

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KATI ATIKLARIN TOPLANMASI, TAŞINMASI VE DEPOLANMASININ
MALİYET BAZLI DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
C. Gonca KAYNAK**

Anabilim Dalı : Çevre Mühendisliği

Programı : Çevre Bilimleri ve Mühendisliği

Tez Danışmanı: Doç. Dr. İbrahim DEMİR

HAZİRAN 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KATI ATIKLARIN TOPLANMASI, TAŞINMASI VE DEPOLANMASININ
MALİYET BAZLI DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
C. Gonca KAYNAK
(501021526)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04 Mayıs 2009
Tezin Savunulduğu Tarih : 02 Haziran 2009**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. İbrahim DEMİR (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK (İTÜ)
Prof . Dr. Ayşen ERDİNÇLER (BÜ)**

HAZİRAN 2009

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın tamamlanması için her türlü desteği sağlayan, Sayın Hocam Doç. Dr. İbrahim Demir'e,

Çalışma sırasında tezimin geliştirilmesi ile ilgili uyarıları ve önerileri için Sayın Prof. Dr. İzzet Öztürk'e ve Sayın Prof. Dr. Ayşen Erdinçler'e,

Düzenli depo sahalarının ilk yatırımı, işletme maliyetleri ile aktarma istasyonlarına ait sayısal analizlerin ve güncel değerlerin teminindeki yardımlardan dolayı İSTAÇ A.Ş. yetkililerine ve ilk yatırım maliyetlerinin belirlenmesindeki yardımları için Aladdin Tuğluk'a,

Verileri temindeki yardımlarından dolayı Kahramanmaraş Belediyesi ve ÇEVTEK A.Ş. yetkililerine, Tokat ili ile ilgili bilgilerin temininde yardımcı olan SNS Mühendislik firması yetkililerine ve Sayın Sedat Öncüler'e,

Ekipman ilk yatırım maliyetlerinin belirlenmesindeki yardımlarından dolayı, Çukurova Makine, Borusan Makine ve TATKO'ya,

Arş. Gör. Mahmut Altınbaş'a, Işıl Tanuğur'a, İdil Karagöz'e, Hilal Uflaz'a,

Hayatımın her döneminde desteğini benden esirgemeyen sevgili aileme, sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Mayıs 2009

C.Gonca Kaynak
(Çevre Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	iii
KISALTMALAR.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÖZET	xi
SUMMARY.....	xiii
1 GİRİŞ	1
1.1 Konunun Anlam ve Önemi.....	1
1.2 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı.....	2
2. KATI ATIK YÖNETİMİ.....	5
3. DÜZENLİ DEPOLAMA	9
3.1 Düzenli Depolama Maliyeti.....	10
3.1.1 İlk yatırım maliyeti.....	10
3.1.1.1 Arazi temini	11
3.1.1.2 Arazinin depo sahası için hazırlanması.....	11
3.1.1.3 Mekanik ekipman temini.....	12
3.1.1.4 Kantar.....	12
3.1.1.5 Garaj.....	12
3.1.1.6 Büro binası	12
3.1.1.7 Teker yıkama ünitesi.....	13
3.1.1.8 Mühendislik hizmetleri ve yasal izinlerin alınması	13
3.1.2 Düzenli depolama işletme maliyeti.....	12
3.1.2.1 İşletme sırasında yapılan inşaat işleri	13
3.1.2.2 Sızıntı suyu arıtma	13
3.1.2.3 Son örtünün serilmesi.....	13
3.1.2.4 Gaz toplama ve bertaraf sistemi	14
4. TRANSFER (AKTARMA) İSTASYONLARI.....	15
4.1 Aktarma İstasyonlarının Fonksiyonları	16
4.2 Aktarma İstasyonu Tipleri.....	17
4.2.1 Sıkıştırmasız sistemler	17
4.2.1.1 Sabit veya tekerlekli kasalı aktarma merkezleri	18
4.2.1.2 Hidrolik boşaltmalı tip konteynır.....	19
4.2.2 Sıkıştırılmalı sistem	20
4.2.2.1 Düşey sıkıştırılmalı sistem	21
4.2.2.2 Yatay sıkıştırılmalı sistem	22
4.2.2.3 Doğrudan boşaltma sistemi	22
4.2.2.4 Siloya boşaltma.....	23
4.3 Hangi aktarma İstasyonu Hangi Durumda Kullanılır?.....	24
4.4 Aktarma İstasyonunun Maliyetinin Belirlenmesi	24
4.4.1 Aktarma istasyonu ilk yatırım maliyeti	24

4.4.2 Aktarma istasyonu işletme maliyetine etki eden faktörler	25
4.5 Konuyla İlgili Yapılmış Benzer Çalışmalar	26
4.5.1 Amerika'daki aktarma istasyonları işletme maliyetleri	26
4.5.2 Kuveyt'te evsel katı atık yönetim maliyetlerinin değerlendirilmesi	27
4.5.2.1 Kuveyt'te depo sahaları maliyetleri	28
5. KATI ATIKLARIN TAŞIMA – TOPLAMA VE DEPOLAMA	
MALİYETLERİNİN BELİRLENMESİ	31
5.1 Katı Atık Yönetim Sistemleri	31
5.1.1 Münferit sistem.....	31
5.1.2 Merkezi sistem	31
5.2 Kabuller ve Kullanılan Yöntemler.....	33
5.3 Çalışmanın Uygulanması	36
5.3.1 Toplama ve taşıma araç sayılarının bulunması	37
5.4 Toplama ve Taşıma Maliyetlerinin Belirlenmesi	40
5.4.1 Tokat ve ilçelerinde çalışmanın uygulanması.....	40
5.4.2 Kahramanmaraş ve ilçelerinde çalışmanın uygulanması	42
5.5 Düzenli Depolama Maliyetinin Hesaplanması	44
5.6. Aktarma İstasyonu Maliyetinin Hesaplanması.....	53
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR.....	57
EKLER	59

KISALTMALAR

Aİ	: Aktarma İstasyonu
d_{ka}	: Kamyonun Taşıdığı Katı Atığın Yoğunluğu, ton/m ³
d_{kn}	: Konteynırdaki Katı Atığın Yoğunluğu, ton/m ³
DD	: Düzenli Depolama
DO₁	: Kamyon Doluluk Oranı, %
DO₂	: Konteynır Doluluk Oranı, %
ENVEST	: Environmental Heavy Cost Investment Planning
KAM	: Toplam Katı Atık Miktarı, ton/gün
KPS₁	: Katı Atık Kamyonu Kapasitesi, ton
KPS₂	: Konteynır Kapasitesi, ton
L₁	: Kamyon Garajı ile Şehir Arasındaki Mesafe, km
L_{a-ş}	: Aktarma İstasyonu ile Şehir Arasındaki Mesafe, km
L_{a-d}	: Aktarma İstasyonu İle Depo Sahası Arasındaki Mesafe, km
L_k	: 2 Konteynır Arasındaki Mesafe, m
L_{2k}	: Toplama Aracının Konteynırlar Arasında Aldığı Yol, km
L_{2s}	: Şehir ile Depo Sahası Arasındaki Mesafe, km
L_{2t}	: Boş Kamyonun Dolana Kadar Katettiği Toplam Yol, km
L₃	: Depo Sahası ile Garaj Arasındaki Mesafe, km
N_{kn}	: Bir Kamyonun Katı Atığını Boşalttığı Konteynır Sayısı, adet
N_{ta}	: Toplama Aracı Sayısı, adet
N_{aa}	: Aktarma Aracı Sayısı, adet
N_{ass}	: Aktarma Aracı Sefer Sayısı, adet
N_{kss}	: Kamyon Sefer Sayısı, adet
N_{ks}	: Kamyon Sayısı, adet
OAM	: Organik Atık Miktarı, ton/gün
OSS	: Ortalama Standart Sapma
T_{ara}	: Şehirde Aracın Yapacağı Tam Bir Tur ve Depoya Gidiş Süresi, saat
T_{a-d}	: Aktarma İstasyonu ile Depo Arasında Geçen Süre, saat
T_{a-ş}	: Aktarma İstasyonu ile Şehir Arasında Taşıma İçin Geçen Süre, saat
T_{boş}	: Depo Sahasına Gelen Aracın Atığını Boşaltma Süresi, saat
T_{çt}	: Bir Aracın Dolana Kadar Katı Atıkları Toplama Süresi, saat
T_{dş}	: Depo Sahasında Atığını Boşaltan Aracın Şehre Gidiş Süresi, saat
T_{dg}	: Depo Sahası İle Garaj Arasında Geçen Süre, saat
T_{gş}	: Bir Aracın Garajdan Şehre Gelişinde Geçen Süre, saat
T_{ka}	: Konteynırlar Arasında Geçen Toplam Süre, saat
T_{kb}	: Bir Konteynırın Atığının Boşaltılması İçin Geçen Süre, saat
T_{kboş}	: Bir Kamyonun Konteynırlardaki Atıkları Boşaltma Süresi, saat
T_m	: Kamyondaki Personelin Kullanacağı Mola Süresi, saat
T_{şd}	: Bir Aracın Şehirden Depoya Gidiş Süresi, saat
T_{ş-a}	: Şehirden Aktarma İstasyonu Arasında Geçen Süre, saat
T₁	: Bir Aracın, Atığı Toplaması ve Depoya Gitme Süresi, saat
T_{ak-taş.}	: Aktarma İstasyonu Kullanılarak Yapılan Taşımanın Süresi, saat
T_{sfr}	: Bir Aracın Personelinin Bir Günlük Mesaisinin Süresi, saat
V₁	: Garajla Şehir Arasında Kamyonun Ortalama Hızı, km/saat

V_2	: Şehirle Depo Sahası Arasında Kamyonun Ortalama Hızı, km/saat
V_3	: Depo Sahası ile Garaj Arasındaki Aracın Ortalama Hızı, km/saat
$V_{şd}$	: Aracın Şehirle Depo Arasındaki Ortalama Hızı, km/saat
V_t	: Aracın Atıkları Toplarkenki Ortalama Hızı, km/saat
$V_{ş-a}$	: Şehirle Aktarma İstasyonu Arasındaki Aracın Hızı, km/saat
$V_{a-ş}$	: Aktarma Aracının İstasyon ile Şehir Arasındaki Hızı, km/saat
V_{a-d}	: Aktarma Aracının İstasyondan Depo Sahasına Hızı, km/saat
V_{d-a}	: Aktarma Aracının Depo Sahasından, İstasyona Hızı, km/saat
V'_{aa}	: Aktarma Aracının Kapasitesi, m ³
V'_{ka}	: Katı Atık Toplama Aracının Hacmi, m ³
V'_{kn}	: Katı Atık Konteynırının Hacmi, m ³
YM	: Yerleşim Merkezi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Depo sahasında kullanılan ekipmanlar (Borusan ve Çukurova, 2006).	12
Çizelge 4.1 : 30.000 kişilik nüfusa hizmet veren bir aktarma istasyonuna ait bir ilk yatırım maliyeti çizelgesi (Fuller ve diğ, 2002)	25
Çizelge 4.2 : 10.000-30.000 kişilik nüfusa hizmet veren bir aktarma istasyonunun 2001 yılı için ortalama yatırım maliyeti (Fuller ve diğ, 2002)	26
Çizelge 4.3 : A.B.D’de aktarma istasyonu işletme maliyetleri	27
Çizelge 4.4 : Katı atıkların bertaraf maliyetleri	28
Çizelge 4.5 : Kuveyt’te oluşan katı atıkların yıllık toplama ve depolama maliyetleri	29
Çizelge 5.1 : Yerleşim merkezlerinin kurulacak olan depo sahasına olan uzaklıkları	37
Çizelge 5.2 : Tokat ve üç ilçesinde nüfusa göre yıllar boyunca oluşacak katı atık miktarı	38
Çizelge 5.3 : Türkiye’de evsel katı atık içerikleri, 2006 yaz dönemi (%)	39
Çizelge 5.4 : Türkiye’de evsel katı atık içerikleri, 2006 kış dönemi (%)	40
Çizelge 5.5 : Tokat ve ilçeleri için toplama maliyetleri	40
Çizelge 5.6 : Tokat ve ilçeleri için taşıma maliyetleri	40
Çizelge 5.7 : Kahramanmaraş ili yerleşim merkezleri depolama maliyeti,	45
Çizelge 5.8 : Tokat ili ve ilçeleri depolama maliyeti	45
Çizelge 5.9 : Taşıma Maliyeti Tablosu Seçenek 1, (Kaynak 2009)	48
Çizelge 5.10 : Taşıma Maliyeti Tablosu Seçenek 2, (Kaynak 2009)	48
Çizelge 5.11 : Genel Maliyet Tablosu Seçenek 1, (Kaynak 2009)	49
Çizelge 5.12 : Genel Maliyet Tablosu Seçenek 2, (Kaynak 2009)	49
Çizelge 5.13 : Taşıma Maliyeti Tablosu Seçenek 3, (Kaynak 2009)	50
Çizelge 5.14 : Genel Maliyet Tablosu Seçenek 3, (Kaynak 2009)	50
Çizelge 5.15 : Aktarma istasyonu maliyet hesabı	53
Çizelge 5.16 : Aktarma istasyonu kurulması durumunda birim maliyet	54
Çizelge A.1 : Bir yerleşim merkezinde oluşan çöplerin toplanması için gereken sürenin belirlenmesi	60
Çizelge A.2 : Tokat, Turhal, Zile ve Pazar yerleşim merkezlerinde oluşan çöpleri taşımak için gereken araç sayısının bulunuşu (2010 yılı)	61
Çizelge A.3 : Tokat ve Turhal’da oluşan çöpleri taşımak için gereken araç sayısının bulunuşu (aktarmalı sistem - 2010 yılı)	63
Çizelge A.4 : Tokat ve Turhal’da oluşan çöpleri taşımak için gereken araç sayısının bulunuşu (aktarmalı sistem - 2015 yılı)	64
Çizelge A.5 : Tokat ve Turhal’da oluşan çöpleri taşımak için gereken araç sayısının bulunuşu (aktarmalı sistem - 2020 yılı)	65
Çizelge A.6 : Tokat,Turhal, Zile ve Pazar’da oluşan çöpleri taşımak için gereken araç sayısının bulunuşu (aktarmasız sistem - 2020 yılı)	66

Çizelge A.7 :	Tokat,Turhal, Zile ve Pazar’da oluşan çöpleri taşımak için gereken araç sayısının bulunuşu (aktarmasız sistem - 2020 yılı).....	67
Çizelge A.8 :	Zile ve Pazar ilçeleri atıkları için gereken araç sayısı (aktarmasız - 2020 yılı).....	68
Çizelge A.9 :	Kahramanmaraş ve civarındaki yerleşim merkezlerinin atıkları için gereken araç sayısı (aktarmasız sistem).....	69
Çizelge A.10 :	Kahramanmaraş ve civarındaki yerleşim merkezlerinin atıkları için gereken araç sayısı (aktarmalı sistem).....	71
Çizelge A.11 :	Kahramanmaraş ve civarındaki yerleşim merkezlerinin atıkları için gereken araç sayısı (aktarmasız sistem).....	74
Çizelge A.12 :	Kahramanmaraş ve civarındaki yerleşim merkezlerinin atıkları için gereken araç sayısı (aktarmalı sistem - 22 tonluk araçla).....	76
Çizelge A.13 :	Maraş için düzenli depolama maliyetinin bulunuşu (Kaynak ve Demir, 2006).....	79

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Belediye atıkları bertaraf dağılımı (Çubukçu, 2008).....	6
Şekil 4.1 : Sabit şaseli aktarma sistemi	18
Şekil 4.2 : Hareketli şaseli aktarma sistemi	19
Şekil 4.3 : Sıkıştırmasız kasalı aktarma merkezine bir örnek (Demir, 2005).....	19
Şekil 4.4 : Hidrolik boşaltmalı tip konteynır uygulaması. (a) (Çubukçu,2008)	20
Şekil 4.5 : Hidrolik boşaltmalı tip konteynır uygulaması. (b) (Çubukçu,2008)	20
Şekil 4.6 : Yatay sıkıştırmalı kasaya örnek	22
Şekil 4.7 : Atıkların doğrudan aşağıdaki taşıma arabasına aktarıldığı sistem (Bissel Ass, 1992).....	23
Şekil 5.1 : Yerleşim merkezlerinin münferit depo sahası kurması ve işletmesi	32
Şekil 5.2 : Yerleşim merkezlerinin aktarma istasyonlarını kullanarak depolama yapması (Merkezi sistem uygulaması I)	32
Şekil 5.3 : Yerleşim merkezlerinin ortak depo sahası kurması (Merkezi sistem uygulaması II).....	33
Şekil 5.4 : Tokat ili ve Turhal – Zile – Pazar ilçelerinin konumları ile kurulması planlanan düzenli depo sahasının yeri	37
Şekil 5.5 : Tokat ve 3 ilçesindeki atıkların toplama ve taşıma maliyetleri 1	41
Şekil 5.6 : Tokat ve 3 ilçesindeki atıkların toplama ve taşıma maliyetleri 2	42
Şekil 5.7 : Kahramanmaraş ve ilçelerini gösteren harita (Karayolları Genel Müdürlüğü, 2006)	43
Şekil 5.8 : Kahramanmaraş civarındaki yerleşimlerin atık miktarı dağılımı (Demir, 2005)	44
Şekil 5.9 : Depolama maliyetinin Maraş'daki yerleşimlerde nüfusa bağlı değişimi (Kaynak, 2009)	46
Şekil 5.10 : Tokat ve ilçelerinde nüfusa bağlı düzenli depolama maliyeti.....	47
Şekil 5.11 : Kahramanmaraş merkez – ilçe ve beldelerinde farklı mesafelere göre toplama, taşıma ve depolama maliyeti (Kaynak, 2009).....	52

KATI ATIKLARIN TOPLANMASI, TAŞINMASI VE DEPOLANMASININ MALİYET BAZLI DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

ÖZET

Katı atıkların yönetiminde, oluşan atıkların toplanması ve bertaraf tesisine taşınması maliyetin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Yerleşimler genişledikçe yer bulmadaki zorluklar ve diğer nedenlerle bertaraf tesislerinin şehre uzaklığı da artmaktadır. Bunun sonucu olarak, ihtiyaç duyulan toplama araçlarının sayısı da aynı oranda artmaktadır. Bu araçlarla uzun mesafeye atık nakli yapılması halinde taşıma maliyeti daha da yükselmektedir. Taşıma maliyetini azaltmak için, atıkların daha büyük kapasiteli araçlarla taşınması uygulanmaya başlanmıştır. Bunun sonucunda da, atıkların toplama araçlarından taşıma araçlarına nakli söz konusu olmuş ve bu maksatla katı atık aktarma istasyonları yapılmıştır.

Türkiye’de, katı atıkların usulüne uygun olarak bertaraf edilmesi son yıllarda gündeme gelmiştir. Genel uygulama, atıkların düzenli olarak depolanmasıdır. Geri kazanım ve kompost uygulaması az da olsa mevcuttur. AB’ye girme süreci ile katı atıkların çevreci bir yaklaşımla uzaklaştırılması konusunda çalışmalar hızlanmıştır. Bu kapsamda, bugün Katı Atık Birliklerinin yöneldiği merkezi düzenli depolama sahalarının yapımı gündeme gelmiştir. Depolama sahalarının merkezi yapılması ile taşıma mesafeleri artacaktır. Toplama ve taşıma maliyetini minimize etmek için aktarma istasyonlarının yapımı yoğun olarak gündeme gelecektir. Kaç km’ye kadar aktarmalı ve aktarmasız depolamanın yapılabileceği konusunda yol gösterici bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada, katı atıkların karışık ve ayrık olarak (geri kazanımlı ya da geri kazanımsız) değişik kapasiteli araçlarla toplanması hallerinde toplama ve taşıma maliyetleri belirlenmiş ve mukayeseleri yapılmıştır.

Birinci bölümde, konunun anlam ve önemi ile amaç ve kapsam, ikinci bölümde atık yönetimi hakkında bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde, düzenli depolama ilk yatırım ve işletme maliyetleri, dördüncü bölümde aktarma merkezleri ilk yatırım ve işletme maliyetleri anlatılmıştır.

Çalışmanın beşinci bölümünde geliştirilen hesap metodu, Kahramanmaraş ve Tokat katı atık projelerine uygulanmıştır. Farklı alternatiflere göre değişen sonuçlar Ekler bölümünde verilmiştir. Bundan başka; bu çalışma kapsamında nüfusu ya da oluşturduğu katı atık miktarı bilinen bir yerleşim merkezinin toplama, taşıma ve düzenli depolama maliyetini hesaplayan bir program oluşturulmuştur ve Kahramanmaraş ve Tokat verilerine göre değerlendirilmiştir. Altıncı bölümde ise elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve akabinde önerilerde bulunulmuştur.

A STUDY ABOUT THE COST BASED EVALUATION OF COLLECTION, TRANSPORTATION AND LANFILLING OF SOLID WASTES

SUMMARY

Collection and transportation of wastes to the disposal plants is the most serious part of the solid waste management cost. As the settlements increase, the difficulties in determination of the location and other related issues, the distances between the disposal plants and the settlements, increase further. Hence, necessity for collection vehicles increase accordingly. In case of transporting the wastes to longer distances with the collection vehicles, cost of collection will increase more. In order to decrease collection costs; transporting the solid wastes with larger capacity vehicles is disposed. Consequently, transfer of solid wastes from collection vehicles to transportation vehicles issue came into question and solid waste transfer stations were established.

The issue of regulatory based solid waste disposal has come out in recent years in Turkey. General approach for this, is the sanitary landfilling. In relatively smaller ratios, recycling and composting methods are also carried out. Within the accession period for European Union, studies for the disposal of solid wastes in an environmentally sound basis are accelerated. In this scope, the approach for common landfilling of several municipalities as Solid Waste Unions do, is actual. Following the establishment of common operated landfills, transportation distances will increase. With the aim of minimising the transportation distances, establishment of transfer stations issue will arise. There isn't a clear – identifying method in determination of the optimum distance for landfilling with or without transfer stations. In this study; collection and transportation costs of solid wastes (both mixed and seperated – with or without recycling) with vehicles of different capacities, were determined and then compared.

In the first part, the meaning - importance of the issue, the scope and aim of the study; in the second part, information about waste management was stated.

In the third part, sanitary landfilling, in the fourth part investment and operational costs of transfer stations were explained and the costs were determined.

A calculation method was improved and this method was used for Kahramanmaraş and Tokat on the fifth part. Varying results according to different alternatives were given in Appendices. Furthermore; within this study, the total cost for collection, transportation and landfilling of wastes of a city that of population or total solid waste amount that is known, was calculated via the program and Kahramanmaraş and Tokat cities' data was examined. The results were evaluated in the sixth part and then suggestions were given.

1. GİRİŞ

1.1. Konunun Anlam ve Önemi

Yerleşim merkezlerinin gittikçe artan nüfusu ve artan tüketimler sonucu oluşan evsel katı atıkların bertarafı, yerel yönetimler üzerine büyük sorumluluk yüklemektedir. Evsel atıkların toplanması, taşınması ve bertarafı, yönetimlere büyük yatırım ve işletme maliyetleri getirmektedir. Yerel yönetimlerin katı atıkları toplamak ve bertaraf etmek için yaptığı masraflar bütçelerinde önemli yer tutmaktadır.

