2. Erzurum Kent Merkezi Katı Atıklarının Verim ve Masraf Değerleri

Erzurum Belediyesi yanında Kayseri, Samsun, Bakırköy (İstanbul) ve Yenişehir (Bursa) Belediyeleri ile yapılan yazışmalarda Talo 4.1. 'deki verilerden yararlanılarak formüllerde yerine konulup elde edilen sonuçlar Tablo 5.3 'de verilmiştir.

Tablo 5.3. Verim ve masraf değerleri

Relative Adı	M	Sl.	Pl.	Ti	St	L.Tion	L.Tkişi	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	ToHM	TaHM	TM
Lacuna	390.000	20.800	10.125	0.45	2.35	48.880	23.794	18.750	82.580	101.330	33.040	145.513	178.553
Kaygan	500.000	26.300	17.500	0.35	2.05	53.915	35.875	27.380	134.210	161.590	30.785	150.923	181.708
Samsun	400.000	12.600	10.417	0.35	0.80	10.080	8.334	31.750	265.870	297.620	11.212	93.905	105.117
Polırcay	900.000	57.100	83.333	0.90	3.70	211.270	308.332	15.760	49.840	65.600	14.585	46.122	60.707
Yemeciler	30.000	1.300	875	0.50	9.50	12.350	8.313	23.080	42.510	65.590	80.020	147.403	227.423

### 5.3 Erzurum Kent Merkezinde Katı Atık Toplama ve Taşıma Optimizasyonunun Sağlanması

Erzurum kent merkezi katı atıklarının toplama ve taşıma optimizasyonu sağlanması için uygulanan basamaklar sonucunda Tablo 5.4 hazırlanmıştır.

Tablo 5.4 Erzurum Kent Merkezinde Katı Atık Toplama ve Taşıma Optimizasyon Verileri

MAHALLENİN ADI	SOKAK SAYISI	CADDE SAYISI	İSYERİ SAYISI	KONUT SAYISI	1990 ÖN NÜFUS SAYIMI	KONTEYNER SAYISI	TOPLAMA ZAMANI
Abdurrahman Gazi	50	4	34	1887	8951	80	5
Abdurrahman Ağa	15	3	90	406	1853	12	1
Aşağı Köşk	17	17	7	665	3148	21	1,8
Aşağı Sanayi	42	2	30	661	3778	25	2,1
Atalar	3	8	4	391	2188	14	1,2
Aşağı Mumcu	16	3	189	634	2695	18	1,5
Azizliye	54	5	37	1403	6955	46	3,8
Atatürk	5	2	7	863	10223	68	5,7
Avezpağa	21	9	789	284	1258	8	0,7
Ali Paşa	25	10	763	811	3470	23	1,9
Aşağı Yoncalık	15	1	48	324	1343	9	0,8
Bakırcı	11	3	82	224	1125	7	0,6
Camii Kebir	16	3	107	212	957	6	0,5
Cadit	6	6	108	280	921	6	0,5
Cafeliye	9	2	38	91	392	3	0,3
Çağlayan	30	6	439	650	3885	25	2,1
Çirçir	21	3	63	864	4654	30	2,5
Deriş Ağa	6	2	27	186	912	6	0,5
Dere	7	3	17	226	1122	7	0,6
Edip Somunoğlu	11	4	5	342	2270	15	1,2
Evren Paşa	12	6	325	727	4630	29	2,5
Emin Kurbu	13	3	141	490	2361	15	1,2
Emir Şeyh	25	1	52	1	1505	10	0,8
Gaziler	27	3	37	1288	7124	45	3,8
Gez Köyü	23	17	314	1798	8641	54	4,5
Hasanibaberi	17	1	9	380	1660	11	0,8
Hacı Cuma	17	14	85	239	1159	8	0,7
Habib Efendi	15	3	20	495	2384	15	1,2
Harpis	19	2	7	565	3320	21	1,8
İbrahim Hekki	7	1	3	98	600	4	0,2
İbrahim Paşa	6	2	49	169	765	5	0,4
İstasyon	8	9	102	885	3666	23	1,9
Kuloğlu	4	3	499	177	693	5	0,4
Karaköze	8	3	109	269	1363	9	0,8
Kazım Yurdalan	55	6	86	1408	8166	51	4,4
Kavak	13	2	24	520	2403	15	1,2
Köse Ömer Ağa	8	1	75	141	838	5	0,4
Kadına	17	1	32	372	1808	10	0,8
Kazım Karabekir	31	9	60	1738	8521	5	4,5
Kırmacı	18	6	59	965	4527	29	2,5
Lale Paşa	14	3	126	162	607	5	0,4
Makout Efendi	8	8	15	512	3332	22	1,9
Mehdi Efendi	20	3	25	494	2276	15	1,2
Mirza Mehmet	13	2	4	292	1070	7	0,6
Murat Paşa	18	7	150	797	2990	19	1,7
Mecidiye	8	2	10	286	1317	9	0,8
Narmanlı	12	5	83	186	845	6	0,5
Palandöken	14	1	5	344	2510	16	1,2
Rabie Hatun	18	1	17	707	2888	17	1,5
Sultan Melik	14	1	4	351	1649	11	0,8
Şayhler	10	6	72	486	1711	12	0,9
Şehitler	12	1	19	541	3478	20	1,7
Şükrü Paşa	38	5	222	1058	5065	32	2,6
Teğmeçit	19	1	39	484	1934	14	1,2
Topoğlu	18	6	333	516	1958	14	1,2
Vani Efendi	8	2	13	261	1177	9	0,8
Vaya Efendi	50	13	225	1183	6271	40	3,3
Yeşen Ağa	18	8	282	598	2660	8	1,3
Yunus Emre	48	5	59	1950	9414	59	4,7
Yukarı Köşk	9	5	15	758	3540	23	1,9
Yukarı Mumcu	9	5	214	363	1659	11	0,8
Yukarı Sanayi	87	4	389	1559	8215	52	4,4
Yukarı Yoncalık	18	1	46	438	1885	12	0,9
Yenişehir	67	17	108	7167	31202	193	16,3
200 Evler	-	1	5	253	2193	10	0,8
GENEL TOPLAM	1313	280	7483	47057	233975	1460	125,5

