

**T.C.
AKDEN Z ÜN VERS TES
FEN B L MLER ENST T ÜSÜ**

**KENTSEL KATI ATIKLARIN SÜRDÜRÜLEB L R YÖNET M
LKELER N N NCELENMES – ANTALYA ÖRNE**

MEHMET YURDAKUL

YÜKSEK L SANS TEZ

ÇEVRE MÜHEND SL ANAB L M DALI

2012

**KENTSEL KATI ATIKLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNETİM
PRİNİPİLERİNİN İNCELENMESİ – ANTALYA ÖRNEĞİ**

MEHMET YURDAKUL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2012

T.C.
AKDEN Z ÜN VERS TES
FEN B L MLER ENST TÜSÜ

KENTSEL KATI ATIKLARIN SÜRDÜRÜLEB L R YÖNET M
LKELER N N NCELENMES – ANTALYA ÖRNE

MEHMET YURDAKUL

YÜKSEK L SANS TEZ

ÇEVRE MÜHEND SL ANAB L M DALI

Bu tez .../.../2012 tarihinde a a ıdaki jüri tarafından (...) not takdir edilerek
Oybirli i/Oyçoklu u ile kabul edilmi tir.

Prof. Dr. Bülent TOPKAYA (Danı man)

Prof. Dr. Ay e MUHAMMETO LU

Yrd. Doç. Dr. smail TOSUN

ÖZET

KENTSEL KATI ATIKLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNETİM İLKELERİNİN İNCELENMESİ – ANTALYA ÖRNEĞİ

MEHMET YURDAKUL

Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Bülent TOPKAYA
Haziran 2012, 80 Sayfa

Sürdürülebilir katı atık yönetim ilkeleri atık yönetim problemlerinin çözümünde önemli rol sahiptir. Kaynanda azaltma, tekrar kullanım, geri dönüşüm, kompostlaştırma, biogaz kazanımı ve son olarak düzenli depolama sürdürülebilir katı atık yönetiminin temel ilkeleridir. Bu tez çalışmasında, Muratpaşa İlçesi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Katı atık örnekleri çalışma alanından toplanarak atık kompozisyonu belirlenmiş ve aynı zamanda atığın fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler üç ayrı Hayat Boyu Değerlendirme senaryosunda kullanılmış ve senaryoların çevresel etkileri belirlenmiştir. Etkilerin değerlendirilmesinde SimaPro7 programı kullanılmıştır. Birinci senaryoda atıklar karışık olarak toplanmış ve nihai bertaraf için düzenli depolamaya gönderilmiştir. İkinci senaryoda %37, %48 ve %60 oranlarında üretilen atıklar için kaynanda ayrı toplama yapılmış, geriye kalan atıklar ise düzenli olarak depolanmıştır. Üçüncü senaryoda karışık olarak toplanan atıklar MB (Mekanik Biyolojik İyileme) tesisinde iyileme gördükçe, geri kazanılabilir atıklar ayrıştırılmış, organik atıktan ise kompost üretimi yapılmıştır. HBD ilkelerine bağlı olarak senaryoların değerlendirilmesi sonucunda üçüncü senaryo çevresel açıdan en uygun senaryo olarak belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Antalya, Ayrı toplama, Depolama, HBD (Hayat Boyu Değerlendirme), Kompostlama, Muratpaşa İlçesi, Simapro7, Sürdürülebilir atık yönetimi

JÜR : Prof. Dr. Bülent TOPKAYA (Danışman)
Prof. Dr. Ayşe MUHAMMETOĞLU
Yrd. Doç. Dr. İsmail TOSUN

ABSTRACT

EVALUATION OF THE PRINCIPLES OF SUSTAINABLE MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT – ANTALYA CITY CASE STUDY

MEHMET YURDAKUL

**M.Sc. Thesis in Environmental Engineering
Supervisor: Prof. Dr. Bülent TOPKAYA
June 2012, 80 Pages**

Sustainable solid waste management principles have an important role in solving the waste management problems. Source reduction, reuse, recycling, composting, incineration, biogas recovery, and finally landfilling are the basic principles of sustainable solid waste management. In this thesis, Muratpa a District of Antalya City is selected as the study area. Solid waste samples were collected from the field and the compositions as well as physical and chemical properties of the waste are determined. These data are used in three Life Cycle Assessment scenarios and the environmental impacts are determined. SimaPro7 program is used for the evaluation of the impacts. In the first scenario, solid wastes are collected commingled and sent to sanitary landfill for final disposal. In the second scenario, 37 %, 48 % and 60 % of the produced waste are source separated. Rest of the waste is deposited in sanitary landfill. In the third scenario, the commingled collected wastes are treated in a MBT (mechanical biological treatment) facility, recyclables are separated and the organics are composted. As the result of the evaluation of these scenarios based on LCA principles, the third scenario is determined as the most environmental friendly option.

KEY WORDS: Antalya, Composting, Landfilling, LCA (Life Cycle Assessment), Muratpa a Districts, Simapro-7, Source separation, Sustainable waste management.

COMMITTEE: Prof. Dr. Bülent TOPKAYA (Adviser)
Prof. Dr. Ay e MUHAMMETO LU
Asst. Prof. Dr. smail TOSUN

ÖNSÖZ

Antalya l'inin en fazla nüfus yo unlu una sahip olan Muratpa a lçesi'nde yaz mevsiminde örnekleme çalı ması gerçekte tirilmi tir. Örnekleme çalı ması ile atıklar bile enlerine ayrılmi ve fiziksel-kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla deneysel çalı malar yapılmı tır. Deneysel çalı malar sonucunda elde edilen bulgular hayat boyu de erlendirme programında geli tirilen senaryolar kapsamında kullanılarak yorumlanmı tır. Bu sayede çevresel açıdan en uygun olan senaryo belirlenerek, en uygun katı atık yönetim sistemi seçilmi ve öneriler getirilmi tir.

Deste ini ve tecrübesini hiçbir zaman esirgemeyen ve her konuda bana yardımcı olan Sn. Prof. Dr. Bülent Topkaya hocama sonsuz te ekkürlerimi sunarım.

Tezimin her a masında bana yardımcı olan, her zaman yanımda olan Sn. Çevre Yük. Müh. pek Yılmaz'a te ekkür ederim.

Tecrübesiyle bana her zaman yol gösteren ve benim daima yanımda olan Sn. Çevre Yük. Müh. . Ethem Karadirek'e te ekkür ederim.

Aynı çalı ma alanını payla tı m, her zaman benim yanımda olan, desteklerini ve arkadaşlıklarını hiçbir zaman esirgemeyen Sn. Çevre Yük. Müh.Emine Can ve Sn. Çevre Yük. Müh. Selami Kara'ya te ekkür ederim.

Her konuda bana yardımcı olan, yüksek lisans yaptı m süreçte sürekli benimle görüşerek iyi dileklerini ileten ve beni olumlu yönde te vik eden Sn. Ö r. Ahmet Bagatır'a sonsuz te ekkürlerimi sunarım.

Benden maddi manevi hiçbir ey esirgemedi bu ya a getiren ve bir yerlere ula mam için ellerinden gelen her eyi yapan canım aileme te ekkür ederim.

Lisans ve yüksek lisans ö renimim sırasında bilgi ve deneyimleriyle iyi bir çevre mühendisi olmam için katkı sa layan tüm hocalarıma te ekkürlerimi sunarım.

Ç İNDEK İLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
Ç İNDEK İLER.....	iv
S İMGELER ve KISALTMALAR D İZ İNİ.....	vii
EK İLLER D İZ İNİ.....	x
Ç İZELGELER D İZ İNİ.....	xii
1. G İRİ.....	1
2. KURAMSAL B İLG İLER ve KAYNAK TARAMALARI.....	3
2.1. Katı Atık Tanımı, Sınıflandırılması ve Kentsel Katı Atıklar.....	3
2.2. Sürdürülebilir Katı Atık Yönetimi ve Seçenekleri.....	4
2.2.1. Kayna ında azaltma.....	5
2.2.2. Tekrar kullanım.....	5
2.2.3. Geri dönü üm.....	5
2.2.4. Yakma.....	5
2.2.5. Kompostla tırma.....	5
2.2.6. Biyometanizasyon.....	6
2.2.6.1. Hidroliz.....	6
2.2.6.2. Asit üretimi.....	6
2.2.6.3. Metan üretimi.....	6
2.2.7. Düzenli depolama.....	7
2.2.8. Sürdürülebilir katı atık yönetimi ile ilgili yapılmı çalı malar.....	7
2.3. Türkiye ve Avrupa Birli i'ndeki Katı Atık Yönetimi ile ilgili Mevzuat.....	13
2.4. Türkiye'de Katı Atık Yönetiminde Mevcut Durum.....	15
2.4.1. Yönetmeliklerde yer alan hedefler.....	18

2.4.2. AB entegre çevre uyum stratejisi (UÇES)	20
2.4.2.1. Ulusal çevre stratejisi'nin temel ilkeleri	20
2.4.2.2. Atık sektörü	21
2.4.2.3. Atık sektörüne ilişkin maliyetler	21
2.5. Hayat Boyu Değerlendirme (HBD).....	23
2.5.1. HBD uygulama amaçları	24
2.5.2. Amaç ve kapsam	25
2.5.3. Envanter analizi.....	25
2.5.4. Hayat boyu etki değerlendirme (HBED)	26
2.5.4.1. Etki kategorilerinin seçilmesi ve belirlenmesi	26
2.5.4.2. Sınıflandırma	27
2.5.4.3. Kategorizasyon (niteleme).....	27
2.5.4.4. Normalizasyon.....	28
2.5.4.5. Gruplandırma.....	28
2.5.4.6. Ağırlık atama	28
2.5.4.7. Yorumlama	28
2.5.4.8. Önemli çevresel konuların tanımlanması	29
2.5.5. HBD kullanımı ve araçları	29
2.5.6. Hayat boyu değerlendirme ile ilgili önceden yapılmış çalışmalar	30
3. MATERYAL ve METOT	34
3.1. Çalışma Alanının Tanıtımı	34
3.1.1. Katı atıkların toplanması	36
3.1.2. Katı atıkların bertarafı	36
3.2. Muratpaşa İlçesi	38
3.2.1. Muratpaşa İlçesi sosyoekonomik sınıflandırma.....	39
3.2.2. Bileşen belirleme çalışması.....	39

3.3. Deneysel Çalışmalar	41
3.3.1. Nem tayini	41
3.3.2. Ökütme ve parçalama	42
3.3.3. Isıl değer tayini	43
3.3.4. pH tayini	45
3.3.5. Aır metal analizleri	46
3.3.6. Elementel analizler	46
3.4. Hayat Boyu Değerlendirme Programının Uygulama Amaçları	47
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	53
4.1. Muratpaşa Belediyesi Karakterizasyon Çalışması -(Haziran 2011).....	53
4.1.1. Atık bileşenlerinin belirlenmesi	57
4.1.2. Nem tayini	59
4.1.3. pH tayini	60
4.1.4. Isıl değer tayini	60
4.1.5. Aır metal analizi	62
4.1.6. Elementel analiz	63
4.2. Atık Yönetim Senaryoları	64
5. SONUÇLAR	68
6. KAYNAKLAR	74
ÖZGEÇM	

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
$^{\circ}\text{C}$	Derece santigrat
C/N	Karbon azot oranı
Cal/gr	Kalori gram oranı
cm	Santimetre
gr/m^2	Kütle alan oranı
Kcal/kg	Kilo kalori kilogram oranı
kg	Kilogram
Kg/ki i*gün	Kilogram ki i gün oranı
Kg/m ³	Kütle hacim oranı
Kj/kg	Kilo joule kilogram oranı
Km	Kilometre
Km ²	Kilometrekare
lt	Litre
Lt/ki i*gün	Litre ki i gün oranı
m ³	Metreküp
mg/kg ⁻¹	Miligram kilogram oranı
mg/m ³	Kütle hacim oranı
mm	Milimetre

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birli i
ABD	Amerika Birle ik Devletleri
C	Karbon
Cd	Kadmiyum
CH ₄	Metan
CO ₂	Karbon Dioksit
Cr ⁺⁶	Artı altı de erlikli krom
Cu	Bakır
Ç B	Çevre ve ehircilik Bakanlı ı
EEE	Elektrik elektronik ekipman
EHCIP	Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımları Projesi
EKAY	Entegre katı atık yönetimi
EU	European Union
H ₂	Hidrojen
H ₂ S	Hidrojen sülfür
HBD	Hayat Boyu De erlendirme
HBED	Hayat Boyu Etki De erlendirmesi
HDPE	Yüksek yo unluklu polietilen
Hg	Cıva
ISO	International organisation for standardisation
KKA	Kentsel Katı Atık
Max.	Maksimum
MB	Mekanik Biyolojik İlem
N ₂	Azot
Ni	Nikel

NO _x	Azot oksit
O ₂	Oksijen
O ₃	Ozon
Pb	Kur un
PBED	Polibromürlü difenil eterin
PCB	Poli klorlu bifenil
ppm	Per Partikül Milyon
S	Kükürt
SO ₂	Kükürt dioksit
T.Cr	Toplam krom
TN	Toplam azot
TOC	Toplam organik karbon
TP	Toplam fosfor
TÜ K	Türkiye statistik Kurumu
UÇES	Ulusal Çevre Stratejisi
vb	ve benzeri
Zn	Çinko

EK LLER D Z N

ekil 2.1. Atık yönetim hiyerarşisi.....	4
ekil 2.2. Katı atık bertaraf yöntemleri.....	17
ekil 2.3. Kişisel atık üretimi.....	18
ekil 2.4. Geri kazanım hedefleri.....	19
ekil 2.5. Atık Sektörü Direktif Bazında Yatırım ihtiyacı.....	22
ekil 2.6. Hayat döngüsü amaçları.....	24
ekil 2.7. LCA uygulama amaçları.....	25
ekil 3.1. Antalya İli Nüfus Değişimi.....	34
ekil 3.2. Antalya Kent Haritası.....	35
ekil 3.3. Atık bertaraf yöntemleri.....	37
ekil 3.4. Muratpaşa İlçesi haritası.....	38
ekil 3.5. Muratpaşa İlçesi nüfus değişimi.....	38
ekil 3.6. Karakterizasyon (sınıflandırma) çalışmaları.....	41
ekil 3.7. Atıklar ve Katı Atıklarda Rutubet Tayini.....	42
ekil 3.8. Nem tayini çalışmaları.....	42
ekil 3.9. Atıkların örnekleme.....	43
ekil 3.10. Atığın ısısal değerini ölçmek için kullanılan bomba kalorimetre teması.....	44
ekil 3.11. Atığın ısısal değerini ölçmek için kullanılan bomba kalorimetre.....	45
ekil 3.12. pH tayini çalışmaları.....	46
ekil 3.13. Katı atık numuneleri.....	47
ekil 3.14. Simapro 7'de yeni proje oluşturma.....	47
ekil 3.15. Atık bileşenlerinin programa girilmesi.....	48
ekil 3.16. Atık bileşen yüzdelilerinin programa girilmesi.....	48
ekil 3.17. Bertaraf senaryolarının oluşturulması.....	49

ekil 3.18. Atık bile en yüzdelерinin programa girilmesi	49
ekil 3.19. Kompost yapılacak organik atık yüzdesinin programa girilmesi	50
ekil 3.20. Senaryoların olu turulması	50
ekil 3.21. Senaryoların hayat boyu de erlendirmelerinin olu turulması	51
ekil 3.22. Hayat boyu de erlendirmesi olu turulan senaryoların seçimi	51
ekil 3.23. Senaryolar için metot seçimi.....	52
ekil 4.1. Muratpa a Belediyesi – Yüksek gelir seviyesi haritası.....	54
ekil 4.2. Muratpa a Belediyesi – Orta gelir seviyesi haritası.....	55
ekil 4.3. Muratpa a Belediyesi – Dü ük gelir seviyesi haritası	56
ekil 4.4. Muratpa a Belediyesi – Çar ı gelir seviyesi haritası	56
ekil 4.5. Atık grubu yüzde oranları (Haziran-2011)	58
ekil 4.6. Gelir seviyelerine göre atık nem içerikleri.....	59
ekil 4.7. Gelir seviyelerine göre atık pH de erleri.....	60
ekil 4.8. Gelir seviyelerine göre atık ısıl de er içerikleri.....	61
ekil 4.9. Senaryolar	67
ekil 5.1. Senaryoların Karakterizasyon sonuçları	72
ekil 5.2.Senaryoların Normalizasyon sonuçları	72

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Kentsel katı atıkların kaynakları	3
Çizelge 2.2. 1 m ³ biyogazın enerji değerleri.....	7
Çizelge 2.3. Türkiye ve AB'deki yönetmelik ve direktifler.....	14
Çizelge 2.4. Belediye katı atık temel göstergeleri.....	16
Çizelge 2.5. Biyobozunur atık azaltma hedefleri	19
Çizelge 2.6. UÇES kapsamında yer alan amaç, hedef ve stratejiler	21
Çizelge 2.7. Yaygın kullanılan etki kategorileri	27
Çizelge 3.1. İlçelerin Nüfus ve Yüzölçümleri.....	35
Çizelge 3.2. Muratpaşa Belediyesi gelir gruplarının mahallelere göre dağılımı.....	39
Çizelge 3.3. Katı atık bileşen madde grupları	40
Çizelge 4.1. Yüksek gelir seviyesinden alınan çöp potansiyel miktarları	53
Çizelge 4.2. Orta gelir seviyesinden alınan çöp potansiyel miktarları.....	54
Çizelge 4.3. Düşük gelir seviyesinden alınan çöp potansiyel miktarları	55
Çizelge 4.4. Çarşı gelir seviyesinden alınan çöp potansiyel miktarları	56
Çizelge 4.5. Muratpaşa yaz dönemi atık bileşenleri	57
Çizelge 4.6. Atık grubu yüzde oranları	57
Çizelge 4.7. KKA bileşenlerinin tipik ısıl değerleri.....	62
Çizelge 4.8. Aşırı Metal Analiz Sonuçları ve sınır değerleri.....	62
Çizelge 4.9. Elementel Analiz Sonuçları	64
Çizelge 4.10. Atık yönetim senaryolarının madde dengesi açısından karşılaştırılması..	66

1. G R

Teknolojik geli meler, hızlı nüfus artı 1, tüketim alı kanlıklarının de i mesi ve buna benzer birçok nedenden dolayı do al kaynaklar hızla azalmaktadır. Do al kaynaklardaki bu azalmaya kar ın do aya bırakılan atık miktarı da hızla artmaktadır.

nsan ya amının do al bir sonucu olarak katı atıklar olu makta ve ya am kalitesini yükseltmek için bu atıkların ortadan kaldırılması gerekmektedir. Katı atık yönetimi ile ba langıçta halk sa lı ının korunması ba lamında meskun bölgelerden atıkların basit bir teknoloji ile uzakla tırılması amaçlanırken, sonraları sa lıklı depolama alanlarında modern sistemlerle gerçekleştirilen, enerji ve maddenin geri kazanıldı ı uygulamaya yönelik bir anlayı benimsenmi tir. Günümüzde ise küresel çabalar katı atık yönetimini, kent ya amında sürdürülebilirli e do ru yönlendirilmi bir güç haline getirmi tir (Shekdar 2009).

Katı atıkların meydana geli i insan ya amının do al bir sonucudur. Sürekli artan nüfus, kentle me ve endüstriyel faaliyetler katı atıkların miktarını da artırmaktadır. Kentsel katı atıklar (KKA), tüm dünyada temel çevre problemlerinden biridir. Olu an bu katı atıkların planlı ve düzenli bir ekilde bertaraf edilmesi ya am standartlarının yükseltilebilmesi için vazgeçilmez unsurlardan biridir. Kaynak azatlımı, tekrar kullanım, geri dönü üm, kompostla tırma, yakma ve düzenli katı atık depolama gibi hiyerar ik bile enleri ile tanımlanan sürdürülebilir katı atık yönetimi katı atıkların ya adı ımız çevre üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirebilmek için kullanılan en önemli atık yönetim sistemlerinden biridir (Gören vd 2009)

Sürdürülebilir atık yönetimi prensiplerini yerine getirebilmek için belli hedefler do rultusunda ilerleme göstermek gerekir. Ülkemizde bunu gerçekle tirmek amacıyla de i ik alanlarda yönetmelikler yayınlanmı ve yıllara göre bu hedeflerin gerçekle tirilmesi amaçlanmı tir. Atık yönetimi genel esaslarına ili kin yönetmelik, atıkların düzenli depolanmasına ili kin yönetmelik ve ambalaj atıkları kontrolü yönetmeli i temel yönetmelikleri olu turmaktadır.

Ayrıca Avrupa Birliği uyum sürecinde gerçekleştirilmesi istenen hedefler de UÇES ve Atık Eylem Planlarında yer almaktadır. UÇES ve Atık eylem planları ile belli yıllar arası baz alınarak bu yıllar içerisinde katı atık alanında belirlenen hedeflerin gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır.

Çalışma kapsamında Antalya Kentinin Muratpaşa İlçesi'nde mevcut katı atık yönetimi incelenmiş, bileşen belirleme çalışması yapılmış ve değerlendirilmiştir. Atıkların direkt olarak depolama sahalarına gönderilmek yerine sürdürülebilir bir sistem dahilinde geri kazanılmasına ve yeniden değerlendirilmesine ve ne şekilde sürdürülebilir sisteme dahil edilebileceğine karakterizasyon çalışmaları yapılmaktadır. Antalya'da bulunan katı atıkların kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla mevsimsel bazlı karakterizasyon çalışması yapılmış ve buna göre bulunan atıkların ne şekilde değerlendirilebileceğine kanaatinin verilmesine altlık oluşturulmuştur.

Bileşen belirleme çalışması gerçekleştirilirken, ara tırma bölgesi sosyoekonomik olarak (düşük, orta, yüksek gelirli ve çarşı) olarak sınıflandırılmış ve hangi sınıftan hangi oranlarda atık oluşturulduğu saptanmıştır. Karakterizasyon çalışmasına paralel olarak, atıkların organik kısmı için pH, ısılabilirlik, nem içeriği, C/N oranı, elementel analiz ve ağır metal içerikleri belirlenmiştir. Katı atıkların bertaraf seçeneklerinin çevreye olan etkilerini de belirlemek amacıyla Hayat Boyu Değerlendirme (HBD) analizi yapılmıştır. Üretilen farklı senaryoların etkileri HBD analiziyle değerlendirilmiştir. HBD analizleri yapılırken ISO 14040'a en uygun ve dünyada en fazla tercih edilen yazılım olan Sima Pro7 yazılımı kullanılmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda çevresel boyutları en uygun olan senaryo belirlenerek Muratpaşa İlçesi için uygulanabilirliği tartışılmıştır. Çevresel açıdan, HBD programında yer alan etki kategorileri (asidifikasyon, küresel ısınma, ötrofikasyon, karasal toksisite, ozon tabakası tahribatı vb.) baz alınmış ve buna göre çevresel etkisi en az olan senaryo belirlenmiştir.

2. KURAMSAL B LG LER ve KAYNAK TARAMALARI

2.1. Katı Atık Tanımı, Sınıflandırılması ve Kentsel Katı Atıklar

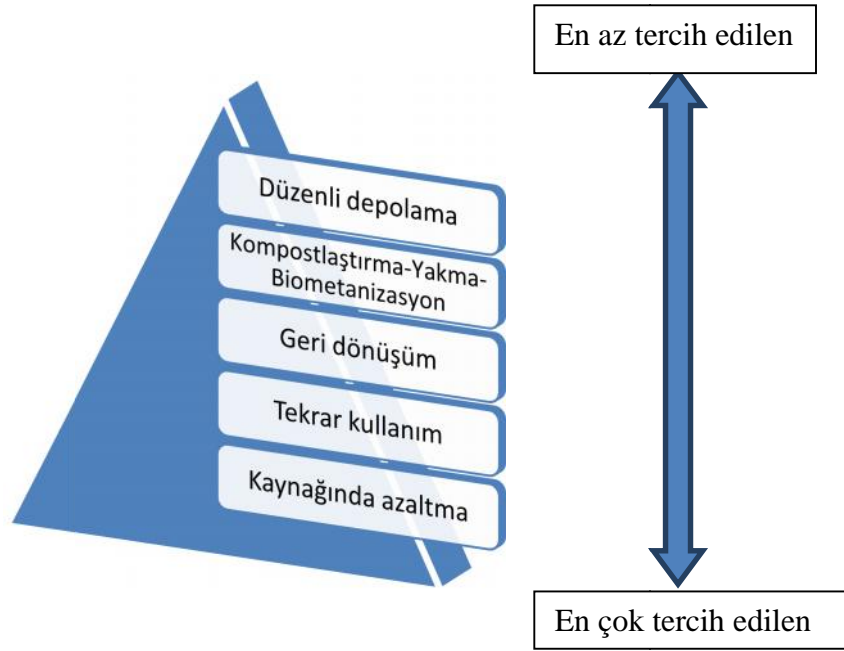
Üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddeler ve artıma çamurudur (Anonim-1). Kentsel katı atıkların kaynakları Çizelge 2.1’de verilmiştir. İnsanların evsel kullanımları sonucu atıkları atıkların miktar ve özellikleri, yaşadıkları şehrin sosyoekonomik seviyesine, kullanılan yakıt türüne, beslenme alışkanlıklarına vb. faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre; düşük gelirli ülkelerde yiyecek atıkları ve kül gibi inorganik atıklar fazla olup geri dönüştürülebilir nitelikteki atıklar azdır. Gelir seviyesi yükseldikçe yiyecek atıkları miktarı azalmakta; ambalaj atıklarının miktarı artmaktadır çünkü gelir seviyesi yüksek ülkelerde paketlenmiş ürünlerin tüketimi artmaktadır.

Çizelge 2.1. Kentsel katı atıkların kaynakları (Tchobanoglous 1993)

Kaynak	Atıkların Kaynaklandığı Faaliyetler	Meydana Gelen Katı Atıkların Tipleri
Evsel	Küçük ve büyük ailelerin yaşadığı müstakil evler; küçük, orta ve yüksek katlı apartmanlar.	Yiyecek atıkları, kağıt, karton, plastik, deri, bahçe atıkları, odun, cam, teneke kutular, alüminyum, diğer metaller, kül, sokak süprüntüleri, özel atıklar (irileşen yalılar, tüketici elektronikleri, beyaz eşyalar, ayrı toplanmış bahçe atıkları, piller, yağ ve motorlu araç lastikleri), evsel zararlı atıklar.
Ticari	Dükkanlar, lokantalar, marketler, iş merkezleri, oteller, moteller, servis istasyonları, oto tamirhaneleri vs.	Kağıt, karton, plastik, ahşap, yiyecek atıkları, cam, metal, özel atıklar, zararlı atıklar vs.
Kurumsal	Okullar, hastaneler, cezaevleri, kamu binaları.	Kağıt, karton, plastik, ahşap, yiyecek atıkları, cam, metal, özel atıklar, zararlı atıklar vs.
İnşaat ve Yıkım	Yeni inşaat alanları, yol onarım ve bakım alanları, bina yıkımları, yıkık kaldırımlar.	Ahşap, çelik, beton, toz ve toprak

2.2. Sürdürülebilir Katı Atık Yönetimi ve Seçenekleri

Nüfus artışı, endüstri ve teknolojiye gelişme, kaynakların hızlı ve geri dönülemez şekilde tüketilmesi gibi etkenlerden dolayı, geleneksel sınırsız kalkınma ve tüketim modelleri yerini sürdürülebilir ve dengeli kalkınma modellerine bırakmak zorunda kalmıştır. Ürünlerin tasarımı, üretimi ve kullanımı sırasında uygulanan yöntemler değiştirilerek daha az atılacak madde elde edilmesi, üretilen atıkların kaynağında ayrıştırılma ile başlayıp yeni bir ürün gibi tekrar kullanılması veya atılması düşünülen, artık işe yaramayan eşyaların başka bir amaçla değerlendirilmeye alınması kısacası atıkların ekonomik bir girdiye dönüştürülmesi “sürdürülebilir katı atık yönetimi”nin temel adımlarını oluşturmaktadır (Topkaya 2008). Sürdürülebilir katı atık yönetiminin temel stratejileri Şekil 2.1’deki piramitte yer almaktadır.