Ülkemizde; düzenli depolama sahası sayısı 32'dir. Bu 32 tesisten, 422 belediye faydalanmaktadır. Düzenli depo tesisleri, yaklaşık 29 milyonluk bir nüfusa hizmet vermektedir. Hizmet götürülen nüfusun yaklaşık % 43'ünü oluşturan atıklar uygun yöntemlerle bertaraf edilmektedir. Bu belediyelerin dışında kalan yerleşimler topladıkları katı atıkları boş arazilere dökmektedirler. Konu ile ilgili tüm çalışmaların tamamlanmasıyla, 2012 yılına kadar ülkemizde üretilen atıkların % 70'i düzenli depolama tesislerinde bertaraf edilmiş olacaktır (Erdem, 2008) .

Düzenli depolamanın uygulandığı yerlerde, toplanan katı atıklar depo sahasına ya doğrudan atık toplama araçlarıyla ya da; büyük kapasiteli taşıma araçları ile taşınmaktadır. Aktarma istasyonu kullanmak, atık toplama ve taşıma aşamalarını birbirinden ayırmaktır. Bu durumda; şehirdeki atıkların toplanması ve depo sahasına taşınması farklı araçlarla yapılmaktadır.

Katı atık taşıma maliyeti, tüm katı atık maliyetleri içinde sadece depolama yapılan yerlerde tüm maliyetin % 90-95'ini oluşturmaktadır (Baştürk, 2001). Bu çalışmada; yerleşim merkezlerinin tek tek ya da birleşerek müşterek depo sahası kurması ve işletmesi durumunun katı atık yönetim maliyetine etkisi incelenerek aktarma istasyonlarının kullanılabilirliği irdelenmeye çalışılacaktır.

Ülkemizde düzenli depolama yapan şehir belediyelerinden; İstanbul, İzmir, Adana (kısmen), Ankara (kısmen) ve Gaziantep aktarma merkezi uygulaması yapmaktadır. Diğer belediyeler, katı atıkları toplama araçları ile doğrudan katı atık düzenli depolama sahalarına veya döküm yerlerine götürmektedir.

Çevre Bakanlığı tarafından her belediyenin ayrı düzenli depolama tesisi yapması yerine, birçok belediye tarafından müşterek kullanılacak merkezi depolama tesislerinin yapılması prensip olarak kabul edilmiştir. Bu durumda taşıma mesafeleri artacaktır. Toplama araçları ile taşıma yapılması halinde toplama ve taşıma maliyetleri yükselecektir. Toplama ve taşıma maliyetlerini azaltmak için toplama yapan araçlar ile taşıma yapan araçların birbirinden ayrılması zaruri hale gelecektir. Bu ise; hangi mesafeye kadar taşımanın ekonomik olduğu sorusunu gündeme getirecektir.

Aktarma istasyonu yapımının ekonomik olabilmesi için, kurulacağı yerin uygun seçilmesi, bunun için de; şehir – aktarma istasyonu ve aktarma istasyonu – depo sahası arasındaki mesafenin optimum hale getirilmesi sağlanmalıdır.

Yapılan bu çalışma; belediyelerin ortak depolama tesisi için kullanılacak olan sistemin seçimi (müşterek / münferit depolama) ile aktarma istasyonlarının hangi şartlarda, hangi mesafelerden sonra ekonomik olacağı konusunda yöneticilere ışık tutacaktır.

Aktarma istasyonunun kullanılmasının taşıma maliyetlerine yapacağı etki belirlenebilirse, belediyelerin ortak depo sahası kullanması durumu ve hatta ortak aktarma istasyonu kurup işletmesi durumunun genel katı atık yönetim maliyetine etkisi değerlendirilebilir.

1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Bu çalışmada amaç olarak; her belediyenin münferit depolama tesisi kurması halinde ortaya çıkacak bertaraf maliyeti ile müşterek depolama tesisi kurulması halinde ortaya çıkacak maliyet belirlenmiştir. Depolama maliyetlerine ilave olarak, ortak depolama tesisi kullanılması için taşımanın ekonomik olarak yapılabileceği mesafe bulunmaya çalışılmıştır.

Çalışma kapsamında; önce değişik nüfusların oluşturacağı katı atık miktarı, atıkların toplama, taşıma ve düzenli depolama maliyetleri bulunmuştur. Bu maliyetler yardımı ile her bir nüfusa karşılık gelen katı atık yönetim sistemi maliyeti hesaplanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında; her bir nüfus aralığındaki şehirlerin ortak depolama yapması halinde olabilecek toplama maliyetleri ile aktarma merkezli veya aktarma

merkezsiz taşıma maliyeti ve düzenli depolama tesisi maliyetleri ile toplam yönetim maliyeti bulunmuştur.

Katı atıkların karışık ve ayrı toplanması halleri için hesaplar yapılmıştır. Yapılan süre ve maliyet hesaplarında farklı araçlarla, farklı zamanlarda atıkların toplanacağı kabul edilmiştir. Ambalaj atıklarının yüzdeleri ve oranlarının belirlenmesinde, Çevre ve Orman Bakanlığı'nın 2008 verileri ile İTÜ'nün de içinde bulunduğu ENVEST (2003) konsorsiyumu tarafından hazırlanan değerler esas alınmıştır (Fidan, 2008).

Aktarmalı ve aktarmasız olarak ekonomik taşıma mesafesinin belirlenmesi, münferit ve müşterek depolama yapılması halinde maliyetleri kıyaslayan bir model geliştirilmeye çalışılmıştır.

Son olarak yapılan model, Tokat ve Kahramanmaraş çevreleri için yapılması düşünülen müşterek depolama tesisleri için çalıştırılmış ve sonuçlar irdelenerek önerilerde bulunulmuştur.

2. KATI ATIK YÖNETİMİ

Katı atık yönetimi; çeşitli faaliyetler sonucunda oluşan atıkların toplanması, taşınması ve çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmesini kapsamaktadır. Ülkemizde katı atıkların bertarafı, “Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” esas alınarak yapılmaktadır. Ayrıca, Çevre Kanunu’nun 8. maddesi gereği; her türlü atık ve artığı, çevreye zarar verecek şekilde, ilgili yönetmeliklerde belirlenen standartlara ve yöntemlere aykırı olarak doğrudan ve dolaylı biçimde alıcı ortama vermek, depolamak, taşımak, uzaklaştırmak ve benzeri faaliyetlerde bulunmak yasaktır. (Çevre Kanunu, 1983) Büyükşehir belediyeleri ve belediyeler evsel katı atık bertaraf tesislerini kurmak, kurdurmak, işletmek veya işletmekle yükümlüdürler. Bu durum; 5393 Sayılı Belediye Kanunu’nun 14 ve 15’inci maddeleri ile 5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu’nun 7’inci maddesi ile katı atıkların toplanması, taşınması ve geri kazanılması ile çevre ve insan sağlığına olumsuz etki yapmadan nihai bertarafına ilişkin yükümlülük, yetki ve sorumlulukları Belediyeler ve Büyükşehir Belediyelerine veren, kanun maddeleri ile tam bir örtüşme sağlamaktadır (Çubukçu, 2008).

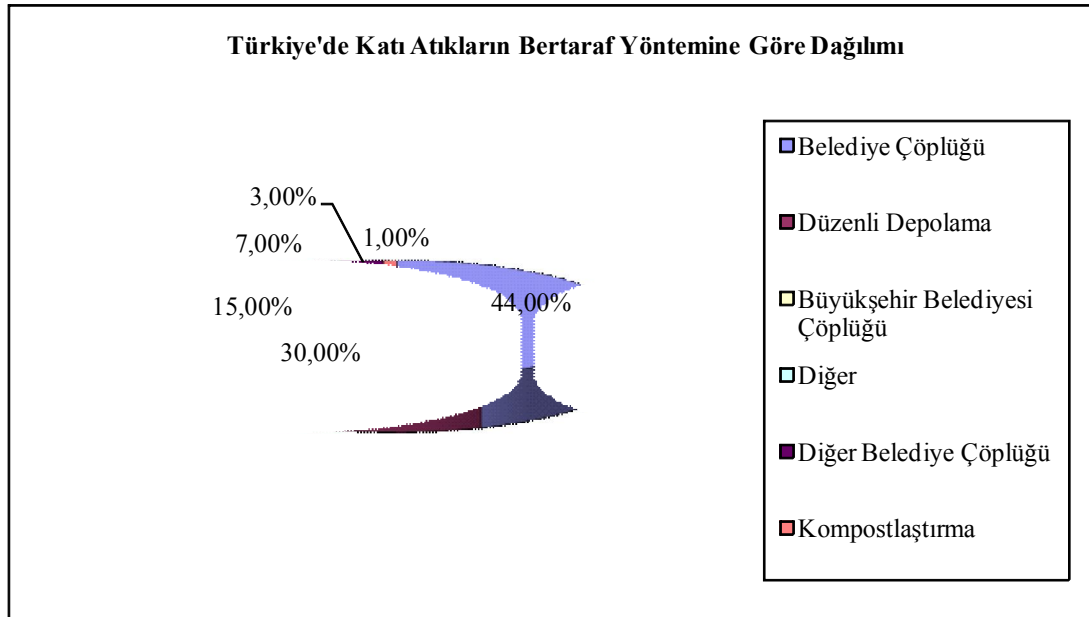
Katı atıkların kontrolü yönetmeliğinin AB kriterlerine uyumlu hale getirilmesi tamamlandıktan sonra, yeni çıkacak mevzuat ve AB direktiflerine uyulması gerekecektir.

Bertaraf metotları; genel olarak geri kazanım, kompost, termal işlemler ve düzenli depolama olarak sınıflandırılabilir. Ülkemiz şartlarında şu an en yapılabilir bertaraf metodu düzenli depolamadır. Bu maksatla, çalışmada bertaraf usulü olarak düzenli depolama düşünülmüştür. Günlük tüketim faaliyetleri sonunda oluşan katı atıkların yönetimi değişik kademelerden oluşmaktadır.

Bunlar;

- 1- Atıkların kaynağında karışık veya ayırık olarak toplanması
- 2- Toplama, taşıma işlemleri
- 3- Bertaraf işlemleri
 - 3.1. Geri Kazanım
 - 3.2. Kompost
 - 3.3. Termal İşlemler
 - 3.4. Düzenli Depolama'dır.

Türkiye'de 2008 verilerine göre mevcut bertaraf yöntemleri Şekil 2.1'de verilmektedir (Çubukçu, 2008).



Şekil 2.1 : Belediye atıkları bertaraf dağılımı.

Bu metotların birlikte kullanıldığı bütünleşik (entegre) yönetim anlayışı, katı atıkların yönetiminde gittikçe artan şekilde uygulanmaktadır.

Entegre atık yönetiminin tam olarak uygulanması halinde atıkların çevreye olumsuz etkileri azalmakta ve geri kazanım oranı artmaktadır. Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın; geri kazanılamayan, yakılamayan veya kompost yapılamayan atıklar mutlaka ortaya çıkacağı için, düzenli depolama işlemine ve düzenli depo sahalarına her zaman ve her gelişmişlikte ihtiyaç duyulacaktır (EPA, 2001).

Avrupa Birliđi'ne uyum programı çerçevesinde; ÷lkemizde oluşan katı atıklar ilgili direktiflere uygun olarak bertaraf edilecektir. Başlangıçta en yaygın olarak kullanılacak bertaraf metodu, dñzenli depolama olacaktır.

3. DÜZENLİ DEPOLAMA

Düzenli depolama, atıkların çevre koruma için gerekli tedbirler alınmış ve işletme esnasında işletme planına uygun olarak altyapısı hazırlanmış bir alana yayılıp, sıkıştırıldıktan sonra üzerlerinin günlük olarak örtülmesi, zamanla oluşan sızıntı suyu ve depo gazının kontrolünün yapılması ve usulüne uygun olarak kapatılması şeklinde yapılan bertaraf sistemidir.

Ülkemizde her geçen gün artan nüfusla birlikte oluşan katı atık miktarı da artmaktadır. Türkiye’de de tüm dünyada olduğu gibi, yerleşim merkezlerinde, özellikle de büyük şehirlerde depo sahası olarak kullanılacak alan bulmak zordur. Değişik sebeplerle halkın depolama sahalarına olan tepkisi gittikçe artmaktadır. Bu sebepten dolayı düzenli depolama sahalarından maksimum fayda sağlamak ve en ekonomik şekilde işletebilmek önem kazanmaktadır.

Düzenli depolama sahalarının asgari kapasiteleri, “Katı Atıkları Kontrol Yönetmeliği”nde belirtilmiştir. Buna göre; depo tesisi kapasitesi nüfusu 100.000’den küçük olan yerleşim bölgelerinde 10 yıllık depolama ihtiyacını karşılayacak şekilde, nüfusu 100.000’den büyük olan yerlerde 500.000 m³ olarak planlanır (Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 1991).

Çevre ve Orman Bakanlığı’ndan alınan verilere göre; 1994 yılında toplanan 17 milyon ton katı atığın; yalnızca 1 milyon tonu düzenli depolanırken, 2001 yılında 25 milyon ton atığın 8 milyonu , 2007 yılında ise 26 milyon ton atığın 11 milyon tonu düzenli depolama yöntemiyle bertaraf edilmektedir (Çubukçu, 2008).

Düzenli depolamanın avantajları şunlardır :

- 1) Uygun arazi bulunduğu takdirde en ekonomik yöntemdir.
- 2) Nihai imha metodudur. Her türlü katı atık için uygulanabilir.
- 3) Esnek bir metottur. Katı atık miktarına göre kapasite kolaylıkla arttırılabilir.
- 4) Kullanılıp kapatılan araziden rekreasyon amacıyla istifade edilebilir.
- 5) Eski maden ve taş ocaklarının depo sahası olarak seçimi halinde buraların

rehabilitasyonu sağlanır.

Düzenli depolamada karşılaşılan bazı problemler şunlardır :

- 1) Kalabalık yörelerde, ekonomik taşıma mesafesi içinde uygun yer bulmak güçtür.
- 2) Yerleşim yerlerine yakın düzenli depolama tesislerinin kurulmasında halkın muhalefeti ile karşılaşılabilir.
- 3) Tamamlanmış düzenli depolama tesislerinde yerel çökmeler olabileceğinden devamlı bakımı gereklidir.
- 4) Oluşan sızıntı suyunun arıtımı zor ve maliyetlidir.
- 5) Atıkların havasız ayrışması sonucu oluşan depo gazı kontrolsüz olarak atmosfere verildiği zaman zararlı olmaktadır.
- 6) Oluşan sızıntı suyunun ve gazların saha kapatıldıktan sonra çok uzun süre toplanması ve bertaraf edilmesi gerekmektedir.

3.1 Düzenli Depolama Maliyeti

Bütün yatırımlarda olduğu gibi, düzenli depolamanın maliyeti de ilk yatırım ve işletme maliyeti olmak üzere iki ana maliyetten oluşur.

3.1.1 İlk yatırım maliyeti

Bir düzenli depolama sahasının ilk yatırım maliyetini oluşturan unsurlar aşağıda belirtilmiştir.

Mühendislik hizmetleri ve yasal izinlerin alınması ile arazi temini ve arazinin hazırlanması en önemli kalemlerdir.

Arazinin hazırlanması yatırımına; tesis etrafının çit ve koruma bandı ile çevrilmesi, arazi düzenleme, taban geçirimsizliği, drenaj tabakasının hazırlanması, teker yıkama ünitesinin yapılması, kantarın yerleştirilmesi, mekanik ekipman temini ve montajı, garaj ve işletme binasının yapılması çalışmaları yer almaktadır.

İlk yatırımı oluşturan unsurlar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

3.1.1.1 Arazi temini

Düzenli depolama tesisinin arazi maliyeti, yerleşim yerinin konumuna ve büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Büyük ve merkezi şehirlere yaklaştıkça bu maliyet artmaktadır. Ayrıca yeterli büyüklükte arazi bulmak zorlaşmaktadır. Bu nedenle ülkemizde depo sahası seçiminde devlet kurumlarına ait arazilerin seçimine özen gösterilmektedir. Bu arazilerin belirlenmesinde en çok dikkat edilen ikinci husus ise, istimlağa gerek olmaması veya az gerek olmasıdır. Yerel yönetimler arazileri genellikle devletten tahsis şeklinde almaktadırlar. Bu nedenle bu çalışmada arazi bedeli hesaplara dahil edilmemiştir.

3.1.1.2 Arazinin depo sahası için hazırlanması

Hizmet vereceği yerleşim merkezinin 20 yıl sonraki tahmini nüfusuna göre hesaplanan kullanım kapasitesine göre, depo sahasının ve sabit tesislerin tüm arazisi çitle çevrilecektir.

Düzenli depo tesisinden, depo tabanına sızan sızıntı sularının yeraltı suyuna karışmaması için arazinin tabanı önce tesviye edilir ve geçirimsiz hale getirilir. Geçirimsizliğin kil tabaka ile karşılanacağı kabul edilmiştir. Geçirimsiz tabakanın üzerine drenaj sistemi, HDPE boru ile sızıntı suyu drenaj borularının yerleştirilmesi ve tabanın tamamının çakıl tabaka ile kaplanacak şekilde yapılacağı düşünülmüştür.

3.1.1.3 Mekanik ekipman temini

Gerekli yatırım ve işletme maliyetlerini karşılayabilmek için depo sahasında kullanılacak olan her bir ekipmanın birim fiyatları yapılan piyasa araştırmaları sonucunda belirlenmiştir (Tatko ve Borusan Makine, 2005).

Buna göre ekipmanların ilk yatırım maliyetleri aşağıda belirtilmiştir. İşletme sırasında kullanılacak mekanik ekipmanlar ve bunların fiyatları Çizelge 3.1’de verilmiştir. Bu fiyatlar belirlenirken piyasadan alınan değerlerin ortalaması alınmıştır.

Çizelge 3.1 : Depo sahasında kullanılan ekipmanlar

(Borusan ve Çukurova, 2006).

Ekipman Adı	Fiyatı (Avro/adet)
Kompaktör	265,000
Yükleyici	160,000
Greyder	118,000
Kamyon	64,000
Kantar	30,000
Toplam	637,000

3.1.1.4 Kantar

Depo tesisi girişinde, gelen araçların ağırlıklarını ölçüp, kayıtlarını yapmak ve bekçi kulübesi olarak , 60 ton tartma kapasiteli bir kantar konulacağı kabul edilmiştir. Kantar için ilk yatırım maliyeti, 30.000 Avro olarak belirlenmiştir (Demir, 2005).

3.1.1.5 Garaj

Garaj sahada çalışan araçların çalışmadığı zamanlar duracağı, periyodik bakımlarının ve yağ değiştirme işlemlerinin yapılacağı sadece bir kısmının üstü sundurma ile kaplı alandır. Garajda kapalı alan büyüklüğü 500 m² alınmıştır.

3.1.1.6 Büro binası

İşletme personelinin günlük ihtiyaçlarının karşılanacağı, gerekli ofis çalışmalarının yapılacağı kapalı alandır. Bunun için yaklaşık 200 m² alan yeterli görülmüştür (Tuğluk, 2005).

3.1.1.7 Teker yıkama ünitesi

Depolama sahasında kirlenen araba tekerleklerinin yolları ve caddeleri kirletmemesi için tekerleri temizleyecek teknik tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bu işlemin yapılacağı teker yıkama ünitesinin depo sahasına inşaa edilmesi gerekmektedir. Teker yıkama ünitesinde su ile yıkama yapılacaktır.

3.1.1.8 Mühendislik hizmetleri ve yasal izinlerin alınması

Her ülkenin ve yerleşimin şartlarına bağlı olarak mühendislik hizmetleri ve yasal iznin maliyeti değişmektedir. Bugün ülkemizde bir katı atık düzenli depolama sahasının mühendislik hizmeti yaklaşık 120 bin Avro'ya yapılmaktadır. Bu ücrete; avan proje, fizibilite raporu, ÇED raporu ve uygulama projesinin hazırlanması dahildir (Demir, 2005).

3.1.2. Düzenli depolama işletme maliyeti

Düzenli depolama ünitesinde işletme maliyetini oluşturan unsurlar, genel olarak işletme sırasında yapılan inşaat işleri, işçilik, yakıt ve bakım masrafları, atığın sahaya yayılması ve günlük örtü toprağının maliyetidir.

3.1.2.1 İşletme sırasında yapılan inşaat işleri

İşletme sırasında yapılan en büyük inşaat işi gaz kuyuları ile yol yapımıdır. Gaz toplama kuyularının metre maliyeti 80 Avro olarak belirlenmiştir (Tuğluk, 2005) .

3.1.2.2 Sızıntı suyu arıtma

Toplanan sızıntı sularının bir ön arıtmadan geçirilerek en yakın yerleşimin atıksu arıtma tesisine verileceği kabul edilmiştir. Fakat bu çalışmada sızıntı suyu arıtmanın ilk yatırım ve işletme maliyeti dikkate alınmamıştır.

3.1.2.3 Son örtünün serilmesi

Depolama işleri tamamlandıktan sonra şevlerin ve depo üstünün düzeltilmesi ve tekrar değişik amaçlar için kullanılmak maksatıyla yeşillendirilmesi, ağaçlandırılması, yol ve yüzeysel su drenajının yapılmasıdır. Son örtünün yapım maliyeti 6 Avro/m² olarak alınmıştır (Tuğluk, 2005) .

3.1.2.4 Gaz toplama ve bertaraf sistemi

Oluşan gazlar yatay toplama boruları ile toplanacak ve uygun şekilde (yakılarak veya enerji üretilerek) bertaraf edilecektir. Bu çalışmada gaz toplama ve bertaraf ünitesinin maliyeti de dikkate alınmamıştır.

4. TRANSFER (AKTARMA) İSTASYONLARI

Aktarma istasyonları; katı atıkların, toplama araçlarından taşıma araçlarına aktarıldığı merkezlerdir. Katı atık aktarma merkezleri, toplama araçlarıyla toplanan katı atıkların depo sahasına taşınması yerine, daha büyük hacimli araçlara aktarılarak depo sahasına taşınması amacıyla yapılır. Toplama araçlarının depo sahasına doğrudan sefer yapması halinde tüm atıkların toplanması için gereken araç sayısının arttığı ve bu durumun da ilk yatırım ve işletme maliyetlerinde artışa sebep olduğu bilinmektedir. Taşıma mesafesi uzadıkça gerekli araç sayısı daha fazla artmaktadır. Aktarma merkezli sistem sayesinde daha az toplama aracı kullanılarak yerleşim merkezindeki ve taşıma güzergahındaki trafik yükü ve toplama - taşıma maliyeti azalmaktadır.

Aktarma istasyonunun kurulacağı yerin tayininde; yerleşim yerlerine (atığın çok olduğu bölgelere), özellikle ana arterlere yakınlık genel olarak esastır. Aktarma istasyonları depo sahalarına göre daha küçük araziye gereksinim duyar. Aktarma istasyonları sayesinde, bir yerleşim merkezinde katı atıkların toplayan kamyonlar her dolumdan sonra tek tek depo sahasına sefer yapmak yerine, aktarma istasyonuna getirdiği atıkları boşalttıktan sonra atık toplama seferlerine devam eder. Aktarma istasyonlarının kurulacağı yerlerin seçiminde, depo sahalarının kurulacağı yerlere göre alternatif daha fazladır. Çünkü, yerleşim yerlerine yakın noktalarda depo sahalarının kurulmasında halkın muhalefetiyle karşılaşılırken; aktarma istasyonları için bu durum genellikle daha azdır. Aktarma istasyonuna getirilen atıklar, burada sıkıştırılmalı ya da sıkıştırmasız araçlara aktarılarak onlarla depo sahasına taşınırlar. Aktarma istasyonu kullanan yerleşim merkezleri sayesinde bölgedeki trafik yükü ve hava kirliliği hafifletilmiş olur (Baştürk, 2001). Aktarma merkezli taşıma yapılması halinde gerekli toplama aracı sayısında ve toplama maliyetinde azalma olacaktır. Taşıma işleminde kullanılacak araç sayısı da azaldığı için, taşıma maliyetinde önemli azalmalar meydana gelmektedir. Bu maliyetlerdeki azalma, toplam katı atık bertaraf maliyetine yansımakta ve bu maliyeti de azaltmaktadır.

