

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL İÇİN STRATEJİK KENTSEL KATI ATIK
YÖNETİMİ YAKLAŞIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Çevre Müh. İnci KARAKAYA**

Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Programı : ÇEVRE BİLİMLERİ VE MÜHENDİSLİĞİ

EYLÜL 2008

**İSTANBUL İÇİN STRATEJİK KENTSEL KATI ATIK
YÖNETİMİ YAKLAŞIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Çevre Müh. İnci KARAKAYA
501061711

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15 Eylül 2008
Tezin Savunulduğu Tarih : 21 Eylül 2008

Tez Danışmanı : Prof.Dr. İzzet ÖZTÜRK
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Cumali KINACI (İ.T.Ü.)
Prof.Dr. Orhan YENİGÜN (B.Ü.)

EYLÜL 2008

ÖNSÖZ

Mesleğimde kilometre taşı olarak gördüğüm bu çalışmada yol göstericim Sayın Hocam Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK'e şükranlarımı sunarım.

Mesleki deneyimiyle bu çalışmanın şekillenmesini sağlayan ve her sorunumda çözümleriyle destek olan Sevgili Dostum Aslı ÖZABALI'ya binlerce teşekkürler.

Desteklerini her zaman yanımda hissettiğim Sevgili Dostlarım Sayın Kübra ERİÇYEL'e, Sayın Elif Banu GENÇSOY'a, Sayın Ayşe Dudu ALLAR'a, ve Sayın Emel TOPUZ'a şükranlarımı sunarım.

Çalışmam süresince her an yanıbaşımdaya olan sevgili kardeşim, sen olmadan bu tezi nasıl tamamlardım hiç düşünemiyorum. Sana sonsuz teşekkürler.

Tüm yaşantım boyunca daima arkamda olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen biricik aileme sonsuz teşekkürler.

Eylül, 2008

İnci KARAKAYA

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iii
KISALTMALAR	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	xii
ÖZET	xv
SUMMARY	xvii
1 GİRİŞ	1
1.1 Konunun Anlam ve Önemi	1
1.2 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı	2
2 ENTEGRE KATI ATIK YÖNETİM SİSTEMİ	5
2.1 Entegre Katı Atık Yönetim Sistemi	5
2.2 Entegre Atık Yönetim Sisteminin Bileşenleri	7
2.2.1 Atık Miktarını Azaltmak	8
2.2.2 Geri Dönüşüm	9
2.2.3 Atık Dönüşümü	9
2.2.3.1 Kompost	9
2.2.3.2 Biyogazifikasyon (Biyometanizasyon)	10
2.2.4 Atıktan Enerji Eldesi için Yakma	10
2.2.4.1 Atık Kaynaklı Yakıt Üretimi (Refuse Derived Fuel/RDF)	12
2.2.5 Düzenli Depolama	15
3 YASAL ÇERÇEVE	16
3.1 Ulusal Atık Mevzuatı	16
3.1.1 Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği	16
3.1.2 Ambalaj ve Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği	17
3.1.3 Belediyelerin Yasal Yükümlülükleri	18
3.2 AB Atık Mevzuatı	18
3.2.1 Düzenli Depolama Direktifi	19
3.2.2 Ambalaj Atıkları Direktifi	20
3.3 AB ile Uyumlu Ulusal Katı Atık Yönetimi Stratejisi	21
3.3.1 Müktesebat Uyumlaştırma	21
3.3.2 AB Katı Atık Direktifleri ile Uyum	21
4 İSTANBUL'DA KENTSEL KATI ATIK YÖNETİMİ	26
4.1 Katı Atık Sorununda Mevcut Durum	26
4.2 Kentsel Katı Atık Yönetimi Sisteminin Mevcut Durumu	29

4.2.1 Katı Atık Yönetimi Fizibilite Çalışması	29
4.2.2 Katı Atık Yönetimi Master Plan Uygulamaları	31
4.3 Katı Atıkların Biriktirilmesi, Toplanması, Taşınması	31
4.4 Katı Atıkların Depolanması	33
4.5 Katı Atıkların Yakılması	36
4.6 Katı Atıklardan Kompost Üretimi	38
4.7 Katı Atıklardan Madde Geri Kazanımı	39
4.8 Diğer Katı Atıkların Bertarafı	40
5 İSTANBUL İÇİN NÜFUS TAHMİNLERİ	41
5.1 İSKİ Master Plan Tahmini	46
5.2 CH2M-Hill/Antel Tahmini	47
5.3 UNDP Tahmini	48
5.4 UNDP ve DPT Tahmini	49
5.5 Nüfus Tahminlerinin Karşılaştırılması ve Seçilen Yöntem	49
6 İSTANBUL KENTSEL KATI ATIK ÜRETİM TAHMİNLERİ	52
6.1 Kişi başı KKA Üretimi	52
6.2 KKA Üretiminin 2010-2030 yılları arasındaki tahmini	53
7 MODEL FEASIBLE	55
7.1 Modüller ve Girdiler	56
7.2 Genel Veri (General) Modülü	56
7.3 Katı Atık (Solid waste) Modülü	62
8 İSTANBUL İÇİN AB İLE UYUMLU ENTEGRE KENTSEL KATI ATIK YÖNETİMİ YAKLAŞIMI	73
8.1 İstanbul için Kentsel Katı Atık Yönetimi Senaryoları	73
8.1.1 Mevcut Durum Senaryosu	76
8.1.1.1 Anadolu Yakası için Mevcut Durum Senaryosu	76
8.1.1.2 Avrupa yakası 1 No'lu bölge için Mevcut Durum Senaryosu	79
8.1.1.3 Avrupa yakası 2 No'lu bölge için Mevcut Durum Senaryosu	82
8.1.2 İstanbul için AB ile Uyumlu ve Sürdürülebilir Atık Yönetim Senaryosu (EHCIP Uyum Senaryosu)	85
8.1.2.1 Anadolu yakası için AB ile Uyum Senaryosu	86
8.1.2.2 Avrupa Yakası 1 No'lu bölge için AB ile Uyum Senaryosu	92
8.1.2.3 Avrupa Yakası 2 No'lu bölge için AB ile Uyum Senaryosu	98
8.1.3 Revize Uyum Senaryosu 1	104
8.1.4 Anadolu Yakası için Revize Uyum Senaryosu 1	104
8.1.4.1 Avrupa Yakası 1 No'lu bölge için Revize Uyum Senaryosu 1	110
8.1.4.2 Avrupa yakası 2 No'lu bölge için Revize uyum senaryosu 1	116
8.1.5 Revize Uyum Senaryosu 2	121
8.1.5.1 Anadolu yakası için Revize uyum senaryosu 2	121
8.1.5.2 Avrupa Yakası 1 No'lu Bölge için Revize Uyum Senaryosu 2	126
8.1.5.3 Avrupa Yakası 2 No'lu Bölge için Revize Uyum Senaryosu 2	131

8.2	İstanbul için Kentsel Katı Atık Yönetimi Senaryolarının Karşılaştırılması	136
9	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	143
EK		146
KAYNAKLAR		155
ÖZGEÇMİŞ		158

KISALTMALAR

AAKY	: Ambalaj Atıkları Kontrolü Yönetmeliği
ADNKS	: Adrese dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
ATM	: Atık Toplama Merkezleri
BAA	: Biyolojik olarak Ayrışabilir Atıklar
cRDF	: Çöpten elde edilen kaba yakıt
CEE	: C entral and Eastern Europe
CIS	: Common wealth of Independent States of the former Soviet Union
dRDF	: Çöpten elde edilen yoğunlaştırılmış yakıt
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
DD	: Düzenli depolama Tesisi
EEEA	: Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atıkları
EFS	: Çevre Finans Stratejisi
EHCIP	: Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlaması (Projesi)
EKAY	: Entegre Katı Atık Yönetimi
FEASIBLE	: Geniş Ölçekli Harcama Gerektiren Çevresel, Uygulanabilir, Stratejik Yatırımlar için Finansman
GSYİH	: Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
İSKİ	: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
İYAKY	: İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği
KAY	: Katı Atık Yönetimi
KKA	: Kentsel Katı Atık
KAKY	: Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
MGT	: Maddesel Geri Dönüşüm Tesisi
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
TAKY	: Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
TeKAY	: Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
UNDP	: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No:</u>
Tablo 2.1 Knetisel Katı Atık ve RDF'in özellikleri	13
Tablo 2.2 RDF üreten tesislerde ekipmana göre maliyetler	14
Tablo 2.3 Kaba RDF (cRDF) üretim performansı	15
Tablo 3.1 Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Yönetmeliği geri kazanım hedefleri [12]	17
Tablo 3.2 Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Direktifi hedefleri	20
Tablo 3.3 Düzenli depolama direktifi hedeflerine göre geçiş süreleri [4]	22
Tablo 3.4 Türkiye için AB Atık Direktifleri ile uyumlu zaman çizelgesi [4]	24
Tablo 3.5 AB Direktifleri'ne uyum için gerekli tesislerin bölgelere göre dağılımı [4]	25
Tablo 4.1 İstanbul katı atıklarının bileşenleri (%Yaş ağırlık olarak) [20]	28
Tablo 4.2 İstanbul'da 2006 kış ve 2007 yaz katı atıklarının bileşenlerinin eşdeğer ortalaması (%Yaş ağırlık olarak)	28
Tablo 4.3 Aktarma istasyonlarının yeri [20]	31
Tablo 4.4 Aktarma tesislerinin özellikleri [20]ve [36]	33
Tablo 4.5 Odayeri Düzenli Depolama Sahasının teknik özellikleri	34
Tablo 4.6 Odayeri Düzenli Depolama sahası 2007 yılı depolanan atık miktarları [36]	34
Tablo 4.7 Düzenli Depolama sahalarının teknik özellikleri	35
Tablo 4.8 Kömürcüoda Düzenli Depolama sahası 2007 yılı depolanan atık miktarları[36]	36
Tablo 4.9 Odayeri Tıbbi Atık Yakma Tesisinin Teknik Özellikleri [37]	37
Tablo 4.10 Kompost tesisine girecek malzemeler [4]	38
Tablo 5.1 İlçe belediyelerin 1990, 2000 ve 2007 yılı şehir ve köy nüfusu	43
Tablo 5.2 Büyükşehir Belediyeleri Yeni Kanun Tasarısı sonrası ilçelerin son durumu	45
Tablo 5.3 İstanbul Master Planına göre İstanbul nüfus tahminleri [24]	46
Tablo 5.4 CH2M-Hill/Antel tarafından yapılan nüfus tahmini sonuçları	47
Tablo 5.5 2000-2030 yılları arasında UNDP Nüfus Tahmini (UNDP)	48
Tablo 5.6 DPT İstanbul nüfus tahmini	49
Tablo 5.7 İstanbul İli'nin 2010-2030 yılları arasındaki toplam nüfus tahmini	51
Tablo 6.1 İstanbul'da kişi başı KKA üretimi	53
Tablo 6.2 İstanbul için 2010-2030 arasında tahmin edilen toplam atık miktarı ve kişi başı KKA değerleri	54
Tablo 7.1 İstanbul nüfusunun hane bazında oranları [16]	58
Tablo 7.2 Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2006-2013) GSYİH tahmini ..	59
Tablo 7.3 EHCIP çalışmasında İstanbul –İzmir için verilen GSYİH değerleri ve sadece İstanbul için hesaplanan değer	60
Tablo 7.4 Özel tüketim malları için EHCIP çalışmasında İstanbul –İzmir için verilen GSYİH değerleri ve sadece İstanbul için hesaplanan değer	60
Tablo 7.5 İstanbul bölgesindeki sektörlerin GSMH içindeki yüzde payları	61
Tablo 7.6 Alt bölgelere göre tahmini KKA üretimi, EHCIP	63

Tablo 7.7	İstanbul’da 2010 yılında kaynaklara özgü birim atık değerleri	63
Tablo 7.8	İstanbul Anadolu ve Avrupa yakası 2006 kış dönemi KKA karakterizasyonu [36].....	64
Tablo 7.9	İstanbul Anadolu ve Avrupa yakası 2007 yaz dönemi KKA karakterizasyonu, [36].....	65
Tablo 7.10	Anadolu ve Avrupa yakasında evlerden gelen KKA karakterizasyonu	66
Tablo 7.11	İstanbul bölgesinin ticari kaynaklı katı atık bileşen yüzdeleri	66
Tablo 7.12	İstanbul bölgesinin endüstri kaynaklı katı atık bileşenlerinin yüzdeleri.....	67
Tablo 7.13	İstanbul bölgesinin inşaat ve yıkım kaynaklı katı atık bileşenlerinin yüzdeleri.....	67
Tablo 7.14	Tesis verimleri (gelen atık miktarına oranla)	70
Tablo 7.15	Modelin baz aldığı tesis kapasiteleri	71
Tablo 8.1	İstanbul için AB Atık Direktifleri ile uyumlu zaman çizelgesi.....	73
Tablo 8.2	İstanbul için revize edilmiş AB Atık Direktifleri ile uyumlu zaman çizelgesi.....	74
Tablo 8.3	Anadolu yakası için mevcut durum senaryosunun özeti [4]	77
Tablo 8.4	Anadolu yakası ambalaj atıkların geri kazanım/geri dönüşüm oranları	78
Tablo 8.5	Avrupa yakası 1 No’lu bölge için Mevcut durum senaryosunun özeti [4]	80
Tablo 8.6	Avrupa yakası 1 No’lu bölge ambalaj atıkların geri kazanım/geri dönüşüm oranları.....	81
Tablo 8.7	Avrupa yakası 2 No’lu bölge için mevcut durum senaryosunun özeti [4]	83
Tablo 8.8	Mevcut durum senaryosuna göre Avrupa 2 bölgesinde ambalaj atıklarında geri kazanım, toplam geri kazanım ve toplam geri dönüşüm oranları.....	84
Tablo 8.9	AB uyum senaryosuna göre Anadolu’da tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl).....	87
Tablo 8.10	AB yum senaryosuna göre Anadolu yakasında ambalaj atıklarında ulaşılan hedefler	89
Tablo 8.11	AB uyum senaryosu süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları	92
Tablo 8.12	AB uyum senaryosu Anadolu yakasında tesislerin ilk yatırım maliyetleri	92
Tablo 8.13	AB Uyum senaryosuna göre Anadolu’da tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl).....	93
Tablo 8.14	AB yum senaryosuna göre Avrupa 1’de ambalaj atıklarında ulaşılan hedefler.....	95
Tablo 8.15	AB uyum senaryosu süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları	98
Tablo 8.16	AB uyum senaryosunda tesislerin ilk yatırım maliyetleri.....	98
Tablo 8.17	Avrupa 2 bölgesinde tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl)	99
Tablo 8.18	AB yum senaryosuna göre Avrupa 2 bölgesinde ambalaj atıklarında ulaşılan hedefleri	101
Tablo 8.19	AB uyum senaryosu süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları	104
Tablo 8.20	AB uyum senaryosunda tesislerin ilk yatırım maliyetleri.....	104

Tablo 8.21	Revize edilmiş uyum senaryosu 1 göre Anadolu'da tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl)	105
Tablo 8.22	Revize uyum senaryosu 1'e göre Anadolu yakasında ambalaj atıklarında ulaşılan hedefler	107
Tablo 8.23	Revize edilmiş uyum senaryosu 1 süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları,(adet)	110
Tablo 8.24	Revize uyum senaryosu 1'de Anadolu yakasında tesislerin ilk yatırım maliyetleri	110
Tablo 8.25	Revize uyum senaryosu 1 Avrupa 1'de tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl).....	111
Tablo 8.26	Alternatif 1 uyum senaryosuna göre Anadolu yakasında ambalaj atıklarında ulaşılan hedefler	113
Tablo 8.27	Revize uyum senaryosu 1, Avrupa 1'de işletmeye alınacak tesis sayıları	116
Tablo 8.28	Revize uyum senaryosu 1, Avrupa 1'de tesislerin ilk yatırım maliyetleri	116
Tablo 8.29	Revize Uyum senaryosu 1, Avrupa 2 bölgesinde tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl)	117
Tablo 8.30	Revize uyum senaryosu 1 göre Avrupa 2 bölgesinde ambalaj atıklarında ulaşılan hedefler	118
Tablo 8.31	Alternatif 1 uyum senaryosu süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları	120
Tablo 8.32	Revize uyum senaryosu 1, Avrupa 2'de tesislerin ilk yatırım maliyetleri	121
Tablo 8.33	Anadolu'da tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl).....	122
Tablo 8.34	Revize uyum senaryosu 2 göre Anadolu yakasında ambalaj atıklarında ulaşılan hedefler	123
Tablo 8.35	Revize uyum senaryosu 2, Anadolu yakası işletmeye alınacak tesis sayısı.....	126
Tablo 8.36	Alternatif 1 uyum senaryosunda tesislerin ilk yatırım maliyetleri.....	126
Tablo 8.37	Revize uyum senaryosu 2, Avrupa 1 bölgesinde tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl)	127
Tablo 8.38	Revize uyum senaryosu 2 göre Anadolu yakasında ambalaj atıklarında ulaşılan hedefler	128
Tablo 8.39	Revize uyum senaryosu 2 süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları	131
Tablo 8.40	Revize uyum senaryosu 2 , Avrupa 1'de tesislerin ilk yatırım maliyetleri	131
Tablo 8.41	Revize uyum senaryosu 2, Avrupa 2 bölgesinde tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl)	132
Tablo 8.42	Revize uyum senaryosu 2'ye göre Avrupa 2 bölgesinde ambalaj atıklarında ulaşılan hedefleri	133
Tablo 8.43	Revize edilmiş uyum senaryosu 2 süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları.....	136
Tablo 8.44	Alternatif 1 uyum senaryosunda tesislerin ilk yatırım maliyetleri.....	136
Tablo 8.45	AB uyum senaryosu için yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları ve kapasiteleri	137
Tablo 8.46	Revize uyum senaryosu 2 için yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları ve kapasiteleri.....	138

Tablo 8.47 Revize edilmiş uyum senaryosu 1 için yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları ve kapasiteleri	139
Tablo 8.48 Anadolu yakası için birim maliyetler.....	140
Tablo 8.49 Avrupa yakası 1 No'lu bölge için birim maliyetler	140
Tablo 8.50 Avrupa yakası 2 No'lu bölge için birim maliyetler	140
Tablo 8.51 Revize edilmiş uyum senaryosu 1'de tesislerin toplam ve birim maliyetleri	141
Tablo 8.52 Revize edilmiş uyum senaryosu 1'da harcanabilir hanehalkı geliri.....	142

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No:

Şekil 2.1	Entegre katı atık yönetiminin bileşenleri [5]	6
Şekil 2.2	Entegre katı atık yönetiminin bileşenleri önem sıralaması[5]	7
Şekil 2.3	Atık azaltmanın proses bazında yapılması [5].....	8
Şekil 2.4	RDF Tesisi ön ayırma prosesi	13
Şekil 4.1	İstanbul’da oluşan katı atık miktarlarının yıllara göre değişimi [21]	27
Şekil 4.2	Önerilen aktarma merkezleri, taşıma güzergahları, düzenli depolama alanlarının yerleri [4].....	30
Şekil 4.3	İstanbul’da katı atık toplama ve bertaraf sisteminin genel yapısı [4]	32
Şekil 4.4	Odayeri Düzenli Depolama sahası 2007 yılı depolanan atık miktarları ..	35
Şekil 4.5	Kömürcüoda Düzenli Depolama sahası 2007 yılı depolanan atık miktarları	36
Şekil 4.6	1995 ve 2007 yılları arasında Odayeri Tıbbi Atık Yakma Tesisine gelen atık miktarı (ton) [36]	37
Şekil 4.7	Kemirburgaz Kompost Tesisi 2007 yılı aylık üretimleri [36].....	39
Şekil 5.1	İstanbul Master Planı nüfus tahminleri.....	46
Şekil 5.2	1994-2020 dönemi CH2M-Hill nüfus tahmini	47
Şekil 5.3	2000-2030 UNDP Nüfus Tahminleri	48
Şekil 5.4	DPT tahmininin UNDP yaklaşımı ile 2030’a kadar projekte edilmesi	49
Şekil 5.5	Nüfus tahminlerinin karşılaştırılması	50
Şekil 5.6	Seçilen yöntemin nüfus sayımları ile uygunluğunun gösterilmesi	50
Şekil 5.7	İstanbul ili alt bölgelerinin 1990 (a) ve 2000 (b) yıllarındaki nüfus % oranı	51
Şekil 6.1	İstanbul’da 1996-2007 dönemi katı atık miktarları değişimi	52
Şekil 6.2	İstanbul için 2010-2030 arasında tahmin edilen toplam atık.....	54
Şekil 7.1	EFS geliştirmede Feasible Modelinin akım şeması.....	56
Şekil 7.2	GSYİH’nın atık miktarı üzerindeki etkisi.....	58
Şekil 7.3	İstanbul ve Türkiye’nin 1987 ve 2001 yılları arasındaki GSYİH değerleri ve artış oranı.....	59
Şekil 7.4	Atık yönetim faaliyetlerinde tesislerin genel maliyet fonksiyonları.....	71
Şekil 8.1	RDF için kütle dengesi	75
Şekil 8.2	Mevcut durum senaryosu, Anadolu yakası için katı atık akışı	77
Şekil 8.3	Anadolu yakası için mevcut durum senaryosunda karton için geri kazanım ve mevzuatla uyum.....	78
Şekil 8.4	Anadolu yakası için mevcut durum senaryosunda toplam geri kazanım ve dönüşüm ve mevzuatla uyum	79
Şekil 8.5	Mevcut durum senaryosu, Anadolu yakası BAA hedefleri	79
Şekil 8.6	Mevcut durum senaryosu Avrupa yakası 1 No’lu bölge katı atık akışı....	80
Şekil 8.7	Avrupa yakası 1 No’lu bölge için mevcut durum senaryosunda karton için geri kazanım ve mevzuatla uyum.....	81
Şekil 8.8	Avrupa yakası 1 No’lu bölge için mevcut durum senaryosunda toplam geri kazanım ve dönüşüm ve mevzuatla uyum	82

Şekil 8.9	Avrupa yakası 1 No'lu bölge için düzenli depolamaya giden BAA hedefleri ve mevzuatla uyum	82
Şekil 8.10	Mevcut senaryosuna göre Avrupa 2'de tesislere gelen atık dağılımı	83
Şekil 8.11	Avrupa yakası 2 No'lu bölge için mevcut durum senaryosunda toplam geri kazanım ve dönüşüm ve mevzuatla uyum	84
Şekil 8.12	Avrupa yakası 2 No'lu bölge için mevcut durum senaryosunda toplam geri kazanım ve dönüşüm ve mevzuatla uyum	85
Şekil 8.13	Avrupa yakası 2 No'lu bölge için düzenli depolamaya giden BAA hedefleri ve mevzuatla uyum	85
Şekil 8.14	Anadolu yakası AB senaryosu atık kompozisyonu	87
Şekil 8.15	AB uyum senaryosuna göre Anadolu'da tesislere gelen atık miktarı dağılımı	88
Şekil 8.16	AB uyum senaryosuna göre Anadolu'da tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı	88
Şekil 8.17	AB Uyum Senaryosu Anadolu yakası toplam geri dönüşüm ve geri kazanım oranları.....	90
Şekil 8.18	AB Uyum Senaryosu Anadolu yakası BAA hedefleri	91
Şekil 8.19	Avrupa yakası 1 No'lu bölge AB senaryosu atık kompozisyonu.....	93
Şekil 8.20	AB uyum senaryosuna göre Avrupa 1'de tesislere gelen atık miktarı dağılımı	94
Şekil 8.21	AB uyum senaryosuna göre Avrupa 1'de tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı	94
Şekil 8.22	AB Uyum Senaryosu Avrupa 1'de toplam geri dönüşüm ve geri kazanım oranları.....	96
Şekil 8.23	AB Uyum Senaryosu Avrupa 1 BAA hedefleri	97
Şekil 8.24	Avrupa yakası 2 No'lu bölge AB senaryosu atık kompozisyonu.....	99
Şekil 8.25	AB uyum senaryosuna göre Avrupa 2'de tesislere gelen atık miktarı dağılımı	100
Şekil 8.26	AB uyum senaryosuna göre Avrupa 2'de tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı	100
Şekil 8.27	AB Uyum Senaryosu Avrupa 2 toplam geri kazanım ve geri dönüşümün mevzuatlarla uyumu	102
Şekil 8.28	AB Uyum Senaryosu Avrupa 2 bölgesi BAA depolama hedefleri	103
Şekil 8.29	Revize uyum senaryosu 1'de Anadolu yakası için atık kompozisyonu	105
Şekil 8.30	Revize uyum senaryosu 1'e göre Anadolu'da tesislere gelen atık miktarı dağılımı.....	106
Şekil 8.31	Revize uyum senaryosu 1'e göre Anadolu'da tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı	106
Şekil 8.32	Revize uyum senaryosu 1'e göre Anadolu yakasında toplam geri kazanım ve geri dönüşüm	108
Şekil 8.33	Revize Uyum Senaryosu 1 Anadolu'da BAA hedefleri	109
Şekil 8.34	Avrupa yakası 1 No'lu bölge Revize uyum senaryosu 1 atık kompozisyonu	110
Şekil 8.35	Revize uyum senaryosu 1 göre Avrupa 1'de tesislere gelen atık miktarı dağılımı.....	111
Şekil 8.36	Revize uyum senaryosu 1'e göre Avrupa 1'de tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı	112
Şekil 8.37	Revize uyum senaryosu 1,Avrupa 1'de toplam geri dönüşüm ve geri kazanım	114

Şekil 8.38	Revize Uyum Senaryosu 1, Avrupa 1’de BAA hedefleri.....	115
Şekil 8.39	Avrupa yakası 2 No’lu bölge Revize uyum senaryosu 1 atık kompozisyonu	116
Şekil 8.40	Revize uyum senaryosu 1’e göre Avrupa 2’de tesislere gelen atık miktarı dağılımı.....	117
Şekil 8.41	Revize uyum senaryosu 1 göre Avrupa 2’de tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı	118
Şekil 8.42	Revize uyum Senaryosu 1, Avrupa 2’de toplam geri kazanım ve geri dönüşüm.....	119
Şekil 8.43	Revize Uyum Senaryosu 1, Avrupa 2’de BAA hedefleri.....	120
Şekil 8.44	Anadolu yakası Revize uyum senaryosu 2 atık kompozisyonu	121
Şekil 8.45	Revize uyum senaryosu 2’ye göre Anadolu’da tesislere gelen atık miktarı dağılımı.....	122
Şekil 8.46	Revize uyum senaryosu 2’ye göre Anadolu’da tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı	123
Şekil 8.47	Revize uyum senaryosu 2, Anadolu yakası toplam geri dönüşüm ve geri kazanım oranı.....	124
Şekil 8.48	Revize uyum senaryosu 2, Anadolu yakası BAA hedefleri	125
Şekil 8.49	Avrupa yakası 1 No’lu bölge Revize edilmiş uyum senaryosu 2.....	126
Şekil 8.50	Revize uyum senaryosu 2’ye göre Avrupa 1’de tesislere gelen atık miktarı dağılımı.....	127
Şekil 8.51	Revize edilmiş uyum senaryosu 2’ye göre Avrupa 1’de tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı	128
Şekil 8.52	Revize uyum senaryosu 2, Avrupa 1’de toplam geri dönüşüm ve geri kazanım	129
Şekil 8.53	Revize edilmiş uyum senaryosu 2, Avrupa 1’de BAA hedefleri.....	130
Şekil 8.54	Avrupa yakası 2 No’lu bölge Revize edilmiş uyum senaryosu 2 atık kompozisyonu	131
Şekil 8.55	Revize uyum senaryosu 2’ye göre Avrupa 2’de tesislere gelen atık miktarı dağılımı.....	132
Şekil 8.56	Revize uyum senaryosu 2’ye göre Avrupa 2’de tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı	133
Şekil 8.57	Revize uyum senaryosu 2’ye göre Avrupa 2’de toplam geri kazanım ve geri dönüşüm hedefleri.....	134
Şekil 8.58	Revize uyum senaryosu 2, Avrupa 2’de BAA hedefleri	135
Şekil 9.1	İstanbul için kentsel katı atık yönetimi akım şeması [4]	144

İSTANBUL İÇİN STRATEJİK KENTSEL KATI ATIK YÖNETİMİ YAKLAŞIMI

ÖZET

Bu çalışmada, İstanbul'da kentsel katı atıkların (KKA) Türk mevzuatına ve AB Birliği mevzuatına uygun bir şekilde bertaraf edilebilmesi için çevresel ve ekonomik açıdan uygun yöntemler seçilerek planlanmıştır. Ayrıca yapılması planlanan tesislerin sayısı ve kapasitesi, ilk yatırım ve işletme maliyetleri hesaplanmıştır. Çalışmada İstanbul İli, Anadolu yakası, Avrupa yakası 1 No'lu bölge ve Avrupa yakası 2 No'lu bölge olmak üzere üç bölgeye ayrılmıştır. Çalışma sırasında çıkan İl Sınırlarında Değişiklik hakkındaki kanununa göre bölgelendirme çalışması güncellenmiştir. Her bir bölgenin nüfusu, atık karakterizasyonu incelenmiş ve buna paralel olarak Türk ve AB Birliği mevzuatı hedeflerini sağlamak üzere çeşitli senaryolar geliştirilmiştir. Bunun sonucunda Model FEASIBLE programı ile her bir senaryo için gerekli tesis sayısı, kapasitesi belirlenmiş ve birim tesis maliyetleri hesaplanmıştır. Bir bilgisayar programı olan Model FEASIBLE (Financing for Environmental, Affordable and Strategic Investments that Bring on Large-scale Expenditure) OECD tarafından Danimarka kökenli COWI A/S firmasına hazırlanmıştır. Model çevre sektöründe finansal stratejilerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilmiş olup tüm kullanıcılara açık, bilgisayar destekli bir planlama programıdır. Modelin oluşturulmasında ana finansman kaynağı Danimarka Çevre Bakanlığı olup Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından da desteklenmiştir. Model temel olarak CIS (Commonwealth of Independent States of the former Soviet Union)/CEE (Central and Eastern Europe) bölgelerindeki ülkeler için su, atık su, katı atık hizmetlerine ait çevresel finans stratejileri hazırlamak amacıyla geliştirilmiş olup gelişmekte olan ülkeler için de kullanılabilir. Bu program ile İstanbul ili kentsel katı atık yönetimi senaryolarının 2010-2030 arasında Ulusal mevzuatta ve AB mevzuatında öngörülen kotaları sağladığını kontrol etmek için kullanılmıştır. Çalışmada öncelikle İstanbul İli'nin 2010 ve 2030 yılları arasında nüfus projeksiyonu çıkarılmıştır. TÜİK (Türk İstatistik Kurumu)'ndan elde edilen 2000 yılı nüfus sayım sonuçları baz alınarak, farklı tahmin yöntemleri yardımıyla 2030 yılına kadar nüfus tahmini yapılmıştır. Nüfus tahmininde gerçekçi bir yaklaşımın sağlanabilmesi için İSKİ, DPT, UNDP ve DPT-UNDP gibi farklı nüfus tahmin yöntemleri ile hesaplar yapılmış ve birbiri ile kıyaslanmıştır. Bunun sonucunda ise UNDP yönteminin 2008 ADNKS sonuçları ile uygunluk göstermesi sonucunda en uygun yöntem olarak seçilmiştir. Yapılan hesaplar sonucunda 2010 yılı için toplam nüfus ~12,5 milyon, 2030 yılı için ~16,5 milyon olarak bulunmuştur. Nüfus tahmini yapıldıktan sonra İSTAÇ'tan alınan veriler doğrultusunda kişi başı atık miktarı hesaplanmıştır. Bu verilere göre 2007 yılında İstanbul'da 14.000 ton/gün katı atık oluşmaktadır. Hesaplamalarda sokak toplayıcıları tarafından sistemden çekilen katı atık miktarı %10 olarak alınmış olup İSTAÇ verilerine eklenmiştir. Bunun sonucunda kişi başı oluşan atık miktarı 2007 yılı için 1,22 kg/kişi.gün olarak bulunmuştur. 2010 ve 2030

yıllarında kişi başı KKA üretiminin hesaplanırken 2005 yılında hazırlanan EHCIP çalışmasında İstanbul için öngörülen KKA artış hızları 2010-2015 ve 2016-2030 planlama dönemleri için EHCIP çalışmasında yer alan ve DPT tarafından onaylanmış olan %2,07 ve %2,20 değerleri kullanılmıştır. Ayrıca İstanbul'un turizm merkezi olması sebebiyle turist nüfusundan kaynaklanan atık miktarı için de bir yaklaşımda bulunulmuştur. Buna göre 2010 yılı için oluşan kişi başı atık miktarı 1,26 olup 2030 yılında 1,78'e kadar çıkmaktadır. Model girdisi olarak bu verilerin yanı sıra ortalama kişi başı GSYİH hesaplanmıştır. Buna göre kişi başı GSYİH değeri yıllık artış hızı %5,1 alınarak 2010 ve 2030 yılları için sırasıyla 8630 YTL/yıl ve 17.750 YTL/yıl olarak hesaplanmıştır. Ayrıca modelde GSYİH ve atık miktarı arasındaki fonksiyon belirlenmeye çalışılmıştır. Nüfus, katı atık miktarı ve GSYİH temel model girdileri hesaplandıktan sonra İstanbul kentsel katı atıkları yönetimi için mevzuatlar açısından en uygun yaklaşımı bulmak üzere senaryo denemeleri yapılmıştır. Bu aşamada öncelikle İstanbul ilinin mevcut katı atık yönetim sisteminin devam etmesi durumunda senaryo ele alınmış ve mevzuatlar açısından incelenmiş ve gerekli koşulları sağlamadığı görülmüştür.