Şekil 2.1. Atık yönetim hiyerarşisi (Özkan 2008)

2.2.1. Kayna mda azaltma

Atık azaltmanın hedefi üretilen atıkta hacim ve/veya zehirlilik azaltımının sağlanmasıdır. Bu kapsamda tekrar kullanılabilen ürünler (cam şişeler vb.) ve ambalaj atıklarının kontrolü esas alınır. Bu kapsamda daha az satın alma, ürünleri etkin kullanma, uzun ömürlü ambalajları tercih etmek ve imalat süreci yeniden tasarlanarak daha az atık oluşturan teknolojiler kullanılmalıdır (Anonim - 2).

2.2.2. Tekrar kullanım

Katı atıkların toplama ve temizleme dışında hiçbir işleme tabi tutulmaksızın ekonomik ömrü tamamlanıncaya kadar defalarca kullanılmasını ifade etmektedir (Güneş 2002). Kullanılan malzemelerin/eyaların çok defa kullanılması (cam bardak, cam tabak) veya depozitolu şişeler tekrar kullanıma birer örnek teşkil edebilir.

2.2.3. Geri dönüşüm

Geri dönüşüm sayesinde; atıkların üretime dönmesi sağlanır, sınırlı kaynaklar korunur, depolama sahalarının hizmet ömrü artar ve kompost yakma gibi bertaraf yöntemlerinin verimi artar (Anonim - 2).

2.2.4. Yakma

Yakma yönteminin kullanıldığı yerlerdeki atıkların çoğunda kâğıt, plastik ve yanabilir diğer madde oranları yüksek olduğu için genelde yüksek kalori değerine sahiptir (6300-9400 kJ/kg arasında), nem oranları düşüktür (%35) ve kalıcı (inert) maddelerin ve yanmaz nitelikteki diğer maddelerin oranı düşüktür (Yeniçerioğlu 2006).

2.2.5. Kompostlaştırma

Organik atıkların mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılarak stabil ürün haline getirilmesi işlemine kompostlaştırma ve bu işlem sonucunda ortaya çıkan ürüne

kompost denir. Kompostla tırma ile hem atık miktarları azaltılmakta hem de gübre de eri olan bir ürün elde edilmektedir (Kalkano lu vd 1999).

2.2.6. Biyometanizasyon

Evsel katı atı ın organik kısmının anaerobik arıtımı (biometanizasyon), yenilenebilir enerji geri kazanımı ve atı ın stabilizasyonu nedeniyle, çok yaygın uygulama alanına sahiptir. Katı atı ın organik kısmının anaerobik biyolojik yöntemlerle arıtımı oldukça cazip bir arıtma alternatifidir (McCarthy 1982). Anaerobik çürütme proseslerinde, kompleks organik maddelerin metan gazına dönü türülmesinde çe itli tür ve özellikle mikroorganizma grupları yer almaktadır. Bu kompleks organiklerin anaerobik ayrı tırılarak metan gazına dönü türülmesi üç a amada gerçekleştirilmektedir (Öztürk 1999).

2.2.6.1. Hidroliz

Kompleks organik maddeler, fermantatif ve hidrolitik bakteri grupları tarafından daha basit yapıda çözülebilir uçucu organik maddelere parçalanırlar.

2.2.6.2. Asit üretimi

Bu a amada asetonejik bakteri grupları tarafından birinci a ama hidroliz ürünleri olan uçucu organik maddeler, organik asitlere dönü türülür.

2.2.6.3. Metan üretimi

Anaerobik arıtmanın son a amasında ise, di er iki kademede olu an ürünler metan olu turan bakteriler tarafından metan gazına dönü türülür. Anaerobik çürütücülerde olu an biyogaz, hacimsel olarak % 65-70 metan (CH₄), %25-30 karbondioksit (CO₂) ve küçük miktarlarda N₂, H₂, H₂S, su buharı ve di er gazlardan meydana gelmektedir. Bu gazın özgül a ırlı ı havaya göre yaklaşık olarak 0.86'dır. 1 m³ biyogazın enerji e de erleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. 1 m³ biyogazın enerji e de erleri (Yılmaz vd 2004)

Enerji kayna ı	E de eri
Motorin	0,66 litre
Benzin	0,75 litre
Elektrik	470 kwh
Gaz Ya ı	0,62 litre
Odun Kömürü	1,46 kg
Odun	3,47 kg
Bütan Gazı	0,43 kg

2.2.7. Düzenli depolama

Katı atıkların depolanmasından kaynaklanan sızıntı sularının toprak katmanları arasından geçip yeraltı veya yüzeysel sulara karı masının önlenmesi, çıkan gazın toplanıp bertaraf edildi i, katı atıkların çevreye en az olumsuz etki yapacak ekilde serilip sıkı tırılıp her gün üstünün örtüldü ü, mühendislik temel ilkelerine göre planlanıp in a edilen, bir plan program dahilinde i letilen sahalarda düzenli depolama sahası olarak tanımlanır (ahin 2002).

2.2.8. Sürdürülebilir katı atık yönetimi ile ilgili yapılmı ı çalı malar

Chen vd (2009) yapımı oldukları çalı mada Çin'deki katı atık yönetimini genel hatlarıyla incelemi lerdir. Çin, dünyadaki di er geli mekte olan ülkeler gibi katı atık yönetim sorununa sahiptir. Nüfusun ve sanayile menin her geçen gün arttı ı ülkede katı atık büyük bir sorun haline gelmi tir. Çalı ma kapsamında Çin'deki katı atıkla ilgili yasal düzenlemeler, gelecekteki katı atık yönetimi için hedefler, Çin de uygulanmakta olan mevcut katı atık yönetimi, bertaraf yöntemleri, finansal kaynaklar, katı atıkla ilgili sorunlar ve çözüm önerileri üzerinde durulmu tur. Kentsel atıkların yönetimi kapsamında hacim azaltma, tehlikeli atıkları azaltma, geri kazanım ve üretici sorumlulu u hedefleri yer almaktadır. Ayrıca kayna ında ayırma, toplama ve ta ıma

sisteminin daha verimli hale getirilmesi en öncelikli hedefler arasındadır. Bertaraf yöntemleri olarak düzenli depolama, yakma, kompost, geri dönüşüm kullanılmaktadır. En çok kullanılan bertaraf yöntemi düzenli depolama (%81) olmakla birlikte; yakma oranı her geçen gün artmaktadır. Çin’de katı atık üretimi 2004 yılında 190 milyon/ton, 2006 yılında 148 milyon/ton’dur. Bu azalma ki i ba ı atık üretiminin azaldı ının göstergesidir. Atık kompozisyonunu %55-%65 organik atık, %15-%20 geri kazanılabilir atık, %20 di er olu turmaktadır.

Aydo an vd (2009) yapımı oldukları çalı mada Gaziantep l’inde katı atı yönetimi, katı atıkların özellikleri, atıkların toplanması vb. uygulamaları de erlendirmi lerdir. Çalı ma kapsamında olu an atık miktarı, atık türleri ve yüzdeleri belirlenmi tir. Elde edilen verilere ba lı olarak Gaziantep l’inde katı atık miktarının son 10 yılda 2 kat arttı ı belirlenmi ve organik atık miktarının fazla olu undan dolayı depolamadan kaynaklanan metan gazından elektrik üretilebilece i tespit edilmi tir.

Köse vd (2009) yapımı oldukları çalı mada Bolu l’indeki katı atık yönetimini incelemi lerdir. Bolu l’inde katı atıklar düzenli olarak depolanmakta ve geri kazanılabilir atıklar ayrıtırma merkezinde ayrıtılmaktadır. Çalı ma kapsamında bütün katı atık yönetim sisteminin maliyet analizi yapılmı tir. Çalı ma sonucunda katı atık yönetim sistem maliyetinin 33,71 TL /ton oldu u ve bu maliyette en büyük yüzdeyi katı atık toplama maliyetinin olu turdu u belirlenmi tir.

Yıldız vd (2009) yapımı oldukları çalı mada Ka ıthane’deki mevcut katı atık toplama ve ta ıma sistemini inceleyerek, optimizasyon çalı ması yapımı lar ve mevcut sisteme alternatif olarak katı atık toplama ve ta ıma sistemi önererek, mevcut durum-pilot çalı ma kıyaslaması yapımı larıdır. Çalı ma kapsamında bölgeye ait veriler de erlendirilmi , haftalık çöp toplama programı olu turulmu ve mevcut durumla pilot çalı ma arasında maliyet analizi yapılmı tir.

Birpınar vd (2009) yapımı oldukları çalı mada stanbul’daki mevcut katı atık yönetimini ve atık yönetimindeki de i im ve geli imleri incelemi lerdir. stanbul ili için katı atıkların bertarafından büyük ehir belediyesi sorumlu olup, sorumlulu un bir kısmı

TAC A. ' ye devredilmi tir. stanbul'daki katı atıklar sızdırmaz, sıkı tırmalı kamyonlarla toplanmakta ardından transfer istasyonları aracılı ıyla depolama sahalarında düzenli olarak depolanmaktadır. Çalı madan elde edilen sonuçlara göre stanbul'da günlük ortalama 14.000 ton/gün, ki i ba ı ise 1.21 kg/ki i-gün katı atık olu maktadır. Üretilen atıkların %40-%60'ını organik atıklar olu turmaktadır. Üretilen katı atı ın toplamda %10 u kompost yapılmaktadır. stanbul'un atık sorununu ise arıtma çamurları ve tehlikeli atıklar olu turmaktadır.

Gören vd (2009) yapımı oldukları çalı mada stanbul'daki katı atık yönetim stratejileri ve uygulamalarıyla, Avrupa birli indeki katı atıklarla ilgili direktifleri kıyaslamı lardır. Çalı ma kapsamında stanbul için nüfus artı ı ve katı atık üretim projeksiyonları hesaplanmı ve yıllara göre katı atıkların bertaraf yöntemleri belirlenmi tir. Ayrıca AB ve Türk katı atık mevzuatları kıyaslanarak, 2 mevzuat arasındaki farklar ortaya konmu tur.

Atmaca vd (2009) yapımı oldukları çalı mada Sivas l'indeki mevcut katı atık yönetimini ve planladıkları yeni katı atık yönetimini kar ıla tırmı lardır. Çalı ma kapsamında Sivas l'inin genel özellikleri, katı atık özellikleri, katı atık kompozisyonu, toplama-ta ıma, transfer istasyonları, ve depolama sahaları gibi mevcut durum özellikleri incelenip de erlendirilmi ve mevcut durumla önerilen durum kıyaslaması yapılarak gelece e yönelik planlar ortaya konmu tur.

Münnich vd (2005) yapımı oldukları MBT çalı masında dünyanın en fazla nüfuslarından birine sahip olan Brezilya'nın Rio De Janerio kenti için pilot bir çalı ma gerçekle tirmi lerdir. Çalı ma kapsamında Brezilya'daki mevcut katı atık durumu ve kompozisyonu de erlendirilmi tir. Katı atıkların bertarafında MBT'nin önemi üzerinde durulmu , çalı ma prensibinden ve avantajlarından bahsedilmi tir. Çalı ma sonucunda pilot bölgeden elde edilen katı atıkla ilgili fiziksel, kimyasal ve biyolojik veriler de erlendirilmi , olumlu sonuçlar maddeler halinde özetlenmi tir.

Yenice vd (2009) yapımı oldukları çalı mada Kocaeli iline ait katı atık karakterizasyonunu belirlemi lerdir. Çalı mada kapsamında il sınırlarında bulunan tüm

belediyeler dört sosyoekonomik gruba ayrılmı ve karakterizasyon çalı ması bu kapsamda gerçekte tirilmi tir. Çalı ma sonucunda organik atıklar ve geri kazanılabilir atıklar en büyük yüzdeye sahip olan atıklar olarak belirlenmi tir.

Yıldız vd (2009) yapımı oldukları çalı mada stanbul da olu an katı atıkların kompozisyonunu belirlemek amacıyla mevsimsel olarak karakterizasyon çalı maları yapımı lardır. Yapılan bu karakterizasyon çalı maları sayesinde olu an atı ın ne ekilde de erlendirilece ine karar verilecektir. Çalı ma kapsamında yaz ve kı mevsimleri için karakterizasyon çalı ması yapılmı tir. Karakterizasyon çalı masıyla katı atık bile enleri ve yüzdeleri belirlenmi tir.

Görkem (2006) yaptı ı çalı mada, zmir ili için dört mevsim boyunca 3 farklı gelir seviye grubundan iki er hafta boyunca katı atık örnekleri almı ve yaptı ı karakterizasyon çalı masıyla katı atı ın kompozisyonunu ortaya çıkarmı tir. Çalı ma kapsamında, atıklar üç farklı sınıfa (ye il çöp, geri kazanılabilir atıklar, kül) ayrılmı ve her gün toplanan atıklar için laboratuar analizleri yapılmı tir. Çalı ma sonucunda, geri kazanılabilir atık miktarının yüksek ve dü ük gelir seviye gruplarında yüksek oldu u görülmü , plastiklerin en fazla üretilen geri kazanılabilir atıklar oldu u belirlenmi tir. Ye il çöpün su içeri inin yüksek, organik madde miktarının orta seviyede, C/N oranı ile kalorifik de erinin dü ük oldu u tespit edilmi tir.

Hritovski vd (2006) yapımı oldukları çalı mada Makedonya'nın Veles kenti için yapılmı olan karakterizasyon çalı masını incelemi ve de erlendirmi lerdir. Çalı ma kapsamında birçok parametre (katı atık miktarı, sıkı tırılmamı atık a ırlı ı, ki i ba ı atık üretimi, atık kompozisyonu) için de erlendirme yapılmı tir. Makedonya geli mekte olan bir ülke oldu u için kapsamlı bir çalı ma yapılamamı tir. Makedonya gibi ülkelerde ekonomideki ani ve hızlı de i meler, sosyal yapının de i mesi, kültürel yapı, yeni pazarların açılması ve yeni ürünlerin ortaya çıkmasından dolayı katı miktar ve özellikleri önemli de i iklikler göstermektedir. Çalı mada 1 haftalık süreç (1-7 Haziran 2002) boyunca katı atıklar 5 m³ lük konteynırlardan toplanmı tir. Çalı ma süresince 13 adet ta ima aracıyla katı atıklar toplanmı tir. 1-Katı atık toplama aracı depolama sahasına toplanan katı atıkları getirir, 2-Katı atıklar HDPE üzerine dökülerek gönüllüler

tarafından sınıflandırılması yapılır. 3- Her kategori için tartım yapılarak bulunan değerler kaydedilir. 1 haftalık süreçte her gün en az bir kamyon için bu işlem yapılmıştır. Katı atık kategorileri: organik atıklar, kâğıt, cam, yumuşak plastik, sert plastik, metal kutular, bahçe atıkları, diğer atıklardır. Çalışma sonucunda günlük katı atık üretimi kişi başı 1.06 ± 0.56 kg/kişi/gün, sıkı tırlanması spesifik katı atık miktarı ve sıkı tırlanması spesifik katı atık miktarı sırasıyla 140.5 kg/m³ ve 223 kg/m³ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca günlük üretilen katı atık hacmi 7.5 ± 4 L/kişi/gün olarak tahmin edilmektedir. Atık kompozisyonu %32 organik, %45 geri kazanılabilir, %23 diğer olarak bulunmuştur.

Gökçe vd (2005) yaptıkları çalışmada İstanbul Çerkezköy İlçesinde bulunan katı atıkların karakterizasyonlarını incelemişler ve elde ettikleri sonuçlara göre en uygun katı atık bertaraf yöntemini belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada kapsamında ilçe sosyoekonomik durumuna göre dört alt bölgeye ayrılmıştır. Bu dört alt bölgeden alınan katı atık örnekleri için karakterizasyon çalışması yapılmış ve atığın kompozisyonu ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Çerkezköy ilçesi için en uygun katı atık yönetim sisteminin “geri kazanım + kompost + düzenli depolama” olduğu kararı verilmiştir.

İrin vd (2003) yaptıkları çalışmada İzmir ili Gazimihal ilçesine ait evsel katı atıklar için (su muhtevası, org. madde, kalorifik değer vb) analizleri yapılmışlar ve farklı sosyo-ekonomik yapıya sahip bölgelerin atıklarıyla ili kilendirmişlerdir. Ayrıca geri kazanılabilir atık miktarını belirlemişlerdir. Çalışmada ilçenin mevcut katı atık yönetimi incelenmiş ve yapılan karakterizasyon çalışmalarıyla atık kompozisyonu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda ilçedeki organik atıkların miktarının ve su içeriğinin fazla olduğu, bundan dolayı kompostlamaya uygun olduğu saptanmıştır. Ayrıca çöp özelliklerinin sosyoekonomik yapıyla ili kili olduğu tespit edilmiştir.

Hanay vd (2009) yaptıkları çalışmada okullarda ve bölümlerde yapılan örnekleme sonuçlarına göre bulunan ve ekonomik değeri olan kağıt atıkların bertaraf yöntemlerinden atık geri kazanma sisteminin Elazığ'da uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Çalışma kapsamında bazı ilköğretim okulları ile liseler ve Fırat üniversitesi mühendislik fakültesinde kaynakta geri kazanma ile ilgili örneklemeler

yapılmı tır. Çalı ma sonucunda geri kazanım sisteminin yararları belirlenmi ve örnekleme yapılan yerlerden elde edilen sonuçlara göre maliyet analizleri yapılmı tır.

Sezer vd (2009) yapımı oldukları çalı mada karı ık kentsel atık için kompostla tırma tesisinde detaylı bir atık profili çıkararak atıkların farklı ünitelerdeki akı nı belirlemi ler ve kompost ürününe etkisini ortaya koymu lardır. Çalı ma kapsamında kompost ürününün pazarlanması açısından önem ta ıyan inert(cam, plastik, metal vb.) madde içeri i tespit edilmi ve inert maddenin azaltılmasına yönelik stratejiler geli tirilmi tir.

Çoban vd (2009) yapımı oldukları çalı mada temel olarak katı atıkların bertarafında alternatif bir yöntem olarak kullanılan ve aynı zamanda ekonomik getirisi olan kompostlama yöntemi üzerinde durmu lardır. Çalı ma kapsamında kompostlama yöntemleri ve alt bile enleri irdelenmi ve her bir yöntemin kompostun kalitesi üzerindeki etkisi incelenmi tir.

Nas vd (2005) yapımı oldukları çalı mada Gümü hane ehrine ait evsel katı atıkların bertarafı için kompostlama yönteminin uygunlu unu belirlemek amacıyla ehrin depolama sahasından katı atık örnekleri alarak, katı atı ın organik kısmının kompostlanabilirli ini incelemi lerdir. Bu çalı mada alınan örnekler için *su içeri i*, *pH*, *TOC*, *TN* tayinleri yapılmı ve organik atı ın kompost için uygunlu u ara tırlım tır. Elde edilen sonuçlara göre su içeri inin çok fazla olması, yaz aylarında ph de erinin çok dü ük olması ve üretilen organik atı ın miktarının az olması gibi nedenlerden dolayı Gümü hane için uygun bir bertaraf yöntemi olmadı ı tespit edilmi tir.

Bile en belirleme çalı maları o bölgedeki atı ın kompozisyonu hakkında bilgi vermekte ve atık bertarafı hakkında alternatif çözümler önerileri sunmaktadır. Atı ın ekonomik gelire göre veya ekonomik gelir gözetmeksizin toplanması, bile enlerine ayrılması ve atık yüzdelerinin belirlenmesi incelenen çalı malardaki ortak noktalardandır. ncelenen çalı malarda, karakterizasyon çalı malarıyla atık profili çıkarılmı , ki i ba ı katı atık üretimi belirlenmi , geri kazanılabilir atıkların de erlendirilmesi üzerinde durulmu , toplama-tırma sistemleriyle ilgili çalı malar

yapımı , sosyoekonomik sınıflandırmayla katı atık özellikleri ili kilendirilmi ve en uygun bertaraf yöntemini belirlemeye yönelik çalı malar yapılmı tır.

Yürütülen tez çalı masında ise incelenen çalı malara paralel olarak mevsimsel atık karakterizasyonu yapılmı , atık kompozisyonunu ve atı ın fiziksel-kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla deneysel çalı malar gerçekte tirilerek, atı ın organik kısmı için pH, nem içeri i, ısıl de er içeri i, a ır metal içeri i ve elementel analiz gerçekte tirilmi tir.

2.3. Türkiye ve Avrupa Birli i'ndeki Katı Atık Yönetimi ile ilgili Mevzuat

Türkiye ve Avrupa Birli i'nde katı atıkların yönetimi konusunda çe itli alanlarda birçok yönetmelik ve direktif yer almaktadır. Birçok atık türü ve emisyonunu kapsayan alanlarda çıkarılan yönetmelik ve direktifler sayesinde atık minimizasyonu, geri dönü üm, geri kazanım, alternatif bertaraf yöntemleri, amaçlar ve gelece e yönelik hedeflerler belirlenmeye ve hayata geçirilmesi amaçlanmı tır.

Geri dönü üm, geri kazanım ve düzenli depolama konularında yayınlanmı olan yönetmelik ve direktiflerde yer alan hedefler sürdürülebilir katı atık yönetiminin temellerini olu turmaktadır. Mevzuatlar sayesinde daha ya anabilir bir çevre, sürdürülebilir bir ya am, do al kaynakların korunması ve hammadde ihtiyacını azaltma gibi birçok konuda ilerleme kaydedilmesi amaçlanmı tır.

Türkiye ve AB'de yer alan temel yönetmelik ve direktifler Çizelge 2.3'de verilmi tir.

Çizelge 2.3. Türkiye ve AB'deki yönetmelik ve direktifler

Yönetmelik Tarihi	YÖNETMELİK		Numara	DIREKTİF
27.10.2010	Atıksu Altyapı ve Evsel Kat. Atık Ber. Tes. Tar. Bel. li Yön.	x	2008/1/EC	Entegre Atık Önleme ve Kontrolü Direktifi
04.06.2010	Tarımda Kullanılan Org. Gübreler ile Toprak Düzenleyicilerin Denetimine Dair Yön.	x	2008/98/EC	Atık Çerçeve Direktifi
06.10.2010	Atıkların Yakılmasına li kin Yön.	x	2006/66/EC	Pil ve Akümülatörlere li kin Direktif
03.08.2010	Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yön.	x	2006/21/EC	Maden Atıkları Direktifi
26.03.2010	Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yön.	x	2002/96/EC	WEED Direktifi
30.12.2009	Ömrünü Tamamlamı Araçların Kontrolü Hakkında Yön.	x	2002/95/EC	RoHS Direktifi
30.07.2008	Atık Ya ların Kontrolü Yön.	x	2000/76/EC	Atıkların Yakılmasına li kin Direktif
05.07.2008	Atık Yönetimi Genel Esaslarına li kin Yön.	x	2000/53/EC	Ömrü Tamamlanmı Araçlara li kin Direktif
30.05.2008	EEE'de Bazı Zararlı Maddelerin Kullanımının Sınırlanmasına Dair Yön.	x	99/31/EC	Düzenli Depolama Direktifi
27.12.2007	Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenillerin Kontrolü Hakkındaki Yön.	x	96/59/EC	PCB/PCT Direktifi
24.06.2007	Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yön.	x	94/62/EC	Ambalajlama Direktifi
25.11.2006	Ömrünü Tamamlamı Lastiklerin Kontrolü Yön.	x	93/86/EC	Pillerin Etiketlenmesine li kin Direktif
26.11.2005	Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden oldu u Kir. Kontr. Yön.	x	92/112/EEC	Titanyum Dioksit Kirlili ini Azaltma Direktifi
22.07.2005	Tıbbi Atıkların Kontrolü Yön.	x	91/689/EC	Tehlikeli Atık Direktifi
19.04.2005	Bitkisel Atık Ya ların Kontrolü Yön.	x	86/278/EEC	Arıtma Çamuru Direktifi
14.03.2005	Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yön.	x	82/883/EEC	Titanyum Dioksit zleme Direktifi
31.08.2004	Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yön.	x	78/176/EEC	Titanyum Dioksit Direktifi
18.03.2004	Hafriyat Topra ı, n aat ve Yıkıntı Atıkların Kontrolü Yön.	x	75/439/EEC	Atık Ya ların Bertarafına li kin Direktif
14.03.1991	Katı Atıkların Kontrolü Yön.			

2.4. Türkiye’de Katı Atık Yönetiminde Mevcut Durum

Türkiye’de katı atık yönetiminin mevcut durumunun belirlenmesi 2005 yılında uluslar arası bir konsorsiyum tarafından hazırlanmış olan Türkiye için yüksek maliyetli çevre yatırımlarının planlanması (EHCIP) projesinde yapılmıştır (Anonim - 2). EHCIP projesine göre Türkiye’de yaygın olarak kullanılan atık toplama metodu, kaldırım kenarına bırakılan plastik torbalar ve çok katlı binalarda yaşayan nüfusa hizmet veren büyük atık konteynerlerinden (1200 lt) oluşmaktadır. Türkiye’de atık toplama sıklığının şehirlerde her gün iken küçük yerleşim yerlerinde haftada 1-3 sefere kadar olduğu belirlenmiştir. Türkiye genelinde toplama araçlarının hacmi genellikle 7 m³ ile 13 m³ arasında değişmektedir.

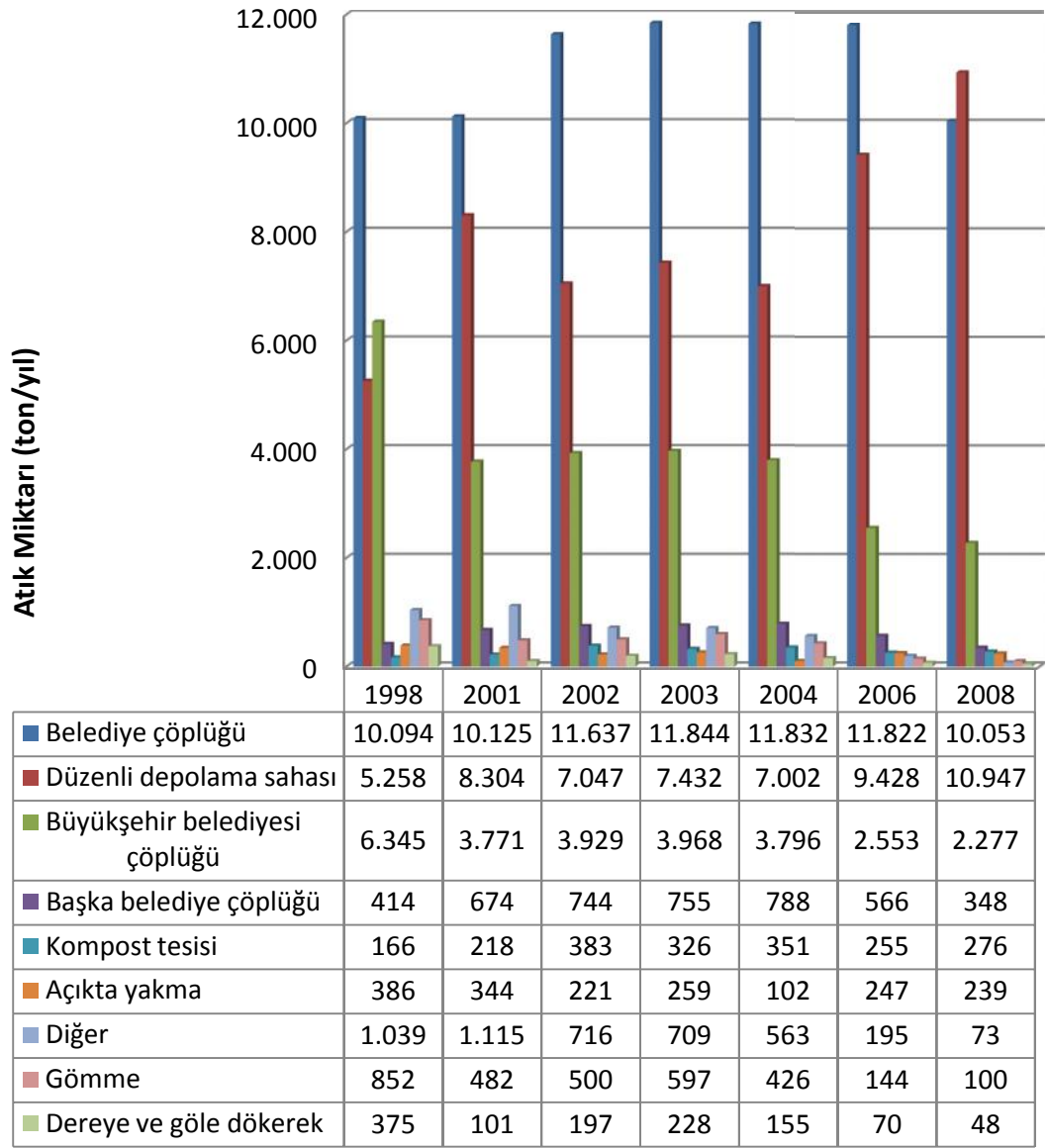
Kentsel katı atıklardan plastik, kâğıt, cam ve metal toplama/seçilmesi genellikle hurdacılar ve bireysel toplayıcılar/sokak toplayıcıları tarafından yapılmaktadır. Bireysel toplayıcılar ve hurdacılar kullanılan ambalajları depolardan ve iş yerlerinden satın almakta veya sokak ve atık konteynerlerinden toplamaktadırlar. Bu, Türkiye’de en yaygın kullanılan yöntemdir. Sokak toplayıcıları tarafından geri kazanılan atığın toplam kentsel katı atığının %10’unu ve geri dönüşümlü atığın ise %25-30’unu oluşturduğu tahmin edilmektedir. Bu tür bir geri kazanım sağlıksızdır ve yasal değildir; fakat ilgili gruplar çok iyi organize olduklarından hala devam etmektedir (Anonim - 2).

