

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Katı Ağı, Top. ve Tır. Opt. Üze, bir Araşı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ali Sait Güllü

1989

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
D.B. No. 45562

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KATI ATIKLARIN
TOPLANMASI VE TAŞINMASININ
OPTİMİZASYONU ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

ALİ SAİT GÜLLÜ

Yüksek Lisans Tezi

KATI ATIKLARIN
TOPLANMASI VE TAŞINMASININ
OPTİMİZASYONU ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Tez Yürütücüsü: Prof. Dr. Adnan Baştuğ

Bu çalışmada genel olarak katı atıkların özellikleri ve transfer verimlilikleri, kullandıkları gereklilikleri, toplama ve taşıma atıklarının minimum maliyet ile taşıma noktalarına etkili olarak bir araştırma çalışması yapılarak, bu işi bilgisayar bir programı geliştirilmiştir.



YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜH. ALİ SAİT GÜLLÜ

ÖZET

ABSTRACT

KATI ATIKLARIN

TOPLANMASI VE TAŞINMASININ

OPTİMİZASYONU ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Ali Sait GÜLLÜ

Yüksek Lisans Tezi

İnşaat Mühendisliği Bölümü

Ocak, 1990

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Adem Baştürk

Bu çalışma kapsamında genel olarak katı atıkların özellikleri ve transfer istasyonlarını kullanımının gerekliliği incelenmiş ve katı atıkların minimum maliyet ile son amaç noktalarına iletimi üzerine bir araştırma çalışması yapılarak, bu işi gerçekleştiren bir bilgisayar programı geliştirilmiştir.

ABSTRACT

Sayfa

OZET.....	1
ABSTRACT.....	11
A RESEARCH STUDY ON THE SOLID WASTE	
COLLECTION AND TRANSPORTATION SYSTEMS OPTIMIZATION	
TABLOLARIN LİSTESİ.....	VI

BÖLÜM I GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Önemi.....	1
1.2 Çalışmanın Amacı.....	1

Ali Sait Güllü

BÖLÜM II KATI ATIKLAR.....	M.S. in Civil Eng. 3
----------------------------	----------------------

M.S. in Civil Eng.

January, 1990

2.1. Katı Atıkların Kaynakları ve Özellikleri.....	3
2.1.1 Katı Atıkların Sınıflandırılması.....	4
2.1.2 Kaynaklarına Göre Katı Atıkların Sınıflandırılması.....	6
2.2 Katı Atıklarda İnsan Sağlığı Etkileri.....	7
2.3 Katı Atıkların Toplanması ve Değerlendirilmesi.....	8
2.4 Katı Atıkların Toplanması ve Değerlendirilmesi.....	11

Supervisor: Prof.Dr.Adem Baştürk

In the content of this study, the specification of solid wastes and the necessities of transfer stations are examined and the research study is carried out for the transportation of solid wastes to the final disposal points by minimum cost, a software has been developed for this aim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	v
TABLULARIN LİSTESİ.....	vi
BÖLÜM I GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Önemi.....	1
1.2 Çalışmanın Amacı.....	1
BÖLÜM II KATI ATIKLAR.....	3
2.1. Katı Atıkların Kaynakları ve Çeşitleri.....	3
2.1.1 Katı Atıkların Sınıflandırılması.....	5
2.1.2 Kaynaklarına Göre Katı Atıkların Sınıflandırılması.....	6
2.2 Katı Atıklarla İnsan Sağlığı İlişkisi.....	7
2.3 Katı Atıkların Bertarafı ve Yeniden Değerlendirilmesi.....	8
2.4 Katı Atıkların Toplanıp Uzaklaştırılması.....	11
2.5 Katı Atıkların İşlenmesi.....	15
2.5.1 Mekanik İşlemler.....	15
2.5.2 Isısal İşlemler.....	17
2.5.2.1 Yakma.....	17
2.5.2.2 Piroliz.....	19
2.5.3 Biyolojik İşlemler.....	20
2.5.3.1 Kompostlaştırma.....	20
2.5.4 Düzenli Depolama.....	22
2.5.5 Katı Atıkların Denize Boşaltılması.....	23
2.5.6 Gelişigüzel Atma veya Düzensiz Depolama...	23
BÖLÜM III TRANSFER İSTASYONLARI.....	24
3.1 Neden Transfer.....	24
3.2 Transfer İstasyonu Tipleri.....	25
3.2.1 Direk Boşaltmalı Sistemler.....	25
3.2.1.1 Konteynırlar.....	25
3.2.1.2 Üstü Açık Treylerler.....	26
3.2.1.3 Depolama Platformu.....	28
3.2.2 Hidrolik Sıkıştırılmalı Sistemler.....	29
3.3 Transfer İstasyonu Yer Seçimi.....	32

	<u>sayfa</u>
BÖLÜM IV KATI ATIK TOPLAMA VE TAŞIMA SİSTEMLERİ	
OPTİMİZASYONU.....	33
4.1 Sistem Analizi.....	33
4.2 Bilimsel Yöntemlerle Probleme Yaklaşım.....	33
4.2.1 Problemin Belirlenmesi.....	34
4.2.2 Modelin Geliştirilmesi.....	34
4.2.3 Modelin Çözümü.....	37
4.2.4 Modelin Test Edilmesi ve Çözümün Değerlendirilmesi.....	38
4.2.5 Yatırım ve İşletim Giderlerinin Tespiti...	38
4.2.5.1 Sabit Tesis Giderleri.....	38
4.2.5.2 Taşıma Giderleri.....	41
BÖLÜM V OPTİMİZASYON PROGRAMI.....	44
5.1 Bilgisayar Programı Hazırlanışı.....	44
5.2 Programların Listeleri.....	46
5.3 Örnek Çözüm.....	57
BÖLÜM VI SONUÇLAR.....	63
KAYNAKLAR.....	64
ÖZGEÇMİŞ.....	66
TEŞEKKÜR.....	67

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

TABLOLARIN LİSTESİ

	<u>sayfa</u>
Şekil 2.1 Katı Atık Akım Şeması.....	10
Şekil 2.2 Çöp Toplama Sistemleri.....	14
Şekil 2.3 Katı Atıkların Geri Kazanılması, Değer- lendirilmesi ve Yokedilmesinde Başlıca Metot Alternatifleri.....	16
Şekil 2.4 Tanner Üçgeni.....	19
Şekil 3.1 Konteynırlara Boşaltmalı Sistemler.....	26
Şekil 3.2 Treylerlere Boşaltmalı Sistemler.....	27
Şekil 3.3 Depolama Platformlu Sistemler.....	28
Şekil 3.4 Direk Sıkıştırıcıya Boşaltmalı Sistemler.....	29
Şekil 3.5 Yükleyiciyle Beslenen Sıkıştırıcı Sistemler..	30
Şekil 3.6 Eğimli Konveyör Bantlı Sıkıştırıcı Sistemler.	30
Şekil 3.7 Hidrolik İtici Sıkıştırıcı Sistemler.....	31
Şekil 4.1 Toplama Noktaları, Transfer İstasyonları ve Depolama Sahaları Arasındaki Muhtemel Tüm Taşıma Rota Alternatifleri.....	35
Şekil 4.2 7-12 ton Kapasiteli Taşıma Araçları için ton.km Başına Taşıma Maliyeti.....	43
Şekil 5.1 Örnek Sistem.....	57

TABLOLARIN LİSTESİ

	<u>sayfa</u>
Tablo 2.1 Kaynaklarına Göre Katı Atık Grupları.....	3
Tablo 2.2 Değişik Kaynaklarca Üretilen Katı Atık Tipleri ve Yerleri.....	4
Tablo 4.1 22509 ton/yıl Kapasiteli Transfer İstasyonu Gideri.	40
Tablo 4.2 Değişik Kapasitedeki Depolama Sahalarının Gideri...	41
Tablo 4.3 Taşıma Aracı Maliyetinin Hesabı.....	42
Tablo 4.4 Taşıma Araçlarının Şehirdışı Taşımalarda Yapabileceği Süratler.....	42

GİRİŞ

BÖLÜM I

1.1 Çalışmanın Önemi

Türkiye'deki büyük yerleşim merkezlerinde, katı atıkların etkin ve verimli bir şekilde toplatılması, taşıtılması, değerlendirilmesi ve uygun bir yöntemle zararsızlaştırılması yerel yönetimlerin artan nüfus ve endüstrileşmeyle beraber karşılaştıkları başlıca sorunlardır. Hızlı kentleşme, yaşam koşullarındaki değişmelere paralel olarak artan tüketim eğilimleri gibi nedenlerle kişi başına üretilen katı atık miktarlarında sürekli bir artış ortaya çıkmaktadır. Katı atık üretim hızındaki artış ve nüfus artışları, toplanması gereken katı atık miktarını önemli ölçüde yükseltmektedir. Ayrıca, toplama araçlarına ilişkin ilk yatırım, işletme ve bakım giderleri ile işçilik giderlerindeki sürekli ve hızlı artışlar katı atık toplama ve taşıma giderlerinde patlamalara neden olmuştur. Baştürk'ün yaptığı bir çalışmadan görülmüştür ki, katı atık bertarafı için yapılan harcamaların çok önemli bir kısmı (%94 Düzenli Depolaması olan şehirlerde, %87 Kompost Tesisi olan şehirlerde, %62 Yakma Tesisi olan şehirlerde) toplama ve taşıma için kullanılmaktadır^[1].

1.2 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada katı atık toplama ve taşıma sistemi maliyetini etkileyen başlıca parametreler belirlenerek bir matematiksel gider modeli ve bir yazılım geliştirilmiştir, bu yazılım yardımı ile transfer istasyonlarının kullanılacağı bir uzun vadeli sistem tasarlanarak, toplam gideri en aza indirecek seçenek belirlenebilecektir. Optimizasyon çalışması içerisinde, değişik sayı ve kapasitedeki transfer

istasyonu ve depolama sahasi kombinasyonlarının kullanılması durumundaki toplam gider ve her seçenek için toplama bölgelerinden istasyonlara taşınacak katı atık miktarlarını belirleme işlemi ele alınmıştır.

Bu amaçla, çalışmanın ikinci bölümünde, katı atıkları sınıflandırma, taşıma metodları, geri kazanım, değerlendirme ve yoketme sistemleri gibi genel konular işlenmiş, üçüncü bölümde transfer istasyonları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Dördüncü bölümde ise geliştirilen model, modelin çözümünde kullanılan ve modelin amaca uygun hizmet edebilmesi için gerekli olan yatırım ile işletme giderlerinin sağlıklı bir şekilde tespiti anlatılmıştır. Beşinci bölümde ise optimizasyon programının çözüm mantığı anlatılmaya çalışılmış, bir örnek çözüm ile sonuçlar sunulmuştur. Son bölümde ise sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır.

BÖLÜM II

KATI ATIKLAR

Tablo 2.2 Değişik Kaynaklarca Üretilen Katı Atık Tipleri ve Yarıları

2.1. Katı Atıkların Kaynakları ve Çeşitleri

Kaynak Katı Atık Üreten Katı Atık Çeşitleri

İnsanların sanayi ticaret tarım sosyal hizmet veya buna benzer alanlarla evlerdeki çeşitli aktiviteleri sonucunda üretilen sıvı veya gaz olmayan atıklara 'Katı Atıklar' denir. İnsanların hemen hemen tüm aktivitelerinden doğan katı atıklar genel olarak kaynaklarına göre altı grupta toplanabilirler^[2].

Tablo 2.1 Kaynaklarına Göre Katı Atık Grupları

1.Evsel Kaynaklar	5.Belediyeye Ait Kaynaklar
2.Kurumsal Kaynaklar	-Kanalizasyon Çukurları
-Okullar	-Cadde ve Ara Yolların
-Hastahaneler	Temizlenmesi
-Araştırma Enstitüleri	-Parklar ve Bahçeler
3.Ticari Kaynaklar	-Arazi Düzenleme
-Dükkanlar	Çalışmaları
-Ambarlar	-Pissu Arıtımı
4.Endüstriyel Kaynaklar	6.Tarımsal Kaynaklar

Değişik kaynak gruplarından atılan katı atıklar ve çeşitleri Tablo 2.2 de verilmiştir^[3].

Tablo 2.2 Değişik Kaynaklarca Üretilen Katı Atık Tipleri ve Yerleri

Kaynak	Katı Atık Üreten Aktiviteler ve Yerleri	Katı Atık Çeşitleri
Yerleşim Bölgeleri	Müstakil Tek katlı-çok katlı apartmanlar	Yiyecek atıkları kül kuru atıklar
Ticari Kurumlar ve Belediyeye ait Kaynaklar	Restoranlar, marketler, oteller, moteller, oto tamir atölyeleri, matbaalar sağlık merkezleri	Yiyecek artıkları, kuru atıklar, ait onarım artıkları, özel atıklar, zararlı atıklar
Endüstriyel Kaynaklar	Rafineriler, Kimyasal üretim yapan işletmeler, madencilik güç santralleri, inşa yıkım işleri, fabrikalar	Yiyecek artıkları, kuru atıklar, kül, zararlı atıklar, yıkım artıkları, özel tip atıklar
Açık Alanlar	Caddeler, Parklar, plajlar, rekreasyonel alanlar	Özel tip atıklar, kuru atıklar
Arıtma Tesisleri	Pissu ve endüstriyel arıtım işlemleri	Arıtma tesisi atıkları, çamur
Tarımsal Alanlar	Araziler, Çiftlikler, yemiş bahçeleri, üzüm bağları	Bozulan yiyecek artıkları, tarımsal atıklar, zararlı atıklar

Üretildikleri yerlere göre sınıflandırılan katı atıklar daha detaylı bir şekilde aşağıdaki bölümde anlatılmıştır.

2.1.1 Katı Atıkların Sınıflandırılması

Sınıflandırma, katı atıklar gelişyerlerine, dane büyüklüğüne, yakmaya veya kompostlaştırmaya uygun olup olmamasına göre yapılır^[4].

i. Geliş Yerlerine (orijinlerine) göre sınıflandırma:

Katı atıkları geliş yerlerine göre sınıflandırır ise 3 başlık ile karşılaşırız.

-Evsel katı atıklar

-Endüstriyel katı atıklar

-İş ve ticaret katı atıkları (Besin atıkları, ticarethane çöpleri, ambalaj vs.)

ii. Yakmaya veya Kompostlaştırmaya uygun olup olmamasına göre sınıflandırma:

Katı atıklar yakmaya veya kompostlaştırmaya uygun olup olmamasına göre sınıflandırılabilirler buna göre bir sınıflandırma yapar isek,

-Hem yanabilir, hem kompost olabilir artıklar.(organik madde artıkları, mutfak artıkları, herçeşit bitki artıkları, kağıt, ince karton, saman vs.)

-Sadece yakmaya uygun olan katı atıklar (ahşap, karton, deri, plastik, lastik vs.).

-Ne yanan, nede kompost olan atıklar (cam, porselen, taş, tuğla parçaları, kül, demir vs.).

-İnce katı atıklar (İnce çöp, kil ve 10 mm den küçük organik maddelerden oluşur), bunlar belli ölçüde hem yakmaya hem kompostlamaya uygundur.

iii. Dane Büyüklüğüne göre sınıflandırma:

-İnce katı atıklar (0 - 10 mm)

- Orta irilikdeki katı atıklar (10 - 40 mm)
- İri katı atıklar (40 - 120 mm)
- Çok iri çöpler (120 mm)

2.1.2 Kaynaklarına Göre Katı Atıkların Sınıflandırılması

Üretildikleri alanlara göre gruplandırılan katı atıkların tanımları şöyledir;

i.Evsel Katı Atıklar

Normal günlük aktiviteler sonucu yerleşim bölgelerinden kaynaklanan katı atıklar.

ii.Ticari Kurumlardan Atılan Katı Atıklar

Dükkanlar, bürolar, oto tamir atölyeleri gibi ticari kurumlardan kaynaklanan ve tekrar üretimde kullanılamayacak olan katı atıklar.

iii.Yapım, Yıkım Atıkları

İnşaat yapımında, onarımında veya yıkımında ortaya çıkan atıklar.

iv.Depo Atıkları

Meyve, sebze paketlenme, bekletme ve satılması amacıyla kullanılan depolardan kaynaklanan katı atıklar. Daha çok bozulmuş yiyecek artıkları içerir.

v.Cadde ve Sokak Atıkları

Cadde veya sokaklardan toplanan katı atıklar.

vi.Endüstriyel Katı Atıklar

Endüstriyel işlemler ve üretimden gelen bütün katı atıkları içerdiği için, zararlı katı atıkları da içermektedir. Zararlı katı atıkların depolanması özel işlemleri gerektirir.

vii.Tarımsal Katı Atıklar

Tarım arazileri, meyve ve sebze bahçeleri ile hayvan leşleri ile gübre kullanımından doğan katı atıkları içerir. Tarım zararlılarından kurtulma amacı ile kullanılan pestisitlerde bu atık grubuna dahil edilmiştir.

viii.Evsel Kanalizasyon Çamuru

Pissu arıtım tesislerinden elde edilen çamurlar bu kategori içinde sayılmaktadır. Bazı endüstriyel arıtmılardan elde edilen çamurlar zararlı atıklar sınıfına girmektedir.