İkinci senaryo olarak ise AB ile uyumlu ve sürdürülebilir atık yönetim senaryosu (EHCIP uyum senaryosu) ele alınmıştır. Bu senaryoda nüfusun %20'sine ikili toplama, geri kalan %80'ine ise karışık toplama uygulanmıştır. İkili toplanan atıkların kuru kısmı (ambalaj atıkları) Maddesel Geri Kazanım Tesisine gönderilirken yaş kısmı (organik kısım) kompost tesisine yönlendirilmiştir. Karışık toplanan atıklardan atık kumbaraları ve Atık Toplama Merkezleri (ATM) ile sınırlı geri kazanım olacaktır. Karışık toplanan atıklar 2013'e kadar yakma tesisine ve düzenli depolama; 2017'den itibaren sadece yakma tesisine gönderilecektir. Bu senaryo sonucunda kentsel atığın yüksek oranı yakıldığı için ambalaj atıkları açısından Türk ve AB mevzuatına uyum tam olarak sağlanamamıştır. Düzenli depolama direktifi açısından ise uyum 2015 yılından itibaren sağlanabilmektedir.

Üçüncü senaryo denemesinde olan Revize Uyum Senaryosu 1'de nüfusun %50'sine ikili toplama geri kalan %50'sine ise karışık toplama uygulanmıştır. Bu senaryo AB uyum senaryosu ile karşılaştırıldığında ambalaj atıklarında mevzuatlar açısından tam uyum sağlanmıştır. Ayrıca düzenli depolama direktifi ile uyum 2015'den itibaren tam olarak sağlanabilmektedir.

Dördüncü senaryo olan Revize Uyum Senaryosu 2 diğer iki senaryo arasında geçiş niteliğinde olup nüfusun %30'una ikili toplama geri kalan %70'ine ise karışık toplama yapılacaktır. Bu senaryo sonucunda ambalaj atıklarında ve düzenli depolama hedeflerinde AB uyum senaryosuna benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Modelde yapılan senaryo denemeleri sonucunda Revize Uyum Senaryosu 1'in İstanbul'da KKA'ların yönetimi açısından en uygun yaklaşım olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca bu senaryoda yakma tesisine gönderilen atıklar yanmak için yeterli ısı değerinin altında olduğu için RDF tesisine gönderilmiştir. Senaryo sonucunda gerekli tesislerin sayısı Anadolu yakası için 2 adet kompost 6 adet yakma ve 4 adet Maddesel Geri Dönüşüm Tesisi (MGT); Avrupa yakası 1 No'lu bölge için 3 adet kompost, 12 adet yakma ve 8 adet MGT; Avrupa yakası 2 No'lu Bölge için 3 adet kompost, 1 adet yakma ve 4 adet MGT ve her bölge için birer adet düzenli depolama tesisi bulunmuştur.

Tesislerin ilk yatırım ve İşletme/Bakım maliyetleri model tarafından hesaplanmış ve bu maliyetin hane başına düşen yıllık maliyeti ise 2010 yılında 88 YTL 2030 yılında 194 YTL olarak bulunmuştur. Bu değer harcanabilir hanehalkı gelirinin %1'ini aşması nedeniyle tesis yatırımlarında tarifelerin yanı sıra hibe ya da fon desteğine gerek duyulduğu sonucuna varılmıştır.

STRATEGIC MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT APPROACH IN ISTANBUL

SUMMARY

In this study municipal solid waste of Istanbul Metropolitan is managed according to the Turkish Laws and Regulations and EU Directives. Moreover these plans are applied in a sustainable way with environment and economy. As a result of these plans quantity and capacity of plants, investment and operation and maintenance cost are calculated. In the study Istanbul are separated to three region called as Anatolian Side, European Side 1 and 2. After investigation of population, MSW characterization of the regions many scenarios are planned in parallel with Turkish Laws and Regulation and EU Directives. In financing calculations GDP is correlated with MSW characterization. Each region is investigated about population, waste characterization and then different scenarios are created according to the Turkish and EU Regulations. In these researches a computer based program created by UNDP used to calculate the plant number, capacity and cost. The Model FEASIBLE (Financing for Environmental, Affordable and Strategic Investments that Bring on Large-scale Expenditure) is composed by Danish firm on behalf of OECD. This model can be downloaded without any restriction. Especially it's important when financial strategies are defined in environmental projects. The model is composed for the developing countries over CIS (Commonwealth of Independent States of the former Soviet Union)/CEE (Central and Eastern Europe) to make a financial strategies about environmental projects such as water supply, wastewater and solid waste. In this study, this program is used for the management of municipal solid waste between 2010 and 2030. First of all population was forecasted until the date of 2030. Different methods were tried with the data handled from TÜİK (Statistical Institute of Turkey). These methods are İSKİ, DPT, UNDP and DPT-UNDP. After that they are evaluated in each other and chosen the most possible method. Especially UNDP method was defined as the most close result with 2008 ADNKS population. Population was forecasted 12.5 billion in 2010 and 16.5 billion in 2030. After the population forecast unit waste quantity is calculated with data gathered from ISTAC. In 2007 Municipal solid waste is 14.000 tone/day. In that number illegal collection made by people is not included so this value is smaller than city waste. That's why %10 was added to this value. In 2007 MSW quantity for per capita is 1.22 kg/day. In the projection of waste quantity per capita ,EHCIP studies had made for Istanbul is used. As a result increasing rate was assumed as %2,07 for the period 2010-2015 and %2,20 for the period 2016-2030. Additionally tourist waste quantity is added to this value so it was increased to 1.26 in 2010 and 1.78 in 2030. The other important data is GDP that was calculated and submitted by Turkish regulators is used in this study. Increasing rate was %5.1 for GDP and constant throughout the project. Average GDP values are 8630 YTL/year and 17.750 YTL/year in 2010 and 2030. Also relationship between the GDP and waste quantity

was tried to be solved. After these basic data calculation the possible scenarios were searched with Model. In that point, first exiting situation scenario was composed to show the inadequate conditions for the Regulations. In the second scenario sustainable EU waste management scenario was applied. Dual collection system was applied the %20 of population and the rest side was collected mix. In dual collection dry part (packaging waste) sent to MRF and CAC, wet part sent to composting plants. Mixed waste is sent to landfill until 2013 then landfill and incineration plant until 2017, after 2017 only incineration plant. In this scenario packaging waste regulations were handled generally. Landfill directive conditions was handled after 2015. In the third scenario %50 of population applied dual collection and the rest of it collected mix. In this scenario consistency with directives was provided. In the final scenarios %30 of population was collected dual and rest collected mixed. Results of it were similar to the EU scenario.

After the evaluation of all scenarios the scenario three was chosen for municipal solid waste management of Istanbul. Also RDF plant was planned instead of incineration plant because of the waste characterize of city. Plant quantity for Anatolian side are forecasted as like ; 2 unit composting plant, 6 unit incineration plant, 4 unit MRF and a landfill; for European side 1 ,3 unit composting plant ,12 unit incineration plant, 8 unit MRF and a landfill; for European side 2 ,3 unit composting plant ,1 unit incineration plant, 4 unit MRF and a landfill.

Investment and operation & maintenance cost were calculated by model as like per household 88 YTL in 2010 and 194 YTL in 2030. These values are so high for affordable cost of the household (%1 of GDP per household). Beside the incomes that are taken from tariffs additional sources are needed such as grant, funds or loans.

1 GİRİŞ

1.1 Konunun Anlam ve Önemi

Ülkemizde endüstrileşmenin plansız gelişimi, hızlı nüfus artışı ve çarpık kentleşme çevre sorunlarının artmasına ve çevre kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Nüfus artışı, teknolojik gelişme, sanayileşme ve kentleşmeyle paralel olarak miktarı ve türü hızla artan katı atıkların doğaya olumsuz etkileri, gerekli alt yapının en kısa zamanda tamamlanmasını zorunlu kılmaktadır. Günümüzde çoğu yerleşim alanları içinde veya çok yakınında kalan düzensiz depolama sahaları, önemli sağlık sorunlarına yol açabilecek boyuttadır. Bu nedenle yerleşim birimlerinin atıklarını çevreyle uyumlu entegre bir yönetim sistemi çerçevesinde değerlendirilerek bertarafı gerekir. Atık Yönetimi konusunda yapılacak tüm çalışmaların öncelikle güvenilir bir atık envanteri üzerine kurulması gerekmektedir. Oluşan atıkların mevsimsel değişiklikler, nüfus, yörenin gelir düzeyi ve mevcut sanayi türlerine bağlı olarak büyük değişiklikler gösterdiği bilinmektedir. Bu verilerin belirlenmesi atığa uygulanacak bertaraf yönteminin seçiminde önem kazanmaktadır. Daha sonra ayrıntılı olarak ele alınacağı üzere kentsel katı atıklar düzenli depolama ya da diğer nihai bertaraf sistemine gönderilmeden önce içeriğindeki ambalaj atıklarının geri dönüşüm tesislerine ve organik katı atıkların (mutfak ve park bahçe atıkları) kompost tesisine gönderilmesi hedeflenmektedir.

Entegre katı atık yönetim sisteminde temel amaç atığın daha az üretilmesini sağlamaktır. Ardından oluşan atığının geri dönüştürülerek veya kompost edilerek sisteme yeniden dahil edilmesidir. Organik atıkların kompostlaştırılması ile özellikle İstanbul'da terk edilmiş maden ocaklarının ıslah edilmesi düşünülmektedir. Ayrıca kompostun pazara entegre edilmesi ile de ekonomik katkı sağlayacağı beklenmektedir. Organik atıklara uygulanacak diğer yöntem ise biyometanizasyon tesisine gönderilerek gaz enerjisinden istifade edilmesidir. Atığın oluşmasından sonra öncelikli olarak uygulanması gereken bu yöntemler ile Türk ve AB mevzuatında ambalaj atıklarının geri kazanımı ve düzenli depolama kotalarının yakalanması sağlanmaktadır. Katı atık yönetimi stratejisinin hedefleri:

- Atık oluşumunu engellemek
- Atığın geri dönüştürülmesi ve tekrar kullanılmasını sağlamak
- Atığın güvenli bertarafı ve çevreyi olumsuz etkileri önlemek

üzere gerekli önlemleri alarak düzenli depolamaya öncelik verilmesi olarak sıralanabilir.

Entegre atık yönetim sistemi hiyerarşisinde üçüncü aşamada ise atığın nihai bertaraf sistemleri olan yakma ya da düzenli depolama tesislerine gönderilmesidir. Henüz Türk mevzuatında düzenli depolama ile ilgili kısıtlamalar bulunmamakla birlikte AB uyum süreci açısından Düzenli Depolama Direktifi koşullarının sağlanması gerekmektedir. Düzenli Depolama Direktifi'nin en önemli özelliği, depolanacak KKA'nın biyolojik olarak ayrışabilir atık (BAA) bileşeni için 1995 yılı BAA miktarı baz alınarak kademeli olarak kısıtlamalar getirilmiştir. Burada amaç depo sahalarından çıkan sera gazının, sızıntı suyu miktarını azaltılarak hava kalitesini, yüzeysel ve yer altı sularının kalitesini korumaktır. Bu şekilde biyolojik olarak ayrışabilen atıkların düzenli depolama alanları dışına yönlendirilen kısmı ile uygun arıtma (kompostlaştırma) ve bertaraf yöntemlerinin (yakma/gazifikasyon) yoğun kullanımı gerekecektir. Ambalaj atıklarında ise gerekli yasal kotaların sağlanabilmesi için ise ikili toplama sisteminin başlatılması ve atık kumbaraları, atık toplama merkezleri ve maddesel geri kazanma tesisleri ile geri kazanımın sağlanmasıdır. Kaynağında ayrı toplananın yanı sıra mevcut sistemin nüfusun bir kısmında devam etmesi durumunda toplanan karışık atıklar düzenli depolamaya gönderilmeden önce termal işlemlerden geçirilerek enerji kazanımı sağlanmaktadır. Bunun için uygulanacak sistemler kütleli yakma ve atık kaynaklı yakıt üretimi işlemleridir. İstanbul için seçilen senaryoda atık kaynaklı yakıt üretim uygulaması yapılmıştır. Bu şekilde düzenli depolamaya giden atık miktarı da azalma göstermektedir.

Sonuç olarak İstanbul ili için yapılan bu çalışmanın Türkiye genelindeki Büyükşehir belediyelerine kentsel katı atıkların bertaraf edilmesinde örnek teşkil etmesi planlanmaktadır.

1.2 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, İstanbul'da kentsel katı atıkların (KKA) Türk mevzuatına ve AB Birliği mevzuatına uygun bir şekilde bertaraf edilebilmesi için çevresel ve ekonomik açıdan uygun yöntemlerin seçilerek planlanmasıdır. Ayrıca planlanan

tesislerin sayısı, ilk yatırım ve işletme maliyetleri için yaklaşık ön tahminler yapılmasıdır. Çalışmada İstanbul İli Anadolu yakası bir bölge olarak alınmış, Avrupa yakası ise 1 No'lu ve 2 No'lu bölge olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 2006 yılında yaptırılan Katı Atık Ana Planı I Raporu bölgelendirme çalışmasından faydalanılmıştır. Ana Plan I'de yer alan bölgelendirme çalışmasında Bölgesel Atık Komplekslerinin (düzenli depolama, kompost, maddesel geri kazanma tesisi vb. sistem bileşenlerini kapsamak üzere) en büyük nüfusun yaşadığı bölgelere olabildiğince yakın inşa edilmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle İstanbul Avrupa yakası iki bölgeye ayrılmıştır. Daha sonra her bir bölgenin nüfusu, atık karakterizasyonu incelenmiş ve buna paralel olarak Türk mevzuatı ve AB Birliği mevzuatı hedeflerini sağlamak üzere çeşitli senaryolar üzerinde durulmuştur. Senaryolar OECD tarafından hazırlattırılmış bilgisayar destekli bir program olan Model FEASIBLE ile oluşturulmuştur. Bunu sonucunda gerekli tesis sayısı, kapasitesi ve maliyeti belirlenmiştir.

Bu çalışma ile Türkiye genelindeki Büyükşehir belediyelerinde kentsel katı atıkların bertaraf edilmesinde uygulanabilecek senaryolar ele alınmıştır. Her bir senaryoda ikili toplama sistemi farklı oranlarda hizmet vermiştir. Bunun sonucunda ambalaj atıklarının ve biyolojik olarak parçalanabilir atıkların Türk ve AB mevzuatlarına uyumu değerlendirilmiş ve uyumun en fazla sağlandığı Revize Uyum Senaryosu 1 İstanbul için kentsel katı atıkların yönetiminde kullanılmasına karar verilmiştir. Seçilen senaryoda nüfusun %50'sine ikili toplama sistemin uygulanmıştır. İkili toplama ile kaynağında ayrı olarak toplanan ambalaj atıkları Atık Toplama Merkezleri (ATM)'ne ve Maddesel Geri Kazanım Tesislerine yönlendirilmiştir. Bu şekilde ambalaj atıkları için gerekli mevzuat koşulları sağlanırken, biyolojik olarak ayrışabilen atıklar (BAA) kompost tesislerine yönlendirilmesi ile mevzuat koşulları sağlanmaya çalışılmıştır. Bu şekilde düzenli depolamaya gönderilen atık miktarı azaltılmıştır. Nüfusun geri kalan %50'sine ise karışık toplama sistemi uygulanmıştır. Atık kumbaraları ve ATM'ler ile sınırlı geri kazanım sağlanmıştır. Kaynağında karışık olarak biriktirilen atıklar yakma tesisi devreye girinceye kadar düzenli depolama sahasına gönderilecektir. Fakat oluşan karışık atık yakma için yeterli ısı değere sahip olmadığı diğer bir değişle nem muhtevası yüksek olduğu için Atık Kaynaklı Yakıt (RDF) tesisine gönderilecektir. Model'de atık karakteristiğinin zaman içerisinde gelir düzeyinin artmasına bağlı olarak yakmaya daha elverişli hale geldiği yani BAA içeriğinin azalırken ambalaj atığı içeriğinin arttığı görülmektedir.

Bu durum ise atığın ek yakıtı ihtiyacı kalmaksızın yakılabileceğini (Kütlesel Yakma) göstermektedir.

Modelde nüfus, atık miktarı ve karakterizasyonunun yanı sıra tesislerin maliyet hesaplayan temel makroekonomik veriler olan GSYİH, GSYİH artış hızı ve enflasyon verileri kullanılmıştır. Bu veriler ile tesislerin birim maliyetleri hesaplanarak hane başına düşen maliyet bulunmuştur. Hane başına düşen bu maliyet değeri ise harcanabilir hane halkı gelirinin %1'ini aşması nedeniyle ek finansmana ihtiyaç olduğunu göstermiştir. Yani hanelerden tarifeler ile toplanacak maliyetin yanı sıra hibe, fon ve kredi gibi ek finansmana ihtiyaç olduğu görülmüştür.

2 ENTEGRE KATI ATIK YÖNETİM SİSTEMİ

2.1 Entegre Katı Atık Yönetim Sistemi

Katı atık yönetimi birçok disiplinin farklı teknolojiler kullanılarak birlikte çalıştığı bir sistemdir[6] . Bilindiği gibi tek bir metotla tüm katı atık türleri bertaraf edilemez. Böyle bir yaklaşım hem çevresel hem de ekonomik açıdan sürdürülebilir değildir. Katı atık yönetiminin sürdürülebilir, bütünsel bir yaklaşımla yapılması entegre katı atık yönetim sisteminin temelini oluşturur. Katı atık yönetiminde uygulanan yöntemler birbirine bağlı olarak işler. Örneğin toplama ve ayırma yönteminin uygulanması geri kazanılacak madde miktarını ya da üretilecek kompost miktarını etkiler. Yine benzer şekilde atık akımından geri kazanılan atıklar, enerji kazanım yöntemini etkiler. Bu nedenle bütünsel yaklaşım önem taşır[5].

Entegre sistemler çevresel açıdan sürdürülebilir bir sistem olup enerji tüketimi de dahil olmak üzere hava, su ve toprak kirliliği ve sosyal refah kaybı gibi çevresel etkilerin en aza indirilmesini sağlar. Entegre sistemlerin ekonomik açıdan sürdürülebilir olması ise işletme maliyetinin, yönetiminin, genel olarak toplumun kabul edebileceği seviyede olmasıdır[5].

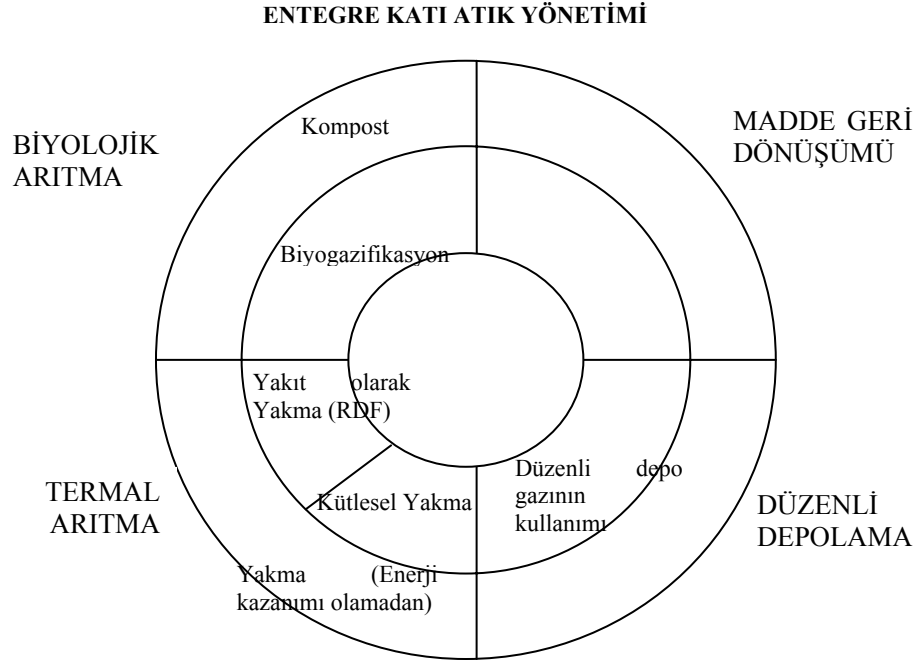
Çevresel ve ekonomik açıdan sürdürülebilir bir katı atık yönetimi aynı zamanda; entegre, pazar odaklı, esnek ve bölgesel olmalıdır[5].

1) Katı atık yönetiminde entegre bir sistem tüm atık çeşitleri ve tüm atık kaynakları için toplama ve ayırma işlemlerinin yanı sıra aşağıda verilen çeşitli metotları kullanarak çözüm üretir. Bunlar:

- Ayırma işlemleri arttırılıp tekrardan proses edilerek ikincil maddelerin kazanılması
- Organik maddelerin biyolojik olarak arıtılması ve pazar değeri olan komposta dönüştürülmesi ya da anaerobik arıtma ile metan gazı üretilerek enerji elde edilmesi
- Termal arıtma sistemleri ile düzenli depolamaya gönderilecek atık miktarının azaltılması, inert hale getirilmesi ve enerji elde edilmesi

- Düzenli depolama ile atıkların arazi ıslahında kullanılması ve en azından kirliliğin azaltılması

olarak sıralanabilir[5]. Şekil 2.1’de entegre atık yönetim sisteminin bileşenleri verilmiştir.



Şekil 2.1 Entegre katı atık yönetiminin bileşenleri [5]

2) Pazar odaklı yönetimin, geri dönüşüm, kompost veya atıktan enerji teknolojilerini içermesi durumunda bunlardan elde edilecek ürünlerin pazara bağlı olduğunun farkında olmalıdır. Bu pazarlar da muhtemelen fiyata, arzın kalitesine ve miktarına duyarlı olacaktır.

3) Etkili bir yönetim, tasarım, uyum ve işletme açısından esneklik göstererek mevcut sosyal, ekonomik ve çevresel şartlara en iyi şekilde cevap vermelidir. Bu tip atık yönetim seçeneklerini içeren entegre sistemlerde ekonomik ve çevresel şartlar değiştikçe atıklar başka arıtma sistemlerine yönlendirilme esnekliğini sağlar.

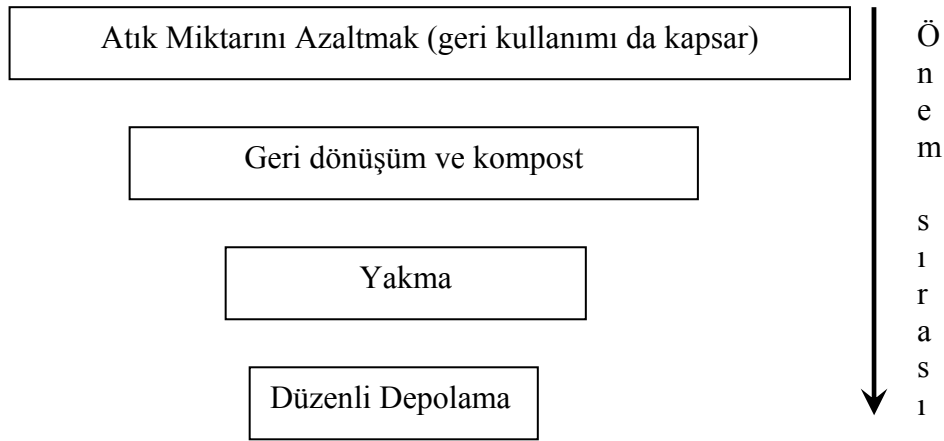
4) Entegre katı atık yönetim sistemi bölgesel bazda büyük ölçekli planlanmalıdır. Bir dizi atık uzaklaştırma seçeneğine olan ihtiyaç, belli bir kalite ve miktarda geri dönüştürülen malzemelere, komposta veya enerjiye olan talep ve ölçek ekonomisinin faydası büyük ölçekli plan yapılmasının nedenleri arasında sayılabilir. EHCIP çalışmalarına göre nüfusu 500.000’den fazla olan bölgelerde entegre katı atık yönetimi başarıyla uygulanabilmektedir. Bu ölçek uygulanan mevcut atık

uzaklaştırma yöntemlerine karşılık gelmese de yerel yönetimlerin birlikte çalışmaları sonucu uygulanabilirlik kazanacaktır[5].

Avrupa Çevre Ajansı (EPA) katı atık yönetiminin bütünsel bir açıyla uygulanması sonucuna varıp entegre katı atık yönetim sistemlerini oluşturmuşlardır. Buradaki amaç bölgesel bazda toplumsal stratejileri belirlemede yardımcı olmak ve çevresel açıdan kabul edilebilir metotların uygulanmasını sağlamak olmuştur[3]

2.2 Entegre Atık Yönetim Sisteminin Bileşenleri

Entegre sistemler toplam kalite hedefini sağlamaya yönelik sistemlerdir. Gerçekteki uygulamalarda ise bu hedeflere tam olarak ulaşamaz. Ancak çevresel etkiler minimize edilir ve sürekli gelişme sağlanır. EPA entegre katı atık yönetimi bileşenleri önem sırasına göre Şekil 2.2'deki akıma göre sıralamaktadır [3] [8].