TÜRK’ten elde edilen veriler Çizelge 2.4 ve Ekil 2.2’de verilmiştir. 1998 yılından 2004 yılına kadar artışı gösteren atık miktarı, AB uyum sürecinin etkisi ile artan geri dönüşüm ve geri kazanım çalışmalarıyla ve halkın bilinçlenmesiyle 2004 yılından sonra azalmaya başlamıştır. Katı atık bertaraf yöntemlerinden en fazla tercih edilen yöntem düzensiz depolamadır. Buna rağmen düzenli depolama da bir artış vardır; ancak kompostlama ve yakma gibi alternatif yöntemlerde bir gelişme görülmemektedir.

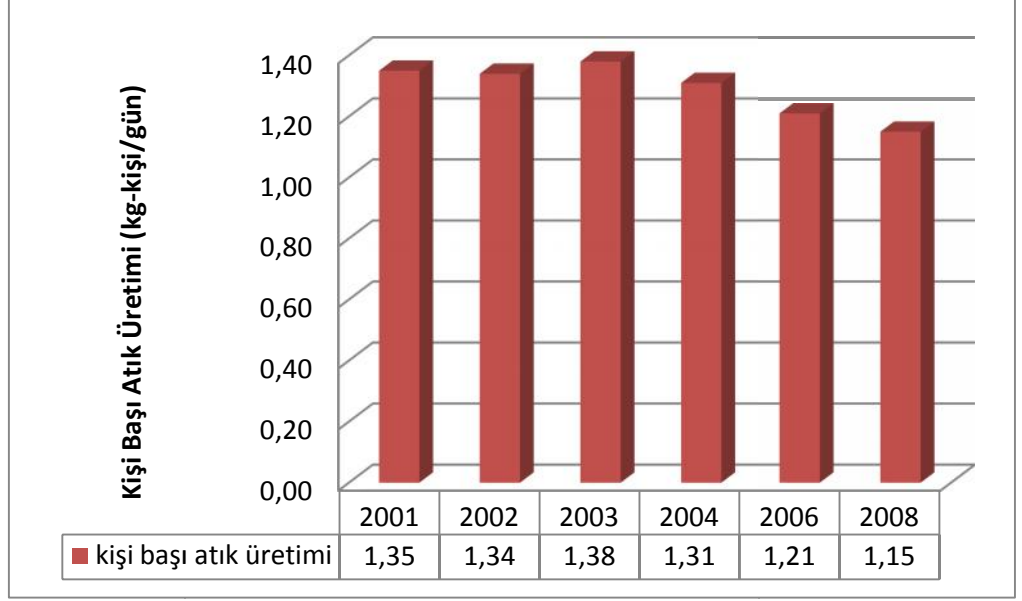
Kişisel başlı katı atık üretimi katı atık yönetiminde ele alınan en temel unsurdur. Özellikle katı atıkların toplanması ve taşınması ve depolama sahalarının planlanmasında en büyük göstergedir. Türkiye’de 2001-2008 yılları arasında kişisel başlı üretilen atık miktarı 1.35 kg/kişi.günden 1.15 kg/kişi.güne gerilemiştir (Ekil 2.3).

Çizelge 2.4. Belediye katı atık temel göstergeleri (TÜ K, 2008)

Yıllar	1997	1998	2001	2002	2003	2004	2006	2008
Katı atık hizmeti verilen belediye sayısı	2.275	2.579	2.915	2.984	3.018	3.028	3.115	3.129
Katı atık hizmeti verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	71	72	75	76	76	77	81	86
Toplanan belediye katı atık miktarı (1000 ton/yıl)	24.180	24.945	25.134	25.373	26.118	25.014	25.280	24.36
Ki i ba ı ortalama belediye katı atık miktarı (kg/ki i-gün)	1,48	1,51	1,35	1,34	1,38	1,31	1,21	1,15
Ki i ba ı yaz mevsimi ortalama belediye katı atık miktarı (kg/ki i-gün)	1,42	1,46	1,32	1,32	1,37	1,3	1,21	1,16
Ki i ba ı kış mevsimi ortalama belediye katı atık miktarı (kg/ki i-gün)	1,51	1,54	1,36	1,34	1,38	1,29	1,19	1,13
Katı Atık Bertaraf Tesisleri								
Düzenli Depolama Tesisi								
Sayısı	8	8	12	12	15	16	22	37
Kapasitesi (1000 ton)	206.690	206.690	261.282	277.195	278.015	278.060	376.974	390
Bertaraf edilen katı atık miktarı (1000 ton/yıl)	4.364	5.258	8.304	7.047	7.432	7.002	9.942	11.656
Kompost Tesisi								
Sayısı	2	2	3	4	5	5	4	4
Kapasitesi (1000 ton/yıl)	245	245	299	664	667	667	606	551
Kompost tesisine getirilen katı atık miktarı (1000 ton/yıl)	180	166	218	383	326	351	268	275
Yakma Tesisi								
Sayısı	2	2	3	3	3	3	3	2
Kapasitesi (1000 ton/yıl)	44	44	44	44	44	44	44	44
Yakılan tıbbi atık miktarı (1000 ton/yıl)	9	15	7	7	9	8	6	29
Katı atık bertaraf tesisleri ile hizmet edilen nüfusun toplam nüfusa oranı	13	15	24	24	24	25	29	33



ekil 2.2. Katı atık bertaraf yöntemleri



ekil 2.3. Kişi başı atık üretimi (TÜİK, 2008)

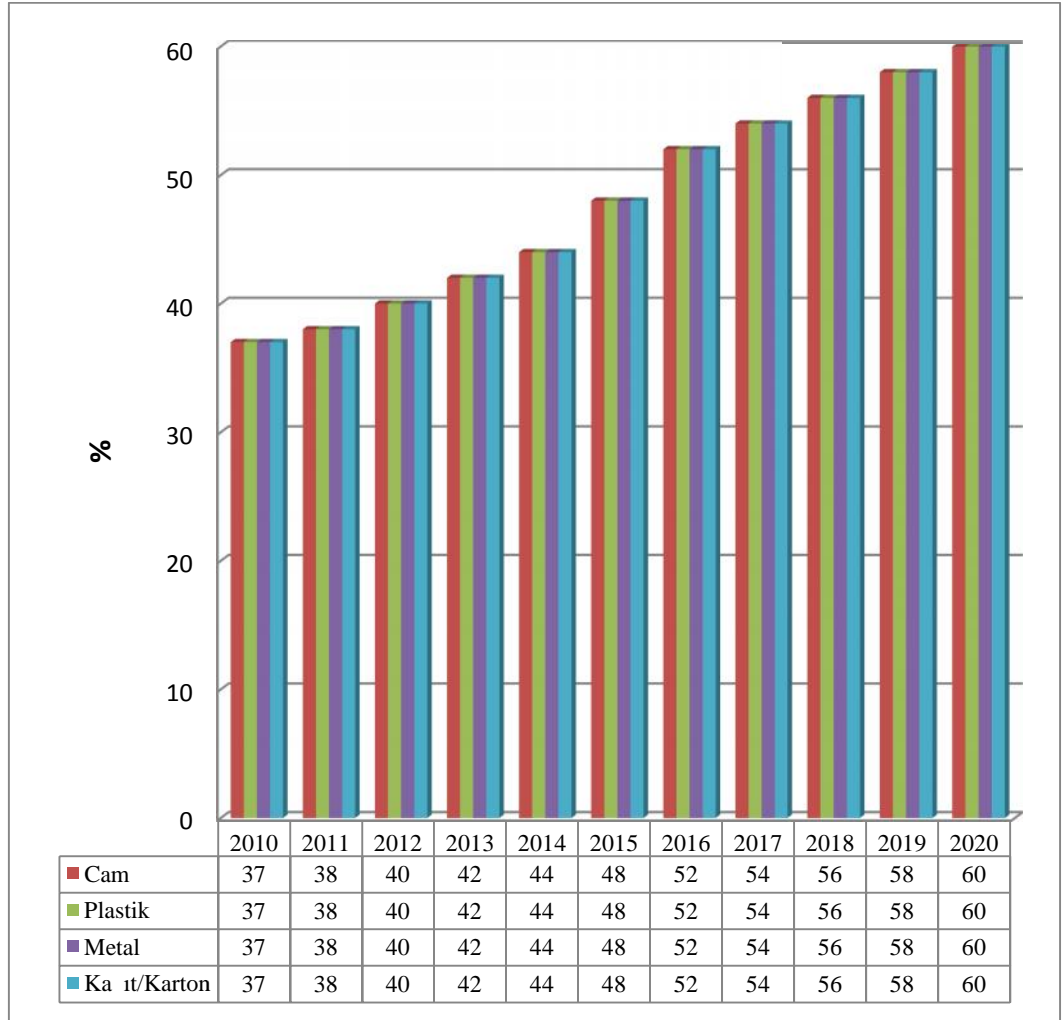
2.4.1. Yönetmeliklerde yer alan hedefler

Türkiye’de katı atık yönetimi ile ilgili çok sayıda yönetmelik yayınlanmış olup, bunların içerisinde özellikle iki tanesi içerdikleri hedefler yönünden büyük öneme sahiptir. Ambalaj atıkları ve düzenli depolama yönetmeliklerinde yer alan hedefler ve yılları biyobozunur atıklar için Çizelge 2.5’de, ambalaj atıkları için ekil 2.4’de verilmiştir.

Düzenli depolama yönetmeliği ile depolanan atıklardaki biyobozunur atık miktarının azaltılması amaçlanmıştır. Bu azaltma yıllara göre kademeli olarak gerçekleştirilecektir. Çizelge 2.5’de görüldüğü gibi AB ülkeleri için belirlenmiş olan hedeflere yaklaşık dokuz yıl gecikme ile uyulması planlanmaktadır. Bu sayede hem depolama sahalarının kullanım ömrü artacak hem de biyobozunur maddelerin bozunmasından kaynaklanan sızıntı sularının miktarı ve küresel ısınmaya olumsuz katkıda bulunan metan gazı salınımı azaltılacaktır. Ambalaj atıkları yönetmeliği ile de belirlenen hedeflerde yer alan yıllara göre geri kazanım oranı artırılacak bu sayede de hem ekonomiye katkı sağlanacak hem de hammadde ihtiyacı azaltılacaktır.

Çizelge 2.5. Biyobozunur atık azaltma hedefleri

Biyobozunur Atık Azaltma Miktarı (%)			
Yıllar	Türkiye	Yıllar	AB
2015	75	2006	75
2018	50	2009	50
2025	35	2016	35



ekil 2.4. Geri kazanım hedefleri

2.4.2. AB entegre çevre uyum stratejisi (UÇES)

Ulusal Çevre Stratejisi (UÇES) dokümanı Türkiye'nin, AB'ye giri i için bir ön ko ul olan, AB çevre müktesebatına uyum sa laması ve mevzuatın etkin bir ekilde uygulanması amacıyla tam uyumun sa lanması için ihtiyaç duyulacak teknik ve kurumsal altyapı, gerçekte tirilmesi zorunlu çevresel iyile tirmeler ve düzenlemelerin neler olaca na ili kin detaylı bilgileri içermektedir.

Bu bilgilerin tam olarak sunulabilmesi için öncelikle ülkenin çevre sorunlarıyla mücadele konusunda bugüne kadar izlenen politika, yapılan harcamalar ile çevre sorunlarıyla mücadelede kar ıla ılan sıkıntı ve darbo azlar tespit edilmi tir. Sonrasında ise Türkiye'nin öncelik verilen çevresel alanlar ile bu alanlardaki amaçlar, hedefler ve stratejiler ve bunlarla ilgili yapılacak faaliyetler belirlenmi tir (UÇES 2006).

UÇES dökümanı çevre müktesebatının uyumla tırılmasındaki hedefleri de dikkate alarak, çevre politikalarının geli tirilmesi ve uygulanmasındaki kapsamlı koordinasyon rolü gere i Çevre ve ehircilik Bakanlığı ı tarafından; çevre konusunda önemli rolleri ve sorumlulukları olan ilgili pek çok kurum ve kurulu la birlikte hazırlanmı tir (UÇES 2006).

2.4.2.1. Ulusal çevre stratejisi'nin temel ilkeleri

UÇES'in hazırlanmasında a a ıda verilen ilkeler dikkate alınmı tir (UÇES 2006):

- Sa lıklı ve Dengeli bir Çevrede Yasama Hakkı
- Sektörler Arası Entegrasyon
- Kullanan-Kirleten Öder
- Kirlili i Önleyici Tedbirlerin Alınması
- Do al Kaynakların Korunması
- Sürdürülebilir Kalkınma
- Kamu-Özel Sektör birli i
- Kamuoyunda Çevre Bilincinin Artırılması ve Halkın Katılımı

2.4.2.2. Atık sektörü

Çizelge 2.6’da UÇES’de yer alan amaç, hedefler yer almaktadır. Bu amaç ve hedefler sayesinde katı atık üretiminin azaltılmasından, özel atık yönetimine kadar de i ik alanlarda ilerleme sa lanması hedeflenmektedir.

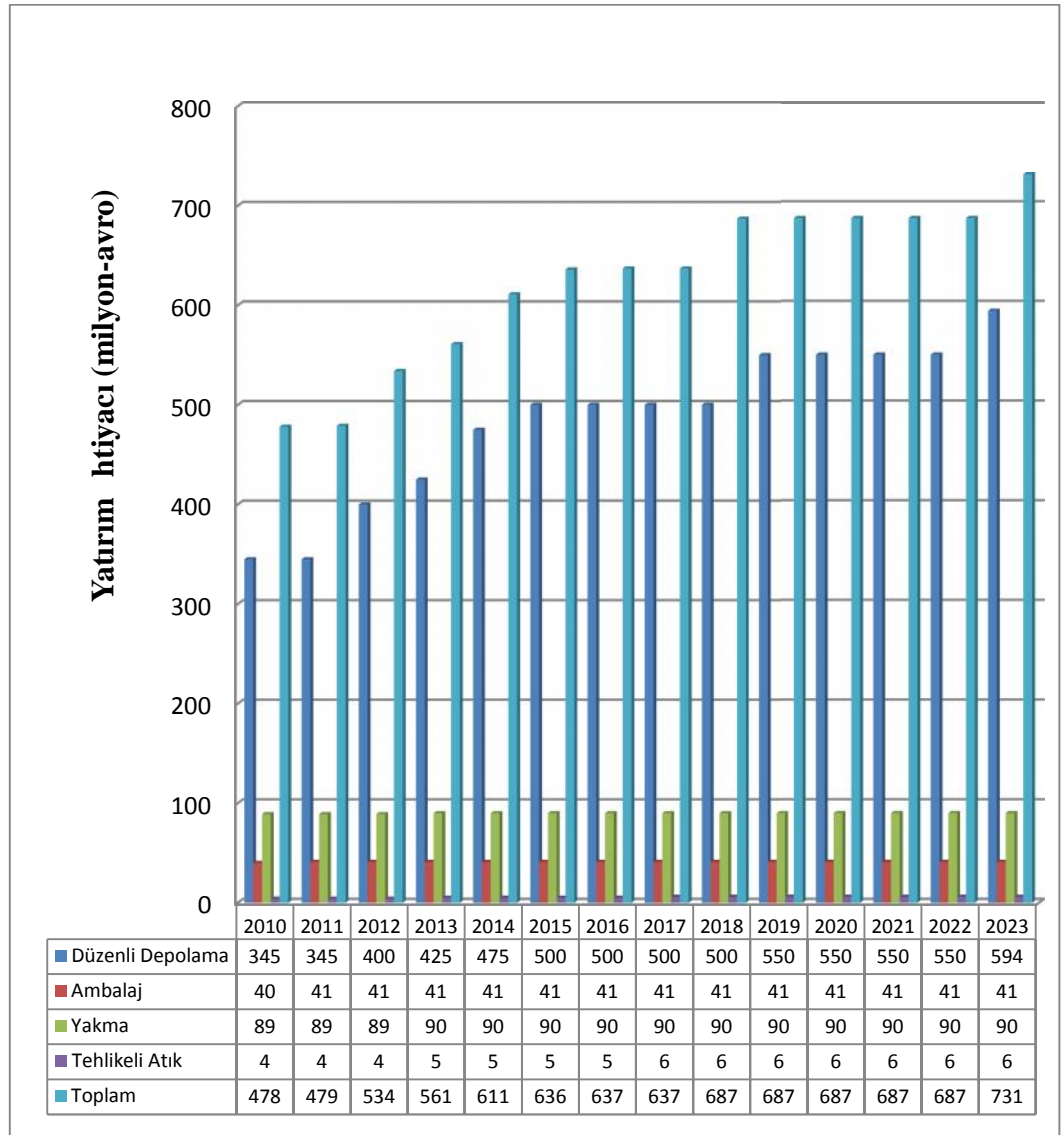
Çizelge 2.6. UÇES kapsamında yer alan amaç, hedef ve stratejiler

Amaç	Hedef
Katı atık üretimi azaltılacaktır	-Katı atık üretimi kayıt altına alınacaktır -Katı Atıkların hacim ve a ırlı ı en aza indirilecektir
Katı atıkların geri kazanımını ve düzenli depolanmasını sa layacak önlemler alınacaktır	-Düzenli depolanabilecek biyobozunur katı atık miktarını azaltmak için gerekli tedbirler alınacaktır. -Katı atık geri kazanım ve bertaraf tesisleri kurulacaktır. -Katı atı ın üretiminden bertarafına kadar denetimi sa lanacaktır.
Ambalaj ve ambalaj atı ının yönetimi konusunda tedbirler alınacaktır	-Ambalaj malzemelerinde, pil, hurda araç ve elektrik ve elektronik ekipmanlarda tehlikeli madde kullanımı en aza indirilecektir. -Ambalaj, yeniden kullanım veya geri kazanıma olanak sa layacak ve çevre kalitesi üzerindeki olumsuz etkisi en aza dü ürülecek ekilde üretilecektir.
Tehlikeli atıkların yönetimi sa lanacaktır	-Katı atık üretimini kayıt altına alınacaktır. -Katı atık geri kazanım ve bertaraf tesisleri kurulacaktır. -Katı atık geri kazanım ve bertaraf tesisleri lisanslandırılacaktır. -Katı atı ın üretiminden bertarafına kadar denetimi sa lanacaktır.
Tıbbi ve özel atıkların yönetimi sa lanacaktır	-Tıbbi ve özel atıklara yönelik uyumlu tırma çalı malarına ba lanacaktır. -Katı atık üretimi kayıt altına alınacaktır. -Katı atık geri kazanım ve bertaraf tesisleri kurulacaktır. -Katı atık geri kazanım ve bertaraf tesisleri lisanslandırılacaktır. -Katı atı ın üretiminden bertarafına kadar denetimi sa lanacaktır. -Katı atıkların hacim ve a ırlı ı en aza indirilecektir.

2.4.2.3. Atık sektörüne ili kin maliyetler

Atık sektörüne ili kin de i ik alanlarda, eski çöplüklerin kapatılmasından tehlikeli atık bertarafına kadar de i ik alanlarda maliyetler yer almaktadır. Atık sektöründe düzenli depolama, ambalaj, yakma, tehlikeli atık yönetimleri konusunda 2010-2023 yılları arasında gerekli olan yatırım ihtiyacı toplamda yakla ık olarak 9 milyon Euro’dur (ekil 2.5). Düzenli depolama için gerekli olan yatırım ihtiyacı %80 gibi büyük bir yüzdeye sahiptir. Bunun sebebi ise organik atıklardan kaynaklanan sızıntı sularını ve küresel ısınmaya olumsuz katkıda bulunan metan gazı salınımını minimize etmektir.

- Eski çöplüklerin kapatılması ve yeni düzenli depolama sahalarının kurulması,
- kili toplama ve geri kazanılabilir atıklar için toplama sisteminin olu turulması,
- Kompost tesislerin kurulması,
- Yakma tesislerinin kurulması,
- n aat ve yıkıntı atıklarının geri kazanılması,
- Karı ık atı ın geri kazanılması, ayrı toplanmı atı ın geri kazanılması,
- Tehlikeli atık aktarma merkezi ve taşıma sistemlerinin kurulması,



ekil 2.5. Atık Sektörü Direktif Bazında Yatırım İhtiyacı (Milyon Avro) (UÇES 2006)

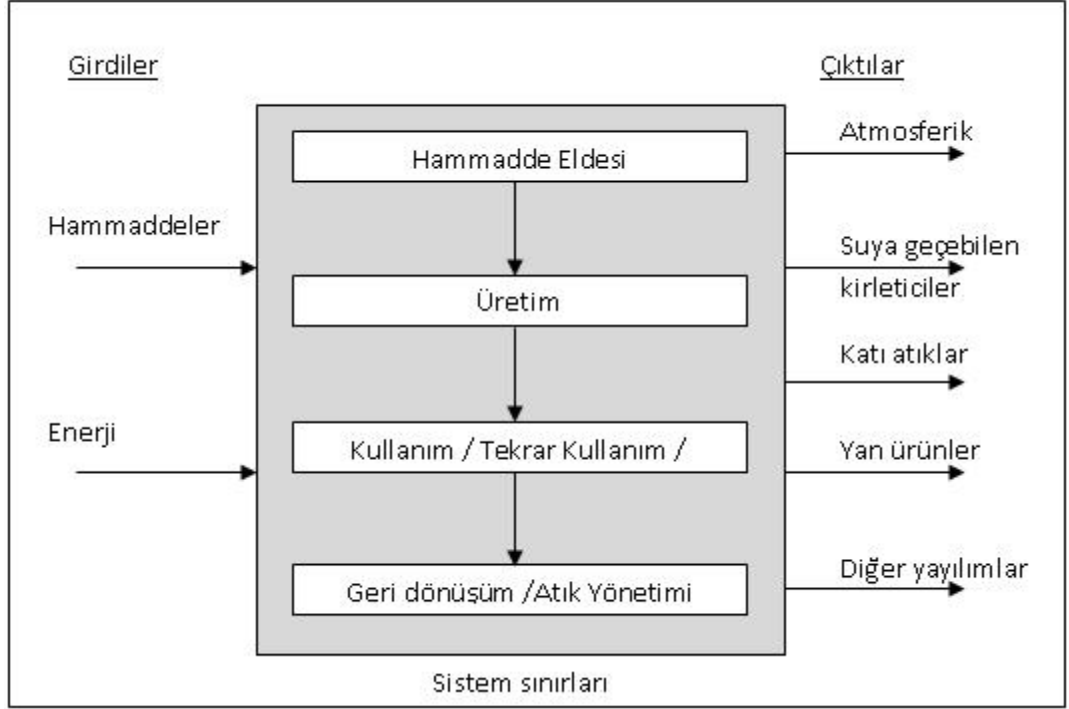
2.5. Hayat Boyu De erlendirme (HBD)

1990'lı yılların sonunda ISO (International Organisation for Standardisation) tarafından ISO 14000 Çevre Yönetim Standartları yayınlanmı ve HBD standartlarının temelleri atılmı tır. Takip eden yıllarda Amaç ve kapsam tanımlamasının ve envanter çalı masının içinde oldu u ISO 14041 (1998), etki de erlendirmenin bulundu u ISO 14042 (2000), yorumlamanın bulundu u ISO 14043 (2000) yayınlanmı tır. En son olarak ise bütün HBD çalı maları için ISO 14044 (2006) yayınlanmı ve HBD çalı maları için uluslar arası bir standart olu turulmu tur (Tan vd 2002).

HBD, bir ürünün çevre ve insan sa lı ı üzerindeki tüm etkilerinin, ekonomik de erlerin de göz önüne alınması artı ile kıyaslanarak en uygun yöntem biçiminin seçilmesidir. Bütünsel bir kavram olan HBD, ham madde üretiminin, üretimin, dağı tımın, kullanımın ve bertarafının yönetimini gerektirmektedir. Tüm bu adımlar bir ürününün ya am döngüsünü olu turmaktadır (Anonim – 39 2006).

Olu an hasarların yönetimi konusundaki temel kategoriler,

- Küresel ısınma
- Asidifikasyon
- Fotokimyasal smog
- Ozon tabakası hasarı
- Ötrofikasyon
- Toksik kirleticiler
- Çölle me
- Minerallerin ve fosil yakıtların azalmasıdır.

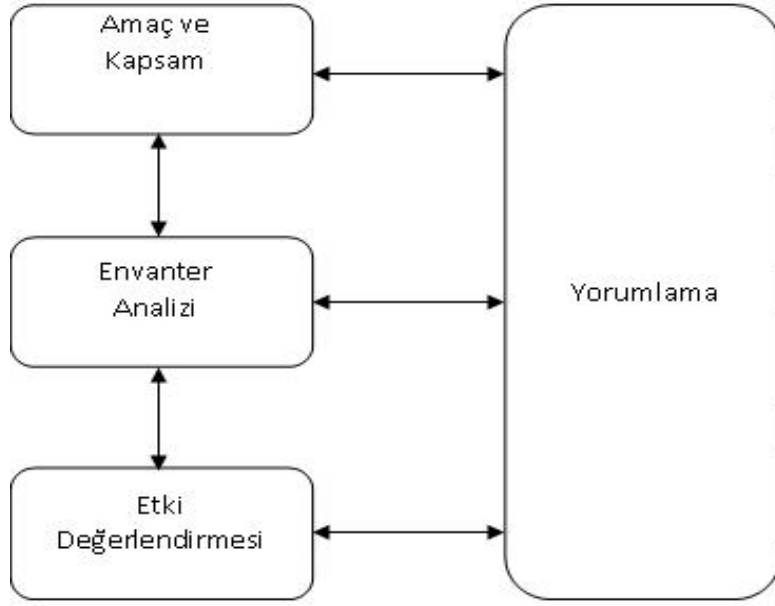


ekil 2.6. Hayat döngüsü a amaları (Anonim - 40 1997)

2.5.1. HBD uygulama a aması

ISO 14040 ve 14044 standartlarına göre HBD, dört ayrı a amadan oluşmaktadır.