Türkiye’de çamur atıklarının taşınması, depolanması ve boşaltılması bölgesel belediyelerce yürütülmektedir.

ix.Kurumsal Katı Atıklar

Eğitim kurumları, sağlık merkezleri ve araştırma enstitülerince üretilen katı atıkları içerir.

x.Zararlı Atıklar

Yanıcı, patlayıcı, radyoaktif, kimyasal ve biyolojik özellikler içeren atıklar zararlı olarak sınıflandırılırlar. Genellikle sıvı halde atılan bu atıklar zaman zaman gaz, katı veya çamur halinde de bulunabilirler.

Bütün bu katı atıkların toplanması, taşınması gibi işlemler büyük bir önem ve dikkat gerektirmektedir.

2.2 Katı Atıkların İnsan Sağlığı İlişkisi

Son yıllarda kişi başına üretilen katı atık miktarında sürekli ve hızlı bir artış gözlenmektedir. Yaşam koşullarındaki değişimler hızlı şehirleşme ve artan tüketim eğilimleriyle teknolojik gelişme bu artışı ortaya çıkarmaktadır. Katı atıkların toplum sağlığı ve çevre korunması açısından taşıdığı önem konuya ivedi olarak bilimsel bir yaklaşımla eğilinmesini gerektirmektedir. Çünkü, sıvı ve gaz kirleticilerin yanısıra katı atıklarda, su, hava ve toprak kirliliğine yol açmaktadır. Ortaya çıkan bu kirlilik yerleşim bölgelerindeki nüfus artışıyla doğru orantılıdır. Katı atıklar, doğal veya yapay, değişik nitelikteki maddeleri içerir. Bunların arasında patlayıcı ve zehirli atıklar insan ve hayvanlar için bir tehlike kaynağıdır. Uzun süre bekletilen katı atıkların çevresinde gitgide artan sinek ve diğer böceklerin insanlar ve

hayvanlar için hastalık yaratan bir ortam hazırladıkları bilinen bir gerçektir. Ayrıca başlangıçta zehirli yada zararlı olmayan katı atıklar durdukça kimyasal ve biyokimyasal değişim sonucu canlılar için zamanla zararlı hale gelebilirler. Dikkatsizce ortalığa atılmış pestisit kaplarının, çocuklarda zehirlenmelere ve hatta ölümlere yol açtığı görülmektedir^[5]. Bazı özel hallerde ise ısı değeri yüksek olan katı atıklar yangın çıkarma potansiyeline sahiptirler.

Çevre ve insan sağlığı açısından değerlendirildiğinde, katı atıkların uzaklaştırılması, geri kazanılması ve yok edilmesi işlemleri de önemli sorunlar yaratabilir. Koşullar dikkate alınmaksızın atığın yakılması hava kirliliğine, yağma ve toprağa gömme ise toprak, yüzey ve yeraltı suyu kirliliğine yol açar^[6]. Toprak altına gömme durumunda, mikroorganizmaların aktiviteleri sonucu oksijensiz ortamda üretilen metan gazı, uygun zemin yapısı bulunduğu uzun mesafeler boyunca taşınır, büyük patlamalara dolayısıyla can ve mal kayıplarına neden olur. Katı atıkların işlenmesi sırasında toz parçacıklarının üzerine toplanan patojenler önemli sağlık problemleri yaratmakta, toplanan katı atık miktarı arttıkça bu işde çalışan işçilerin karşılaşacakları hastalık ve kaza gibi iş riskleride gittikçe daha çok önem kazanmaktadır.

2.3 Katı Atıkların Bertarafı ve Yeniden Değerlendirilmesi

Katı atıklar, işlem gördükten sonra başka bir şekilde tekrar kullanılabilir hale gelebilirler.

İkinci Dünya Savaşı yıllarında, ham madde azalması, fuel oil gibi enerji kaynaklarına olan ihtiyaç, katı atıkların geri kazanılması yolundaki çalışmalarını hızlandırmıştır. Katı atıklardan bir takım işlemler sonucu açığa çıkan yeni ürünler, çoğu kez ekonomik bir değer taşır.

Katı atıkların, yeniden kullanılması için kullanılan teknikler şöyle

tanımlanabilirler^[5].

i.Tekrar Kullanılması

Değişik tipte ve cinste bulunan boş şişeler, kutular orjinal formlarında tekrar kullanılabilirler.

ii.Geri Döndürülmesi

Metaller, kağıt ve kartonlar, cam ve plastik parçaları gibi atıklar yeniden işleme sokulup hammadde olarak kullanılabilirler.

iii.Transformasyon

Yeniden işleme sokulup hammadde olarak kullanılacak nitelikte olmayan düşük kaliteli atıklar başka bir forma dönüştürülürler. Düşük kaliteli camların izolasyon malzemesi olarak kullanılması gibi.

iv.Adaptasyon

Bazı katı atık grupları değişik amaçlar için hiç bir işleme tabi tutulmadan değerlendirilebilirler. Büyük endüstrilerden atılan küllerin jeoteknik amaçlar için dolgu maddesi olarak kullanılması gibi.

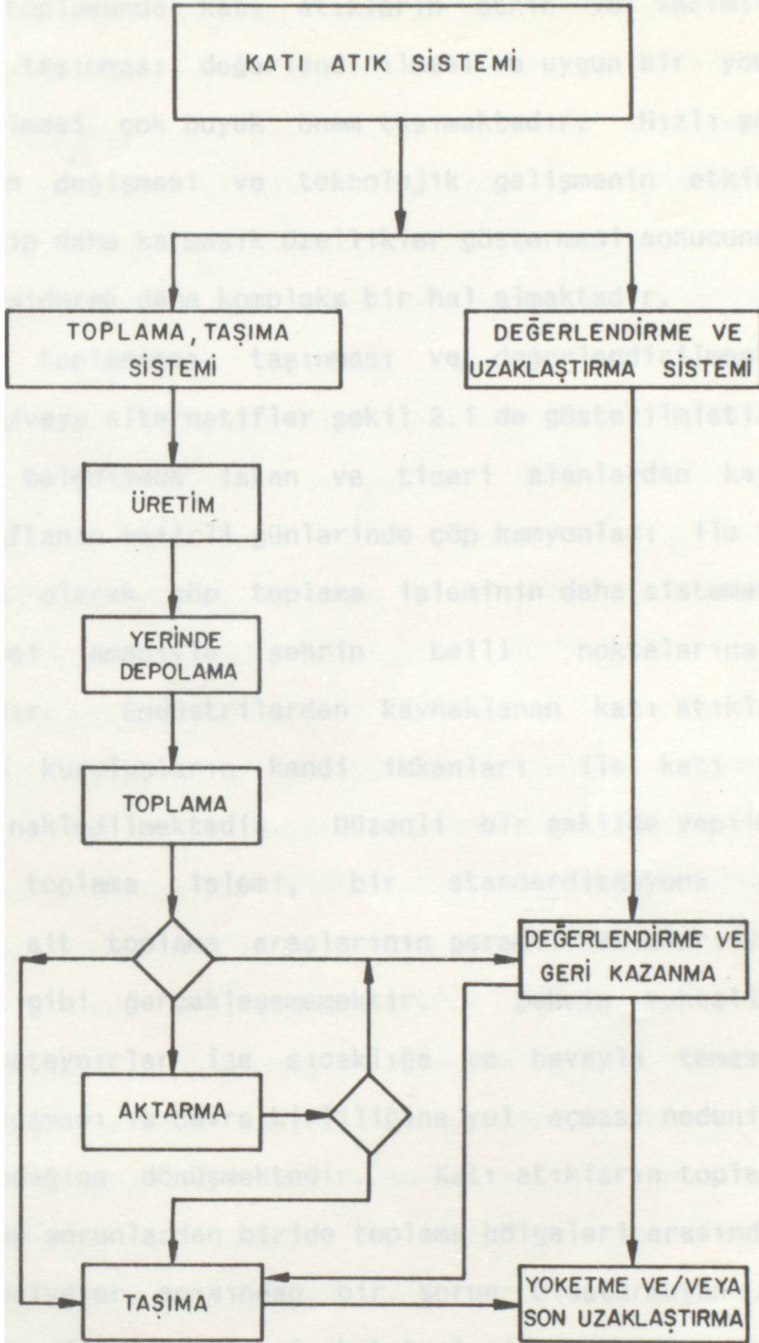
v.Konversiyon

Fazla miktardaki katı atıkların kompostlama, kimyasal ekleme gibi işlemler sonucu yeni ürünlere döndürülmesidir.

vi.Enerji Üretimi

Katı atıkların içerdiği yanabilen organik maddelerin oksijeni bol ortamda okside olarak gazlaştığı veya sıvılaştığı bu kimyasal reaksiyondan yararlanarak katı atıklardan enerji üretilebilmektedir.





Şekil 2.1 Katı Atık Akım Şeması

2.4 Katı Atıkların Toplanması ve Uzaklaştırılması

Günümüz toplumunda katı atıkların etkin ve verimli bir şekilde toplanması, taşınması, değerlendirilmesi ve uygun bir yöntemle zararsız hale getirilmesi çok büyük önem taşımaktadır. Hızlı şehirleşme yaşam koşullarının değişmesi ve teknolojik gelişmenin etkisiyle atıkların miktarı artıp daha karmaşık özellikler göstermesi sonucunda ortaya çıkan problemler giderek daha kompleks bir hal almaktadır.

Atıkların toplanması, taşınması ve değerlendirilmesinde ki temel işlemler ve/veya alternatifler şekil 2.1 de gösterilmiştir^[7].

Bir çok belediyede iskan ve ticari alanlardan kaynaklanan katı atıklar, haftanın belirli günlerinde çöp kamyonları ile toplanmaktadır. Bunlara ek olarak çöp toplama işleminin daha sistematik bir şekilde yapılabilmesi amacıyla şehrin belli noktalarına konteynırlar konulmaktadır. Endüstrilerden kaynaklanan katı atıklar ise, genelde endüstriyel kuruluşların kendi imkanları ile katı atık depolama sahalarına nakledilmektedir. Düzenli bir şekilde yapılması beklenen katı atık toplama işlemi, bir standardizasyona gidilmediği ve belediyeye ait toplama araçlarının gerekli bakımları yapılmadığı için beklendiği gibi gerçekleşmemektedir. Şehrin muhtelif noktalarında bulunan konteynırlar ise sıcaklığa ve havayla temasa bağlı olarak bozulup kokuşması ve çevre kirliliğine yol açması nedeniyle önemli bir kirlilik odağına dönüşmektedir. Katı atıkların toplanması sırasında karşılaşılan sorunlardan biride toplama bölgeleri arasındaki uzaklıktır. Küçük belediyeler açısından bir sorun oluşturmayan bu konu, büyük kentlerde araçların uzun yol katetmeleri nedeniyle taşıma maliyetini artıracak gibi kent trafiğinin de etkileyebileceğinden büyük önem taşımaktadır. Çevre sağlığını olumsuz olarak etkileyen atıkların ayrılarak toplanması, evden eve toplamada araçların geçeceği yollardaki trafik durumu, çöp bidonunun konulduğu yerler, toplama sıklığı, toplama

saatlerinin belirlenmesi, çöp kamyonlarının kapasite ve tiplerinin seçimiyle, toplamada görev alacak personel sayısının belirlenmesindeki günlük katı atık toplanmasındaki karmaşık yapıyı ortaya koymaktadır. Bu sorunlardan bazılarının çözüm olarak aktarma istasyonları kurulması, çöp toplama araçlarındaki yükü azaltıp bölgedeki katı atıkların kısa sürede bekletilmeden etkin bir şekilde toplanmasını sağlayabilir. Aktarma istasyonlarında katı atıklar küçük toplama araçlarından büyük taşıma araçlarına aktarılır ve buradan boşaltım yerlerine taşınır. Ayrıca bu istasyonlarda katı atıkların cinslerine göre ayrılması işlemide yapılabilir. Oysa ki gerçekte, tehlikeli artık sayılması gereken hastane artıkları, birçok kez aynı vasıtalar ile toplanmakta ve aynı katı atık uzaklaştırma sahalarına gelişi güzel bir şekilde atılmaktadır.

Çöp toplama kaynakta toplama ve binalardan toplama olarak ikiye ayrılabilir^[8].

Kaynakta Çöp Toplama,

Evde veya diğer çöp kaynaklarında atık meydana gelir gelmez toplanmasını ve depolanmasını kapsamaktadır. Meydana gelen çöpler, çöplerle birlikte atılan torbalarda biriktirilebileceği gibi sürekli olarak kullanılan kaplarda da toplanabilmektedir.

Çöpleri torbada biriktirmek pratik olması açısından ülkemizde de kullanılmasına rağmen bu amaçla kullanılan naylon torbalar bakterilerce parçalanamadıklarından tabiata atıldıktan sonra çürümeyip sonsuza dek çevreyi kirletmektedir. Bu nedenle daha önce torba ile uzaklaştırma Batı Avrupa da kullanılmış ve şimdi bu yöntemden vazgeçilmiştir. Çöplerin torba ile uzaklaştırılacağı durumlarda bu amaç için seçilen torbaların çürüyebilir olmasına ve/veya yanınca zararlı gazlar meydana getirmeyecek malzemedan yapılmış olmasına dikkat etmek gerekmektedir.

Çöpleri sürekli kullanabilen kaplarda biriktirebilmek için koku ve böcek yapmaması açısından kapağı bulunan sağlam ve paslanmaz malzemedan yapılmış kaplar gerekmektedir.

Çöplerin toplanması ister torbada ister kapta yapılsın, geri kazanılacak malzemenin kıymetini kaybetmemesi açısından kuru çöplerle ıslak çöplerin ayrı ayrı biriktirilmeleri gerekir. Çöplerin cam, kağıt vs. gibi gruplarda toplanması geri kazanılmalarını kolaylaştırır.

Binalarda Çöp Toplama,

Evlerde ve diğer meskûn bölgelerde biriktirilen çöplerin uzaklaştırılması iki değişik yöntemle yapılabilir.

a) Çöpleri kapıdan almak; çöpler belli günlerde belli saatlerde kapının önüne bırakılır ve buradan temizlik vasıtaları ile toplanır. Toplama ticari bölgelerde hergün, meskenlerde ise en az haftada iki kere yapılmalıdır.