Tablo 5.4'deki veriler doğrultusunda:

Erzurum Kent Merkezi için gerekli 400 litrelik konteyner sayısı= 1490 adet.

Erzurum kent merkezi için gerekli 10 ton kapasiteli araç sayısı=

$$\frac{\text{Toplam Konteyner sayısı} \times 340 \text{ kg}}{10.000 \text{ kg}} = 51 \text{ Adet}$$

Erzurum kent merkezinde toplamada çalışacak işçi sayısı:

İşçi sayısı= araç sayısı x 2 kişi =102 kişi

Erzurum kent merkezinde katı atık taşımada çalışacak işçi sayısı:

İşçi sayısı = araç sayısı=şoför sayısı= 51 kişi

Süpürgede çalışacak işçi sayısı=50 kişi

Büro ve Atelye işçi sayısı 20 kişi olmak üzere toplam çalışması gereken işçi sayısı 223 kişi olarak belirlenmiştir.

#### 5.4 Erzurum Kent Merkezi Katı Atıklarının Değerlendirilmesi

Katı atıklarının ayrıştırılarak geri kazandırılmasıyla elde edilecek gelir miktarı Tablo 5.5'de verilmiştir

Tablo 5.5. Erzurum kenti katı atık geri kazanım değerleri

Atık Türü	Miktarı (Kg)	% 5 Kayıp (kg)	Değerlendirilen (Kg)	Birim Fiat (TL)	Tutarı (Kg/TL)
Kağıt, karton	38.394.000	1.920.000	36.474.000	1.100	40.121.400.000
Plastik maddeler	15.168.000	759.000	14.418.000	3.500	50.463.000.000
Odun, tahta, tekstil	14.303.000	715.000	13.588.000	700	9.511.600.000
<b>TOPLAM</b>	<b>67.865.000</b>	<b>3.394.000</b>	<b>64.471.000</b>		<b>100.096.000.000</b>

Bunun yanında kağıt ve kartonun geri kazanılmasıyla kurtarılacak ağaç ve ormanlık alan miktarı:

17 ağaç x 36.474 ton = 620.058 ağaç

620.058 ağaç x 2 metre kare = 1.240.116 metrekare

= 124 hektar ormanlık alan

Kurulacak olan kompost gübre tesisinden elde edilecek gelir miktarı :

Organik madde miktarı x %70 elde yüzdesi x 1900 TL/kg

57.002.000 kg/yıl x % 70 x 1900 TL/kg= 75.812.660.000 TL/yıl'dır

Erzurum kent merkezi katı atıklarının değerlendirilmesi sonucunda 1993 yılı birim fiyatlarıyla geri kazanım sonucunda 100 .096.000.000 TL, kompost gübre ile de 75.812.660.000 TL. olmak üzere toplam 175.908.660.000 TL. tutarında gelir elde edilecektir.

#### 5.5. Erzurum Kent Merkezi Katı Atık Depolama Sahası Seçimi

Erzurum kent merkezi katı atıklarının yapılacak projede değerlendirme işlemlerinden sonra kalan % 48,97'lik kısmına karşılık gelen 103.194 ton/yıl toprak, inorganik madde ve çok az organik madde miktarının düzenli olarak depolanması için Ek:2 'deki haritalarda S1 yeşil,S2 mavi ile renklendirilen alanlar belirlenmiştir. Bu belirlemede aşağıdaki kriterler esas alınmıştır.

1. Alternatif proje sahası rüzgar yönünün aksi istikametinde olmalıdır.
2. Alternatif sahanın zemini geçirimsiz olmalıdır.
3. Alternatif sahanın altında veya yanında yeraltı veya yerüstü suyu bulunmamalıdır.
4. Karayolları ile bağlantısı olmalıdır.
5. Alan geniş olup kente en az 20 yıl hizmet verebilecek kapasitede olmalıdır.
6. Örtü malzemesi harfiyat toprağından sağlanmalıdır.