- Amaç ve Kapsam (Goal and Scope)
- Envanter Analizi (Inventory)
- Etki De erlendirmesi (Life Cycle Impact Assessment)
- Yorumlama (Interpretation).



ekil 2.7. LCA uygulama a amaları

2.5.2. Amaç ve kapsam

HBD'nin hedef tanımı a amasında; ya am döngüsü de erlendirmesinin amacı, tasarlanan uygulama, çalı manın gerçekte tirilme sebepleri ve hedef kitle (çalı manın sonuçlarının kime iletilece i), üpheye yer vermeyecek ekilde ifade edilmelidir (Anonim 41). Hedef tanımı aynı zamanda sonuçların kullanılmasındaki niyeti ve sonuçların kullanıcılarını da belirtmelidir

2.5.3. Envanter analizi

Bu adım veri toplama ve üretim sisteminin modellenmesi ve bunlara ek olarak da tanımlama ve do rulama a amalarını içermektedir (Bjarnadóttur vd 2002):

- Veri toplama
- Sistem sınırlarını düzenleme
- Hesaplama
- Verilerin geçerlili inin do rulanması

- Spesifik sistem için verileri ili kilendirme
- Verileri payla tırma

Bir envanter analizinde yukarıdaki i lemlerin gerçekte tirilmesi için dört temel a ama bulunmaktadır: (1) de erlendirilecek proseslerin akım diyagramını olu turmak, (2) bir veri toplama planı olu turmak, (3) verileri toplamak, (4) de erlendirme ve sonuçları rapor etmek.

2.5.4. Hayat boyu etki de erlendirmesi (HBED)

Üçüncü a ama olan çevresel etki de erlendirmesinde amaç, küresel ısınma, asidifikasyon, duman, ozon tabakası hasarı, ötrofikasyon, toksik kirleticiler, çölle me, minerallerin ve fosil yakıtların azalması gibi etki kategorilerinin de erlendirilmesidir.

Etki de erlendirme ekoloji, insan sa lı ı ve kaynakların tüketilmesine hitap eder. Yedi temel a aması vardır. Bunlar:

1. Etki kategorilerinin seçilmesi ve belirlenmesi
2. Sınıflandırma
3. Karakterizasyon (niteleme)
4. Normalizasyon
5. Gruplandırma
6. A ırlık atama
7. Sonuçların de erlendirmesi ve rapor edilmesi.

2.5.4.1.Etki kategorilerinin seçilmesi ve belirlenmesi

HBED'nin ilk adımı dikkate alınacak etki kategorilerinin seçimidir. Çok sayıda çevresel kategoriler bulunmasına kar ın, temel ve yaygın kullanılan etki kategorileri Çizelge 2.7' de verilmektedir (Anonim - 40 1997)

Çizelge 2.7. Yaygın kullanılan etki kategorileri (Anonim - 39 2006)

Etki kategorisi	Ölçek	İlişkili HBD verisi	Yaygın karakterizasyon faktörü
Küresel Isınma	Küresel	CO ₂ , NO ₂ , CH ₄ , CFCs, HCFCs, CH ₃ Br	Küresel Isınma Potansiyeli
Stratosferik Ozon Tükenmesi	Küresel	CFCs, HCFCs, Halonlar, CH ₃ Br	Ozon Tüketme Potansiyeli
Asidifikasyon	Bölgesel, Lokal	SO _x , NO _x , HCl, HF, NH ₄	Asidifikasyon Potansiyeli
Ötrofikasyon	Lokal	PO ₄ , NO, NO ₂ , NO ₃ , NH ₄	Ötrofikasyon Potansiyeli
Fotokimyasal Sis	Lokal	Metan olmayan hidrokarbonlar	Fotokimyasal oksit yaratma potansiyeli
Karasal Toksikite	Lokal	Kemirgenler için öldürücü konsantrasyonu rapor edilmiş toksik kimyasallar	LC ₅₀
Sucul toksisite	Lokal	Balıklar için öldürücü konsantrasyonu rapor edilmiş toksik kimyasallar	LC ₅₀
İnsan Sağlığı	Küresel, Bölgesel, Lokal	Havaya, suya ve toprağa olan salınımların toplamı	LC ₅₀
Kaynak Tüketimi	Küresel, Bölgesel, Lokal	Kullanılan minerallerin miktarı Kullanılan fosil yakıtların miktarı	Kaynak tüketme potansiyeli
Alan Kullanımı	Küresel, Bölgesel, Lokal	Depolama tesisine bırakılan atık miktarı	Katı atık

2.5.4.2. Sınıflandırma

Sınıflandırmanın amacı etki kategorileri içindeki HBD sonuçlarının mümkün olduğu kadar birleştirme ve organize etmektir (Anonim-39 2006). Sınıflandırma amaçları, envanter girdi ve çıktı verilerini kategorilere atamayı amaçlamaktadır (Anonim-41 1997). Sadece bir etki kategorisi ile ilişkili envanter verisi için kategoriye atama yapmak kolay iken; iki veya daha fazla etki kategorisi ile ilişkili verilerin atanması karmaşık olmaktadır.

2.5.4.3. Kategorizasyon (niteleme)

Kategorizasyon, envanter sonuçlarını insan sağlığı ve ekolojiye etkilerinin temsil edilebilir göstergelere bilimsel tabanlı bir şekilde dönüştürülmesi ve sonuçların birleştirilmesi için faktörlerin kullanılması amaçlarıdır (Anonim-39 2006).

2.5.4.4. Normalizasyon

Normalizasyon etki kategorileri arasında karılaştırmalar yapabilmek amacıyla etki göstergelerini tarif etmede kullanılmaktadır. Normalizasyon i leminde, gösterge sonuçları seçilmiş bir referans de ere bölünerek normalize edilmektedir. Bu referans de erinin seçiminde çok sayıda yöntem bulunmaktadır (Anonim-39 2006):

- Verilen bir alan (küresel, bölgesel, lokal) için toplam emisyon veya kaynak kullanımı
- Verilen bir alan için ki i ba ı bazında toplam emisyon veya kaynak kullanımı
- Bir alternatifin di erine oranı

2.5.4.5. Gruplandırma

Gruplandırma etki kategorilerini, ilgilenilen özel alanlar için sonuçların daha iyi bir şekilde yorumlanması amacıyla, bir veya daha fazla setlere atama i lemidir. ki yolla gruplandırma i lemi gerçekleştirilmektedir (Anonim-39 2006):

- Göstergeleri, karakteristikler yoluyla (emisyonlar “hava, su” veya konuma “lokal, bölgesel, global”) da ıtmak
- Göstergeleri bir sıralama sistemi yoluyla (yüksek, orta, düşük önem) da ıtmak.

2.5.4.6. A ırlık atama

De er verme olarak da adlandırılan a ırlık atama a ması (weighting) farklı etki kategorilerinin önemine veya ili kisine göre a ırlık veya göreceli de erler verilmesi i lemidir (Anonim-39 2006).

2.5.4.7. Yorumlama

Yorumlama en önemli olan a amadır. Burada en önemli olan LCA'dan ne ö rendi imizdir. Bütün tartı maların tasla ı bu a amada belirlenir. Bazen ba ımsız bir

de erlendirme gerekebilir. HBD alı masının dördüncü a aması olan yorumlama a a ıdaki konuları içermektedir (Anonim-39 2006):

- Önemli çevresel konuların tanımlanması
- Bütünlü ü, hassasiyeti ve uygunluk kontrollerini dikkate alan bir de erlendirme
- Sonuçlar, sınırlamalar ve öneriler

2.5.4.8. Önemli çevresel konuların tanımlanması

Bu a amanın amacı, amaç ve kapsam tanımlanması a amasına uygun olarak önemli konuların belirlenmesi amacıyla envanter çalı masından ve HBED elde edilen bilgileri yapılandırmaktır. Bu a amada, HBD'nin üç temel a amasından elde edilen bilgiler gözden geçirilmekte ve önemli konuların belirlenmesine yardımcı olunmaktadır. Bu a amanın sonuçları HBD alı masının tamlı ını, hassasiyetini ve tutarlılı ını de erlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Önem konularının belirlenmesi de erlendirme a amasına rehberlik etmektedir (Anonim-39 2006).

2.5.5. HBD kullanımı ve araçları

Dünyada çevresel bakı açısıyla en iyi performans gösteren tespitine olanak sa lamak amacıyla birçok HBD yazılım programları kullanılmaktadır. 2006 yılında yapılmı olan bir ara tırmaya göre, uygulayıcıların %58' i PE International tarafından geli tirilen Gabi yazılımını, %31' i PRe Consultant tarafından geli tirilen SimaPro yazılımını ve %11' i di er serileri (ARES, EPIC/CSR(Integrated Solid Waste Management Tools), IWM2(Procter & Gamble: Integrated Waste Management 2), ORWARE, UMBERTO) kullanmaktadır. Yine aynı ara tırma sonuçlarına göre HBD'nin en çok kullanıldı ı alanlar, çalı ma stratejilerinin desteklenmesi (%18) ve R&D (%18), bununla birlikte ürün veya proses dizaynı (%15), e itim(%13) ve etiketleme veya ürün bildirimini (%11) olarak belirlenmi tir (Winkler ve Bilitewski 2007).

2.5.6. Hayat boyu de erlendirme ile ilgili önceden yapılmı çalı malar

Zaman (2010) yaptı ı çalı mada, üç farklı atık arıtım teknolojisini hayat boyu de erlendirme aracıyla analiz etmi tir. Düzenli depolama, yakma ve gazifikasyon - piroliz SimaPro yazılımı ile de erlendirilmi tir. SimaPro yazılımı farklı etki kategorileri için çevresel etkilerin de erlendirilmesinde kullanılabilir. Üç farklı arıtım teknolojisi programda de erlendirildi inde, teknolojilerin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Hayat boyu de erlendirme, atık arıtım teknolojilerinin çevresel etkilerini de erlendirmede kullanılan etkili bir araçtır.

Banar vd (2009) yapımı oldukları çalı mada 1 m² tek pi irimlik yer karosunun çevresel etkilerini “Sima Pro 7” yazılımını kullanarak de erlendirme ve etki indikatörleri olarak abiyotik kaynaklar, küresel ısınma, toksik etki, karasal ekotoksiste, asidifikasyon, ötrofikasyon gibi parametreleri belirlemi lerdir. Her bir etki indikatörü için ayrı grafikler olu turulmu tur. Çalı ma sonucunda elde edilen grafikler de erlendirilerek hangi indikatörün daha fazla etkiye sahip oldu u üzerinde durulmu tur.

Cleary (2009) yapımı oldu u çalı mada hayat boyu de erlendirme programı (LCA), kentsel katı atık yönetim sistemlerinin çevresel performanslarını de erlendirmede kullanımı tir. Bu çalı mada 2002-2008 yılları arasında yayınlanan 20 bildiri sürece dayalı yakla ım yoluyla, kar ıla tırmalı olarak de erlendirilmi tir. Çalı ma kapsamında hayat boyu de erlendirmede yer alan özellikler sıklıkla kullanılmı tir. Bunlar; veri kaynaklarının tipi, çevresel etki kategorileri, etki a ırlı ı, ekonomik de erlendirme, hassasiyet analizi, ve HBD bilgisayar modeli. Ayrıca net enerji kullanımı, küresel ısınma potansiyeli, ve asidifikasyon potansiyeli gibi de erler de kentsel katı atık yönetim sistemlerinin kar ıla tırılmasında kullanılmı tir.

Feo ve Malvano (2009) yapımı oldukları çalı mada çe itli EKAY senaryolarının i letilmesi durumunda (güney talya'da) elde edilen 11 çevresel etki kategorisi üzerinde durmu lardır. Senaryolar katı atıkların de i ik geri dönü üm oranları ile çe itlenmi tir,

farklı bertaraf yöntemleri de erlendirilmemi tir. Yapılan HBD çalı malarında WISARD programı kullanılmı tir.

Zaman (2009) yaptı ı çalı mada, farklı atıktan-enerji teknolojilerini hayat boyu de erlendirme programını kullanılarak potansiyel çevresel etkilerini analiz etmeyi amaçlamı tir. Depolama, yakma, piroliz-gazifikasyon, ve anaerobik çürütme gibi dört farklı atık arıtım teknolojisi kar ıla tırılmı tir. Yapılan analizler sonucunda, piroliz-gazifikasyon ve anaerobik çürütme'nin kentsel katı atık yönetimi için en uygun seçenek oldu u belirlenmi tir.

Banar vd. (2008) yapımı oldukları HBD çalı masında, Eski ehir kentinde uygulanabilecek katı atık yönetim senaryolarını SimaPro7 programı ile de erlendirmi lerdir. Bu kapsamda be de i ik yönetim senaryosu (Toplama ve ta ıma, elektrik enerjisi, geri dönü üm ve madde geri kazanımı, kompost ve yakma) olu turarak altı etki kategorisi (abiyotik kaynakların tükenmesi, iklim de i ikli i, toksisite, asidifikasyon, ötrofikasyon ve fotokimyasal oksidasyon) altında bu senaryoların kar ıla tırılması yapılmı tir. Çalı ma sonucunda ise, bu senaryoların çevresel etkilerinin ara tırıldı ı bunun yanında karar verme sürecinde, katı atıkların sosyal ve ekonomik etkilerinin de incelenmesinin yapılabilece i üzerinde durulmu tur.

Harri vd (2008) yaptıkları çalı mada atık yönetim planlaması için yeni bir hayat boyu de erlendirme programı (WAMPS) yer almakta ve örnek çalı manın (Tallinn Belediyesi, Estonya), sonuçları özetlenmektedir. Çalı manın amacı, farklı atık yönetim sistemlerini ya am döngüsü yoluyla de erlendirmek, bunu yaparken de kentsel katı atık yönetimi için optimal seviyeyi belirlemek (halk sa lı ı, çevresel ve ekonomik etkiler) ve çözüm elde etmektir. Örnek çalı manın sonuçlarına göre, mevcut atık yönetiminde katı atıkların büyük bir yüzdesi depolanmakta, bu da yüksek seviyede çevresel etkiye neden olmaktadır. Tallinn Belediyesi için en uygun (optimum) senaryo geri dönü ümün yakma ile kombine olarak kullanılmasıdır. Bu senaryo AB atık direktifi gerekliliklerinin yerine getirilmesini de sa layacaktır.

Liamsanguan vd (2008) yaptıkları çalı mada hayat boyu de erlendirme programını kentsel katı atık yönetim sistemlerinin, çevresel bütün etkileri belirlemede ve potansiyel çevresel etkileri de erlendirmede kullanı mlardır. Çalı mada Phuket, Thailand'daki mevcut katı atık yönetim sistemi için iki metod kullanılmı tır; (1) enerji geri kazanımsız depolama, (2) enerji geri kazanımlı yakma. Kullanılan iki metod, enerji kullanımı ve sera gazı emisyonları bakımından kar ıla tırılmı tır. Enerji geri kazanımlı yakma hayat boyu de erlendirme perspektifinden bakıldı ında depolamaya göre üstünlük göstermektedir; ancak metan geri kazanımı ve enerji üretimi sa landı ı taktirde depolama daha üstün hale gelmektedir. Bu çalı mada kentsel katı atık yönetim sistemlerinin performanslarıyla ilgili genel bir tablo verilmektedir.

Rigamenti vd (2008) yapımı oldukları hayat boyu de erlendirme (HBD) çalı masında entegre evsel katı atık yönetim sistemi çerçevesinde enerji ve madde geri kazanımı ve kayna ında ayrılmı maddelerin (ambalaj ve organik) geri kazanımı ve kalıntılardan enerji eldesi hakkında incelemeler yapımı lardır. Bu kapsamda HBD a amalarını tanımlamı ve SimoPro7 programını kullanımı lardır. İlk olarak madde geri kazanımının hayat boyu de erlendirmesi uygulamasını yaparak bu a amada madde akı ı, enerji tüketimi ve emisyonlarını de erlendirmeye almı lardır. Bunun sonucunda geri dönü üm verimlili i, kümülâtif enerji ihtiyacı ve çevresel etki indikatörlerini belirlemi lerdir. İkinci olarak ise, kalıntı atıklardan enerji elde edilmesinin hayat boyu de erlendirilmesini yapımı lar ve bu a amada envanter ve ana hipotezleri belirlemi lerdir. Bunun sonucunda da kümülâtif enerji ihtiyacı ve çevresel etki indikatörlerini tespit etmi lerdir.

Wanichpongpan vd (2007) yaptı ı çalı mada, Tayland'da bulunan katı atık depolama sahasından kaynaklanan depo gazı emisyonlarının azaltılarak ya da engellenerek, enerji kazanımı sa lanması konusunda analizler yapımı tır. Çalı ma sonuçlarına göre sera gazı salınımı açısından, depo gazlarının geri kazanımı büyük etki göstermektedir. Çalı mada depo gazından enerji üretimi konusu hayat boyu de erlendirme yakla ımıyla irdelenmi tir.

Hong vd (2006) yapımı oldukları çalı mada, Pudang (Çin) kentinde biyolojik-mekanik arıtma (BMA) uygulayarak entegre evsel katı atık yönetim eklini olu turmu lardır. Bu çalı ma kapsamında 3 farklı BMA (BMA-kompost, BMA-yakma, BMA-depolama) prosesinin hayat boyu de erlendirilmesi yapılmı ve çevresel etki potansiyelleri kar ıla tırılmı tır. Bu ara tırmalar yapılırken evsel katı atık nem içeri i (%50-60), en dü ük kalorifik de eri (1000 kcal/kg) ve enerji akı ı tespit edilmi tir.

Hayat boyu de erlendirmeye yönelik incelenen çalı malarda genellikle katı atık yönetimi için senaryolar olu turulmu ve bu senaryoların belli etki kategorileri için birbirlerine göre çevresel ve ekonomik açıdan kıyaslamaları yapılarak en uygun olan senaryo ve en uygun bertaraf yöntemi belirlenmi ve katı atık yönetimi için altlık olu turulmu tur.

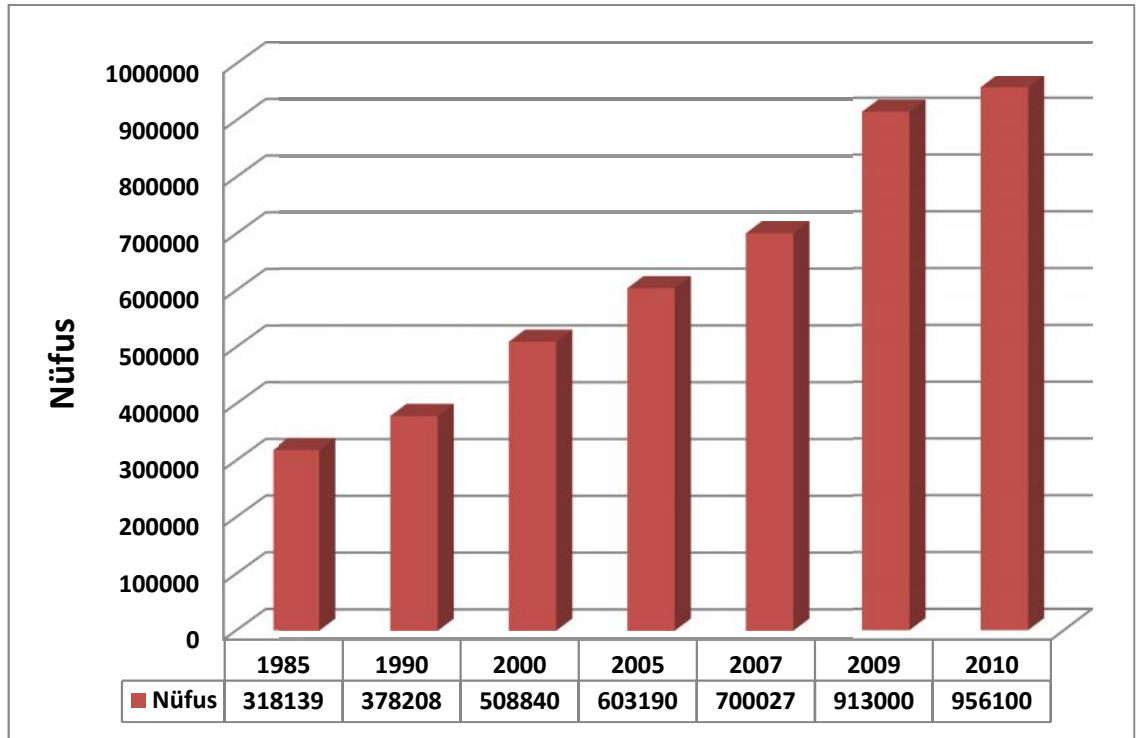
Yürütölen bu tez çalı masında, bile en belirleme çalı masında elde edilen atık kompozisyonları ve deneysel çalı malarda bulunan veriler karar verme açısından en çok tercih edilen ve olumlu sonuçlar alınan hayat boyu de erlendirme programında kullanılmı tır. Kentsel katı atık yönetim sistemlerinin belirlenmesinde karar verme açısından, HBD programı incelenen çalı malarda dikkate alındı ında olumlu sonuçlar vermektedir.

Muratpa a lçesi'nin katı atık yönetiminin ne ekilde olaca ını belirlemek amacıyla, senaryolar geli tirilerek programda uygulanmı tır. Programda bulunan etki kategorileri (küresel ısınma, asidifikasyon, fotokimyasal smog, ozon tabakası hasarı, ötrofikasyon, toksik kirleticiler, çölle me, mineral ve fosil yakıtlar) sayesinde her bir senaryonun olumlu ve olumsuz yönleri belirlenerek, senaryoların Muratpa a lçesi için uygulanabilirli i tartı ılacaktır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

Antalya'nın nüfusu hem turistik bir bölge olma açısından hem de en fazla iç göç alan bir şehir olmasından dolayı 1985-2010 yılları arasında önemli miktarda artmıştır. Nüfustaki artış miktarı ekil 3.1'de görülmektedir. 640 km'lik kıyı eridine sahip olan Antalya ili'nin nüfusunun %85'i kıyı kesiminde yaşamakta, özellikle kıyı alanlarının turizm bölgesi olarak ilan edilmesinden dolayı turistik tesisler ve ikincil evler bu alanlarda yoğunlaşmaktadır. Nüfus artışına paralel olarak üretilen katı atık miktarı da önemli ölçüde artmış olup bu artışın önümüzdeki yıllarda da devam etmesi beklenmektedir.



ekil 3.1. Antalya ili Nüfus Değişimi (TÜİK, 2010)

Antalya kentinin merkez nüfusu beş ilçede yaşamaktadır. Kepez, Konyaaltı, Muratpaşa, Aksu ve Döğemealtı. İlçelerin haritadaki konumu ekil 3.2'de nüfus ve yüzölçümleri ise Çizelge 3.1'de yer almaktadır.



ekil 3.2.Antalya Kent Haritası

Çizelge 3.1. İlçelerin Nüfus ve Yüzölçümleri (TÜ K, 2010)

LÇE ADI	NÜFUS (2010)	ORAN (%)	YÜZÖLÇÜMÜ (km ²)
Kepez Belediyesi	399.006	39,85	403,7
Muratpa a Belediyesi	416.576	41,60	92,0
Konyaaltı Belediyesi	112.647	11,25	562,4
Aksu Belediyesi	45.094	4,50	440,0
Dö emealtı Belediyesi	27.995	2,80	673,1
Antalya Merkez Toplam	1.001.318	100,00	2171,2

Çizelge 3.1’den de görüldü ü üzere 2010 yılı itibari ile Muratpa a İlçesi hem en fazla nüfusa hem de nüfus yo unlu una sahip ilçedir. En fazla yüzölçümüne sahip ilçe ise Dö emealtı Belediyesi’dir. Tez çalı ması kapsamında gerçekleştirilen karakterizasyon çalı masında, Muratpa a Belediyesi en fazla nüfusa sahip olmasının yanı sıra nüfus yo unlu unun da yüksek olması nedeniyle tercih edilmi tir.

3.1.1. Katı atıkların toplanması

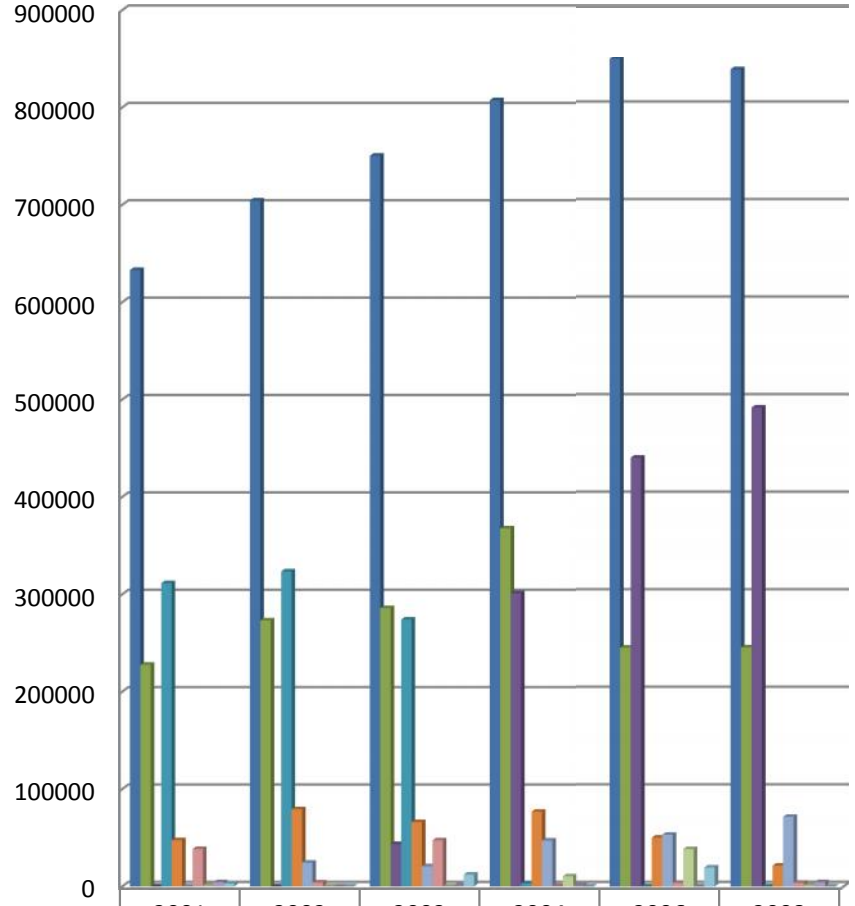
Ülkemizde katı atıklarının toplanması, taşınması ve insan sağlığına zarar vermeden bertarafına ilişkin yükümlülük yetki ve sorumluluklar belediyeler ile büyük şehir belediyelerine verilmiştir. Katı atıkların toplama işlemleri dikkatli bir şekilde planlanmalıdır; çünkü katı atık yönetiminde çöplerin taşınması işlemi en büyük maliyet kısmını oluşturmaktadır. Antalya ilçe ve belde belediyelerinde kentsel katı atıklar (KKA) vatandaşlar tarafından kaldırım kenarlarında bulunan konteynırlarda biriktirilmektedir. Belediyeler tarafından firma aracılığı ile çöp toplama hizmeti vermektedir. Toplanan katı atıklar Kızıllı Düzenli Depolama sahasında bertaraf edilmektedir.

3.1.2. Katı atıkların bertarafı

Toplanan atıklar Kızıllı Düzenli Depolama sahasında düzenli ve kontrollü olarak depolanmaktadır. Antalya Büyükşehir Belediyesi katı atık düzenli depolama sahası toplam 100 hektar alan üzerine kurulmuş ve 30 yıl kullanım ömrü ile projelendirilmiştir. Antalya Büyükşehir Belediyesi hudutları içerisinde yaz aylarında günlük 1650 ton, kış aylarında ise 1175 ton civarında katı atık oluşmaktadır (Batı, 2010).

Katı atık düzenli depolama sahası kent merkezinden yaklaşık 30 km mesafededir. Alana ulaşım 2 farklı güzergâhtan sağlanabilmektedir. Birinci güzergâh; Antalya-Varsak-Hötüler güzergahı olup toplam mesafe 27 km'dir. İkinci güzergâh ise, yeni Isparta yolu – Hasırlık güzergahı olup, toplam mesafe 34 km'dir. Kızıllı katı atık düzenli depolama tesisinde 5 merkez ilçe belediyesinden ve çevre ilçe belediyelerinin evsel nitelikli katı atıkları düzenli depolama yöntemiyle bertaraf edilmektedir (Batı, 2010). Bertaraf yöntemleri şekil 3.3'de yer almaktadır. Şekil 3.3'de görüldüğü üzere düzensiz olarak depolanan katı atıklar, 2003 yılından itibaren düzenli olarak depolanmaya başlanmıştır. Kompost tesisine giden atık miktarında artış görülmektedir. Yıllara göre vahşi ve düzensiz bertaraf yöntemleri azalma göstermektedir.