İstanbul'da Büyükşehir Belediyesine bağlı olarak çalışan İSTAÇ, üçü Anadolu yakasında, dördü de Avrupa yakasında olan 7 adet aktarma istasyonunda katı atıkları depo sahalarına göndermek üzere aktarma araçlarına aktarmaktadır. İlçe belediyeleri topladıkları katı atıkları en yakın aktarma istasyonuna getirmekte, çok daha uzun mesafeleri katetme külfetinden kurtularak büyük oranda maliyet tasarrufu yapmakta ayrıca zaman kazanmaktadır. Günde 1800 sefer yapan katı atık kamyonlarının getirdiği 14.000 ton katı atık, Göktürk - Odayeri (Avrupa Yakası) ve Şile - Kömürcüoda (Asya Yakası) aktarma istasyonlarında İSTAÇ'ın büyük araçları ile 522 seferde taşınmaktadır. Böylece, hem taşıma işlerinin daha ekonomik hale gelmesi, hem de trafik yükünün %75 oranında azalması ve yakıttan tasarruf sağlanmaktadır (İSTAÇ, 2009).

Konuyla ilgili yurtdışındaki emsallere bakılacak olursa; A.B.D.'de, yapılan bir çalışmayla, kamyonla doğrudan depo sahasına veya aktarma aracı kullanılarak atıkların depo sahasına taşınması durumlarında, ton başına taşıma maliyetleri hesaplanmıştır. Buna göre; sadece bir şoförün çalıştığı aktarma aracının işletme maliyeti 0,3 \$/ton-km iken, şoförle birlikte bir işçinin çalıştığı kamyonun taşıma maliyeti 0,4 \$/ton-km, iki işçinin çalıştığı kamyonun işletme maliyeti 0,5 \$/ton-km olarak hesaplanmıştır. 0,3 \$/ton-km olan aktarma maliyeti, depo sahası ile şehir arasındaki mesafe arttıkça daha da azalacak ve işletme maliyetleri arasındaki bu fark, aktarma istasyonunun yatırım maliyetini daha kolay karşılayacaktır (Fuller ve Woldt, 2002). Bu çalışmanın kapsamında da taşıma maliyetinin Türkiye koşullarında hesabına yönelik bir analiz yapılmıştır.

4.1 Aktarma İstasyonlarının Fonksiyonları

1. Atıkları toplayan araçları, belli bir düzen içerisinde tesise almak,
 2. Atıkların içeriklerini kontrol ederek depo sahasına kabul edilebilirliklerini kontrol etmek,
 3. Depo sahasına gönderilecek olan atıkları büyük hacimli araçlara yüklemek,
 4. Atık toplama araçları ve taşıma sistemi arasında geçiş oluşturmak,
 5. Büyük hacimli toplama araçlarına atıkları sıkıştırmak, (bazı tesislerde)
- olarak sıralanabilir.

4.2 Aktarma İstasyonu Tipleri

Kullanılan aktarma istasyonu tipine göre, sistemde kullanılan ekipmanlar değişmektedir.

Aktarma istasyonları sıkıştırılmalı ve sıkıştırmasız olarak iki temel sınıfa ayrılmaktadır. Aktarma sistemine ait sistemin seçiminde; yol, iklim, topoğrafik yapı yanında en önemli faktör katı atığın birim hacim ağırlığıdır. Teorik olarak; sıkıştırma sisteminin başarılı olabilmesi için atık birim hacim ağırlığının 300 kg/m^3 'ten küçük olması gerekmektedir. Daha büyük birim hacim ağırlıklarında, hem sıkıştırma verimli olmamakta, hem de sistem çok çabuk arıza yapmaktadır (Baştürk, 2001).

4.2.1 Sıkıştırmasız sistemler

Bu sistemde, genellikle bir rampa altında duran konteynır veya treylere üstten katı atık boşaltılır. Aktarma işlemi çevreyi toz, görünüş vb. yönlerden rahatsız etmemek için kapalı hacimlerde yapılır. Sıkıştırmasız sistemlerde tekerleksiz kızaklı kasa veya treyler kasa kullanılır. Kızaklı kasalar $20\text{--}40 \text{ m}^3$ hacimlere kadar imal edilebilir. Treyler kasalar ise daha büyük hacimlerde yapılabilmektedir. Kızaklı kasalar, tekerleklerinin olmaması sebebiyle daha ekonomik olmakta ve daha az alan kaplamaktadır. Sıkıştırmasız kasalı aktarma merkezi örneği Şekil 4.3'te verilmiştir.

Sıkıştırmasız sistemlerin avantajları;

1. Yatırım maliyeti düşüktür.
2. Çekici, bozuk hava şartlarında da rahatlıkla hareket edebilir.
3. İşletilmesi kolay ve ekonomiktir.
4. Çoğunlukla kullanılan kızaklı kasalar başka maksatlar için de kullanılabilir. (Kül taşınması, hafriyat taşınması vs.)

Sıkıştırmasız sistemlerin dezavantajları;

1. Konteynırlar tam olarak kullanılamaz.
2. Devamlı ve üniform yükleme mümkün değildir.
3. Açık konteynır çok temiz olmayabilir.
4. Konteynırın üstünün örtülmesi ve temizliği personel masrafını çoğaltmaktadır.

Sıkıştırmasız Sistem Tipleri;

1. Hareketli Konteynır
2. Hidrolik Boşaltmalı Tip Konteynır

olarak 2'ye ayrılır.

4.2.1.1 Sabit veya tekerli kasalı aktarma merkezleri

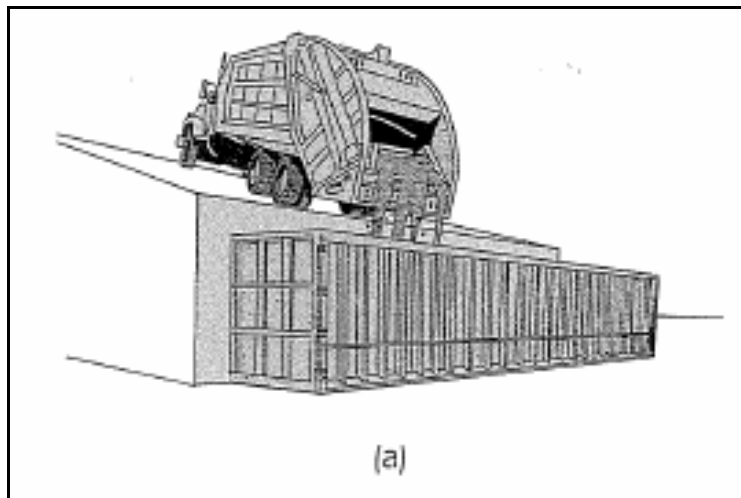
Sabit kasalar 20 - 40 m³ kapasitelerde yapılabilir. Katı atıkla dolan konteynırlar, sabit veya hareketli şasesi olan bir kamyonu aktarılır. (Şekil 4.1 ve 4.2) Dolu konteynırı alan kamyon, aldığı konteynırın yerine boş konteynırı bırakır (Çubukçu, 2008).

Bu konteynırlar; genellikle sıkıştırmasız çalışarak yasal taşıma ağırlığını aşmadan taşıma yapar. Kuş, kedi, köpek gibi hayvanların katı atıkları konteynırda dağıtmasını engellemek için metal bir kapak ya da ızgara kullanılır.

Bu sistem ilk yatırım maliyeti açısından ekonomiktir. Tüm evsel katı atıklar kabul edilmektedir. Atık hacmi arttıkça konteynır ilave etme imkanı vardır. Daha ziyade doğrudan depo sahasına taşıma yapan bir sistemdir.

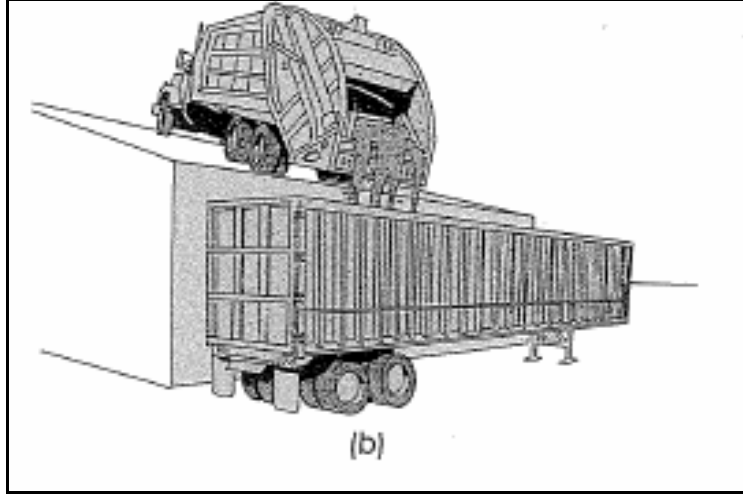
Bu tip uygulamalara küçük nüfuslu yerleşim merkezlerinde sıklıkla rastlanmaktadır. Daha büyük yerlerde ise; konteynırın boşaltılma sıklığı artırılarak ya da kullanılan konteynır sayısı artırılarak aynı sistem kullanılabilir.

Tekerli kasalar ise 30-70 m³ hacminde yapılabilir. Aktarma merkezlerinde dolan kasalar çekiciler tarafından çekilerek taşınmaktadır. Bu kasaların kullanılması halinde çekicilerde özel kaldırma aparatına gerek kalmamaktadır.



Şekil 4.1 : Sabit şasele aktarma sistemi

Hareketli, şase li aktarma sisteminin çalıştırılmasına örnek Şekil 4.2’de verilmektedir.



Şekil 4.2 : Hareketli şase li aktarma sistemi.

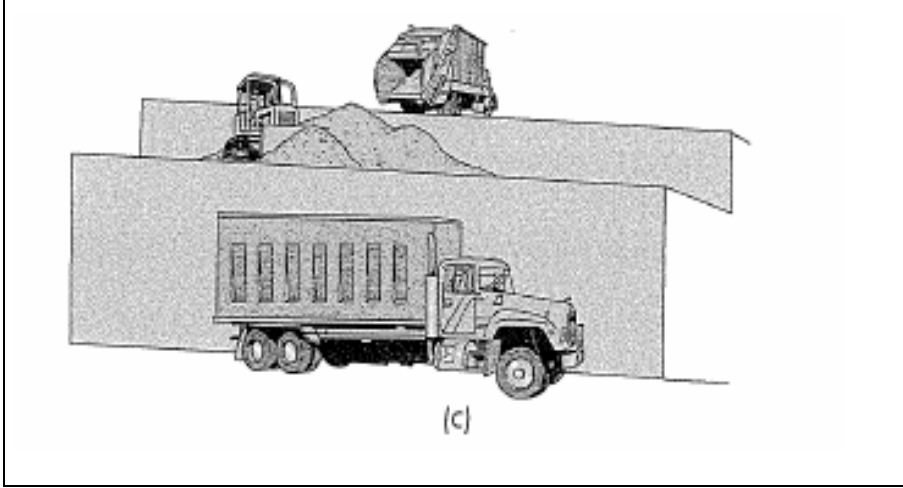


Şekil 4.3 : Sıkıştırmasız kasalı aktarma merkezine bir örnek (Demir, 2005).

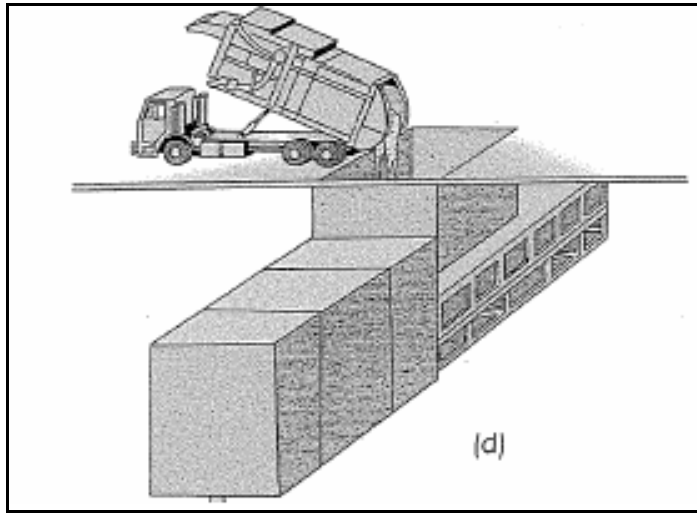
4.2.1.2 Hidrolik boşaltmalı tip konteynır

Bu sistemde, farklı hacimlerde imal edilebilen konteynırlar kullanılır. Konteynırda toplanan atıklar, toplama işini yapan kamyonadaki hidrolik sistemle kamyonu aktarılır. Daha büyük kapasitelerde sistem kendi hidrolik aksamını kullanır. (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5) Boş konteynır dolunca atıklar taşıma kasasına aktarılarak depo sahasına taşınır. Konteynırlar bir ara depo görevini görmektedir. Hacimleri bir taşıma seferinde aktarma merkezine gelecek atıkları depolayacak büyüklükte yapılmaktadır.

Bu sistemin avantajı; standart toplama araçlarıyla atıkların toplanabilmesi ve konteynırın değil sadece içindeki atığın taşınmasıdır. Bu tip aktarma merkezi küçük yerleşimler için uygulanmaktadır. Yağışlı havalarda hidrolik aksamın zarar görmesi riski vardır.



Şekil 4.4 : Hidrolik boşaltmalı tip konteynır uygulaması (a) (Çubukçu,2008).



Şekil 4.5 : Hidrolik boşaltmalı tip konteynır uygulaması (b) (Çubukçu,2008).

Yukarıdaki şekilde hidrolik boşaltmalı tip konteynır uygulaması gösterilmektedir. Toplama kamyonun siloya boşalttığı atıklar alt seviyedeki aktarma arabasına aktarılır.

4.2.2 Sıkıştırılmalı sistem

Sıkıştırılmalı sistemlerin aktarma istasyonunda kullanılmasının ekonomik açıdan avantajlı olduğu durumlar vardır. Sıkıştırılmalı sistemin gerekliliğini belirleyen faktörler arasında; toplanan ve aktarılacak olan atığın niteliği, atıkları toplayan aracın

tipi, aktarma istasyonunun depo sahasına uzaklığı gibi etkenler sayılabilir. Sıkıştırılmalı sistemde yasal taşıma sınırı da büyük önem taşımaktadır. Taşıma sisteminin yasal ağırlığına sıkıştırma sistemi kullanılmadan ulaşıp ulaşılmadığı önemlidir. Sıkıştırılmalı cihazlar küçük işletmelerde de kullanılabilir.

Sıkıştırılmalı Sistemlerin Avantajları

1. Kontrollü ve üniform yükleme mümkündür, küçük bir transfer treyleri ile taşıma işi yapılabilir.
2. Çevreyi, koku, toz, kağıt uçuşması v.s. yönünden rahatsız etmesi ihtimali yoktur.
3. Yangın riski yoktur.

Sıkıştırılmalı Sistemin Dezavantajları

1. Yatırım maliyeti yüksektir.
2. İşletme masrafı yüksektir.
3. Sıkıştırma sisteminin arızalanması durumunda araçların, atıkları boşaltmak için beklemleri gerekecek, bu da sistemde aksamaya yol açacaktır.

Sıkıştırılmalı sistemde, zannedileceği gibi sıkıştırma yapılmayan konveyörlü sistemdekine göre daha fazla atık taşınmamaktadır, çünkü taşımada esas alınan yasal taşıma sınırı (Türkiye’de 24 ton’dur) sıkıştırılmalı sistemin belli bir değerin üstünde katı atığın taşınmasına engel olur (Karayolları Trafik Yönetmeliği, 1997) .

Sıkıştırılmalı aktarma merkezleri kasanın durma şekline göre iki şekilde sınıflandırılır.

- Düşey sıkıştırılmalı sistem
- Yatay sıkıştırılmalı sistem

Aktarma merkezleri atıkların boşaltma şekline göre doğrudan veya dolaylı boşaltılmalı sistemler olmak üzere ikiye ayrılır.

4.2.2.1 Düşey sıkıştırılmalı sistem

Bu uygulamada taşıma araçlarının kasaları aktarma merkezinde dik olarak durmaktadır. Dolan kasalar çekici tarafından alınarak taşınmaktadır. Bu sistemin uygulanabilmesi için her aracın kasayı üstüne alacak ve indirecek ekipmanla

donatılması gerekmektedir. Bu ise ilave bir maliyet getirmektedir. İstanbul'daki aktarma merkezleri böyle çalışan sistemlerdir.

4.2.2.2 Yatay sıkıştırma sistemler

Yatay sıkıştırma sistemde kasalar yatay olarak durmakta ve bu vaziyette doldurulmaktadır. Sıkıştırma ekipmanı sabit veya her kasada olabilir. Sıkıştırma ekipmanının her kasada olması halinde kasanın darası fazladır. Bu ise taşınacak atık miktarını azaltmakta ve boş kasanın taşıma maliyetini arttırmaktadır. Bir örneği Şekil 4.6'da verilmiştir (Demir, 2005).

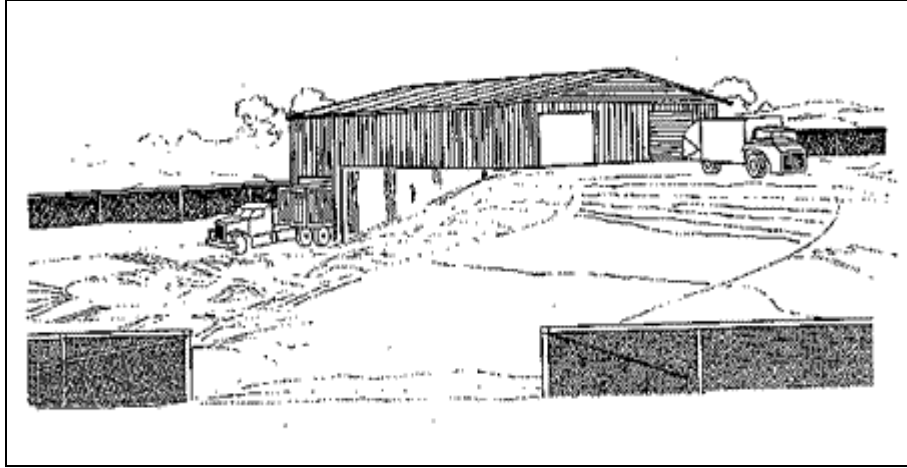


Şekil 4.6 : Yatay sıkıştırma kasaya örnek. (Demir, 2005)

4.2.2.3 Doğrudan boşaltma sistemi

Doğrudan boşaltma yapan sistemde, katı atık toplama kamyonları atıkları doğrudan daha düşük kottaki büyük aktarma aracına boşaltır. (Şekil 4.7) Boşaltma yapılan kısım ile treylerin bulunduğu alttaki kısım birlikte tek bir bina içinde kurulur. İlk yatırım maliyeti düşük olan bir sistemdir.

Bu sistemin dezavantajı; eğer istasyonda boş aktarma aracı yoksa, o zaman atıkların transferinde aksaklık olmasıdır. Boş araç gelene kadar aktarma işlemine ara verilir. Katı atıklar doğrudan aktarma aracına boşaltıldığı için aktarma istasyonunda geri kazanım yapma şansı yoktur.



Şekil 4.7 : Atıkların doğrudan aşağıdaki taşıma arabasına aktarıldığı sistem
(Bissel Ass., 1992).

Bu sistem; araç giriş çıkışında taşınan atık miktarını kontrol edebilmek için kantar, geri kazanılabilir ürünler için toplama kutuları, beyaz eşyalar için ayrı bir bölüm, ofisler, yemekhane vb. bölümlerden oluşur.

4.2.2.4 Siloya boşaltma

Katı atıkların boşaltılacağı bir çukurun kullanıldığı bu aktarma istasyonu, birkaç kamyonun aynı anda yanaşıp atıklarını boşaltabilmesine imkan verir. Aynı anda birden fazla kamyonun topladığı katı atıkları boşaltma imkanı olduğu için bu sistem, zaman kullanımı açısından avantajlıdır. Yatırım maliyetine etki eden en önemli unsur boşaltma çukurunun hazırlanması, katı atıkların çukurdan treylere aktarılmasını sağlayan konveyör ve/veya taşıyıcı traktörden oluşan sistemin kurulmasıdır. Bu sistem, işletme maliyeti açısından ise; yüksek işletme giderleri sebebiyle dezavantajlıdır. Toplama kamyonunun siloya boşalttığı katı atıklar alt seviyedeki aktarma arabasına aktarılır.

Ülkemizde; aktarma istasyonlarının koku, toz, gürültü ve görünüş yönünden çevreyi kirletmemesi için, katı atık boşaltma işleminin yapıldığı yerlerin kapalı olarak inşaa edilmesi zorunludur (Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 1991).

4.3 Hangi Aktarma İstasyonu Hangi Durumda Kullanılır?

Hangi tip aktarma istasyonunun daha uygun olacağı genel olarak şu yöntemlerle belirlenir :

- 1) Taşınacak olan katı atık miktarının yaklaşık olarak tahmini,
- 2) Atığın yapısı,
- 3) Pik saatler boyunca katı atık boşaltan araçların sayısı,
- 4) Geri kazanılabilir nitelikteki katı atıkların transfer istasyonunda ayrılabilirliği.

Tahmin edilemeyen kapasitelerdeki atıklar, gereğinden büyük ya da küçük aktarma istasyonlarının kurulmasına, bu da; muhtemelen işletme kayıplarına yol açar. Kaynağında atık oluşumunu azaltmak ve geri kazanım oranlarını artırmak gerekmektedir. Bu sebepten; ekonomi, mühendislik konuları ve ortak menfaatler düşünülerek bir bölgede hangi tip aktarma istasyonunun uygun olacağı belirlenebilir.

4.4 Aktarma İstasyonu Maliyetinin Belirlenmesi

4.4.1 Aktarma istasyonu ilk yatırım maliyeti

Aktarma istasyonu ilk yatırım maliyetine etki eden faktörler aşağıda verilmiştir.

1. Yasal İzinlerin Alınması (Ruhsat dahil)
2. Arazinin Temini
3. Arazinin Düzenlenmesi
 - Ulaşım Yolları
 - İstinat Duvarı
 - Sızıntı Suyu Drenaj Kanalının Açılması
4. İşletme Binası İnşaatı
5. Kantarın Temini
6. Mekanik Ekipmanların Temini
7. Aktarma Araçlarının Temini

4.4.2 Aktarma istasyonu işletme maliyetine etki eden faktörler

Aktarma istasyonları kurulduktan sonra, işletme maliyetini oluşturacak faktörler aşağıda kısaca belirtilmiştir.

- 1- Binaların işletme - bakım maliyetleri,
- 2- Kantar vb .ekipmanların bakım maliyetleri,
- 3- Personel maliyetleri,
- 4- Elektrik, su, kimyasal madde vb. maliyetleri,

İnşaat maliyetleri, bölgeler arasında değişiklik göstermekle birlikte; aktarma istasyonunun tipinin seçiminde hazırlık aşamasında uzmanlar tarafından yapılacak fizibilite çalışması belirleyici önem taşır. Çizelge 4.1’de A.B.D’de, 30.000 kişilik nüfusa hizmet veren bir aktarma istasyonuna ait ilk yatırım maliyeti detayları verilmiştir. Çizelge 4.2’de ise 10.000 ila 30.000 kişi hizmet kapasiteli bir aktarma istasyonunun ortalama yatırım maliyeti verilmiştir (Fuller, E. ve diğ. 2002).