7. Alanın kente mesafesi 1 kilometre olmalıdır.

8. Arazi mülkiyeti hazineye ait olmalıdır.

Bu kriterlerin uygulanması ile belirlenen alternatif sahalara ait değerlendirme verileri Tablo 5.6- Tablo 5.9'da verilmiştir



Resim 5 Alternatif alan 1(Dolmaç bayırı sırtı mevki)



Resim 6: Alternatif alan 2 (Laleli girişi)



**Tablo 5.6 Alternatif Sahaların Ön İncelemesi**

**Belediye : Erzurum**

**1/25.000 i 46-b1**

<b>Harita Referans</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>
Saha Adı	Dolmaç Bayırı sırtı	Laleli
Saha Yeri	x(97-99) y(25-26)	x(01-03) y(21-23)
Bölge Saha Kullanımı	Boş	Boş
Komşu Alan		
Saha Kullanımı	Boş	Boş
Taşıma Uzaklığı(Km)	4	8
Saha Mevcut Olanakları	P,W	P,W
Zemin Durumu	Geçirimsiz	Geçirimsiz
Toprak Özelliği	Kil taşı, Marn Konglomera, kumtaşı	Kil taşı, Marn Konglomera
Örtü Malzemesi Temini	E	G
Toplam Alan(Ha)	90	75
Kullanılabilir Alan(Ha)	83	67
Depolama Alanı (Ha)	72	57
İşletme Alanı (Ha)	11	10

Not: P= elektrik,T: telefon, W: su, S: Kanalizasyon

P: az F: orta G: iyi E: çok iyi



**Tablo 5.7. Sahaların esas incelenmesi ve değerlendirilmesi**

**Belediye : Erzurum**

**1/25.000 i 46-b1**

<b>Harita Referans</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>
Saha Adı	Dolmaç Bayırı sırtı	Laleli
Saha Yeri	x(97-99) y(25-26)	x(01-03) y(21-23)
Toplam Alan(Ha)	90	75
Kullanılabilir Alan(Ha)	83	67
Depolama Alanı (Ha)	72	57
İşletme Alanı (Ha)	11	10
Yeraltı Su Seviyesi(m)	-	-
Sahadaki Yüzey Suları	N	N
En Yakın Yerleşime		
Mesafesi (km)	2	1
Bitki Örtüsü	Yok	Yok
Sahanın Komşu		
Alanlara Etkisi	N	M

Not: N: hiç yok, M:az etki, U:İstenmeyen etki, P:Az, F: Orta,G:İyi,E:Çok iyi

**SAHALARIN PUANLAMA SİSTEMİ KULLANILARAK  
TEKNİK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**TABLO:5  
BELEDİYE: ERZURUM**

Düzenli Depolama Yöntemi	Amaçların Önem Sırasına Göre Değerlerinin Saptanması	Kriterler	Amaçların Karşılmasının Tam Değeri		S.1 Verilen Değer		S.2 Verilen Değer		Puan
			Max. Puan	Verilen Değer	Puan	Puan			
Saha Kamu Sağlığını Tehdit Etmemelidir	1000	-Yaraltı suyu kirlenmesi	10	294	10	294	9	285	
		-Yaraltı suyu kirlenmesi olasılığı	8	236	8	236	6	177	
		-Gaz tehlikesi	6	176	5	147	5	147	
		-Yüzeysuyu kirlenmesi olasılığıve tehlikesi	6	178	4	119	3	89	
		- Toz gördü ve koku	2	59	2	59	2	59	
		-Trafik kazası olasılığı	2	59	2	59	1	28	
TOPLAM			34	1000	31	914	26	765	
Saha Kamuoyu tarafından kabul Edilebilir Olmalıdır	900	-Gözden irak olması	10	231	10	231	8	185	
		-Ulaşım yolları	8	185	8	185	8	185	
		-Toz,gördü ve kokuya neden olmaması	7	162	7	162	7	162	
		- Yaraltı suyu kirlenmesi olasılığı	6	138	6	138	4	92	
		-Tamamlanmış sahanın faydaları ve istenimi	5	115	3	69	5	115	
		-İsrah edilmiş arazi kullanıcının istenimi	3	69	2	46	3	69	
TOPLAM			39	900	36	831	35	808	
Saha Ekolojisini tahrip etmeyen kaçınılmazdır.	600	- Bitki örtüsü	10	400	10	400	10	400	
		-Yoğunluğu ve türleri	10	400	10	400	10	400	
		-Çevre alanlarda Türleri,çeşitleri ve yoğunluk açısından mevcut gelişmeler	5	200	5	200	4	160	
TOPLAM			15	600	15	600	14	560	
Sahanın nihayi kullanımı bölgeye kabul edilmiş arazi kullanım planmasına uyum gösterilmelidir.	500	-Gelecekteki arazi kullanım planlarına uygunluk	10	313	5	157	8	251	
		-Mevcut arazi kullanıcı iyileştirme gereği	6	187	6	187	6	187	
		TOPLAM			16	500	11	344	14
Saha düzenli Depolama alanı olarak geliştirilmeye ve işletmeye uygun olmalıdır	400	- Saha ömrü	10	200	10	200	8	160	
		- Örtü malzemesi	5	100	5	100	5	100	
		-Yüzey sulanının merasının değiştirilme olanağı	3	60	3	60	3	60	
		-Sahaya ulaşabilecek	2	40	2	40	2	40	
TOPLAM			20	400	20	400	18	360	
TOPLAMPUAN			124	3400	113	3089	107	2931	