Atık Miktarı (ton/yıl)

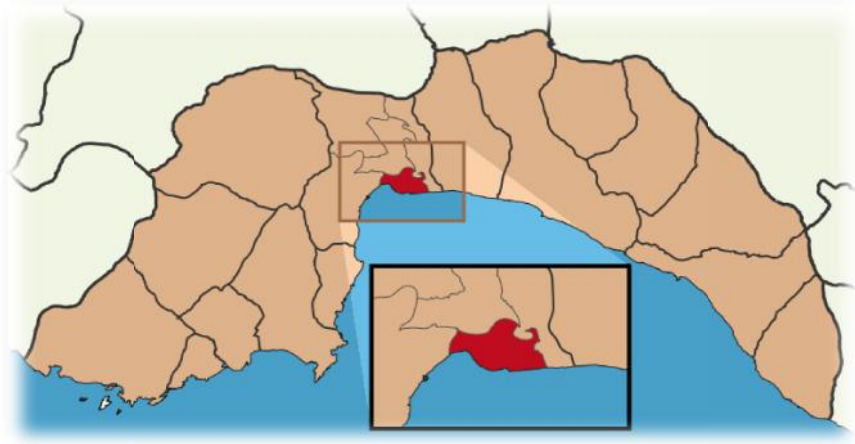


	2001	2002	2003	2004	2006	2008
■ Toplam Atık Miktarı (Ton/Yıl)	633111	704507	750474	807527	848662	837728
■ Belediye Çöplüğü	227657	273211	285835	367720	244757	245002
■ Düzenli Depolama	0	0	43514	301145	439565	490912
■ Büyükşehir Belediye Çöplüğü	311483	323537	274081	3161	0	0
■ Başka Belediye Çöplüğü	47500	79235	66029	76709	50001	21307
■ Kompost Tesisi	0	24464	20723	47158	53016	71348
■ Gömme	38386	4023	47330	436	3641	3707
■ Açıkta Yakma	855	0	0	10414	38298	1060
■ Dereye Dökme	4393	0	782	784	0	4392
■ Diğer	2837	37	12180	0	19384	0

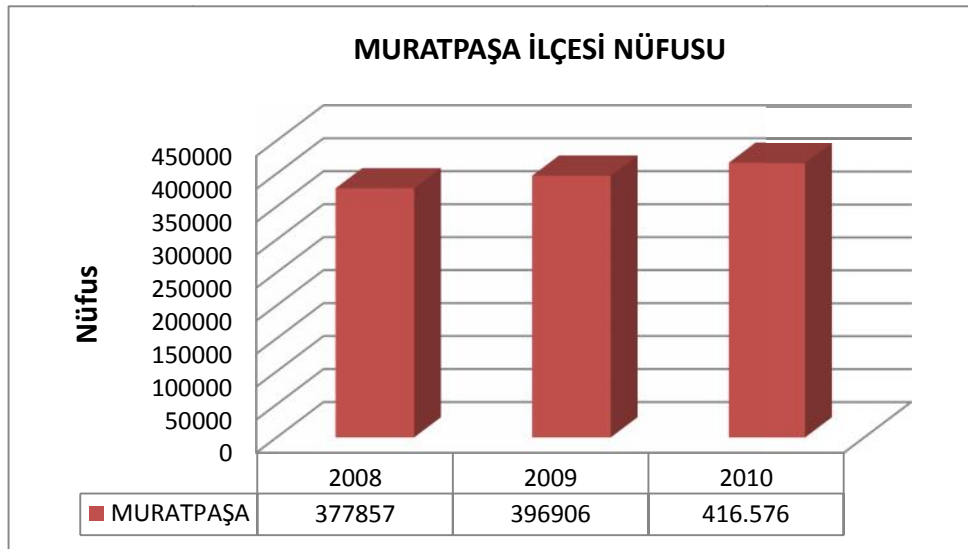
ekil 3.3. Atık bertaraf yöntemleri (TÜ K, 2008)

3.2. Muratpaşa İlçesi

Muratpaşa, Antalya'nın en fazla nüfusuna ve nüfus yoğunluğuna sahip ilçesidir. Toplam nüfusu 2010 itibarıyla 416.576'dır. 56 mahallesi vardır. 92 km²'lik alana sahiptir. Kaleiçi başta olmak üzere Antalya'nın ilk yerleşim yerleri Muratpaşa'da yer almaktadır. İlçenin harita üzerindeki konumu ekil 3.4'de, nüfus gelişimi ise ekil 3.5'de yer almaktadır.



ekil 3.4. Muratpaşa İlçesi haritası



ekil 3.5. Muratpaşa İlçesi nüfus gelişimi

3.2.1. Muratpa a İlçesi sosyoekonomik sınıflandırma

Büyük ehir belediyesi ile yapılan görüşmeler ve belediyenin örnek alma noktaları esas alınarak Muratpa a Belediyesi sınırları içerisinde Yüksek, Orta, Düşük ve Çar 1 olmak üzere dört farklı gelir seviyesine sahip bölgelerden örnekler toplanmıştır. Haziran 2011 tarihi itibarıyla gelir seviyeleri ve örneklerin toplandığı mahalleler Çizelge 3.2’de yer almaktadır.

Çizelge 3.2. Muratpa a Belediyesi gelir gruplarının mahallelere göre dağılımı

Gelir Seviyesi	Muratpa a Belediyesi
Yüksek Gelir Seviyesi	İrinyalı Mahallesi Fener Mahallesi Güzeloba Mahallesi
Orta Gelir Seviyesi	Meltem Mahallesi Bahçelievler Mahallesi
Düşük Gelir Seviyesi	Yeşildere Mahallesi
Çar 1	Bankalar Caddesi İplikler Caddesi

Muratpa a Belediyesi ilçe sınırlarından alınmış olan toplam 85 adet çöp poşetinin atık karakterizasyonu yapılmıştır. Örnekler alınırken, her bir örneğin üzerine ait olduğu bölgenin baş harfi ve kaçınıcı örnek olduğu beliren etiketler yapılmıştır.

3.2.2. Bileşen belirleme çalışması

Ülkemizde katı atıkların toplanması, taşınması, geri kazanılması ve bertarafına ilişkin yükümlülükler 5393 sayılı Belediyeler Kanunu ve 5216 sayılı Büyük ehir Belediyeleri Kanunu ile Belediyeler ve Büyük ehir Belediyelerine verilmiştir. Bertaraf yöntemlerinin belirlenmesinde evsel atığın miktarının ve niteliğinin bilinmesi kilit rol oynamaktadır. Katı atık karakterizasyonu, atık miktarının ve niteliğinin belirlenmesi esastır. Bu esasa göre katı atık yönetim sistemi içerisinde yer alacak tesislere ve bu tesislerin kapasitelerine karar verilir. Katı atık karakterizasyonu, mevsime, bölgeye, ve sosyo-ekonomik duruma göre değişiklik gösterdiği için belli sıklıkta ve farklı noktalarda yapılabilir (Ç. 3.B).

Tez çalı ması kapsamında gerçekte tirilen bile en belirleme çalı malarında Çevre ve ehircilik Bakanlı ı'nın yayınlamı oldu u Çizelge 3.3'deki katı atık bile en madde grupları esas alınarak katı atıklar sınıflandırılmı tır.

Çizelge 3.3. Katı atık bile en madde grupları

KATI ATIK B LE ENLER MADDE GRUPLARI	
Katı Atık Bile enleri	
Mutfak Atıkları	Yemek Artıkları, Ekmek, Sebze, Meyve
Kâ ıt	Gazete, Dergi, Defter
Karton	Süt Kutusu, Meyve Suyu Kutusu, Tetrapak
Hacimli Karton	Karton Kutular
Plastik	Tüm Plastikler
Cam	Cam i e, Cam Bardak, Kavanoz
Metal	Teneke Kutu, Çatal, Bıçak
Hacimli Metal	Metal Dolap, Masa vs.
Atık E.E.E.	Telefon, Radyo vs.
Tehlikeli Atık	Pil, Boya Kutusu, Deterjan Kutusu
Park Ve Bahçe Atıkları	Dal, A aç Parçası, Çim vs.
Di er Yanmayanlar	Ta , Kum, Toz, Seramik
Di er Yanabilenler	Kuma , Çocuk Bezi, Ayakkabı, Terlik,
Di er Yanabilir Hacimli Atıklar	Mobilya, Tahtadan Yapılmı Malzemeler

Katı atık örnekleme çalı ması yaz mevsiminde, Haziran ayında Muratpa a lçesi'nde gerçekte tirilmı tır. Çalı malar esnasında Muratpa a lçesi dü ük, orta, yüksek gelir seviyesi ve çar ı bölgesine ayrılarak atıklar toplanmı tır. Sabah erken saatte bir toplama aracı ile birlikte örnekler önceden gelir seviyesi belirlenmi bölgelerden toplanmı tır. Her konteynerden o konteyneri temsil etmesi açısından 1 çöp po eti alınmı ve po etlerin üzerine etiket yapı tırılarak po etin kaçınıcı po et oldu u ve hangi gelir seviyesine ait bölgeden alındı ı gibi bilgiler yazılmı tır (ekil 3.6).

Toplanan örnekler mühendislik fakültesi laboratuvar binasının yanındaki bo alana aktarılarak örnekleme çalı ması yapılmı tır. Her gelir seviyesinden toplanan po etlerin tek tek tartımları yapıldıktan sonra açılarak ortaya bo altılmı ve üzerine madde grupları yazılmı olan kovalar yardımıyla atıklar sınıflandırılmı tır. Atıklar Çevre ve ehircilik Bakanlı ı'nın belirtti i ekilde sınıflara ayrılmı tır. Örnekleme çalı ması tamamlandıktan sonra organik atı ın fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla deneysel çalı malar gerçekte tirilmı tır.

Örnekleme çalı maları ekil 3.6’da yer almaktadır.

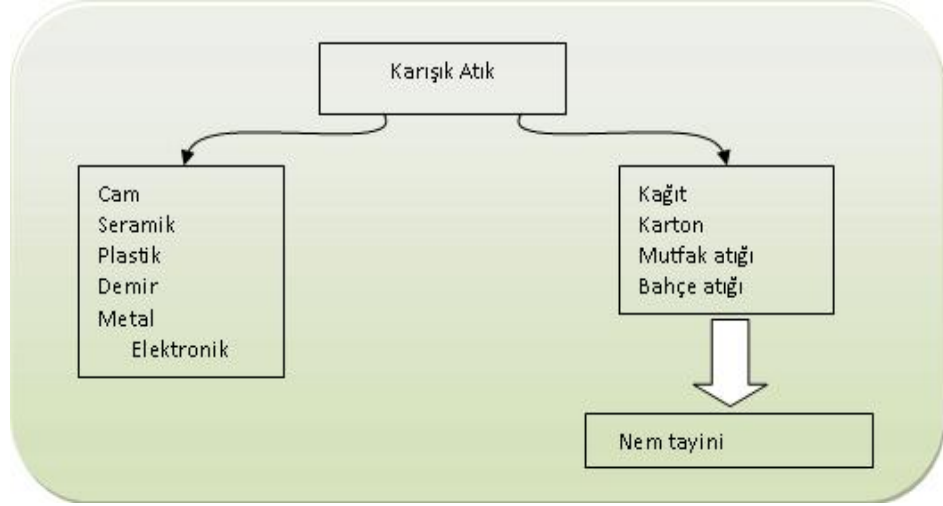


ekil 3.6. Karakterizasyon (sınıflandırma) çalı maları

3.3. Deneysel Çalı malar

3.3.1. Nem tayini

Karakterizasyon çalı ması ile ayrılmı olan kâ it, karton, mutfak ve bahçe atıkları blender ile parçalandıktan sonra TS 10459 sayı 10.11.1992 tarihli “*Atıklar ve Katı Atıklarda Rutubet Tayini*” Standardı esas alınarak nem tayini yapılmı tır. ekil 3.7’de nem tayini yapılması öngörülen atık grupları tematik olarak gösterilmektedir.



ekil 3.7. Atıklar ve Katı Atıklarda Rutubet Tayini (TS 10459)

Atık örnekleri etüvde (Nüve, FN500) 75 °C ortam ko ullarında 48 saat bekletildikten sonra sabit tartıma getirilerek kütle ölçümleri yapılmı tır (ekil 3.8).



ekil 3.8. Nem tayini çalı maları

3.3.2. Ö ütleme ve parçalama

Karakterizasyon çalı ması sonucunda 16 ayrı sınıfa ayrılan atıkların, organik kısmından (mutfak atıkları, bahçe atıkları, ve kâ ıt) elde edilen numuneler ilk a amada blender ile daha sonra, ö ütücü (IKA MF10) ile parçalanmı lardır (ekil 3.9). Ö ütücüde parçalanan atıklar, 3 mm, 1 mm ve 0,5 mm eleklerden elenerek daha küçük

parçalara ayrılmı lardır. Elde edilen ö ütlümü toz halindeki atıklar saklama kaplarına konularak muhafaza edilmi tir.

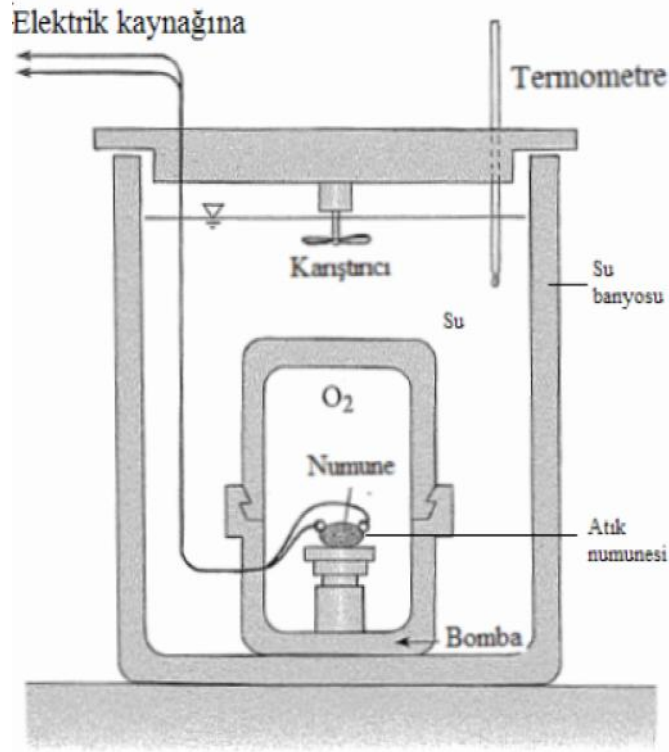


ekil 3.9. Atıkların ö ütlmesi

3.3.3. Isıl de er tayini

Kalorimetrik ölçüm, karı ık atıkların ısıl de erlerini belirlemede kullanılan, genel kabul görmü bir metottur. ekil 3.10'de bomba kalorimetrenin ematik bir görüntüsü verilmi tir. Bomba, paslanmaz çelikten yapılmı bir hücredir ve düzenek içerisinde ayrı bir kap olarak vidalanarak yerle tirilir. Hücre içerisinde, yakılacak atı ın yerle tirilece i bo bir yer mevcuttur. A ırlı ı bilinen numune, örne in içinden elektrik akımı ile ate lemeyi sa layacak direnç telin geçirildi i toz veya tablet halindeki kömür, bomba içerisinde yerle tirilir ve bombanın di er yarısı vidalanarak kapatılır. Bomba içine yüksek basınç altında oksijen enjekte edilir ve bomba bir su banyosu içine konulur.

Çelik hücre içerisindeki madde yakılır ve bomba ısınır. Sudaki sıcaklık artı ı cihaz tarafından ölçülür ve cihaz zamana ba lı olarak bu de eri kalori cinsinden verir. Bu sayede maddenin ısıl de er içeri i ölçülür (Anonim-2).



ekil 3.10. Atık ın ısısal de erini ölçmek için kullanılan bomba kalorimetre eması

Karakterizasyon çalışması ile ayrılmış olan mutfak ve bahçe atıkları ilk a amada blender ile daha sonra, öğütücü (IKA MF10) ile parçalanmışlardır. Öğütücüde parçalanan atıklar, 3 mm, 1 mm ve 0,5 mm eleklerden elenerek daha küçük parçalara ayrılmışlardır. Hazırlanmış olan atık örneklerinden her biri yaklaşık 0,5 gram olacak şekilde numuneler tartılmıştır.

Alınan numuneler IKA C200 Bomba kalorimetrenin, kuvarz yakma krozesine, kroze de kalorimetre bombasının içerisine yerleştirilmiştir. Bombanın içerisinde oksijen yüklemesi yapılarak ölçüme hazır hale getirilmiştir. Bomba kalorimetre su haznesine yaklaşık 2 litre su eklendikten sonra kapı kapatılmış ve yaklaşık 17 dakika yakma işlemi için beklenmiştir. Yakma işlemi tamamlandıktan sonra söz konusu atık içeriği bomba kalorimetrenin ekranından okunmuştur. ekil 3.11’de ısısal de er analizi çalışmalarının foto rafları gösterilmektedir.



ekil 3.11. Atı ın ısıl de erini ölçmek için kullanılan bomba kalorimetre

3.3.4. pH tayini

Karakterizasyon çalı ması ile ayrılmı olan mutfak ve bahçe atıkları ilk a amada blender ile daha sonra, ö ütücü (IKA MF10) ile parçalanmı lardır. Ö ütücüde parçalanmış atıklar, 3 mm, 1 mm ve 0,5 mm eleklerden elenerek daha küçük parçalara ayrılmı lardır. Hazırlanmı olan atıklarda, TS 12072 sayı 03.09.1996 tarihli “Katı Atıklarda pH Tayini” metodu esas alınarak pH tayini yapılmı tır.

10 ml damıtık su konulmuş beherde 1 gr örnek ilave edilerek hazırlanan süspansiyon 5 dakika boyunca manyetik karı tırıcıda karı tırılmı tır. pH ölçümü pH 330i el pH metresi ile gerçekleştirilmiştir. pH tayini ile ilgili laboratuvar çalı malarının foto rafları ekil 3.12’de, yer almaktadır.



(a)



(b)

ekil 3.12. pH tayini çalı maları

3.3.5. A ır metal analizleri

Toz haline getirilmi olan katı atık örneklerinden 10 gr'lık numuneler hazırlanarak kaplara konulmu (ekil 3.13) ve a ır metal analizlerinin yapılması amacıyla TÜB TAK-MAM'a gönderilmi tir. Analizi yapılan a ır metaller; Bakır (Cu), inko (Zn), Kadmiyum (Cd), Kur un (Pb), Nikel (Ni),Toplam Krom (T. Cr).

3.3.6. Elementel analizler

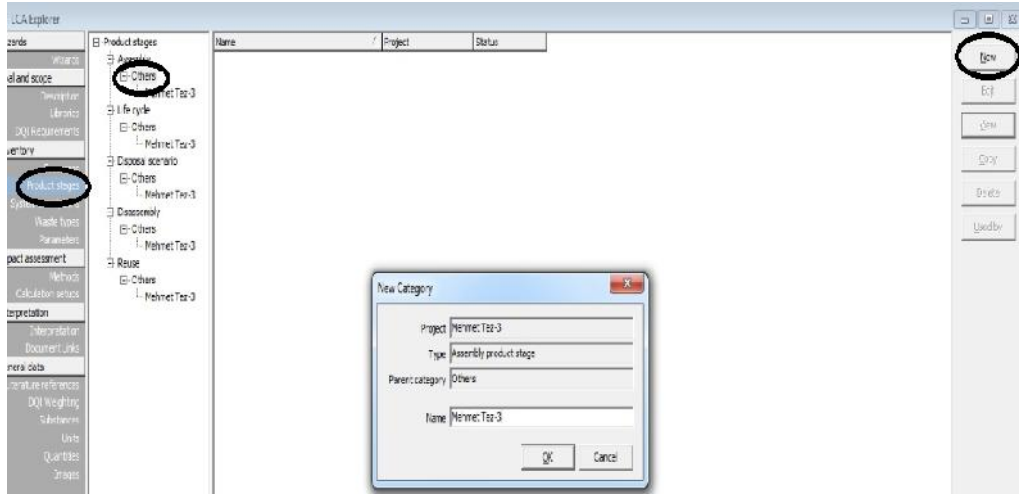
Toz haline getirilmi olan katı atık örneklerinden 10 gr'lık numuneler hazırlanarak kaplara konulmu (ekil 3.13) ve elementel analizlerinin yapılması amacıyla TÜB TAK-MAM'a gönderilmi tir. Analizi yapılan elementler; Azot (N), Hidrojen (H) Karbon (C), ve Kükürt (S) 'tür.



ekil 3.13. Katı atık numuneleri

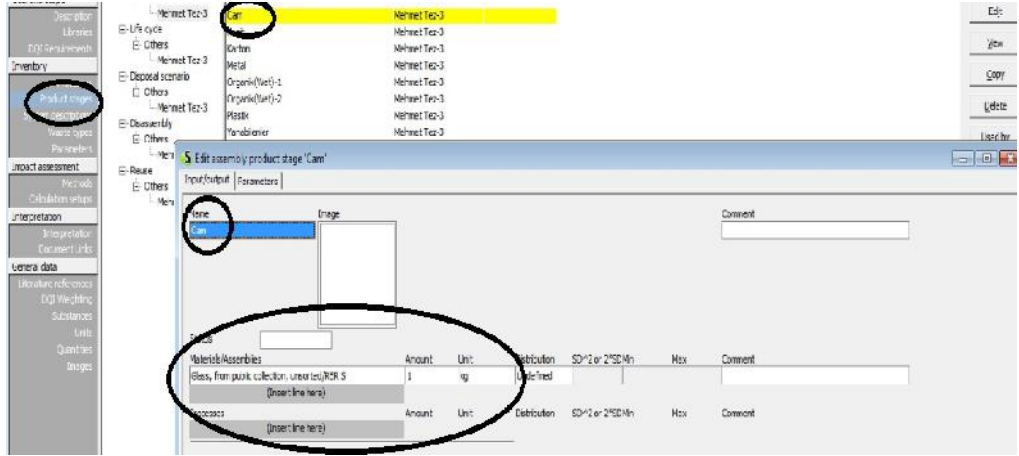
3.4. Hayat Boyu Değerlendirme Programının Uygulama Amaçları

Tez çalışmasında kullanılan HBD programının uygulama amaçları bu kısımda özetlenmiştir. İlk amaç olarak yeni bir proje oluşturulmuştur (ekil 3.14).



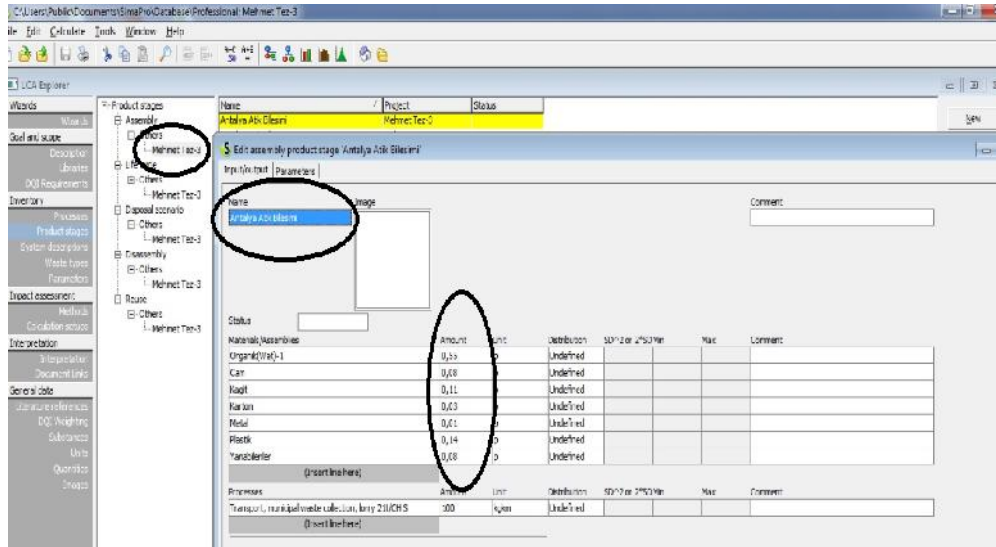
ekil 3.14. Simapro 7’de yeni proje oluşturulma

İkinci amaç olarak bileşen belirleme çalışmasında elde edilen atık bileşenleri, program veri tabanından seçilerek projenin içine eklenmiştir. ekil 3.15’de görüldüğü üzere atık bileşenlerinden olan cam projeye eklenmiştir.



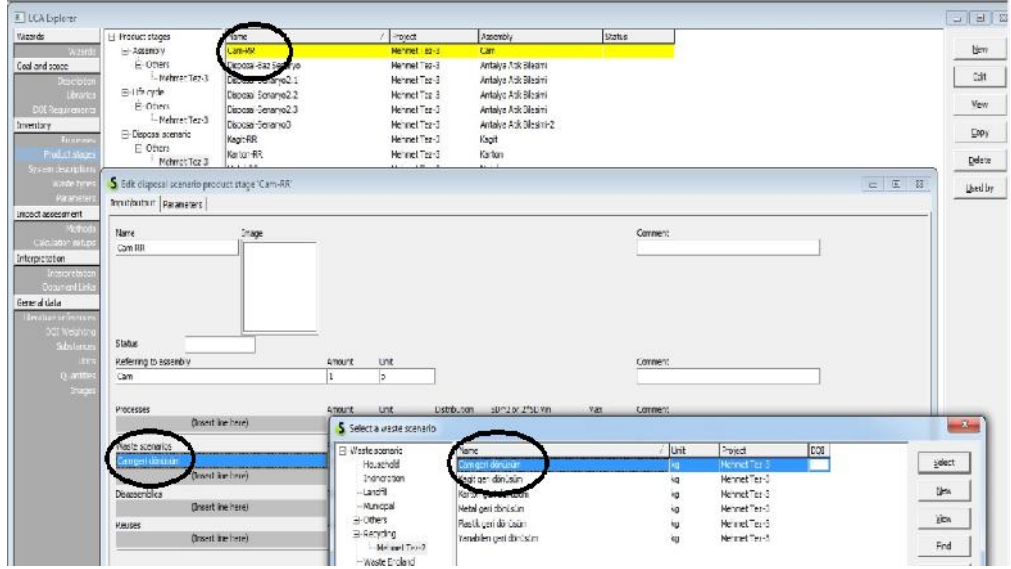
ekil 3.15. Atık bile enlerinin programa girilmesi

Üçüncü a amada bile en belirleme çalı masında elde edilen atık bile enlerinin yüzdeleri, Antalya atık bile imi adı verilen projenin içine eklenmi tir (ekil 3.16).



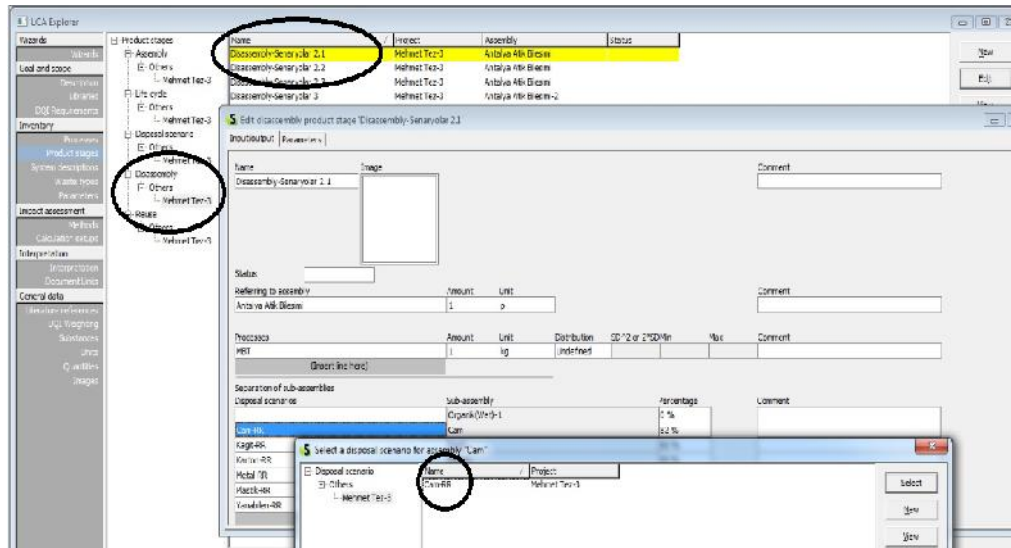
ekil 3.16. Atık bile en yüzdelerinin programa girilmesi

Dördüncü a amada bile en belirleme çalı masında elde edilen atık bile enlerinin, özellikle ambalaj atıklarının bertaraf senaryoları olu turulmu tur (ekil 3.17).