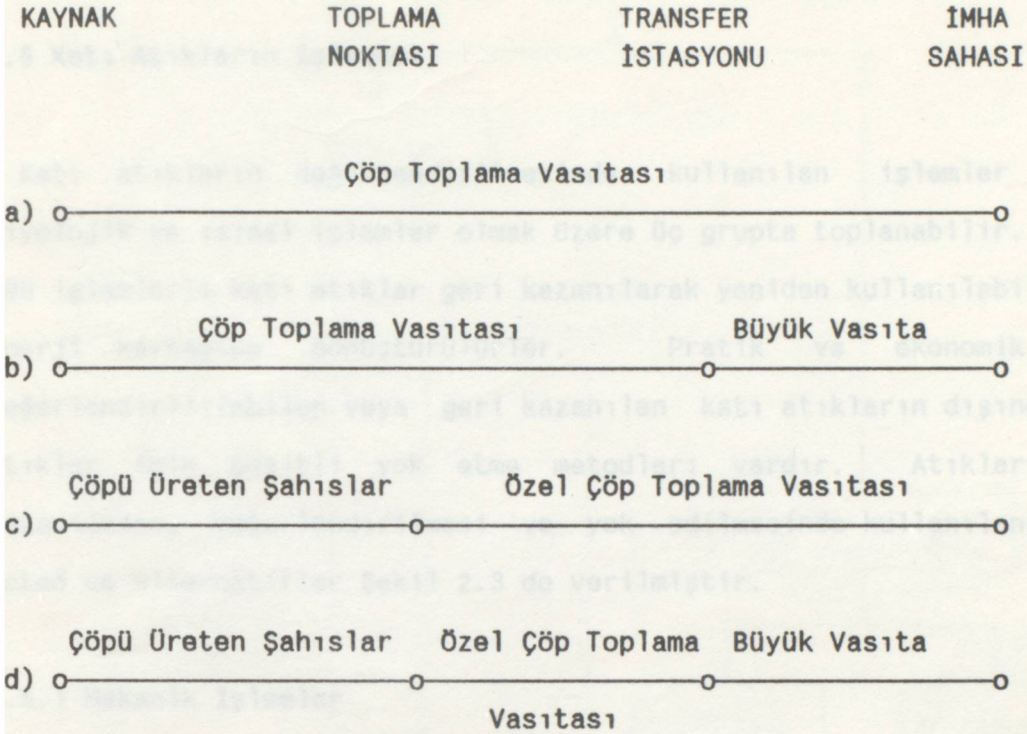
Toplama ve taşıma, çöplerle ilgili işlemlerin arasında en pahalısı sayılabilir, bu nedenle bu maliyeti azaltmak için toplama süresini ve vasıtanın kat ettiği mesafeyi asgariye indirmek gerekir. Bu çalışmada bu amaç için bir bilgisayar programı geliştirilmiştir.

b) Çöpleri konteynırlara atmak; çöplerin uzaklaştırılmasında kullanılan ikinci yöntem çöpleri, şehrin belli noktalarında bulunan konteynırlara boşaltmaktır. Söz konusu konteynırlar belli aralıklarla temizlik işletmesi tarafından boş konteynırlarla değiştirilir veya özel vasıtalara boşaltılır.

Yapılan tecrübelerle göre bu yöntemden iyi sonuçlar alabilmek için herhangi bir evden konteynırın bulunduğu noktaya gidebilmek için 150 metreden daha uzun bir mesafe yürümek gerekmemektedir. Bu yöntemle çöp toplamanın optimizasyonu Travelling Salesman modeli ile gerçekleştirilebilir.

Çöp toplama yöntemleri karşılaştırıldığında, konteynır sisteminin avantajı, çöpleri istenilen herhangi bir anda kaynaktan uzaklaştırabilmek ve toplama işleminin daha ucuza mal olmasıdır. Buna karşılık kapıdan alma yönteminde artıkların yolda depolanmasına lüzum olmadığı için estetik açıdan tercih edilir.

Çöplerin kaynaktan imha sahasına taşınmasında kullanılabilecek dört ana sistem şekil 2.2 de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Çöp Toplama Sistemleri

Bu şekilde görüldüğü gibi toplanan çöpler doğrudan doğruya imha sahasına taşınabileceği gibi, bir transfer istasyonunda gerekirse sıkıştırılıp daha büyük bir vasıtaya alınıp daha az sefer yaparak imha sahasına taşınması sağlanabilir. Bu iki sistem karşılaştırıldığında transfer istasyonlu sistemin şu avantajları vardır;

- Taşıma masraflarını azaltır,
- Çöp toplama işleminde temizlik işçilerinin verimsiz çalışma saatlerini asgariye indirir,
- Trafik azalmasını sağlar,
- Çöp toplama vasıtalarının daha uzun süre görev yapmalarını imkan verir.

Bütün bu avantajlarına rağmen, bir transfer istasyonu kurmak kararını bir fizibilite etüdü yapmadan almamak gerekir.

2.5 Katı Atıkların İşlenmesi

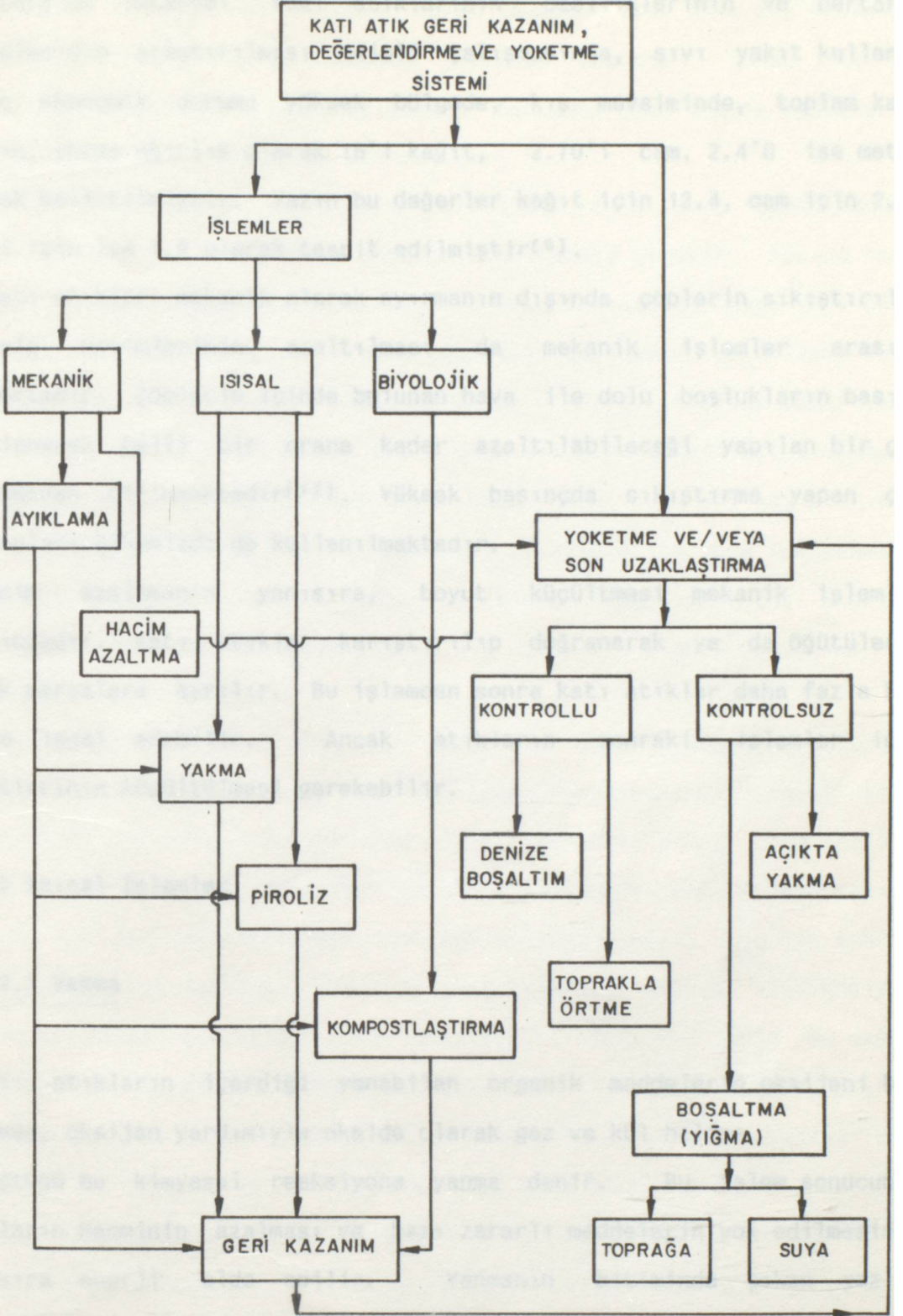
Katı atıkların değerlendirilmesinde kullanılan işlemler mekanik biyolojik ve ısıl işlemler olmak üzere üç grupta toplanabilir.

Bu işlemlerle katı atıklar geri kazanılarak yeniden kullanılabilir veya enerji kaynağına dönüştürülürler. Pratik ve ekonomik olarak değerlendirilebilen veya geri kazanılan katı atıkların dışında kalan atıklar için çeşitli yok etme metodları vardır. Atıkların geri kazanılması, değerlendirilmesi ve yok edilmesinde kullanılan başlıca metod ve alternatifler Şekil 2.3 de verilmiştir.

2.5.1 Mekanik İşlemler

Katı atıkların elle veya mekanik olarak ayıklanması, atıkların kaynağında ve ayrı ayrı toplama suretiyle yapılabileceği gibi ara toplama istasyonlarıyla son boşaltım alanlarında da yapılabilir.

Merkezi ve gelişmiş bir ayıklama sistemi varsa burada elle ayıklamanın yanısıra yerçekimi, havayla flotasyon, elekler veya manyetik ayırıcılar kullanılarak işlem gerçekleştirilir^[11]. Bu işlem sonucu geri kazanılan maddelerin çeşitli metodlarla değerlendirilmesinde önemli olan nokta kazanılan maddenin ekonomik değeriyle işlemin maliyeti ve pratikliğidir. Manyetik ayırıcılarla içinde demir bulunan metallerin ayrılması ve yeniden kullanılması, konservé kutularının teneke imalinde hammadde olarak kullanılması oldukça yaygındır. Kağıtlarla karton ve mukavvalar da üçüncü hamur kağıt üretiminde değerlendirilmektedir. Katı atıklardan ayıklanan plastiğin geri kazanımının yeni geliştirilen teknolojilerle ekonomik olduğu anlaşılmaktadır. Şişe ve cam türünden atıkların da yeniden kullanıldığı sık sık görülmektedir.



Şekil 2.3 Katı Atıkların Geri Kazanılması, Değerlendirilmesi ve Yokedilmesinde Başlıca Metot Alternatifler

Baştürk'ün İstanbul katı atıklarının özelliklerinin ve bertaraf metodlarının araştırılması isimli çalışmasında, sıvı yakıt kullanan sosyo ekonomik durumu yüksek bölgede, kış mevsiminde, toplam katı atığın, yüzde ağırlık olarak 15'i kağıt, 2.70'i cam, 2.4'ü ise metal olarak belirtilmiştir. Yazın bu değerler kağıt için 12.4, cam için 2.3, metal için ise 1.5 olarak tespit edilmiştir^[9].

Katı atıkları mekanik olarak ayırmanın dışında çöplerin sıkıştırılma yoluyla hacimlerinin azaltılması da mekanik işlemler arasına girmektedir. Çöplerin içinde bulunan hava ile dolu boşlukların basınç uygulanarak belli bir orana kadar azaltılabileceği yapılan bir çok çalışmadan bilinmektedir^[12]. Yüksek basınçta sıkıştırma yapan çöp kamyonları ülkemizde de kullanılmaktadır.

Hacim azaltmanın yanısıra, boyut küçültmesi mekanik işlemler arasındadır. Katı atıklar karıştırılıp doğranarak ya da öğütülerek küçük parçalara ayrılır. Bu işlemden sonra katı atıklar daha fazla bir hacim işgal edebilir. Ancak atıkların sonraki işlemler için boyutlarının küçültülmesi gerekebilir.

2.5.2 Isısal İşlemler

2.5.2.1 Yakma

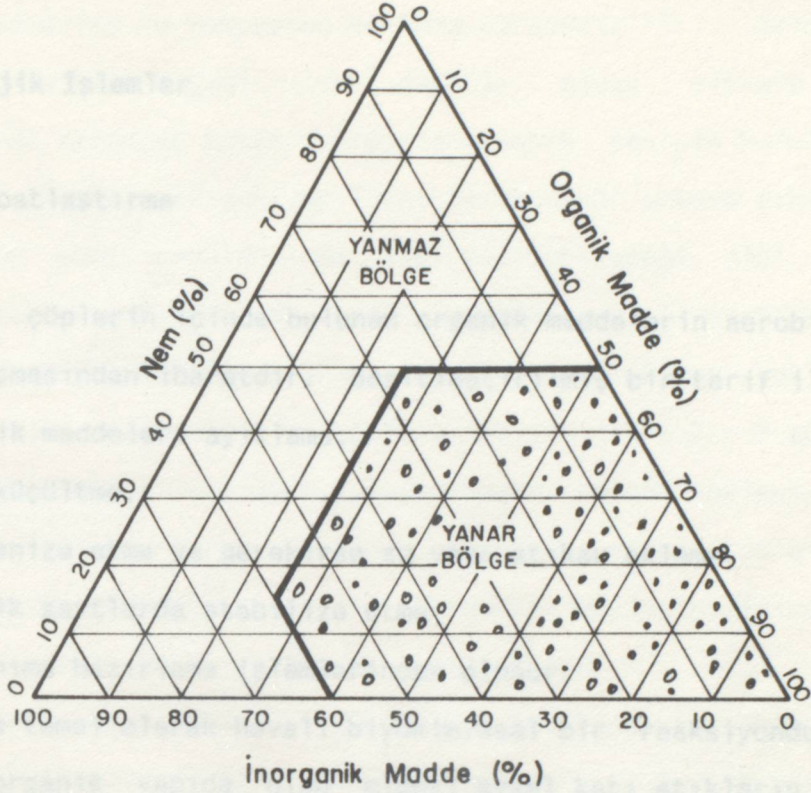
Katı atıkların içerdiği yanabilen organik maddelerin oksijeni bol ortamda, oksijen yardımıyla okside olarak gaz ve kül haline dönüştüğü bu kimyasal reaksiyona yanma denir. Bu işlem sonucunda atıkların hacminin azalması ve bazı zararlı maddelerin yok edilmesinin yanısıra enerji elde edilir. Yanmanın bitiminde çıkan gazlar karbondioksit, karbonmonoksit, kükürtdioksit veya diğer bileşikler, kükürtlü hidrojen, azot oksitlerle hidrokarbonlardır. Buna ek olarak da yanmayan kısım külle birlikte altda kalır. Yanmaya uygun bir katı atıkta ortalama %70 - 80 hacim azalması elde edilir^[3].

Bu yöntem neticesinde çevreye zarar vermemek için hava kirlenmesine karşı özel tedbirler almakdan başka meydana gelen küller uzaklaştırılırken içlerinde bulunması muhtemel olan toksik maddelerin olumsuz etkileri içinde önlem alınmalıdır.

Atıkların yakılabilirliğine karar verebilmek için nem, uçucu madde, kül ve karbonun yüzde olarak değerinin bulunması gerekir. Ayrıca baca gazlarından sağlanacak enerji miktarının hesaplanmasında temel veri olan ısı değerinde ölçülmelidir. Yakma tesisinin tasarımı yapabilmek için yüzde yanmayan kısmın da bilinmesi gerekir. Anılan tesisde buhar yada elektrik üretiminde kullanılmak üzere elde edilecek enerji miktarı, baca gazı çıkış sıcaklığı, reaksiyona giren hava hacmi ile ısı kayıplarının fonksiyonudur. Katı atıkların kimyasal bileşimlerine göre tam yanmayı sağlayacak hava miktarıyla yanma ısısının sağlıklı bir şekilde belirlenmesinden sonra yakma tesisinin detaylı olarak tasarımı ve projelendirilmesi mümkündür.