Şekil 2.2 Entegre katı atık yönetiminin bileşenleri önem sıralaması[5]

Bu sıralama aynı zamanda katı atık yönetim hiyerarşisini göstermektedir.

Tchobanoglous vd. (1993) çalışmalarında bu hiyerarşiyi EPA'dan uyarlayarak şu şekilde sıralamışlardır:

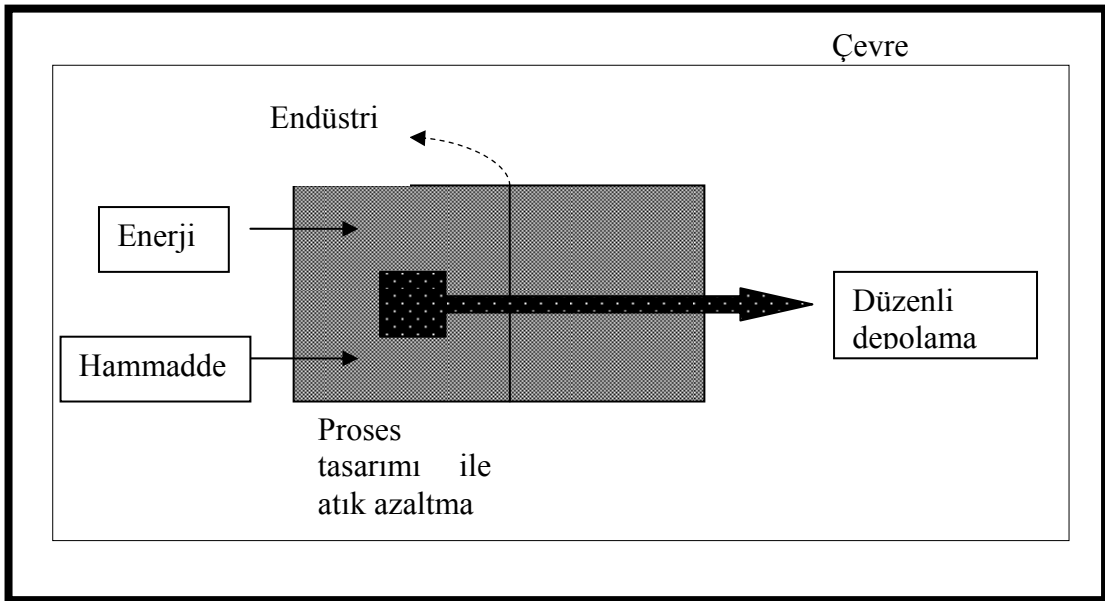
- Kaynakta Azaltma
- Geri dönüşüm
- Atık dönüşümü
- Düzenli depolama

Bu sıralamada atık dönüşümü kullanılmasının nedeni EPA'da yer alan yakma'nın daha dar anlamda kullanılmasıdır. EPA'da dikkat edilmesi gerekli husus atık dönüşümü (yakma) ve düzenli depolama arasında bir ayrım yapılmamış olmasıdır. Bu nedenle her iki bileşen de entegre atık yönetiminde birbiri yerine kullanılabilir

yöntemler olarak bakılmaktadır. Yine de bazı ülkelerde ve örgütlerde entegre katı atık yönetimine daha sınırlayıcı yorumlar getirilmiştir. Yani geri dönüşüm aşaması ancak atığın kaynaktan azaltılmasından sonra uygulanabilir kılınmıştır. Yine benzer olarak atık dönüşüm aşaması geri dönüşümün maksimum düzeyde yapılmasından sonra uygulanması esas alınmıştır. Fakat EKAY'daki bu kısıtlamalar ülkeden ülkeye değişmektedir[7]

2.2.1 Atık Miktarını Azaltmak

Entegre atık yönetimini planlarken atılacak ilk adım atık miktarını azaltarak doğal kaynakları ve enerji rezervlerini korumaktır[3] . Atık miktarındaki azaltma ise hem ürün hem de proses tasarımı bazında yapılabilir. Ürün bazında yapılan uygulamalara örnek olarak kullanılan şişelerin tekrar kullanılmak üzere iadesi gösterilebilir. Şekil 2.3 ise proses tasarımı bazında yapılan uygulamalara örnek olarak gösterilebilir.



Şekil 2.3 Atık azaltmanın proses bazında yapılması [5]

Bu açıdan bakılırsa hem üretici ve hem de tüketici atık azaltımında yüksek sorumluluğa sahiptir. Tüketici öncelikli olarak tüketim alışkanlığını değiştirmelidir. Ürünleri daha az miktarlarda ve daha verimli kullanmalıdır. Kamu sektörü ve özel sektör daha bilinçli tüketiciler olmalıdır. Kullanılan ürünlerde daha uzun ömürlü ve daha az atık veren ürünler seçilmelidir. Özel sektör üretim proseslerini daha az atık veren sistemler olarak tasarlayabilir. Bunu ise kapalı döngü sistemlerle, ham madde değişimi ve/veya proses değişimi ile gerçekleştirebilir.

Sonuç olarak özel sektör ürünlerini dayanıklılık, verimlilik ve kanserojenlik açısından iyileştirebilir. Bununla birlikte herkes teşviklerin yanısıra gönüllü olarak atık azaltımında yer almalıdır.

Atık yönetiminde en önemli teşvik ise maliyetlerinin içselleştirilmesidir. Yani toplama, ulaşım, arazi ve yapı, idari ve maaş, çevresel kontrol ve izlemeden kaynaklanan tüm maliyetlerin ürün fiyatına yansıtılmasıdır. Bu maliyete, üründen çıkan atığın nihai bertarafına kadar kullanılacak her türlü teknoloji ve yöntemin maliyeti dâhil olmalıdır. Üreticilerin ürünün kullanımı ve geliştirilmesiyle ilgili maliyetlerin kamu duyurusunu yapma koşulunun yönetmeliklerde yer alması ile maliyetlerin içselleştirilmesine yardımcı olunabilir [6]

2.2.2 Geri Dönüşüm

Geri dönüşüm bu hiyerarşi içinde ikinci sırada yer alıp

- Atığın toplanması ve ayrılması
- Geri kullanım, yeniden işleme tabi tutulması ve başka bir forma sokulması işlemlerine hazır hale getirilmesi ve bu işlemlere tabi tutulmasından oluşur.

Geri dönüşüm kaynaklara olan ihtiyacı azaltır ve böylelikle düzenli depolamaya gönderilecek atık miktarı da azaltılmış olur[7] .

2.2.3 Atık Dönüşümü

Atık dönüşümü ise entegre atık yönetim sisteminde üçüncü sırada yer alıp atığın fiziksel, kimyasal veya biyolojik dönüşümünü kapsar. KKA'ya uygulanan bu dönüşümler ile;

1. Kentsel katı atık yönetiminde kullanılan sistemlerin ve süreçlerin verimi artırılır.
2. Geri kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir maddelerin elde edilmesi sağlanır.
3. Dönüşüm ürünü (kompost) ve enerji (ısı ya da yakıt formunda) elde edilir.

Atığın farklı tipte formlara dönüştürülmesi sonucu ise düzenli depolama hacminde azalma sağlanmış olur[7] . Atık dönüşümleri içerisinde kompost en yaygın olarak kullanılan proses olup RDF sistemlerin kullanımı ise giderek artmaktadır.

2.2.3.1 Kompost

Kompostlaştırma prosesi katı atıkların organik kısmının kontrollü koşullar altında biyolojik olarak çürütülmesidir. Katı atık içindeki organik maddeler; yiyecek atıkları, park-bahçe atıkları, tahta, kağıt ve atıksu arıtma tesisinden çamurlar olabilmektedir.

Bu işlem yardımı ile katı atıklar stabil hale getirilir ve toprak şartlandırıcısı olarak kullanılır. Kompostlaştırma sistemleri kompost edilecek maddelere, istenen nihai ürüne, tesiste kullanılacak ara maddelere ve projenin ekonomik oluşuna göre farklılık gösterir. Ticari olarak kullanılan kompostlaştırma teknikleri; Aktarmalı yığın (windrow), Havalandırmalı Statik Yığın, reaktörde kompost (in-vessel), “Bay” ve Tünel yöntemidir. Bu çalışmada ise aktarmalı yığın (windrow) ve reaktörde kompost (in-vessel) sistemlerin İstanbul’da uygulanması planlanmaktadır. Aktarmalı yığın yöntemi park-bahçe atıkları, çamur, kağıt ve karışık evsel atığın kompostlaştırılmasında tercih edilmektedir. Reaktörde kompost yöntemi ise genellikle evsel katı atığın kompostlaştırılmasında tercih edilmekle birlikte arıtma çamurları için de kullanıldığı olmuştur[21].

2.2.3.2 Biyogazifikasyon (Biyometanizasyon)

Biyogazifikasyon, anaerobik koşullar altında reaktörde yemek atığı, çamur gibi sıvı atıkların çürütülerek metan gazı elde edilmesi prosesidir. Bu çalışmada işyeri ve kurumlardan çıkan yemekhane atıklarının bertarafında kullanılacaktır.

2.2.4 Atıktan Enerji Eldesi için Yakma

Oluşan KKA’ların başka bir işleme tutulmadan direk yakma işlemine tabi tutulmasına kütleli yakma (mass burn) denilir. Atığın yakılmasında temel amaç hacmi azaltmak ve atığı önemli ölçüde steril hale getirmektir. Atığın yakılması sonucu elde edilen enerji (elektrik, ısı, buhar) diğer önemli faydalarıdır. Gelişmekte olan ülkelerde evsel katı atığın yoğunluğu yüksektir. Bu nedenle bu tip atıkların yakma prosesine tabi tutulması gelişmiş ülkelerin evsel katı atıklarına nazaran daha az uygulanır. Çünkü gelişmekte olan ülkelerin atıkları nem açısından yüksek, kalorifik açıdan düşük değere sahiptir ve kendi kendine yanma mümkün değildir. Endüstriyel, evsel ve tehlikeli atıklar ile arıtma çamurları yakma için uygun atıklardır. Fakat yakma işlemi bu atıkların bertarafı için yeterli yöntem değildir. Atığın nem oranının yüksek olması ve yanabilir kısmının düşük oluşu yanmanın gerçekleşmesi için ek yakıt gerektirir. Bu durum ise maliyeti yükseltir. Yakma işleminin zorunluluk gösterdiği atıklar (organik atıklar, yüksek toksik vs.) dışında diğer atıklara uygulanma nedeni düzenli depolama standartlarının sıkı oluşudur. Evsel atıkların yakılmasındaki artan maliyet yakmadan elde edilen enerjinin kazanımı ile dengelenebilir[26].

Entegre katı atık yönetiminde termal arıtma 3 farklı adımdan oluşur. Yaygın olarak bilineni kütleli yakma ya da yakma olarak ifade edilen kentsel katı atığın karışık olarak yakıldığı sistemdir. Bunun yanı sıra seçimli yakma olarak tanımlanan iki sistem vardır ki bunlar atığın yakılabilir kısmı baz alınarak tasarlanmış sistemlerdir. Yakılabilir kısım karışık atık içerisinde ya da kaynağında ayrılmış ve geri dönüşümü yapılmayan atıklardan (kağıt, plastik) elde edilir. Bu işlem, atıktan enerji prosesi olmasının yanında düzenli depolama öncesi yapılan bir ön arıtma olarak da değerlendirilebilir.

Katı atıkları yakmanın 4 amacı vardır.

1. **Hacim azaltma:** Kentsel atığın içeriğine bağlı olarak bertaraf edilecek atığın hacimce ortalama %90, ağırlıkça %70 oranında azalır. Bu yaklaşım düzenli depolamaya düşen maliyeti azalttığı gibi taşımadan kaynaklanan çevresel etkiyi de azaltmış olur.
2. **Atığın stabilizasyonu:** Yakmadan çıkan kül kentsel katı atığın okside olmasına bağlı olarak daha inerttir. Bu nedenle düzenli depolamada çıkabilecek sorunların (gaz çıkışı ya da sızıntı) azalmasını sağlar.
3. **Atıktan enerji eldesi:** Burada önemli olan katı atığın ön arıtımının yapılmasından çok fiyatlandırılması yöntemidir. Yakmadan elde edilen enerji ile buhar üretilip yerinde ya da bölgedeki diğer tesislerde hatta uzak mesafe ısıtma sistemlerinde kullanılır. Birleşik ısı ve güç tesisleri elektrik üreterek ve kalan ısıyı kullanarak her iki açıdan da verimliliği arttırırlar. Enerji üretimi açısından yenilenebilir enerji kaynaklarına bakıldığında katı atığın yakılması fosil yakıtlarla yer değiştirebilir. Kentsel katı atığın enerji içeriğinin büyük bir kısmı biyokütle dediğimiz tamamen yenilenebilir kaynaklardan oluşur ve bu kısmın net toplam karbondioksit üretimi fosil yakıtın ürettiğinden daha az olup biyokütlenin gelişimi evresinde absorbe olunur.
4. **Atığın sterilizasyonu:** Tıbbi atıkların yakılmasında birinci seviyede önem arz etmesinin yanı sıra kentsel katı atığın patojenlerini de yok ederek düzenli depolama için güvenli hale getirir[5].

Termal arıtma yakma prosesi, enerji kazanımı, emisyon kontrolü ve katı atık ürünlerin arıtımı gibi birçok aşamadan oluşur.

CH2M Hill 1992 yılında yaptığı çalışmada atık içindeki geri kazanılabilir kağıt ve plastik oranı %50'ye ulaşmadan İstanbul'da oluşan evsel atıkları enerjiye

dönüştürecek tesislerden oluşan bir sistemin uygulamaya geçirilmesinin elverişli olmayacağı görüşündedir.

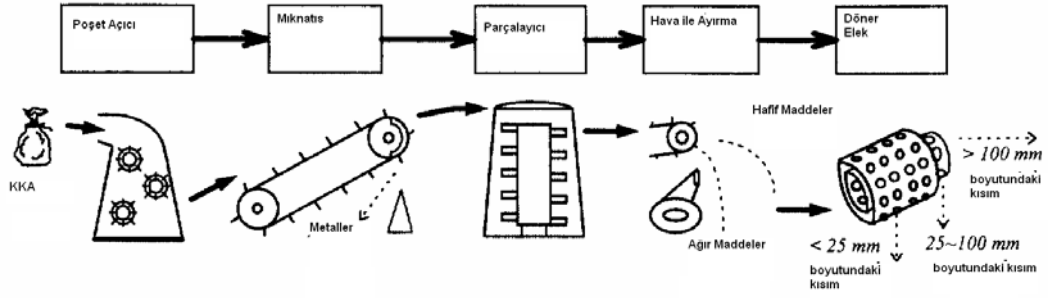
2.2.4.1 Atık Kaynaklı Yakıt Üretimi (Refuse Derived Fuel/RDF)

Atık Kaynaklı veya Atıktan Türetilme Yakıt (Refuse-Derived Fuel/RDF) anlam itibariyle katı atıktan elden edilen yakıttır. Karışık toplanmış kentsel katı atıkta yanabilen ve yanamayan kısımların ayrılması ile RDF elde edilmiş olur. RDF'ler atığın hafif olan kısmı (kağıt ve plastik) ayrılıp parçalanması ile oluşturulur ki bu kısma kaba (crude) RDF denir. RDF'ler kaba ve yoğunlaştırılmış olmak üzere ikiye ayrılır. Yoğunlaştırılmış (densified) RDF ise parçalanmış atığın briketleştirilmesi ile oluşur ve maliyeti yüksektir. Özellikle çimento endüstrisinde kömürün yanı sıra RDF yakıt olarak kullanılmaktadır.

Kentsel katı atığa göre (crude) RDF'in kalorifik değeri yüksek ve ağır metal içeriği düşüktür. Ayrıca yanamayan maddelerin miktarı azdır ve bu nedenle az kül oluşur [5]. İstanbul ilinde entegre katı atık yönetim sistemi için önerilen senaryo da RDF prosesi üzerinde durulacaktır.

Kütlesel Yakma ve RDF Yakma Prosesinin Karşılaştırılması:

Karışık KKA birtakım ön işlemlerden geçirilirse Refuse-Derived Fuel (RDF) denilen çöpten yakıt elde edilmiş olur. Chang Y. vd. (1998) yaptıkları bir çalışmada KKA ve RDF'i yakma verimi (ısı değeri, oluşan kül miktarı ve baca gazı) ve geri dönüşüme katkı açısından karşılaştırmışlardır. Tayvan'da KKA'la yapılan uygulamada ön işlemlerin yakma prosesine etkisinin atıktaki yüksek nem miktarı ve plastik içeriğine bağlı olarak belirsizlik gösterdiği bulunmuştur. RDF prosesinde parçalayıcı, manyetik ayırıcı, tambur elek ve hava ile ayırıcı kullanılmıştır. RDF prosesi metal, plastik ve diğer yanmayan atıkların önemli ölçüde ayrılmasını sağlar. Aşağıda verilen sistem genel olarak RDF prosesinin aşamalarını göstermektedir. Hedeflere göre bu proseslerin birkaçı ya da hepsi birlikte kullanılabilir.



Şekil 2.4 RDF Tesisi ön ayırma prosesi

Tablo 2.1 Knetisel Katı Atık ve RDF'in özellikleri

	KKA	RDF	
		25-100 mm	> 100 mm
Yoğunluk (kg/m ³)	289,9	334,8	179,1
Kağıt %	28,62	8,08	5,70
Plastik %	26,33	29,15	57,81
Bahçe Atıkları %	4,05	4,60	4,21
Tekstil %	9,03	7,43	18,23
Yemek Atıkları %	14,04	2,00	0,00
Deri/ Lastik %	0,58	1,13	1,48
Metal %	6,99	1,09	0,03
Cam %	7,26	2,00	0,00
Isıl Değeri			
HHV (kcal/kg)	2.277,8	2.554,5	3.715,9
LHV (kcal/kg)	1.816,3	2.095,7	3.296,0
Analiz (ıslak numunede %)			
Nem %	50,65	47,55	40,28
Kül %	12,21	11,75	9,96
Yanabilenler %	37,15	40,70	49,76

Yapılan çalışma sonucunda karışık KKA'nın kütleli yakma ile doğrudan yakılması RDF' e göre daha düşük ısı değeri, daha fazla toksik madde salınımı ve daha düşük enerji kazanımına neden olmaktadır[27]. Ayrıca RDF sisteminde oluşan yüksek ısı yakma süresince sabit kalır. Kimyasal ve fiziksel olarak homojen yapı oluşur. Ayrıca RDF'in depolanması, işleme tabi tutulması ve nakliyesi daha kolaydır. Yakma sırasında hava ihtiyacı daha az olup ve daha düşük seviyede emisyon verir.

Avrupa'da kentsel atıkların %62,6'sı düzenli depolamaya, %21,9'u yakmaya, %4,5'i komposta ve %11'i geri dönüşüm tesislerine gönderilmektedir. Fakat bu değerler ülkeden ülkeye değişebilmektedir. Örneğin Danimarka'da %53'e, Lüksemburg'ta %58'e ve Fransa'da %49'a varan paylarla yakma yöntemi kullanılır. RDF tesislerin maliyeti atığın karakteri ve uygun ekipman seçimi ile değişkenlik göstermektedir.

Caputo vd.(2002) yaptıkları çalışmada RDF üreten tesislerin maliyetini şu şekilde bulmuşlardır.

Amortisman maliyeti 10 yıllık zaman dilimi alınarak hesaplanmıştır. Tesis haftanın 6 günü ve günde 7 saatlik 2 vardiya şeklinde işletilmektedir. Elektrik maliyeti 0,0723 Euro/kWh alınmıştır.

Tablo 2.2 RDF üreten tesislerde ekipmana göre maliyetler

Ekipman	Kapasite (t/sa)	Enerji (kW)	Maliyet (100xEuro)	Amortisman (Euro/sa)	İşletme maliyeti (Euro/sa)
Yoğunlaştırıcı	6	5	206,58	4,73	3,62
Hava ile ayırıcı	5	12	41,31	0,95	0,87
Kurutucu	6	140	309,87	7,09	10,12
Bant		6	15,49	0,35	0,43
Çekiçli mil	2	200	129,11	2,96	14,46
	4	250	144,60	3,31	18,08
	6	300	154,93	3,55	21,69
Pelet	4	50	206,58	4,73	3,62
Ayırıcı	5	2,2	7,23	0,83	0,27
	10	2,2	11,87	0,96	0,45
	15	2,2	14,97	1,14	0,48
Mıknatıs	5	3,75	36,15	0,17	0,16
	10	6,25	41,83	0,27	0,16
	15	6,6	49,57	0,34	0,16
Elle ayırma	-	-	-	0,00	23,65
Parçalayıcı	6	25	56,81	1,30	1,81
	10	50	108,45	2,48	3,62
	15	50	129,11	2,96	3,62
	25	55	154,93	3,55	3,98
Döner Elek	15	20	103,29	2,36	1,45
	25	30	154,93	3,55	2,17

Caputo vd.(2002) çalışmasında KKA yanı sıra belli oranlarda hurda lastik ekleyerek hedefledikleri 4000 kcal/kg yanma değerini yakalamaya çalışmışlardır. İstanbul ilinde ise yakma tesisine alternatif olarak düşünülen RDF'in sadece KKA (ek yakıt olmaksızın) ile besleneceği kabul edilmiştir. Buna göre sistem seçimi aşağıdaki tabloda verilen 16 ya da 17 no'lu sistem üzerinden yapılacaktır. Buna göre üretilen kaba RDF'in performans ve maliyeti aşağıda verilmiştir[26].

Tablo 2.3 Kaba RDF (cRDF) üretim performansı

Proses no	Proses tipi	KKA (%)	Verim (%)	Nem (%)	Kül (%)	LHV (kcal/kg RDF)	Üretim maliyeti (Euro/t RDF)
16	S-T	100	48,66	22,73	12,75	2.418	1,28
17	S-T-MS	100	46,47	22,77	10,8	2.476	1,52
16	S-T	90	53,59	20,06	8,89	2.815	1,16
16	S-T	80	58,53	17,85	8,9	3.146	1,07
16	S-T	70	63,5	15,9	7,42	3.425	0,98
16	S-T	60	68,4	14,38	6,83	3.664	0,80
16	S-T	50	73,33	12,99	6,33	3.870	0,75
17	S-T-MS	50	71,25	12,92	5,81	3.902	0,84

Üretilen RDF'in yanabilmesi için gerekli ısı değeri UNEP tarafından yapılan araştırmada alt sınır 2500 kcal/kg olarak verilmiştir

[28]. Buna göre Caputo vd tarafından yapılan çalışmada sadece KKA kullanılan ve UNEP'in araştırmasında alt sınırı yaklaşık olarak sağlayan 17 no'lu sistem [S (*parçalayıcı*) - T (*elek*) – S (*mıknatıs*)] seçiminin uygun olacağı düşünülmektedir. Buna göre üretim maliyeti 3,04 YTL/ton RDF olmaktadır. Avrupa Komisyonu Çevre Genel Müdürlüğü'nün RDF için 2003 yılında yayınladığı nihai raporunda KKA kaynaklı RDF'in toplam maliyeti (üretim ve yakma) 100-150 YTL/ton olarak verilmiştir. Birim maliyet hesaplarında bu değer kullanılacaktır [29].

2.2.5 Düzenli Depolama

Düzenli depolama, entegre katı atık yönetimi hiyerarşisinde son adım olup önceki adımlardan arta kalan atıklar da dâhil olmak üzere tüm atıkların bertaraf edildiği son noktadır[7] . Nihai bertaraf metodu oluşu nedeniyle atık yükü ağırdır ve büyük arazi ihtiyacına sebep olur. Bu nedenle son adıma düşen atık yükünü önceki metotları kullanarak hafifletmek gerekmektedir. Ayrıca yasal olarak getirilen kısıtlamalar, arazi maliyetleri ve çevresel etkiler açısından düzenli depolamaya sınırlamalar getirilmiştir. Öte yandan düzenli depolamaya sadece nihai bertaraf metodu olarak bakmak yetersiz kalmaktadır. Çünkü düzenli depolama sahalarından oluşan depo gazı, enerji elde etmede kullanılabilir. Ayrıca terk edilmiş taşocaklarının iyileştirilmesinde (arazi ıslahı) ya da Japonya'da olduğu gibi yapay ada yapımında kullanılabilir [5].

3 YASAL ÇERÇEVE

3.1 Ulusal Atık Mevzuatı

Atık yönetimiyle ilgili çıkarılan yönetmelikler 1983 yılında çıkan Çevre Kanunu'na dayanmaktadır. Çevre Kanunu Madde 11'e göre Atıkların üretiminin ve zararlarının önlenmesi veya azaltılması ile atıkların geri kazanılması ve geri kazanılabilen atıkların kaynağında ayrı toplanması esastır. Atık yönetim plânlarının hazırlanmasına ilişkin esaslar, Bakanlık tarafından çıkarılacak yönetmelikle düzenlenir. Buna göre Bakanlık'ın çıkardığı ve şu anda yürürlükte olan ilgili yönetmeliklerin listesi aşağıda verilmektedir:

- Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği,(KAKY) 1991[11]
- Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Yönetmeliği (AAKY),2007 [12]
- Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (İYAKY) ,2004[13]
- Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (TAKY), 2005[14]
- Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (TeAKY) 2005[15]
- Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği (1986) [30]
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004)[31]
- Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği (2004) [32]
- Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği (2004) [33]
- Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004) [34]

Bu yönetmelikler içerisinde İstanbul için sürdürülebilir kentsel katı atıkların yönetimi sistemi oluştururken büyük önem arz eden iki yönetmelik Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ile Ambalaj ve Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği olup kısaca ele alınmıştır.

3.1.1 Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği

1991 yılında T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Tarafından yürürlüğe sokulmuş olan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde[11], atık yönetimi konusunda idari ve teknik açıdan ayrıntılar yer almaktadır. Özellikle düzenli depolama alanındaki

düzenlemeler bu yönetmeliğe göre yapılmaktadır. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre Belediyeler, çevre kirliliğini azaltmak, evsel ve evsel nitelikli endüstriyel katı atıkların çevreye zarar vermeden bertarafını sağlamak, evsel katı atık içerisindeki değerlendirilebilir maddeleri sınıflandırarak ayrı toplamak, dolayısıyla katı atık depo sahalarından azami istifade etmek ve ekonomiye katkıda bulunmakla yükümlüdürler. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne[11]göre, hastane, klinik ve laboratuarlardan kaynaklanan tıbbi atıklar ile evsel atık içerisindeki geri kazanılabilir atıklar, atık pil ve akümülatörler, atık lastikler, elektrikli ve elektronik ekipman atıkları (EEEA) ve hacimli atıklar KKA'lerden ayrı toplanmalıdır. Dolayısıyla Belediyeler, söz konusu atıkların atık üreticileri tarafından kaynağında ayrı toplanmasını sağlamakla yükümlüdürler.

3.1.2 Ambalaj ve Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği

Güncellenen Ambalaj ve Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği [12], T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 2007 yılında yürürlüğe konulmuştur. Bu yönetmelikte öncelikle ambalaj atıklarının oluşumunun önlenmesi amaçlanmaktadır. Yönetmeliğe göre sorumlu ekonomik işletmeler (ambalaj üreticileri), üretmiş oldukları ambalaj atıklarının ağırlıkça en az % 35'ini geri kazanmakla yükümlüdürler. Geri kazanım hedefleri, yönetmeliğin yürürlüğe girdiği tarihten bir yıl sonra başlayarak 2020 yılına kadar kademeli olarak sıkılaşır. Yönetmelikte yer alan geri kazanım hedefleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1 Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Yönetmeliği geri kazanım hedefleri [12]

Yıllar	Malzemeye göre yıllık geri kazanım hedefleri (%)			
	Cam	Plastik	Metal	Kağıt/Karton
2005	32	32	30	20
2006	33	35	33	30
2007	35	35	35	35
2008	35	35	35	35
2009	36	36	36	36
2010	37	37	37	37
2011	38	38	38	38
2012	40	40	40	40
2013	42	42	42	42
2014	44	44	44	44
2015	48	48	48	48
2016	52	52	52	52
2017	54	54	54	54
2018	56	56	56	56
2019	58	58	58	58
2020	60	60	60	60

Kompozit ambalajların geri kazanımında birim ambalajın bileşiminde bulunan ve ağırlıkça en fazla miktarı oluşturan malzemenin cinsine ait oran esas alınır.

Tablodan görüldüğü üzere yönetmelik, 2020 yılında %60'lık ambalaj atıkları geri kazanım hedefine ulaşılmasını amaçlamaktadır. Bu aynı zamanda Ulusal mevzuatta geri kazanım için nihai değerin %60'e sabitlendiği anlamına gelir. Söz konusu hedefler mevcut durumda bile yüksek oranda geri kazanılabilen kağıt, karton ve cam bileşenleri için daha kolay erişilebilir nitelikte olup metal ve plastik malzemenin geri kazanımında daha iddialıdır. Bu durum, Türkiye'de ambalaj atığı geri kazanım oranının halihazırda %30 mertebesinde olduğu düşüncesine dayanmaktadır[16]. Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Yönetmeliği'ne göre Belediyeler, ambalaj atıklarının ikili toplanması için bir yönetim planı hazırlamak ve bu planı uygulatmakla, toplama noktaları belirlemek ve geri kazanım tesisleri kurmakla, söz konusu tesislerinin lisans geçerliliklerini takip etmekle, toplama araçları temin etmekle, Çevre ve Orman Bakanlığı'na ambalaj atıkları ve ayrı toplama işlemleri konusunda bilgi vermekle ve esas olarak depolanacak toplam ambalaj atığı miktarını azaltmakla yükümlüdür[12].