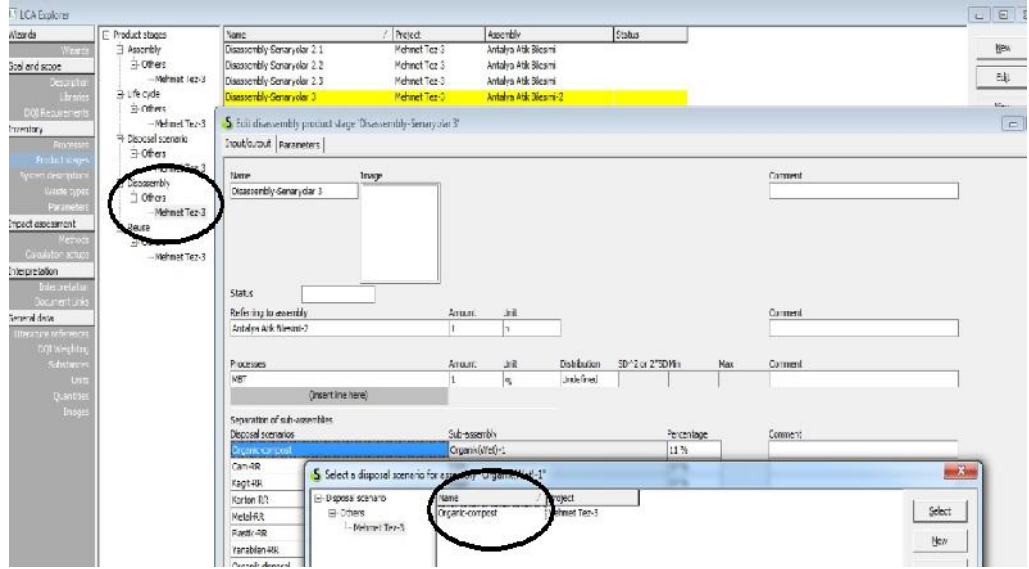
ekil 3.17. Bertaraf senaryolarının olu turulması

Be inci a amada bertaraf senaryoları olu turulan atık bile enlerinin yüzdeleri programa girilmi tir (ekil 3.18).



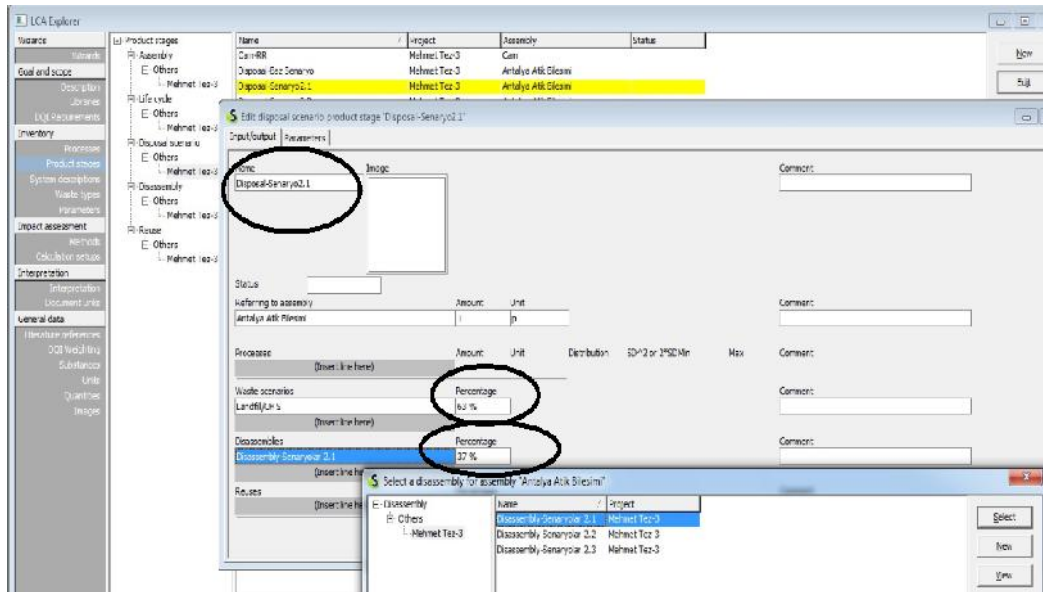
ekil 3.18. Atık bile en yüzdelerinin programa girilmesi

Altıncı a amada kompost yapılacak organik atık yüzdesi programa girilmi tir (ekil 3.19).



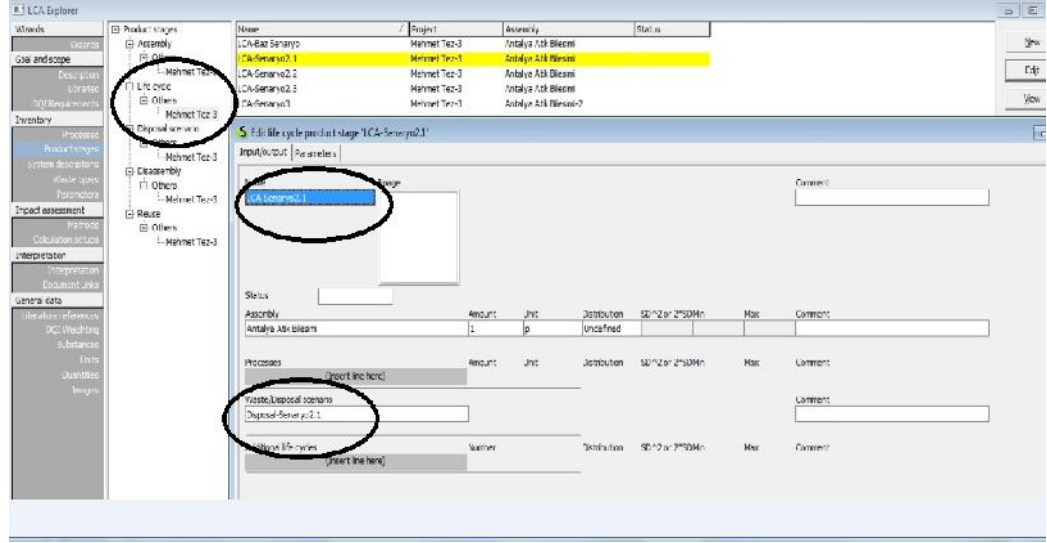
ekil 3.19. Kompost yapılacak organik atık yüzdesinin programa girilmesi

Yedinci a amada senaryolar oluşturuldu. Senaryolarda yer alan geri dönüşüm ve düzenli depolamaya gidecek olan atık yüzdeleri programa girildi (ekil 3.20).



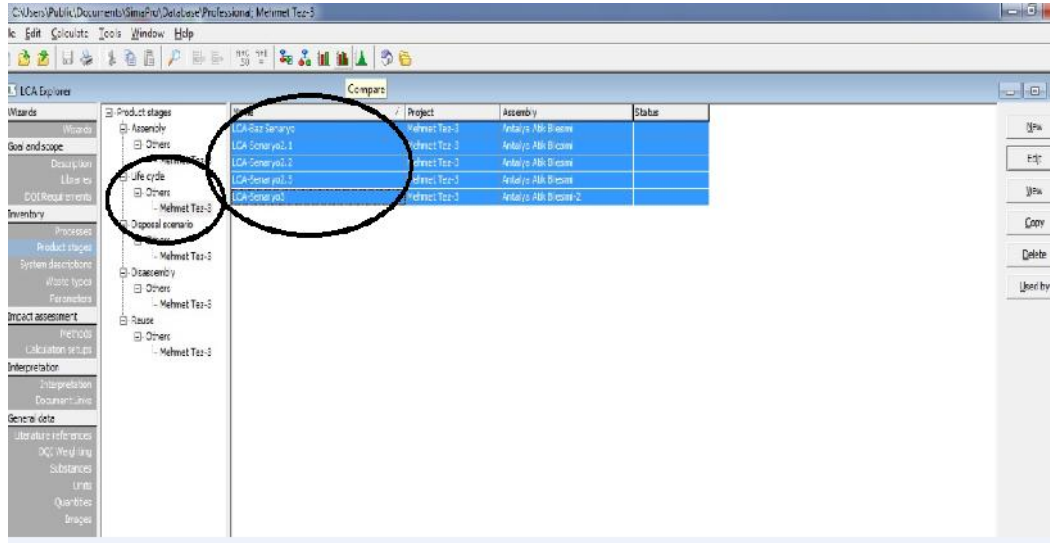
ekil 3.20. Senaryoların oluşturulması

Sekizinci a amada programda oluşturulan senaryoların Hayat boyu değerlendirilmesi oluşturuldu (ekil 3.21).



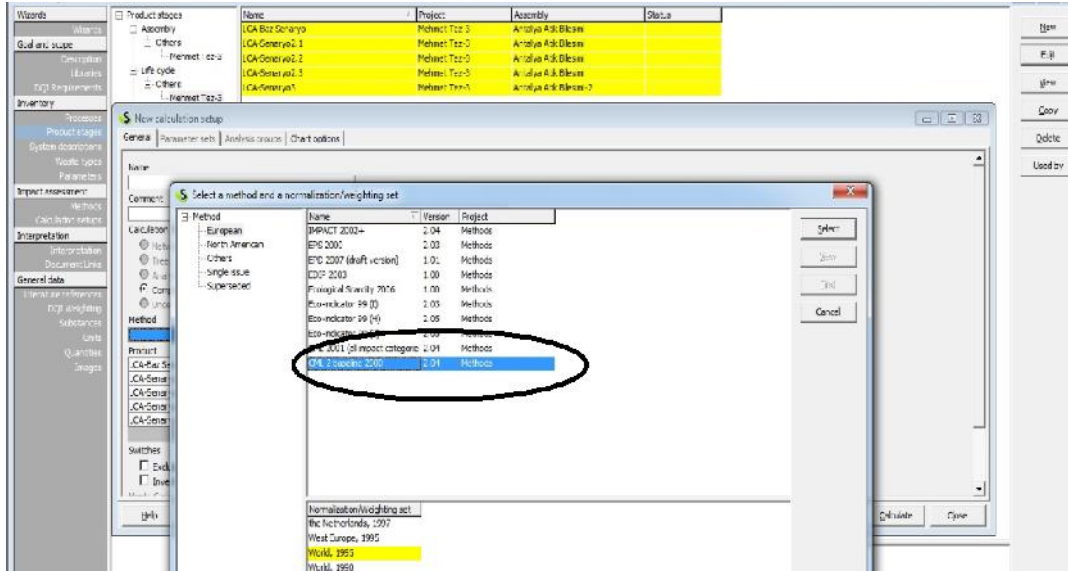
ekil 3.21. Senaryoların hayat boyu de erlendirmelerinin olu turulması

Dokuzuncu a amada hayat boyu de erlendirmesi olu turulan senaryoların hepsi birden seçilerek hesaplama a amasına geçildi (ekil 3.22).



ekil 3.22. Hayat boyu de erlendirmesi olu turulan senaryoların seçimi

Onuncu a amada seçimi yapılan senaryolar için metod seçimi yapılmı tir. Programdan metod olarak CML 2 BASEL NE 2000 seçilmi tir (ekil 3.23).



ekil 3.23. Senaryolar için metod seçimi

4. BULGULAR VE TARTI MA

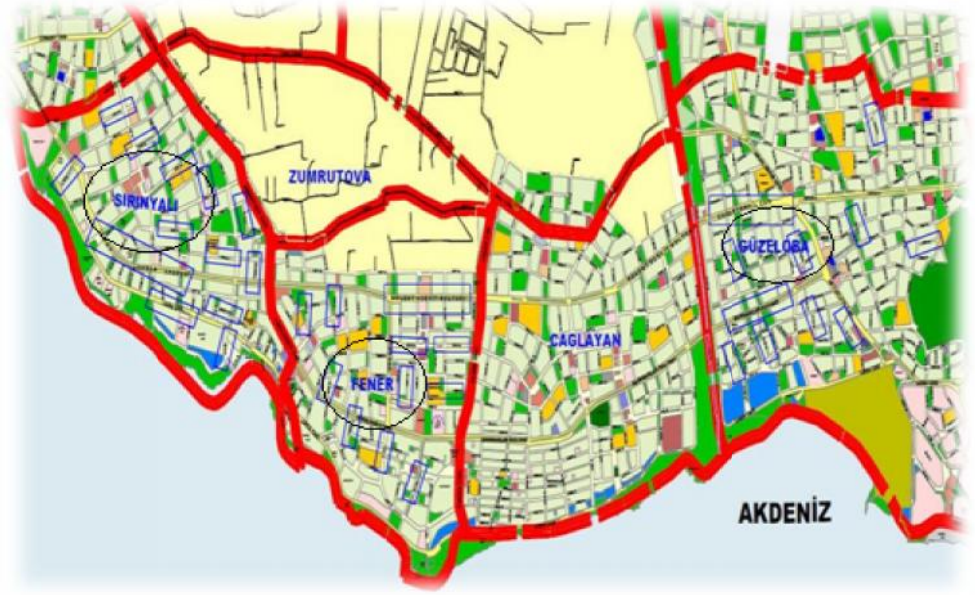
Antalya kentinde tez çalı ması kapsamında yapılan karakterizasyon çalı ması sonucunda atık kompozisyonu, nem içeri i, pH, ısıl de er, a ır metal içeri i ve elementel analiz gibi birçok konuda bulgular elde edilmi tir.

4.1. Muratpa a Belediyesi Karakterizasyon Çalı ması -(Haziran 2011)

Muratpa a Belediyesi ilçe sınırlarından alınmı olan toplam 85 adet çöp po etinin atık karakterizasyonu yapılmı olup, söz konusu çalı mada toplam 114,12 kilogram atık ayrılmı tır. Toplanan örneklerin po et a ırlıkları ve numaraları Çizelge 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'de yer almaktadır. Örneklerin alındı ı merkez ilçe haritaları ekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'de yer almaktadır.

Çizelge 4.1. Yüksek gelir seviyesinden alınan çöp po eti a ırlıkları

Po et Numarası	Po et A ırlı ı (gr)	Po et Numarası	Po et A ırlı ı (gr)
Y-1	2993,2	Y-19	2050,6
Y-2	622,6	Y-20	1595,2
Y-3	1646,6	Y-21	266,6
Y-4	1624,2	Y-22	2251,2
Y-5	858,2	Y-23	1048,2
Y-6	851,5	Y-24	2304,8
Y-7	822,4	Y-25	3003,4
Y-8	2880,3	Y-26	699,6
Y-9	271,2	Y-27	1595,6
Y-10	435,0	Y-28	655,4
Y-11	186,2	Y-29	1043,2
Y-12	593,2	Y-30	3125,6
Y-13	1184,0	Y-31	2597,5
Y-14	199,6	Y-32	2189,3
Y-15	975,6	Y-33	2576,6
Y-16	505,2	Y-34	946,0
Y-17	572,1	Y-35	2343,2
Y-18	2410,1		



ekil 4.1. Muratpaşa Belediyesi – Yüksek gelir seviyesi haritası

Çizelge 4.2. Orta gelir seviyesinden alınan çöp po etleri a ırlıkları

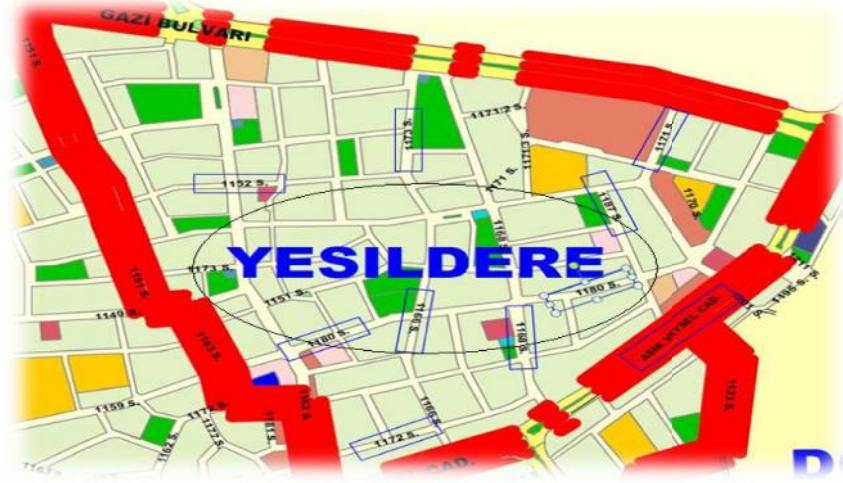
Po et Numarası	Po et A ırlığı (gr)	Po et Numarası	Po et A ırlığı (gr)
O -1	3484,7	O -16	1774,2
O -2	350,1	O -17	410,2
O -3	1286,2	O -18	2261,4
O -4	2924,2	O -19	397,1
O -5	2208,1	O -20	463,2
O -6	562,3	O -21	3282,5
O -7	780,0	O -22	664,3
O -8	627,4	O -23	504,7
O -9	1826,6	O -24	619,6
O -10	1454,1	O -25	910,7
O -11	2517,3	O -26	1740,3
O -12	1006,2	O -27	1102,1
O -13	2596,7	O -28	613,8
O -14	544,6	O -29	848,7
O -15	643,9	O -30	2413,8



ekil 4.2. Muratpaşa Belediyesi – Orta gelir seviyesi haritası

Çizelge 4.3. Düşük gelir seviyesinden alınan çöp po etleri a ırlıkları

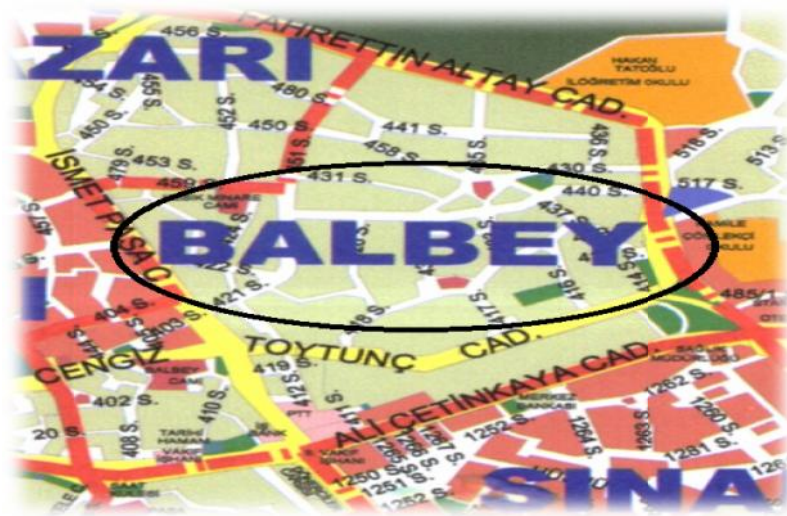
Po et Numarası	Po et A ırlığı (gr)
D-1	1529,6
D-2	915,6
D-3	330,9
D-4	885,2
D-5	971,6
D-6	2274,1
D-7	1430,5
D-8	1851,5
D-9	1396,7
D-10	1335,6
D-11	3324,0



ekil 4.3. Muratpaşa Belediyesi – Düşük gelir seviyesi haritası

Çizelge 4.4. Çarşı gelir seviyesinden alınan çöp po etleri ağırlıkları

Po et Numarası	Po et Ağırlığı (gr)	Po et Numarası	Po et Ağırlığı (gr)
Ç-1	746,5	Ç-6	876,1
Ç-2	1120,1	Ç-7	1800,1
Ç-3	379,1	Ç-8	1316,4
Ç-4	1075,3	Ç-9	188,9
Ç-5	1253,6		



ekil 4.4. Muratpaşa Belediyesi – Çarşı gelir seviyesi haritası

4.1.1. Atık bile enlerinin belirlenmesi

Muratpa a lçesi'nde gerçekte tirilen katı atık örnekleme çalı masında gelir seviyelerine göre elde edilen atık bile enleri Çizelge 4.5'de verilmi tir.

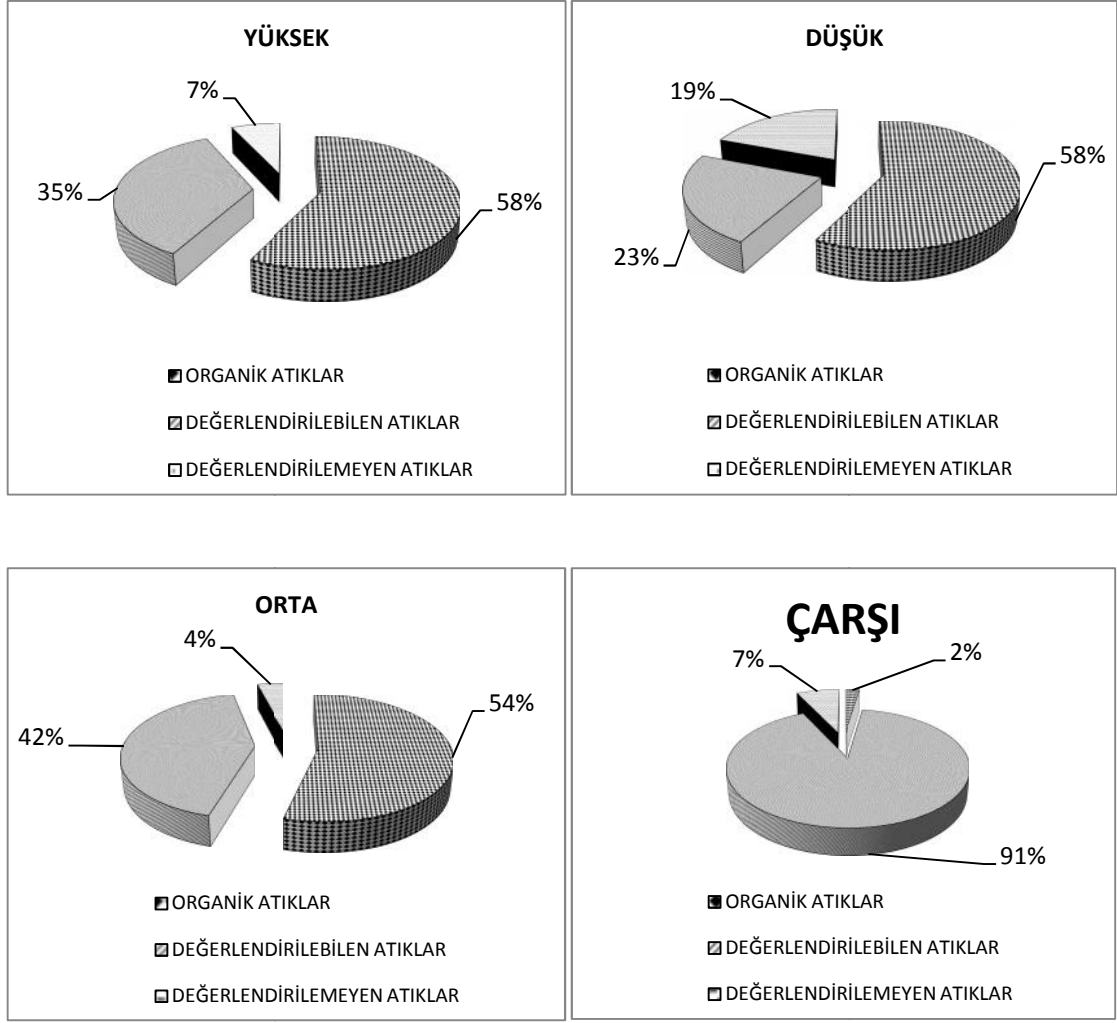
Çizelge 4.5. Muratpa a yaz dönemi atık bile enleri

GEL R DÜZEYLER					
Sıra No	Atık Bile enleri	YÜKSEK	ORTA	DÜ ÜK	ÇAR I
1	Mutfak atıkları	48,15	52,93	51,02	2,06
2	Kâ ıt	7,82	9,57	5,86	25,32
3	Karton	3,49	5,48	4,85	0,92
4	Hacimli karton	3,35	3,48	0,00	6,05
5	Plastik	15,63	13,36	12,22	7,59
6	Cam	4,51	5,75	0,00	46,35
7	Metal	0,48	4,50	0,00	4,42
8	Hacimli metal	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Atık E.E.E	0,85	0,00	0,00	0,00
10	Tehlikeli atık	0,95	0,97	0,11	0,00
11	Park ve bahçe atıkları	9,64	1,28	6,91	0,32
12	Di er yanmayanlar	1,43	0,00	0,00	0,00
13	Di er yanabilenler	3,70	2,68	19,05	6,97
14	Di er yanabilir hacimli atıklar	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Di er yanmayan hacimli atıklar	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Di er	0,00	0,00	0,00	0,00
		100,00	100,00	100,00	100,00

Atıkların üç ana grupta sınıflandırılması mümkündür. De erlendirilebilir atıklar, De erlendirilemeyen atıklar ve Organik atıklar. Bu eilde atık gruplarının da ılımı ekil 4.5'de ve Çizelge 4.6'da verilmi tir.

Çizelge 4.6. Atık grubu yüzde oranları

Atık Grupları	Yüksek (%)	Orta (%)	Dü ük (%)	Çar ı (%)
Organik Atıklar	57,78	54,21	57,92	2,38
De erlendirilebilir Atıklar	35,28	42,14	22,92	90,65
De erlendirilemeyen Atıklar	6,94	3,65	19,15	6,97



ekil 4.5. Atık grubu yüzde oranları (Haziran-2011)

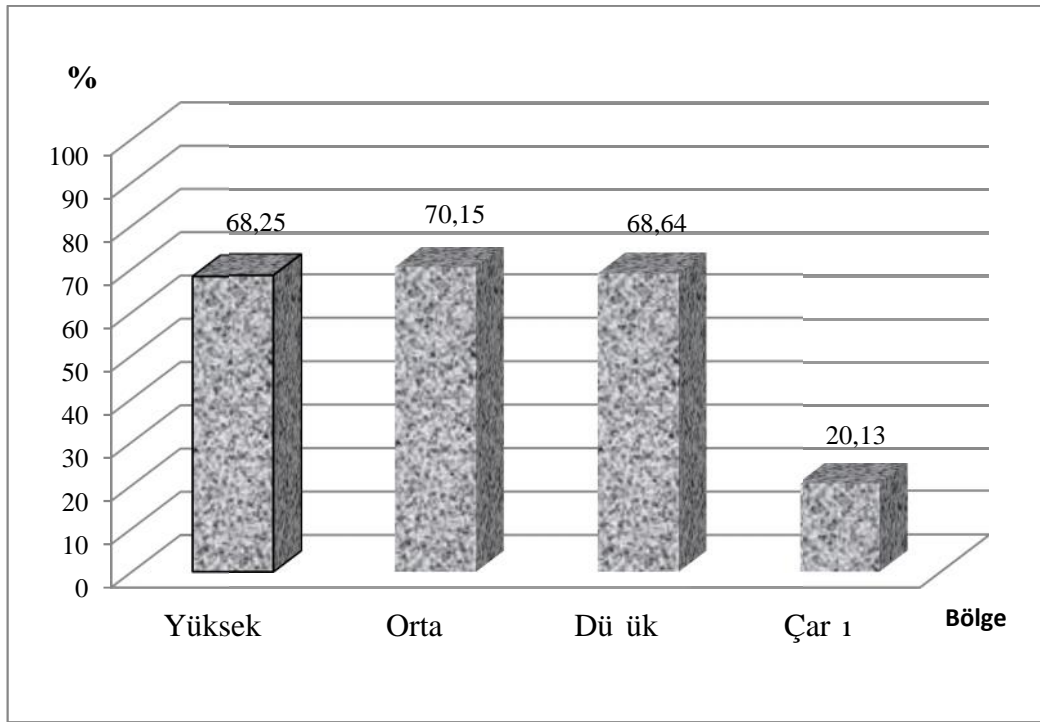
Muratpa a lçesi'nde yüksek, orta ve dü ük gelir seviyesine sahip bölgelerde organik atık miktarı en yüksek yüzdeye sahiptir. Çar ı bölgesinde ise beklendi i üzere geri kazanılabilir atık miktarı en büyük orana sahiptir. Çar ı bölgesinde geri kazanılabilir atıklar ayrı toplama yoluyla geri dönü ümü sa lanabilir ve ekonomik girdi elde edilebilir. Di er üç bölgede de organik atık miktarının yüksek oranından dolayı kompost yapımı yönünde çalı malar gerçekleştirilebilir.