İnşaat maliyetleri değişiklik gösterdiği için, aktarma istasyonunu inşaa etmeden önce, fizibilite çalışmalarının detaylı bir şekilde yapılması gerekmektedir. Sistemde kullanılacak olan mekanik ekipmanlar da, ilk yatırım maliyetini önemli ölçüde değiştirmektedir.

Çizelge 4.1 : 30.000 kişilik nüfusa hizmet veren bir aktarma istasyonuna ait bir ilk yatırım maliyeti çizelgesi.

Ünite	Yatırım Maliyetine Etkisi (\$)
Yollar ve Rampa	40.000 – 100.000
Binalar	100.000 – 200.000
Kapılar	12.000 – 20.000
Çelik Silo	8.000 – 10.000
Sıkıştırıcı	15.000 – 30.000
Su, atıksu, elektrik, yangın hatları	10.000 – 40.000

Çizelge 4.2: 10.000 ila 30.000 kişilik nüfusa hizmet veren aktarma istasyonunun 2001 yılı yatırım maliyeti.

Ünite	Tahmini Yatırım (\$)
Mühendislik ve fizibilite çalışmaları	30,000 - 45,000
Yollar ve rampanın hazırlanması	40,000 -100,000
İnşaa sahasındaki prefabrik binalar	100,000 -120,000
Kapılar	12,000 - 20,000
Çelik silo	8,000 - 10,000
Su, elektrik vb. tesisat işleri	10,000 - 40,000
Çit çekilmesi, işaretleme	15,000 - 25,000
Ofis ekipmanları	1,000 - 3,000
İnşaat işleri genel toplamı	216,000 - 363,000
Yüklenicinin Sağlayacağı Ekipmanlar	
2 taşıma treyleri, konveyör	90,000 -110,000
Traktör, taşıyıcı	40,000 - 50,000
Toplam Yatırım Maliyeti	348,000 - 527,000

4.5 Konuyla İlgili Yapılmış Benzer Çalışmalar

Endüstrileşmiş ülkelerde belediyeler, katı atık yönetimi programlarını uygulamak ve toplama, taşıma, işleme ve depolama işlemleri için maliyet değerlendirmesi yapılmaktadır.

4.5.1 Amerika'daki aktarma istasyonları işletme maliyetleri

Aktarma istasyonlarının işletme maliyetleri; katı atık taşıma güzergahlarına ve işletme güçlüklerine göre değişiklik göstermektedir. A.B.D.'de haftanın 6 günü, 3 kişi tarafından bir treylerle işletilen aktarma istasyonuna ait işletme maliyeti aşağıda örnek olarak verilmiştir. Treylerin aktarma istasyonundan 30 mil uzaklıktaki depo sahasına günde 2 kez sefer yaparak, işletme, bakım ve taşıma treylerinin amortismanı dahil, - işçilik hariç- mil başına 2–2.5 \$/ton masraf yaptığı tespit edilmiştir. Söz konusu işletme maliyetleri, Çizelge 4.3'te detaylı olarak belirtilmiştir (Fuller ve Woldt, 2002).

Çizelge 4.3 : A.B.D.’de aktarma istasyonu işletme maliyetleri.

Ünite	Yıllık Maliyet (\$)
İşçilik; 2 istasyon operatörü, 1 sürücü (% 30 kar payıyla)	75.000 – 90.000
Kamyon–treylar (yakıt-bakım-onarım)	75.000 – 95.000
Taşıyıcı–yükleyici	7.000 – 9.000
Saha koruma, sigorta bedelleri	2.000 – 9.000
Kar	1.000 – 2.000
Yıllık İşletme Maliyeti	160.000 – 205.000

4.5.2 Kuveyt’te evsel katı atık yönetim maliyetlerinin değerlendirilmesi

Kuveyt Üniversitesi öğretim görevlileri tarafından yapılan bir çalışmayla, Kuveyt’teki evsel katı atık toplama ve taşıma sistemlerinin verimliliğini değerlendirmek amaçlanmıştır (Koushki P. A. ve diğerleri, 2004).

1. Yerleşim karakteristikleri, katı atığın miktarı, birleşimi, uygulanan teknolojinin, toplama-taşıma tipleri, laboratuvar, Ar-Ge masrafları katı atık yönetimi maliyetini etkileyen faktörlerdir.
2. Atık toplama, depolama ve yakma maliyetleri ülkelere göre değişmektedir. Örneğin; A.B.D. Philadelphia’da toplama maliyeti; 48,5 \$/ton, depolama maliyeti 55,2 \$/ton, yakma maliyeti ise 52,5 \$/ton olarak belirlenmiştir (Afifi ve Karam, 1990) .
3. Yine A.B.D.’de depo sahasında atık bertaraf etmenin maliyeti 10 \$/ton ile 80 \$/ton arasında değişmektedir. Katı atıkların depo sahasına taşınmasının maliyeti; 3,5 \$/ton-mil iken aynı işlemin Tayland’da maliyeti 2,9 \$/ton-mil ile 10,4 \$/ton-mil arasında değişmektedir (Danteravanich ve Siriwong,1998) .
4. A.B.D Florida eyaletinde katı atık toplama maliyeti, 16,6 \$/ton ve depo sahasında bertaraf etmenin maliyeti ise 55.1 \$/ton ‘dur (Young, 1991).
5. Küçük yerleşim merkezlerinde evsel nitelikli atıkların yönetim maliyeti daha yüksektir. Alaska – Fairbanks’te her ev atıklarının toplanması için 11.6 \$/ay ücret ödemektedir. Munster – Indiana’da ise taşıma–toplama maliyeti 120.4 \$/ton olarak belirlenmiştir (EPA, 2002) .

Çizelge 4.4, çeşitli ülkelerdeki katı atıkların bertaraf maliyetlerini göstermektedir (Koushki P. A. ve diğerleri, 2004).

Çizelge 4.4 : Katı atıkların bertaraf maliyetleri.

Ülke/Şehir	Depolama (\$/ton)	Toplama ve Taşıma (\$/ton)	Toplam Atık Yön. Maliyeti (\$/ton)
Amerika	10-80	3,5/mil	-
Tayland	-	2,9-10,4/mil	-
Kanada	80-120	-	-
Kuveyt	-	24	-
Hong-Kong	11,3	-	-
Florida	55,1	16,6	-
New York	-	-	143
Philedelphia	55,2	48,5	-
Alaska	-	11,6/ay-ev	10 ⁶
Munster, Indiana	-	120,4	174

Kuveyt'te, 7 ayrı özel şirket, belediye için katı atık toplama ve depo sahasına taşıma görevini yapmaktadır. Bu işlemin maliyeti; 24 \$/ton'dur (Koushki P. A. ve diğerleri, 2004).

4.5.2.1 Kuveyt'te depo sahaları maliyetleri

Kuveyt'te oluşan atıkların tamamı, depo sahasında depolanmaktadır. Ülkede bulunan 5 depo sahasının 3'ünde sadece evsel nitelikli katı atıklar depolanmaktadır. Yukarıda da belirtildiği gibi, Kuveyt'te 7 farklı firma vasıtasıyla bu atıklar toplanmaktadır. Ülkede oluşan atıkların toplanması ve bertarafı ile ilgili olarak nüfus-taşıma aracı sayısı ve toplanan atık miktarı ile ilgili olarak hizmet bölgesindeki atığı toplanan nüfus, firmaların çalıştırdığı personel sayısı, atığı toplayan kamyon sayısı atığı toplayan aracın ortalama katı atık taşıma mesafesi Çizelge 4.5.'de belirtilmiştir (Koushki, P. A. ve diğerleri, 2004).

Çizelge 4.5 : Kuveyt’te oluşan katı atıkların yıllık toplama ve depolama maliyetleri.

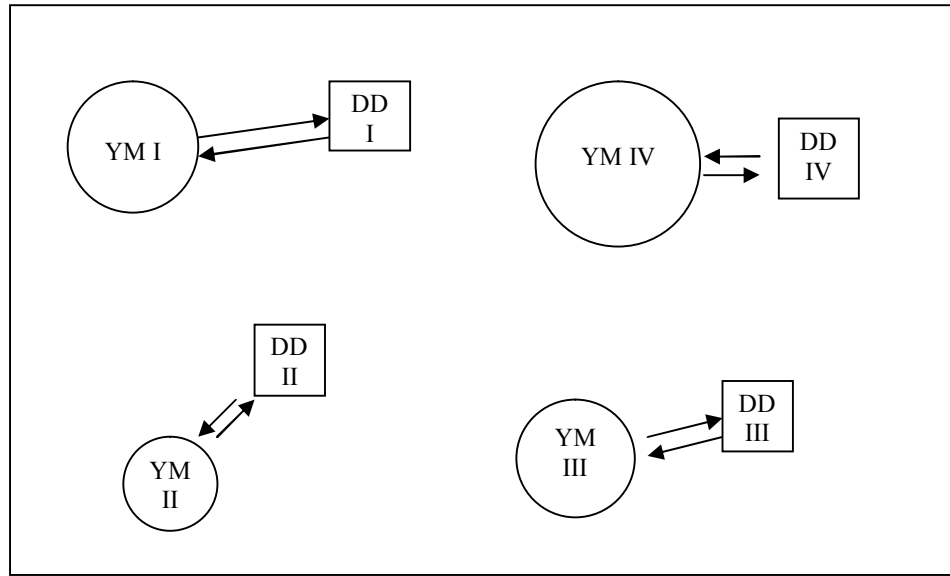
Firma	Hizmet verilen nüfus (kişi)	Alan (km ²)	Personel Sayısı (kişi)	Kamyon Sayısı (adet)	Yıllık Anlaşma Bedeli (\$)	Ortalama Taşıma Mesafesi (km)	Bertaraf Edilen Atık (ton/gün)
A-1	71.466	17.2	45	15	343.174	23	144.3
A-2	107.905	31.9	48	16	365.706	32	217.9
A-3	60.895	43.1	36	12	274.270	24	123.0
B	78.450	21.4	45	15	383.447	19.8	158.5
C-1	42.904	20.3	48	16	397.743	8.8	86.7
C-2	108.380	42.2	36	12	542.164	17.7	218.9
D	250.638	24.5	66	22	460.905	22.6	506.2
E-1	186.721	30.5	66	22	355.925	8.4	377.1
E-2	129.878	14.6	45	15	244.649	21.5	265.9
E-3	170.618	415.0	60	20	326.185	15.7	344.6
F-1	180.633	22.0	54	18	291.377	13.4	364.8
F-2	121.683	29.3	45	15	239.540	21.5	244.7
F-3	53.587	315.4	18	6	97.852	5.7	108.2
G	12.245	345.6	24	8	145.293	4.5	21.2

5. KATI ATIKLARIN TAŞIMA - TOPLAMA VE DEPOLAMA MALİYETLERİNİN BELİRLENMESİ

5.1 Katı Atık Yönetim Sistemleri

5.1.1 Münferit sistem

Bu sistemde; her yerleşim merkezi, yöresinde oluşan katı atıkların bertarafından tek başına kendisi sorumludur. Oluşan katı atıklar, toplama güzergahına göre yerleşim merkezinde toplandıktan sonra aynı toplama araçlarıyla yakın bir bölgede kurulan depo sahasında depolanmaktadır. Bu sistemde, aktarma merkezi kullanılmamaktadır. Bu uygulamanın akım diyagramı Şekil 5.1’de gösterilmiştir.

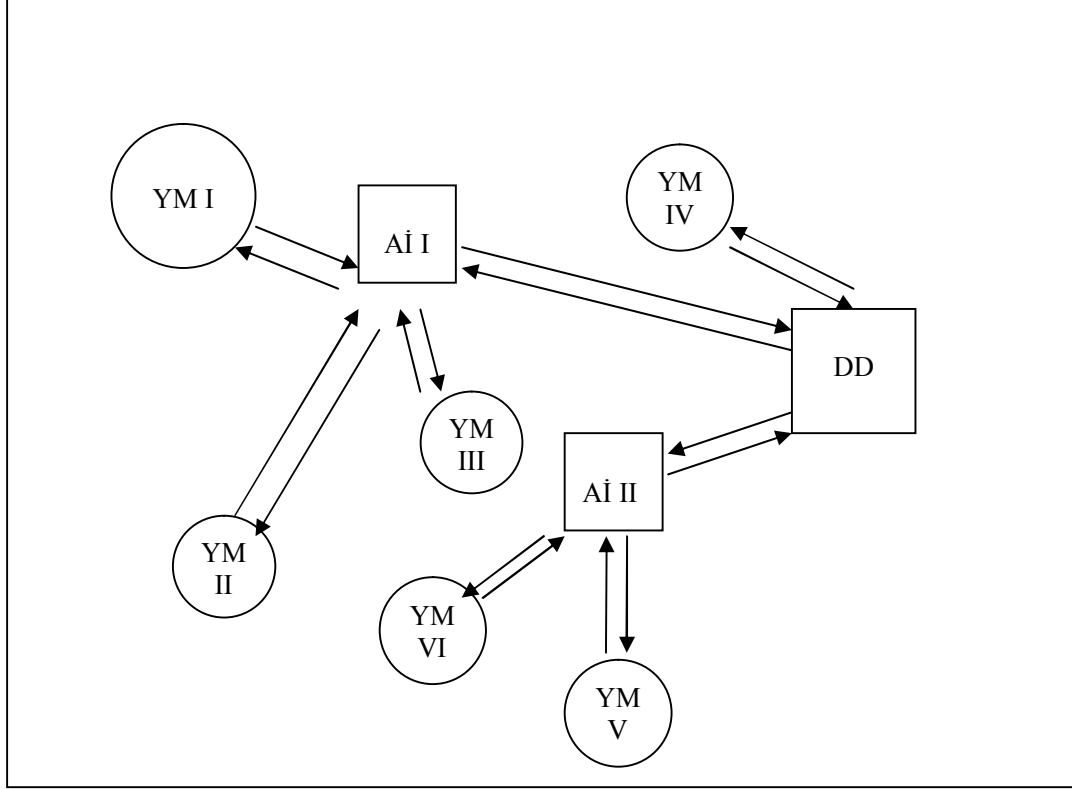


Şekil 5.1 : Yerleşim merkezlerinin münferit depo sahası kurması ve işletmesi.

5.1.2 Merkezi sistem

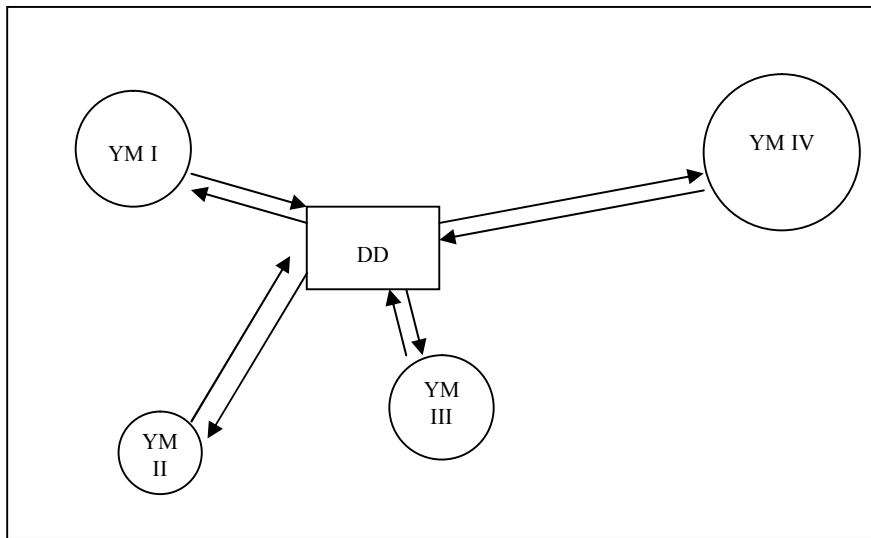
Birbirine yakın mesafede olan yerleşim merkezlerinin birleşerek ortak depo sahası kurması ve işletmesi merkezi sistem uygulamasıdır. Bu uygulamada; atık toplama kamyonlarıyla yerleşim merkezlerinde oluşan katı atıklar toplanır, aktarmalı sistem ise; aktarma istasyonunda büyük hacimli araçlara aktarılarak, ortak kullanılan merkezi depo sahasında depolanır. Bazı uygulamalarda ise bir kısım yerleşimler

atıklarını doğrudan, bir kısmı ise aktarma merkezi vasıtası düzenli depolama tesisine iletirler. (Şekil 5.2).



Şekil 5.2 : Yerleşim merkezlerinin aktarma istasyonlarını kullanarak depolama yapması (Merkezi sistem uygulaması I).

Yerleşim merkezlerinin ortaklaşa depo sahası kurup işlettiği sistem örneği Şekil 5.3'te verilmektedir.



Şekil 5.3 : Yerleşim merkezlerinin ortak depo sahası kurması (Merkezi sistem uygulaması II).

5.2 Kabuller ve Kullanılan Yöntemler

Ülkemizde katı atıkların bertarafında genel tercih, atıkların ayrı kurulan (münferit) depo sahalarında depolanmasıdır. Bu uygulamanın toplam atık bertaraf maliyetine etkileri değerlendirilerek ekonomik açıdan bu sistemin uygunluğu belirlenmeye çalışılmıştır.

Belediyelerin birleşerek kuracağı ve işleteceği depo sahası öncesinde aktarma istasyonu kurmanın getireceği ekonomik avantaj ve dezavantajlar da aynı çalışmanın devamı olarak incelenmiştir.

Ortak depolama yapılması halinde taşıma mesafesi artmaktadır. Toplama-taşıma maliyetini azaltmak için taşımanın büyük kapasiteli araçlarla yapılması zorunluluğu vardır. Bu durumda ise; ilave olarak aktarma merkezi ile taşıma araçlarının ilk yatırım ve işletme maliyeti gelmektedir. Müşterek depolama halinde atıkların hangi mesafeye taşınması halinde oluşacak toplam (taşıma ve depolama) maliyetinin münferit depolama maliyetine eşit ya da yaklaşık olacağı bulunmuştur.

Buna göre oluşturulan ilk programda;

1. Katı atıkların 7, 12, 20 ve 22 m³ lük (V'_{ka}) toplama araçlarıyla toplanacağı kabul edilmiştir.
2. Toplama kamyonunda çalışan işçilerin mesai süreleri günlük 9 saatle sınırlandırılmaya çalışılmıştır.
3. Her toplama kamyonunda biri sürücü, ikisi işçi üç kişinin çalışacağı kabul edilmiştir.
4. Yerleşim merkezindeki konteynırların katı atık toplama aracına ortalama 2 dakikada boşaltılacağı (t_{kb}) (Demir, 2005),
5. Dolu kamyonların atıklarını 15 dakikada boşaltacağı, ($t_{boş}$)
6. Toplama kamyonundaki katı atığın yoğunluğunun 0,55 ton/m³ olduğu, (d_{ka}) (Altaş ve Şafak Makine, 2006)
7. Konteynırların yoğunluğunun 0,3 ton/m³ olduğu, (d_{kn})
8. Toplama yapan araçların boş iken ortalama hızının 50 km/saat, dolu ikenki hızının 35 km/saat olduğu, (V_1)

9. Taşıma yapan araçların boş iken ortalama hızının 60 km/saat, dolu ikenki ortalama hızının 50 km/saat olduğu kabulü yapılmıştır.

Tüm bu veriler programda değiştirilebilir vaziyettedir.

Yukarıda bahsedilen sistemlerin çalıştırılması için 2 adet bilgisayar program grubu yazılmıştır. Birinci program; yerleşim merkezinin nüfusu girildiğinde, günlük katı atık miktarını, atığı toplayacak kamyon ve sefer sayısını (aktarma merkezsiz ve aktarma merkezli olarak) ve gereken araç sayılarını bulmaktadır.

Bu programla farklı yerleşim merkezleri için;

1. Yerleşimin nüfusu,
2. Birim katı atık oluşum miktarı,
3. Konteynır hacmi,
4. Konteynırlar arasındaki mesafe,
5. Katı atık toplama veya taşıma aracının kasa hacmi,
6. Katı atık toplama veya taşıma aracındaki atığın yoğunluğu,
7. Araçların ve konteynırın doluluk oranları,
8. Garaj - şehir, şehir - depo sahası / şehir - aktarma istasyonu, aktarma istasyonu depo sahası mesafeleri,
9. Araçların değişik durumlarda (boşken, dolu iken ve atık toplarken) hızları,
10. Konteynır boşaltma süresi,
11. Sahada ve aktarma merkezinde araçların boşaltma süresi,
12. Aktarma merkezinde taşıma aracının dolma süresi

parametrelerinden biri, birkaçı veya tamamı değiştirilebilmekte ve program yeni verilere göre çalışmaktadır.

İkinci program ise; atık miktarına göre düzenli depolama maliyetini hesaplamaktadır. Bu programda yapılmış olan kabuller aşağıda belirtilmiştir.

1. Depo sahasındaki atığın yoğunluğu $0,85 \text{ ton/m}^3$ 'tür.
2. Katı atık yüksekliği depolanacak olan katı atık miktarına göre 10 m ile 20 m arasında değişmektedir.
3. Gaz kuyuları depo sahasında 1600 m^2 'de bir yerleştirilecektir.
4. Depo sahasında taban geçirimsizliği maliyeti $9,4 \text{ Avro/m}^2$ olarak hesaplanmıştır.
5. Depo sahasında drenajın hazırlanması maliyeti $12,5 \text{ Avro/m}^2$ olarak hesaplanmıştır.
6. Çit maliyeti, tüm düzenli depo sahasını çevreleyecek şekilde hesaplanmış ve maliyeti $1,56 \text{ Avro/mt}$ olarak hesaplanmıştır.
7. İşletme binasının ilk yatırım maliyeti 95.000 Avro olarak hesaplanmıştır. Garajın ilk yatırım maliyeti 90.000 Avro olarak hesaplanmıştır.
8. Teker yıkama ünitesi ilk yatırım maliyeti 19.000 Avro olarak hesaplanmıştır.
9. Mekanik ekipman maliyeti 670.000 Avro olarak kabul edilmiştir.
10. Çit maliyeti, mekanik ekipman maliyeti, taban geçirimsizliğinin sağlanması, drenajın hazırlanması, işletme binası, garaj, teker yıkama ünitesi maliyetleri ayrı ayrı hesaplanmış, daha sonra tek bir kalemde değerlendirilmiş ve sabit tesis maliyeti Avro/ton olarak hesaplanmıştır (Demir, 2005).
11. Depo sahası işletme maliyeti nüfusa bağlı olarak değişmektedir. Farklı nüfuslar için işletme maliyeti çizelge olarak ekler bölümünde verilmiştir. Düzenli depolama maliyeti olarak sabit tesis maliyeti ve depolama maliyetleri Avro/ton cinsinden toplanarak bulunmuştur (Kaynak, 2009).

Bu programda da,

1. Yerleşim merkezinin nüfusu,
2. Oluşan katı atık miktarı,
3. Katı atık yoğunluğu,
4. Depo sahasındaki atık yüksekliği,
5. Gereken depo alanı,
6. Gereken gaz kuyusu sayısı,
7. Gereken eleman sayısı,
8. Mekanik ekipman maliyeti,
9. Sabit tesis maliyeti,
10. İşletme maliyeti,

parametreleri değiştirilebilmektedir.