3.1.3 Belediyelerin Yasal Yükümlülükleri

Belediye Kanunu'na[17] göre Belediyeler, kendi sınırları içerisindeki temizlik, sağlık ve katı atık hizmetlerinin yerine getirilmesiyle yükümlüdür. Kanun benzer şekilde, katı atıkların toplanması, taşınması, kaynağında ayrılması, geri dönüşümü, bertarafı ve depolanmasıyla ilgili tüm hizmetlerin bizzat yapılması veya yaptırılmasından Belediyeleri sorumlu tutar.

Belediyeler, hizmet alanlarında oluşan inşaat ve yıkım (İ&Y) atıklarının geri kazanımı ve bertarafı için bir yönetim planı hazırlamakla ve geri kazanım/depolama tesisleri için alan göstermekle yükümlüdür. Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'ne [13] göre yapılacak olan bu tesisler için Belediyeler lisans verebilecekleri gibi kendileri de kurabilirler.

Tıbbi atıkların ve evsel nitelikli tehlikeli atıkların bertarafı Belediyeler için sırasıyla Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği[14] ve Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde[15] tanımlanmıştır.

3.2 AB Atık Mevzuatı

Türk mevzuatında olduğu gibi AB mevzuatı da katı atık yönetimi alanında pek çok direktif içermektedir. Söz konusu mevzuat içerisinde Düzenli Depolama Direktifi [9]

ile Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Direktifi, bölgesel atık yönetim stratejisi oluşturulurken üzerinde durulması gereken iki temel direktiftir.

3.2.1 Düzenli Depolama Direktifi

AB Düzenli Depolama Direktifi'nin[9] amacı, düzenli depolama sürecinde oluşan kirleticilerin havaya, toprağa, yüzeysel sulara, yeraltı sularına ve nihayetinde insan sağlığına olumsuz etkilerini önlemek veya azaltmak amacıyla düzenli depolama ihtiyacını en aza indirmektir. Direktif, düzenli depolama tesisleri için yerleşim, tasarım, izleme ve kapanma sonrası bakım ile ilgili somut şartlar getirmektedir. AB üyesi devletler için mevcut atık depolama alanlarının Haziran 2009'a kadar bu kurallara uyacak hale getirilmesi ya da kapatılması gerekmektedir. Ayrıca Düzenli Depolama Direktifi biyolojik olarak ayrışabilir atık kotalarının sağlanabilmesi için üye ülkelerin bir ulusal strateji takip etmeleri gerekmektedir.

Düzenli Depolama Direktifi'nin en önemli özelliği, depolanacak biyolojik olarak ayrışabilir atık miktarına oldukça iddialı kısıtlamalar getirmesidir. KKA'nın biyolojik olarak ayrışabilir atık (BAA) bileşeni, zaman içerisindeki sabit bir değer baz alarak kademeli olarak azaltılmalıdır. Direktifin üye ülkeler için öngördüğü düzenli depolamaya kabul edilecek BAA kotaları aşağıdaki gibidir:

- 2006 yılı için 1995 yılındaki biyolojik olarak ayrışabilir atık miktarının %75'i
- 2009 yılı için 1995 yılındaki biyolojik olarak ayrışabilir atık miktarının %50'si
- 2016 yılı için 1995 yılındaki biyolojik olarak ayrışabilir atık miktarının %35'i

Direktif hedefleri, 1995 yılında toplanan KKA'nın %80'den fazlasını depolamış olan ülkelere 4 yıllık bir döneme kadar ertelenebilmektedir. Bu durum 1995 yılında toplamış olduğu KKA'nın büyük bir bölümü düzenli veya düzensiz sahalarda depolamış olan Türkiye için de geçerlidir. Bu durumda direktifin hedef yılları sırasıyla 2010, 2013 ve 2020 olarak kabul edilmektedir. Ancak katılımın 2015'de olacağı düşünülürse bu hedeflerin sırasıyla 2015, 2020 ve 2023 yıllarında tutturulacağı düşünülmektedir.

Yukarıdaki hedefler özellikle yüksek nüfus artışı gözlenen ülkeler için iddialı hedeflerdir. AB üyesi ülkelerin aksine Türkiye yüksek nüfus artış hızına ve dolayısıyla yıllar içerisinde giderek artan atık oluşumuna sahip bir ülkedir. BAA'nın depolanması ile ilgili kota geçmiş zamandaki bir değere sabitlendiği için, özellikle %35'lik son hedef ulaşılması oldukça güç görülmektedir [9].

3.2.2 Ambalaj Atıkları Direktifi

Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Direktifi Avrupa genelinde uluslararası ambalaj atıkları yönetimi esaslarını oluşturur. Amaç ambalaj atıklarının ham madde olarak geri dönüşümünü sağlamaktır. Yaygın olarak kullanılan ambalaj atığı, geri dönüşüm ve geri kazanım terimleri aşağıdaki açıklanmaktadır:

Ambalaj, ham maddeden ürünlere, üreticiden kullanıcıya her tür emtianın korunması, saklanması, taşınması, teslimatı için kullanılan malzemedir. Bunlar:

- (a) satış ambalajı ya da birincil ambalaj
- (b) grup ambalajı ya da ikincil ambalaj
- (c) taşıma ambalajı ya da üçüncül ambalaj olarak geçer.

Geri dönüşüm, atık malzemenin orijinal amacı veya diğer amaçlarla kullanımı için, organik atık geri dönüştürme dahil (örn. kompostlaştırma) ve enerji geri kazanımı hariç (örn. yakma) olmak üzere, üretim sürecinde yeniden işlenmesidir.

Geri kazanım, yukarıdaki geri dönüşüm tanımına ilaveten, atıkların yakıt veya diğer enerji üretim araçları olarak kullanılması kavramını kapsar. Uygulanabilecek yöntemler ısı geri kazanımı için yakma veya biyogaz geri kazanımı olabilir[10]. Ambalaj atıklarının geri kazanımı aynı zamanda depolamaya giden KKA miktarının azaltılmasını sağlar.

Ambalaj Atıkları Direktifi, ambalaj atıklarının geri dönüşümü ve geri kazanımı için 2008 yılı için Tablo 3.2’de verilen hedefleri belirlemektedir.

Tablo 3.2 Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Direktifi hedefleri

Atık Cinsi	Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Direktifi Hedefleri (%)
Cam	60
Kağıt ve karton	60
Metaller	50
Plastikler	22.5
Tahta	15
Toplam geri dönüştürülen	55-%80
Toplam geri kazanılan	> %60

AB üyesi ülkeler direktifin bu hedefleriyle uyum için dört yıllık bir geçiş süresine sahip olmaktadır. Yani bu hedeflerin en geç 2012 yılı sonuna kadar sağlanması gerekmektedir. Türkiye’nin 2015 yılında AB’ye üye olacağı tahmini ile bu değerlere üyelik tarihinden itibaren ulaşılmaya çalışılacaktır.

3.3 AB ile Uyumlu Ulusal Katı Atık Yönetimi Stratejisi

3.3.1 Müktesebat Uyumlaştırma

Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlaması (EHCIP) Projesi 2005 yılında tamamlanan bir proje olup AB ile müktesebat uyumlaştırma açısından birçok çıkarım yapmıştır. Bu çıkarımlara göre mevcut Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde (1991) tehlikeli olmayan atıklar ve bu atıkların depolanması ile ilgili düzenlemeler uyum açısından yeterli düzeyde değildir. Ayrıca tehlikeli olmayan atıkların bertaraf edildiği düzenli depolama tesislerinin AB Mevzuatı ile uyumu henüz tamamen gerçekleşmemiştir. Büyük önem taşıyan tehlikeli atıkların yönetiminde ise ilerleme kaydedilememiştir. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ve AB Mevzuatı kıyaslandığında tanımlar açısından dahi paralellik olmadığı hatta tehlikeli olmayan atıkları kapsayan Avrupa Atık Kataloğu ile ilgili hukuken bağlayıcı bir madde içermediği görülür. Bu eksikliği gidermek için 2005 yılında çıkarılan Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ile AB Katı Atık Katalogu'nda yer alan tehlikeli atıkların yanı sıra tehlikeli olmayan atıkların listesi de verilmiştir. Bu yönetmelikte her iki tür atık listesinin verilmiş olması Kataloğun hukuki olarak uygulanmasını kısıtlar. Çünkü yönetmelik sadece tehlikeli atıkları kapsar. Sonuç olarak, tehlikeli olmayan atıkların düzenli depolanması ile ilgili mevzuat yürürlükte olmasına rağmen mevcut hukuki çerçeve henüz AB mevzuatının gereklerine uygun değildir. Katı atıkların düzenli depolanmasıyla ilgili mevzuat yürürlükte değildir. Fakat henüz AB mevzuatı ile tam uyumu sağlanamamıştır. AB Düzenli Depolama Direktifine uygun düzenli depolama sahaları inşa edilmeli, mevcut düzenli depolama sahaları da bu standartlara getirilmelidir[18].

3.3.2 AB Katı Atık Direktifleri ile Uyum

Evsel katı atık yönetiminin AB ile uyumlu bir şekilde yapılmasında gerekli olan teknik ve çevresel ihtiyaçlar iki temel AB direktifine göre düzenlenmiştir.

- Düzenli Depolama Direktifi
- Ambalaj Direktifi

Daha önce de belirtildiği gibi Düzenli Depolama Direktifi düzenli depolama sahaları için ayrıntılı teknik ve işletme ile ilgili standartlar düzenler. Düzenli depolama alanlarının AB standartlarına yükseltilmesinde hedef yıl olan 2009'a kadar mevcut depolama alanları uyum planına göre ıslah edilmeli ya da direktifte yer alan gözetim ve kapatma esaslarına göre kapatılmalıdır.

Mevcut düzensiz depolama alanlarının ıslahı veya Düzenli Depolama Direktifi gerekleriyle uyumlu yeni düzenli depolamaların oluşturulması için ihtiyaç duyulacak önemli maliyetler düşünülerek tahmini katılım yılı olan 2015'e kadar direktif gereklerinin yerine getirileceği öngörülmüştür. Bunun yerine 9 yıllık geçiş dönemi göz önüne alınarak yeni düzenli depolama sahalarının uyum için geliştirilmesi için hedef yıl 2023 olarak belirlenmiştir. Envest, 2005 projesinde yapılan çalışmalara göre AB Düzenli Depolama Direktifi 2010 yılı için 1995 yılında oluşan biyolojik olarak ayrışabilir atıkların %75'inin, 2013 yılı için %50'sinin ve 2020 için %35'inin düzenli depolamaya kabul edilmesini öngörülmektedir. Türkiye'nin 2010 yılında %75'lik hedefe ulaşması beklenirken, %50'lik hedefe en erken 2015 yılında ulaşılabilceği tahmin edilmektedir. Düzenli Depolama Direktifi'nin farklı nicel hedefleri için ortaya çıkan geçiş süreci Tablo 3.3'de gösterilmiştir.

Tablo 3.3 Düzenli depolama direktifi hedeflerine göre geçiş süreleri [4]

Madde	Direktifteki hedef yıl	Plandaki hedef yıl	Geçiş süreci (hedef veya katılım yılından, 2014)
Düzenli depolama sahalarının AB standartlarına yükseltilmesi	2009	2023	9 yıl
Biyolojik olarak ayrışabilir atıkların düzenli depolamadan çekilmesi	%75 – 2010 %50 – 2013 %35 - 2020	2015 2020 2023	- 6 yıl 3 yıl

Katı atık Ana Planı I'e göre Türkiye için önerilen yaklaşım senaryosunda, ambalaj atıkları geri dönüşüm/geri kazanma hedeflerinin tam olarak 2020 yılında sağlanması hedeflenmiştir. Hedeflere uyumun gerçekleşmesi için atık kumbaraları, atık toplama merkezleri ikili toplama sistemi ve maddesel geri kazanma tesisleri kurulmalıdır. Biyolojik olarak ayrışabilir atıkların düzenli depolamadan çekilme hedefinin sağlanması için de toplama, uygun arıtma (kompostlaştırma) ve bertaraf yöntemlerinin (yakma/gazlaştırma) yoğun kullanımı gerekeceği belirlenmiştir.

EHCIP Projesi kapsamında yapılan bölgelendirme çalışmaları baz alınarak AB ile uyum için gerçekleştirilen yeni atık toplama sistemleri, düzenli depolama sahaları ve arıtma yöntemlerinin değişik bölgelerdeki başlama tarihleri Tablo 3.4'de verilmiştir.

Tablodan görüldüğü gibi İstanbul 1 a bölgesinde yer almaktadır.

Bu plana göre geri dönüşüm merkezleri/atık kumbaraları ve geri dönüştürülebilir atık toplama konteynerleri tesisi ile ilgili yatırımların da iki aşamada gerçekleşmesi planlanmıştır. Buna göre Tablo 3.4'deki tarihler hem farklı bölgelerdeki ihtiyaç ve kapasitelerdeki değişiklikleri hem de hedefleri göstermektedir. Yani tabloda

gösterilen ilk sene için bölgenin yarısına hizmet ederken, ikinci senede bölgenin tamamında hizmet verecektir. AB katı atık direktifleri ile uyumu sağlamak için gerekli olan tesis sayıları ve bu tesislerin bölgelere göre dağılımı Tablo 3.4’de verilmektedir.

Tablo 3.4 Türkiye için AB Atık Direktifleri ile uyumlu zaman çizelgesi [4]

Bölge	Tanım	Ayrı toplama / Kompostlaştırma (kentsel alan)	ATM/MGT/Atık kumbaraları		Termal Dönüşüm (Yakma/Gazifikasyon)	Düzenli Depolama	İ&Y geri dönüşümü/ Biyometanizasyon
			Kentsel alan	Kırsal alan			
1a	İstanbul, İzmir (Büyükşehirler)	2010 (20%)	2008 / 2010	2010 / 2015	2013 - 2017	2008 / 2009	2008 / 2011
1b	Diğer Büyükşehir Belediyeleri	2015 (30%)	2010 / 2015	2015 / 2020	2022	2011 / 2016	2011 / 2016
1c	Diğer Belediyeler (orta/küçük)	2015 (100%)	2015 / 2020	-	-	2016 / 2020	2014 / 2020
2a	Ankara (Büyükşehir)	2012 (20%)	2008 / 2010	2010 / 2015	2018	2008 / 2009	2008 / 2011
2b	Antalya/İçel (Turistik şehirler)	2012 (30%)	2008 / 2010	2010 / 2015	2019	2011	2009 / 2011
2c	Diğer Büyükşehir Belediyeleri	2015 (20%)	2010 / 2015	2015 / 2020	2022 - 2023	2011 / 2016	2012 / 2016
2d	Diğer Belediyeler Karadeniz (orta/küçük)	2015 (64%) ¹	2015 / 2020	-	2021 (4 tesis) ²	2016 / 2020	2016 / 2020
2e	Diğer Belediyeler Akdeniz ve İç Anadolu	2015 (50%)	2010 / 2015	2015 / 2020	-	2011 / 2016	2012 / 2016
3a	Gaziantep (Büyükşehir)	2013 (20%)	2008 / 2010	2015 / 2020	2019	2012	2008 / 2011
3b	Diğer Büyükşehir Belediyeleri	2014 (100%)	2010 / 2015	2015 / 2020	-	2011 / 2016	2012 / 2016
3c	Diğer Belediyeler (orta/küçük)	2020 (24%) ³	2015 / 2020	-	-	2016 / 2020	2017 / 2020

¹ Trabzon, Rize, Giresun ve Ordu hariç² Trabzon, Rize, Giresun ve Ordu için yakma³ Elazığ, Iğdır, Malatya ve Van için

Tablo 3.5 AB Direktifleri'ne uyum için gerekli tesislerin bölgelere göre dağılımı [4]

Tesis Bölge		Düzenli depolama	Yakma	Biyometan	i&Y	Kompost, yığın metodu	Kompost, reaktörde	MGT, karışık atık	MGT, ayrı toplanmış atık
1a	İstanbul, İzmir	5	12	0	10	7	3	3	10
1b	Diğer Belediyeleri Büyükşehir	4	3	0	4	4	1	1	4
1c	Diğer Belediyeler	23	0	23	23	23	23	23	23
2a	Ankara	2	4	0	3	3	1	1	3
2b	Antalya / İçel	5	3	0	8	8	2	2	8
2c	Diğer Belediyeleri Büyükşehir	11	8	0	11	11	3	3	11
2d	Diğer Belediyeler, Karadeniz	24	4	20	24	24	20	20	24
2e	Diğer Belediyeler, Akd./ İç An.	18	0	18	18	18	18	18	18
3a	Gaziantep	2	1	0	3	3	1	1	3
3b	Diğer Belediyeleri Büyükşehir	4	0	4	4	4	4	4	4
3c	Diğer Belediyeler	21	0	21	21	21	6	6	21
Toplam		119	35	86	129	126	82	82	129

AB katı atık direktifleri ile uyumu sağlamak için gerekli olan tesis sayıları ve bu tesislerin bölgelere göre dağılımı Tablo 3.5'de verilmektedir.

EHCIP projesi baz alınarak önerilen bölgesel entegre katı atık yönetimi planlaması, Türkiye genelinde yaklaşık 120 merkezi katı atık kompleksi ile AB katı atık direktiflerine uyumun sağlanabileceği sonucuna varılmıştır. Bu yaklaşım ile bütün bölgelerde, AB direktifleri ile uyumlu entegre bir katı atık yönetim sistemi kurulması için harcanabilir hanehalkı gelirinin %1'ini aşmayan bir maliyet yeterli olmaktadır [16].

4 İSTANBUL'DA KENTSEL KATI ATIK YÖNETİMİ

4.1 Katı Atık Sorununda Mevcut Durum

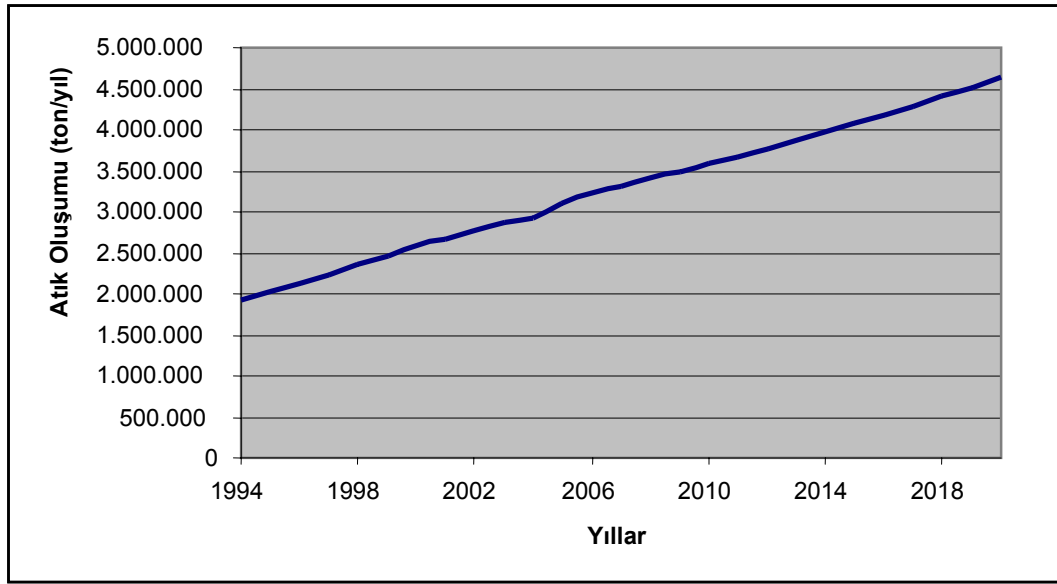
İstanbul mevcut ve hızla artan nüfusu ile Türkiye'nin ve dünyanın en büyük şehirleri arasındadır. İstanbul'un uluslararası düzeyde önemli bir turizm merkezi olmasında coğrafi konumu ve tarihi geçmişi şehrin büyük katkı sağlamaktadır.

İstanbul konumu itibariyle Karadeniz'den Marmara ortalarına, İzmit Körfezi kıyılarından Trakya içlerine kadar uzanan ve iki yakadan oluşan büyük bir kenttir. Yerleşim alanları çoğunlukla bölgenin güneyinde olup kuzey kesiminde ormanlar ve su toplama havzaları vardır. Kuzey kesiminde ormanlar ve su toplama havzaları tahrip edilmiştir. Kazılan maden alanlarından ise rehabilite edileni çok azdır. Hem bu alanların hem de ormanı tahrip edilmiş alanların İstanbul'un düzenli depolama ihtiyacını karşılaması açısından önem taşır[20].

5216 Sayılı Kanunla, tümü İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin yetki alanı içerisine alınan İstanbul ili alanının %35'i (1864,23 km²) Anadolu Yakasında, % 65'i ise (3478,79 km²) Avrupa yakasında bulunmaktadır[35]. Anadolu yakasında 11 ve Avrupa yakasında 21 ilçe belediyesi Büyükşehir belediyesine bağlı olarak hizmet vermektedir.

İstanbul'da katı atıklar 1953 yılına kadar denize dökülmüş, sonra ise Levent-Sanayi Mahallesi, Seyrantepe, Ümraniye, Mustafa Kemal Mahallesi gibi şehre yakın yerlerde düzensiz olarak depolanmıştır. Yakın çevrelerde gecekondulaşmanın ilerlemesi sonucunda, bu bölgeler de terk edilerek, katı atıklar Habibler, Ümraniye-Hekimbaşı, Yakacık, Aydınlı, Halkalı, Şişli-Feriköy ve son olarak da Kemerburgaz - Hasdal bölgelerine boşaltılmıştır[20].

İstanbul'dan çıkan atık miktarı için 1992 yılında CH2M-Hill firması tarafından hazırlanan Katı Atık Yönetim Fizibilite Rapor'u hazırlanmıştır. Buradaki tahminlere göre yıllık oluşan atık miktarı Şekil 4.1'deki gibi bulunmuştur.



Şekil 4.1 İstanbul’da oluşan katı atık miktarlarının yıllara göre değişimi [21]

2005 Yılı İl Çevre Durum Raporu’na göre İstanbul’da çıkan günlük kişi başı çöp miktarı 1,14kg, il genelinde ise 12.000 ton/gün olarak belirlenmiştir. Bu değere çöp toplayıcılarının topladığı eski eşya ve sanayide kullanılabilir hurda gibi atık miktarları dahildir [20]. Günümüzde ise bu değer 14.000 ton/gün olmuştur [36]. Buna göre üretilen kişi başı katı atık miktarı günlük 1,2 kg değer olmuştur. Birim katı atık değeri gelir seviyesi yüksek ülkelerde 2,75-4 kg/gün arasında değişirken, gelir seviyesi düşük ülkeler 0,5 kg/gün seviyesinde kalır[26].

Oluşan katı atığın özellikleri yıllara ve bölgelere göre değişmektedir. İstanbul geneli için değişik yıllarda yapılan karakterizasyon çalışmalarının sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir. Bu çalışmalar sonucu İstanbul’da katı atıkların su muhtevasının % 70,50, organik madde muhtevası %50, birim hacim ağırlığının $\sim 175 \text{ kg/m}^3$ olduğu belirlenmiştir. 1994 yılından bu yana doğal gaz kullanımının hızla yaygınlaşması sonucu kül oranı önemli ölçüde düşmüştür. Evsel atıklar içinde bulunan organik madde, kağıt, tekstil ve plastik atık miktarları 2001 yılına göre artış gösterirken, metal atık miktarı ise azalmıştır. İstanbul’da daha önce yapılmış olan karakterizasyon çalışmaları Tablo 4.1’de verilmektedir [20].

Toplama sistemi olarak her 2 yakada da evsel ve evsel nitelik taşıyan endüstriyel atıklar karışık toplanmaktadır. Gelir seviyesi yüksek bölgelerde ise geri kazanılabilir maddelerin ayrı toplanması için pilot çalışmalar yapılmaktadır.

Tablo 4.1 İstanbul katı atıklarının bileşenleri (%Yaş ağırlık olarak) [20]

Parametre	Baştürk, 1979	WHO/UNDP 1981	CH2M-Hill 1992	Öztürk vd. 1996	Demir A.vd. 2001	İSTAÇ 2005
Kül	29	14,6	15	13,2	9,3	1,3
Organik madde	46,5	60,6	45	48	43	50,2
Kağıt	19	18,8	14,5	8,4	7,8	13,9
Plastik	3,5	3,1	9,5	11	4,8	18,6
Cam	3	0,7	3,8	4,6	6,2	5,8
Tekstil	3	3,1	5,6	2,9	5,4	5,3
Metal	1,5	1,5	2,2	2,3	5,8	1,8
Diğerleri	1,5	6,9	4,4	6,3	-	3,0*
Çocuk bezi	-	-	-	3,2	8,5	**

İstaç'tan alınan ve model hesaplamalarında kullanılan karakterizasyon çalışmaları ise Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2 İstanbul'da 2006 kış ve 2007 yaz katı atıklarının bileşenlerinin eşdeğer ortalaması (%Yaş ağırlık olarak)

Parametre	İSTAÇ (2007)	
	Anadolu	Avrupa
Kağıt-Karton	11,21	13,33
Cam	4,43	5,32
Pet	0,95	1,25
Poşet	8,39	7,89
Plastik	1,97	3,03
Çuval	0,22	0,06
Demir	0,62	0,63
Aliminyum	0,31	0,58
Diğer Metal	0,00	0,07
Org. Mad.	59,12	57,20
Çocuk Bezi	4,75	3,95
Odun(tahta)	0,22	0,22
Elk. Alet	0,01	0,00
Pil-Akü	0,02	0,00
Tekstil	2,99	2,86
Tetrapak	0,63	0,62
Diğer Yanan	1,51	1,85
Park ve Bahçe atıkları	0,04	0,09
Taş	0,26	0,02
Kül	2,35	1,04
Diğer	0	0
Toplam	100	100

4.2 Kentsel Katı Atık Yönetimi Sisteminin Mevcut Durumu

4.2.1 Katı Atık Yönetimi Fizibilite Çalışması

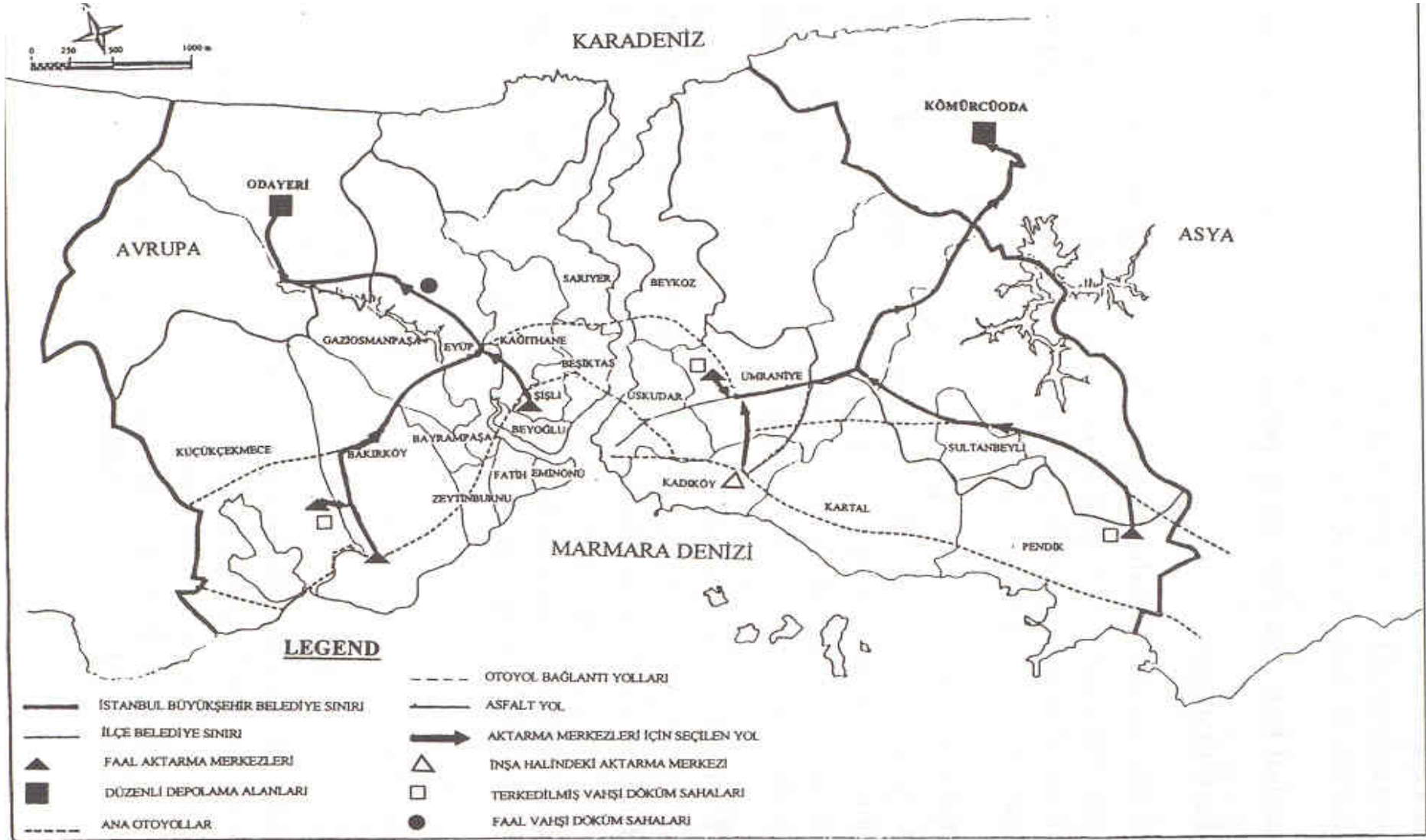
İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı ilk olarak 1992 yılında CH2M-Hill International Ltd. firmasına İstanbul'da Katı Atık Yönetimi ile ilgili bir Fizibilite Raporu hazırlatmıştır. 1992 Mart ve Kasım arasındaki veriler baz alınarak hazırlanan bu çalışma nüfus, katı atık miktarı ve özellikleri, aktarma merkezleri, uygun bertaraf yönteminin seçimi, depolama alanlarının değerlendirilmesi, tıbbi atıkların bertarafı, geri kazanım, depolama alanlarının işletilmesiyle sızıntı suyu ve depo gazı yönetimi gibi konulara ilişkin etüt ve önerileri içermektedir.