Yanma prosesi, genelde çöplerin kalorifik değeri kendi kendilerini yakmaya müsait olduğu takdirde kullanılması önerilmektedir. Aksi halde ek yakıt gerekeceğinden bu yöntemle çöpleri bertaraf etmek pahalıya mal olur^[13]. Katı atıklar için yapılan bir araştırmada, katı atığın yakılabilmesi için üst kalorifik değerinin 800 kcal/kg olması, hiç bir enerji gerektirmeden yakılabilmesi için de üst kalorifik değerinin 1200 kcal/kg'dan büyük olması gerektiği belirlenmiştir. İstanbul için bu değer bölgelere ve mevsimlere bağlı olarak 600 ile 1200 kcal/kg olarak değişmektedir. Yani her halükarda üst kalorifik değer 1200 kcal/kg'dan düşüktür^[9]. Rasch'ın çalışmasına göre katı atığın bileşimi yaklaşık %25-30 kuru ve külsüz yanıcı kısım %20-25 kül ve %45-50 su ise 800 °C de kendi kendine yanabilir. Kuru ve yanıcı kısmı %25 civarında olan katı atığın külü %60 dan su miktarı da %15 den fazla olmamalıdır, aksi takdirde hava girişi engelleneceğinden yanma sağlanamaz^[8]. Tanner üçgeni ile yanabilen nitelikteki katılar ile günümüz teknolojisiyle yanabilir niteliği olmayan katılar bulunabilmektedir. Şekil 2.4 de

Tanner Üçgeni verilmektedir, yanabilen kısmın içi noktalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.4 Tanner Üçgeni

2.5.2.2 Piroliz

Oksijensiz bir atmosferik basınçlı ortamda gerçekleştirilen termokimyasal parçalanma reaksiyonuna piroliz denilmektedir. Bu reaksiyon sonucunda katı atığın içerdiği organik maddenin özelliklerine göre hidrojen, metan, karbonmonoksitle, karbondioksit gaz olarak açığa çıkar. Asetik asit, aseton, metil alkol, katran ve kömür pirolizin sonucunda arta kalan maddelerdir^[14].

Piroliz işleminde en önemli operasyon faktörü ısıdır. Isının değişimiyle elde edilen gaz, sıvı ve katı ürünlerde değişir. Bu nedenle atık örnekleri 500 °C, 650 °C, 800 °C ve 900 °C de pirolize uğratılmalı

ve gaz analizleri yapılmalıdır. Ancak bu işlemin ekonomik portresinin büyük olması nedeniyle henüz uygulamada kullanıma aşamasına gelinememiştir^[8].

2.5.3 Biyolojik İşlemler

2.5.3.1 Kompostlaştırma

Bu proses, çöplerin içinde bulunan organik maddelerin aerobik şartlar altında bozuşmasından ibarettir. Basitleştirilmiş bir tarif ile proses;

- a) organik maddeleri ayıklama,
- b) ebat küçültme,
- c) homojenize etme ve gerekirse su veya atıksu ekleme,
- d) aerobik şartlarda stabilize etme,
- e) kullanıma hazırlama işlemlerinden oluşur.

Kompostlama temel olarak havalı biyokimyasal bir reaksiyondur. Büyük bir kısmı organik yapıda olan eldeki evsel katı atıkların bu işleme uygun olup olmadığına karar verebilmek için C(karbon) / N(nitrojen) oranı, PH ile yüzde nem miktarlarının ölçülmesi gerekir^[3].

Kompostlaştırma reaksiyonu için optimum C/N oranı 20-35 arasındadır. İstanbul katı atıklarında bu değer yaz aylarında tüm bölgelerde 23, kış aylarında katı yakıt kullanan semtlerde 40-50 arasında olmasına rağmen sıvı yakıt kullanan semtlerde optimum sınırlar dahilindedir. Ayrıca su muhtevasının % 45-55 ler civarında olması PH değerinin nötr olması biyokimyasal reaksiyonlar için ideal ortamı sağlar^[9]. Kompostlaştırma metodunda, atıkların uygun şekilde hazırlanması da önem taşımaktadır. Büyük parçalı katı atıklar hava girişi için uygun olup suyla ve/veya çamurla karıştırılırsa biyokimyasal bozuşmaya yahut mikrobiyolojik gelişime elverişli bir ortam hazırlanmış olur. Bu tip katı atıklar yüksek yığınlar halinde tutulabilir. Küçük parçalı atıklar ise mikroorganizma gelişimine uygun olmakla beraber reaksiyon için yapay

havalandırma ya da kompost yığıının sık sık aktarılması gereklidir. Kompostlaştırmada işlemi kontrol eden başlıca faktörler, atığın kimyasal bileşimi(C/N oranı, Mg, Ca, S, Fe), nemi, mikroorganizma sayısı, mevsim, havalandırma ve kompostun bekleme süresidir^[15]. İşlemin çevre koşullarına aşırı bağımlı ve duyarlı oluşu dikkate alınınca kompostlaştırma metoduna karar verdikten sonra tesisin kurulabileceği arazide pilot ölçekli çalışma yapılması zorunluluğu ortaya çıkar.

Stabilizasyon suni havalandırma ile yapılabileceği gibi, tabii bir şekilde de gerçekleşebilir. Bu ikinci durumda homojenize edilmiş çöpler takriben 3 metre yüksekliğinde 3 metre genişliğinde üçgen şeklinde uzun kümeler halinde yerleştirilir ve başlangıçta sık sık (2 - 3 günde bir) olmak üzere yer değiştirmek suretiyle havalandırmaları sağlanır.

Aerobik stabilizasyon sırasında tabii reaksiyon neticesinde sıcaklık 60 °C ye yükselmektedir. Bu sıcaklık yükselmesi çöplerin içinde bulunan patojenik mikroorganizmaların ölümüne sebep olur.

Stabilizasyon prosesi, iklim şartlarına ve havalandırma yöntemine bağlı olarak 30-45 gün arasında bir süre devam eder. Bu sürenin sonunda kümenin sıcaklığı düşmektedir.

Organik parçalanmada etkin olan başlıca mikroorganizmalar, bakteri, mantar, maya ve aktinosetlerdir. İşlem süresince bu mikroorganizmaların birbirine göre üstünlükleri salınan ısı nedeniyle değişim halindedir. Isı 45-50 °C ye yükseldiği zaman bazı bakterilerle aktinomisetler etkilidir. Düşük sıcaklıklarda ise diğer mikroorganizmaların aktivitesi artar.

Kompost tesisi kurmakla çöp probleminin kökünden hal olacağına inanmak hatalıdır. Çünkü genelde 1 ton çöpten takriben 400 kg mı kompost olmakta 150 kg mı buharlaşmaktadır, geri kalan 450 kg ında diğer yöntemlerle (düzenli depolama, yakma vs.) uzaklaştırılması gerekmektedir.

Kompost, bir çok kişinin ileri sürdüğünün aksine gübre değil, içinde azot, fosfor ve potasyum miktarı çok az organik madde muhtevası

yüksek bir toprak düzenleyicisidir. Bu yüzden bir kompostlama tesisi yapmadan önce böyle bir mamüle ihtiyaç olup olmadığını incelemek gerekir. Ancak detaylı bir fizibilite yapıldıktan sonra nihai karar verilmelidir. ABD de kompostu satacak müşteri bulamadıklarından çalışmayan kompost tesisleri vardır.

2.5.3 Katı Atıkların Denize Bepaltılması

2.5.4 Düzenli Depolama

Katı atıkların sıkıştırılmış paketler halinde denize bopaltılması.

Katı atıkların depolanmasında amaç mekanik, biyolojik ve ısıl işlemlerle değerlendirilmesi mümkün olmayan yada anılan işlemler sonucu arta kalan evsel ve endüstriyel katı atıkların çevre estetiğini bozucu görüşlerini, mikropların etrafa yayılarak insan ve diğer canlıların sağlığını tehlikeye düşürmelerini önlemektir. Düzenli depolama için seçilen alanın önce geçirimsizliğinin sağlanması gerekmektedir. Bu amaç için kil ve gerekirse özel şekilde hazırlanmış membranlar kullanılmaktadır. Depolama sahasının geçirimsizliği sağlanırken çöplerden kaynaklanacak sızıntı sularını toplayacak drenaj sistemi de yapılmalıdır. Bu hazırlıklar tamamlandıktan sonra çöplerin dökülmesine başlanabilir. Dökülen çöpler her gün iyice sıkıştırıldıktan sonra en az 20 cm kalınlığında toprakla örtülmekte ve sıkıştırılmaktadır. Arazi doldukça, çürüme neticesinde içinde oluşacak gazları uzaklaştırmak için gerekli boru tertibatıda yerleştirilmektedir. Arazi tamamen dolduktan sonra 1.0 m toprakla örtülüp sıkıştırılmaktadır.

Bu yöntemle, depolama sahasına dökülen çöplerin içinde bulunan organik maddeler anaerobik bozuşma neticesinde CO₂, CH₄, NH₃ ve H₂S gazları ile suya dönüşmektedir. Bunlardan metan CH₄ kalorifik değeri yüksek yanıcı bir gazdır. Bu nedenle söz konusu gazın toplanıp enerji üretimi için kullanılması önerilmektedir. Organik maddelerin haricindeki maddelerin de bir kısmı değişik yöntemlerle imha olmakta veya parçalanmakta ve yalnız naylon torbalar gibi inert bazı maddeler bozuşmadan veya parçalanmadan kalmaktadır. Bozuşma neticesinde bu sahalarda zamanla

çökmeler, oturmalar görülmektedir. Bu nedenle terkedilmiş, dolmuş düzenli depolama sahalarının üstünde bina yapmaktan kaçınılmalıdır. Bunun yerine söz konusu sahalar çimlendirilip golf, futbol, sahalarına dönüştürülebileceği gibi rekreasyon alanına da dönüştürülebilir.

2.5.4 Katı Atıkların Denize Boşaltılması

2.5.5 Katı Atıkların Denize Boşaltılması

Katı atıkların sıkıştırılmış paketler halinde denize boşaltılması, maliyeti ucuz olması nedeniyle okyanuslara yakın yerleşim bölgelerinde kullanılan bir metottür.

2.5.6 Gelişigüzel Atma veya Düzensiz Depolama

Türkiye'de en yaygın şekilde kullanılan bu yöntemde, çöpler hiç bir önlem alınmadan bir alana atılıp bırakılmaktadır^[16]. Çağdaşlıktan uzak olan düzensiz depolamada yeraltı suları kirlenmekte, rahatsız edici kokulara, yangınlara neden olmakta, sinek, koku vs. gibi problemler doğurmakta, burada beslenen kuş ve diğer hayvanlar bulaşıcı hastalıkların yayılmasına sebebiyet vermektedir. Bu nedenle bu yaklaşımdan en kısa zamanda vazgeçilmelidir.

BÖLÜM III

TRANSFER İSTASYONLARI

3.1 Neden Transfer

Özellikle büyük yerleşimlerde, depolama sahalarının çöp toplama bölgelerine uzak olması nedeniyle, çöp toplama araçları topladıkları çöpleri uzak mesafelere taşımak zorunda kalmaktadır, dolayısıyla çöp toplama ekiplerinin çalışma sürelerinin yaklaşık yarısı toplanan çöplerin depolama sahalarına taşınmasında kullanılmaktadır. Toplanan çöpün uzak mesafelere, toplama araçları tarafından taşınması hem araçların hem de personelin etkin olarak kullanılmamasına, hem de taşıma maliyetinin artmasına yol açmaktadır. Daha etkin bir çöp toplama ve taşıma sistemine gerekli noktalarda kurulacak aktarma istasyonları ile ulaşılabilir^[18].

Transfer istasyonlarının genel prensipi, çöp toplama araçları tarafından toplanan çöplerin bu istasyonlarda daha büyük ve ekonomik taşıma araçlarına uygun bir teknoloji ile aktarılması, buradan bu araçlarla depolama veya değerlendirme sahalarına taşınmasıdır. Depolama ve değerlendirme sahalarına taşıma esnasında kullanılan transfer istasyonlarına gelen katı atıklar çeşitli işlemlere tabi tutularak dikkate değer kazançlar sağlanabilir^[19].

Transfer araçları toplama araçlarına oranla daha fazla yük taşıyabildikleri için birim miktar çöp aynı mesafede toplama araçlarına göre çok daha düşük maliyetle taşınabilmektedir. Toplama araçlarına gereken personel 3 ile 4 arasında değişmektedir. Araçlar depolama sahalarına giderken bu personel sürücü hariç tamamen atıl kalmaktadır. Bir bakıma bu personel 8 saatlik bir çalışma gününün yaklaşık 4 saatlik gibi büyük bir kısmında boş durmaktadır. Çöpün aktarma araçlarıyla taşınması halinde ise gerekli personel sadece bir şöfördür. Aynı miktar

çöpün aynı uzaklığa toplama araçları ile taşınması durumunda kullanılan personel sayısı en az 9 olduğu halde bu sayı taşıma araçları için 1 olmaktadır. Ayrıca transfer istasyonlarının kullanımıyla, toplama araçlarının toplama faaliyeti dışında harcadıkları süre azalmakta ve bu araçların birim zamanda topladıkları çöp miktarı artmaktadır. Yani toplama araçları daha çok sefer yapabilmekte veya herhangi bir yörenin çöpünün toplanması için daha az sayıda toplama aracı gerekmektedir. Daha az sayıda toplama aracı ve personel, yönetimi kolaylaştıracak, depolama sahaları ve şehir trafiğini rahatlatacaktır^[18].

3.2 Transfer İstasyonu Tipleri

İki temel transfer sistemi geliştirilmiştir, bunlardan biri direk boşaltma diğeri ise hidrolik sıkıştırımlı sistemlerdir. Direk boşaltmalı sistemler kendi içinde de gruplara ayrılmıştır, konteynırlar, üstü açık treylerler ve depolama sistemi. Hidrolik sıkıştırımlı sistemler ise bir sabit sıkıştırıcı ve kapalı treylerlerden oluşur^[19].

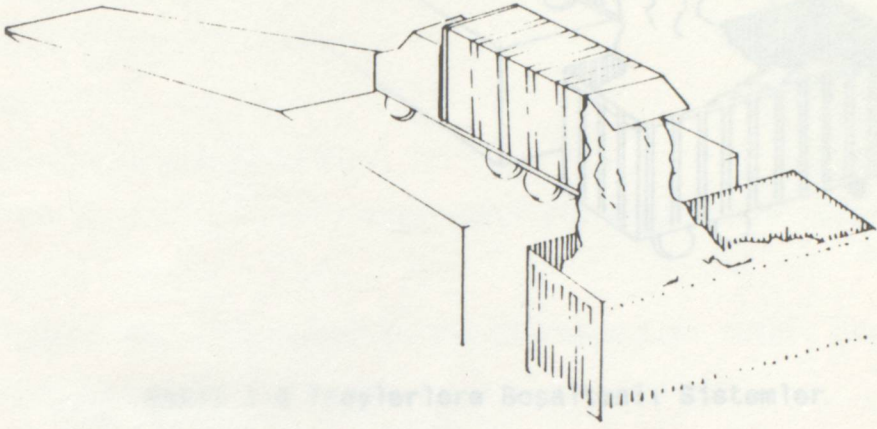
3.2.1 Direk Boşaltmalı Sistemler

3.2.1.1 Konteynırlar

Yıllarca denenmiş en basit aktarma şeklidir. Bu sistem şekil 3.1 de görüldüğü gibi bir rampadan oluşur ve ancak küçük hacimler söz konusu olduğu zaman kullanılır. Burada dolan konteynırlar kamyonlarla depolama sahasına götürülürken yerine boşu konulur.

Bu sistemin avantajları şunlardır;

- i. İlk yatırım maliyeti nispeten düşüktür.
- ii. Basit yükleme metodu aletlerin çalışması esnasında arızalanmasını minimuma indirir.



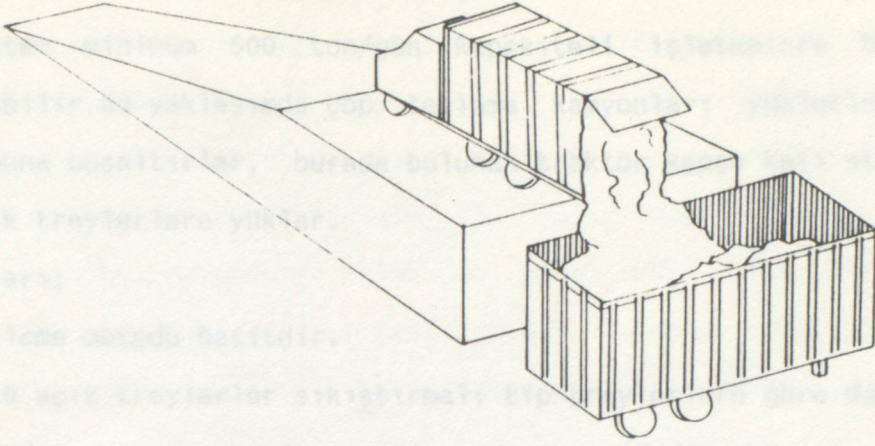
Şekil 3.1 Konteynırlara Boşaltmalı Sistemler

Dezavantajları ise şunlardır;

- i. Düşük yoğunluk nedeniyle taşıma harcamaları nispeten yüksektir.
- ii. Pik periodlar için ilave depolama alanı ihtiyacı olabilir.
- iii. Katı atığın boşaltılması esnasında rampadan düşülmesi tehlikesi vardır.
- iv. Yağmur yağdığı zaman üstü açık konteynırlardan sızıntı olabilmektedir.