**Tablo 5.9 SAHANIN SEÇİMİ**

**BELEDİYE:ERZURUM**

Harita Referans	Saha Adı/ Yeri	Puanlama Sistemi Değeri	Depolama Yöntemi	Önerilen Saha kullanımı	Saha Ömrü (Sane)
I 46-b1					110
S-1/X(197.99), Y(25-26)	Dolmaçayırı	3089	Değerlendirme	Boş	
I46.B1			Düzenli Depolama		90 yıl
S-2/X(01-03), Y(21-23)	Laleli Mevki	2931	Değerlendirme	Boş	
			Düzenli Depolama		

Teknik Öncelikli Sıralama: 1.S1-

2.S2-

Maliyet Öncelikli Sıralama: 1.S1-

Gerekli Açıklamalar : 2.S2

Değerlendirme tesisleri ve düzenli depolama alanı için uygun saha Dolmaçayırı sırtı mevkiidir.

Erzurum kent merkezi katı atıklarının bertaraf edilmesi için uygulanacak proje alanı EPA (Environmental Protection Agency) yöntemine göre seçilen 1/25.000 lık I46-b1 paftasında X (97:99) ve Y (25-26) koordinatları arasında bulunan Dolmaçbayırı Sırtı mevki proje için uygun olacaktır.Bu alanın seçilmesindeki avantajlar;

1. Proje sahası hakim rüzgar yönünün aksi istikametinde olup, rüzgar etkisiyle koku ve mikroorganizmaların yayılmasını engelleyecektir.
2. Proje sahasının zemini kıltaşı ve marn cinsi sert ve geçirimsiz tabakadır.
3. Proje sahasının altında veya yakınında yeraltı ve yer üstü suları bulunmamaktadır.
4. Karayolları ile bağlantısı vardır.
5. Alan geniş olup,nüfusun 1990 yılı sayımlarına göre sabit kaldığı kabul edilirse kente en az 100 yıl hizmet verebilecek kapasitedir.
6. Örtü malzemesi harfiyat toprağından sağlanabilecektir.
7. Alanın kente mesafesi 2 km olup, taşıma maliyeti az olacaktır.
8. Arazi mülkiyeti hazineye aittir.

Dezavantajı;

1. Alanın zemininin sert olması nedeniyle depolama alanı için yapılacak harfiyat masraflı olacaktır. Bu da yatırım masrafını artıracaktır.
- Bu alan üzerinde hazırlanan projeler Ek:5 ve Ek:6'da verilmiştir

## 5.6 Erzurum Kent Merkezi Katı Atık Değerlendirme ve Bertaraf Tesisi Fizibilite Etüdü

### 5.6.1. Yatırım Dönemi Bilgileri

1. Etüd ve proje giderleri: 20.000.000 TL.
2. Arsa ve arazi bedeli: Arazi hazineye ait olduğu için bedel ödenmeyecektir.
3. Arazinin düzenlenmesi ve hazırlık yapıları: 800.000.000 TL.
4. Bina ve inşaat giderleri: 10.450.000.000 TL  
Kantar Binası : 200.000.000 TL  
Depo 2 adet : 7.000.000.000 TL  
İdari Bina : 1.000.000.000 TL  
Garaj : 2.000.000.000 TL  
Trafo : 250.000.000 TL
5. Makina ve teçhizat giderleri: 1.000.000.000 THL  
Katı atık ayrımı için palet ve depolara götürülmesini sağlayacak raylı sistem masrafı.
6. Genel giderler : 50.000.000.TL
7. Beklenmeyen giderler : 100.000.000.TL
- Toplam Yatırım Tutarı : 12.420.000.000.TL

### 5.6.2. İşletme Dönemi Bilgileri

1. Akaryakıt giderleri: 3.500.000.000.TL
2. Bakım onarım giderleri: 500.000.000.TL
3. Personel giderleri : 39.840.000.000.TL

Tablo 5.10 Personel Gider Tablosu

Ünvan	Adet	Aylık Maaş	Tutarı
Müdür	1	20.000.000.	240.000.000
Kontrol müh.	2	19.000.000.	456.000.000

Toplama işçisi	152	15.000.000 .	27.360.000.000
Taşıma işçisi	51	14.000.000.	8.568.000.000
Dep.İşçisi	17	14.000.000.	2.856.000.000
İdari Personel	3	10.000.000.	360.000.000
Toplam	226	92.000.000.	39.840.000.000