Rapordan elde edilen bilgilere göre İstanbul'da oluşan katı atığın kalorifik (ısı) değerinin 1150 kcal/kg'dır. Fakat bu değer elektrik enerjisi üretmek için gerekli 2000-2500 kcal/kg'dan ve çöpün ilave yakıt olmaksızın kendiliğinden sürekli yakılabilmesi için sınır değer 1500-1600 kcal/kg'dan küçük kalmaktadır [4]. Yapılan etüt sonuçlarına göre ilk tesis ve işletme masrafları dikkate alınarak bertaraf yöntemlerinin maliyeti şöyle bulunmuştur:

- Düzenli Depolama :8,5 \$ / ton-atık
- Kompost Üretimi :10,5 \$/ ton-atık
- Yakma :80,97 \$ / ton-atık

Hazırlanan bu fizibilite Rapor'una göre katı atığın ısı değeri düşük olmasının yanında, İstanbul şartlarında yakma metodunun düzenli depolamadan 10 kat pahalı olması nedeniyle atıkların İstanbul her iki yakası için ayrı iki düzenli depolama tesisinde depolanması tavsiye edilmiştir. Bu çalışmada öngörülen aktarma merkezlerinin yerleri, ana taşıma güzergahları ve düzenli depolama alanları Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından Avrupa yakasında Kemerburgaz yöresinde sadece bir potansiyel katı atık düzenli depolama (Odayeri) yeri belirlenirken, Asya yakası Şile-Karakiraz Köyü yöresinde ise 8 ayrı yer belirlenmiştir. Daha sonra Karakiraz Köyü'ne bağlı Kömürcüoda, parametreler açısından Asya yakası için en uygun depolama alanı olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.2 Önerilen aktarma merkezleri, taşıma güzergahları, düzenli depolama alanlarının yerleri [4]

4.2.2 Katı Atık Yönetimi Master Plan Uygulamaları

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Tesisleri İnşaatı Projesi çerçevesinde Danwaste ve Nurol firmaları ortak girişimi ile iki düzenli depolama tesisi, Avrupa yakası için bir tıbbi atık yakma tesisi, 6 aktarma merkezi yapmış ve 35 m³ hacimli silindirik hazneli atık taşıma araçlarını temin etmiştir. Bu projede düzenli depolama tesisleri sızıntı suyu geri dönüşlü olarak tasarlanmış ve düşey gaz toplama kuyuları ile toplanan biyogazın içten yanmalı gaz motorlarında yakılarak elektrik enerjisi eldesi planlanmıştır. Fakat sızıntı suyunun fazla olması nedeniyle sızıntı suyu arıtma tesisi gerekmiştir[4].

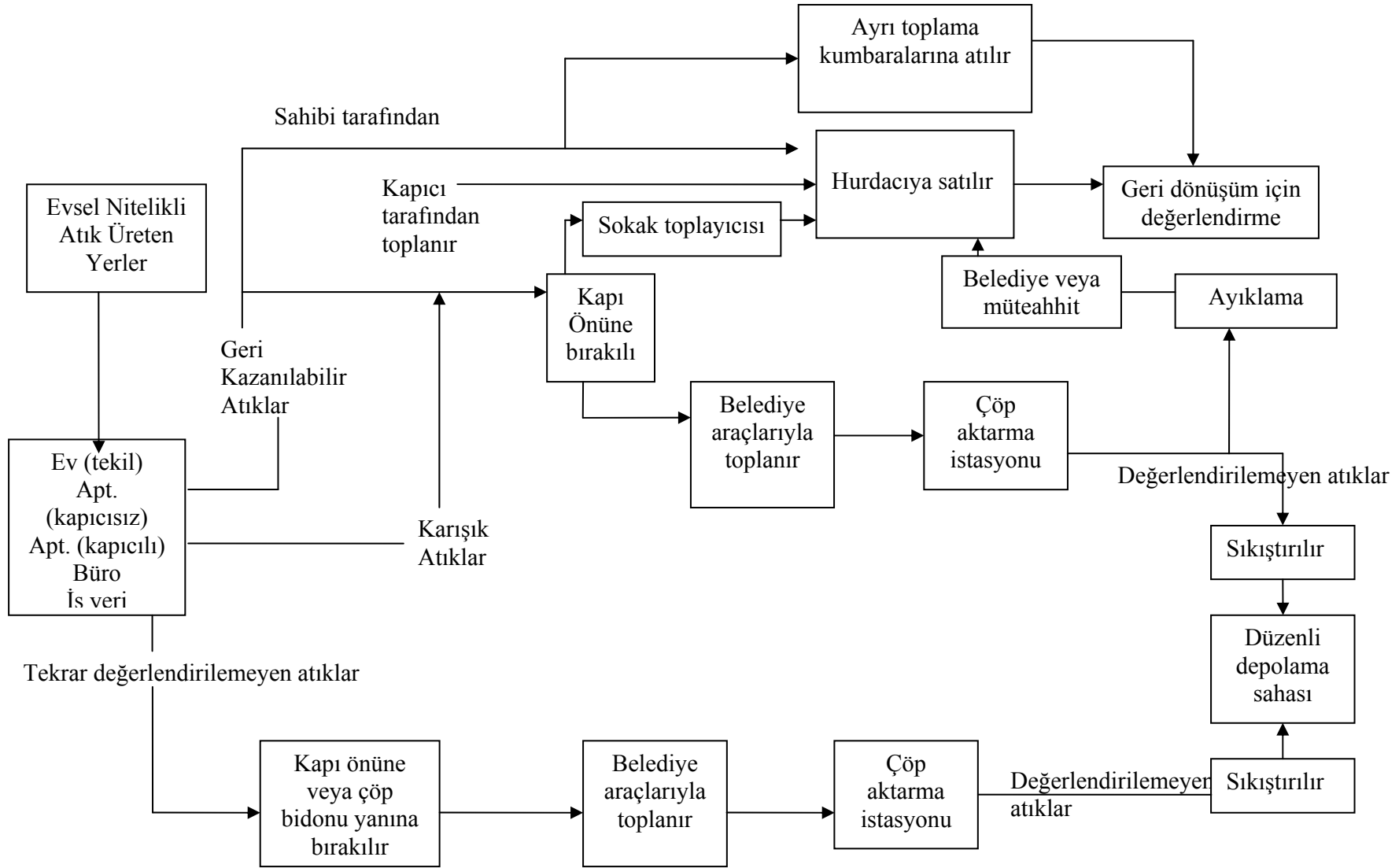
4.3 Katı Atıkların Biriktirilmesi, Toplanması, Taşınması

İstanbul'da atıklar genel olarak karışık biriktirilir. Bakırköy, Ataköy ve Kadıköy gibi bazı gelir düzeyi yüksek ilçelerde atık kumbaraları ile cam, metal ve plastikler ayrı biriktirilir. Her ilçe belediyesi kaldırım kenarından topladığı katı atıklarını en yakın aktarma istasyonuna taşımaktadır. Aktarma istasyonunda biriken atıklar ise silolar ile düzenli depolama sahasına taşınmaktadır. Bu sayede taşıma maliyeti azalmakta, trafik sorunu %67-75 oranında azalmaktadır. Toplam 8 adet olan aktarma istasyonunun 4'ü Avrupa yakasında, 4'ü de Anadolu yakasında olup yerleri Tablo 4.3'de, özellikleri ise Tablo 4.4'de verilmiştir[20].

Tablo 4.3 Aktarma istasyonlarını yeri [20]

	Aktarma İstasyonları			
Avrupa	Baruthane (Şişli)	Yenibosna	Halkalı	Silivri
Anadolu	Tuzla-Aydınlı	Ümraniye-Hekimbaşı	Küçükbakkalköy	Şile

İstanbul'da mevcut durumda katı atık toplama ve bertaraf sisteminin genel akım şeması **Şekil 4.3**'de ayrıntılı olarak verilmiştir[4].



Şekil 4.3 İstanbul’da katı atık toplama ve bertaraf sisteminin genel yapısı [4]

Tablo 4.4 Aktarma tesislerinin özellikleri [20]ve [36]

Tesis	Planlanan Kapasite/ Fiili Kapasite	Atık getiren ilçeler	Transfer edilen Düzenli Depo Alanı
Baruthane	1500 ton/gün 2140 ton/gün	Beyoğlu, Beşiktaş, Kağıthane, Sarıyer, Şişli, Milli Saraylar, Eyüp, Eminönü, Anakent, Park Bahçeler, Darülaceze, İSKİ atıkları	Odayeri
Yenibosna	2500 ton/gün 2920 ton/gün	Bakırköy, Güngören, Bağcılar, Fatih,Anakent,Zeytinburnu, Bahçelievler, Eyüp, Haller, İSKİ, Askeriye, Eminönü	Odayeri
Silivri (*)	1600 ton/gün	Silivri, Çatalca, Selimpaşa, Celaliye- Kamiloba, Çanta, Gümüşyaka, Değirmenköy, B.Çavuşlu, Kavaklı, Ortaköy, Kumburgaz, Muratbey, Çiftlikköy, Karacaköy, Binkılıç Belediyeleri ile civar köyler	Odayeri
Halkalı	2500 ton/gün 2965 ton/gün	Avcılar, K.Çekmece, Bayrampaşa, Esenler, G.Paşa, B.Çekmece; Esenyurt, Kavaklı, Mimarsinan, Kıraç, Tepecik, Bahçeşehir, Gürpınar, Hadımköy, İSKİ, Askeriye, Park ve Bahçeler, anlaşmalı yerlerden gelen çöpler,	Odayeri
Tuzla- Aydınlı	2500 ton/gün 1550 ton/gün	Tuzla, Pendik, Kartal, Maltepe, Akfırat, Sultanbeyli, Anakent, Orhanlı Askeriy,DenizHarp Okulu	Şile Kömürcüoda
Ümraniye- Hekimbaşı	2500 ton/gün 1650 ton/gün	Kadıköy, Üsküdar, Ümraniye, Beykoz, Sarıgazi, Alemdağ, Çekmeköy, Anakent ve Haller, Park ve Bahçeler, Taşdelen, Samandra, Askeriye, Yenidoğan , Çavuşbaşı	Şile Kömürcüoda
Küçükbak kalköy	1500 ton/gün 950 ton/gün	Kadıköy, Anakent, Park ve Bahçeler Adalar	Şile Kömürcüoda

(*) Haziran,2007 tarihinde devreye alınan tesis Avrupa 2 bölgesinde Silivri ve Çatalca ile 13 çevre beldenin çöplerini toplayarak vahşi depolamanın sona erdirilmesini sağlamaktadır.

4.4 Katı Atıkların Depolanması

İstanbul'da katı atıklar 1995'ten bu yana Avrupa yakasında Odayeri-Göktürk, Anadolu yakasında Kömürcüoda-Karakiraz köyünde düzenli depolama sahalarında

hücreleme metoduyla bertaraf edilmektedir[20]. Sahaların kapasitesi 20 yıl hizmet verecek şekilde planlanmış ve dolma sınırına yaklaşmıştır. Bu nedenle yeni depolama sahasına acilen ihtiyaç duyulmaktadır.

Odayeri Düzenli Depolama Tesisi

1995’den bu yana Avrupa yakasında ortalama 8000 ton/gün kapasite ile hizmet vermektedir. Ruhsatlı alanı 75 hektar olup çok az ömrü kalmıştır. Sahada oluşan sızıntı suları boru hattıyla İSKİ Söğütözü Kulektörüne iletilmektedir[20]. Sahanın teknik özellikleri Tablo 4.5’de verilmiştir.

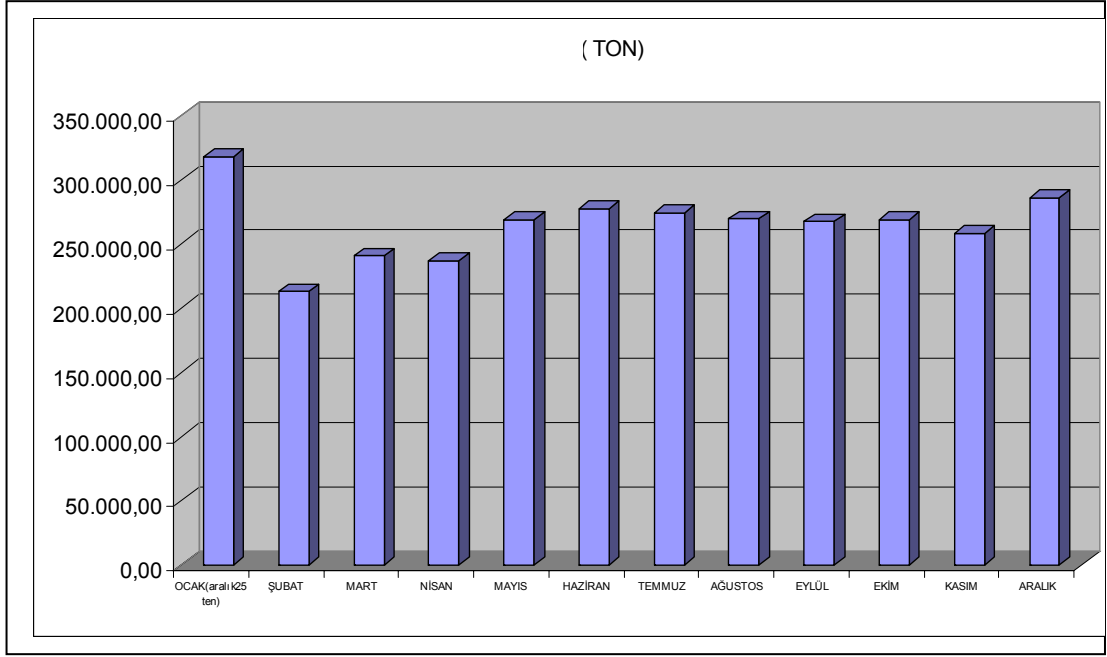
Tablo 4.5 Odayeri Düzenli Depolama Sahasının teknik özellikleri

	Odayeri Düzenli Depolama Sahası
Toplam Alan ,ha	75
Depolama Hacmi, m3	8.298.446

İstaç Atık Yönetim Genel Müdürlüğü’nden alınan verilere göre sahanın 2007 yılı atık miktarları Tablo 4.6 ve **Şekil 4.4**’de verilmiştir.

Tablo 4.6 Odayeri Düzenli Depolama sahası 2007 yılı depolanan atık miktarları [36]

	AVRUPA YAKASI , Atık Miktarı (ton)
OCAK(aralık 25 ten itibaren)	317.619,750
ŞUBAT	212.674,750
MART	240.483,750
NİSAN	237.087,950
MAYIS	268.726,800
HAZİRAN	276.952,650
TEMMUZ	273.921,850
AĞUSTOS	269.281,900
EYLÜL	267.036,400
EKİM	268.761,500
KASIM	257.979,850
ARALIK	285.802,800
TOPLAM	3.176.329,950



Şekil 4.4 Odayeri Düzenli Depolama sahası 2007 yılı depolanan atık miktarları

Kömürcüoda Düzenli Depolama Tesisi

1995’den bu yana Asya yakasında ortalama 3500 ton/gün kapasite ile hizmet vermektedir. Ruhsatlı alanı 90 hektardır Sızıntı suları saha içerisinde bir havuzda toplanarak vidanjörlerle Tuzla’daki İSKİ Tuzla Biyolojik Arıtma Tesislerine gönderilmektedir[20]. Sahanın teknik özellikleri Tablo 4.7’de verilmiştir.

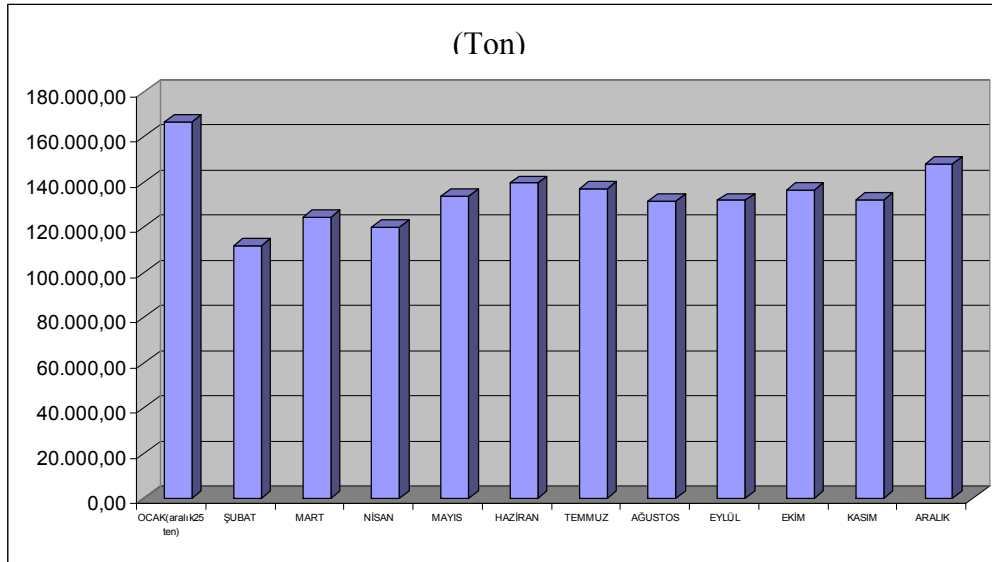
Tablo 4.7 Düzenli Depolama sahalarının teknik özellikleri

	Kömürcüoda Düzenli Depolama Sahası
Toplam Alan ,ha	89
Depolama Hacmi, m3	7.200.000

İstaç Atık Yönetim Genel Müdürlüğü’nden alınan verilere göre sahanın 2007 yılı atık miktarları Tablo 4.6 ve Şekil 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.8 Kömürcüoda Düzenli Depolama sahası 2007 yılı depolanan atık miktarları[36]

	ANADOLU Yakası Atık miktarı, (ton)
OCAK(aralık 25 ten itibaren)	166.591,30
ŞUBAT	111.726,05
MART	124.450,16
NİSAN	120.178,80
MAYIS	133.852,10
HAZİRAN	139.605,80
TEMMUZ	136.945,20
AĞUSTOS	131.719,55
EYLÜL	131.898,40
EKİM	136.619,50
KASIM	132.273,85
ARALIK	147.885,05
TOPLAM	1.613.745,76



Şekil 4.5 Kömürcüoda Düzenli Depolama sahası 2007 yılı depolanan atık miktarları

4.5 Katı Atıkların Yakılması

Tıbbi Atık Yakma Tesisi

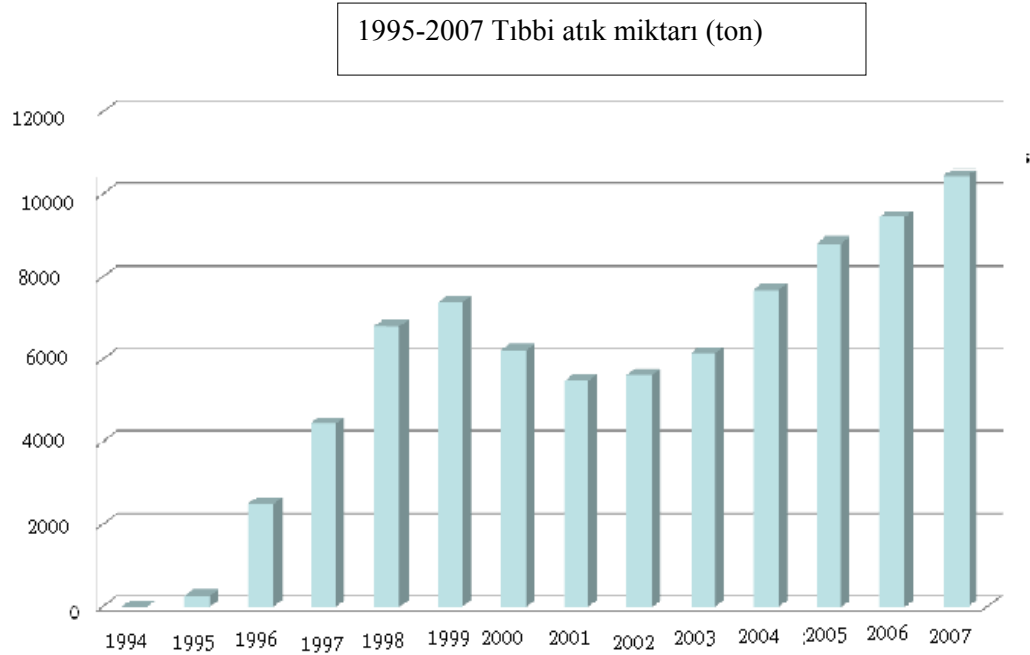
Kapasitesi yaklaşık 24 ton/gün olan tesis Odayeri Düzenli Depolama alanı yanında 1995 yılında kurulmuştur. Yakma Tesisinde tıbbi atık bertarafı yapılırken aynı zamanda elektrik enerjisi de üretilmektedir. Yaklaşık 0,5 MW kapasiteli Türbin Jeneratör yardımı ile üretilen enerji hem tesis bünyesinde hem de çevredeki idari binalarda kullanılmakta böylece geri kazanım sağlanmaktadır[37].

Termal kapasitesi 3.5 milyon kcal/saat ve çalışma sıcaklığı birinci yakma ünitesinde 900 ° C, ikinci yakma ünitesinde 1200 ° C derecedir. Tesiste döner fırın sistemi zehirli gazlardan sürekli arıtmanın sağlanması için enerji düzeyini en düşük seviyede tutan bir brülör ile donatılmıştır. Atıkların yakma fırını içerisinde asgari kalma süresi bir saattir. Yanma sonucu atıklar hacimsel olarak %95 oranında, kütsel olarak %75 oranında azalmaktadır[20]. Tesisin teknik özellikleri Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9 Odayeri Tıbbi Atık Yakma Tesisinin Teknik Özellikleri [37]

Fırın Kapasitesi	1.0 ton/saat (3500 kcal/kg atık için)
Yakılabilecek Atık Kalori Değeri	Min. 2000 kcal/kg Max. 4540 kcal/kg
Termal Kapasitesi	3.500.000 kcal/saat
Buhar Üretimi	5.22 ton/saat
Elektrik Üretimi	428 kW/saat

1995 ve 2007 yılları arasında yakma tesisine gelen tıbbi atık miktarı **Şekil 4.6**’da verilmiştir.



Şekil 4.6 1995 ve 2007 yılları arasında Odayeri Tıbbi Atık Yakma Tesisine gelen atık miktarı (ton) [36]

Yakacık Depo Gazı Yakma Tesis

Vahşi depolama alanı olarak kullanılmış Kemerburgaz Depolama sahası 1995 yılında rehabilite edilerek depo gazından (%35 metan) Elektrik Enerjisi Üretim Projesi başlatılmıştır. Vahşi depolama sisteminde oluşan metan gazı, patlama riskinin yanı sıra, “ Sera ” etkisi ile atmosfere de zarar vermektedir. Depo sahasından çıkan gazlar aktif toplama sistemiyle toplanmakta ve yakılmaktadır[36].

1997 yılında devreye alınmış olan tesis, 4MW kurulu güce sahip olup yılda yaklaşık 8 milyon kWh elektrik enerjisi üretilerek enterkonnekte sisteme verilmektedir. Depolama alanından çıkan bu gazlar zamanla azalacağı düşünülmüş ve 10 yıl süre ile ortalama 1.500 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayacağı tahmin edilmektedir [37]. 2002 yılında sürekli üretime geçen tesisten üretilen enerjinin bir kısmı ulusal şebekede bir kısmı da İstanbul metrosunda kullanılmaktadır[4].

4.6 Katı Atıklardan Kompost Üretimi

İstanbul için düşünülen kompost tesisi IGA-RUST-MİMKO konsorsiyumunca günde 100 ton kapasiteli 3 aşamalı bir sistem olarak planlanmıştır. Bu plana göre tesise ilk aşamada Avrupa yakasının kentsel karışık atıkları gelecek, orta vadede ise organik atıklar kaynağında ayrı toplama çalışmaları başlatılacak ve nihai aşamada ayrı toplanmış yaş ve karışık toplanmış evsel atıklar kompost tesisine ayrı ayrı getirilecektir. Buna göre tesise gelecek atık miktarındaki değişim Tablo 4.10'daki gibi olacaktır [4].

Tablo 4.10 Kompost tesisine girecek malzemeler [4]

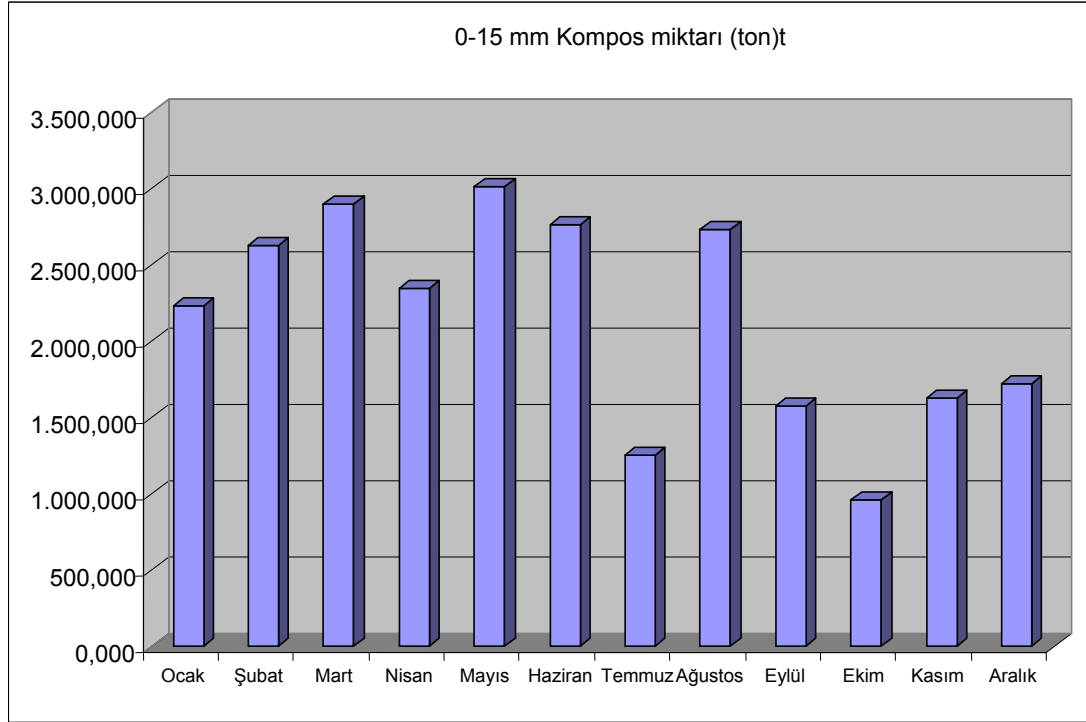
Atık Cinsi	Atık Miktarları (ton/gün)	
	Orta vade	Uzun vade
Kaynakta Ayrı Toplanmış Organik Atık	-	500
Diğer Evsel Atıklar (Karışık KKA)	1000	500
Toplam	1000	1000

CH2M Hill'in 1992 yılında yaptığı çalışmada ise yılda 300 gün çalışacağı varsayılan 500 ton/gün kapasiteli karışık KKA kabul eden bir tesis planlanmıştır. Yapılan maliyet tahmini sonuçlarına göre depolama hacminin sınırlı olması durumunda 1 ton atığı uzaklaştırma bedelinin 30 ila 50 \$ olması durumunda kompost tesisinin işletilmesi fizibil olmaktadır [21].

Kemerburgaz (Kısırmandıra) Kompost Tesisi

Kemerburgaz'da 2001 yılında kurulan tesis günlük 1000 ton kapasite ile çalışmaktadır. Atıklar karışık şekilde gelmekte geri dönüştürülebilir kısım (kağıt, plastik, metal, cam, vb.) elle ayrıldıktan sonra kalan kısım kompost edilmektedir. Tesise günde ortalama 700 ton malzeme işlenerek bunun 400 tonu fermentasyon ünitesine gönderilir ve ortalama 200 ton kompost ürünü elde edilir. Son eleğe tabi tutulduktan sonra 100 ton kompost, 100 ton da kompost atığı ürün olarak kullanıma sunulur. Geri kazanım miktarı ise 20 tondur[37]. Kompost edilen kısım aylık

ortalama 2.400 ton'dur. Grafikten de görüldüğü gibi 2007 yılında üretilen toplam kompost miktarı 25.800 ton'dur. Tesisin sağladığı diğer bir avantaj ise Odayeri Düzenli Depolama Tesisi'ne gönderilen atık miktarında yaklaşık %10'luk bir düşüş sağlamasıdır [4].