Ayrıca, katı atık toplama ve taşıma maliyetini belirlemeye yönelik de bir analiz yapılmıştır. Buna göre; farklı merkezlerdeki nüfus miktarı, ya da; biliniyorsa katı atık miktarı girilerek birim toplama ve taşıma maliyeti bilgisinden yola çıkılarak ilgili yerleşim merkezindeki tüm katı atığın depo sahasına ulaştırılmasının maliyeti de belirlenmeye çalışılmıştır.

5.3 Çalışmanın Uygulanması

Çalışmanın bu bölümünde, hazırlanan programların gerçek verilerle çalıştırılması yapılmıştır. İlk uygulama; Tokat il merkezi ve Turhal, Zile, Pazar ilçeleri tarafından yapılmış olan ortak depolama tesisi için gerçekleştirilmiştir. Kullanılan veriler yapılan fizibilite çalışmalarından alınmıştır (SNS, 2005). Bu depo sahası bugün, bu yerleşimlere bu mesafede kurulmuş ve işletilmektedir.

Buna göre, atıkları bertaraf edilecek olan bu dört merkezin, kurulması planlanan depo sahasına uzaklığı Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1: Yerleşim merkezlerinin kurulacak olan depo sahasına olan uzaklıkları.

Yerleşim Merkezi	Düz. Depo Sahasına Mesafesi (km)
Tokat	50
Turhal	26
Zile	12
Pazar	22

Tokat ve üç ilçesi için kurulması planlanan düzenli depo sahası için seçilen yer Şekil 5.4.'te gösterilmiştir.



Şekil 5.4 : Tokat ili ve Turhal – Zile – Pazar ilçelerinin konumları ile kurulması planlanan düzenli depo sahasının yeri.

5.3.1 Toplama ve taşıma araç sayılarının bulunması

İlk bilgisayar programı; Tokat ve üç ilçesine ayrı ayrı uygulandığında, oluşan katı atıkların toplanabilmesi için sefer sayısı ve toplama aracı sayısı bulunmaktadır.

Çizelge 5.2 : Tokat ve üç ilçesinde yıllar boyunca oluşacak katı atık miktarı.

Yıl	Nüfus (kişi)				Atık Miktarı (ton/gün)			
	Tokat	Turhal	Zile	Pazar	Tokat	Turhal	Zile	Pazar
2010	157.992	136.390	68.205	6.152	188	140	70	5
2015	178.754	156.204	74.569	6.546	223	169	81	6
2020	200.278	176.731	70.728	6.914	263	201	92	7
2025	222.754	197.528	86.967	7.267	307	236	104	7

Mesai başlangıcında garajdan çıkan bir aracın şehre gelmesi, yerleşim merkezinde atıkları toplaması, araç dolduğu zaman depo sahasına varması, katı atıkları

boşaltması ve tekrar şehre geri dönmesi için geçen süre bu programla bulunabilmektedir (Çizelge A.1.).

Süre hesapları yapılırken; işçilerin mola süresi, aracın şehirdeki konteynırlar arasında geçen dur-kalk süreleri, her bir konteynırın atığının boşaltılması için geçen süre, aracın garaıla şehir arasında harcadığı süre ve şehirden depo sahasına kadar harcadığı süre gibi unsurlar dikkate alınmıştır.

Yukarıda detaylarıyla anlatılan program kullanılarak, bu dört yerleşim merkezindeki atıkları toplayan araçların sefer sayısı ve gereken farklı kapasitelerdeki araç sayısı (2010 yılı verilerine göre) Çizelge A.2’de bulunmuştur. Hesaplarda kullanılan katı atık miktarı hazırlanmış olan rapordan alınmıştır (SNS, 2005).

Aynı yaklaşımla, Tokat ve Turhal için aktarma istasyonu kullanıldığında; aktarma istasyonunun depo sahasına ve yerleşim merkezine uzaklığı da programa veri olarak girilerek, toplama süresi hesabına ilave olarak, aktarmalı atık taşıma süresi ve sefer-aktarma aracı sayısı 2010 yılı için hesaplanabilmektedir (Çizelge A.3). 2015-2020 yılları arasında Tokat ve Turhal’da oluşacak atıkların toplanması ve taşınması için gereken araç sayıları bu program yardımıyla belirlenmiştir (Çizelge A.4 ve Çizelge A.5).

Çizelge A.6’da; Tokat, Turhal, Zile ve Pazar 2020 yılında aktarmasız sisteme göre atıklarını depo sahasına taşımak için ne kadar araca gereksinim duyacakları hesaplanmıştır.

İki sistem arasındaki en büyük fark; aktarma istasyonunun kullanıldığı ikinci sistemde, (merkezi sistem) aktarma istasyonuna gelen atıkların aktarıldığı aktarma aracının kapasitesinin toplama kamyonuna göre daha büyük olması ve bu sebepten, atık taşıma süresinin aynı miktar atık için aktarma arabalarıyla yapılan taşımada çok daha kısa sürede olmasıdır.

Değerlendirmede; bir yerleşim merkezinin münferit olarak mı, yoksa birkaç yerleşim merkeziyle birlikte ortak olarak mı (merkezi) depolama yapacağı, önem kazanmaktadır. Yerleşim merkezleri için en uygun sistem seçiminin yapılmasında münferit ya da merkezi depolama seçeneklerinin ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekecektir.

Pazar ve Zile ilçelerinin depo sahasına yakın olması sebebiyle (Çizelge 5.1) bu ilçelerden toplanan atıkların doğrudan depolanmasının, gereken araç sayıları açısından daha uygun olacağı saptanmıştır.

Kahramanmaraş ve civarı için farklı alternatiflere göre araç sayısı tespiti Ekler bölümünde verilmiştir.

Katı atıkların taşınmasında kullanılan aktarma araçlarının sıkıştırmasız olduğu kabul edilerek değerlendirme yapılmıştır.

Hesaplarda kullanılan atık miktarının belli bir oranda geri kazanım yapıldıktan sonra depo sahasına gönderildiği kabul edildiğinden ortalama geri kazanım oranının belirlenmesinde Çevre ve Orman Bakanlığı'nın verileri kullanılmıştır. Buna ilave olarak geri kazanım yapılmayan yerlere ait durumun tespitine yönelik örnek araç sayısı tespitleri de yapılmıştır.

Çevre ve Orman Bakanlığı verilerine göre, 2006 yılındaki yaz ve kış dönemleri evsel katı atık içerikleri Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.4'te verilmiştir. Verilere baz olan merkezler; ilçe bazında Alanya, Keşan; il bazında Erzincan, Düzce, Isparta, Kırıkkale, Şanlıurfa ve Zonguldak'tır (Fidan, 2008).

Çizelge 5.3 : Türkiye’de evsel katı atık içerikleri, 2006 yaz dönemi (%).

Atık Dağılımı	Kentler	İlçeler
Kağıt	8	7
Plastik	10	8
Karton	1,12	2,9
Metal	2,6	1,6
Yiyecek - bahçe atığı	35	37
Cam	7,5	3,8
Tehlikeli atık	0.5	0.5
Yanabilir bakiye atık	22	19

Çizelge 5.4 : Türkiye’de evsel katı atık içerikleri, 2006 kış dönemi (%).

Atık Dağılımı	Kentler	İlçeler
Kağıt	4,5	6,6
Plastik	10,3	9,9
Karton	0,72	0,55
Metal	1,72	1,1
Yiyecek - bahçe atığı	38-2,4	35-0
Cam	3,04	4,7
Tehlikeli atık	0	0
Yanabilir bakiye atık	14,46	10,5

5.4. Toplama ve Taşıma Maliyetlerinin Belirlenmesi

5.4.1. Tokat ve ilçelerinde çalışmanın uygulanması

Bu çalışmada nüfus, katı atık miktarı ve mesafeler açısından baz alınan iki merkezden biri olan Tokat ve civarındaki 3 ilçe için, 2020 yılı verileri üzerinden toplama ve taşıma mesafeleri dikkate alınarak maliyet hesabı yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge 5.5 – 5.6 ve Şekil 5.5’de verilmiştir. Kabullerde, ortalama % 23 geri kazanım yapılacağı varsayılmıştır. Geri kazanım oranı, mevsimsel ve bölgesel olarak değişiklik gösterdiği için, programda bu sayı da değiştirilebilmektedir.

Çizelge 5.5 : Tokat ve ilçeleri için toplama maliyetleri.

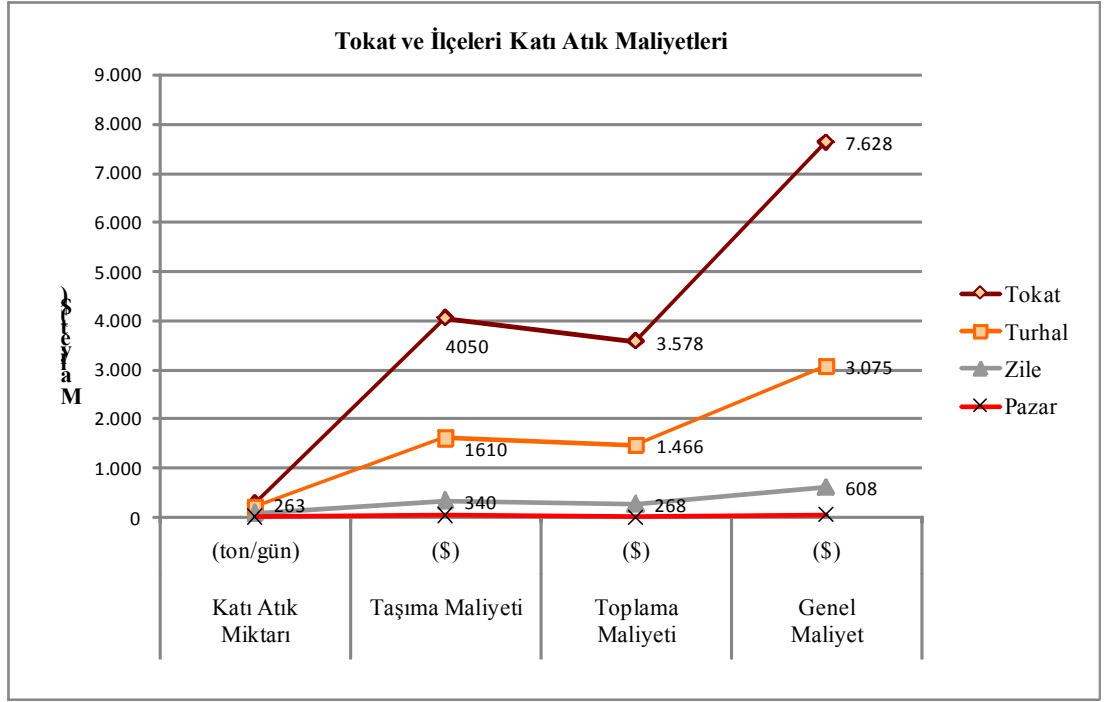
Yerleşim Merkezi	Katı Atık Miktarı (ton/gün)	Net Atık Miktarı (ton/gün)	Toplama Maliyeti (\$/ton-km)	Toplama Mesafesi (km)	Toplama Maliyeti (\$/km)	Toplama Maliyeti (\$)
Tokat	263	202,51	0,42	42,1	85	3.578
Turhal	201	154,77	0,42	22,5	65	1.466
Zile	92	70,84	0,42	9,0	30	268
Pazar	7	5,39	0,42	0,9	2	2

Aynı merkezler için, yine 2020 yılı verileri için atıklar toplandıktan sonra doğrudan düzenli depo sahasına ulaştırılması için gereken maliyet (taşıma maliyeti) aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 5.6 : Tokat ve ilçeleri için taşıma maliyetleri.

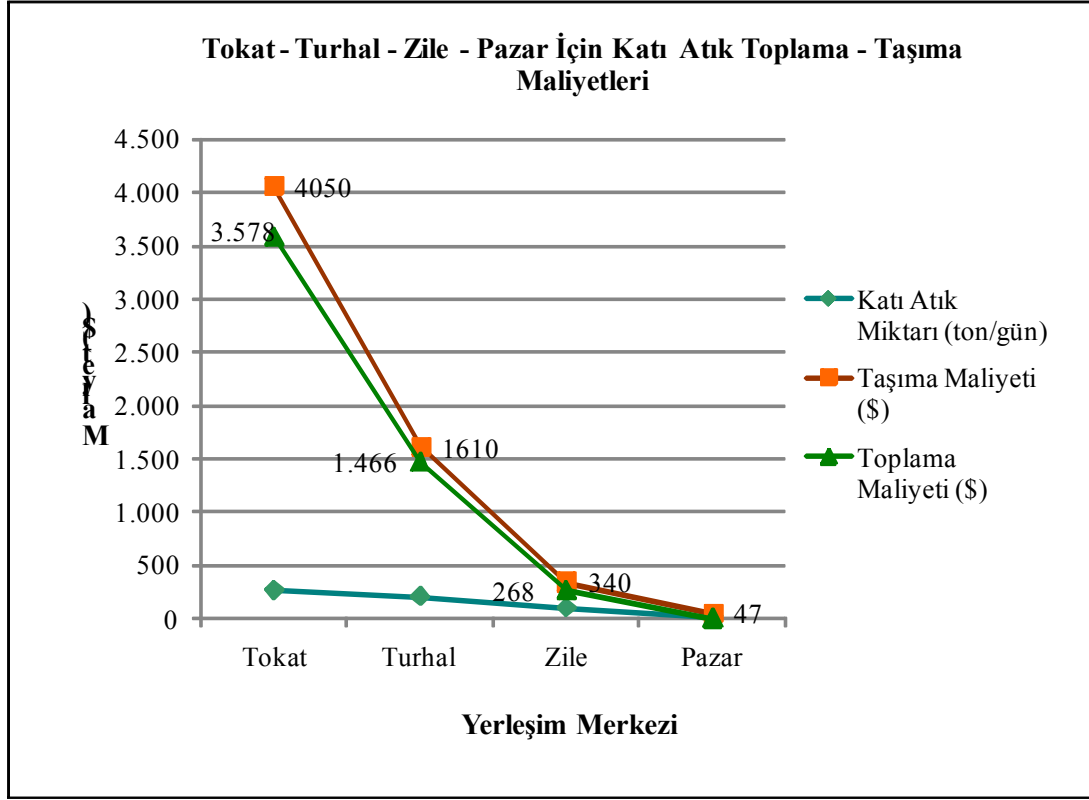
Yerleşim Merkezi	Katı Atık Miktarı (ton/gün)	Net Atık Miktarı (ton/gün)	Birim Taşıma Maliyeti (\$/ton-km)	Taşıma Mesafesi (km)	Taşıma Maliyeti (\$/km)	Taşıma Maliyeti (\$)
Tokat	263	202	0,4	50	81	4050
Turhal	201	154	0,4	26	62	1610
Zile	92	71	0,4	12	28	340
Pazar	7	5,4	0,4	22	2	47

4 merkezin, oluşan katı atığa göre toplama ve taşıma maliyetlerinin değişimini gösteren grafik aşağıda verilmektedir.



Şekil 5.5 : Tokat ve 3 ilçesindeki atıkların toplama ve taşıma maliyetleri 1.

Şekil 5.6’da verildiği üzere Tokat ve Turhal’da oluşan atıklar ,diğer 2 merkeze göre çok daha fazla olmasına rağmen, depo sahası bu 2 merkeze daha uzak bir yere inşa edildiğinden, taşıma maliyetleri çok yüksek çıkmaktadır.



Şekil 5.6 : Tokat ve 3 ilçesindeki atıkların toplama ve taşıma maliyetleri 2.

5.4.2 Kahramanmaraş ve ilçelerinde çalışmanın uygulanması

Çalışmaya örnek oluşturması için ikinci örnek olarak Kahramanmaraş ve bazı ilçe ve beldeleri seçilmiştir.

Buna göre, aynı program kullanılarak, nüfusa bağlı olarak oluşacak olan miktarı üzerinden, yerleşim merkezi içindeki kamyonun taşıma süresi, depo sahasına ya da aktarma istasyonuna olan taşıma süreleri hesaplanmış ve gerekli kamyon sayısına ulaşılmıştır.

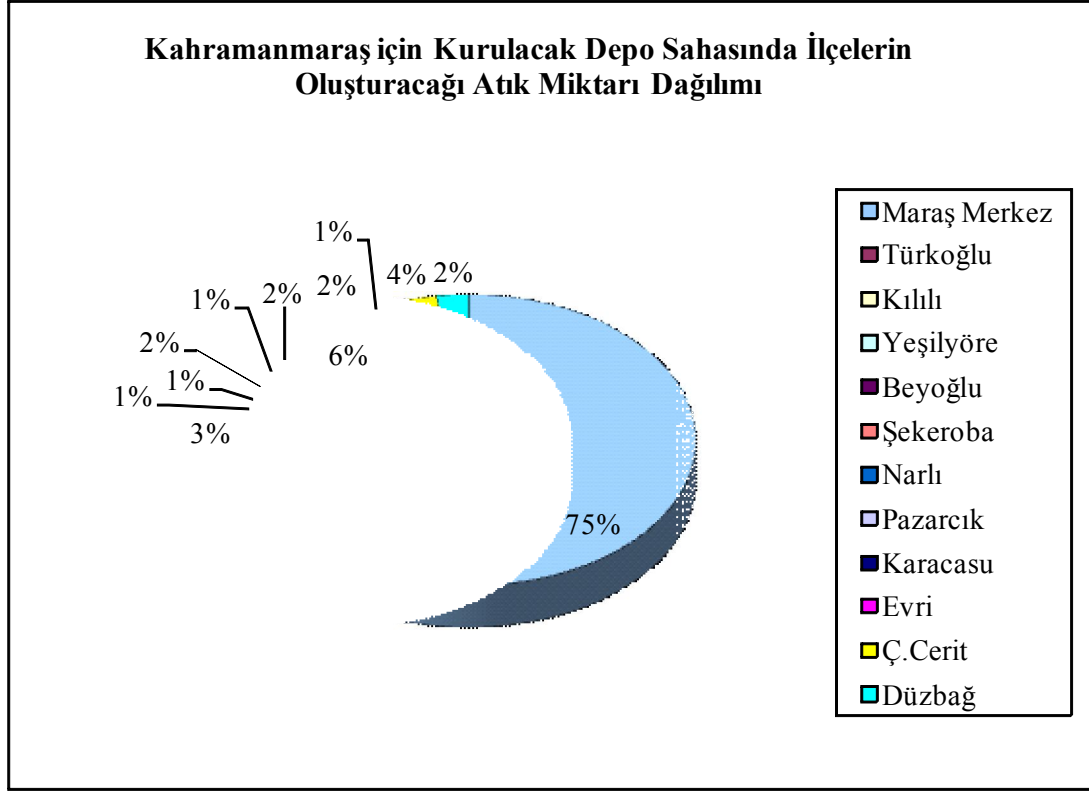
Şekil 5.7’de Kahramanmaraş ve bu çalışmada verileri kullanılacak olan ilçelerinin yeri verilmiştir.



Şekil 5.7 : Kahramanmaraş ve ilçelerini gösteren harita

(Karayolları Genel Müdürlüğü, 2006).

Kahramanmaraş ve 3 ilçesi ile (Türkoğlu, Pazarcık, Çağlayancerit) bu ilçelere ve merkeze bağlı bazı beldelerin bilgileri kullanılarak yapılan hesaba göre yapılacak bir düzenli depo sahasına gidecek atıkların % olarak dağılımı Şekil 5.8’de verilmiştir.



Şekil 5.8 : Kahramanmaraş civarındaki yerleşimlerin atık miktarı dağılımı

(Demir, 2005).

5.5 Düzenli Depolama Maliyetinin Hesaplanması

Kahramanmaraş ve Tokat yerleşim merkezlerindeki atık miktarlarından yola çıkılarak düzenli depo sahasının, bu merkezlere bağlı ilçe ve beldeler tarafından ayrı ayrı ya da ortaklaşa kurulması durumunda ortaya çıkacak yatırım ve işletme maliyetleri hesaplanmıştır.

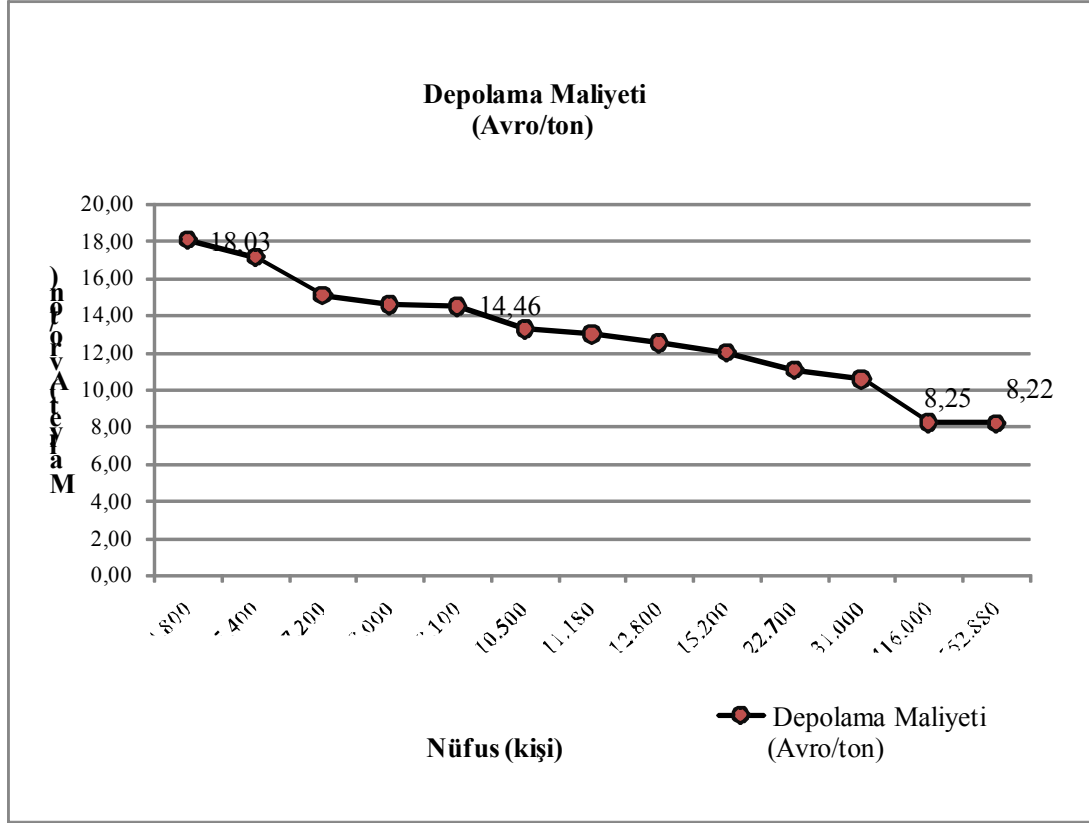
Maliyetleri hesaplariken tüm bileşenler dikkate alınmıştır. Farklı merkezlerde değişen nüfus başına gerekecek düzenli depolama maliyeti aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 5.7: Kahramanmaraş ili yerleşim merkezleri depolama maliyeti,
(Kaynak 2009).