Toplam İşletme Tutarı : 43.840.000.000.TL

### 5.6.3. Kâr-Zarar Durumu

Değerlendirme gelirleri: 175.908.660.000 TL

Yatırım Gideri :12.420.000.000 TL

İşletme Gideri : 43.840.000.000 TL

GENEL NET KAR :119.648.660.000 TL

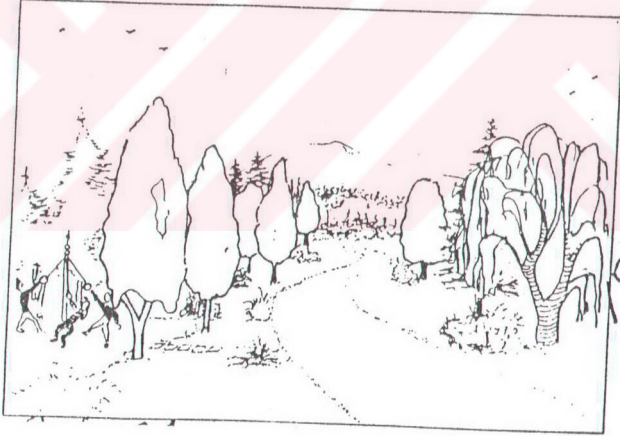
### 5.7 Erzurum Kenti Mevcut Katı Atık Düzensiz Depolama Alanının Doğaya Kazandırılması

Erzurum kenti katı atıklarının düzensiz olarak depolandığı mevcut alan yakın bir gelecekte terk edileceği için yapılacak bir peyzaj düzenlemesiyle doğaya kazandırılması gerekli olacaktır.

Öncelikle metan gazı patlamalarını önleyici gaz ve sızıntı suları drenaj borularının döşenmesi ayrıca, inşaat makineleri ile gerekli yayılımın yapılması gerekmektedir. Aynı bir yerden verimli kültür toprağının taşınarak çöp alanları üzerinde yayma ve düzenleme işlemi yapıldıktan sonra arazinin tekrar bitkilendirilmesi ve öncelikle de arazinin tamamı üzerinde çim ve yonca giller karışımı ekilmelidir. Diğer bitkilendirme çalışmalarında yörenin ekolojik özelliklerine göre ağaç ve çalı türleri ile bitkilendirme yapılmalıdır.(Kırzioğlu,1993).(Resim 7,7a)



Resim 7: Mevcut düzensiz katı atık depolama alanı



Resim 7a: Mevcut alanın doğaya kazandırılması



## 6. DEĞERLENDİRME

Erzurum kent merkezinin katı atıklarının fiziksel bileşiminde incelenen altı madde gurubu içerisinde I. bölgeyi temsil eden Terminal Mahallesi sosyo ekonomik ve kültür düzeyi yüksek bir bölge olup karakteristik özelliği itibarıyla oranları en yüksek madde gurupları kağıt ve organik madde (yaş sebze ve meyve) guruplarıdır. Bu madde guruplarının yüksek olması gelir düzeyinin de yüksek olduğunu göstermektedir. II. bölgeyi temsil eden toplu konutların bulunduğu uydu kent durumundaki Yenişehir semtinin memurların yerleşim birimi olması itibarıyla sosyo ekonomik yönden orta düzeyde bir bölge olup en yüksek madde gurupları inorganik ve organik madde guruplarıdır. Konutların genellikle yakıt olarak kömür kullanımı kış mevsiminde inorganik madde miktarını maksimum düzeye getirmiştir. III. bölge sosyo ekonomik ve kültür düzeyi düşük olan Dağ mahallesinin en yüksek madde gurupları toprak ve inorganik madde guruplarıdır. Yarı kırsal bir kesimi ifade eden bu bölgede halkın ekonomik gücünün az olması geri kazanılabilir madde oranının düşük olmasını sağlamış, bir nevi değerlendirilebilir maddelerin kaynağa ayrıştırılmadığını göstermektedir. IV. bölge esnafın bulunduğu ticarete merkezi olan Taşmağazalar caddesinin en yüksek madde gurupları kağıt, plastik ve odun gurupları olup, bu madde guruplarının yüksek olmasının nedeni mağaza ve dükkanlardan çıkan ambalaj malzemeleridir.

Erzurum kent merkezi katı atıklarının genel kompozisyonuna bakıldığında zaman, geri kazanılabilir madde oranı %32,17'dir. % 27,02'ye karşılık gelen organik madde miktarı dışında depolama için % 40,81'lik bir kısım kalmakta ve % 59,19'luk bir hacim azalması meydana gelmektedir. Bu da depolama sahasının ömrünü artırmaktadır.

Yine bu çalışmada incelenen belediyelerin toplama ve taşıma verileriyle

belirlenen sonuçlara göre nüfusu ve dolayısıyla atık miktarı en fazla yer İstanbul İli Bakırköy İlçe Belediyesi olup en az yer ise Bursa İli Yenişehir Belediyesi'dir. Toplama yeri ile boşaltma alanı arasındaki mesafe en fazla Bakırköy Belediyesinde olmasına rağmen verimi en yüksek, masrafı en düşük yer de yine aynı belediyedir. Araç ve personel sayısı bakımından yine atık miktarı ve nüfusu fazla olan Bakırköy Belediyesi ilk sırada yer almaktadır. Bu verilerden elde edilen sonuçlar itibarıyla toplama verimi, personel verimi ve masraflar bakımından en iyi değerler atık miktarı ve nüfusu fazla olmasına rağmen Bakırköy İlçe Belediyesinde bulunmaktadır. Erzurum Belediyesinde verim düşük ve masraflar fazla olmasına rağmen bir büyükşehir belediyesi olan Kayseri Büyükşehir Belediyesi ile aynı seviyededir.