3.2.1.2 Üstü Açık Treylerler

Bu sistem konteynırlarla hemen hemen aynıdır, burada katı atık kutulara değil de üstü açık treylerlere boşaltılır.



Şekil 3.2 Treylerlere Boşaltmalı Sistemler

Treylerlerden çöpün boşaltılması için çeşitli mekanizmalar geliştirilmiştir. Orta hacimli transfer işlemlerinde en etkili ise hareketli tabanlı treylerlerdir. Treylerin tabanı taşıyıcı bantdan oluşur ve harekete geçirildiği zaman treyleri 3-5 dakikada boşaltır. Büyük hacimli sistemlerde ise hidrolik iticilerin yardımına başvurulur. Şu avantajları sıralanabilir;

- i. Basit bir yükleme metodudur.
- ii. Sıkıştırıcı treyler tiplerine göre açık treylerler daha ucuzdur.
- iii. Kolay sıkıştırılmıyan atıklar için kullanılabilir.

Dezavantajları;

- i. Düşük yoğunluktan dolayı yüksek taşıma gideri, yükleyicilerin kullanımı yoğunluğu artırmakla beraber taşıma giderini azaltır, fakat istasyonun işletme ve ilk yatırım giderlerini artırır.
- ii. Katı atığın treylere boşaltılması esnasında düşme tehlikesi vardır.
- iii. Düşük yoğunluktaki malzemenin taşınması sıkıştırılmalı sisteme göre daha zordur.
- vi. Yağmur yağdığı zaman açık treylerden sızıntı olabilmektedir.

3.2.1.3 Depolama Platformu Sistemleri

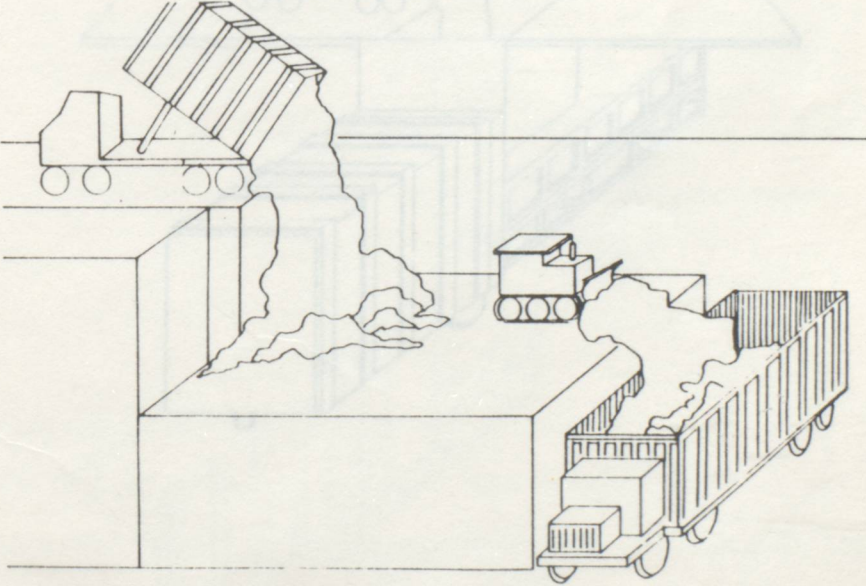
Bu sistem minimum 500 ton/gün kapasiteli işletmelere başarı ile uygulanabilir. Bu yaklaşımda çöp toplama kamyonları yüklerini depolama platformuna boşaltırlar, burada bulunan traktör kepçe katı atığı ezerek üstü açık treylerlere yükler.

Avantajları;

- i. Yükleme metodu basittir. (Şekil 3.4.). Daha büyük işletmelerde
- ii. Üstü açık treylerler sıkıştırılmalı tip treylerlere göre daha ucuzdur.
- iii. Traktör kepçe malzemeyi ön sıkıştırmaya tabi tutar, böylece daha etkili bir arazi doldurma işlemi yapılabilir.
- iv. Depolama kapasitesi fazladır.

Dezavantajları;

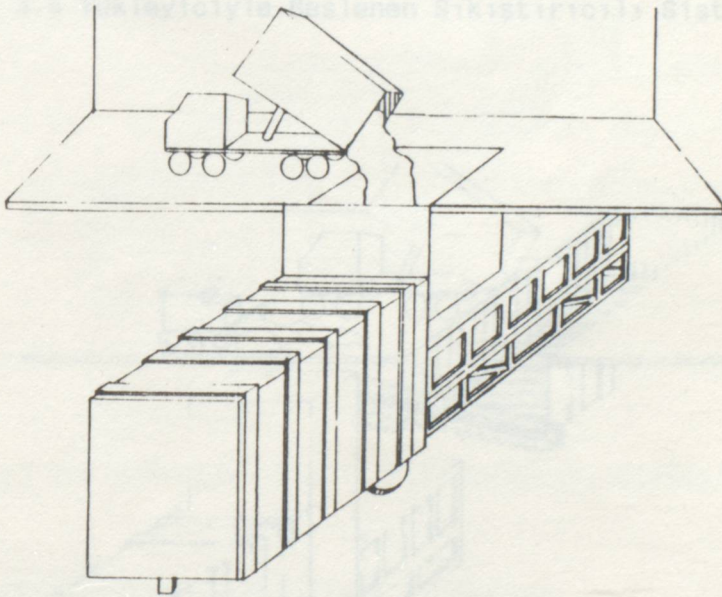
- i. Depolama platformuna birinin düşme tehlikesi vardır.
- ii. Yükün dağılımı için tesfiye işlemi gerekebilir.
- iii. Traktör kepçenin işletilmesi ve bakımı pahalıdır.



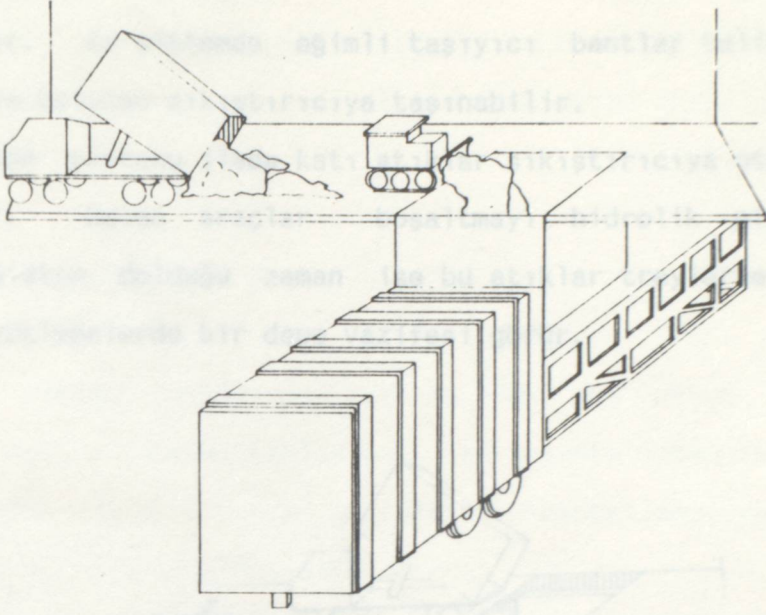
Şekil 3.3 Depolama Platformlu Sistemler

3.2.2 Hidrolik Sıkıştırılmalı Sistemler

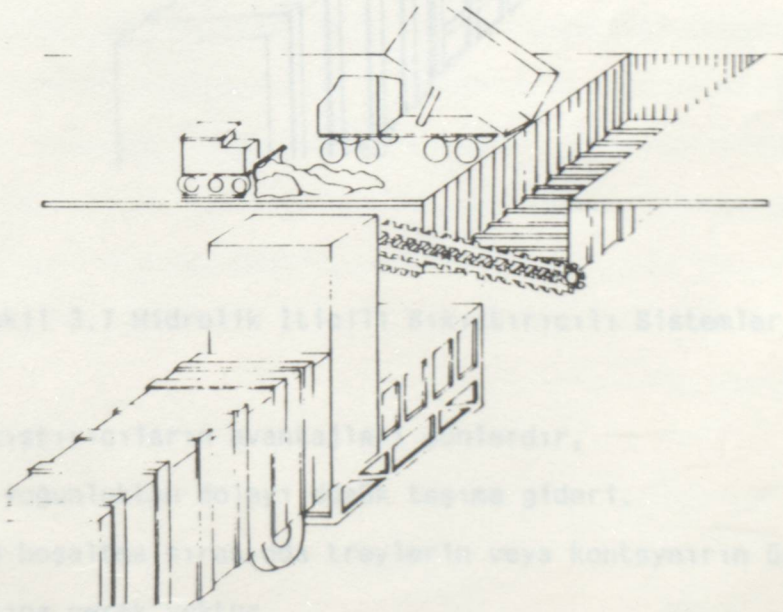
Kullanılan sıkıştırıcılar içlerine yerleştirilen her türlü malzemeyi işleyebilecek genişlikte ve kapasitededir. Katı atık sıkıştırıcısının içine üstten konulur ve yatay olarak treylerin veya konteynörün arkasına doğru sıkıştırılır. Küçük hacimler ile çalışıldığı zaman bir depolama alanına ihtiyaç duyulmaya bilir ve gelen katı atık direk olarak sıkıştırıcıya boşaltılabilir (Şekil 3.4.). Daha büyük işletmelerde sıkıştırıcı, bir yükleyici tarafından beslenir. Yükleyici tarafından beslenen bu metod, basit, çok pahalı olmuyan ve bir depolama kapasiteside sağlayan basit bir metoddur.



Şekil 3.4 Direk Sıkıştırıcıya Boşaltılmalı Sistemler



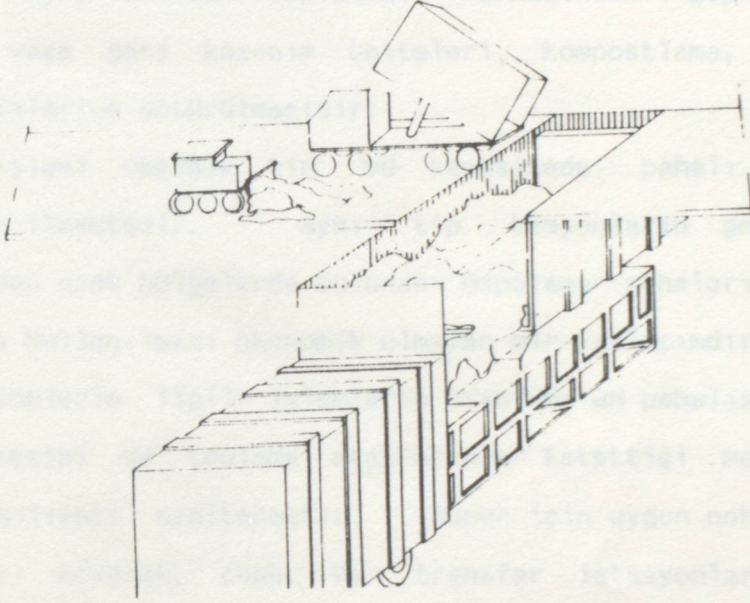
Şekil 3.5 Yükleyiciyle Beslenen Sıkıştırıcı Sistemler



Şekil 3.6 Eğimli Konveyör Bantlı Sıkıştırıcı Sistemler

Katı atık taşıyıcı bantlar yardımıyla otomatik olarak yüklenebilir. Bu taşıyıcı bantlar genelde çelikten imal edilirler. Yeraltı su seviyesi yüksek yerlerde taşıyıcı bantlar kullanılarak fazla kazıdan kaçınılabılır. Bu sistemde eğimli taşıyıcı bantlar kullanılarak katı atık yukarıda bulunan sıkıştırıcıya taşınabilir.

Hidrolik itme pistonu ilede katı atıklar sıkıştırıcıya otomatik olarak yüklenebilir. Gelen araçlar boşaltmayı hidrolik pistonun içine yaparlar, piston dolduğu zaman ise bu atıklar treylerlere aktarılır. Piston pik yüklemelerde bir depo vazifesi görür.



Şekil 3.7 Hidrolik İtici Sıkıştırıcı Sistemler

Hidrolik sıkıştırıcıların avantajları şunlardır,

- i. Yüksek yoğunluktan dolayı düşük taşıma gideri.
- ii. Yükleme boşaltma sırasında treylerin veya konteynörün üstünün açılmasına gerek yoktur.
- iii. Sıkıştırıcı büyük hacimli malzemeyi alabilir.
- iv. Gelen katı atık çok kısa bir süre açıkta kalır.

Dezavantajları,

- i. Sıkıştırıcı arızalanabilir, bu durumda treylerlere yükleme yapmanın bir yolu yoktur.
- ii. Bütün atıklar sıkıştırılabilir özellikte olmayabilir.
- iii. Bu sistem sıkıştırıcıya irtibatlı destekleyici araçlara ihtiyaç gösterir.

3.3 Transfer İstasyonu Yer Seçimi

Katı atık taşıma sisteminde başlıca iki ana metod vardır; katı atıkların kaynaklarından toplanması arkasından depolanacağı alana taşınması veya geri kazanım üniteleri, kompostlama, yakma gibi atık işleme tesislerine götürülmesidir.

Toplama işlemi değişik tip ve kapasitede pahalı kamyonlar ile gerçekleştirilmektedir. Aynı tip kamyonların genelde yerleşim bölgelerinden uzak bölgelerde bulunan depolama sahalarına çöp taşımak maksadı ile kullanılması ekonomik olmayan bir yaklaşımdır.

Toplama, çöplerle ilgili işlemlerin arasında en pahalısı sayıldığından toplama süresini ve toplama araçlarının katettiği mesafeyi asgariye indirmek maliyeti azaltacaktır. Bunun için uygun noktalara transfer istasyonları koyarak, çöpü, bu transfer istasyonlarından depolama sahalarına daha büyük kapasiteli, taşıma maksadı ile yapılmış araçlara taşımak maliyeti oldukça düşürecektir^[20].

BÖLÜM IV

KATI ATIK TOPLAMA VE TAŞIMA SİSTEMLERİ OPTİMİZASYONU

4.1 Sistem Analizi

Bir problemin tanımlanması ve çözümünde bilimsel metodlar kullanarak sonuca ulaşmak sistem analizidir. Böyle bir metoda bağlı araştırmadaki amaç, planlama, uygulama, sonuç elde etme, yeni ve/veya varolan sistemlerin geliştirilmesi veya eksiklerinin tamamlanması olabilir^[21]. Çözümü aranan sorunlarla ilgili olan ve çözüm sonuçlarını ihmal edilemeyecek biçimde etkileyen, problemin ilişkin olduğu grubun içindeki veya dışındaki tüm etkenlerin gözönüne alınması sistem analizinin gereğidir. Ele alınan sistemlerin çeşitli bölümlerinin amaçları birbiri ile çelişkili durumda olabileceğinden Yöneylem Araştırması bir sistemle ilgili probleme çözüm ararken, sistemin tümüne en uygun çözümü bulmaya çalışır^[22]. Hazırlanan çözüm algoritmasında buradan yola çıkılarak sistemin tamamı ele alınarak sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır.

4.2 Bilimsel Yöntemlerle Probleme Yaklaşım

Yöneylem Araştırmasının probleme yaklaşım açısından en önemli katkısı, sistemin öğelerini ve aralarındaki ilişkileri temsil eden modeller kurabilmesi ve modeldeki parametrelerin karar değişkenlerinin bir değerine olan etkisini kolayca etüd edebilmesidir^[22].

Katı atık taşınması problemine yaklaşımın belli başlı evreleri şöyle sıralanabilir.

- Problemin Belirlenmesi
- Model Geliştirilmesi
- Modelin Çözümü

- Modelin Çözüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi
- Sonuçların Kabulü ve Uygulamaya Konması.