Chen vd. (2009) yapımı oldukları çalı mada Çin'deki katı atık yönetimini genel hatlarıyla incelemi ve bile en belirleme çalı masıyla atık kompozisyonunu belirlemi lerdir. Çalı ma sonucunda % 55-65 organik atık, %15-20 ambalaj atı ı ve

%20 di er bulmu lardır. Yapılan tez çalı masında ise % 55 organik atık, %37 ambalaj atı ı ve %8 di er bulunmu tur. ki çalı ma için bulunan atık bile enleri yakınlık göstermekte olup ambalaj ve di er atık bile enlerindeki farklılık sosyoekonomik durum ve ya am standartlarından kaynaklanabilir.

4.1.2. Nem tayini

TS 10459 sayı 10.11.1992 tarihli “Atıklar ve Katı Atıklarda Rutubet Tayini” Standardı esas alınarak nem tayini yapılmı tır. Hesaplamalar sonucunda elde edilen yüzde nem oranları ekil 4.6’da verilmi tir.

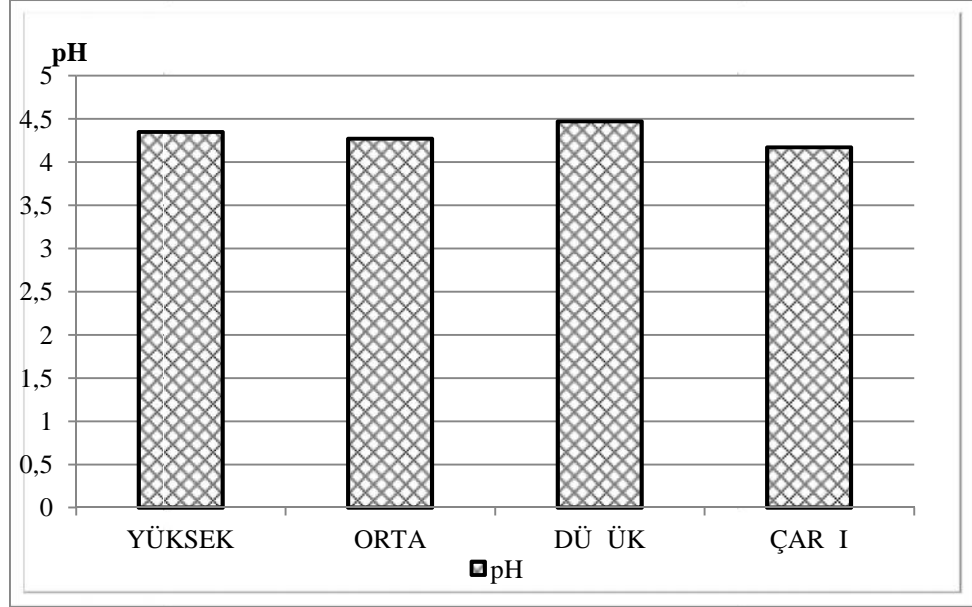


ekil 4.6. Gelir seviyelerine göre atık nem içerikleri

Yüksek, orta ve dü ük gelir seviyesine sahip bölgelerdeki atıklardaki nem miktarları sahip oldukları yüksek organik madde miktarından ötürü yüksek çıkmı tır. Aksine Çar 1 bölgesi ise dü ük organik madde içeri inden ötürü en dü ük nem miktarına sahiptir.

4.1.3. pH tayini

Katı atıklarda, TS 12072 sayı 03.09.1996 tarihli “Katı Atıklar Tayini” metodu esas alınarak pH tayini yapılmıştır. pH tayini sonuçları ekil 4.7’de gösterilmektedir.



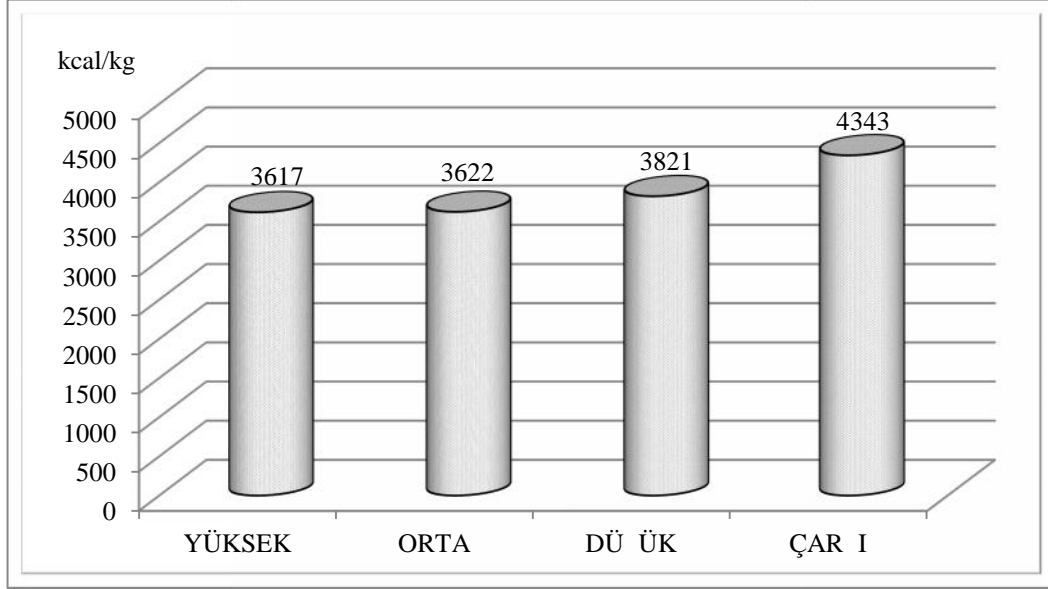
ekil 4.7. Gelir seviyelerine göre atık pH değerleri

Çalı madan elde edilen pH sonuçlarına göre, bütün gelir bölgelerinin pH değerleri asidik çıkmıştır. Genel olarak 4-4.5 aralığında değerler ölçülmüştür. Evsel katı atıkların bağıntıdaki pH'sı 5 ile 7 arasındadır. Kompostla tırma prosesi için pH değeri değeri ikenlik göstermekte olup optimum aralık değeri 5-7'dir. Evsel katı atıkların kompostla tırılmasında genellikle pH düzeltmesine gerek olmamakla birlikte gerekli hallerde kireç, sodyum bikarbonat, kostik soda ilavesi ile pH ayarlaması yapılabilir (Anonim-2).

4.1.4. Isıl değer tayini

IKA C-200 tipi bomba kalorimetrede gerçekleştirilen ısıl değer tayininde elde edilen sonuçlar ekil 4.8’de gösterilmektedir. Yüksek, Orta ve Düşük gelir bölgelerinden alınan ısıl değer sonuçları 3600-3800 kcal/kg aralığında iken Çar ı bölgesinden elde edilen ısıl değer sonucu 4343 kcal/kg çıkmıştır. Bunun sebebi ise; Çar ı bölgesinden

alınan örneklerde geri kazanılabilir (ambalaj) atık miktarının fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



ekil 4.8. Gelir seviyelerine göre atık ısıl değer içerikleri

Çizelge 4.7’de yer alan değerler Katı atık ana planında yer alan değerlerdir. Bu değerlerle bile en belirleme çalışmasında elde edilen ısıl değer sonuçları karşılaştırıldığında aynı aralıkta sonuçlar çıkmaktadır. Ana plandaki organik atıkların ortalama ısıl değerleri 3680 kcal/kg’dır. Bile en belirleme çalışmasında ise çarşı bölgesi hariç diğer bölgelerdeki değerler uygunluk göstermektedir.

Görkem vd. (2006) yaptıkları çalışmada İzmir’li için dört mevsim boyunca 3 farklı gelir seviyesi için bile en belirleme çalışmaları yapmışlardır. Çalışmada atıklar organik, geri kazanılabilir ve diğer olarak sınıflandırılmıştır. Çalışmada plastikler en fazla üretilen ambalaj atığı olarak belirlenmiştir. Organik atığın su içeriği yüksek, C/N oranı ve kalorifik değeri düşük çıkmıştır. Yapılan tez çalışmasında su içeriği düşük, kalorifik değer yüksek, C/N oranı orta çıkmıştır. Aynı şekilde plastikler en fazla üretilen ambalaj atığı olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. KKA bile enlerinin tipik ısıl de erleri

Bile en	Isıl de er, kcal/kg kuru a ırlık
Gıda atıkları	1196
Kâ it	3996
Karton	3885
Plastikler	7770
Tekstil atıkları	4162
Kauçuk	5550
Deri	4162
Bahçe atıkları	1554
Tahta	4440
Cam	33,3
Demir içermeyen metaller	166,5
Demir içeren metaller	166,5
Toz, kül vb.	1665

4.1.5. A ır metal analizi

Toz haline getirilmi olan katı atık örneklerinden 10 gr'lık numuneler hazırlanarak kaplara konulmu ve a ır metal analizlerinin yapılması amacıyla TÜB TAK-MAM'a gönderilmi tir. Analizi yapılan a ır metaller; Bakır (Cu), Çinko (Zn), Kadmiyum (Cd), Kur un (Pb), Nikel (Ni) ve Toplam Krom (T. Cr)'dur. Alınan sonuçlar Çizelge 4.8'de yer almaktadır. Elde edilen sonuçlar hayat boyu de erlendirme programında kullanılmı tir. Analizi istenilen elementlerden alınan sonuçlara göre çalı mada elde edilen organik atık kısmının geri kazanılabilirli i (kompost) irdelenecektir.

Çizelge 4.8. A ır Metal Analiz Sonuçları ve sınır de erler

	Dü ük gelir	Orta gelir	Yüksek gelir	Çar ı	Yönetmeli e göre sınır de erler
Pb (mg/kg)	0,7	0,74	0,45	0,49	150
Cd (mg/kg)	0,05	0,02	0,02	0,02	3
Zn (mg/kg)	32	35,7	34,3	29	1100
Cu (mg/kg)	76,8	14,1	10,4	6,15	450
Ni (mg/kg)	1,82	3,3	2,02	1,96	120
T. Cr (mg/kg)	4,68	3,47	4,14	3,55	270

Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral, Özel, Mikrobiyal ve Enzim çerikli Organik Gübreler ile Toprak Düzenleyicilerin Üretimi, thalatı, hracatı, Piyasaya Arzı ve Denetimine Dair Yönetmelikte müsaade edilen sınır de erler Çizelge 4.8'de verilmi tir.

Yönetmelikte yer alan a ır metal sınır konsantrasyonlarıyla, bile en belirleme çalı ması sonucunda elde edilen a ır metal konsantrasyonları kıyaslandı ında, çalı mada elde edilen a ır metal analiz de erlerinin verilen sınır de erlerin altında oldu u görülmektedir. Sonuç olarak, çalı mada elde edilen organik atıkların tarımda kullanılmasında herhangi bir sakınca olmadı ı söylenebilir.

4.1.6. Elementel analiz

Analizi yapılan elementler; Azot (N), Karbon (C), Hidrojen (H), ve Kükürt (S)'tür. Muratpa a lçesi'nde bütün gelir seviyelerinde elde edilen elementel analiz sonuçları ve C/N oranları Çizelge 4.9'da yer almaktadır.

Elementel analiz hem atı ın kimyasal formülünün belirlenmesi hem de C/N oranının hesaplanması amacıyla yapılmı tır. C/N oranının bilinmesi sayesinde bile en belirleme çalı masında elde edilen organik atı ın kompostlanabilirli i üzerinde durulmu tur.

Toprak Kirlili i Yönetmeli i'ne göre C/N oranının 35'ten fazla olmaması, di er kaynaklara göre de optimum aralı ın 25-50 olması gerekmektedir. Çizelge 4.9'daki de erlerin de uygun aralıkta oldu u görülmektedir.

Çizelge 4.9. Elementel Analiz Sonuçları

2011-HAZİRAN	(%) DEĞERLER			
	C	H	N	C/N
Muratpaşa (Düşük Gelir)	40,13	6,16	2,07	19,38
Muratpaşa (Orta Gelir)	38,87	5,95	1,36	28,58
Muratpaşa (Yüksek Gelir)	38,73	5,81	1,93	20,06
Muratpaşa (Çarşı)	44,08	6,93	1,87	23,57

4.2. Atık Yönetim Senaryoları

Antalya Kentinde incelenen Muratpaşa Belediye'si için amaçlı atık yönetim senaryoları geliştirilmiştir. Tüm senaryolar için geçerli olmak üzere birim atık üretimi 1.15 kg/Nüfus.gün deeri alınmıştır ve etki hesaplamaları 100 kg baz alınarak gerçekleştirilmiştir.

1.Senaryo kapsamında belediye sınırları içerisinde sokak konteynerlerinde karışık olarak toplanan atıkların yine karışık olarak kent merkezine yaklaşık 30 km uzaklıkta bulunan düzenli depolama tesisinde gömülerek depolanması öngörülmektedir. Depolama sırasında oluşan sızıntı suları toplanarak depolama tesisi alanında bulunan arıtma tesisinde arıtılmaktadır. Bacalar yardımı ile toplanan depo gazları atmosfere verilmektedir (ekil 4.9).

2.Senaryo kapsamında evlerde kaynağında ıslak ve kuru olarak toplanan atıkların ıslak yani organik olan kısmı depolama sahasına götürülerek düzenli olarak depolanacaktır. Kuru olarak toplanan ambalaj atıkları ise ambalaj atıkları yönetmeliğinde yer alan hedeflere uygun olarak toplanması (%37, %48, %60) ve atıklar MRF (Atık Kazanım Tesisi) tesisine getirilerek bantta ayırma yapılarak atıklar sınıflandırılmıştır. 2010 yılı için %37, 2015 yılı için %48 ve 2020 yılı için %60 olarak

belirlenen geri kazanım hedeflerine göre hesaplamalar yapılmıştır (Anonim-13). Sınıflandırma sonucunda en yüksek yüzdeye kâğıt-karton atıklarının sahip olduğu görülmüştür. Değerlendirilemez nitelikte olan atıkların da belediye araçları tarafından toplanarak düzenli depolama tesisinde gömülerek depolanması öngörülmektedir. (ekil 4.9).

3. Senaryo kapsamında, atıklar herhangi bir ayrı toplamaya tabi tutulmadan karışık olarak toplanacak ve sokaklardaki konteynerlerde biriktirilecektir. Toplama araçlarıyla toplanacak olan atıklar Mekanik Biyolojik İlemler (MB) tesisine getirilecek ve banttan geçen atıklar öncelikle ön bir ayırma tabi tutularak geri kazanılabilir atıklar ayrılacaktır. İkinci aşamada ise geriye kalan organik atıklar kompost ünitesine alınarak burada kompost üretimi sağlanacaktır. MB tesisinde yapılan ayırma sonunda %37.85 civarında değerlendirilebilir ve %7.15 civarında değerlendirilemez özellikte atık çıkacağı öngörülmektedir (ekil 4.9).

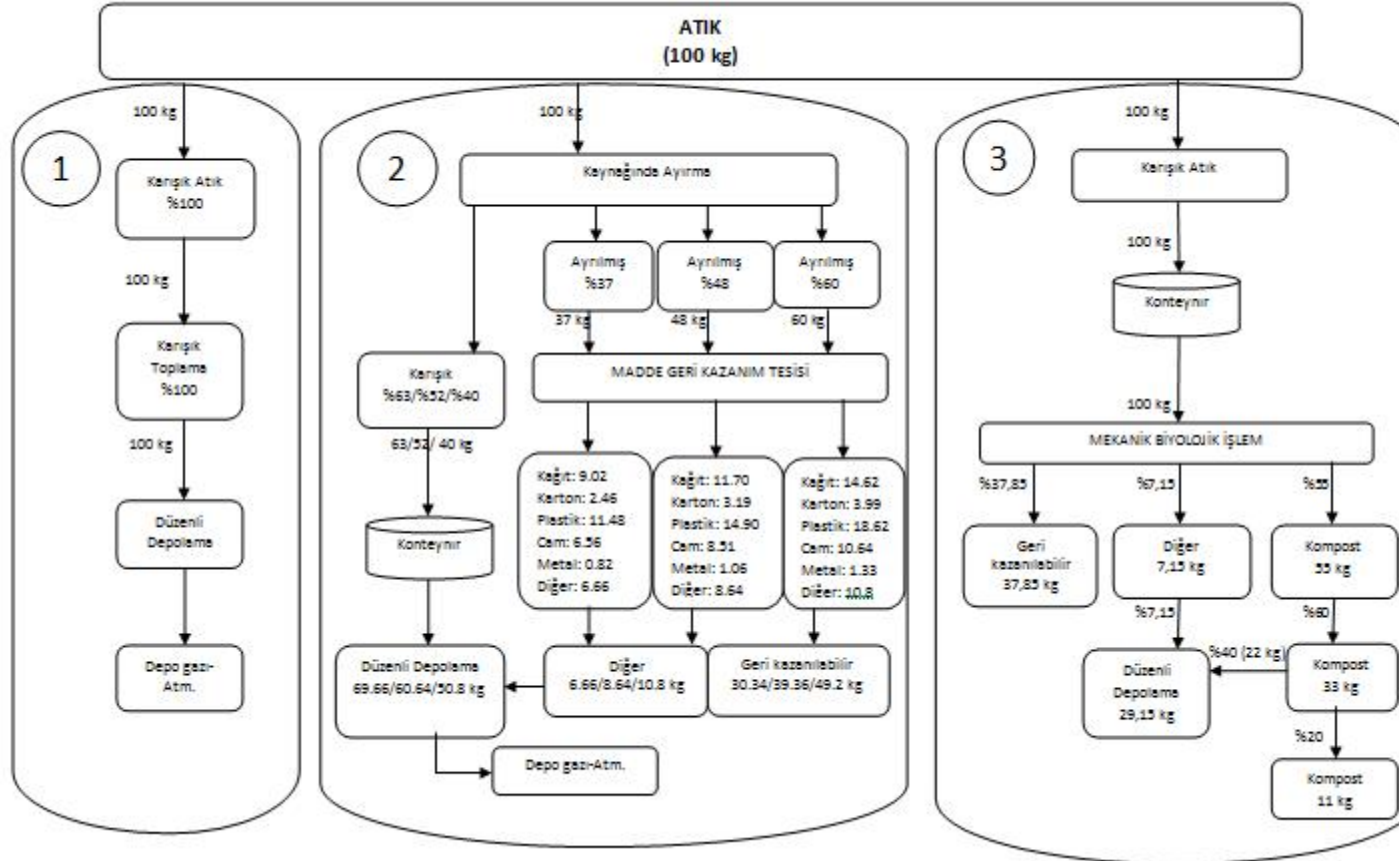
Senaryoların madde dengesine etkileri Çizelge 4.10' da özetlenmektedir. Görüldüğü gibi Türkiye artlarında, uygulanabilir bir yönetim seçeneği olan 3.Senaryoda depolanacak atık miktarı %29.15 ile sınırlı kalırken, geri kazanılacak olan değerlendirilebilecek özellikteki ambalaj atıklarının oranı %37.85'e ulaşacak ve kompost ünitesine girecek organik madde oranı ise %55 civarında gerçekleşecektir. Normal olarak iyi kalite kompost üretilebilmesi için kaynağında ayrı toplanmış ve kirletici içermeyen organik atık kullanılması gerekmektedir. MB tesislerinde üretilecek kompostun kalitesinin tarımsal amaçlı kullanımlar için uygun olması beklenmemektedir. Üretilecek kompostun depolama tesisinin kapatılması aşamasında kullanılması söz konusudur.

2. senaryoda üç ayrı geri kazanım hedefi için hesaplama yapılmış ve programda her bir hedef için ayrı uygulama yapılmıştır. 2010 yılı için %37, 2015 yılı için %48 ve 2020 yılı için %60 geri kazanım yüzdeleri kullanılmıştır. Kompost üretiminde ise kompost ünitesine gidecek olan organik madde miktarı 55 kg olmasına rağmen, kompostlama süreci sonucunda giren organik maddenin %20'si kadar kullanılabilir kompost elde edilmektedir. Buna göre 55 kg üniteye giren organik maddeden 11 kg kullanılabilir kompost üretimi yapılmaktadır.

Çizelge 4.10. Atık yönetim senaryolarının madde dengesi açısından karşılaştırılması

Senaryo	Depolama		Değerlendirilebilir		Kompost	
	kg	%	kg	%	kg	%
1	100.00	100	-	-	-	-
2 (2010)	69.66	69.66	30.34	30.34	-	-
2 (2015)	60.64	60.64	39.36	39.36	-	-
2 (2020)	50.8	50.8	49.2	49.2	-	-
3	7.15	7.15	37.85	37.85	55	55

Zaman (2010) yaptığı çalışmada üç farklı bertaraf yönteminin çevresel etkilerini inceleyerek en uygun yöntemi belirlemiştir. Seçtiği bertaraf yöntemleri; depolama, yakma ve piroliz-gazifikasyondur. Programda yaptığı çalışmada sonucunda piroliz-gazifikasyon bertaraf yöntemini çevresel açıdan en uygun yöntem olarak belirlemiştir. Yapılan tez çalışmada ise üç farklı senaryo yani bertaraf yöntemi belirlenmiş ve HBD programında çevresel etkileri incelenmiştir. Çalışmada seçilen bertaraf yöntemleri depolama, madde geri kazanımı ve kompostlamadır. Çevresel açıdan en uygun olan senaryo olarak kompostlama bulunmuştur.



ekil 4.9. Senaryolar

5. SONUÇLAR

Bu tez çalı masında Antalya'nın en fazla nüfus yo unlu una sahip Muratpa a lçesi için bile en belirleme çalı ması gerçekte tirilmi tir. Çalı ma kapsamında atık örnekleme yapılmı , atı ın fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmi tir. Elde edilen bulgular hayat boyu de erlendirme programında kullanılarak, geli tirilen senaryolar içinden en uygun olanı Muratpa a lçesi için belirlenmi tir. Tez çalı ması kapsamında Antalya kentinin atık yönetim durumu incelenmi ve bile en belirleme çalı ması yapılmı tır. Bile en belirleme çalı ması kapsamında atıkların nem içeri i, pH, ısıl de er miktarları, a ır metal analizleri ve elementel analizleri yapılmı tır. Organik atık miktarı, bile en belirleme çalı masında elde edilen en yüksek yüzdeye sahiptir. Ayrıca geri kazanılabilir atık miktarı da önemli denilecek kadar yüksek bir orana sahiptir.

Bile en belirleme çalı ması yaz mevsimi için gerçekte tirilmi ve mevsimsel veriler elde edilmi tir. Bu sayede yaz mevsimi için örnekleme verileri elde edilmi ve de erlendirilmi tir. Bile en belirleme çalı masıyla atık kompozisyonu ortaya çıkarılmı ve atık yüzdeleri belirlenerek sosyoekonomik durumla ili kilendirilmi tir. Çar ı gelir grubundan di er gelir gruplarına oranla çok daha yüksek oranda geri kazanılabilir atık çıkmı tır. Bu da gelir seviyesinden ve i yerlerinin çoklu undan kaynaklanmaktadır. Elde edilen atık nem içeri i de erleri ortalama olarak %19'dur. Nem içeri inin ortalamada dü ük olmasının sebebi Çar ı gelir seviyesinin atık nem içeri inin dü ük olmasından kaynaklanmaktadır; ancak nem içeri i açısından herhangi bir olumsuzluk yoktur.

pH analizinde ise ortalama olarak 4-4,5 aralı nda de erler çıkmı tır. Bu de erler asidik olmasına kar ın herhangi bir olumsuz tarafı bulunmaktadır. Isıl de er tayininde atı ın kalorifik de eri ortalama olarak 3800 kcal/kg olarak bulunmu tur, katı atık nihai planında verilen de erlerle bulunan de erler uygunluk göstermektedir. Atık yakıldı ı takdirde istenilen düzeyde verim alınması mümkün olacaktır. A ır metal analizinde elde edilen de erler yönetmelikte yer alan sınır de erlerle kıyaslanmı ve bulunan de erler sınır de erlerin altında çıkmı tır. Organik atı ın kompost ya da ba ka bir yöntemle tarımda kullanılmasında herhangi bir sakınca yoktur.

Elementel analizde bulunan de erlerin C/N oranları hesaplanmı ve 20-28 aralı nda de erler bulunmu tur. Atı ın kompostla tırılması açısından C/N oranı uygunluk göstermektedir.

Bile en belirleme çalı ması sonucunda elde edilen veriler HBD programı olan SimaPro7'de kullanılmı , belli senaryolar ve belli kategoriler için çıktılar elde edilmi tir. 1. Senaryoda atıklar hiçbir i leme tabi tutulmadan düzenli olarak depolanmı tır. 1. Senaryo çevresel etkiler açısından en olumsuz senaryodur. 2. Senaryoda atıkların ambalaj atıkları yönetmeli inde yer alan hedeflere uygun olarak ayrımı sa lanarak geri dönü ümü sa lanmı tır. 2010 yılı için %37, 2015 yılı için %48 ve 2020 yılı için %60 hedefleri baz alınarak senaryolar olu turulmu ve çıktılar alınmı tır. 2. Senaryo geri kazanım açısından önemli olup hedef yüzdeleri arttıkça çevresel etkiler azalmakta ve ekonomik açıdan girdi sa lanmaktadır. 3. Senaryoda ise tüm atıklar MB tesisine getirilerek i leme tabi tutulmu , geri kazanılabilir atıkların kazanımı sa lanmı ve organik atıktan kompost üretimi sa lanmı tır. 3. Senaryo hem geri kazanılabilir atıkların kazanımı hem de organik atıktan kompost üretimi sayesinde depolama sahalarından kaynaklanan sızıntı sularının minimize edilmesi ve metan gazı salınımının azaltılması açısından en olumlu etkiye sahiptir.

Bu kapsamda, söz konusu senaryoların çevreye olan etkilerinin de erlendirilmesi amacıyla programda a a ıdaki etki kategorileri seçilmi tir.

- **Asidifikasyon:** Asidifikasyon kategorisinde incelenen alternatiflerin SO₂, NO_x, NH₃ ve SO_x emisyonlarının asidifikasyon üzerindeki etkileri de erlendirilmektedir. De erlendirme sırasında bütün emisyonlar e de er SO₂ indikatörüne dönü türülmektedir. Emisyonların yo un olarak yayıldı ı ortam düzenli depolama sahalarıdır. 3.senaryo en az depolama ihtiyacına sahip oldu undan en olumlu çevresel etkiye sahiptir.
- **Ötrofikasyon:** Ötrofikasyona neden olan birincil sebep sızıntı sularının, alıcı ortama ta ıdı ı nütrientlerdir. Senaryo 1'de atıklarının tümünün karı ık halde

toplanarak depolama tesisinde depolanmasından ötürü en yüksek etki söz konusudur.