Erzurum Belediyesi toplama ve taşıma sisteminde aşırı personel istihdamı ve araç sayısının yeterli olmasına rağmen belirli bir model belirlenmemiş, kent planı üzerinde yapılan günlük sevkiyatla toplama ve taşıma yapılmaktadır.

Erzurum kent merkezi katı atıklarının toplama ve taşıma optimizasyonunun sağlanabilmesi için 1490 konteynerin yeterli olduğu görülmüştür. Katı atıkların toplanma saati ise günlük 125.5 saat olarak yeterli görülmüş, toplama saati 51 araç ve 223 personel ile kapatılacaktır.

Geri kazanılabilir maddelerden kalan kısmın düzenli olarak depolanması ve diğer tesislerin kurulacağı alan EPA yöntemi ile Dolmaç Bayırı sırtı mevkiî proje alanı olarak belirlenmiştir. Kullanılabilir alanı 82 hektar olan bu alan mevcut nüfusun sabit kalması durumunda 110 yıl boyunca Erzurum kent merkezinin ihtiyacını karşılayacaktır. Yin aynı alan üzerinde kantar, depo, garaj ve idari binalar bulunacak proje alanı için 1993 yılı birim fiyatları ile yatırım tutarı 12.420.000.000.TL, işletme



tutarı 43.840.000.000.TL olarak belirlenmiş olup geri kazanım sonunda elde edilecek 175.908.660.000 TL miktardan sonra yıllık olarak 119.648.660.000.TL net gelir elde edilecektir. Geri kazanımı yapılacak kağıt ve kartondan sonra 620.000. ağaç ve 124 hektar ormanlık alan kurutulacaktır. Mevcut düzensiz depolama alanının doğaya kazandırılması ile hem bir çevre sorunu ortadan kaldırılacak, hem de Erzurum kenti bir mesire yerine kavuşmuş olacaktır.

Bu kriterlerin yanında genel olarak aşağıda ki hususlar da tesbit edilmiştir.

1. Yerel yönetimlerin katı atık yönetimi ile ilgili sağlıklı bir maliyet muhasebesi bulunmamaktadır.
2. Katı atıkların geri kazanımı ile ilgili hiç bir kurumsal çaba bulunmamaktadır.
3. Yerel yönetimler katı atıkların uzaklaştırılması için oldukça büyük paralar harcamaktadırlar.
4. Yerel yönetimler bütçelerinden önemli bir bölümünü ayırarak yaptıkları bu hizmet karşılığı herhangi bir gelir sağlamamaktadırlar.
5. İşçi ve araç verimi kıyaslandığında, büyük merkezlerde gerek işçinin gerekse araçların daha verimli kullanıldığı görülmektedir.
6. Kişi başına üretilen günlük katı atık miktarı hızla artarak aşırı tüketim toplumları seviyesine gelmekte, ancak geleceğe yönelik olarak hiçbir önlem düşünülmemektedir.
7. Yerel yönetimlerin katı atık bertrafında, değerlendirme yöntemlerinden kompostlama, biyogaz vs. konusunda hiçbir çalışma yapılmamaktadır.

## 7. ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma sonucunda Erzurum Kent Merkezi Katı Atıklarının toplanması, taşınması, değerlendirilmesi, bertarafında optimizasyon sağlamak ve genel katı atık yönetimi konusunda aşağıda belirtilen önerilerin uygulanması uygun olacaktır.

1. Evsel katı atıkların toplanmasında plastik veya rutubete dayanıklı kağıttan çöp torbalarının kullanımının yaygınlaştırılması uygun olacaktır. Çöp torbaları kullanımıyla bir toplama aracının çöp konteynerine boşaltılabilmesi için geçen süre 11 dakikadan 4 dakikaya inecektir. Bu sistemle toplama hızı yükselecek, verim artacaktır.
2. Katı atıkların toplanmasında atık türüne göre toplama sistemi geliştirilmesi uygun olacaktır.
3. Erzurum kent merkezi katı atıklarının toplanması, taşınması, geri kazanılması ve bertarafı için 1490 adet konteyner 51 taşıma aracı ve 223 personel yeterli olacaktır.
4. EPA yöntemiyle belirlenen Dolmaç Bayırı sırtı mevkiinde projesi hazırlanan değerlendirme ve düzenli depolama alanı en geç iki yıl içerisinde hizmete sokulmalıdır.
5. İstatistiki bilgiler için yıllık gelen katı atık miktarı, fiziksel ve kimyasal kompozisyonu belirlenmelidir.
6. Katı atıkların yönetiminde verimi artırıp, masrafı düşürmek için iyi bir organizasyon hazırlanmalıdır.
7. Katı atıklarda geri kazanılabilir maddeler değerlendirilebilir.
8. Mevcut düzensiz çöp depolama alanı düzenlenerek doğaya kazandırılmalıdır.
9. Geri kazanılabilecek maddelerin kaynaқта ayrımını sağlayabilmek ve

ekonomik olarak değerlendirebilmek için kağıt, plastik vs. maddeler için toplama kampanyaları ilgili kuruluşlar tarafından başlatılmalıdır.