4.2.1 Problemin Belirlenmesi

Yöneylem Araştırmasında, karar vericisine bağlı olarak, problemin, amaç ve hedeflerinin bilinmesi önemli olduğundan, problem analiz edilirken, ayrıntılara girmeden önce karar organı ile araştırmacı ekip ilişki kurar. Böylece problemi anlama ve tanıma olanağı bulunur.

Karar vericinin amaçları ve karar değişkenleri karar vericinin kontrolünde olan ve çalışmanın stratejisini etkileyen değişkenlerdir. Diğer bir ifade ile, değerleri karar verici tarafından saptanıp gerçekleştirilebilen, örneğin transfer istasyonunun kapasitesi veya uygulanacak teknoloji gibi, değişkenlerdir.

Bir de karar vericinin kontrolünde olmayan yani kontrol edilemeyen ve ortamdaki gelen değişkenler vardır. Diğer bir ifade ile, sistemin işleyişini etkileyen fakat değerleri karar verici tarafından saptanıp gerçekleştirilemeyen değişkenlerdir. Üretilen katı atık miktarındaki değişimler, havaların yağışlı olmasından dolayı meydana gelebilen trafik aksamları gibi.

4.2.2 Modelin Geliştirilmesi

Problem belirlendikten sonra yapılacak iş, problemi en iyi bir biçimde temsil edebilecek bir modelin kurulmasıdır.

Gerçek yaşamın bir takım varsayımlarla basitleştirilmiş bir biçimi olan model, problemin öğeleri arasındaki ilişkilere ışık tutar ve karar vericiye seçenekleri göstermede yardımcı olur.

Sistem çalışmalarında kullanılan modeller fiziksel ve matematiksel olmak üzere iki grupta toplanabilirler.

Matematiksel modelde değişkenler ve parametreler matematiksel

ilişkilerle ifade edilir. Bir matematiksel model genel olarak,

$$M = f(A_i, B_j) \text{ biçiminde ifade edilir.}$$

Bu örnek modelde ,

A_i = Kontrol edilebilen değişkenleri

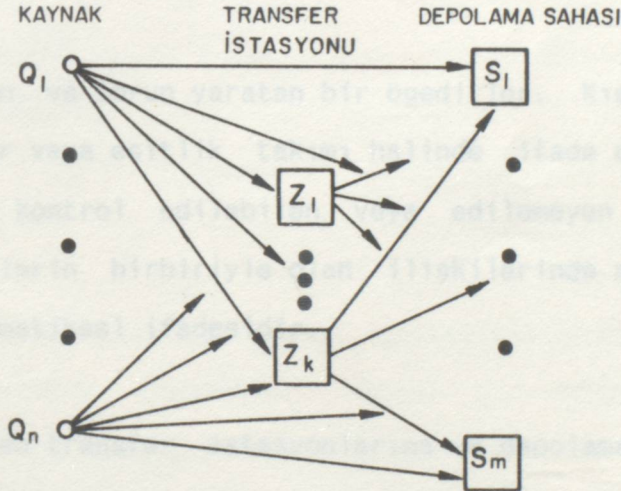
B_j = Kontrol edilemeyen değişkenleri

f = A_i ile B_j arasındaki matematiksel ilişkiyi

ifade ederler.

Bir yöneylem araştırma probleminin çözümü, genel olarak M değerini optimum yapan A_i değerinin bulunması demektir. Optimum yada Eniyi kelimesinin anlamı, belli bir ölçüte göre mevcut koşullar içinde amaç fonksiyonunu en büyük veya en küçük değerinin bulunmasıdır.

Katı atık taşıma sistemini simgeleyen model ve amaç fonksiyonu aşağıda belirtilmiştir^[23].



Şekil 4.1 Toplama Noktaları, Transfer İstasyonları ve Depolama Sahaları Arasındaki Muhtemel Tüm Taşıma Rota Alternatifleri

$$ZF = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k C_{qizj} \cdot X_{qizj} + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m C_{zisj} \cdot X_{zisj} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{qisj} \cdot X_{qisj} +$$

Taşıma Giderleri

$$\sum_{i=1}^k C_{zi} X_{zi} + \sum_{i=1}^m C_{si} X_{si} + \sum_{i=1}^k F_{zi} Y_{zi} + \sum_{i=1}^m F_{si} Y_{si}$$

İşletme Giderleri

X_{ij} = i den j ye taşınacak miktar

X_i = i de işlenecek miktar

C_{ij} = Birim kütle için i den j ye taşıma masrafı

C_i = Birim kütle için i tesisi çalışma gideri (i,k)

F_i = i tesisinin belli bir period kullanılması durumundaki sabit giderler

Y_i : $Y_i = 0$ i tesisi kullanılmıyor

$Y_i = 1$ i tesisi kullanılıyor

Kısıtlayıcılar:

Sonucu etkileyen ve sorun yaratan bir öğedirlers. Kısıtlayıcılar, ayrı bir eşitsizlikler veya eşitlik takımı halinde ifade edilirler. Çünkü kısıtlayıcılar, kontrol edilebilen veya edilemeyen değişkenlerin ve ilgili parametrelerin birbiriyle olan ilişkilerinde sağlanması zorunlu ilişkilerin matematiksel ifadesidir.

1) Bir kaynaktan transfer istasyonlarına ve depolama sahalarına giden katı atıkların toplamı o kaynağın toplam katı atık miktarına eşittir:

$$\sum_{j=1}^k X_{qizj} + \sum_{j=1}^m X_{qisj} = q_i \quad (i=1(1)n)$$

2) Bir transfer istasyonuna tüm kaynaklardan gelen katı atık miktarı o transfer istasyonundan tüm depolama sahalarına giden katı atık miktarına eşittir:

$$\sum_{i=1}^n X_{Q_i z_j} = \sum_{i=1}^m X_{z_j s_i} \quad (j=1(1)k)$$

3) Bir transfer istasyonuna gelen toplam katı atık miktarı minimum kapasiteden az maksimum kapasiteden fazla olamaz:

$$U_{z_i} Y_{z_i} \leq \sum_{j=1}^n X_{Q_i z_j} \leq O_{z_i} Y_{z_i} \quad (i=1(1)k)$$

4) Bir depolama sahasına kaynaklardan ve transfer istasyonlarından gelen katı atık miktarı minimum kapasiteden az maksimum kapasiteden fazla olamaz:

$$U_{s_i} Y_{s_i} \leq \sum_{j=1}^n X_{Q_j s_i} + \sum_{j=1}^k X_{z_j s_i} \leq O_{s_i} Y_{s_i} \quad (i=1(1)m)$$

U_i : Minimum kapasite

O_i : Maksimum kapasite

4.2.3 Modelin Çözümü

Probleme ilişkin matematiksel model geliştirildikten sonra yapılması gereken iş, modelin çözümüdür. Diğer bir ifade ile, modeldeki bilinmeyen veya değişkenlerin hesaplanmasıdır. Ancak taşıma sistemleri optimizasyonu gibi büyük kapsamlı modellerin çözümü çok fazla işlemi gerektireceğinden hem kullanıcının vaktini alır, hemde yapılan işlemler arasında hatalı olanlara rastlamak kuvvetle muhtemeldir. Bu nedenle bu işlemi bilgisayarlara yaptırmak akıllıca bir yaklaşımdır, bu çalışma kapsamında aynı amaca hizmet eden iki ayrı program geliştirilmiştir.

Birinci program veri girişinin yapıldığı ikincisi ise verilerin işlendiği programdır. Listeleri ile örnek veri ile çalıştırılmış data kütükleri ve sonuçlar 5. Bölümde verilmiştir.

4.2.4 Modelin Test Edilmesi ve Çözümün Değerlendirilmesi

Problemin belirlenmesi ve çözümün elde edilmesi yeterli değildir. Kurulan modelin ve elde edilen çözümün gerçeğe uygunluğunun denenmesi gerekir.

Eğer çözümler gerçekteki durumlarla bağdaşmıyorsa bunun nedenleri aranmalıdır. Aramaya olumlu sonuçlar elde edilinceye kadar devam edilmelidir. Hazırlanan model ve bilgisayar programı bir çok alternatif için denenmiş ve geçerliliği ispatlanmıştır. Yukarıda bahsedildiği gibi bu çalışmalardan sadece birisi örnek teşkil etmesi maksadıyla sunulmuştur.

4.2.5 Yatırım ve İşletim Giderlerinin Tespiti

Geçerli bir modelin, gerçek sonucu verebilmesi için gider kalemlerinin sağlıklı bir şekilde tespiti gerekir, gerçekten uzak bir takım datalarla modelin çalıştırılması kullanıcıyı yanıltmaktan başka bir işe yaramaz.

Katı atık toplama ve taşıma sistemini simgeleyen matematiksel modelin çalıştırılabilmesi için sabit tesislerin yatırım ve işletme giderleri ile taşıma masrafları doğru bir şekilde belirlenmelidir.

4.2.5.1 Sabit Tesis Giderleri

Sabit tesis giderlerini iki alt başlık halinde işlemek mümkündür, bunlar yatırım ve işletme giderleridir.

Bir tesisin, arsa, bina ve mekanik teçizat harcamaları, yatırım gideri kapsamındadır ve bunlar hesaba katılırken belirli bir işletim süresi

Tablo 4.1 22509 ton/yıl Kapasiteli Transfer İstasyonu Gideri

a) Yatırım Gideri				DM
Arsa				40000
Bina				215000
Mekanik Teçhizat				108000
Toplam				363000
b) İşletme Gideri				DM
Kapital Maliyeti	Arsa Payı	%8		3200
	Bina Payı	%10.2		21930
	Makine Payı	%12.4		12390
Bakım ve Tamir	Bina	Paçal		750
	Makine	Paçal		3200
Enerji	Isıtma	Paçal		4000
	Makine	Paçal		4500
Persone1				30000
İdare Payı		%1		3630
Toplam				84600

Gider: 3.76 DM/ton.yıl

Tablo 4.2 Değişik Kapasitedeki Depolama Sahalarının Gideri

Kapasite (ton/yıl)	25000	75000	150000	225000
Dolgu Yüks. 5m Maliyet Dm/t	17.60	13.30		
Dolgu Yüks. 15m Maliyet Dm/t	13.55	9.34	8.23	8.19
Dolgu Yüks. 25m Maliyet Dm/t		8.68	7.53	7.49
Dolgu Yüks. 50m Maliyet Dm/t				7.04

4.2.5.2 Taşıma Giderleri

Taşıma giderlerinin hesabında, taşıma aracına verilen paranın bankaya yatırılmış olduğu durumda elde edilebilecek gelir, aracın belirli bir süre sonunda kullanım dışı kalması sebebiyle amortisman, sigorta, yakıt, garaj, bakım, tamir, yedek parça ve lastik giderleri dikkate alınmalıdır. Bunlara ilaveten gerekli rezerve araçların masraflarının yansımaları ve idaredeki çalışanların masraflarının yansımaları hesaba katılmalıdır.

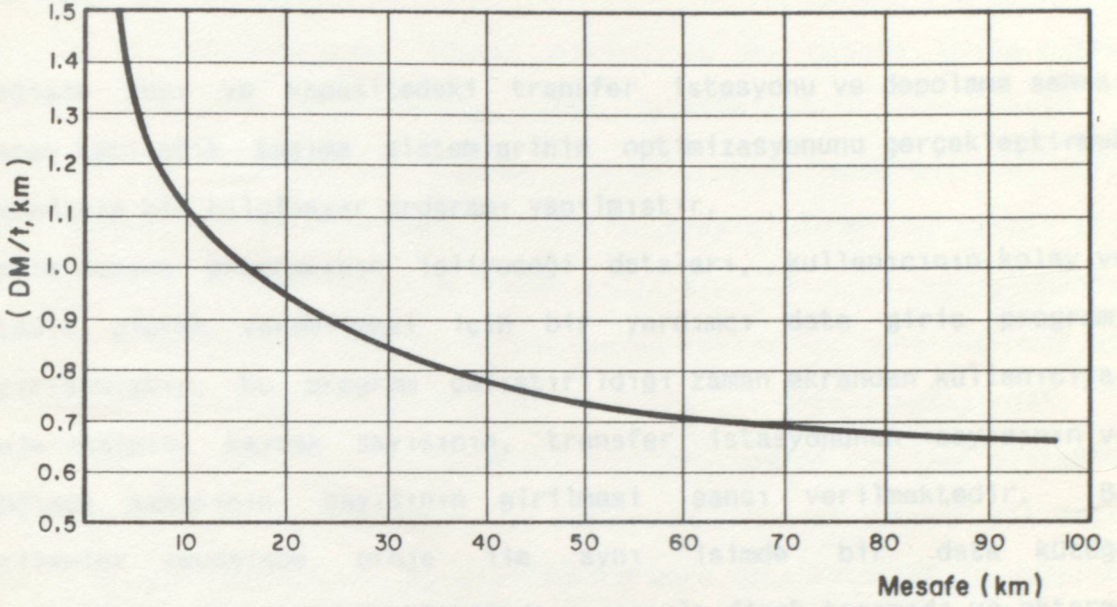
Tablo 4.3 Taşıma Aracı Maliyetinin Hesabı

Araç Fıatı	105000
%15 Amortisman	15750
Araç Fıatınının Faizi %8	4200
Sigorta	1200
Garaj	1500
Bakım	9000
Yedek Parça %7	7350
Lastik	3600
Toplam	42600 DM/yıl
%15 Gerekli Rezerve Araç	6165
%18 İdare payı	8508
Toplam	57273 DM/yıl

Taşıma araçlarının şehirdışı ve şehiriçi yollarda yapabilecekleri süratler aşağıda verilmiştir. Yapılacak bir analizle aracın amaç noktaya varırken yılda taşıyabileceği miktar dolayısıyla ton.km başına gider hesaplanabilir. Bunların yanısıra 7-12 ton kapasiteli araçların ton.km başına yaklaşık olarak taşıma giderini veren bir grafik sunulmuştur^[17].

Tablo 4.4 Taşıma Araçlarının Şehirdışı Taşımalarda Yapabileceği Süratler.

İyi kalite yolda	40 km/saat
Orta kalite yolda	35 km/saat
Kasaba Yollarında	30 km/saat
Kötü Kalite yolda	25 km/saat



Şekil 4.2 7-12 ton Kapasiteli Taşıma Araçları için ton.km Başına Taşıma Maliyeti

BÖLÜM V

OPTİMİZASYON PROGRAMI

5.1 Bilgisayar Programının Hazırlanışı

Değişik sayı ve kapasitedeki transfer istasyonu ve depolama sahası içeren katı atık taşıma sistemlerinin optimizasyonunu gerçekleştirmek amacıyla bir bilgisayar programı yapılmıştır.

Optimizasyon programının işliyeceği dataları, kullanıcının kolay ve hatasız olarak verebilmesi için bir yardımcı data giriş programı hazırlanmıştır, bu program çalıştırıldığı zaman ekrandan kullanıcıya, proje isminin, kaynak sayısının, transfer istasyonunun sayısının ve depolama sahasının sayısının girilmesi şansı verilmektedir. Bu verilenler sayesinde proje ile aynı isimde bir data kütüğü oluşturulmaktadır, bu data kütüğünde sırasıyla direk taşımada ve aktarma istasyonu depolama sahası arası taşımada TL olarak km başına giderler girilebilmektedir. Girilen transfer istasyonu ve depolama sahası sayısına göre, transfer istasyonları için ayrı depolama sahaları için ayrı olmak üzere açılan 2 ayrı tabloda minimum kapasite, maksimum kapasite ve işletim giderleri başlıkları altına uygun değerler kullanıcı tarafından yazılabilecektir. Tüm kaynaklar için ayrı ayrı olmak üzere, kaynaktan gelen katı atık miktarı, kaynaktan depolama sahalarına ulaşırken kullanılacak, tüm alternatif rotalar için kaynak - transfer istasyonu, transfer istasyonu - depolama sahası ve direk olarak kaynak - depolama sahası ara mesafeleri girilebilmektedir.