- **Küresel ısınma:** Küresel ısınma kategorisi, doğrudan depo gazlarından etkilenmektedir. Depo gazı içerisinde bulunan yoğun miktardaki CH₄, önemli bir sera gazı olup, küresel ısınma potansiyeli CO₂ göre 23 kat daha fazladır. Bu nedenlerle depolama tesisine gelecek olan atık miktarı azaldıkça, küresel ısınma kategorisinde belirgin bir azalma söz konusudur. Çalışmada da görülmektedir ki, geri dönüşüm oranının artması ile depolama tesisine giden atık miktarı azalmakta, daha fazla atık geri dönüşüm sağlanmakta ve böylelikle de küresel ısınma kategorisinde azalma olmaktadır. En az depolama ihtiyacının olduğu 3. senaryo çevresel açıdan en olumlu senaryodur.
- **Ozon tabakası tahribatı:** Bu kategoride incelenen alternatiflerde, CFCs, HCFCs, Halonlar ve CH₃Br'nin ozon tabakası üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir. Değerlendirmede tüm emisyonlar CFC-11e değerine dönüşür. Seçilen senaryoların etkileri en az bu etki kategorisinde görülmektedir.
- **İnsan sağlığı ve karasal toksisite:** Toksikite sınımlarının kaynağı inaat alanında oluşan dolaylı emisyonlar ve toksik bileşenleri bulunan atıklardır. Seçilen toksisite etki kategorileri değerlendirildiğinde (insan sağlığı ve karasal toksisite) en az etki geri dönüşümün olduğu 2. senaryo ve organik atıktan kompost üretiminin yapıldığı 3. senaryolardır.
- **Fotokimyasal oksidasyon:** Fotokimyasal oksidasyonu etkileyen emisyonlar eksik yanma ürünleri gibi tamamıyla indirgenemeyen maddelerdir. Güneşin UV etkisiyle bu emisyonlar daha kalıcı ve toksik türevlere dönüşebilmektedir. Depo gazlarından ve inaat alanında kullanılan fosil yakıtlardan ötürü en az etki geri dönüşümün olduğu 2. senaryo ve en az depolama ihtiyacının olduğu 3. senaryodur.

Gerçekle tirilen HBD çalı malarında elde edilen sonuçlar ekil 5.1 ve 5.2'de verilmektedir. Karakterizasyon a aması sonuçlarından görüldü ü gibi, atıkların tamamının karı ık olarak toplandıktan sonra gömülerek bertarafını öngören 1.Senaryo çevresel etkiler açısından en kötü durumu yansıtmaktadır.

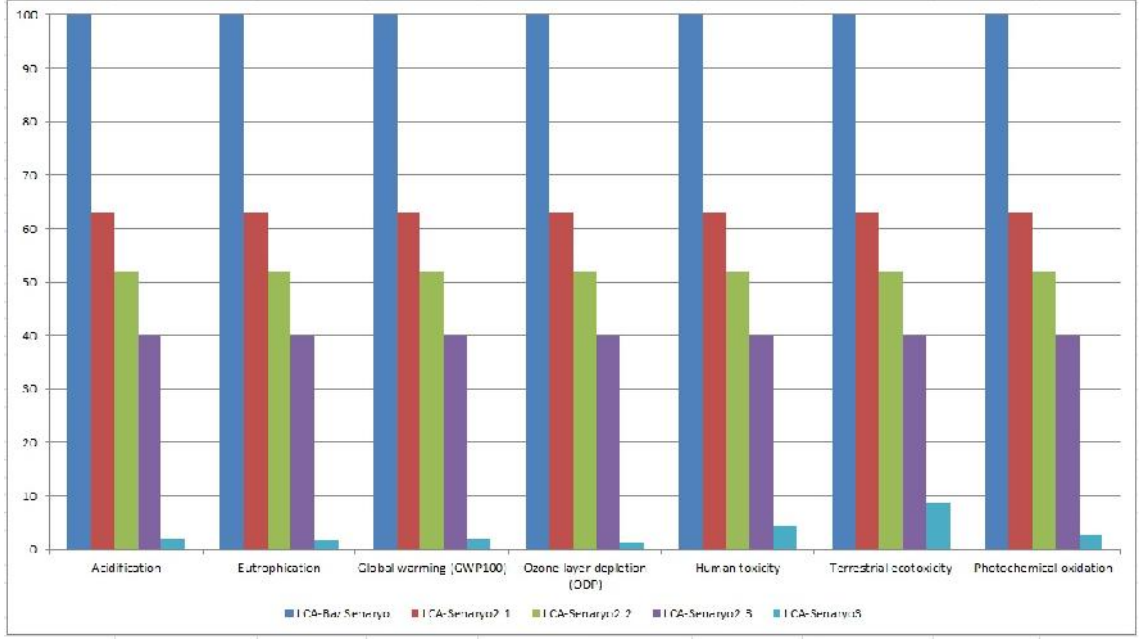
Yapılacak kamuoyu aydınlatma çalı maları ile kısa zamanda kayna ında ayırma oranının %37'e ula ması olasıdır (Senaryo 2).

Bu durumda beklendi i gibi çevresel etkiler göreceli olarak azalmaktadır. Ancak bu iyile meler ilgili emisyonların mevzuat açısından müsaade edilen de erler altında tutmaya yetmeyece i anla ılmaktadır. En büyük azalma %40 ile ötrofikasyon kategorisinde gerçekleşmektedir. Antalya örne inde depolama tesisinde üretilen sızıntı suları arıtıldıktan sonra denize de arj edilmektedir.

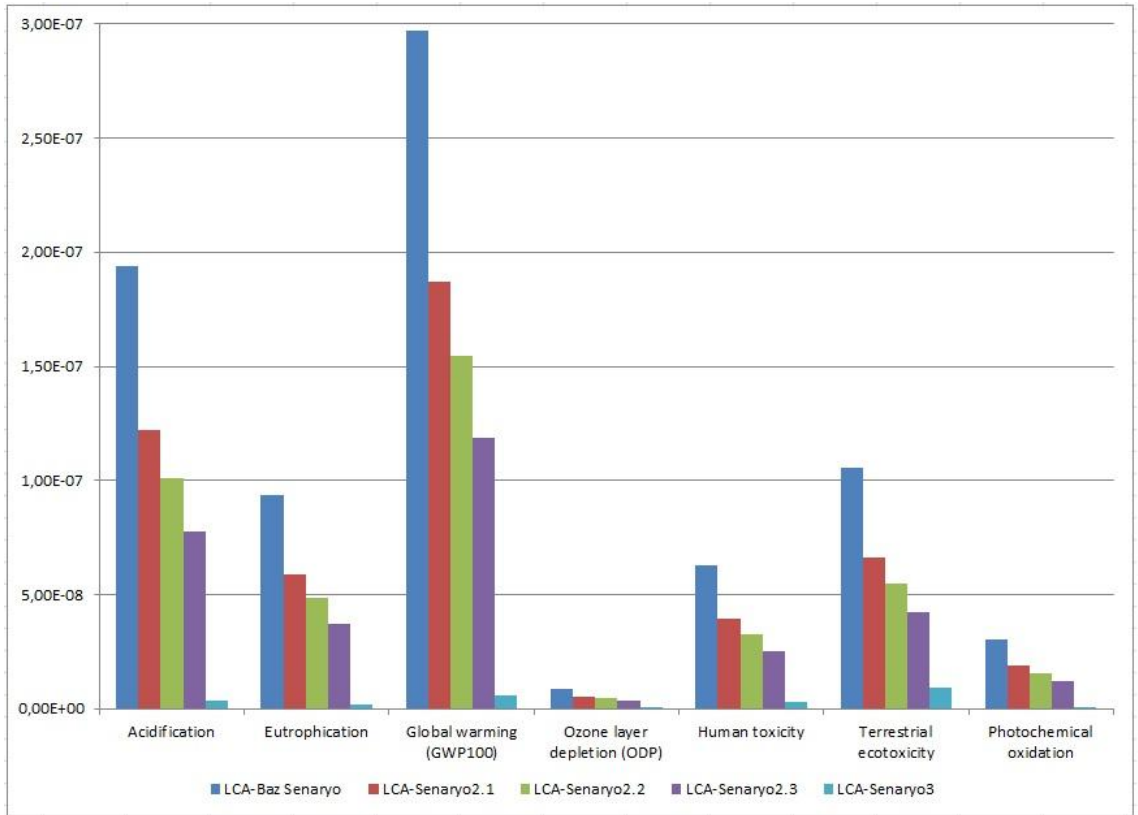
Kayna ında ayrı tırma oranının %48 ve %60'a ula tı ının öngörüldü ü 2. Senaryo'da gerçekleşecek emisyonlar göreceli olarak daha azdır. 3. Senaryoda ise atıkların %55'i, MBT tesisinde kompost ünitesinde i lenerek parklarda kullanılabilir kalitede kompost üretilmektedir. Asidifikasyon kategorisinde negatif olarak gözlemlenen sonuç kompostun toprakta kullanılması sırasında yapaca ı etkiden kaynaklanmaktadır.

Normalizasyon, seçilen sistem sınırları içersinde mevcut etkilere göre, incelenen alternatifin çevreye olan katkı/etkilerinin büyüklü ünü göstermektedir. Normalizasyon çalı malarında bu büyüklükler global ölçekte olabilece i gibi, lokal ölçekte de de erlendirilebilmektedir.

Bu çalı mada etkiler yazılım içersinde bulunan ve daha önceden normalizasyon de erleri belirlenmi olan "World 95"e göre de erlendirilmi tir. Bu de erlendirmeye göre incelenen etki kategorileri göz önüne alındı ında, bütün senaryolarda ötrofikasyon ve küresel ısınmaya katkının fazla oldu u görülmü , ayrı tırma i lemlerinin do ru yapılması durumunda bu kategorilerdeki etkilerin ciddi miktarda dü ece i tespit edilmi tir.



ekil 5.1. Senaryoların Karakterizasyon sonuçları



ekil 5.2.Senaryoların Normalizasyon sonuçları

Atık yönetimi konusunda tercih edilen bertaraf yöntemi atığın karakteri ile bire bir uyumludur. Antalya atık yönetim sistemine ilişkin planlara atık tutması amacıyla yürütülen katı atık bileşen belirlenme çalışması, geri kazanım, kompostlaştırma, yakma, düzenli depolama ve diğer atık yönetim sistem faaliyetlerinde yapılacak düzenleme, iyileştirme ve yeni karar mekanizmalarının oluşturulmasına önemli katkı olacaktır.

Etkili bir geri dönüşüm sayesinde, özellikle halkın katılımıyla etki kategorilerinde önemli ölçüde azalma olması beklenmektedir. Bu sayede hem atık miktarı azalacak hem de ekonomik girdi elde edilecektir.

3. Senaryoda atıklar hiçbir ayırma işlemine tabi tutulmadan karışık olarak toplanmış ve MB tesisine getirilerek ilk olarak geri kazanılabilir atıkların ayrımı yapılmış ardından kalan organik kısımdan da kompost üretimi sağlanmıştır. Hiçbir işlemlere yaramayan atıklar ise düzenli olarak depolanmıştır. 3. Senaryo için HBD programında deşerleştirme etki kategorilerinde (asidifikasyon, ötrofikasyon, küresel ısınma, ozon tabakası tahribatı, insan sağlığına, karasal toksisite, fotokimyasal oksidasyon) karakterizasyon ve normalizasyon çıktıları alınmıştır. Etki kategorileri içinde özellikle asidifikasyon ve küresel ısınma etki kategorileri için 3. Senaryoda en olumlu sonuçlar alınmıştır. HBD programında yapılan deşerlendirme ve alınan sonuçlara göre kentsel atıkların yönetiminde çevresel etkiler açısından en uygun yöntemin atıkların kaynağında ayrılması, ambalaj atıklarının ayrı olarak toplanması ve en büyük atık fraksiyonunu oluştururan yiyecek atıklarının kompostlanması olduğu görülmektedir. Her ne kadar karışık toplanan atıklardan üretilen kompostun kalitesi, içereceği çeşitli kirleticiler nedeniyle, düşük dolayısıyla tarımda kullanılması mümkün olmayacaksa da, kaynağında ayırma işleminin vatandaşlar tarafından daha fazla kabul görmesi ile kompostlanacak organik madde içerisindeki kirleticilerin azalacağı tahmin edilmektedir. Arzu edilen kalite düzeyine ulaşıncaya kadar üretilen kompost/kompost benzeri maddenin depolama tesislerinin örtülmesi gibi tarımsal amaçlarla kullanılması mümkün olabilecektir.

6. KAYNAKLAR

- ANONIM-1, Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeli i, 1991, Resmi Gazete 14 Mart 1991, Sayı. 20814, Ankara.
- ANON M-2, M MKO, Müh. malat, Mü avirlik, Koordinasyon ve Tic. A. ., 2006., T.C. Çevre ve Orman Bakanlı ı Çevre Yönetimi Genel Müdürlü ü Atık Yönetimi Daire Ba kanlı ı, Katı Atık Planı Nihai Rapor.
- ANON M-3, Atıksu ve Eysel Katı Atık Bertaraf Tesisleri Tarifelerinin Belirlenmesinde Uyulacak Usul ve Esaslara li kin Yönetmelik, 2010, Resmi Gazete, 27 Ekim 2010, Sayı. 27742, Ankara.
- ANON M-4, Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral, Özel, Mikrobiyal ve Enzim çerikli Organik Gübreler ile Toprak Düzenleyicilerin Üretimi, thalatı, hracatı, Piyasaya Arzı ve Denetimine Dair Yönetmelik, 2010, Resmi Gazete, 4 Haziran 2010, Sayı. 27743, Ankara.
- ANON M-5, Atıkların Yakılmasına li kin Yönetmelik, 2010, Resmi Gazete, 6 Ekim 2010, Sayı. 27721, Ankara.
- ANON M-6, Eysel ve Kentsel Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik, 2010, Resmi Gazete, 3 A ustos 2010, Sayı. 27661, Ankara.
- ANON M-7, Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, 2010, Resmi Gazete, 26 Mart 2010, Sayı. 27533, Ankara.
- ANON M-8, Ömrünü Tamamlamı Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik, 2009, Resmi Gazete, 30 Aralık 2009, Sayı. 27448, Ankara.
- ANON M-9, Atık Ya ların Kontrolü Yönetmeli i, 2008, Resmi Gazete, 30 Temmuz 2008, Sayı. 26952, Ankara
- ANON M-10, Atık Yönetimi Genel Esaslarına li kin Yönetmelik, 2008, Resmi Gazete, 5 Temmuz 2008, Sayı. 26927, Ankara.
- ANON M-11, Elektrikli ve Elektronik E yalarda Bazı Zararlı Maddelerin Kullanımının Sınırlandırılmasına Dair Yönetmelik, 2008, Resmi Gazete, 30 Mayıs 2008, Sayı. 26891, Ankara.
- ANON M-12, Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenillerin Kontrolü Hakkındaki Yönetmelik, 2007, Resmi Gazete, 27 Aralık 2007, Sayı. 26739, Ankara.
- ANON M-13, Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeli i, 2007, Resmi Gazete, 24 Haziran 2007, Sayı. 26562, Ankara.
- ANON M-14, Ömrünü Tamamlamı Lastiklerin Kontrolü Yönetmeli i, 2006, Resmi Gazete, 25 Kasım 2006, Sayı. 26357, Ankara.

- ANON M-15, Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği, 2005, Resmi Gazete, 26 Kasım 2005, Sayı 26435. Ankara.
- ANON M-16, Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 2005, Resmi Gazete, 22 Temmuz 2005, Sayı. 25883, Ankara.
- ANON M-17, Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği, 2005, Resmi Gazete, 19 Nisan 2005, Sayı.25791, Ankara.
- ANON M-18, Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 2005, Resmi Gazete, 14 Mart 2005, Sayı. 25755, Ankara.
- ANON M-19, Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği, 2004, Resmi Gazete, 31 Ağustos 2004, Sayı. 25569, Ankara.
- ANON M-20, Hafriyat Topraklarının ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, 2004, Resmi Gazete, 18 Mart 2004, Sayı 25752, Ankara.
- ANON M-21, European Council Directive, Integrated Pollution Prevention and Control Directive, (2008/1/EC), 2008.
- ANON M-22, European Council Directive, On Waste and Repealing Certain Directives, (2008/98/EC), 2008.
- ANON M-23, European Council Directive, On Batteries And Accumulators and Waste Batteries And Accumulators and Repealing Directive, (2006/66/EC), 2006.
- ANON M-24, European Council Directive, On Waste Directive, (2006/12/EC), 2006.
- ANON M-25, European Council Directive, On The Management Of Waste From Extractive Industries and Amending Directive, (2006/21/EC), 2006.
- ANON M-26, European Council Directive, On Waste Electrical and Electronic Equipment, (2002/96/EC), 2002.
- ANON M-27, European Council Directive, On The Restriction Of The Use Of Certain Hazardous Substances In Electrical and Electronic Equipment, (2002/95/EC), 2002.
- ANON M-28, European Council Directive, On The Incineration Of Waste, (2000/76/EC), 2000.
- ANON M-29, European Council Directive, On End-Of Life Vehicles, (2000/53/EC), 2000.
- ANON M-30, European Council Directive, Breaks a Lance For Biological Waste Directive, (2000/42/EC), 2000.

- ANON M-31, European Council Directive, On The Landfill Of Waste, (99/31/EC), 1999.
- ANON M-32, European Council Directive, On The Disposal Of Polychlorinated Biphenyls and Polychlorinated Terphenyls (PCB/PCT), (96/59/EC), 1996.
- ANON M-33, European Council Directive, On The Incineration Of Hazardous Waste, (94/67/EC), 1994.
- ANON M-34, European Council Directive, On Packaging and Packaging Waste,(94/62/EC), 1994.
- ANON M-35, European Council Directive, On Batteries And Accumulators Containing Certain Dangerous Substances, (93/86/EC), 1993.
- ANON M-36, European Council Directive, Hazardous Wastes, (91/689/EC), 1991.
- ANON M-37, European Council Directive, Sewage Sludge is Used in Agriculture, (86/278/EEC), 1986.
- ANON M-38, European Council Directive, On The Disposal Of Waste Oils, (75/439/EEC), 1975.
- ANON M-39, 2006. LCA 101 - Introduction to LCA. LCAccess, U.S. Environmental Protection Agency <http://www.epa.gov/nrmrl/lcaccess/lca101.html> (Eri im 03.01.2008)
- ANON M-40, 2000. ISO 14043:Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life Cycle Interpretation. International Organisation for Standardisation, Geneva.
- ANONIM-41, TÜRK STANDARTLARI ENST TÜSÜ, (2003a), TS EN ISO 14041: Çevre Yönetimi-Hayat Boyu De erlendirme-Amaç ve Kapsam Tarifi ile Envanter Analizi, Ankara.
- APAYDIN, Ö., YA CI, A., ve C VELEK, A., 2009. “Geri Kazanılabılır Atıkların Kaynakta Ayrılması emine Hane Halkı Yakla ımının Be ikta ve Üsküdar ilçelerinde Ara tırılması”, Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY), s.183-191.
- ATMACA, E., KARAGÖZO LU, M., ve ÖZYONAR, F., 2009. “Sivas’ta Eski ve Yeni Katı Atık Yönetiminin Kar ıla tırılması”, Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY), s.509-517.
- AYDO AN, Ö.,VARANK, G., ve B LG L , M., 2009. “Gaziantep li Katı Atık Yönetimi”, Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY), s.25-32.

- BANAR, M., ÇOKAYG L, Z., 2009. “Seramik Yer Karolarının Çevresel Etkilerinin Ya am Döngüsü Analizi Yöntemiyle De erlendirilmesi”, Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY), s.175-182.
- BATI, T., 2010. “Antalya Kenti Sürdürülebilir Katı Atık Yönetim Seçeneklerinin ncelenmesi”, Ulusal Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (UKAY), s.50-57.
- B RPINAR, M., ULUS, R., ANLIME HUR, ., 2009. “ stanbul linde Katı Atıkların Yönetimi”, Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY), s.1-7.
- CHEN, X., GENG,Y., FUJITA, T., 2009. “An overview of municipal solid waste management in China” Waste Management 30, p.716-724.
- CLEARY, J., 2009. “Life cycle assessments of municipal solid waste management systems: A comparative analysis of selected peer-reviewed literature”, Environmental International 35, p.1256-1266.
- CLIFT (FELLOW), R. A. DOIG AND FINNVEDEN, G. 2000. The Application of Life Cycle Assessment to Integrated Solid Waste Management Part 1- Methodology. Institution of Chemical Engineers Trans IChemE, Vol 78, Part B, July.
- ÇOBAN, A., Y T, S., DEM R, G., 2009. “Kompostla tırma Prosesinde Yöntem Seçiminin Kompost Kalitesi Üzerindeki Etkisinin De erlendirilmesi”, Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY), 129-137.Department of Water Management, Environmental and Sanitary Engineering, Netherlands.
- ENVEST, 2005a, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı 1. Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlanması için Teknik Yardım Projesi - EHCIP. *Düzenli Depolama Direktifi Direktife Özgü Yatırım Planı*.
- FEO GIOVANNI DE, MALVANO CARMELA, 2008. The use of LCA in selecting the best MSW management system. Waste Management 29, p.1901–1915, December.
- GÖKÇE, C., ARAYICI, S., 2005. “Çerkezköy lçesi Entegre Katı Atık Yönetim Sistemi Ara tırması”, Ulusal Katı Atık Kongresi (UKAK), s.131-138.
- GÖREN, S., ENGÜL, A., ANIL, ., MEHAN, H., 2009. “Avrupa Birli i Çevre Yönetmeliklerine Uyum Sürecinde stanbul’ un Entegre Katı Atık Yönetimi Uygulamaları”, Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY), s. 33-40.
- GÖRKEM, A., 2006. “ zmir Katı Eysel Atıklarının Bile enleri ve Özellikleri”, Türk – Alman Katı Atık Günleri (TAKAG), s. 29-36.
- GÜNE , S.T., 2002. Katı Atıkların Geri Kazanımı, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, Çevre Mühendisli i Uygulamaları, s.148-150.

- HANAY, Ö., KOÇER, N., USLU, G., DURSUN, A., 2009. “Atık Ka tıların Geri Kazanımının Ekonomik Açıdan Ara tırılması”, Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY), s.539-543.
- HARRI, M., A, S., O,S., 2008. “Use of Life Cycle Assessment as decision-support tool in waste management planning- optimal waste management scenarios for the Baltic States”, Environmental International 30, p.65-66.
- HOITINK, H.A. & KEENER, H.M. 1993. *Science and Engineering of Composting*, Ohio Agricultural Research and Development Center, The Ohio State University, Wooster,Ohio.
- HONG, R.J., WANG, GF., GUOC, R.Z. CHENG, X., LIU, Q., ZHANG, P.J., QIAN,G.R. 2006. Life cycle assessment of BMT-based integrated municipal solid waste management: Case study in Pudong, China. Resources, Conservation and Recycling 49 (2006), p.129–146.
- HRITOVSKI, K. L. OLSON, N. HILD, D. PETERSON, S. BURGE. 2006. “The Municipal solid waste system anda solid waste charaterization at the municipality of Veles, Macedonia” Waste Management 27, p.1680-1689.
- KALKANO LU, B., TOPKAYA.,B., 1999. Antalya Kıyı Bölgesinde Katı Atık Bertarafına Alternatif Çözüm: Kompost. Türkiye Kıyıları 99’. Türkiye Kıyı ve Deniz Alanları II. Ulusal Konferansı. Haziran 1999. ODTÜ.
- KÖSE, E., KARAKAYA, N., ALAN, R., 2009. “Evsel Katı Atık Yönetiminin Maliyeti: Bolu li Örne i”, Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY), s. 667-671.
- LIAMSANGUAN, C., GHEEWALA, S., 2008. “LCA: A Decision support tool for environmental assessment of MSW management systems”, Journal of Environmental Management 87, p. 132-138.
- McCARTHY, P.L., 1982. One hundred years of anaerobic digestion, anaerobic Digestion, 1981, Hughes vd. (eds.).
- MUNNICH, K., C.F.MAHLER, K. FRICKE. 2005. “Pilot Project of Mechanical-biological treatment of waste in Brazil” Waste Management 26 (2006) p. 150-157.
- NAS, S., BAYRAM, A., BULUT V., 2005. “Gümü hane (Merkez) Katı Atıklarının Kompostlanabilirli inin Ara tırılması”, Ulusal Katı Atık Kongresi (UKAK), s. 57-65.
- ÖZKAN, A. 2008. Kentsel Katı Atık Yönetim Sistemlerinin Olu turulmasında Farklı Karar Verme Tekniklerinin Kullanımı, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eski ehir.
- ÖZTÜRK, ., 1999. “Anaerobik Biyoteknoloji ve Atık Arıtımındaki Uygulamaları”, Su Vakfı Yayınları, 11-46.

- RIGAMENTI, L., GROSSO, M., GIUGLIANO, M., 2008. Life cycle assessment for optimising the level of separated collection in integrated MSW management systems. *Waste Management* 29, 934–944.
- SEZER, K., ARIKAN, O., YILDIZ, ., 2009. “Karlık Kentsel Atık Kompostlama Tesisi Ünitelerinde Atık Profiline İncelenmesi”, Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY), 121-128.
- SHEKDAR., 2009. “Sustainable Solid Waste Management: An Integrated Approach for Asian Countries”, *Waste Management*, Volume: 29, Issue: 4, 2009, p. 1438.
- AH N, A., 2002. Eskişehir Evsel Katı Atık Depolama Sahası Sızıntı Suyunun Farklı Analiz Teknikleriyle Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- REN, G., KOKULU, E., DEMREL, H., 2003. “Halkın Gelir Seviyesine Göre Evsel Katı Atık Analizi İzmir, Gazimir Örneği”, Ulusal Katı Atık Kongresi (UKAK), Poster Bildirileri, s. 23-27.
- TAN, R.R., CULABA, A.B. 2002. Environmental Life-Cycle Assessment: A Tool for Public and Corporate Policy Development, (www.lcacenter.org/library/pdf/PSME 2002a.pdf)
- TCHOBANOGLOUS, G., THEISEN, H. ve VIGIL, S. 1993. Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues, McGraw-Hill Inc., New York, USA.
- TOPKAYA, B. 2008 “Katı Atık Yönetimi” ders notları.
- TS 10459 sayı 10.11.1992 tarihli “Atıklar ve Katı Atıklarda Rutubet Tayini” standardı.
- TS 12072 sayı 03.09.1996 tarihli “Katı Atıklar-pH Tayini” standardı.
- TÜK 2008, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/cevredagitimapp/katiatik.zul>.
- TÜK 2010, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/adnksdagitapp/adnks.zul>.
- VAN DER HEIDE and EEISMA, M. (1997). *Soil Management: Municipal Solid Waste Disposal Selected Topics*, Delft University of Technology, Faculty of Civil Engineering,
- WANICHPONGPAN, W., GHEEWALA, S., 2007. “Life Cycle Assessment as a decision support tool for landfill gas-to energy projects”. *Journal of Cleaner Production* 15, p. 1819-1826.
- WINKLER, J., BILITEWSKI, B. 2007. Comparative Evaluation of Life Cycle Assessment Models for Solid waste Management, *Waste Management*, V. 27, p. 1021-1031.

- YEN CE, M., DO RUPARMAK, ., DURMU O LU, E., 2009. “Kocaeli li Katı Atık Karakterizasyonu”, Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY), s.519-526.
- YEN ÇER O LU, M., 2006. “Katı Atık Yönetimi Yasal Düzenlemeler ve Sinop Örne i”, s.24.
(http://eski.yerelnet.org.tr/yerel_hizmetler/kati_atik/rapor_01.pdf)
- YILDIZ, ., ATASEL M, F., ÖLMEZ, E., 2009. “ stanbul çin Katı Atık Karakterizasyonu Çalı ması”, Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY), s.61-67.
- YILDIZ, ., SALTABA , F., YALÇINKAYA, S., KEM RTLEK, A., 2009. “Katı Atık Toplama ve Ta ıma Optimizasyonu: Ka ıthane Örne i”, Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY), s.17-23.
- YILMAZ, A., H., ATALAY, F. S., 2004. “Çe itli Organik Katı Atıkların Anaerobik Fermantasyonu ve Modelleme Çalı maları”, V. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, s.619-626.
- ZAMAN, A.,2010. “Comparative study of municipal solid waste treatment Technologies using life cycle assessment method”, International Journal Science Technology 7 (2), 225-234.
- ZAMAN, A., 2009. “Life Cycle Environmental Assessment of Municipal Solid Waste to Energy Technologies”, Global Journal of Environmental Research 3(3): 155-163.

ÖZGEÇM

Mehmet YURDAKUL, 1986 yılında Antalya'da do du. İlk, orta ve lise ö renimini Antalya'da tamamladı. 2005 yılında girdi i Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisli i Bölüm'ünden 2009 yılında bölüm birincisi olarak mezun oldu ve Çevre Mühendisi ünvanını aldı. Eylül 2009 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisli i Anabilim Dalı'nda yüksek lisans ö renimine ba ladı. 2009 yılında Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisli i Bölümü'ne Ara tırma Görevlisi olarak atandı.