10. Yeni yapılacak binalar için çöp bacaları şart koşulmalıdır.
11. Toplama ve taşıma hizmetlerinde çalışan personel sağlığı ve güvenliği uygulanacak yeni sistemde gözönünde bulundurulmalı ve en azından personel üç ayda bir sağlık kontrolünden geçirilmelidir.
12. Katı atıkları konusundaki devlet politikası netleştirilmeli ve ilgili yönetmelikler taviz vermeksizin uygulanmalı, ayrıca mevcut bulunan ancak kentlerin özelliklerine göre yetersiz olan kanun ve yönetmeliklerin, Belediye Encümeni Kararları ile tamamlanması ve desteklenmesi uygun olacaktır.
13. Komşu belediyeler imkanlarını birleştirerek merkezi toplama birimleri oluşturulmalı ve bu birimlerde katı atıkların değerlendirilmesi sağlanmalıdır.
14. Katı atıkların azaltılması, sınıflandırılarak biriktirilmesi, verimli bir şekilde toplanması ve taşınması, nihayet düzenli bir depolama yapılması hususlarında toplumun her kesimi ayrı ayrı eğitilmelidir. Tüketim politikasından vazgeçilmeli ve tasarrufa yönelmelidir.
15. Geri kazanımı imkansız hale getiren sıkıştırılmalı çöp kamyonu kullanılmasından kademeli olarak vazgeçilmelidir.

## KAYNAKLAR

1. ALYANAK, I., İzmir Kentinde Katı Atık Sorunları ve Alınan Önlemler, Çevre ve İnsan, s. 74-79, Yıl. 2, Sayı. 4, Haziran, 1987.
2. ANONYMOUS, Antalya Belediyesi Verileri, Antalya, 1992.
3. ANONYMOUS, Bakırköy Belediyesi Verileri, İstanbul, 1992.
4. ANONYMOUS, Çevre Bakanlığı, Çevre Kanunu, T.C. Resmi Gazete, 11.08.1983 gün ve 18132 sayı, Ankara.
5. ANONYMOUS, Çevre Bakanlığı, Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete, 14.03.1991 gün ve 20814 sayı, Ankara.
6. ANONYMOUS, Devlet Meteoroloji İşleri Erzurum Bölge Müdürlüğü Katalogları, 1990.
7. ANONYMOUS, Dört Yol Belediyesi Verileri, Hatay, 1992.
8. ANONYMOUS, Edirne Belediyesi Verileri, Edirne, 1992.
9. ANONYMOUS, Erzurum Belediyesi Verileri, Erzurum, 1993.
10. ANONYMOUS, Erzurum Valiliği İl Turizm Müdürlüğü, Turizm Envanteri, Erzurum, 1992.
11. ANONYMOUS, Ev Çöplerinin Toplanması, Ortadan Kaldırılması ve Yolların Temizlenmesi, O.E.C.E. Ekspertler Gurubunun Raporu, İ.T.Ü., 1978.
12. ANONYMOUS, Hatay Çevre Koruma Vakfı, Çevre Konferansları ve Çevre Bildirileri, s. 45-47, Hatay, 1993.
13. ANONYMOUS, İskenderun Belediyesi Verileri, Hatay, 1992.
14. ANONYMOUS, Kayseri Belediyesi Verileri, Kayseri, 1992.
15. ANONYMOUS, Erzurum'da Çöp Kompostunun Üretimi ve Kullanımı Üzerine Bir Araştırma, Erzurum, 1990
16. ANONYMOUS, Samsun Belediyesi Verileri, Samsun, 1992.