Şekil 4.7 Kemerburgaz Kompost Tesisi 2007 yılı aylık üretimleri [36]

4.7 Katı Atıklardan Madde Geri Kazanımı

İstanbul'da atıklar, pilot bölge uygulamalarının yanı sıra genel itibariyle karışık olarak biriktirilmektedir. Karışık olarak toplanan atık içerisinde geri kazanılabilir maddelerin oranı ağırlıkça ~ %35-%40 paya sahiptir. Mevcut teknolojik uygulamalar ile bu atığın yaklaşık %20'sini kazanılabilmektedir. Ayrıca bu oran sokak toplayıcılarının da etkisi ile %50 daha azalarak geri kazanılabilir pay %10'a düşmektedir. Bu pay atıkların ayrı toplanması ve sokak toplayıcılarının organize edilmesi ile artırılarak ekonomik açıdan tasarruf sağlanacaktır. Ayrıca organik kısımdan elde edilen kompostun da kalitesi artmış olacaktır. Fakat evsel atıklarla birlikte pil, yağ, boya, sterilizasyon maddeleri, ilaçlar, bebek bezleri ve hayvan dışkılarının ayrı olarak toplanması gerekir [4].

CH2M-Hill raporunda ise karışık toplanan atıkların atık işleme tesislerinde ayrıştırılarak ambalaj atığının, kağıt ve tekstilin geri kazanılmasını önermiş ve bu plana göre atık miktarında %8,5'lik bir azalma öngörmüştür [21].

4.8 Diğer Katı Atıkların Bertarafı

Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Bertarafı

İstanbul'da 2002 yılına kadar kontrolsüz olarak dökülen moloz ve hafriyatlar atıkları gürültü ve çevre kirliliğinin yanı sıra, toprağın yapısını bozmaya başlamış, cadde, sokak ve yol kenarlarından kanalizasyonlara akarak tıkanıklığa yol açmış, temizlik giderlerinin artmasına ve bu alanda verilecek hizmetlerin aksamasına neden olmuştur[37]. Bu sorunları önlemek üzere 2002 yılında İnşaat yıkıntıları ve hafriyat atıkları için Kemerburgaz'da döküm alanı faaliyete geçmiştir. 10 milyon m³ kapasiteli tesise günde ortalama 2.200 ton atık depolamakta olup gelen atığın %30'unu inşaat ve yıkıntı artıkları oluştururken, %70'ini hafriyat toprağı oluşturmaktadır. Ayrıca belediyenin İSTAÇ A.Ş. bünyesinde kurdurduğu "Alo Moloz Hattı" ile hafriyat toprağı ve molozlar bu sahaya taşınmaktadır [4].

Atık Pil ve Akümülatörlerin Toplama ve Bertarafı

Diğer bir atık türü olan pil ve akümülatörler ise bazı bölgelerde sitelere ve okullara konulmuş kutularda ayrı toplanmakta ve düzenli depolama sahalarında sızdırmaz betonlarda ayrı olarak depolanmaktadır [4].

5 İSTANBUL İÇİN NÜFUS TAHMİNLERİ

2005 yılı İstanbul İl Çevre Durum Rapor’una göre nüfus artışı bölgeler bazında değerlendirildiğinde Marmara Bölgesi en yüksek nüfus artışına sahiptir. 1990-2000 yılları arasında bu değer % 26,7 ile en yüksek değeri yakalamıştır. Marmara bölgesi aynı zamanda ülke genelinde nüfusun %26 sına sahiptir. Yapılan son sayım olan 2007 yılı verisine göre İstanbul nüfusu ülke toplamındaki nüfusun ~%18’ine sahiptir. İllerin şehir nüfusuna bakıldığında ise İstanbul ilk sırayı almakta olup ilçelere göre nüfus dağılımına bakıldığında, nüfusu en fazla olan ilçeler sırasıyla, Gaziosmanpaşa, Kadıköy, Ümraniye ve Küçükçekmece; nüfusu en az olan ilçeler ise sırasıyla Adalar, Şile ve Çatalca’dır[20].

Yapılan çalışmada İstanbul ili Katı Atık Ana Planı’nda [19] önerildiği gibi Anadolu, Avrupa 1 ve Avrupa 2 olmak üzere 3 bölgeye ayrılarak ele alınmış ve her bir bölge için nüfus tahmini yapılmıştır. Katı Atık Ana Planı’nda yapılan bölgelendirme çalışmasında etkin taşıma mesafesi baz alınmış olup alt sınır 30 km, üst sınır 65 km seçilmiştir. Buna göre her bir bölgeye bağlı olacak ilçe belediyeleri şu şekildedir:

Anadolu Yakası

• Adalar	• Tuzla
• Beykoz	• Ümraniye
• Kadıköy	• Üsküdar
• Kartal	• Sultanbeyli
• Maltepe	• Şile
• Pendik	

Avrupa Yakası 1 No’lu Bölge

• Avcılar	• Fatih
• Bağcılar	• Gaziosmanpaşa
• Bahçelievler	• Güngören
• Bakırköy	• Kağıthane
• Bayrampaşa	• Küçükçekmece
• Beşiktaş	• Sarıyer
• Beyoğlu	• Şişli
• Eminönü	• Zeytinburnu
• Esenler	• Büyükçekmece
• Eyüp	

Avrupa Yakası 2 No'lu Bölge	
• Çatalca	• Saray
• Silivri	
• Çerkezköy	

Çerkezköy ve Saray ilçelerinin Avrupa yakası 2 No'lu bölgeye Katı Atık Ana Planı I'de de açıklandığı üzere kentsel atıkların etkin taşıma mesafesi nedeniyle dahil edilmiştir. Söz konusu bölgeye ayrı bir düzenli depolama sahasının yapılması dahilinde Büyükçekmece ilçesinin atıklarının da bu bölgede bertaraf edilmesi daha fizibil olacaktır. 1990, 2000 ve 2007 yıllarında yapılan nüfus sayımına göre her bir bölgenin durumu Tablo 5.1'de verilmiştir. 26824 Sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren "Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçerisinde İlçe Kurulması ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun Tasarısı"nın Bakanlar Kurulu Tarafından kabulü ile İstanbul'daki ilçe sayısı 32'den 36'ya yükselerek İstanbul en fazla ilçeli kent olmuştur[23] . İstanbul için yukarıda belirtilen üç bölgenin şehir ve köy nüfusu Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1 İlçe belediyelerin 1990, 2000 ve 2007 yılı şehir ve köy nüfusu

		1990(1)			2000			2007		
		Toplam	Şehir	Köy	Toplam	Şehir	Köy	Toplam	Şehir	Köy
Anadolu	Adalar	19 413	19 413	0	17 760	17 760	0	10.460	10.460	0
	Beykoz	161 609	142 075	19 534	210 832	172 291	38 541	241.833	200.572	41.261
	Kadıköy	648 282	648 282	0	663 299	663 299	0	744.670	744.670	0
	Kartal	273 572	252 221	21 351	407 865	337 390	70 475	541.209	427.111	114.098
	Maltepe	254 256	254 256	0	355 384	355 384	0	415.117	415.117	0
	Pendik	200 907	198 150	2 757	389 657	384 668	4 989	520.486	517.624	2.862
	Tuzla	96 150	91 230	4 920	123 225	107 883	15 342	165.239	148.792	16.447
	Ümraniye	303 434	242 091	61 343	605 855	440 859	164 996	897.260	630.914	266.346
	Üsküdar	395 623	395 623	0	495 118	495 118	0	582.666	582.666	0
	Sultanbeyli	82 298	82 298	0	175 700	175 700	0	272.758	272.758	0
	Şile.	25 372	7 872	17 500	32 447	10 262	22 185	25.169	9.831	15.338
Avrupa 1	Avcılar	126 493	126 493	0	233 749	233 749	0	323.596	323.596	0
	Bağcılar	291 457	291 457	0	556 519	556 519	0	719.267	719.267	0
	Bakırköy	298 211	298 211	0	478 623	478 623	0	571.711	571.711	0
	Bakırköy	301 673	301 673	0	208 398	208 398	0	214.821	214.821	0
	Bayrampaşa	212 570	212 570	0	246 006	246 006	0	272.196	272.196	0
	Beşiktaş	192 210	192 210	0	190 813	190 813	0	191.513	191.513	0
	Beyoğlu	229 000	229 000	0	231 900	231 900	0	247.256	247.256	0
	Eminönü	83 444	83 444	0	55 635	55 635	0	32.557	32.557	0
	Esenler	223 826	223 826	0	380 709	380 709	0	517.235	517.235	0
	Eyüp	211 986	200 045	11 941	255 912	235 116	20 796	325.532	303.824	21.708
	Fatih	462 464	462 464	0	403 508	403 508	0	422.941	422.941	0
	Gaziosmanpaşa	393 667	354 186	39 481	752 389	658 756	93 633	1.013.048	890.522	122.526
	Güngören	213 109	213 109	0	272 950	272 950	0	318.545	318.545	0
	Kağıthane	269 042	269 042	0	345 239	345 239	0	418.229	418.229	0
	Küçükçekmece	352 926	352 128	798	594 524	593 520	1 004	785.392	784.128	1.264
	Sarıyer	171 872	160 075	11 797	242 543	219 032	23 511	276.407	247.633	28.774
	Şişli	250 478	250 478	0	270 674	270 674	0	314.684	314.684	0
	Zeytinburbu	165 679	165 679	0	247 669	247 669	0	288.743	288.743	0
	Büyükcemkece	142 910	22 394	120 516	384 089	35 860	348 229	688.774	44.287	644.487
Avrupa 2	Çatalca	64 241	11 550	52 691	81 589	15 779	65 810	89.158	27.807	61.351
	Silivri	77 599	26 049	51 550	108 155	44 530	63 625	125.364	62.247	63.117
	Çerkezköy	41317	23102	18215	82685	41638	41047	131723	60907	70816
	Saray	33716	13038	20678	41217	17769	23448	44540	20312	24228

Kanun sonrasında yeni düzenlemelere göre ilçelerin son durumu Tablo 5.2'deki gibi olmuştur. İstanbul'a önerilen Kentsel Katı Atık Yönetim Sistemini planlamasını yapabilmek için öncelikle kentin önümüzdeki yirmi yıl süreli nüfus projeksiyonu gerçekçi bir yaklaşımla çıkarılacaktır. Bu yaklaşımı etkileyen faktörler sosyal, ekonomik ve siyasal değişiklikler olabilmektedir. Bu nedenle farklı tahmin metotları kullanılıp kıyaslanarak en gerçekçi yaklaşım seçilecektir.

Nüfus tahminlerinin gerçekçi bir yaklaşımla yapılabilmesi için daha önce İstanbul Master Planı'nda uygulanmış nüfus tahminleri kullanılacaktır. Buna göre İstanbul için 2010-2030 arasında yapılacak projeksiyon için uygulanan yöntemler İSKİ düşük, yüksek ölçekli büyüme tahminleri, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ve Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tahminleri ele olup, hesapları ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 5.2 Büyükşehir Belediyeleri Yeni Kanun Tasarısı sonrası ilçelerin son durumu

Bölgeler	İlçeler	Nüfus 2007
Anadolu	Beykoz	241.833
	Üsküdar	529.550
	Ataşehir*	345.588
	Kadıköy	553.062
	Maltepe	415.117
	Kartal	427.156
	Tuzla	165.239
	Sultanbeyli	272.758
	Pendik	520.486
	Çekmeköy**	134.603
	Samandıra (Sancaktepe)**	223.755
	Şile	25.169
	Ümraniye	551.091
	Adalar	10.460
	Toplam	4.415.867
Avrupa 1	Gaziosmanpaşa	464.109
	Arnavutköy***	141.634
	Sultangazi***	436.935
	Büyükkçekmece	152.106
	Küçükçekmece	662.566
	Avcılar	322.096
	Bağcılar	719.267
	Fatih	455.498
	Bakırköy	214.821
	Esenler	468.448
	Eyüp	317.695
	Sarıyer	276.407
	Şişli	314.684
	Beşiktaş	191.513
	Beyoğlu	247.256
	Fatih****	455.498
	Güngören	318.545
	Kağıthane	418.229
	Zeytinburnu	288.743
	Bahçelievler	571.711
	Bayrampaşa	272.196
	Esenyurt(Esenbahçe)*****	335.316
	Beylikdüzü*****	186.789
	Başakşehir*****	193.750
	Toplam	8.425.812
Avrupa 2	Silivri	118.304
	Çatalca	61.566
	Çerkezköy (Tekirdağ)	131.723
	Saray (Tekirdağ)	44.540
	Toplam	356.133
	Genel Toplam	13.197.812

*Kadıköy'ün ikiye bölünmesi ile oluşan ilçe belediyeleri

** Ümraniye'nin ikiye bölünmesi ile oluşan ilçe belediyeleri

*** Gaziosmanpaşa ikiye bölünmesi ile oluşan ilçe belediyeleri

**** Eminönü Belediyesi Fatih'e bağlandı

***** Yeni kurulan ilçeler

Kırmızı Nüfusu sabit kalan ilçeler

Mavi Nüfusu değişen ilçeler

Siyah Birleşen ilçeler

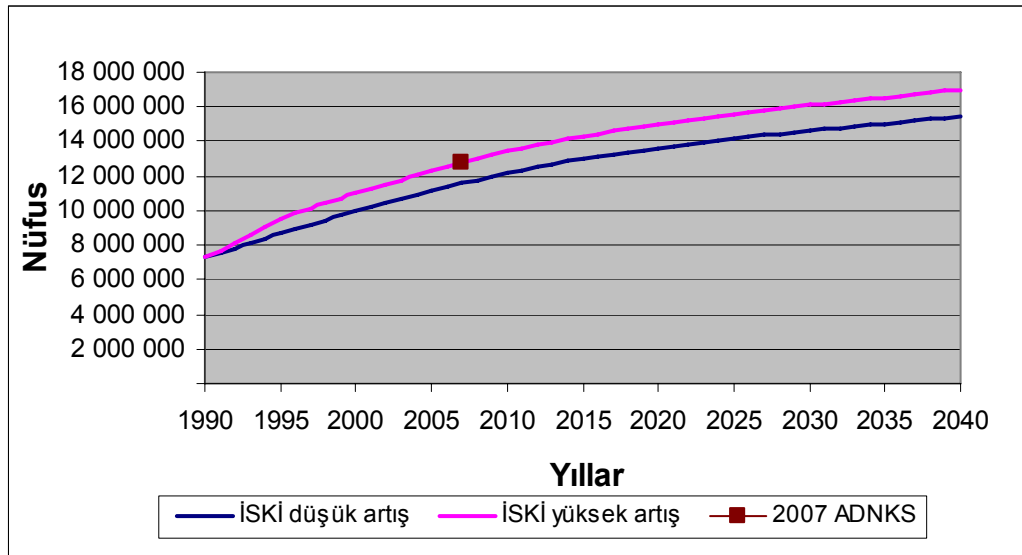
Yeşil Katı Atık Ana Planı I'e göre a göre eklenen ilçeler

5.1 İSKİ Master Plan Tahmini

İSKİ İstanbul'un su ihtiyacını belirlemek amacıyla İstanbul Master Planı Konsorsiyumuna hazırlattığı raporda düşük, orta ve yüksek büyüme hızlı nüfus senaryoları çıkarılmıştır. Farklı nüfus artış hızları dikkate alınarak 2010-2030 yılları arasındaki periyot için nüfus projeksiyonu oluşturulmuştur. İstanbul geneli için senaryolara ait nüfus tahminleri Tablo 5.3 ve Şekil 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.3 İstanbul Master Planına göre İstanbul nüfus tahminleri [24]

İSKİ				
YILLAR	Yüksek Büyüme		Düşük Büyüme	
	Artış Hızı %	NÜFUS	Artış Hızı %	NÜFUS
1990		7 270 806		7 270 806
1991	5,609	7.678.626	3,593	7.532.030
1996	2,899	9.828.758	2,902	8.925.944
2001	2,271	11.269.233	2,273	10.235.532
2006	1,721	12.540.260	1,722	11.391.076
2007	1,721	12.756.066	1,722	11.587.272
2011	1,286	13.598.629	1,287	12.353.291
2016	0,969	14.450.207	0,970	13.127.513
2021	0,757	15.132.162	0,757	13.747.532
2026	0,627	15.693.351	0,628	14.257.763
2030	0,627	16.090.971	0,628	14.619.283



Şekil 5.1 İstanbul Master Planı nüfus tahminleri

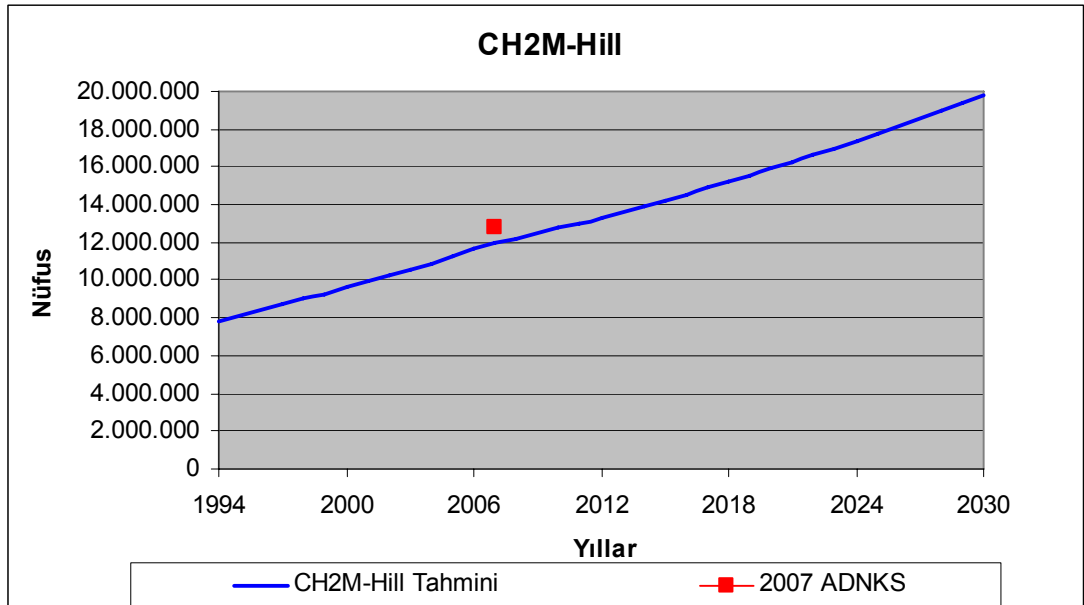
Tablo 5.3'de görüldüğü gibi İSKİ yüksek hızlı nüfus artış oranına göre yapılan tahminde 2007 nüfusu için bulunan 12.756.066 değeri TÜİK'ten elde edilen 2007 sayımı (ADNKS) 12.750.099 ile çok yakındır. Şekil 5.1'de bu iki değer karşılaştırılmıştır.

5.2 CH2M-Hill/Antel Tahmini

CH₂M-Hill/Antel tarafından hazırlanan İstanbul Katı Atık Yönetimi Fizibilite çalışmasına göre Asya ve Avrupa yakası nüfuslarını üç farklı nüfus artışı için hesaplamıştır. 1994-2020 dönemi için tahmin edilen nüfuslar 2030'a kadar uzatılmış ve Tablo 5.4'deki gibi bulunmuştur. Tahminler **Şekil 5.2**'de grafik üzerinde 2007 nüfusu ile birlikte verilmiştir[21].

Tablo 5.4 CH2M-Hill/Antel tarafından yapılan nüfus tahmini sonuçları

Yıllar	Artış Hızı (%)	Nüfus (kişi)
1994	-	7.853.656
1995	3,47	8.125.900
2000	3,32	9.594.400
2005	3,21	11.259.300
2010	2,21	12.760.100
2015	2,22	14.237.100
2020	2,23	15.891.500
2025	2,23	17.743.300
2030	2,23	19.812.900



Şekil 5.2 1994-2020 dönemi CH2M-Hill nüfus tahmini

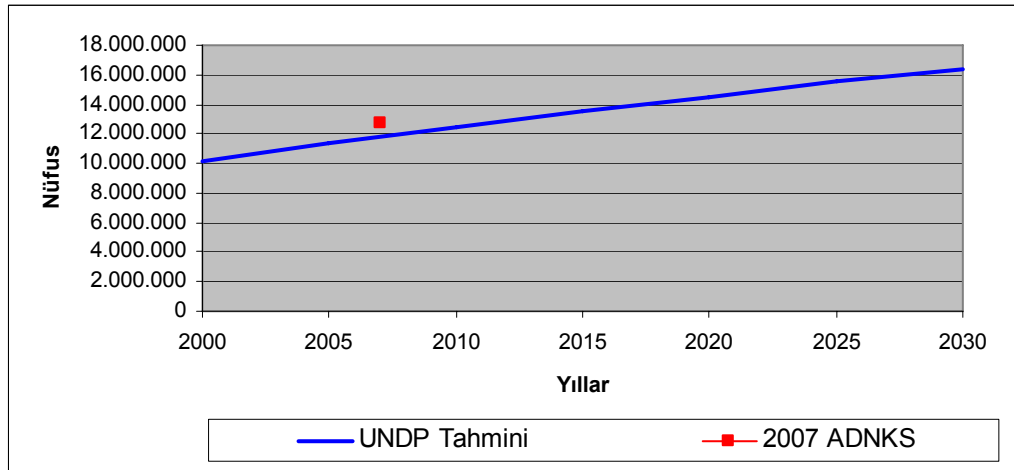
TÜİK tarafından gerçekleştirilen son nüfus sayımı 2007 itibariyle 12.750.099 olup CH2M-Hill tahmininde bu değeri 2010 yılı için öngörmüştür. Bu nedenle nüfus tahmininde bu metot mevcut artış hızı için yetersiz kalmaktadır.

5.3 UNDP Tahmini

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ülkelerin nüfuslarını çeşitli demografik ve sosyoekonomik etkileri baz alarak hem şehir hem de kırsal nüfus artışı şeklinde ve beşer yıllık planlar dahilinde hesaplanmıştır. Buna göre İstanbul'un 2000-2030 yılları arasındaki dilim için toplam şehir nüfusu tahmini Tablo 5.5'de ve **Şekil 5.3**'de gösterilmiştir.

Tablo 5.5 2000-2030 yılları arasında UNDP Nüfus Tahmini (UNDP)

Yıllar	Artış Hızı	Nüfus
	(%)	(kişi)
2000	-	10.142.637
2005	2,21	11.313.930
2010	1,95	12.460.443
2015	1,69	13.549.596
2020	1,43	14.545.367
2025	1,28	15.498.461
2030	1,12	16.385.478



Şekil 5.3 2000-2030 UNDP Nüfus Tahminleri

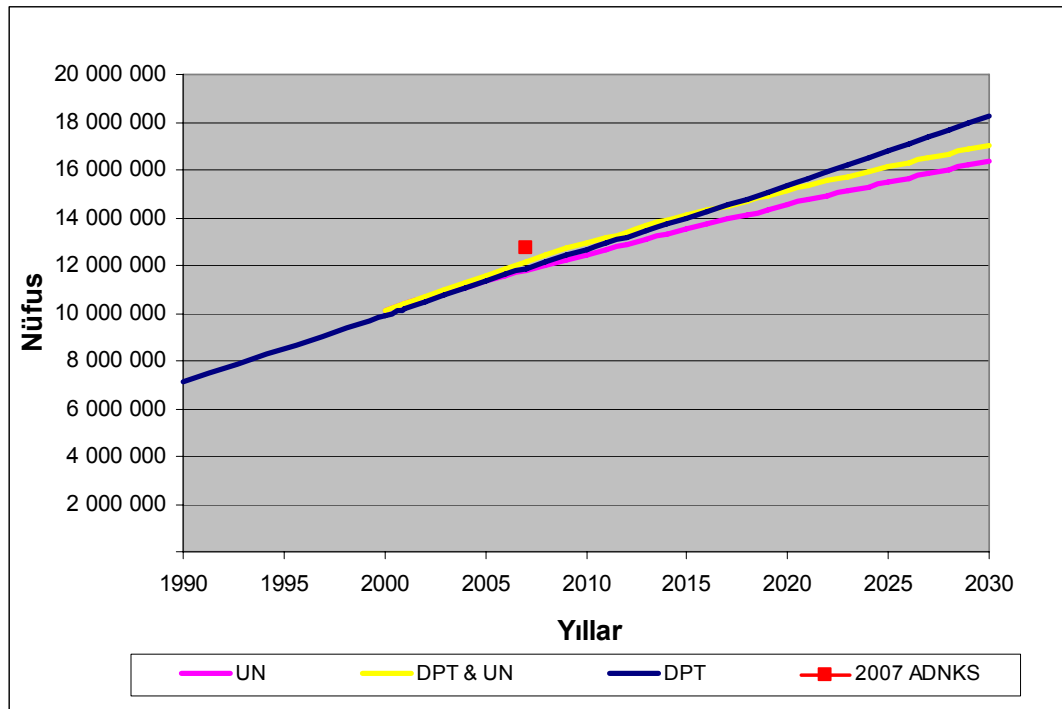
UNDP tahmininde 2007 yılı için İstanbul nüfusu 11.759.300 bulunmuştur. Bu değer 2007 ADNKS sayımına göre düşük kalmakla birlikte 2007ADNK sisteminin yeni oluşu nedeni ile gerçek nüfus ile paralellik göstermeyebileceğine dayanılarak UNDP nüfus artışının gerçek duruma uyum sağladığı düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada UNDP nüfus tahmini ele alınmıştır.

5.4 UNDP ve DPT Tahmini

Devlet Planlama Teşkilatı, İstanbul nüfusunun 2010 yılına kadar Tablo 5.6'daki gibi olacağını tahmin etmiştir. Bu projeksiyon 2010'dan 2030'a kadar UNDP Türkiye şehir nüfusu artış hızı ile projekte edilirse nüfus dağılımı Şekil 5.4'deki gibi bulunur.

Tablo 5.6 DPT İstanbul nüfus tahmini

Yıllar	Artış Hızı (%)	Nüfus (kişi)
1990		7.119.972
2000	3,372	9.919.683
2001	2,878	10.205.182
2002	2,783	10.489.180
2003	2,695	10.771.854
2004	2,616	11.053.649
2005	2,510	11.331.075
2006	2,474	11.611.432
2007	2,376	11.887.267
2008	2,282	12.158.475
2009	2,192	12.424.956
2010	2,082	12.683.651

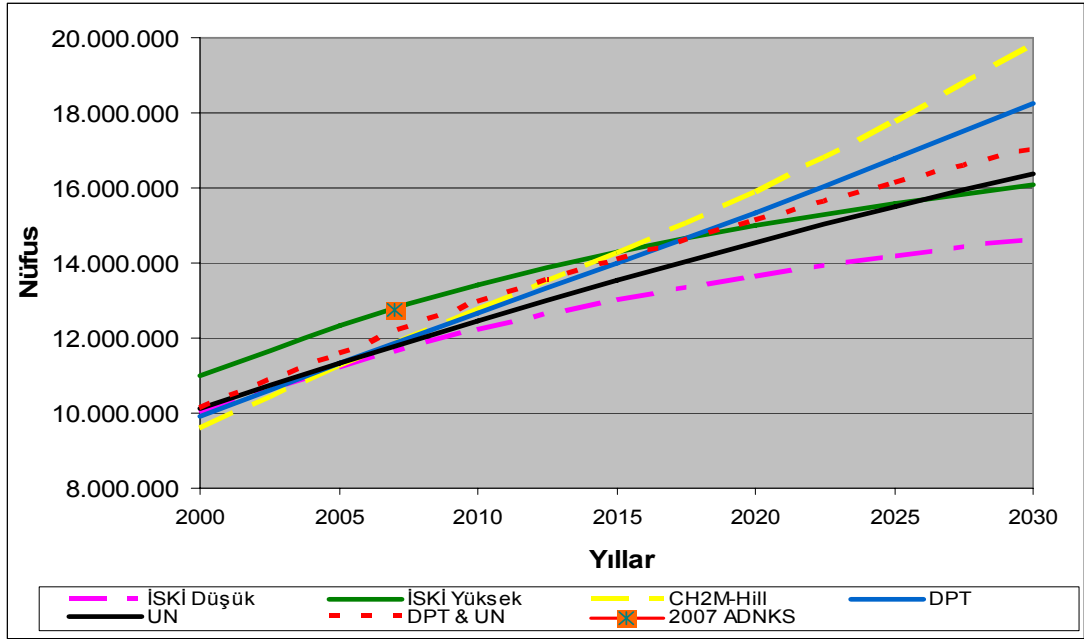


Şekil 5.4 DPT tahmininin UNDP yaklaşımı ile 2030'a kadar projekte edilmesi

5.5 Nüfus Tahminlerinin Karşılaştırılması ve Seçilen Yöntem

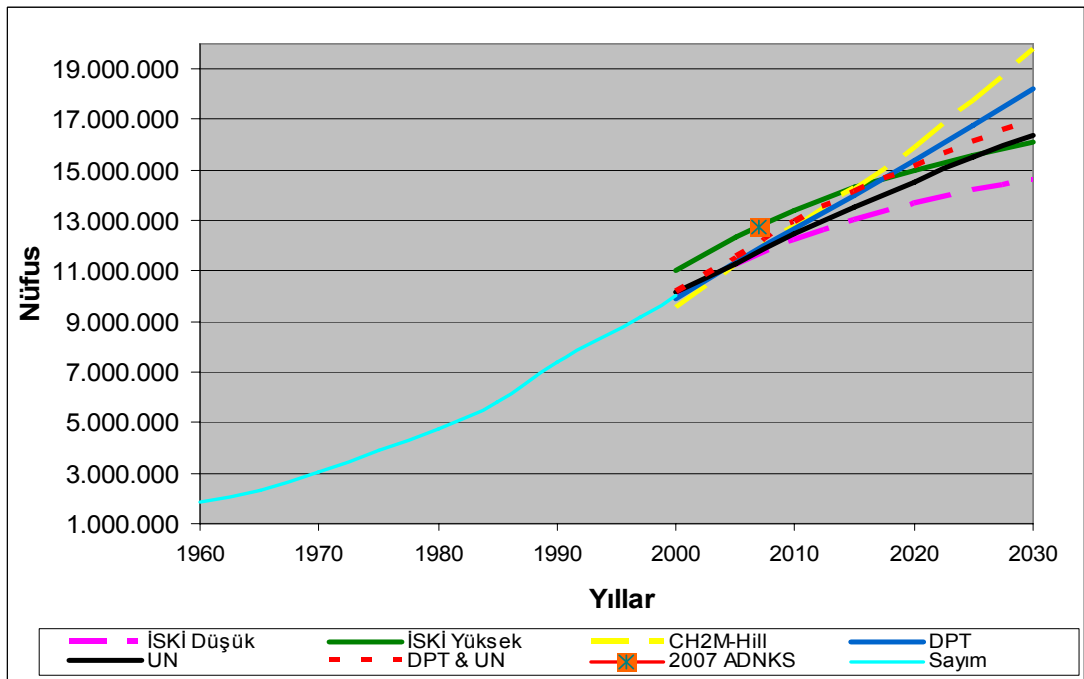
İstanbul İli 2010-2030 nüfus tahminlerinin karşılaştırmalı değerleri Şekil 5.5'de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi CH2M-Hill tahmini en hızlı artışı, İSKİ düşük

nüfus artışlı tahmin ise en düşük tahmini vermektedir. Buna göre seçilecek yöntemin bu iki tahmin arasında kalması daha güvenli olacaktır.