K.Maraş İli Yerleşim Merkezleri	Nüfus (kişi)	Depolama Maliyeti (Avro/ton)
Evri	4.800	18,03
Yeşilyöre	5.400	17,10
Kılılı	7.200	15,08
Şekeroba	8.000	14,56
Karacasu	8.100	14,46
Beyoğlu	10.500	13,25
Narlı	11.180	13,00
Düzbağ	12.800	12,53
Türkoğlu	15.200	12,00
Çağlayancerit	22.700	11,07
Pazarcık	31.000	10,56
Maraş Merkez	416.000	8,25
Toplam	552.880	8,22

Yukarıdaki maliyetler bulunurken, Kahramanmaraş'ın söz konusu ilçe ve beldelerinin ayrı ayrı depolama yapması halinde, ton başına düzenli depolama maliyeti (ilk yatırım ve işletme) bulunmuş, daha sonra da tüm yerleşimlerin biraraya geldiğinde kuracakları depo sahasının ton başına ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin hesabı yapılmıştır. Çizelge 5.7'de görüldüğü gibi, nüfus arttıkça düzenli depolama maliyeti düşmektedir.

Çizelge 5.7'deki nüfuslar, Kahramanmaraş'ta oluşan katı atıklar ve birim nüfus başına oluşan katı atık miktarından yola çıkılarak ortalama bir nüfus değeri elde edilerek belirlenmiştir. Şekil 5.9'da da görüldüğü gibi, hizmet verilen toplam nüfus 552.800 mertebesine ulaştığında düzenli depolama maliyeti 8,22 Avro/ton gibi bir değere düşmektedir.



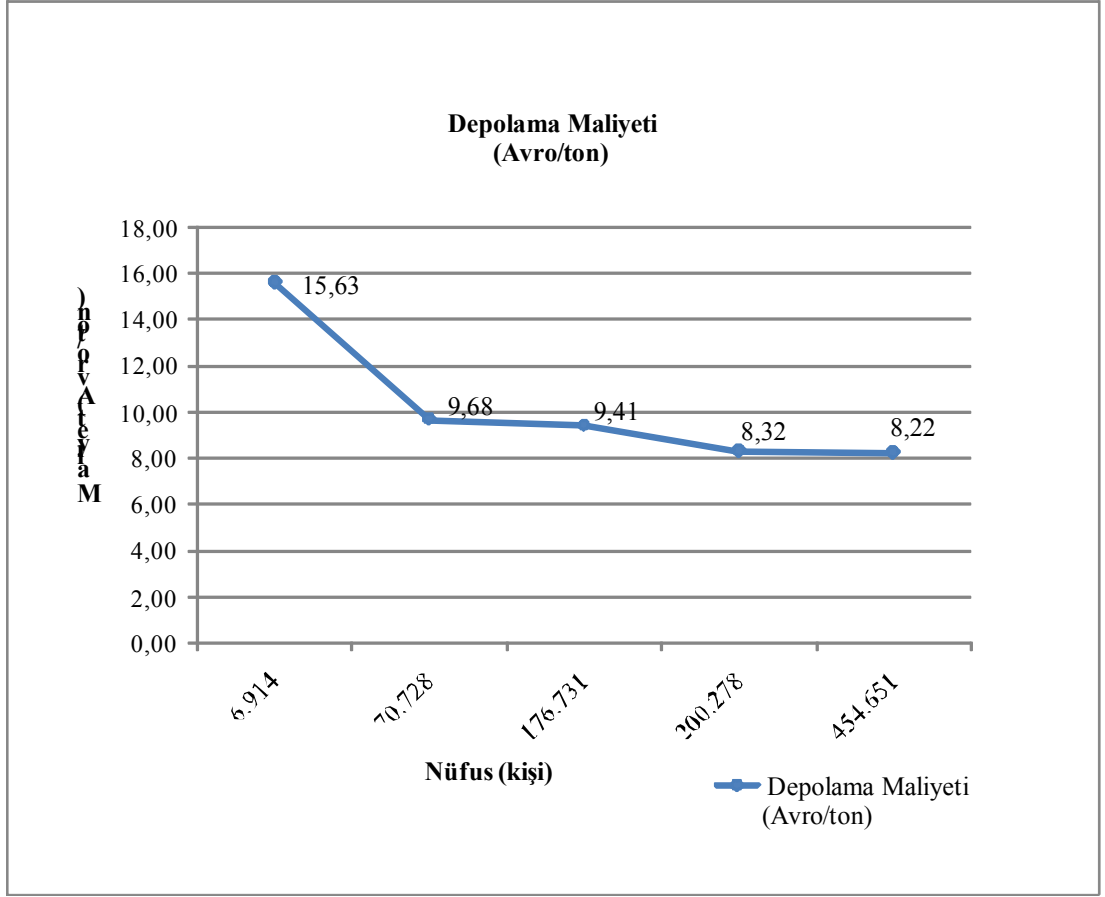
Şekil 5.9 : Depolama maliyetinin Maraş'daki yerleşimlerde nüfusa bağlı değişimi (Kaynak, 2009).

Aynı yerleşim merkezi için, aktarma istasyonu kurulması halinde gerekecek araç sayısı ile, doğrudan depo sahasına katı atıkların taşınması durumunda gerekecek araç sayısı hesaplanmış, çeşitli değişikliklere göre, (doluluk oranları, atık yoğunluğundaki değişiklikler, geri kazanım oranındaki artış vb.) sonucun ne şekilde değiştiği gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.8 : Tokat ili ve ilçeleri depolama maliyeti, (Kaynak, 2009).

Yerleşim Merkezi	Nüfus (kişi)	Depolama Maliyeti (Avro/ton)
Pazar	6.914	15,63
Zile	70.728	9,68
Turhal	176.731	9,41
Tokat	200.278	8,32
Toplam	454,651	8,22

Yukarıdaki çizelgede 2020 yılı nüfus ve katı atık verilerine göre, Tokat için düzenli depolama maliyeti hesabı yapılmıştır. Nüfusa bağlı düzenli depolama birim maliyeti Şekil 5.10'da verilmiştir.



Şekil 5.10 : Tokat ve ilçelerinde nüfusa bağlı düzenli depolama maliyeti.

Kahramanmaraş'taki gibi, Tokat ve 3 ilçesinde her yerleşim münferit depolama yaparsa gerekecek düzenli depolama maliyeti (ilk yatırım ve işletme) ile bu 4 merkezin birleşerek tek bir depo sahası kurması maliyeti hesaplanmıştır. Sonuçlar Çizelge 5.8 ve Şekil 5.10'da verilmiştir.

Çeşitli alternatifler ve düzenli depolama maliyetinin bulunuş hesap çizelgesi, Ekler bölümünde sunulmuştur.

Daha sonra Kahramanmaraş ve ilçeleri için

1. Atık Toplama Maliyeti
2. Atık Taşıma Maliyeti
3. Düzenli Depolama Maliyeti

Merkezi (Seçenek 1) ve tek tek (Seçenek 2) çalıştırılan sistemler için hesaplatıldığında aşağıdaki çizelgelerdeki sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Seçenek 1’de tek bir deponun kurulacağı kabul edilirse, taşıma mesafeleri artmakta ve taşıma maliyeti aşağıdaki çizelgedeki gibi olmaktadır.

Çizelge 5.9 : Taşıma Maliyeti Tablosu Seçenek 1, (Kaynak 2009).

Yerleşim Merkezi	Katı Atık Miktarı (ton/gün)	Net Atık Miktarı (ton/gün)	Taşıma Maliyeti (\$/ton-km)	Taşıma Mesafesi (km)	Taşıma Maliyeti (\$/km)	Taşıma Maliyeti (\$)
Maraş Merkez	440	339	0,3	31,0	102	3153
Türkoğlu	16	12	0,3	31,0	4	115
Kılılı	8	6	0,3	35,0	2	62
Yeşilyöre	6	4	0,3	61,0	1	80
Beyoğlu	11	9	0,3	42,0	3	108
şekeroba	8	6	0,3	44,0	2	85
Narlı	12	9	0,3	12,0	3	33
Pazarcık	33	25	0,3	31,0	8	236
Karacasu	9	7	0,3	23,0	2	45
Evri	5	4	0,3	23,0	1	27
.Cerit	24	18	0,3	79,0	6	438
Düzbağ	14	10	0,3	84,0	3	262

Eğer ikinci seçenekteki gibi münferit depo sahası kurulması yoluna gidilirse taşıma mesafeleri düşmektedir. (izelge 5.10) izelgedeki net atık miktarı geri kazanım yapıldıktan sonraki atık miktarını ifade etmektedir.

Çizelge 5.10 : Taşıma Maliyeti Tablosu Seçenek 2, (Kaynak 2009).

Yerleşim Merkezi	Net Atık Miktarı (ton/gün)	Taşıma Maliyeti (\$/ton-km)	Taşıma Mesafesi (km)	Taşıma Maliyeti (\$/km)	Taşıma Maliyeti (\$)
Maraş Merkez	339	0,3	12	102	1221
Türkoğlu	12	0,3	10	4	37
Kılılı	6	0,3	10	2	18
Yeşilyöre	4	0,3	15	1	20
Beyoğlu	9	0,3	15	3	39
şekeroba	6	0,3	10	2	19
Narlı	9	0,3	10	3	27
Pazarcık	25	0,3	10	8	76
Karacasu	7	0,3	10	2	20
Evri	4	0,3	10	1	12
.Cerit	18	0,3	10	6	55
Düzbağ	10	0,3	10	3	31

Bir sonraki adımda ise, depolama maliyetleri her iki seçeneğe ilave edilmiştir.

Çizelge 5.11 : Genel Maliyet Tablosu Seçenek 1, (Kaynak 2009).

Yerleşim Merkezi	Toplama Maliyeti (avro/gün)	Taşıma Maliyeti (avro/gün)	Toplama Taşıma Maliyeti (avro/ton)	Düzenli Dep. Maliyeti (avro/ton)	Genel Birim Maliyet (avro/ton)	Toplam Maliyet (avro/gün)
Maraş	5271	2628	23,29	8,22	31,52	10.687
Türkoğlu	11	96	8,64	8,22	16,87	209
Kılılı	3	51	9,28	8,22	17,51	103
Yeşilyöre	2	67	15,78	8,22	24,01	105
Beyoğlu	3	90	10,81	8,22	19,03	163
Şekeroba	2	71	11,31	8,22	19,53	126
Narlı	3	27	3,31	8,22	11,53	105
Pazarcık	16	196	8,37	8,22	16,59	420
Karacasu	2	38	6,06	8,22	14,28	94
Evri	1	22	6,06	8,22	14,28	56
Ç.Cerit	11	365	20,37	8,22	28,59	528
Düzbağ	3	156	15,31	8,22	23,53	307
Toplam						12.903

Yerleşim merkezinde oluşan atıkların toplanma maliyeti aynı olduğundan bu bilgi her iki çizelgede aynıdır.

Çizelge 5.12 : Genel Maliyet Tablosu Seçenek 2, (Kaynak 2009).

Yerleşim Merkezi	Toplama Maliyeti (avro/gün)	Taşıma Maliyeti (avro/gün)	Toplama Taşıma Maliyeti (avro/ton)	Düzenli Depo. Maliyeti (avro/ton)	Genel Birim Maliyet (avro/ton)	Toplam Maliyet (avro/gün)
Maraş	5271	1017	18,54	8,25	26,79	9.085
Türkoğlu	11	31	3,39	12,00	15,40	191
Kılılı	3	15	3,03	15,08	18,12	106
Yeşilyöre	2	16	4,28	17,10	21,38	93
Beyoğlu	3	32	4,06	13,25	17,31	149
Şekeroba	2	16	2,81	14,56	17,37	112
Narlı	3	23	2,81	13,00	15,80	145
Pazarcık	16	63	3,12	10,56	13,68	347
Karacasu	2	16	2,81	14,46	17,27	114
Evri	1	10	2,81	18,03	20,84	81
Ç.Cerit	11	46	3,12	11,07	14,19	262
Düzbağ	3	26	2,81	12,53	15,34	159
Toplam						10.844

Aynı yerleşim merkezi bilgileri kullanılır, mesafeler değiştirilirse (Seçenek 3) ve tüm yerleşimlerin tek bir depo sahasına (merkezi depolama) yaptığı bir sistem için genel maliyet hesabı tekrarlanırsa bu kez aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır.

Çizelge 5.13 : Taşıma Maliyeti Tablosu Seçenek 3, (Kaynak 2009).

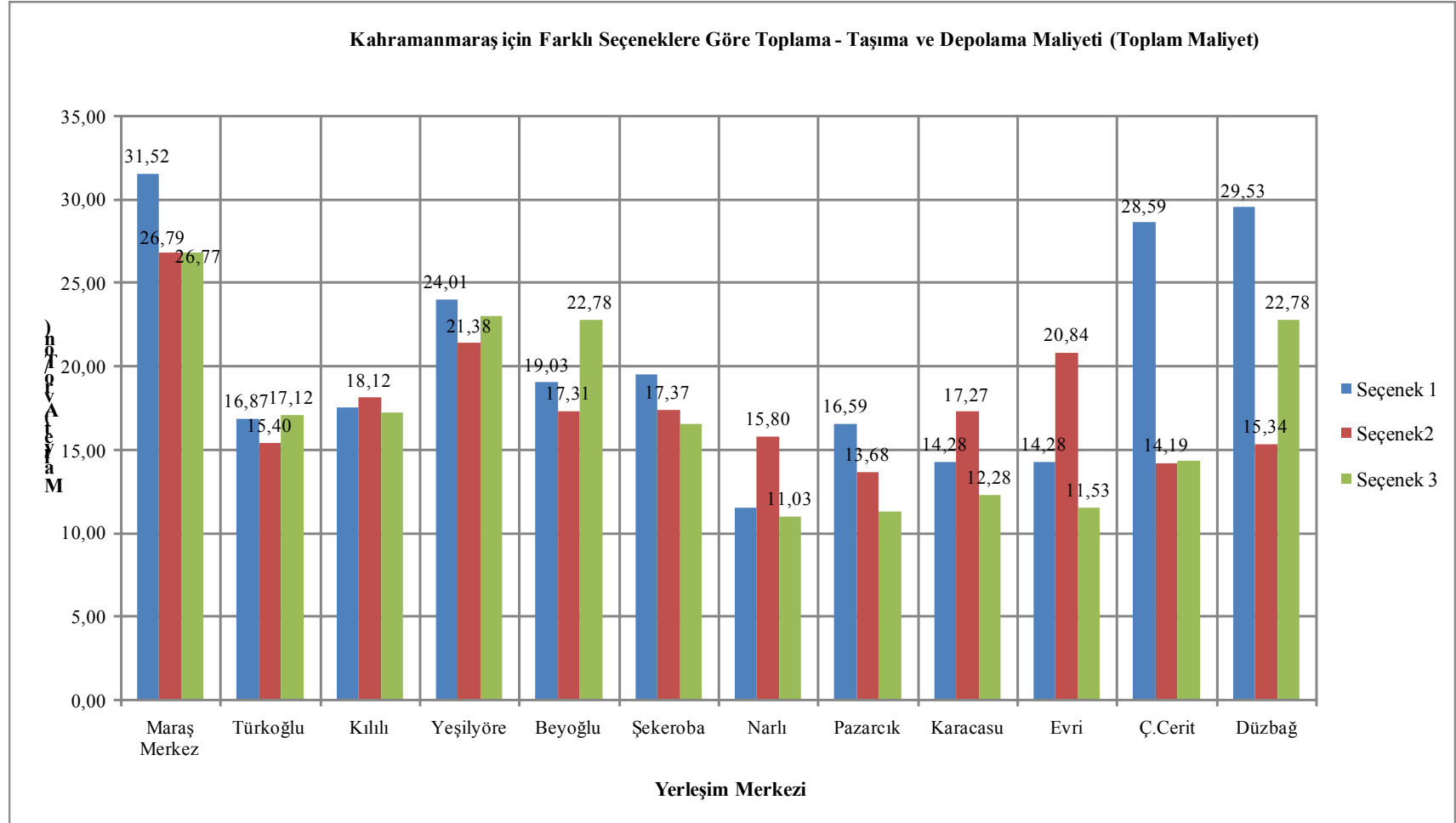
Yerleşim Merkezi	Katı Atık Miktarı (ton/gün)	Net Atık Miktarı (ton/gün)	Birim Taşıma Maliyeti (\$/ton-km)	Taşıma Mesafesi (km)	Taşıma Maliyeti (\$/km)	Taşıma Maliyeti (\$)
Maraş Merkez	440	339	0,3	12,0	102	1221
Türkoğlu	16	12	0,3	32,0	4	119
Kılılı	8	6	0,3	34,0	2	60
Yeşilyöre	6	4	0,3	57,0	1	75
Beyoğlu	11	9	0,3	57,0	3	147
Şekeroba	8	6	0,3	32,0	2	62
Narlı	12	9	0,3	10,0	3	27
Pazarcık	33	25	0,3	10,0	8	76
Karacasu	9	7	0,3	15,0	2	30
Evri	5	4	0,3	12,0	1	14
Ç.Cerit	24	18	0,3	22,0	6	122
Düzbağ	14	10	0,3	57,0	3	178

Çizelge 5.14 : Genel Maliyet Tablosu Seçenek 3, (Kaynak 2009).

Yerleşim Merkezi	Toplama Maliyeti (avro/gün)	Taşıma Maliyeti (avro/gün)	Toplama Taşıma Maliyeti (avro/ton)	Düzenli Depolama Maliyeti (avro/ton)	Genel Birim Maliyet (avro/ton)	Toplam Maliyet (avro)
Maraş	5271	1017	18,54	8,22	26,77	9.076
Türkoğlu	11	99	8,89	8,22	17,12	212
Kılılı	3	50	9,03	8,22	17,26	101
Yeşilyöre	2	62	14,78	8,22	23,01	100
Beyoğlu	3	69	14,56	8,22	22,78	195
Şekeroba	2	52	8,31	8,22	16,53	107
Narlı	3	23	2,81	8,22	11,03	101
Pazarcık	16	63	3,12	8,22	11,34	287
Karacasu	2	25	4,06	8,22	12,28	81
Evri	1	12	3,31	8,22	11,53	45
Ç.Cerit	11	102	6,12	8,22	14,34	265
Düzbağ	3	78	14,56	8,22	22,78	237
Toplam						10.808

Çizelge 5.12 ve Çizelge 5.14 arasındaki toplam maliyet tutarındaki farkın azlığı dikkat çekicidir. Bunu, söz konusu belediyelerin tek bir depo sahası yapıp, atıklarını daha uzak mesafelere taşımasının optimizasyonu olarak değerlendirebiliriz.

Yani, 12 belediye, tek bir depo sahasını en çok atığın oluştuğu Maraş Merkez'e ve Çağlayancerit ilçesine yakın bir noktaya kursa, daha az atık oluşturan belediyeler atıklarını daha uzağa taşıdıkları ve birim taşıma maliyetleri arttığı halde gene de merkezi depo sisteminin daha ekonomik olduğu durumlar ortaya çıkmaktadır. Her 3 opsiyona göre ton başına toplama, taşıma ve depolama maliyeti grafiği şekil 5.11'de verilmiştir.



Şekil 5.11 : Kahramanmaraş merkez – ilçe ve beldelerinde farklı mesafelere göre toplama, taşıma ve depolama maliyeti (Kaynak, 2009).

5.6 Aktarma İstasyonu Maliyetinin Hesaplanması

Aktarma istasyonunun, Maraş örneğinde işletilmesi opsiyonunu incelemek amacıyla, aktarma istasyonu ilk yatırım ve işletme maliyetleri birim maliyet olarak hesaplanmıştır.

Maliyetler hesaplanırken, emsal tesislerin fiyatlarından yararlanılmıştır. Buna göre, Maraş Merkez’e, Türkoğlu ve Çağlayancerit ilçelerine 3 adet aktarma istasyonu kurulup ve 12 belediyenin atıkları depo sahasına aktarılması durumu değerlendirilmiştir. Bu 3 yerleşime yakın merkezlerin, aktarma istasyonunun ilk yatırım maliyetine, oluşturdukları katı atık miktarı ile doğru orantılı olarak katkıda bulunacakları kabulü yapılmıştır.

Buna göre; herbir yerleşim merkezinin atıklarını göndereceği aktarma istasyonunun kapasitesi belirlenirken herbir merkezin katı atık miktarı dikkate alınmış ve tesis ilk yatırım maliyeti buna göre seçilmiştir. Birbirine yakın miktarda atık gönderen merkezlerin ilk yatırım maliyeti çok yakın çıkmıştır (Kaynak 2009).

Çizelge 5.15 : Aktarma istasyonu maliyet hesabı.

Yerleşim Merkezi	Nüfus (kişi)	Akt. İst. Kapasitesi (kişi)	İlk Yatırım Maliyeti (avro)	İlk yatırıma katkısı (avro)	İlk yatırım maliyeti (avro/ton)	İşletme Maliyeti (avro/ton)	Toplam Maliyeti (avro/ton)
Merkez	415.472	420.000	4.222.222	4.176.700	1,687	1,6	3,3
Türkoğlu	15.142	40.000	1.759.259	665.946	7,382	1,6	9,0
Kılılı	7.217			317.414	7,382	1,6	9,0
Yeşilyöre	5.377			236.504	7,382	1,6	9,0
Beyoğlu	10.472			460.561	7,382	1,6	9,0
Şekeroba	7.925			139.413	2,953	1,6	4,6
Narlı	11.179			196.672	2,953	1,6	4,6
Pazarcık	30.991			545.204	2,953	1,6	4,6
Karacasu	8.066			141.903	2,953	1,6	4,6
Evri	4.811			84.644	2,953	1,6	4,6
Çağlayancerit	22.642	100.000	1.759.259	398.323	2,953	1,6	4,6
Düzbağ	12.736			224.057	2,953	1,6	4,6

Çizelge 5.16 : Aktarma istasyonu kurulması durumunda birim maliyet.

Yerleşim Merkezi	OAM (ton)	Akt. İst. işletme maliyeti (avro/ton)	Akt. İst. ilk yatırım maliyeti (avro/ton)	Toplam Maliyet (avro/ton)
Merkez	339,1	1,6	2	3,3
Türkoğlu	12,4	1,6	7	9,0
Kılılı	5,9	1,6	7	9,0
Yeşilyöre	4,4	1,6	7	9,0
Beyoğlu	8,5	1,6	7	9,0
Şekeroba	6,5	1,6	3	4,6
Narlı	9,1	1,6	3	4,6
Pazarcık	25,3	1,6	3	4,6
Karacasu	6,6	1,6	3	4,6
Evri	3,9	1,6	3	4,6
Ç.Cerit	18,5	1,6	3	4,6
Düzbağ	10,4	1,6	3	4,6

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma ile yerleşim merkezlerinde oluşan katı atıkların toplanması ve taşınması işlemlerinin münferit mi, yoksa merkezi mi yapılmasının daha ekonomik olacağı, ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin de değerlendirilmesiyle belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma sonucunda toplama sistemi ile taşıma sisteminin birbirinden ayrı olarak değil, beraber incelenmesi ve değerlendirilmesinin gerekliliği ortaya çıkmıştır. Toplama maliyeti, yerleşimde oluşan atık miktarı, taşıma aracı büyüklüğü ve taşıma mesafesi ile doğrudan ilişkilidir.

Geri kazanım yapıldığında gereken araç sayılarında ciddi azalma olmaktadır. Geri kazanım yapılmadığı duruma göre farkı gösterebilmek için aynı merkezin hem geri kazanımlı, hem geri kazanımsız hali ayrı ayrı çizelgelerde gösterilmiştir.