Optimizasyon Programının çalışma mantığı ise şu şekildedir:

Öncelikle kaynaklardan gelen katı atıkların depolama sahalarına ulaşırken kullanabilecekleri bütün rotalar için bir maliyet hesaplaması

yapılır, bu maliyet hesaplaması yapılırken kullanılan rotada bir transfer istasyonu mevcut ise kaynak transfer istasyonu ara mesafesi direk taşıma gideri ile transfer istasyonu-depolama sahası ara mesafesi ise transfer istasyonu-depolama sahası arası taşıma gideri ile çarpılır buna transfer istasyonu ile depolama sahasının yıllık işletme giderleri ilave edilir, bütün bu hesaplamalar birim ton katı atık başına yapılır. Şayet kullanılan rotada transfer istasyonu yok ise mesafe olarak kaynak-depolama sahası arasındaki mesafe alınır ve bu mesafe direk taşıma gideri ile çarpılır buna depolama sahası işletim gideri ilave edilir.

Ton katı atık başına tüm rotalar için maliyetler hesaplandıktan sonra her kaynağın muhtemel rotaları, maliyetler esas alınarak her kaynak için ayrı gruplar halinde küçükten büyüğe sıralanır. Bu sıralama işleminden sonra yine her kaynak için birim ton başına maliyetler kendilerinden bir sonraki maliyetten çıkarılarak birer fark (Delta) değeri hesaplanır.

Hazırlanan optimizasyon programının mantığı, taşıma önceliği sistemine dayanmaktadır, bu sisteme göre, ilk sırasında bulunan rotaya ait delta değeri büyük olan kaynak, kendisinininkine göre daha küçük delta değerine sahip kaynaktan daha önce taşınacaktır.

Bütün kaynakları en küçük maliyeti veren rotalarından götürmek ilk bakışta mantıklı görünsede aynı transfer istasyonunu veya depolama sahasını kullanan kaynaklardan birinin, diğer kaynağın bu transfer istasyonunu veya depolama sahasını kullanamamasına sebep olması durumunda bir sonraki alternatif sonuç itibari ile daha fazla zarar etmemize sebep olabilir, işte fark (delta) değerlerinin kullanımı burada devreye girmektedir, bir kaynağın en düşük maliyetini veren rotanın fark değerinin büyük olması, o rota alternatifinin kullanılamaması durumundaki kaybın büyük olacağını göstermektedir, öyleyse fark (delta) değeri büyük olan kaynağa taşıma önceliği verilmelidir.

Programın çalışması esnasında transfer istasyonları ve depolama sahalarının kapasiteleri kontrol edilerek dolan tesisi kullanan tüm

rotalar kütükte araştırılarak hesaplama dışına alınır ve yeniden sıralama ve fark hesaplamaları yapılır.

Kaynaklardan gelen katı atıklar depolama sahalarına taşınırken kullanılan rotadan taşınan katı atık miktarı ve maliyeti hesaplanır ve her transfer istasyonu ve depolama sahasının kullanılan kapasiteleri ile birlikte 'S' isimli bir kütüğe aktarılır.

5.2 Programların Listeleri

Katı Atık taşıma sistemi optimizasyonunu gerçekleştiren programlar süratli olması açısından Turbo Pascal yazılım dilinde hazırlanmıştır. Data giriş programı diye isimlendireceğimiz, isminden de anlaşılacağı gibi data giriş ortamını oluşturan programın listesi aşağıda verilmiştir.

```

CONST
TRANS:ARRAY[1..30] OF STRING[3]=('Z1','Z2','Z3','Z4','Z5','Z6','Z7','Z8',
'Z9','Z10','Z11','Z12','Z13','Z14','Z15','Z16','Z17','Z18','Z19','Z20',
'Z21','Z22','Z23','Z24','Z25','Z26','Z27','Z28','Z29','Z30');
IMHA:ARRAY[1..10] OF STRING[3]=('S1','S2','S3','S4','S5','S6','S7','S8','S9',
'S10');

VAR
PI:STRING[200];
J,I,JT,JL,JL,KS,TIS,ISS:BYTE;
TMIN,TMAX,TIG,TYA:ARRAY[1..30] OF REAL;
IMIN,IMAX,IIG,IYA:ARRAY[1..10] OF REAL;

YAZ:TEXT;

LABEL 10;

BEGIN
WRITE('PROJE ISMI:');READLN(PI);
WRITE('KAYNAK SAYISI:');READLN(KS);
WRITE('TRANSFER ISTASYONU SAYISI:');READLN(TIS);
WRITE('IMHA SAHASI SAYISI:');READLN(ISS);

```

```

RESUME(WAZ,FID);
REWRITE(WAZ);

```

```

WRITELN(WAZ,"          PROJE ISMI : ',PI);
WRITELN(WAZ,"KAYNAK SAYISI: ');WRITELN(WAZ,KS);
WRITELN(WAZ,"TRANSFER İSTASYONU SAYISI: ');WRITELN(WAZ,TIS);
WRITELN(WAZ,"İMHA SAHAISI SAYISI: ');WRITELN(WAZ,ISS);
FOR J:=1 TO 3 DO WRITELN(WAZ);

```

```

WRITELN(WAZ,"DÜŞEK TAŞIMADA GİDER TL/KM: ');
WRITELN(WAZ);
WRITELN(WAZ,"AĞIRLA İSTASYONU İMHA SAHAISI ARASI GİDER TL/KM: ');
WRITELN(WAZ);
FOR J:=1 TO 3 DO WRITELN(WAZ);

```

```

WRITELN(WAZ,"          ");
WRITELN(WAZ,"          ");
WRITELN(WAZ,"          ");
WRITELN(WAZ,"          ");
WRITELN(WAZ,"          ");

```

TRANSFER İSTASYONU	MIN KAPASİTE TON/YIL	MAX KAPASİTE TON/YIL	İSLETİM GİDERİ TL/TON.YIL
--------------------	----------------------	----------------------	---------------------------

```

FOR J:=1 TO TOS DO

```

```

    BEGIN

```

```

        WRITELN(WAZ,"          ");

```

```

        IF J<>TOS THEN

```

```

            WRITELN(WAZ,"          ");

```

```

                END;

```

```

        WRITELN(WAZ,"          ");

```

```

    FOR J:=1 TO 3 DO WRITELN(WAZ);

```

```

WRITELN(WAZ,"          ");
WRITELN(WAZ,"          ");
WRITELN(WAZ,"          ");
WRITELN(WAZ,"          ");
WRITELN(WAZ,"          ");

```

İMHA SAHAISI	MIN KAPASİTE TON/YIL	MAX KAPASİTE TON/YIL	İSLETİM GİDERİ TL/TON.YIL
--------------	----------------------	----------------------	---------------------------

```

FOR J:=1 TO TOS DO

```

```

    BEGIN

```

```

        WRITELN(WAZ,"          ");

```

```

        IF J<>TOS THEN

```

```

            WRITELN(WAZ,"          ");

```

```

                END;

```

```

        WRITELN(WAZ,"          ");

```

```

    FOR J:=1 TO 3 DO WRITELN(WAZ);

```

```

I:=0;

```

```

I:=1;

```

```

I:=1;

```

```

I:=1;

```

```

I:=1;

```

```

I:=1;

```


Verilen datalarla gereken işlemleri yapıp kullanıcıya optimum çözümü uygun bir formatta veren çözüm programının listesi ise şu şekildedir.

```

VAR
SI,P1:STRING(254);
I,J,JT,J1,J1,J3,SAT,SA,K,K1,KS,DIS:BYTE;
TIS,ISS,I1,I1,I2:INTEGER;
TS:ARRAY[1..30] OF BYTE;
TMIN,TMAX,TIG,TOPT:ARRAY[1..30] OF REAL;
IS:ARRAY[1..10] OF BYTE;
IMIN,IMAX,IIG,TOPI:ARRAY[1..10] OF REAL;
BOY1,BOY2:ARRAY[1..500] OF BYTE;
Y1,Y2,EK,FARK,MIKTAR:REAL;
MIK:ARRAY[1..100] OF REAL;
B,Z,S:ARRAY[1..500] OF BYTE;
M,D:ARRAY[1..500] OF REAL;
BQ,ZZ,SS:ARRAY[1..2500] OF BYTE;
MM,DD:ARRAY[1..2500] OF REAL;
ANG,ANZ,ANS:STRING(5);
DKU,YAZ:TEXT;
{
PROCEDURE TRANSFER_VE_IMHANIN_DOLULUK_MIKTARLARINI_YAZ;
BEGIN
FOR J:=1 TO 5 DO
    WRITELN(YAZ);
WRITELN(YAZ,' ');
WRITELN(YAZ,'   TRANSFER   ');
WRITELN(YAZ,'   İSTASYONU   (Ton/yil) ');
WRITELN(YAZ,' ');
FOR J:=1 TO TIS DO
    IF TOPT[J]<TMIN[J] THEN
        BEGIN
            WRITELN(YAZ,'***** DİKKAT*****');
            WRITELN(YAZ,'      MINIMUMDAN KUCUK ');
            WRITELN(YAZ,J:7,TOPT[J]:20:2,' MIN=',
                TMIN[J]:10:2);
            WRITELN(YAZ,'*****');
        END
        ELSE
            BEGIN
                WRITELN(YAZ,J:7,TOPT[J]:20:2);
                WRITELN(YAZ,'_____');
            END;
END;

```

```

FOR J:=1 TO 5 DO
    WRITELN(YAZ);
WRITELN(YAZ, ' ');
WRITELN(YAZ, ' DUZENLI ');
WRITELN(YAZ, ' DEPOLAMA (Ton/yil) ');
WRITELN(YAZ, ' ');
FOR J:=1 TO ISS DO
    IF TOPS[J]<IMIN[J] THEN
        BEGIN
            WRITELN(YAZ, '***** DIKKAT*****');
            WRITELN(YAZ, ' MINIMUMDAN KUCUK ');
            WRITELN(YAZ, J:7, TOPS[J]:20:2, ' MIN=',
                IMIN[J]:10:2);
            WRITELN(YAZ, '*****');
        END
        ELSE
            BEGIN
                WRITELN(YAZ, J:7, TOPS[J]:20:2);
                WRITELN(YAZ, '_____');
            END;
END;

( )
PROCEDURE MALIYETLERI_KUCUKDEN_BUYUGE_SIRALA;
BEGIN
    FOR J1:=1 TO SAT DO
        BEGIN
            EK:=2000000000.0;
            J3:=0;
            FOR J:=1 TO SAT DO
                IF M[J]<EK THEN
                    BEGIN
                        EK:=M[J];
                        J3:=J;
                    END;
            II:=II+1;
            OO[II]:=O[J3];
            ZZ[II]:=Z[J3];
            SS[II]:=S[J3];
            MM[II]:=M[J3];
            M[J3]:=2000000000.0;
        END;
END;

( )
PROCEDURE DELTALARI_HESAPLA;
BEGIN
    JT:=0;
    FOR II:=1 TO II DO
        BEGIN
            JT:=JT+1;
            IF JT<SAT THEN DD[II]:=MM[II+1]-MM[II]
                ELSE BEGIN
                    DD[II]:=0;
                    JT:=0;
                END;
        END;
END;

```

```

( )
PROCEDURE SONUCU_YAZ;
BEGIN
STR(QQ[J3],ANQ);
ANQ:='0'+ANQ;
STR(ZZ[J3],ANZ);
ANZ:='Z'+ANZ;
STR(SS[J3],ANS);
ANS:='S'+ANS;
END;
( )
PROCEDURE DOLANLARI_IPTAL_ET_VE_DELTA_HESAPLA;
BEGIN
MIK[QQ[J3]]:=MIK[QQ[J3]]-FARK;
MIKTAR:=FARK;SONUCU_YAZ;
FOR I1:=1 TO I1 DO
    BEGIN
        IF J1=1 THEN IF ZZ[I1]=ZZ[J3] THEN MM[I1]:=1000000000.0;
        IF J1=2 THEN
            IF SS[I1]=SS[J3] THEN MM[I1]:=1000000000.0;
        IF J1=4 THEN
            BEGIN
                IF ZZ[I1]=ZZ[J3] THEN MM[I1]:=1000000000.0;
                IF SS[I1]=SS[J3] THEN MM[I1]:=1000000000.0;
            END;
        END;
    END;
I1:=I1;
I1:=0;
JT:=0;
FOR K:=1 TO KS DO
    BEGIN
        FOR K1:=1 TO SAT DO
            BEGIN
                MIK1:=MM[K1+JT];
                Q[K1]:=QQ[K1+JT];
                Z[K1]:=ZZ[K1+JT];
                S[K1]:=SS[K1+JT];
            END;
        JT:=JT+SAT;
        MALIYETLERI_KUCUKDEN_BUYUGE_SIRALA;
    END;
DELTALARI_HESAPLA;
WRITELN('ISS=',ISS,' DIS=',DIS);
END;

```

```

PROCEDURE DELTALARI_BUYUKDEN_KUCUGE_SIRALA;
LABEL 10,20;
BEGIN
J1:=0;
WRITELN(YAZ, '
WRITELN(YAZ, '
WRITELN(YAZ, '
WRITELN(YAZ, '


|        |                       |                     |                     |                     |
|--------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| KAYNAK | TRANSFER<br>ISTASYONU | DUZENLI<br>DEPOLAMA | MIKTAR<br>(ton/yil) | MALİYET<br>(Tl/yil) |
|--------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|


');
');
');
');

10:

IF DIS>=ISS THEN
BEGIN
WRITELN(YAZ, '***** DIKKAT *****');
WRITELN(YAZ, 'IMHA SAHALARININ TAMAMI DOLDU');
WRITELN(YAZ, '*****');
TRANSFER_VE_IMHANIN_DOLULUK_MIKTARLARINI_YAZ;
CLOSE(YAZ);
HALT;
END;

FOR J:=1 TO KS DO
BEGIN
J1:=0;
EK:=-1;
FOR I1:=1 TO I1 DO
BEGIN
IF I1<>1 THEN I1:=I1+SAT-1;
IF QQ[I1]<>0 THEN
IF DD[I1]>EK THEN
BEGIN
EK:=DD[I1];
J3:=I1;
END;
END;

IF EK=-1 THEN GOTO 20;
IF QQ[J3]=0 THEN GOTO 20;
DD[J3]:=-1;

IF ZZ[J3]<>0 THEN BEGIN
TOPT[ZZ[J3]]:=TOPT[ZZ[J3]]+MIK[QQ[J3]];
J1:=3;
IF TOPT[ZZ[J3]]>TMAX[ZZ[J3]] THEN
BEGIN
TOPT[ZZ[J3]]:=TOPT[ZZ[J3]]-MIK[QQ[J3]];
FARK:=TMAX[ZZ[J3]]-TOPT[ZZ[J3]];
TOPT[ZZ[J3]]:=TOPT[ZZ[J3]]+FARK;
TOPS[SS[J3]]:=TOPS[SS[J3]]+FARK;

```

```

J1:=1;

IF TOPS[SS[J3]]>=IMAX[SS[J3]] THEN
    BEGIN
        J1:=4;
        DIS:=DIS+1;
        END;
DOLANLARI_IPTAL_ET_VE_DELTA_HESAPLA;
GOTO 10;
    END;

    END;
TOPS[SS[J3]]:=TOPS[SS[J3]]+MIK[QQ[J3]];
REPEAT UNTIL KEYPRESSED;
IF TOPS[SS[J3]]>IMAX[SS[J3]] THEN
    BEGIN
        TOPS[SS[J3]]:=TOPS[SS[J3]]-MIK[QQ[J3]];
        FARK:=IMAX[SS[J3]]-TOPS[SS[J3]];
        TOPS[SS[J3]]:=TOPS[SS[J3]]+FARK;
        IF J1=3 THEN BEGIN
            TOPT[ZZ[J3]]:=TOPT[ZZ[J3]]-MIK[QQ[J3]];
            TOPT[ZZ[J3]]:=TOPT[ZZ[J3]]+FARK;
            END;
        J1:=2;
        DIS:=DIS+1;
        DOLANLARI_IPTAL_ET_VE_DELTA_HESAPLA;
        GOTO 10;
        END;

MIKTAR:=MIK[QQ[J3]];SONUCU_YAZ;
QQ[J3]:=0;

END;
20:

END;
```

```

PROCEDURE GIRIS_BILGILERINI_OKU;
LABEL 10;
BEGIN

WRITE('PROJE ISMI : ');READLN(PI);
ASSIGN(OKU,PI);
RESET(OKU);

READLN(OKU,S1);

READLN(OKU,S1);READLN(OKU,KS);
READLN(OKU,S1);READLN(OKU,TIS);
READLN(OKU,S1);READLN(OKU,ISS);
FOR J:=1 TO TIS DO
    TOPT[J]:=0;
FOR J:=1 TO ISS DO
    TOPS[J]:=0;
SA:=TIS*ISS;
SAT:=SA+ISS;
FOR J:=1 TO 3 DO
    READLN(OKU,S1);

READLN(OKU,S1);
READLN(OKU,Y1);
READLN(OKU,S1);
READLN(OKU,Y2);

FOR J:=1 TO 8 DO
    READLN(OKU,S1);
FOR J:=1 TO TIS DO
    BEGIN
    READLN(OKU,TS[J],TMIN[J],TMAX[J],TIG[J]);
    READLN(OKU,S1);
    END;