Şekil 5.5 Nüfus tahminlerinin karşılaştırılması

Esas alınan UNDP nüfus tahmin yöntemi nüfus sayımları ile birlikte Şekil 5.6'da gösterildiği gibi incelendiğinde S nüfus eğri grafiği ile uyumluluk gösterdiği anlaşılmaktadır. Buradan hareketle seçilen tahmin yönteminin uygun bir yaklaşım olduğu sonucuna varılmıştır.



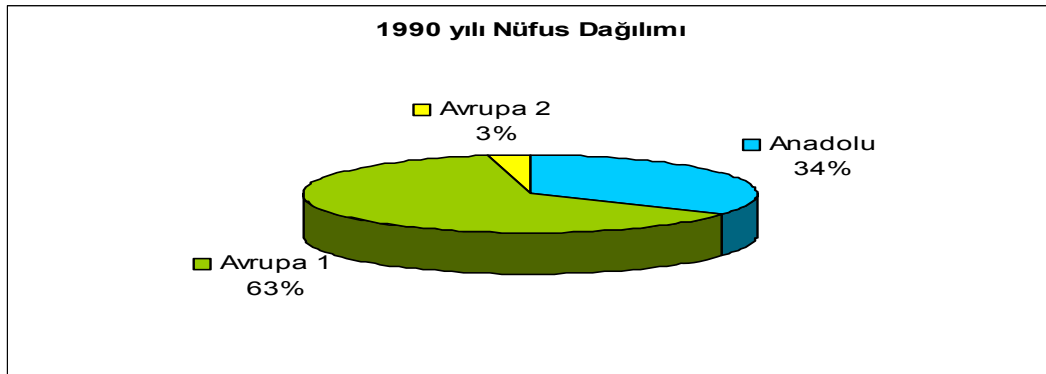
Şekil 5.6 Seçilen yöntemin nüfus sayımları ile uygunluğunun gösterilmesi

Nüfus tahmininde il nüfusuna ek olarak hareketli nüfus da olarak ifade edilen turist nüfusu hesaplanmıştır. Turist nüfusunun artışında da UNDP nüfus tahmini kullanılarak 2010-2030 yılları arası için projeksiyon yapılmıştır. Buna göre İstanbul İli'nin 2010-2030 yılları arasındaki toplam nüfus tahmini Tablo 5.7'de verilmiştir.

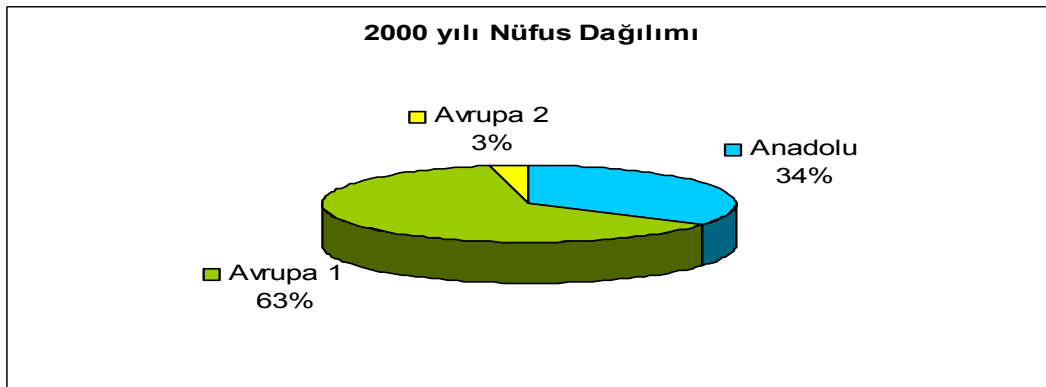
Tablo 5.7 İstanbul İli'nin 2010-2030 yılları arasındaki toplam nüfus tahmini

Yıllar	UNDP Artış Hızı (%)	Nüfus (kişi)	Kent + Turist (kişi)
2010		12.460.443	13.499.807
2011	1,69	12.671.034	13.727.965
2016	1,43	13.743.141	14.889.500
2021	1,28	14.731.177	15.959.951
2026	1,12	15.671.937	16.979.183
2030		16.385.478	17.752.242

Bu çalışmada İstanbul İli 3 bölgeye ayrılarak değerlendirildiği için 1990 ve 2000 yıllarında yapılan sayımlardan yola çıkılarak her bir bölgenin toplam nüfus içindeki payı Şekil 5.7'deki gibi bulunmuştur. Daha sonra yapılacak hesaplarda Anadolu yakası için %34, Avrupa yakası (1) için %63 ve Avrupa yakası (2) için %3 nüfus oranı kullanılacaktır.



(a)



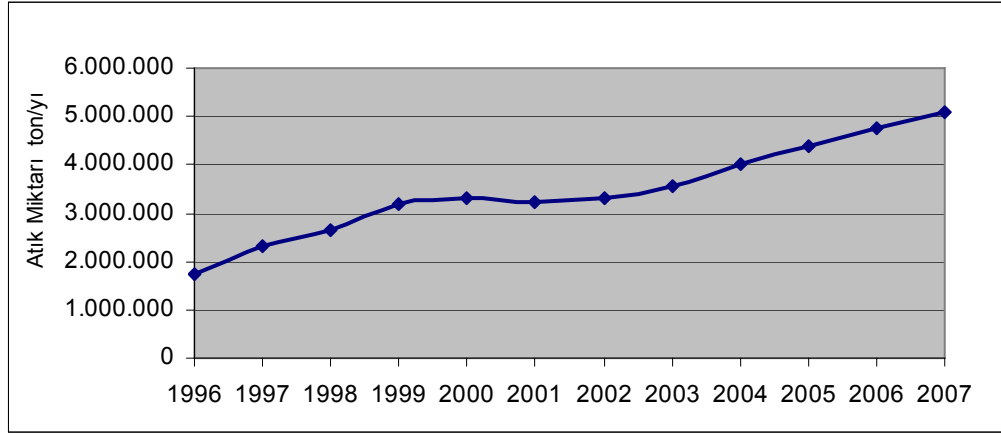
(b)

Şekil 5.7 İstanbul ili alt bölgelerinin 1990 (a) ve 2000 (b) yıllarındaki nüfus % oranı

6 İSTANBUL KENTSEL KATI ATIK ÜRETİM TAHMİNİLERİ

6.1 Kişi başı KKA Üretimi

İSTAÇ'tan alınan verilere göre İstanbul'da kişi başı kentsel katı üretimi Şekil 6.1'de verilmiştir. Bu veriler Anadolu ve Avrupa yakasında bertaraf edilen toplam katı atık miktarını yansıtmaktadır. 1996-1999 dönemimde hızla artan atık miktarı 1999-2001 arasında yavaşlamış ve durgun bir dönem geçirmiştir. Bu dönemde yaşanan ekonomik krizin etkisi buradan da görülmektedir. 2001 yılından sonra yeniden artışa geçen atık miktarı 2007 yılında 5.000.000 ton seviyesine ulaşmıştır.



Şekil 6.1 İstanbul'da 1996-2007 dönemi katı atık miktarları değişimi

Üretilen toplam KKA miktarından hareketle kişi başı atık miktarı hesaplanırken atık miktarı toplam nüfusa bölünür. UNDP tahmin yöntemi ile hesaplanan toplam nüfus miktarı ve TÜİK ve İSTAÇ Atık Yönetim Müdürlüğü'nden alınan kentsel katı atık miktarları ve bulunan kişi başı KKA miktarları Tablo 6.1'de verilmiştir. Buna göre 2007 yılında İstanbul'da kişi başı ortalama KKA üretimi 445 kg/kişi-yıl veya 1,22 kg/kişi-gün alınabilir. İstanbul İli için yapılmış önceki çalışmalara bakıldığında CH2M-Hill, 2000 yılında bu değer 0,6 kg/kişi-gün, 2010'da 0,64 kg/kişi-gün, 2020'de 0,68 kg/kişi-gün olacağını varsaymıştır. Fakat Tablo 6.1'den 2000 yılı için verilen kişi başı atık miktarı 0,92 kg/kişi-gün'den olup CH2M-Hill raporunda verilen değerden önemli derecede farklıdır [10] İstanbul'da KKA'ların yaklaşık olarak %10'luk kısmı sokak toplayıcıları tarafından yasal olmadığı halde toplanarak sistem dışında kalmaktadır.

Yani kurumlardan alınan atık miktarı ile ilgili verilerde bu kısım göz önüne alınmamıştır. Bu nedenle kişi başı KKA hesaplamalarında sistem dışında kalan %10'luk değer de hesaplara dahil edilmiştir. Bunun sonucunda bulunan değerler Tablo 6.1'de verilmiştir.

Tablo 6.1 İstanbul'da kişi başı KKA üretimi

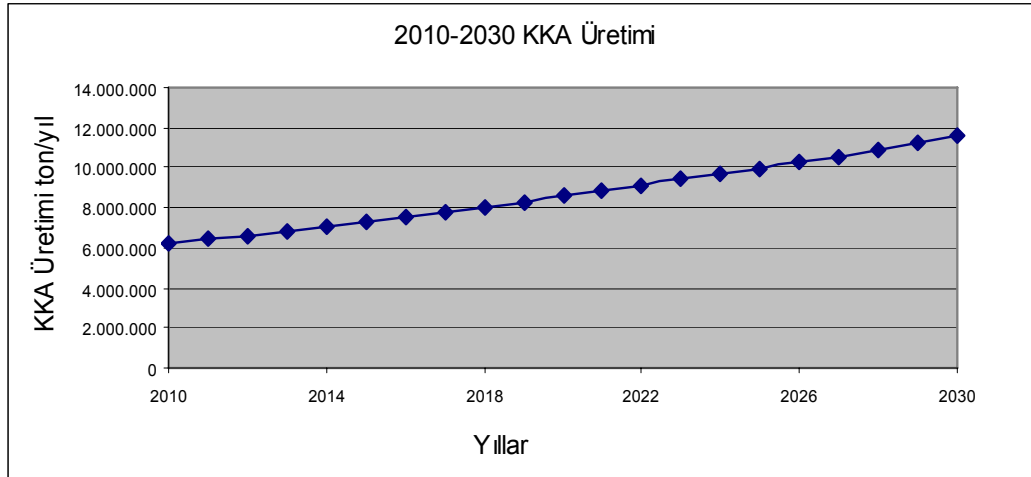
Yıllar	Kentsel katı atık miktarı					
	ton/yıl	İl Nufusu	Turist Nüfusu	Toplam	kg/kişi-yıl	kg/kişi-gün
2000	3.688.766	10.142.637	862.512	11.005.149	335	0,92
2001	3.576.008	10.366.769	881.573	11.248.342	318	0,87
2002	3.681.964	10.595.853	901.056	11.496.909	320	0,88
2003	3.947.027	10.830.000	920.969	11.750.969	336	0,92
2004	4.452.590	11.069.320	941.323	12.010.643	371	1,02
2005	4.866.667	11.313.930	962.126	12.276.056	396	1,09
2006	5.301.783	11.534.465	980.880	12.515.346	424	1,16
2007	5.677.778	11.759.300	1.000.000	12.759.300	445	1,22

6.2 KKA Üretiminin 2010-2030 yılları arasındaki tahmini

İstanbul'da KKA üretimi 2008'den itibaren EHCIP,2005 çalışmasında İstanbul-İzmir için kullanılan KKA artış hızı kullanılarak hesaplanmıştır. Buna göre 2010-2015 ve 2016-2030 planlama dönemlerinde sırasıyla öngörülen %2,07 ve %2,19'luk KKA artış hızı baz alınmıştır. Model hesaplarında da görüleceği üzere KKA artış hızı modelin temel girdilerinden olan GSYİH, enflasyon ve nüfus artış hızı ve kişi başı ortalama gelirin bir fonksiyonu olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca sokak toplayıcıları tarafından sistemden çekilen KKA miktarı da hesaplara dahil edilmiş ve buna göre 2020'ye kadar bu durumun geçerliliğini sürdüreceği ve 2021'den itibaren sokak toplayıcılarının tamamen sistem dışı kalacağı ve oluşan atığın %100 oranında atık yönetimi sistemi içinde kalacağı göz önünde bulundurulmuştur. Buna göre İstanbul için 2010-2030 arasında tahmin atık yönetim sistemine giren toplam atık miktarı ve kişi başı KKA oluşumu Tablo 6.2'de ve Şekil 6.2'de verilmiştir.

Tablo 6.2 İstanbul için 2010-2030 arasında tahmin edilen toplam atık miktarı ve kişi başı KKA değerleri

Yıllar	KKA ton/yıl	Birim Katı Atık kg/kişi-gün
2010	6.199.240	1,26
2011	6.403.230	1,28
2012	6.614.441	1,30
2013	6.833.140	1,32
2014	7.059.607	1,34
2015	7.299.789	1,36
2016	7.536.370	1,39
2017	7.781.100	1,41
2018	8.034.271	1,44
2019	8.294.866	1,46
2020	8.565.791	1,49
2021	8.837.109	1,52
2022	9.115.108	1,54
2023	9.404.746	1,57
2024	9.692.360	1,60
2025	9.989.167	1,63
2026	10.284.257	1,66
2027	10.588.392	1,69
2028	10.901.857	1,72
2029	11.224.946	1,75
2030	11.557.962	1,78



Şekil 6.2 İstanbul için 2010-2030 arasında tahmin edilen toplam atık

Grafikte 2020-2021 arasında görülen ani artışın nedeni sokak toplayıcılarının 2020'ye kadar atık yönetim sisteminde yer alıyor olması ve 2021'den itibaren tamamen yasaklanarak kayıt altına alınmasıdır.

7 MODEL FEASIBLE

İstanbul'da kentsel katı atıkların bertarafı için oluşturulan senaryolar için bir bilgisayar programı olan Model FEASIBLE (Financing for Environmental, Affordable and Strategic Investments that Bring on Large-scale Expenditure) kullanılmıştır. Model FEASIBLE Danimarka kökenli COWI A/S firması tarafından hazırlanarak, çevre sektöründe finansal stratejilerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilmiş, tüm kullanıcılara açık, bilgisayar destekli bir planlama programıdır. Modelin oluşturulmasında ana finansman kaynağı Danimarka Çevre Bakanlığı olup Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından da desteklenmiştir. Model temel olarak CIS (Commonwealth of Independent States of the former Soviet Union)/CEE (Central and Eastern Europe) bölgelerindeki ülkeler için su, atık su, katı atık hizmetlerine ait çevresel finans stratejileri hazırlamak amacıyla geliştirilmiş olup gelişmekte olan ülkeler için de kullanılabilir [22]. Bu program ile İstanbul İli kentsel katı atık yönetimi senaryolarının 2010-2030 arasında Ulusal mevzuatta ve AB mevzuatında öngörülen kotaları sağladığını kontrol etmek için kullanılmıştır.

Model girdileri olarak:

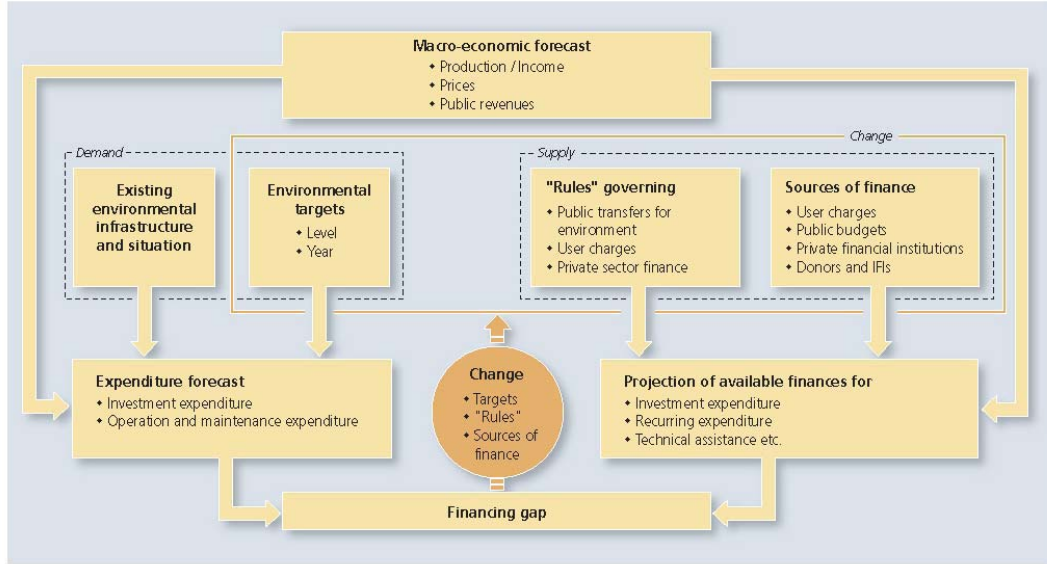
- Mevcut çevresel altyapı (atık miktarı, karakterizasyon, nüfus, GSYİH vs.)
- Birim yatırım maliyeti

verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Model gelecek için planlanmış hedeflerin ayrıntılarıyla tanımlanması ve ileriye dönük elde edilecek finans kaynaklarının projeksiyonunu baz alarak gereken maliyeti (yatırım, işletme&bakım) ve bu maliyeti karşılayacak finans kaynaklarını sayısallaştırır. Model FEASIBLE, alternatif politikaların finansman fazlalığı ya da azlığını nasıl etkileyeceğini değerlendirmede önemli role sahip olabilmektedir.

Model birçok farklı modülden oluşmakla birlikte bu çalışmada

- Genel
- Katı Atık
- Sonuç

modülleri kullanılmıştır. Her bir modülün ayrıntılı açıklaması aşağıdaki bölümlerde sırasıyla ele alınacaktır. Şekil 7.1’de modelin çevre finansman stratejilerini (Environmental Financing Strategy) belirlemede şematik gösterimi verilmiştir.



7.2 Genel Veri (General) Modülü

Genel veri modülü proje alanının bölge ve belediye durumu, nüfus, hane yapısı ve gelir gibi temel makroekonomik verilerin girildiği ve senaryo tanımlarının yapıldığı modül olup 8 alt modülden oluşur:

- Area (Alan)
- Regions (Bölge)
- Municipalities (Belediye)
- Currency& Inflation (Para birimi ve enflasyon)
- Scenarios (Senaryo)
- Population (Nüfus)
- GDP/GRP (GSYİH/GSMH)
- Price indicators (Fiyat)

Area (Alan) alt modülünde çalışma yapılacak alanın adı, nüfusu, GSYİH değeri proje başlangıç ve proje süresi girilir. Bu temel makroekonomik veri yıllara göre katkı atık oluşumu tahmininde ve finansal fonksiyonların çözümünde kullanılır. Proje süresi en az 10 yıl en fazla 20 yıl ile sınırlıdır. İstanbul için proje süresi 2010 yılında başlayıp 2030'a kadar devam edecek zaman dilimi seçilmiştir. Nüfus için önceki bölümde UNDP tahmininde hesaplanmış olan 13.499.800 değeri girilmiştir. GSYİH değerinin hesaplanması ile ilgili ayrıntılı bilgi GDP alt modülü kısmında verilecektir.

Regions (Bölge) altmodülü ise “Area” altındaki coğrafi bir alt bölgeyi gösterir. İstanbul ili için alt bölge tanımlanmamıştır.

Municipality (Belediye) altmodülü region altındaki bir coğrafi bölgeyi ifade eder. Bu ekranda belediyeler tek veya toplu olarak tanımlanır. Bu modelde İstanbul ili

- Anadolu Yakası
- Avrupa Yakası 1 No’lu Bölge
- Avrupa Yakası 2 No’lu Bölge

olmak üzere 3 bölgeye olarak tanımlanmıştır. Her bir bölgenin nüfusu 2010 yılı için UNDP tahmin yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve aşağıda verilen değerler girilmiştir.

<u>Bölge</u>	<u>2010 yılı nüfusu</u>
• Anadolu	4.271.742
• Avrupa 1	8.842.745
• Avrupa 2	385.321

Currency&Inflation (Para birimi ve enflasyon) alt modülünde para birimini ve ilgili kuru girilir. Model esas olarak EURO para birimiyle çalışmaktadır. Bu çalışmada para birimi olarak YTL tanımlanmış ve kur oranı 2,00 YTL olarak girilmiştir. Kur artış oranı sabit yada değişken seçilebilir. Ekonomik koşullar göz önüne alınarak kur oranı sabit seçilmiştir. Enflasyon kısmında ise daha önce EHCIP çalışmasında Türkiye için seçilmiş %5 ve DPT tarafından da onaylanmış değerler girilmiştir. Uluslar arası ölçekte ise bu değer %2 seviyesindedir.

Scenarios (Senaryo) alt modülü oluşturulacak senaryoların genel olarak ilk kez modele tanıtıldığı modüldür. Bu çalışmada mevcut durum da kıyas yapmak amacıyla el alındığı 4 adet uyum senaryosu oluşturulmuştur. Senaryolarla ilgili ayrıntılar ilerleyen bölümlerde ele alınacaktır.

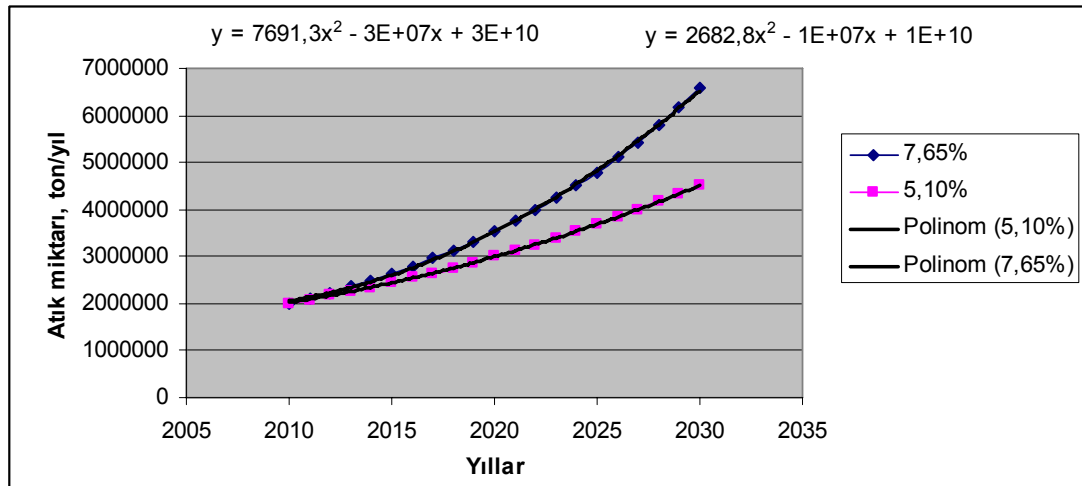
Population (Nüfus) modülüne her bir bölge için nüfus tahmini bölümünde hesaplanmış nüfuslar girilir. Daha sonra proje süresince nüfus artış hızının yıllara göre ayrıntılı olarak girildiği ekrana UNDP kentsel nüfus artış hızları girilir. Nüfus genel olarak girildikten sonra modelde tanımlanmış - KTH (kentsel tek katlı hane), KÇH (kentsel çok katlı hane), KH (Kırsal hane)- üç hane tipine göre oranlar girilir. İstanbul için yapılmış böyle bir ayrıntılı çalışma bulunmadığı için daha önce EHCIP projesinde uzmanlar tarafından onaylanmış değerler alınacaktır.

2003 nüfusu ile 1a bölgesinde hane nüfuslarını toplam nüfusa oranı EHCIP-Düzenli Depolama Direktifine Uyum Raporu Tablo E6-1’den alınmış ve 2010-2030 arası için projekte edilmiştir. Modele girilen değerler Tablo 7.1’de verilmiştir.

Tablo 7.1 İstanbul nüfusunun hane bazında oranları [16]

	No	Bölge	Alt bölge	KÇH	KTH	KH
2003	1a	Marmara-Ege Bölgesi	İstanbul-İzmir	%16	%70	%14
2010	-	Marmara	İstanbul	%16,4	%73,2	%10,4
2030	-	Marmara	İstanbul	%17,6	%78,3	%4,1

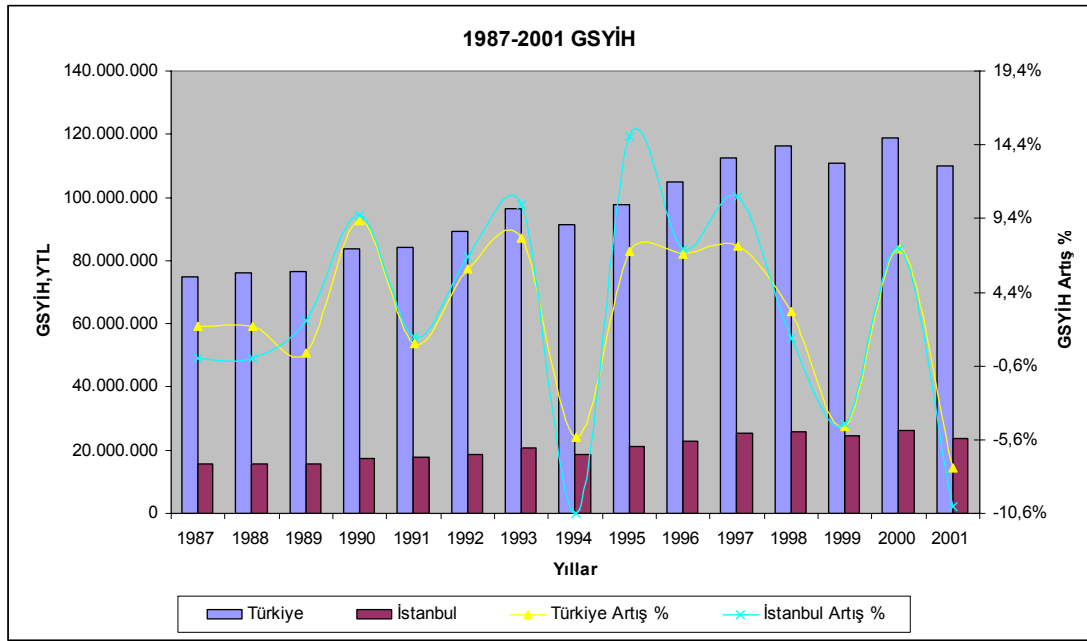
GDP (GSYİH) Gayrisafi yut içi hasıla (GSYİH) bir ekonomide yerleşik olan üretici birimlerin belli bir dönemde, yurtiçi faaliyetleri sonucu yaratmış oldukları tüm mal ve hizmetlerin değerleri toplamından bu mal ve hizmetlerin üretiminde kullanılan girdiler toplamının düşülmesi sonucu elde edilen değerdir[38] Bu alt modülde ise GSYİH’nın hane tipine bağlı olarak kişi başı gelir hesaplanır. GSYİH değeri atık üretimini etkileyecek en önemli faktörlerden biridir.



Şekil 7.2 GSYİH’nın atık miktarı üzerindeki etkisi

Şekil 7.2’de görüldüğü GSYİH’da %5,1 orta büyüme ve %7,65 yüksek büyüme hızı Anadolu yakasında mevcut durum senaryosunda uygulandığında atık miktarında ciddi bir artışa neden olmaktadır. Buna aynı zamanda özel tüketimden ürünlerinden kaynaklanan atık oluşumları da dahildir.

Yapılan çalışmada 2030 yılına kadar GSYİH ile üretilen atık miktarı arasında modelleme programı vasıtasıyla bağ kurularak projeksiyon yapılmıştır. TÜİK’ten alınan verilere göre İstanbul ve Türkiye’nin 1987 ve 2001 yılları arasındaki GSYİH değerleri ve artış oranı karşılaştırılmalı olarak Şekil 7.3’de verilmiştir.