17. ANONYMOUS, Sanayi Bakanlığı, Şehirscl Çöp ve Katı Atıkların Değerlendirilmesi, Ankara, 1983.
18. ANONYMOUS, Türkiye'nin Çevre Sorunları 91, T.Ç.S.V. Yayını s. 375-403, Ankara, 1991.
19. ANONYMOUS, TÜSIAD, Avrupa Topluluğunda Çevre Politikaları ve Uygulamaları, Kasım, 1990.
20. ANONYMOUS, Yenişehir Belediyesi Verileri, Bursa, 1992.
21. ARUN, F., Türkiye ve Dış Ülkelerde Çöp Konusu, Ankara, 1972.
22. BÜYÜKSOY, F., Erzurum Kenti Katı Atık Sorunu ve Öneriler, Erzurum, 1991.
23. CURL, K., Katı Atıklar, Çevre ve İnsan Dergisi, s. 7-17, Eylül, 1988.
24. CURL, K., Katı Atık Tanımı, Toplanması, Uzaklaştırılması Kurs Notları, Katı Atık Kirlenmesi Araştırma ve Denetimi Türk Milli Komitesi, Boğaziçi Üniv., İstanbul, 1990.
25. DEMİNER, G., ŞENDAĞ, B., Hastane Katı Atıkları, Çevre ve Mühendis Dergisi, s. 10-12, Yıl. 1, Sayı. 4, 1991.
26. EKİNCİ, E., Katı Atık Tanımı, Toplanması, Uzaklaştırılması Kurs Notları, Katı Atık Kirlenmesi Araştırma ve Denetimi Türk Milli Komitesi, Boğaziçi Üniv., İstanbul, 1990.
27. ERDİN, E., Katı Atıklar Ders Notları, Dökuz Eylül Üniv., Müh.Mim. Fak. Çevre Müh. Böl., İzmir, 1990.
28. İNCİ, Ö., SAN, F., Hastane Atıkları Eğitim El Kitabı, İzmir Çevre Koruma Vakfı, İzmir, 1991.
29. JUNNINGER, H.D., Stuttgarter Berichte Zur Abfallwirtschaft Band 1., fachlehgang for Müll-und Abfallbesitungung ander Universitat Stuttgart, Çeviren : Adem Baştürk, Katı Atıkların Toplanması.

30. KARPUZCU, M., Su Temini ve Çevre Sağlığı, İ.T.Ü., 1985.
31. KARPUZCU, M., Çevre Mühendisliğine Giriş, İ.T.Ü., 1988.
32. KIRZIOĞLU, İ., Erzurum Kenti Katı Atıklar Sorunu Öneri Depolama Alanı Düzenleme Proje Çalışması, Erzurum, 1992.
33. KIRZIOĞLU, İ., Erzurum Kenti Çöp Depolama Alanının Doğaya Kazandırılması Üzerine Bir Araştırma, Ekoloji Dergisi, Sayı:8, S.25-29, 1993
34. KOCASOY, G., Katı Atıkların Toplanması ve Geri Kazanılması, Katı Atık Tanımı, Toplanması, Uzaklaştırılması Kurs Notları, Katı Atık Kirlenmesi Araştırma ve Denetimi Türk Milli Komitesi, Boğaziçi Univ., İstanbul, 1990.
35. PATRICK, P.K., Katı Atık Teknolojisinde Gelişmeler, İ.T.Ü., 1978.
36. PEAVY, H., ROWE, D., TCHOBANOGLOUS, G., Environmental Engineering, s. 594-627, 1986.
37. RAMBOL & HANNEMAN, Mersin Kompost Tesisinin Rehabilitasyonu Fizibilite Raporu, Mersin, 1991.
38. TABASARAN, O., Katı Atıkların Toplanması, Uzaklaştırılması ve Zararsız Hale Getirilmesi, Kurs Notları, İ.T.Ü., 1978.
39. WAGNER, K.D., Managing Medical Wastes, Environ. Sci. Techol. s. 1208-1210, vol. 25, No. 7, 1991.
40. Who, Management of Waste From Hospitals, Regional Office For Europe, Europe Reports and Studies 97, Copenhagen, 1983.

### EK 3

#### SEMBOLLER VE ANLAMLARI

- AP : Toplama Alanı Nüfusu (kişi)  
KG : Günlük Katı Atık Miktarı (ton/gün)  
Ts : Taşıma Hattı Mesafesi (km)  
AB : Çalışan İşçi Sayısı (kişi)  
SZ : Toplama Sıklığı (adet)  
At : Günlük Çalışma Saati (saat)  
AF : Taşıma Aracının Günlük Doldurulma Sayısı (adet)  
Vtaş : Taşıma Hızı (km/saat)  
TA : Taşıma Aracı Sayısı (adet)  
FK : Taşıyıcı Aracın Saatlik Masrafı (TL)  
Ut : Günlük Verimsiz Saat (saat)  
St : Günlük Toplama Zamanı (saat)  
Tt : Günlük Taşıma Zamanı (saat)  
SL : Toplama Verimi (ton/saat)  
PL : Personel Verimi (kişi/gün)  
LTton : Günlük Toplama ve Taşıma Verimi (ton/gün)  
LTkişi : Kişi Olarak Günlük Toplama ve Taşıma Verimi (kişi/gün)  
 $\alpha$  : Toplama Hizmeti için Ton Başına Düşen Masraf (TL/ton)  
 $\beta$  : Taşıma Hizmeti için Ton Başına Düşen Masraf (TL/ton)  
 $\gamma$  : Toplam Ton Başına Düşen Masraf (TL/ton)  
ToHM : Toplama Hizmeti İçin Kişi Başına ve Yıla Düşen Masraf  
(TL/ton/yıl)  
TaHM : Taşıma Hizmeti İçin Kişi Başına ve Yıla Düşen Masraf (TL/ton/yıl)  
TM : Toplama ve Taşıma Hizmeti İçin Kişi Başına ve Yıla Düşen Toplam  
Masraf (TL/ton/yıl)