Tokat örneğinde baz alınan, Zile ve Pazar ilçeleri; hem depo sahasına yakın olmaları, hem de oluşturdukları katı atık miktarı sebebiyle, atıklarını, aktarma istasyonu kullanmadan, doğrudan depo sahasına toplama araçlarıyla taşımaktadır. Tokat ve Turhal'da aktarma istasyonunun yapılması ve 15 m³'lük toplama araçlarının kullanılması durumunda gerekli toplama aracı sayısında azalma meydana gelmektedir. Buna karşılık; aktarma merkezi yapılması ile taşıma aracı ve kasalarının alınması gerekmektedir. Toplama işleminin 20 m³'lük araçla yapılması halinde gerekli araç sayısında azalma meydana gelmektedir. Bu üç durumun, mali olarak incelenmesi sonucunda toplama ve taşıma işleminin 20 m³'lük araçlarla doğrudan yapılması ile 15 m³'lük araçlarla toplama yapıldıktan sonra büyük araçlarla taşıma yapılmasının maliyeti arasında önemsiz sayılabilecek bir fark olmaktadır.

Kahramanmaraş Merkez ve civarındaki toplam 12 yerleşim merkezinde yapılan çalışmaya göre ise, kurulması planlanan depo sahası ve aktarma istasyonu mesafeleri girilerek farklı alternatiflere göre araç sayıları hesaplanmış ve çizelgeler halinde eklerde verilmiştir.

İkinci aşamada, toplama – taşıma ve depolama maliyetlerinin merkezi ve münferit sistemlere kıyası yapıldığında seçilen depo sahasının yerinin önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır. Her ne kadar seçilen mesafelere göre merkezi depo sahası oluşturmak ile münferit depo sahası oluşturmak arasındaki fark çok az olsa da, farklı yerleşim merkezleri için bu hesap programı kullanıldığında ve taşıma mesafeleri değiştiğinde, bu fark merkezi ya da münferit depolama sahası kurulması durumu lehine bozulabilmektedir. Bu husus, yine Kahramanmaraş örneğinde mesafeler değiştirildiğinde açıkça tespit edilmiştir.

Bu durumda karar tamamen yerel yöneticilerin vereceği siyasi karara bağlıdır.

KAYNAKLAR

- Afifi S.**, 2000. High variations in the cost of municipal solid waste management, Afifi Consultants, Amerika.
- Altaş Makine**, 2005. Kişisel görüşme.
- Baştürk A.**, 2001. Katı Atıklar Dersi Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Belediyeler Kanunu**, 2005. 5393 sayılı Kanun, İçişleri Bakanlığı, Ankara.
- Büyükşehir Belediyesi Kanunu**, 2004. 5216 sayılı Kanun, İçişleri Bakanlığı, Ankara.
- Bissell Associates Ltd**, 1992. Transfer Station Manual for Alberta, İngiltere.
- Borusan Makine**, 2005. Kişisel Görüşme.
- Çevre Kanunu**, 1983. 2872 sayılı Kanun, Çevre Bakanlığı, Ankara.
- Çubukçu E.E.**, 2008. *Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ve Düzenli Depolama Seminer Notları*, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Çukurova Makine**, 2005. Kişisel Görüşme.
- Danteravanich S. and Siriwong C.**, 1998. Solid waste management in Southern Thailand, *Journal of Solid Waste Technology and Management*, 21-26, EPA.
- Demir İ.**, 2005. Kişisel Görüşme.
- EPA**, 1989. Decision Makers Guide to Solid Waste Management, Office of Solid Waste, Washington D.C., Amerika.
- EPA**, 2001. Scope of FCA for MSW, Amerika.
- Erdem M.**, 2008. Türkiyede atık yönetimi ve genel sorunlar, Su ve Toprak Yönetimi Dairesi Başkanlığı, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Eriksson O., Reich C. M., Frostell B., Björklund A., Assefa G., Sundqvist J.O., Granath J., Baky A. and Thyselius L.**, 2005. Municipal solid waste management from a systems perspective, *Journal of Cleaner Production* 13, pp. 241-252.
- Fidan S.**, 2008. *2007/10 Sayılı Katı Atık Karakterizasyonu ve Katı Atık Bertaraf Tesisleri Bilgi Güncellemesi Genelgesi, Marmaris Çalıştay Notları*, Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı, Belediye Atıkları Şube Müdürlüğü, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Fuller E.J and Waynet W.**, 2002. Establishing and Operating a Solid Waste Transfer Station, University of Nebraska, Amerika Birleşik Devletleri.
- İstanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme San. ve Tic. A.Ş. (İSTAÇ)**, 2005. Kişisel Görüşme.

- Karam J., St. Cin, G.Tilly J.,** 1990. Economic Evaluation of waste minimization options. *Environmental Progress* 7 (3), pp. 192-197.
- Karayolları Trafik Yönetmeliği,** 1997. *Sekizinci Bölüm, Araçların Boyutları, Ölçü ve Ağırlıkları ile Yüklmesi Esasları.*
- Karayolları Genel Müdürlüğü,** 2006. *Tokat İli Haritası, Ölçek 1:1.000.000.*
- Karayolları Genel Müdürlüğü,** 2006. *Kahramanmaraş İli Haritası, Ölçek 1:1.000.000.*
- Kaynak C. G.,** 2009. Katı atıkların taşınması, toplanması ve düzenli depolanmasının genel maliyetinin hesaplanması excel programı.
- Kaynak C.G. ve Demir İ.,** 2006. Düzenli depo maliyetinin hesaplanması program.
- Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği,** 1991. *14.3.1991 tarih ve 20184 sayılı Resmi Gazete, Çevre Bakanlığı, Ankara.*
- Koushki P. A. Al-Duaij U. and Al-Ghimlas W.,** 2004. Collection and Transportation cost of household solid waste in Kuwait, *Waste Management*, 24-957-964.
- Sarıkaya H.Z.,** 2005. Katı atık düzenli depolama sistemleri eğitim semineri açılış konuşması, İSTAÇ, İstanbul, Mayıs 9-12.
- SNS Mühendislik Müşavirlik Ltd. Şti,** 2005. *Tokat İli Katı Atık Fizibilite Raporu, İstanbul.*
- Şafak Makine,** 2005. Kişisel Görüşme.
- TATKO,** 2005. Kişisel Görüşme.
- Tuğluk A.,** 2005. Kişisel Görüşme.

EKLER

Çizelge A.1 : Bir yerleşim merkezinde oluşan çöplerin toplanması için gereken sürenin belirlenmesi¹.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
V_{ka} ton	DO_1 %	d_{ka} ton/m ³	KPS_1 ton	V_{kn} m ³	DO_2 %	d_{kn} ton/m ³	KPS_2 ton	n_{kn} adet	L_1 km	V_1 km/saat	L_{2S} km	L_k m	L_{2k} km	L_{2t} km	V_2 km/saat	L_3 km
8,25	90	0,55	4,08	0,4	70	0,3	0,084	49	1	50	12	30	1,43	13,43	35	11
8,25	80	0,55	3,63	0,4	70	0,3	0,084	43	1	50	22	30	1,27	23,27	35	21
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
V_3 km/saat	t_{kb} dk	$T_{kboş}$ saat	V_t km/saat	t_{ka} saat	$t_{gş}$ saat	$T_{çt}$ saat	$t_{şd}$ saat	t_m saat	$t_{dş}$ saat	$t_{boş}$ saat	t_{dg} saat	t_{teksfr} saat	T_{sfr} saat			
50	2	1,6	10	0,143	0,020	1,76	0,34	0,75	0,24	0,25	0,22	2,38	5,94			
50	2	1,4	10	0,127	0,020	1,57	0,63	0,75	0,44	0,25	0,42	2,47	6,52			

¹ Bu çizelgede kullanılan mesafeler rastsal olarak seçilmiş olup, değiştirildiğinde sefer süresi otomatik olarak değişecektir.

Çizelge A.2 : Tokat, Turhal, Zile ve Pazar yerleşim merkezlerinde oluşan çöpleri taşımak için gereken araç sayısının bulunuşu (2010 yılı).

YM	KAM ton/gün	OAM ton/gün	1 V _{ka} ton	2 DO ₁ %	3 d _{ka} ton/m ³	4 KPS ₁ ton	5 V _{kn} m ³	6 DO ₂ %	7 d _{kn} ton/m ³	8 KPS ₂ ton	9 n _{kn} adet	10 L ₁ km	11 V ₁ km/saat	12 L _{2S} km	13 L _k m	14 L _{2k} Km
Tokat	188	140,73	11	90	0,55	5,45	0,4	70	0,3	0,084	65	2	50	50	30	1,91
Turhal	140	105,37	11	90	0,55	5,45	0,4	65	0,3	0,078	70	1	50	26	30	2,06
Zile	70	52,69	11	90	0,55	5,45	0,4	65	0,3	0,078	70	1	50	12	30	2,06
Pazar	5	4,03	11	49	0,55	2,96	0,4	65	0,3	0,078	38	0,5	50	22	40	1,48
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	L _{2t}	V ₂	L ₃	V ₃	t _{kb}	T _{kboş}	V _t	t _{ka}	t _{gş}	T _{çt}	t _{şd}	t _m	t _{dş}	t _{boş}	t _{dg}	t _{teksfr}
YM	km	km/saat	km	km/saat	dk	saat	km/saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat
Tokat	51,91	35	45	50	2	2,2	10	0,191	0,040	2,35	1,43	0,75	1,00	0,25	0,90	4,07
Turhal	28,06	35	25	50	2	2,3	10	0,206	0,020	2,53	0,74	0,75	0,52	0,25	0,50	3,55
Zile	14,06	35	11	50	2	2,3	10	0,206	0,020	2,53	0,34	0,75	0,24	0,25	0,22	3,15
Pazar	23,48	35	21	50	2	1,3	10	0,148	0,010	1,41	0,63	0,75	0,44	0,25	0,42	2,30

Çizelge A.2 : (devam) Tokat, Turhal, Zile ve Pazar yerleşim merkezlerinde

oluşan çöpleri taşımak için gereken araç sayısı (2010 yılı).

	31 T_{sfr}	32 N_{kss}	33 N_{ka}	34 N_{ka}
Tokat	10,75	13	5,2	6
Turhal	8,84	10	3,4	4
Zile	7,48	5	1,5	2
Pazar	6,21	0	0,1	1

Çizelge A.3 : Tokat ve Turhal’da oluşan çöpleri taşımak için gereken araç sayısının bulunuşu (aktarmalı sistem - 2010 yılı)².

YM	KAM*	OAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			V _{ka}	V _{aa}	DO ₁	d _{ka}	KPS ₁	V _{kn}	DO ₂	d _{kn}	KPS ₂	n _{kn}	L ₁	V ₁	L _{a-ş}	L _k
	ton/gün	ton/gün	ton	ton	%	ton/m ³	ton	m ³	%	ton/m ³	ton	adet	km	km/saat	km	m
Tokat	188	141	8,25	20	90	0,55	4,08	0,4	70	0,3	0,084	49	2	50	10	30
Turhal	140	105	8,25	20	90	0,55	4,08	0,4	65	0,3	0,078	52	1	50	18	30
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	L _{2k}	L _{2t}	V _{ş-a}	V _{a-ş}	t _{kb}	T _{kboş}	V _t	t _{ka}	t _{gş}	T _{çt}	t _ş	t _m	t _{aş}	t _{boş}	L _{a-d}	V _{a-d}
YM	km	km	km/saat	km/saat	dk	saat	km/saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	km	km/saat
Tokat	1,43	11,43	35	50	2	1,6	10	0,143	0,04	1,76	0,29	0,75	0,20	0,25	48	50
Turhal	1,54	19,54	35	50	2	1,7	10	0,154	0,02	1,90	0,51	0,75	0,36	0,25	25	50
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43			
	t _{eksfr}	T _{sfr}	N _{kss}	N _{ks}	N _{ks}	t _{boş}	t _{a-d}	V _{d-a}	t _{d-a}	T _{ak. taş.}	N _{aas}	N _{aa}	N _{aa}			
YM	saat	saat	adet	adet	adet	saat	saat	km/saat	saat	saat	adet	adet	adet			
Tokat	2,34	6,34	17	4,0	4	0,3	0,96	60	0,8	2,1	7	1,61	2			
Turhal	2,68	7,21	13	3,4	4	0,3	0,50	60	0,4	1,2	5	0,7	1			
Toplam					8								3			

² Bu çizelgedeki araç sayıları, toplam atıkların ortalama %23’ü geri kazanıldığı varsayılarak, OAM (Organik atık miktarı) üzerinden hesaplanmıştır.

Çizelge A.4 : Tokat ve Turhal’da oluşan çöpleri taşımak için gereken araç sayısının bulunuşu (aktarmalı sistem - 2015 yılı).

YM	KAM ton/gün	OAM ton/gün	1 V _{ka} ton	2 V _{aa} ton	3 DO ₁ %	4 d _{ka} ton/m ³	5 KPS ₁ ton	6 V _{kn} m ³	7 DO ₂ %	8 d _{kn} ton/m ³	9 KPS ₂ ton	10 n _{kn} adet	11 L ₁ km	12 V ₁ km/saat	13 L _{a-ş} km	14 L _k m
Tokat	223	167,3	8,25	20	90	0,55	4,08	0,4	70	0,3	0,084	49	2	50	10	30
Turhal	169	126,8	8,25	20	90	0,55	4,08	0,4	65	0,3	0,078	52	1	50	18	30
YM	15 L _{2k} km	16 L _{2t} km	17 V _{ş-a} km/saat	18 V _{a-ş} km/saat	19 t _{kb} dk	20 T _{kboş} saat	21 V _t km/saat	22 t _{ka} saat	23 t _{gş} saat	24 T _{çt} saat	25 t _{şa} saat	26 t _m saat	27 t _{aş} saat	28 t _{boş} saat	29 L _{a-d} km	30 V _{a-d} km/saat
Tokat	1,43	11,43	35	50	2	1,6	10	0,143	0,04	1,76	0,29	0,75	0,20	0,25	48	50
Turhal	1,54	19,54	35	50	2	1,7	10	0,154	0,02	1,90	0,51	0,75	0,36	0,25	25	50
YM	31 t _{teksfr} saat	32 T _{sfr} saat	33 N _{kss} adet	34 N _{ks} adet	35 N _{ks} adet	36 t _{boş'} saat	37 t _{a-d} saat	38 V _{d-a} km/saat	39 t _{d-a} saat	40 T _{ak. taş.} saat	41 N _{aas} adet	42 N _{aa} adet	43 N _{aa} adet			
Tokat	2,34	6,34	20	4,7	5	0,3	0,96	60	0,8	2,1	8	1,91	2			
Turhal	2,68	7,21	15	4,1	4	0,3	0,50	60	0,4	1,2	6	0,9	1			
Toplam					9								3			

Çizelge A.5 : Tokat ve Turhal’da oluşan çöpleri taşımak için gereken araç sayısının bulunuşu (aktarmalı sistem - 2020 yılı).

YM	KAM ton/gün	OAM ton/gün	1 V _{ka} ton	2 V _{aa} ton	3 DO ₁ %	4 d _{ka} ton/m ³	5 KPS ₁ ton	6 V _{kn} m ³	7 DO ₂ %	8 d _{kn} ton/m ³	9 KPS ₂ ton	10 n _{kn} adet	11 L ₁ km	12 V ₁ km/saat	13 L _{a-ş} km	14 L _k m
Tokat	263	197,25	8,25	20	90	0,55	4,08	0,4	70	0,3	0,084	49	2	50	10	30
Turhal	201	150,75	8,25	20	90	0,55	4,08	0,4	65	0,3	0,078	52	1	50	18	30
	15 L _{2k} km	16 L _{2t} Km	17 V _{ş-a} km/saat	18 V _{a-ş} km/saat	19 t _{kb} dk	20 T _{kboş} saat	21 V _t km/saat	22 t _{ka} saat	23 t _{gş} saat	24 T _{çt} saat	25 t _ş saat	26 t _m saat	27 t _{aş} saat	28 t _{boş} saat	29 L _{a-d} km	30 V _{a-d} km/saat
Tokat	1,43	11,43	35	50	2	1,6	10	0,143	0,04	1,76	0,29	0,75	0,20	0,25	48	50
Turhal	1,54	19,54	35	50	2	1,7	10	0,154	0,02	1,90	0,51	0,75	0,36	0,25	25	50
	31 t _{teksfr} saat	32 T _{sfr} Saat	33 N _{kss} adet	34 N _{ks} adet	35 N _{ks} adet	36 t _{boş'} saat	37 t _{a-d} saat	38 V _{d-a} km/saat	39 t _{d-a} saat	40 T _{ak. taş.} saat	41 N _{aas} adet	42 N _{aa} adet	43 N _{aa} adet			
Tokat	2,34	6,34	24	5,6	6	0,3	0,96	60	0,8	2,1	10	2,26	3			
Turhal	2,68	7,21	18	4,9	5	0,3	0,50	60	0,4	1,2	8	1,0	1			
Toplam					11								4			

Çizelge A.6 : Tokat,Turhal, Zile ve Pazar’da oluşan çöpleri taşımak için gereken araç sayısının bulunuşu (aktarmasız sistem - 2020 yılı).

YM	KAM ton/gün	OAM ton/gün	1 V' _{ka} m ³	2 DO ₁ %	3 d _{ka} ton/m ³	4 KPS ₁ ton	5 V' _{kn} m ³	6 DO ₂ %	7 d _{kn} ton/m ³	8 KPS ₂ ton	9 n _{kn} adet	10 L ₁ km	11 V ₁ km/saat	12 L _{2S} km	13 L _k m	14 L _{2k} km	15 L _{2t} km	16 V ₂ km/saat
Tokat	263	202,5	20,0	90	0,55	9,90	0,4	70	0,3	0,084	118	2	50	50	30	3,51	53,51	35
Turhal	201	154,8	12,0	90	0,55	5,94	0,4	65	0,3	0,078	76	1	50	26	30	2,25	28,25	35
Zile	92	70,8	12,0	90	0,55	5,94	0,4	65	0,3	0,078	76	1	50	12	30	2,25	14,25	35
Pazar	7	5,4	7,0	49	0,55	1,89	0,4	65	0,3	0,078	24	0,5	50	22	40	0,93	22,93	35
	17 L ₃ km	18 V ₃ km/saat	19 t _{kb} dk	20 T _{kboş} saat	21 V _t km/saat	22 t _{ka} saat	23 t _{gş} saat	24 T _{çt} saat	25 t _{şd} saat	26 t _m saat	27 t _{dş} saat	28 t _{boş} saat	29 t _{dg} saat	30 t _{teksfr} saat	31 T _{sfr} saat	32 N _{kss} adet	33 N _{ks} adet	34 N _{ks} adet
Tokat	45	50	2	3,9	10	0,351	0,040	4,28	1,43	0,75	1,00	0,25	0,90	6,00	14,61	20	12,3	12
Turhal	25	50	2	2,5	10	0,225	0,020	2,76	0,74	0,75	0,52	0,25	0,50	3,78	9,30	26	9,8	10
Zile	11	50	2	2,5	10	0,225	0,020	2,76	0,34	0,75	0,24	0,25	0,22	3,38	7,94	12	4,0	4
Pazar	21	50	2	0,8	10	0,093	0,010	0,90	0,63	0,75	0,44	0,25	0,42	1,79	5,18	3	0,5	1

Çizelge A.7 : Tokat,Turhal, Zile ve Pazar’da oluşan çöpleri taşımak için gereken araç sayısının bulunuşu (aktarmasız sistem - 2020 yılı)³.

YM	KAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	ton/gün	V'_{ka} m ³	DO ₁ %	d_{ka} ton/m ³	KPS ₁ ton	V'_{kn} m ³	DO ₂ %	d_{kn} ton/m ³	KPS ₂ ton	n_{kn} adet	L ₁ km	V ₁ km/saat	L _{2S} km	L _k m	L _{2k} km	L _{2t} km	V ₂ km/saat	L ₃ km
Tokat	263	20	90	0,55	9,90	0,4	70	0,3	0,084	118	2	50	50	30	3,51	53,51	35	45
Turhal	201	12	90	0,55	5,94	0,4	65	0,3	0,078	76	1	50	26	30	2,25	28,25	35	25
Zile	92	12	90	0,55	5,94	0,4	65	0,3	0,078	76	1	50	12	30	2,25	14,25	35	11
Pazar	7	7	49	0,55	1,89	0,4	65	0,3	0,078	24	0,5	50	22	40	0,93	22,93	35	21
YM	KAM	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	ton/gün	V_3 m ³	t_{kb} dk	$T_{kboş}$ saat	V_t km/saat	t_{ka} saat	$t_{gş}$ saat	$T_{çt}$ saat	$t_{şd}$ saat	t_m saat	$t_{dş}$ saat	$t_{boş}$ saat	t_{dg} saat	t_{teksfr} saat	T_{sfr} saat	N_{kss} adet	N_{ks} adet	N_{ks} adet
Tokat	50	2	2	3,9	10	0,351	0,040	4,28	1,43	0,75	1,00	0,25	0,90	6,00	14,61	27	15,9	16
Turhal	50	2	2	2,5	10	0,225	0,020	2,76	0,74	0,75	0,52	0,25	0,50	3,78	9,30	34	12,8	13
Zile	50	2	2	2,5	10	0,225	0,020	2,76	0,34	0,75	0,24	0,25	0,22	3,38	7,94	15	5,2	6
Pazar	50	2	2	0,8	10	0,093	0,010	0,90	0,63	0,75	0,44	0,25	0,42	1,79	5,18	4	0,7	1

³ Bu çizelgenin Çizelge A.6’ dan farkı, bu hesap çizelgesinde bölgede geri kazanım yapılmadığı kabulünün yapılmasıdır.

Çizelge A.8 : Zile ve Pazar ilçeleri atıkları için gereken araç sayısı (aktarmasız - 2020 yılı).

YM	ÇM	OÇM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	ton/gün	ton/gün	V'_{ka} m ³	DO ₁ %	d_{ka} ton/m ³	KPS ₁ ton	V'_{kn} m ³	DO ₂ %	dkn ton/m ³	KPS ₂ ton	nkn adet	L ₁ km	V ₁ km/saat	L _{2S} km	Lk m	L _{2k} km	L _{2t} km	V ₂ km/saat
Zile	92	70,8	12,0	90	0,55	5,94	0,4	65	0,3	0,078	76	1	50	12	30	2,25	14,25	35
Pazar	7	5,4	7,0	49	0,55	1,89	0,4	65	0,3	0,078	24	0,5	50	22	40	0,93	22,93	35
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	L ₃	V ₃	t _{kb}	T _{kboş}	Vt	t _{ka}	t _{gş}	Tçt	tşd	tm	tdş	tboş	tdg	tteksfr	T _{sfr}	N _{kss}	N _{ks}	N _{ks}
YM	km	km/saat	dk	saat	km/saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	adet	adet	adet
Zile	11	50	2	2,5	10	0,225	0,020	2,76	0,34	0,75	0,24	0,25	0,22	3,38	7,94	12	4,0	4
Pazar	21	50	2	0,8	10	0,093	0,010	0,90	0,63	0,75	0,44	0,25	0,42	1,79	5,18	3	0,5	1

Çizelge A.9 : Kahramanmaraş ve civarındaki yerleşim merkezlerinin atıkları için gereken araç sayısı (aktarmasız sistem).