```

```

FOR J:=1 TO 8 DO
    READLN(OKU,S1);
FOR J:=1 TO ISS DO
    BEGIN
    READLN(OKU,IS(J),IMIN(J),IMAX(J),IG(J));
    READLN(OKU,S1);
    END;

FOR J:=1 TO 3 DO
    READLN(OKU,S1);

I:=0;

10:

FOR J:=1 TO 4 DO
    READLN(OKU,S1);

READLN(OKU,J,MIK(J));

FOR J:=1 TO 4 DO
    READLN(OKU,S1);

I:=I+1;
JT:=1;
JI:=0;
J1:=0;
FOR J:=1 TO SA DO
    BEGIN
    J1:=J1+1;
    IF J1>ISS THEN BEGIN
        JT:=JT+1;
        J1:=1;
        J1:=0;
        END;
    J1:=J1+1;
    READLN(OKU,BOY1(J),BOY2(J),R(J),S1);
    READLN(OKU,S1);
    Z(J):=JT;
    S(J):=J1;
    MI(J):=BOY1(J)*Y1+BOY2(J)*Y2+TIG(Z(J))+IIG(S(J));
    END;

```

1.3. Örnek Çözüm

```

      FOR J1:=1 TO ISS DO
      BEGIN
        READLN(OKU,BOY1[J1],Ø1J+J1],S1);
        READLN(OKU,S1);
        Z[J+J1]:=0;
        S[J+J1]:=J1;
        M[J+J1]:=BOY1[J1]*Y1+116[S[J+J1]];
      END;

```

```

MALİYETLERI_KUCUKDEN_BUYUGE_SIRALA;
IF I<KS THEN GOTO 10;
CLOSE(OKU);
END;

```

```

( )
BEGIN ( ANA PROGRAM )
DIS:=0;
II:=0;
GIRIS_BILGILERINI_OKU;
ASSIGN(YAZ,'S');
REWRITE(YAZ);
DELTALARI_HESAPLA;
DELTALARI_BUYUKDEN_KUCUGE_SIRALA;

TRANSFER_VE_IMHANIN_DOLULUK_MIKTARLARINI_YAZ;

CLOSE(YAZ);

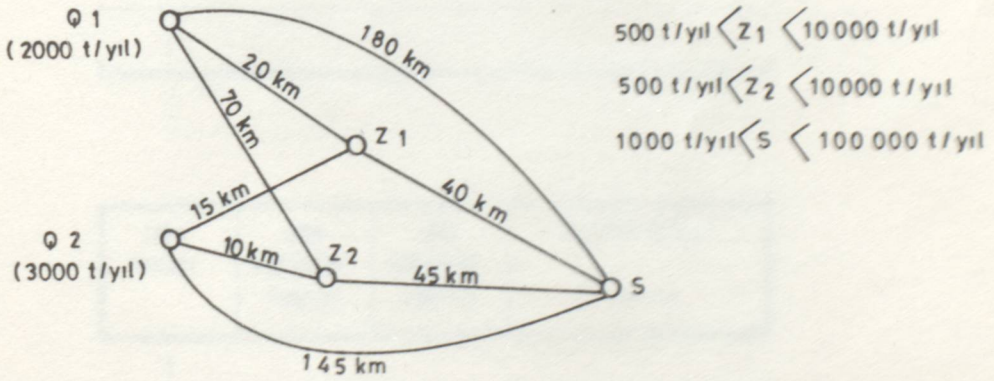
END.

```


5.3 Örnek Çözüm

Hazırlanan programların kullanılmasının kolaylığına rağmen, çözülecek bir örnek ile kullanım iyice açıklığa çıkarılacaktır. Fazla karmaşık olmaması nedeniyle 2 kaynaklı, 2 transfer istasyonlu ve 1 imha sahali sistem ele alınmıştır (Şekil 5.1). Oysa hazırlanan programla İstanbul gibi büyük metropolitan alanların bile katı atık taşınma problemine çözüm bulunabilecektir.

Data giriş programı çalıştırıldığı zaman ekrandan kullanıcıya proje ismi, kaynak sayısı, transfer istasyonu sayısı ve depolama sahası sayısı sorulur, bu değerler girildikten sonra program, veriler ışığında proje ile aynı isimde bir data kütüğü oluşturur. Örnek sistem için oluşturulan data kütüğü aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.1 Örnek Sistem

PROJE ISMI : deneme

KAYNAK SAYISI:

2

TRANSFER İSTASYONU SAYISI:

2

İMHA SAHASI SAYISI:

1

DİREK TASIMADA GİDER TL/KM:

AKTARMA İSTASYONU İMHA SAHASI ARASI GİDER TL/KM:

TRANSFER İSTASYONU	MIN KAPASİTE TON/YIL	MAX KAPASİTE TON/YIL	İSLETİM GİDERİ TL/TON.YIL
--------------------	----------------------	----------------------	---------------------------

1

2

İMHA SAHASI	MIN KAPASİTE TON/YIL	MAX KAPASİTE TON/YIL	İSLETİM GİDERİ TL/TON.YIL
-------------	----------------------	----------------------	---------------------------

1

KAYNAK	MIKTAR (TON/YIL)
--------	---------------------

1

BOY1 KM	BOY2 KM	KAYNAK ISMI	TRANSFER ISTASYONU	DUZENLI DEPOLAMA
		1	Z1	S1
		1	Z2	S1
		1		S1

KAYNAK	MIKTAR (TON/YIL)
--------	---------------------

2

BOY1 KM	BOY2 KM	KAYNAK ISMI	TRANSFER ISTASYONU	DUZENLI DEPOLAMA
		2	Z1	S1
		2	Z2	S1
		2		S1

Sistemdeki kapasiteler, taşıma ve işletim giderleri ve ara mesafeler data kütüğüne yazıldığında ise ortaya çıkacak tablo şu şekildedir.

KAYNAK	DİREK
(TON/YIL)	(TON/YIL)
PROJE ISMI : deneme	
KAYNAK SAYISI:	
2	
TRANSFER İSTASYONU SAYISI:	
2	
İMHA SAHASI SAYISI:	
1	

DİREK TAŞIMADA GİDER TL/KM:

1500

AKTARMA İSTASYONU İMHA SAHASI ARASI GİDER TL/KM:

300

TRANSFER İSTASYONU	MIN KAPASİTE TON/YIL	MAX KAPASİTE TON/YIL	İŞLETİM GİDERİ TL/TON.YIL
1	500	10000	100000
2	500	10000	100000

İMHA SAHASI	MIN KAPASİTE TON/YIL	MAX KAPASİTE TON/YIL	İŞLETİM GİDERİ TL/TON.YIL
1	1000	100000	50000

şifadaki tablo oluşturulduktan sonra
 transfer, bu program çalıştırıldığında
 sorulur. Bu programa ismi, yukarıda
 ek girilir, program çalıştıktan sonra
 ne yazık ki bu kısımda doküman ise aşağıda:

KAYNAK	MIKTAR (TON/YIL)
--------	---------------------

1 2000

BOY1 KM	BOY2 KM	KAYNAK ISMI	TRANSFER ISTASYONU	DUZENLI DEPOLAMA
20	40	1	Z1	S1
70	45	1	Z2	S1
180		1		S1

KAYNAK	MIKTAR (TON/YIL)
--------	---------------------

2 3000

BOY1 KM	BOY2 KM	KAYNAK ISMI	TRANSFER ISTASYONU	DUZENLI DEPOLAMA
15	40	2	Z1	S1
10	45	2	Z2	S1
145		2		S1

Yukarıdaki tablo oluşturulduktan sonra yapılacak iş çözüm programını çalıştırmaktır, bu program çalıştırıldığında ekranda kullanıcıya proje ismi sorulur, bu proje ismi, yukarıda ki data kütüğü ile aynı isim olarak girilir, program çalıştıktan sonra ise sonuçları "S" isimli bir kütüğe yazar, bu kütüğün dökümü ise aşağıda verilmiştir.

KAYNAK	TRANSFER ISTASYONU	DUZENLI DEPOLAMA	MIKTAR (ton/yil)	MALİYET (Tl/yil)
Q1	Z1	S1	2000	384000000,00
Q2	Z2	S1	3000	535500000,00

TRANSFER ISTASYONU	(Ton/yil)
1	2000,00
2	3000,00

DUZENLI DEPOLAMA	(Ton/yil)
1	5000,00

BÖLÜM VI

SONUÇLAR

[1] Baştuğ, A., 'Katı Atık Toplama ve Taşıma Araçlarının Seçimi', Çeşitli 82. Sempozyum, Ege Üniversitesi, İzmir, 1992.

Büyük Metropolitan alanların katı atık toplama ve taşıma sistemlerinin optimizasyonu çok fazla işlem gerektireceğinden çok zordur. Bir problemde, bütün bu işlemleri elle yapabilecek kadar zamanın bol olduğu durumlarda bile, hata yapmak kuvvetle muhtemel olacağından bu işlemleri bilgisayarlara yaptırmak en uygun yol olacaktır.

Hazırlanan bilgisayar programı çok karmaşık sistemlerin bile optimum çözümünün saniyelerle ifade edilebilecek bir zamanda hatasız çözer ve düzgün bir şekilde sunar.

- [13] Rasch, R., 'Qualitative und Quantitative Einigung der Abfalle einschliesslich KAYNAKLAR
für Verbrennung', Stuttgarter Berichte Zur Abfallwirtschaft.
- [1] Baştürk, A., 'Katı Artık Toplama ve Taşıma Araçlarının Seçimi', Çevre 82 Sempozyumu, Ege Üniversitesi, İzmir, 1982.
- [14] R.C., ve Danner, D.M., 'Pyrolysis and Assessment of Pyrolysis Systems', NICHÉ, Symposium Series No:182, Vol
- [2] Niessen, W.R., 'Properties of Waste Materials', Handbook of Solid Waste Management, Ed, D.G. Wilson, Van Nostrand Reinhold Company, 1977.
- [15] 'Utilization of Municipal Wastes', National Institute for Water Research, CSIR Report No:211.
- [3] Tchobanoglous, G., Solid Waste, Mc Graw-Hill Book Co. 1977.
- [16] Arun, F., Türkiye ve Diğer Ülkelerde Çöp Konusu, Kardeş
- [4] Baştürk, A., Katı Atık Ders Notları, Teksir, Yıldız Üniversitesi İnşaat Müh.Bölümü, İstanbul, 1988
- [17] Shin, K.O., Probleme und Lösungen auf dem Gebiet des
- [5] Erdin, E., Çöp ve Katı Atıklar Kurs Notları, Teksir, E. Ü. İnşaat Fak. Çevre Müh. Bölümü, İzmir, 1980.
- [18] Saatchioğlu, B., İstanbul Büyük Şehir Belediyesi Temizlik
- [6] Wilson, D. G., (Ed), Handbook of Solid Waste Management, Van Nostrand Reinhold Co., 1977.
- [7] Clark, R.M., ve Gillean, J.I., 'Systems Analysis and Solid Waste Planning', J.of Env.Eng.Div., ASCE, EEI.
- [8] Patrick, P.K., Solid Waste Management Report on a Mission to Turkey, WHO, İstanbul, 1981.
- [9] Baştürk, A., 'İstanbul Katı Artıklarının Özelliklerinin ve Bertaraf Metotlarının Araştırılması', TÜBİTAK VI.Bilim Kongresi, 1980
- [10] Dr.Feber, Stuttgarter Berichte Zur Abfallwirtschaft, Stuttgart, 1974
- [11] Wilson, D.G., ve Senturia, S.D., 'Resource and Energy Recovery', Handbook of Solid Waste Management, Ed.: D.G. Wilson, Van Nostrand Reinhold Co., 1977.
- [12] Wolf, K.W., ve Sosnovsky, C.H., 'High Pressure Compaction and Baling of Solid Wastes', Handbook of Solid Waste Management, Ed.: D.G., Wilson, Van Nostrand Reinhold Co., 1977.

- [13] Rasch, R., 'Qualitative und Quantitative Einigung der Abfaelle einschliesslich Abwasserschamm und Sondermüll für Verbrennung', Stuttgarter Berichte Zur Abfallwirtschaft, Band 6-1, Brich Schmidt Verlag, 1975.
- [14] Baile, R.C., ve Danner, D.M., 'Pyrolysis and Assessment of Pyrolysis Systems', AIChE, Symposium Series No:162, Vol 73, 1977
- [15] Krige, P.R., 'The Utilization of Municipal Wastes', National Institute for Water Research, CSIR Report No:211, Pretoria, South Africa, 1964.
- [16] Arun, F., Türkiye ve Dış Ülkelerde Çöp Konusu, Kardeş Matbaası, Ankara, 1972.
- [17] Shin, K.C., Probleme und Lösungen auf dem Gebiet des Technischen Umweltschutzes, Stuttgart, 1977
- [18] Saatcioğlu, Ö., İstanbul Büyük Şehir Belediyesi Temizlik ve Çöp Toplama Yönetimi Sistemi Tasarımı Projesi, Son Rapor, ODTÜ, Sıbiren, Ankara, 1986.
- [19] Brown, M.D., Vencey, T.D., ve Reilly, T.C., Solid Waste Transfer Fundamentals, Michigan, 1981.
- [20] Kırca, Ö., ve Erkip, N., 'Selecting Transfer Station Location for Large Solid Waste Systems', European Journal of Operation Research 38, North-Holland, 1988, sayfa 339-349.
- [21] Silver, A.G., ve Silver, J.B., Introduction to System Analysis, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1976.
- [22] Esin, A., Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri, AITIA, Ankara, 1981.
- [23] Paessens, H., ve Hahn, H.H., Operations Research in der Abfallbeseitigung, Institut für Siedlungswasserwirtschaft Universität Karlsruhe.

ÖZGEÇMİŞ

Bu çalışmamı her aşamamda yoğun destek ve ilgisiyle destekleyen
Yüksek öğrenimine 1982-1983 öğretim yılında O.D.T.Ü. Çevre
Mühendisliği Bölümünde başlayan 15 Temmuz 1965 doğumlu
Ali Sait Güllü lisans öğrenimini 1987 bahar dönemi sonunda
tamamladıktan sonra 1988-1989 öğretim yılı güz döneminde Yıldız
Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Çevre Bilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başlamıştır. Halen Gazi
Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik Anabilim Dalında
Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında yoğun destek ve ilgisini esirgemeyen, bilgi ve deneyimleriyle çalışmayı yönlendiren değerli hocam Prof.Dr.Adem Baştürk'e minnettarlığım sonsuzdur.

Yıldız Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Hidrolik Anabilim Dalı'nın tüm elemanlarından her zaman sıcak ilgi ve yardım gördüğümü bu vesile ile belirtmek isterim.

Ayrıca görevli bulunduğum Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi'nin Dekanı Prof.Dr.Yücel Ercan beye, İnşaat Mühendliği Bölümü Başkanı Doç.Dr.Süleyman Pampal beye ve Hidrolik Anabilim Dalı Başkanı Y.Doç.Dr. Tülay Özbek hanımefendiye hoşgörü ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmalarım'a yardım eden ve bana her zaman destek olan nişanlım Gülen Hacısalihoğlu'na, tüm eğitim yaşamımda olduğu gibi yüksek lisans çalışmalarım da beni destekleyen aileme, bilgisayar programının hazırlanması esnasında büyük yardımlarını gördüğüm arkadaşım İnşaat Yük.Müh. Fahri Aytemiz'e teşekkürü bir borç bilirim.