YM	KAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	ton/gün	V'_{ka} m^3	DO_1 %	d_{ka} ton/ m^3	KPS_1 ton	V'_{kn} m^3	DO_2 %	d_{kn} ton/ m^3	KPS_2 ton	n_{kn} adet	L_1 km	V_1 km/saat	L_{2S} km	L_k m	L_{2k} km	L_{2t} km	V_2 km/saat	L_3 km
Merkez	440	20	85	0,55	9,35	0,4	70	0,3	0,084	111	2	50	31	30	3,31	34,31	35	29
Türkoğlu	16	12	80	0,55	5,28	0,4	65	0,3	0,078	68	2	50	31	30	2,00	33,00	35	29
Kılılı	8	12	80	0,55	5,28	0,4	65	0,3	0,078	68	2	50	35	30	2,00	37,00	35	11
Yeşilyöre	6	12	80	0,55	5,28	0,4	65	0,3	0,078	68	2	50	43	40	2,67	45,67	35	41
Beyoğlu	11	7	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	2	50	42	40	1,54	43,54	35	21
Şekeroba	8	7	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	2	50	44	40	1,54	45,54	35	42
Narlı	12	7	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	2	50	12	40	1,54	13,54	35	10
Pazarcık	33	7	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	2	50	31	40	1,54	32,54	35	29
Karacasu	9	7	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	2	50	23	40	1,54	24,54	35	21
Evri	5	7	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	2	50	23	40	1,54	24,54	35	21
Ç.Cerit	24	7	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	2	50	79	40	1,54	80,54	35	21
Düzbağ	14	7	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	2	50	95	40	1,54	96,54	35	21

Çizelge A.9 : (devam) Kahramanmaraş ve civarındaki yerleşim merkezlerinin atıkları için gereken araç sayısı (aktarmasız sistem).

YM	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	V ₃	t _{kb}	T _{kboş}	V _t	t _{ka}	t _{gş}	T _{çt}	t _{şd}	t _m	t _{dş}	t _{boş}	t _{dg}	t _{teksfr}	T _{sfr}	N _{kss}	KS	KS
	km/saat	dk	saat	km/saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	adet	adet	adet
Merkez	50	2	3,7	10	0,331	0,040	4,04	0,89	0,75	0,62	0,25	0,58	5,22	12,34	47	24,6	25
Türkoğlu	50	2	2,3	10	0,200	0,040	2,46	1,00	0,75	0,70	0,25	0,58	3,75	9,48	3	1,1	2
Kılılı	50	2	2,3	10	0,200	0,040	2,46	1,23	0,75	0,86	0,25	0,22	3,98	9,74	1	0,6	1
Yeşilyöre	50	2	2,3	10	0,267	0,040	2,52	1,20	0,75	0,84	0,25	0,82	4,01	10,40	1	0,4	1
Beyoğlu	50	2	1,3	11	0,140	0,040	1,46	1,26	1,75	0,88	1,25	0,42	4,00	11,02	4	1,4	2
Şekeroba	50	2	1,3	12	0,128	0,040	1,44	0,34	2,75	0,24	2,25	0,84	4,08	11,94	3	1,1	2
Narlı	50	2	1,3	13	0,118	0,040	1,43	0,89	3,75	0,62	3,25	0,20	5,61	15,75	4	2,2	3
Pazarcık	50	2	1,3	14	0,110	0,040	1,43	0,66	4,75	0,46	4,25	0,58	6,37	18,50	11	6,8	7
Karacasu	50	2	1,3	15	0,103	0,040	1,42	0,66	5,75	0,46	5,25	0,42	7,37	21,32	3	2,0	2
Evri	50	2	1,3	16	0,096	0,040	1,41	2,26	6,75	1,58	6,25	0,42	9,96	28,63	2	1,6	2
Ç.Cerit	50	2	1,3	17	0,091	0,040	1,41	2,71	7,75	1,90	7,25	0,42	11,41	32,85	8	8,9	9
Düzbağ	50	2	1,3	18	0,086	0,040	1,40	0,00	8,75	0,00	8,25	0,42	9,69	28,51	4	4,2	5

Çizelge A.10 : Kahramanmaraş ve civarındaki yerleşim merkezlerinin atıkları için gereken araç sayısı (aktarmalı sistem).

YM	KAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	ton/gün	V'_{ka} m^3	V'_{aa} ton	DO_1 %	d_{ka} ton/ m^3	KPS_1 ton	V'_{kn} m^3	DO_2 %	d_{kn} ton/ m^3	KPS_2 ton	n_{kn} adet	L_1 km	V_1 km/saat	$L_{a-ş}$ km	L_k m	L_{2k} km	L_{2t} km	$V_{ş-a}$ km/saat
Merkez	440,4	20	20	85	0,55	9,35	0,4	70	0,3	0,084	111	2	50	5	30	3,31	8,31	35
Türkoğlu	16,1	12	20	80	0,55	5,28	0,4	65	0,3	0,078	68	1	50	4	30	2,00	6,00	35
Kılılı	7,7	12	20	80	0,55	5,28	0,4	65	0,3	0,078	68	1	50	3	30	2,00	5,00	35
Yeşilyöre	5,7	12	20	80	0,55	5,28	0,4	65	0,3	0,078	68	1	50	30	30	2,00	32,00	35
Beyoğlu	11,1	7	20	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	1	50	10	30	1,15	11,15	35
Şekeroba	8,4	7	20	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	1	50	3	30	1,15	4,15	35
Narlı	11,9	7	20	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	1	50	0	30	1,15	1,15	35
Pazarcık	32,9	7	20	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	1	50	0	30	1,15	1,15	35
Karacasu	8,6	7	20	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	1	50	7	30	1,15	8,15	35
Evri	5,1	7	20	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	1	50	0	30	1,15	1,15	35
Ç.Cerit	24	7	20	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	1	50	10	30	1,15	11,15	35
Düzbağ	13,5	7	20	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	1	50	15	30	1,15	16,15	35

Çizelge A.10 : (devam) Kahramanmaraş ve civarındaki yerleşim merkezlerinin atıkları için gereken araç sayısı (aktarmalı sistem).

YM	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
	$V_{a-ş}$	t_{kb}	$T_{kboş}$	V_t	t_{ka}	$t_{gş}$	$T_{çt}$	$t_{şa}$	t_m	$t_{aş}$	$t_{boş}$	L_{a-d}	V_{a-d}	t_{teksfr}	T_{sfr}	N_{kss}	KS	KS
	km/saat	dk	saat	km/saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	km	km/saat	saat	saat	adet	adet	adet
Merkez	50	2	3,7	10	0,331	0,04	4,04	0,14	0,75	0,10	0,25	27	50	4,47	9,76	47	21,1	21
Türkoğlu	50	2	2,3	10	0,200	0,02	2,46	0,11	0,75	0,08	0,25	29	50	2,84	6,49	3	0,9	1
Kılılı	50	2	2,3	10	0,200	0,02	2,46	0,09	0,75	0,06	0,25	29	50	2,81	6,41	1	0,4	1
Yeşilyöre	50	2	2,3	10	0,200	0,02	2,46	0,86	0,75	0,60	0,25	27	50	3,58	8,50	1	0,4	1
Beyoğlu	50	2	1,3	10	0,115	0,02	1,43	0,29	0,75	0,20	0,25	29	50	1,99	4,90	4	0,7	1
Şekeroba	50	2	1,3	10	0,115	0,02	1,43	0,09	0,75	0,06	0,25	29	50	1,79	4,36	3	0,5	1
Narlı	50	2	1,3	10	0,115	0,02	1,43	0,00	0,75	0,00	0,25	12	50	1,70	4,13	4	0,7	1
Pazarcık	50	2	1,3	10	0,115	0,02	1,43	0,00	0,75	0,00	0,25	31	50	1,70	4,13	11	1,8	2
Karacasu	50	2	1,3	10	0,115	0,02	1,43	0,20	0,75	0,14	0,25	27	50	1,90	4,67	3	0,5	1
Evri	50	2	1,3	10	0,115	0,02	1,43	0,00	0,75	0,00	0,25	23	50	1,70	4,13	2	0,3	1
Ç.Cerit	50	2	1,3	10	0,115	0,02	1,43	0,29	0,75	0,20	0,25	69	50	1,99	4,90	8	1,5	2
Düzbağ	50	2	1,3	10	0,115	0,02	1,43	0,43	0,75	0,30	0,25	69	50	2,13	5,29	4	0,9	1

Çizelge A.10 : (devam) Kahramanmaraş ve civarındaki yerleşim merkezlerinin atıkları için gereken araç sayısı (aktarmalı sistem).

Aİ	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
	$t_{boş}$	t_{a-d}	V_{d-a}	t_{d-a}	$T_{ak. taş.}$	$T_{ak. taş.}$	N_{aas}	N_{ss}	Sefer	Kasa	N_{aa}
	saat	saat	km/saat	saat	saat	saat	adet	adet	Sayısı	sayısı	adet
									adet	adet	
Maraş	0,3	0,54	60	0,5	1,3	2	23	4,5	5	4,55	5
Türkoğlu	0,3	0,58	60	0,5	1,4	2	2	4,5	5	0,32	1
Ç.Cerit	0,3	1,38	60	1,2	2,8	3	2	3	3	0,67	1

Çizelge A.11 : Kahramanmaraş ve civarındaki yerleşim merkezlerinin atıkları için gereken araç sayısı (aktarmasız sistem)⁴.

YM	KAM ton/gün	OAM ton/gün	1 V'_{ka} m^3	2 DO_1 %	3 d_{ka} ton/ m^3	4 KPS_1 ton	5 V'_{kn} m^3	6 DO_2 %	7 d_{kn} ton/ m^3	8 KPS_2 ton	9 n_{kn} adet	10 L_1 km	11 V_1 km/saat	12 L_{2S} km	13 L_k m	14 L_{2k} km	15 L_{2t} km	16 V_2 km/saat
Merkez	440,4	339,1	20	85	0,55	9,35	0,4	70	0,3	0,084	111	2	50	31	30	3,31	34,31	35
Türkoğlu	16,1	12,4	12	80	0,55	5,28	0,4	65	0,3	0,078	68	2	50	31	30	2,00	33,00	35
Kılılı	7,7	5,9	12	80	0,55	5,28	0,4	65	0,3	0,078	68	2	50	35	30	2,00	37,00	35
Yeşilyöre	5,7	4,4	12	80	0,55	5,28	0,4	65	0,3	0,078	68	2	50	61	40	2,67	63,67	35
Beyoğlu	11,1	8,5	7	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	2	50	42	40	1,54	43,54	35
Şekeroba	8,4	6,5	7	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	2	50	44	40	1,54	45,54	35
Narlı	11,9	9,1	7	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	2	50	12	40	1,54	13,54	35
Pazarcık	32,9	25,3	7	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	2	50	31	40	1,54	32,54	35
Karacasu	8,6	6,6	7	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	2	50	23	40	1,54	24,54	35
Evri	5,1	3,9	7	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	2	50	23	40	1,54	24,54	35
Ç.Cerit	24	18,5	7	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	2	50	79	40	1,54	80,54	35
Düzbağ	13,5	10,4	7	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	2	50	84	40	1,54	85,54	35

⁴ Bu çizelgedeki hesapta kaynakta geri kazanım yapılması durumu üzerinden araç hesabı yapılmıştır.

Çizelge A.11 : (devam) Kahramanmaraş ve civarındaki yerleşim merkezlerinin atıkları için gereken araç sayısı (aktarmasız sistem).

YM	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	L ₃	V ₃	t _{kb}	T _{kboş}	V _t	t _{ka}	t _{gş}	T _{çt}	t _{şd}	t _m	t _{dş}	t _{boş}	t _{dg}	t _{teksfr}	T _{sfr}	N _{kss}	KS	KS
	km	km/saat	dk	saat	km/saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	adet	adet	adet
Merkez	29	50	2	3,7	10	0,331	0,040	4,04	0,89	0,75	0,62	0,25	0,58	5,22	12,34	36	18,9	19
Türkoğlu	29	50	2	2,3	10	0,200	0,040	2,46	1,00	0,75	0,70	0,25	0,58	3,75	9,48	2	0,9	1
Kılılı	11	50	2	2,3	10	0,200	0,040	2,46	1,74	0,75	1,22	0,25	0,22	4,49	11,13	1	0,5	1
Yeşilyöre	41	50	2	2,3	10	0,267	0,040	2,52	1,20	0,75	0,84	0,25	0,82	4,01	10,40	1	0,3	1
Beyoğlu	21	50	2	1,3	11	0,140	0,040	1,46	1,26	1,75	0,88	1,25	0,42	4,00	11,02	3	1,1	2
Şekeroba	42	50	2	1,3	12	0,128	0,040	1,44	0,34	2,75	0,24	2,25	0,84	4,08	11,94	2	0,9	2
Narlı	10	50	2	1,3	13	0,118	0,040	1,43	0,89	3,75	0,62	3,25	0,20	5,61	15,75	3	1,7	2
Pazarcık	29	50	2	1,3	14	0,110	0,040	1,43	0,66	4,75	0,46	4,25	0,58	6,37	18,50	8	5,2	6
Karacasu	21	50	2	1,3	15	0,103	0,040	1,42	0,66	5,75	0,46	5,25	0,42	7,37	21,32	2	1,6	2
Evri	21	50	2	1,3	16	0,096	0,040	1,41	2,26	6,75	1,58	6,25	0,42	9,96	28,63	1	1,3	2
Ç.Cerit	21	50	2	1,3	17	0,091	0,040	1,41	2,40	7,75	1,68	7,25	0,42	11,10	32,00	6	6,7	7
Düzbağ	21	50	2	1,3	18	0,086	0,040	1,40	0,00	8,75	0,00	8,25	0,42	9,69	28,51	3	3,3	4

Çizelge A.12 : Kahramanmaraş ve civarındaki yerleşim merkezlerinin atıkları için gereken araç sayısı (aktarmalı sistem- 22 tonlu araçla).

YM	KAM*	OAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	ton/gün	ton/gün	V' _{ka} m ³	V' _{aa} ton	DO ₁ %	d _{ka} ton/m ³	KPS ₁ ton	V' _{kn} m ³	DO ₂ %	d _{kn} ton/m ³	KPS ₂ ton	n _{kn} adet	L ₁ km	V ₁ km/saat	L _{a-ş} km	L _k m	L _{2k} km	L _{2t} km
Merkez	440,4	339,1	22	20	85	0,55	10,29	0,4	70	0,3	0,084	122	2	50	5	30	3,64	8,64
Türkoğlu	16,1	12,4	20	20	80	0,55	8,80	0,4	65	0,3	0,078	113	1	50	2	30	3,35	5,35
Kılılı	7,7	5,9	12	20	80	0,55	5,28	0,4	65	0,3	0,078	68	1	50	4	30	2,00	6,00
Yeşilyöre	5,7	4,4	12	20	80	0,55	5,28	0,4	65	0,3	0,078	68	1	50	30	30	2,00	32,00
Beyoğlu	11,1	8,5	7	20	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	1	50	10	30	1,15	11,15
Şekeroba	8,4	6,5	7	20	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	1	50	12	30	1,15	13,15
Narlı	11,9	9,1	7	20	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	1	50	0	30	1,15	1,15
Pazarcık	32,9	25,3	7	20	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	1	50	0	30	1,15	1,15
Karacasu	8,6	6,6	7	20	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	1	50	7	30	1,15	8,15
Evri	5,1	3,9	7	20	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	1	50	0	30	1,15	1,15
Ç.Cerit	24	18,5	7	20	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	1	50	10	30	1,15	11,15
Düzbağ	13,5	10,4	7	20	80	0,55	3,08	0,4	65	0,3	0,078	39	1	50	15	30	1,15	16,15

Çizelge A.12 : (devam) Kahramanmaraş ve civarındaki yerleşim merkezlerinin atıkları için gereken araç sayısı (akt.lı sistem-22 tonluk araçla).

YM	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	V _{ş-a}	V _{a-ş}	t _{kb}	T _{kboş}	V _t	t _{ka}	t _{gş}	T _{çt}	t _{şa}	t _m	t _{aş}	t _{boş}	L _{a-d}	V _{a-d}	t _{teksfr}	T _{sfr}	N _{kss}	KS
	km/saat	km/saat	dk	saat	km/saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	saat	km	km/saat	saat	saat	adet	adet
Merkez	35	50	2	4,1	10	0,364	0,04	4,45	0,14	0,75	0,10	0,25	27	50	4,88	11,32	33	16
Türkoğlu	35	50	2	3,8	10	0,335	0,02	4,10	0,06	0,75	0,04	0,25	29	50	4,42	10,37	1	1
Kılılı	35	50	2	2,3	10	0,200	0,02	2,46	0,11	0,75	0,08	0,25	29	50	2,84	7,24	1	1
Yeşilyöre	35	50	2	2,3	10	0,200	0,02	2,46	0,86	0,75	0,60	0,25	27	50	3,58	9,25	1	1
Beyoğlu	35	50	2	1,3	10	0,115	0,02	1,43	0,29	0,75	0,20	0,25	29	50	1,99	5,65	3	1
Şekeroba	35	50	2	1,3	10	0,115	0,02	1,43	0,34	0,75	0,24	0,25	29	50	2,04	5,81	2	1
Narlı	35	50	2	1,3	10	0,115	0,02	1,43	0,00	0,75	0,00	0,25	12	50	1,70	4,88	3	1
Pazarcık	35	50	2	1,3	10	0,115	0,02	1,43	0,00	0,75	0,00	0,25	31	50	1,70	4,88	8	2
Karacasu	35	50	2	1,3	10	0,115	0,02	1,43	0,20	0,75	0,14	0,25	27	50	1,90	5,42	2	1
Evri	35	50	2	1,3	10	0,115	0,02	1,43	0,00	0,75	0,00	0,25	23	50	1,70	4,88	1	1
Ç.Cerit	35	50	2	1,3	10	0,115	0,02	1,43	0,29	0,75	0,20	0,25	69	50	1,99	5,65	6	2
Düzbağ	35	50	2	1,3	10	0,115	0,02	1,43	0,43	0,75	0,30	0,25	69	50	2,13	6,04	3	1

Çizelge A.12 : (devam) Kahramanmaraş ve civarındaki yerleşim merkezlerinin atıkları için gereken araç sayısı (aktarmalı sistem).

Aktarma İstasyonu	35 $t_{boş'}$ saat	36 t_{a-d} saat	37 V_{d-a} km/saat	38 t_{d-a} saat	39 $T_{ak. taş.}$ saat	40 $T_{ak. taş.}$ saat	41 N_{aas} adet	42 Araç sayısı adet	43 Araç sayısı adet
Maraş	0,3	0,54	60	0,5	1,3	2	18	4,5	5
Türkoğlu	0,3	0,58	60	0,5	1,4	2	2	4,5	5
Ç.Cerit	0,3	1,38	60	1,2	2,8	3	1	3	3

Çizelge A.13 : Maraş için düzenli depolama maliyetinin bulunuşu (Kaynak ve Demir, 2006).

Yerleşim Merkezi	Katı Atık Miktarı (ton/gün)	Net Katı Atık Miktarı (ton/gün)	Oluşan Çöp Mikt. (ton/yıl)	Çöpün Yoğunluğu (ton/m ³)	Çöp Hacmi (m ³ /yıl)	Toplam Hacim (m ³ /20 yıl)	Çöp Yüks. (m)	Gereken Depo. Alanı (m ² /20 yıl)	Gereken Tüm Alan (m ² /20 yıl)	Gaz Kuyusu Sayısı (adet/20 yıl)
Merkez	440,4	339,1	123.774	0,85	145.617	3.028.833	15	201.922	302.883	126,20
Türkoğlu	16,1	12,4	4.511	0,85	5.307	110.383	10	11.038	16.557	6,90
Kılılı	7,7	5,9	2.150	0,85	2.529	52.613	10	5.261	7.892	3,29
Yeşilyöre	5,7	4,4	1.602	0,85	1.885	39.202	10	3.920	5.880	2,45
Beyoğlu	11,1	8,5	3.120	0,85	3.670	76.340	10	7.634	11.451	4,77
Şekeroba	8,4	6,5	2.361	0,85	2.777	57.771	10	5.777	8.666	3,61
Narlı	11,9	9,1	3.330	0,85	3.918	81.498	10	8.150	12.225	5,09
Pazarcık	32,9	25,3	9.232	0,85	10.862	225.925	10	22.592	33.889	14,12
Karacasu	8,6	6,6	2.403	0,85	2.827	58.802	10	5.880	8.820	3,68
Evri	5,1	3,9	1.433	0,85	1.686	35.075	10	3.508	5.261	2,19
Ç.Cerit	24	18,5	6.745	0,85	7.936	165.059	10	16.506	24.759	10,32
Düzbağ	13,5	10,4	3.794	0,85	4.464	92.846	10	9.285	13.927	5,80
Toplam	585,2	450,6	164.456	0,85	193.478	4.024.345	15	268.290	402.435	167,68

Çizelge A.13 : (devam) Maraş için düzenli depolama maliyetinin bulunuşu (Kaynak ve Demir, 2009).

Yerleşim Merkezi	Gaz Kuyusu Uzunluğu (m)	İstihdam Ed. Pers. (adet)	İşçilik (avro/yıl)	Mekanik Ekipman Maliyeti (avro/yıl)	Gaz Kuyusu Maliyeti (avro/yıl)	Taban Geçir. (avro)	Drenajın Hazırl. (avro)	Çit Maliyeti (avro)	İşletme binası (avro)	Garaj (avro/ton)	Tekrar Yıkama Ünitesi (avro/ton)	Sabit tesis
Merkez	1893,02	4	2	49.200	12.650	6.842	136.845	121.640	166	0,02	0,02	0,01
Türkoğlu	68,99	2	1	24.600	12.650	249	7.481	6.650	39	0,48	0,48	0,10
Kılılı	32,88	2	1	24.600	12.650	119	3.566	3.169	27	1,01	1,01	0,20
Yeşilyöre	24,50	2	1	24.600	12.650	89	2.657	2.362	23	1,36	1,36	0,27
Beyoğlu	47,71	3	1	34.200	12.650	172	5.174	4.599	32	0,70	0,70	0,14
Şekeroba	36,11	2	1	24.600	12.650	131	3.915	3.480	28	0,92	0,92	0,18
Narlı	50,94	3	1	34.200	12.650	184	5.523	4.910	33	0,65	0,65	0,13
Pazarcık	141,20	3	1	34.200	12.650	510	15.311	13.610	55	0,24	0,24	0,05
Karacasu	36,75	2	1	24.600	12.650	133	3.985	3.542	28	0,90	0,90	0,18
Evri	21,92	2	1	24.600	12.650	79	2.377	2.113	22	1,52	1,52	0,30
Ç.Cerit	103,16	3	1	34.200	12.650	373	11.186	9.943	47	0,32	0,32	0,06
Düzbağ	58,03	2	1	24.600	12.650	210	6.292	5.593	36	0,57	0,57	0,11
Toplam	2515,22	4	2	49.200	12.650	9.091	181.823	161.620	191	0,01	0,01	0,01

Çizelge A.13 : (devam) Maraş için düzenli depolama maliyetinin bulunuşu (Kaynak ve Demir, 2009).

Yerleşim Merkezi	Sabit tesis (Avro/ton)	İşletme Maliyeti (Avro/ton)	Düzenli Depolama Maliyeti (Avro/ton)
Merkez	2,19	6,00	8,25
Türkoğlu	5,95	6,00	12,00
Kılılı	9,03	6,00	15,08
Yeşilyöre	11,05	6,00	17,10
Beyoğlu	7,20	6,00	13,25
Şekeroba	8,50	6,00	14,56
Narlı	6,94	6,00	13,00
Pazarcık	4,51	6,00	10,56
Karacasu	8,41	6,00	14,46
Evri	11,98	6,00	18,03
Ç.Cerit	5,02	6,00	11,07
Düzbağ	6,48	6,00	12,53
Toplam	2,17	6,00	8,22

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : C. Gonca Kaynak

Doğum Yeri ve Tarihi : Konya 1980

Lisans Üniversite : Yıldız Teknik Üniversitesi, 2002