Şekil 7.3 İstanbul ve Türkiye’nin 1987 ve 2001 yılları arasındaki GSYİH değerleri ve artış oranı

Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı’nda 2013 yılında tahmin edilen GSYİH büyümesi Tablo 7.2’deki gibi olacaktır.

Tablo 7.2 Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2006-2013) GSYİH tahmini

	2007-2013 Ortalaması reel Artış Oranı (%)
Tarım	3,6
Sanayi	7,8
Hizmetler	7,3
GSYİH	7

Tablodan da görüldüğü gibi bu değer 2013 yılında %7’lik büyüme göstereceği tahmin edilmiştir. Fakat Yüksek Planlama Kurulu’nun çıkardığı Orta Vadeli Program (2008-2010)’da bu değer revize edilmiş ve

- 2008 yılında %5,5
- 2009 yılında %5,7
- 2010 yılında %5,7

değerine ulaşacağı tahmin edilmiştir. EHCIP çalışmasında kullanılan ve DPT tarafından onaylanmış olan %5,1 değeri kullanılmıştır. Bu noktada her iki tahminin birbirine yakınlığı dikkat çekicidir.

Ayrıca bu bölümde hane tiplerine göre özel tüketim değerleri girilir. Hesaplamalarda EHCIP projesi 1a bölgesi için kullanılan değerler nüfusa oranlanarak bu çalışmada kullanılmıştır. Buna göre İstanbul için 2010 yılında hesaplanan GSYİH değeri

151.281.396.000 YTL'dir. Bu değer ile üç farklı hane tipi (KÇH, KTH, KH) için kişi başı GSYİH değeri hesapları yapılırken de EHCIP projesinde İstanbul-İzmir için kullanılan oranlar baz alınmıştır.

Tablo 7.3 EHCIP çalışmasında İstanbul –İzmir için verilen GSYİH değerleri ve sadece İstanbul için hesaplanan değer

	No	Bölge	Alt bölge	GSYİH/kişi (YTL)	GSYİH/kişi (YTL) KÇH	GSYİH/kişi (YTL) KTH	GSYİH/kişi (YTL) KH
2003	1a	Marmara-Ege Bölgesi	İstanbul-İzmir	7.391	6.037	8.320	4.380
2010	-	Marmara	İstanbul	8.727	7.808	10.761	5.665

2010 yılı için Tablo 7.3'de ikinci sırada veriler değerler model tarafından 2030'a kadar projekte edilmiştir. Projeksiyon sırasında GSYİH artış hızı kullanıcı tarafından modele girilir.

Özel tüketim mallarına yapılan kişi başı harcamalarda kişi başı gelir hesabında olduğu gibi tahmin yapılmıştır. Türkiye'de bölgesel veya il bazında GSYİH içinde özel ürün tüketimi payıyla ilgili hiçbir veri bulunmaması nedeniyle ulusal özel tüketim ürünleri 2003 yılı gayrisafi yurtiçi hâsılasındaki giderler esas alınarak hesaplanmıştır. 2010 yılı için haneler için hesaplanan özel tüketim malları için GSYİH değerleri Tablo 7.4'de verilmiştir.

Tablo 7.4 Özel tüketim malları için EHCIP çalışmasında İstanbul –İzmir için verilen GSYİH değerleri ve sadece İstanbul için hesaplanan değer

	No	Bölge	Alt bölge	GSYİH/kişi (YTL)	GSYİH/kişi (YTL) KÇH	GSYİH/kişi (YTL) KTH	GSYİH/kişi (YTL) KH
2003	1a	Marmara-Ege Bölgesi	İstanbul-İzmir	6.670	6.037	8.320	4.380
2010	-	Marmara	İstanbul	8.727	2.452	3.379	1.779

Modelde hanelerin yanı sıra diğer kentsel katı atık oluşturan kaynaklar işyeri ve kurumlar, endüstriler ve inşaatlardır. (Bu çalışmada inşaat atıkları kentsel katı kaynağı olmadığı için hesaplamalara dahil etmeden birim atık hesapları yapılacaktır.) Diğer atık kaynağı olarak görülen bu yerler için de modele sektörlere dağılımını gösteren oranlar girilir. EHCIP projesinde İstanbul-İzmir şehri için kullanılan bölgesel seviyede endüstriyel yapı bilgileri referans alınmıştır. İstanbul İli'nde yoğun

olarak hizmet ve ticaret sektörü faaliyet göstermektedir. Gelecekte de bu sektörün payı artarken endüstri sektörünün payı azalacaktır. İnşaat ve yıkım sektörü ise bu periyotta sabit bir paya sahip olacaktır. Modele EHCIP projesinde kullanılan ve Tablo 7.5’da verilen değerler girilmiştir.

Tablo 7.5 İstanbul bölgesindeki sektörlerin GSMH içindeki yüzde payları

Yıllar	Endüstri (%)	İşyeri ve kurumlar (%)	İnşaat ve Yıkım (%)	Tarım ve Ormancılık (%)
2010	24,76	60,56	5	9,67
2011	24,71	60,91	5	9,39
2012	24,65	61,25	5	9,11
2013	24,59	61,59	5	8,82
2014	24,53	61,93	5	8,54
2015	24,47	62,27	5	8,26
2016	24,41	62,61	5	7,98
2017	24,35	62,95	5	7,69
2018	24,29	63,29	5	7,41
2019	24,24	63,64	5	7,13
2020	24,18	63,98	5	6,85
2021	24,12	64,32	5	6,56
2022	24,06	64,66	5	6,28
2023	24,00	65	5	6
2024	23,94	65,32	5	5,74
2025	23,88	65,62	5	5,5
2026	23,82	65,98	5	5,2
2027	23,76	66,24	5	5
2028	23,70	66,53	5	4,77
2029	23,64	66,82	5	4,54
2030	23,58	67,15	5	4,27

Price indicators (Fiyat) General modülünün son alt modülü olan bu kısmında sonraki modellerde ilk yatırım, işletme ve bakım maliyetleri hesaplanmak üzere temel yatırım verileri girilmektedir. Bu ekran özellikle finansal analiz yapılması durumunda önem kazanmaktadır. Kullanma kılavuzunda yer alan ve modelde otomatik olarak gözüken değerler bulunmaktadır. Bu kısma EHCIP projesinde İstanbul_İzmir şehri için kullanılan veriler güncellenerek girilmiştir ve Tablo 5.7’de verilmiştir.

Tablo 5.7. İstanbul İli birim maliyet değerleri

Bölgesel Parametreler	Maliyet Değeri
Alan	0,51 YTL/m ²
Güç	0,20 YTL/kWh
Yakıt	2,95 YTL/l benzin
Emek	19.800 YTL/yıl
Profesyoneller	35.000 YTL/yıl
Tüketilebilir	%50
Ekipmanlar	% 50
İnşa ve Yapı Maliyeti	% 50
Diğer Maliyetler	% 50

7.3 Katı Atık (Solid waste) Modülü

Katı Atık Modülü atık miktarı ve karakteristiği ile ilgili temel verilerin girildiği modül olmasının yanısıra uygulanacak olan atık yönetim sisteminin ayrıntılı bir şekilde girildiği birçok alt modülden oluşur. Alt modüller sırasıyla aşağıda verilmiştir;

- Generation (Atık Üretimi)
- Collection (Toplama)
- Distribution (Dağıtım)
- Facilities (Tesisler)
- Packaging (Ambalaj)

Generation (Atık Üretimi) alt modülünde KKA oluşturan kaynaklar 6 çeşit olarak ele ve her bir kaynaktan gelen birim atık değerleri hesaplanmıştır. Buna göre kentsel katı atıklar: evsel, ticari ve kurumsal atıklar, endüstriyel atıklar olarak ele alınmıştır. Daha önce modelin “General” kısmında da belirtildiği gibi haneler KTH, KÇH, KK olmak üzere 3 kategoride değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra kentsel katı atık kapsamında yer almamakla birlikte modelde inşaat ve yıkım atıkları da yer almaktadır. İnşaat ve yıkım atıkları genel olarak KKA’nın %13’üne denk gelen miktar olarak görülmektedir[7]

EHCIP projesinde mevcut veriler ve uzman görüşlerine dayanılarak yapılan hesaplarda İstanbul ve İzmir için hanelere özgü birim atık değerleri KTH’de 0,76 kg/kişi-gün, KÇH’de 0,80 kg/kişi-gün ve KK’de 0,66 kg/kişi-gün olarak alınmıştır. İstanbul için bu veriler güncellenmiş ve İstanbul İli’nin her 3 bölgesinde de hane tiplerine göre kabul edilen birim atık değerleri KTH için 0,6 kg/kişi-gün, KÇH için 0,8 kg/kişi-gün ve KK için 0,5 kg/kişi-gün olarak bulunmuştur. EHCIP projesinde

2003 yılında 1a (İstanbul-İzmir) bölgesi için alınan KKA miktarları daha önce Tablo 7.6’de verilmişti.

Haneler dışında diğer kaynaklardan üretilen atık miktarlarının hesaplanmasında da Tablo 7.6’deki değerler baz alınmıştır. Bunun için öncelikle 1a’da İstanbul ve İzmir için hesaplanan toplam değerlerden İstanbul’un payına düşen atık miktarları hesaplanmıştır. Bu hesaplanmalarda ise atık miktarları nüfusla oranlanmıştır. Buna göre 2003 yılında İzmir’in 1a bölgesinde toplam nüfus içindeki oranı yaklaşık olarak aşağıdaki oran dikkate alınarak %24 olarak bulunmuştur.

	<u>1990</u>	<u>2000</u>	<u>2003</u>	<u>2007</u>
İzmir'in Oranı	27%	25%	24%	23%

1a bölgesinden sadece İstanbul’a özgü veriler elde edildikten sonra atık miktarları EHCIP projesinde kullanılan KKA artış hızları %2,07 ve %2,19 ile 2010 yılına kadar projekte edilmiş ve her bir bölgenin İstanbul nüfusundaki payına oranlanarak modele girilmiştir. Buna göre hesaplanan veriler Tablo 7.6 ve Tablo 7.7’de verilmiştir.

Tablo 7.6 Alt bölgelere göre tahmini KKA üretimi, EHCIP

Kaynak/ Altbölge	KTH (kg/kişi- gün)	KÇH (kg/kişi- gün)	KK (kg/kişi- gün)	İşyeri/kurum ton/yıl	Endüstri ton/yıl	İnşaat/yıkıntı ton/yıl
1a	0,76	0,80	0,66	1.101.425	715.926	734.283

Tablo 7.7 İstanbul’da 2010 yılında kaynaklara özgü birim atık değerleri

Kaynak/A ltbölge	Nüfus oranı %	KTH (kg/kişi- gün)	KÇH (kg/kişi- gün)	KK (kg/kişi- gün)	İşyeri/kurum ton/yıl	Endüstri ton/yıl	İnşaat/yıkın tı ton/yıl
Anadolu	34	266	313	190	328.500	213.520	219.000
Avrupa 1	63	266	313	190	608.700	395.650	405.800
Avrupa 2	3	266	313	190	29.000	18.800	19.320
Toplam	100	266	313	190	966.200	627.970	644.120

Generation (Atık Üretimi) alt modülüne proje başlangıç yılı (2010) için girilen diğer önemli veri ise karakterizasyondur. İSTAÇ’tan her iki yakanın atık karakterizasyonu alınmıştır. Avrupa 1 ve Avrupa 2 bölgeleri içinde ortak karakterizasyon değeri girilmiştir. İSTAÇ’tan alınan 2006 kış ve 2007 yaz dönemi Anadolu ve Avrupa yakası verileri Tablo 7.8 ve Tablo 7.9’da verilmiştir.

Tablo 7.8 İstanbul Anadolu ve Avrupa yakası 2006 kış dönemi KKA karakterizasyonu [36]

Malzeme	Anadolu %	Avrupa %
Kağıt- Karton	10,70	13,43
Renkli Cam-Renksiz Cam	5,92	5,93
Pet	1,03	1,39
Poşet	8,32	7,33
Plastik	1,87	3,25
Çuval	0,29	0,06
Demir	0,69	0,97
Aliminyum	0,37	0,85
Diğer Metal	0,00	0,11
Org. Mad.	56,34	56,34
Çocuk Bezi	4,54	3,84
Odun(tahta)	0,13	0,28
Elk. Alet	0,02	0,00
Pil-Akü	0,03	0,00
Tekstil	2,30	1,57
Tetrapak	0,82	0,72
Diğer Yanan	1,43	1,80
Kül	4,70	2,09
Taş	0,50	0,04
Toplam	100,00	100,00

Tablo 7.9 İstanbul Anadolu ve Avrupa yakası 2007 yaz dönemi KKA karakterizasyonu, [36]

Malzeme	Anadolu %	Avrupa %
Kağıt-Karton	11,72	13,23
Cam	2,93	4,70
Pet	0,87	1,11
Poşet	8,46	8,45
Plastik	2,07	2,80
Çuval	0,15	0,06
Demir	0,54	0,29
Aliminyum	0,24	0,31
Diğer Metal	0,00	0,02
Org. Mad.	61,91	58,06
Çocuk Bezi	4,95	4,06
Odun(tahta)	0,32	0,15
Elk. Alet	0,00	0,00
Pil-Akü	0,00	0,00
Tekstil	3,69	4,16
Tetrapak	0,45	0,51
Diğer Yanan	1,60	1,90
Park ve Bahçe atıkları	0,07	0,18
Taş	0,03	0,00
Kül	0,00	0,00
Toplam	100	100

Yaz ve kış dönemine ait bu verilerin ortalama değerleri alınarak modele girilmiştir.

Atık karakterizasyonu modelde proje başlangıç (2010) ve bitiş yılı (2030) için olmak üzere 2 defa ve yine hanelere ve diğer atık kaynakları olmak üzere toplam 6 kaynak için hesaplanmıştır. Bu hesaplarda EHCIP projesinde 1a bölgesi için kullanılan yaklaşım baz alınarak 2030 yılı atık karakterizasyon tahmini yapılmıştır. Anadolu ve Avrupa yakasından evlerden gelen KKA karakterizasyonu Tablo 7.10'de verilmiştir.

Tablo 7.10 Anadolu ve Avrupa yakasında evlerden gelen KKA karakterizasyonu

	Anadolu (%)	Avrupa (%)
Mutfak Atığı	59,2	57,1
Kağıt	10,1	12,0
Karton	1,2	1,3
Hacimli karton	0,6	0,7
Plastik	11,3	12,2
Cam	4,4	5,3
Metal	0,9	1,2
Hacimli metal	0,0	0,1
EEA	0,0	0,
Bahçe atığı	0,1	0,2
Beton	-	-
Diğer yanabilenler	9,4	8,7
Diğer hacimli yanabilebilenler	0,2	0,2
Diğer yanmayanlar	2,6	1,1
Diğer hacimli yanmayanlar	-	-
Toplam	100,0	100,0

İstanbul için işyeri ve kurumlardan gelen katı atıkların bileşenlerinin yüzdeleri EHCIP raporu 1 a bölgesinden alınmıştır ve Tablo 7.11’de gösterilmektedir.

Tablo 7.11 İstanbul bölgesinin ticari kaynaklı katı atık bileşen yüzdeleri

Katı Atık Bileşenleri	İstanbul (%)
Mutfak Atığı	15
Kağıt	26
Karton	26
Hacimli Karton	0
Plastik	20
Cam	2
Metal	1
Hacimli metal	0
Elektronik atıklar	1
Tehlikeli Atık	0
Bahçe Atığı	5
Diğer yanamayan atıklar	4
Diğer yanabilir atıklar	10
Diğer yanabilir hacimli atıklar	0
Diğer yanamayan hacimli atıklar	0

Endüstri kaynaklı katı atıkların ve inşaat atıklarının karakterizasyonunda da EHCIP raporu dikkate alınmış ve kullanılan değerler Tablo 7.12 ve Tablo 7.13’de verilmiştir.

Tablo 7.12 İstanbul bölgesinin endüstri kaynaklı katı atık bileşenlerinin yüzdeleri

Katı Atık Bileşenleri	İstanbul, 2006 (%)
Mutfak Atığı	1
Kağıt	33
Karton	24
Hacimli Karton	0
Plastik	7
Cam	5
Metal	4
Hacimli metal	0
Elektronik atıklar	1
Tehlikeli Atık	0
Bahçe Atığı	5
Diğer yanamayan atıklar	12
Diğer yanabilir atıklar	14
Diğer yanabilir hacimli atıklar	0
Diğer yanamayan hacimli atıklar	0

Tablo 7.13 İstanbul bölgesinin inşaat ve yıkım kaynaklı katı atık bileşenlerinin yüzdeleri

Katı Atık Bileşenleri	İstanbul, 2006 (%)
Mutfak Atığı	0
Kağıt	0
Karton	0
Hacimli Karton	0
Plastik	0
Cam	0
Metal	4
Hacimli metal	0
Elektronik atıklar	0
Tehlikeli Atık	0
Bahçe Atığı	0
Beton	80
Diğer yanamayan atıklar	10
Diğer yanabilir atıklar	6
Diğer yanabilir hacimli atıklar	0
Diğer yanamayan hacimli atıklar	0

Collection (Toplama) alt modülünde toplama sisteminin ayrıntılı bir şekilde girilebildiği kısımdır. Kendi içinde ise tesislerin devreye alınma tarihi, tesislerin hizmet edeceği nüfus yüzdesi veri girişini sağlamak için beş alt ekran bulunmaktadır. Modele toplama sisteminin nasıl olacağı ile ilgili veri girilmediğinde basit bir şekilde kaldırım kenarından toplandığını varsayar.

“*Primary Collection System*” (Birincil toplama sistemi) ilk alt ekran olup her atık kaynağı için toplama sistemi girilir. Aynı zaman toplama sistemi her yıl için değiştirilebilinerek toplama sistemin çeşitlilik sağlanabilmektedir. Modelde tanımlanan sekiz tür atık toplama sistemi olup senaryolara uygun olarak seçilen toplama tipleri şunlardır:

- KOC (Kerbside ordinary collection): kaldırım kenarı karışık toplama
- KDC (Kerbside dual collection): kaldırım kenarı ikili toplama
- COC (Container ordinary collection): Koneynerlerde karışık toplama
- CRC (Container recyclables collection): Koneynerlerde ayrı toplama
- DBB (Drop off-bring bank) Atık kumbaraları
- DRC (Drop off- recycling center) Atık toplama merkezleri

Her atık kaynağı için kaynağa uygun ayrı kombinasyon seçenekleri sunulmuştur. Senaryolarda ayrıntılı bir şekilde üzerinde durulacaktır.

“Secondary Collection System” (İkincil toplama sistemi) ikinci alt ekranı ikincil toplama sisteminde yıllar içerisinde tedrici bir geçiş söz konusu olduğunda kullanılmaktadır.

“Coverage of Secondary Collection System” (İkincil toplama sisteminin payı) bir önceki alt ekranın devamı niteliğindedir. Bu alt ekrana belirtilen ikinci toplama sisteminin nüfusun yüzde kaçına uygulanacağını gösterir.

“Not collected waste” (Toplanmayan atık yüzdesi) alt ekranı belediyede katı atıklarının toplanmadığı nüfus yüzdesini girmek için kullanılır. Buna göre İstanbul’da 2020’ye kadar %90’ına 2020’den sonra tamamına hizmet edeceği düşünülmüştür.

“Collection Frequency” (Toplama sıklığı) alt ekranında katı atıkların ikili ve karışık toplama sistemleri için toplanma sıklıkları girilir. Girilen rakamlar iki hafta içinde atıkların kaç kez toplandığını gösterir. İkili toplama için otomatik değer iki haftada bir, karışık toplama için ise iki haftada iki kezdir. İstanbul’da mevcut durumda karışık atıklar her gün, ikili atıklar iki günde bir toplanmaktadır. Bu nedenle, her yıla karışık toplama için 14, ikili toplama için 7 girilmiştir.

Distribution (Dağıtım) Bu alt modül toplanan katı atıkların hangi tesise, hangi yıl ve yüzde kaç oranında gönderileceğini girmek için kullanılmaktadır. Buna göre altı atık kaynağından çıkacak atık tiplerinin tesislere ne şekilde dağıtılacağıyla ilgili veri girilmektedir.

Dağıtımda yer alan diğer bir alt ekran olan *“Residuals Allocation”*da tesislerden çıkacak atıkların nereye gönderileceği girilir. Uyum senaryolarında İstanbul’da tüm bölgelerde katı atık uzaklaştırma tesislerinde oluşan artıklar AB, düzenli depolama tesisine gönderilmektedir. Mevcut durumda ise kontrollü düzenli depolama tesisine gönderilecektir.

“*Sludge Allocation*” oluşan atıksu arıtma tesisi çamurlarının nereye gönderilebileceğini gösterir. İstanbul’da mevcut durumda oluşan çamurların tamamı kontrollü düzenli depolama tesisine, uyum senaryolarında AB, düzenli depolama tesisine gönderilmektedir.

Packaging (Ambalaj) Bu ara yüz kullanıcıdan üretilen ve toplanan ambalaj atığının toplam atık içindeki yüzdesini girilmektedir. Daha önce EHCIP raporundan onaylanmış olan Tablo 5.15 deki değerler girilmiştir.

Tablo 5.15. Ambalaj Atığının Üretilen ve Toplanan Atık İçindeki Yüzdesi

Bileşen	Üretilen Atıktaki Yüzdesi (%)	Toplanan Atıktaki Yüzdesi (%)
Kağıt	33	33
Karton	95	95
Plastik	33	33
Cam	95	95
Metal	30	30
Hacimli Karton	95	95
Hacimli Metal	5	5

Facilities (Tesisler) alt modülünde mevcut tesislerin kapasite ve tesis ömrünün girilmesi ile birlikte gerekli tesis kapasite hesaplanmış olur. Böylelikle hem oluşan atık miktarı hem de yapılacak tesis kapasiteleri grafik halinde görülmektedir. Düzenli depolama tesisi nihai bertaraf yöntemi olması nedeniyle diğer tesislerden gelebilecek atıklarda burada gönderilir. Model kapasite hesaplarında seçilen her tesis için belli bir verimi göz önünde bulundurarak düzenli depolama için gerekli toplam hacmi hesaplamıştır. Her bir tesisten çıkan ürünler (by-products) oranı tesise giren atık miktarına göre hesaplanmıştır. Kullanım kılavuzunda yer alan bu değer Tablo 7.14’de verilmiştir. Bu değerler aynı zamanda tesis verimini göstermektedir.

Tablo 7.14 Tesis verimleri (gelen atık miktarına oranla)

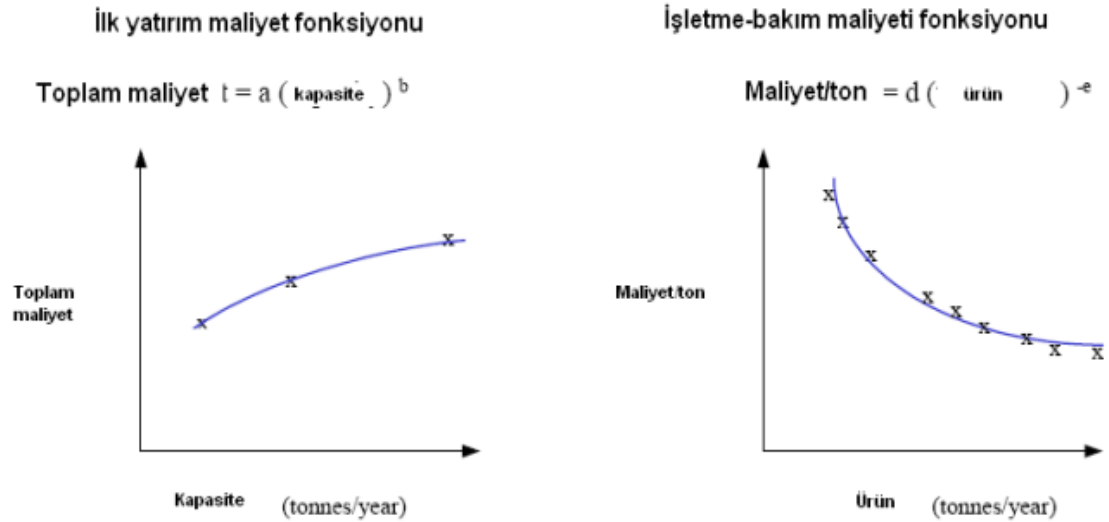
	MGT, karışık atık	MGT, ayrık atık	Aktarmalı kompost	Reaktörde kompost	Biyogazifikasyon	AB,düzenli depolama	Yakma
Kağıt	%75	%95					
Karton	%85	%98					
Hacimli karton		%98					
Plastik	%60	%90					
Cam	%90	%98					
Metal	%90	%98					
Kompost			%40	%35	%35		
Biyogaz (m3/ton)					150		
Sıvı gübre					%25		
Geri kazanılan ısı (GJ/ton)							6
Geri kazanılan elektrik (kWh/ton)						60	560
Kül							%10

Bölgeler için gerekli tesis sayısı modelde varsayılan tesis kapasitelerine göre hesaplanmıştır. Atık akışından çıkan sonuçlara göre tesislere gelecek atık miktarı alınarak varsayılan tesis kapasitesine oranlanmıştır. Buradan tesis sayıları sonucuna ulaşılmıştır. Modelde varsayılan tesis kapasiteleri için yapılmış olan maliyet analizlerinden faydalanılmış ve birim maliyetler hesaplanmıştır. Modelde varsayılan tesis kapasiteleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 7.15 Modelin baz aldığı tesis kapasiteleri

Tesisler	Kapasite ton/yıl
MGT, Karışık Atık/ MGT, Ayrık Atık	2.500 5.000 10.000
Aktarmalı yığın kompost/ Reaktörde kompost	5.000 10.000 20.000
Yakma	120.000 (2 x 8 ton/sa) 250.000 (2 x 16 ton/sa) 380.000 (3 x 16 ton/sa)

İstanbul ili için AB ile uyumlu entegre KKA yönetim sistemini oluşturmak için oluşturulan senaryolarda tasarlanan tesis kapasiteleri için modelin ilk yatırım ve işletme-bakım maliyet fonksiyonları kullanılmıştır. Modelde verilen mevcut tesisi kapasiteleri dışında tesis boyutlandırması yapıldığında bu fonksiyonlara göre ilk yatırım ve işletme-bakım maliyetleri hesaplanmıştır.



Şekil 7.4 Atık yönetim faaliyetlerinde tesislerin genel maliyet fonksiyonları

Her bir tesis için verilen ilk yatırım maliyeti şu şekildedir:

MGT, karışık atık tesisi ilk yatırım maliyet fonksiyonu:

$$y = 11749x^{0.6226}$$

MGT, karışık atık tesisi işletme-bakım maliyeti:

$$y = 6309.2x^{-0.527}$$

MGT, ayrık atık tesisi ilk yatırım maliyet fonksiyonu:

$$y = 34309x^{0.4734}$$

MGT, ayrık atık tesisi işletme-bakım maliyeti:

$$y = 4370.8x^{-0.4695}$$

Aktarmalı yığın kompost tesisi ilk yatırım maliyet fonksiyonu:

$$y = 11765x^{0.5494}$$

Aktarmalı yığın kompost tesisi işletme-bakım maliyeti:

$$y = 11000x^{-0.6556}$$

Reaktörde kompost tesisi ilk yatırım maliyet fonksiyonu:

$$y = 43408x^{0.5207}$$

Reaktörde kompost tesisi işletme-bakım maliyeti:

$$y = 3821.8x^{-0.506}$$

Yakma tesisi ilk yatırım maliyet fonksiyonu:

$$y = 9622.6x^{0.754}$$

Yakma tesisi işletme-bakım maliyeti:

$$y = 1412.2x^{-0.333}$$

8 İSTANBUL İÇİN AB İLE UYUMLU ENTEGRE KENTSEL KATI ATIK YÖNETİMİ YAKLAŞIMI

8.1 İstanbul için Kentsel Katı Atık Yönetimi Senaryoları

İstanbul için oluşturulacak entegre atık yönetim sisteminin Türk ve AB mevzuatlarına uyum içinde olması sağlayabilmesi için Model FEASIBLE’da üretilen senaryolar Katı Atık Ana Planı çalışması 1a bölgesi zaman çizelgesi güncellenerek oluşturulmuştur. Daha önce de verilmiş olan bu takvimde (Tablo 8.1) İstanbul için gösterilen ilk yıl için bölgenin yarısına hizmet ederken, ikinci senede bölgenin tamamına hizmet vermesi düşünülmektedir.

Tablo 8.1 . İstanbul için AB Atık Direktifleri ile uyumlu zaman çizelgesi

Bölge	Tanım	Ayrı toplama / Kompost (kentsel alan)	ATM/MGT/Atık kumbaraları		Termal Dönüşüm (Yakma/ gazifikasyon)	Düzenli Depolama	İ&Y geri dönüşümü/ Biyometanizasyon
			Kentsel alan	Kırsal alan			
1a	İstanbul, İzmir (Büyükşehirler)	2010 (20%)	2008 / 2010	2010 / 2015	2013 - 2017	2008 / 2009	2008 / 2011

Zaman çizelgesi toplama sistemi açısından ele alındığında ayrı toplamanın kentlerde 2010 yılında nüfusun en az %20’sinde başlayacağı, bunun yanı sıra ATM ve atık kumbaralarının kentlerde nüfusun tamamına, kırsal alanda ise 2010’da %50’sine ve 2015’ten itibaren tamamında etkili olacağını görmekteyiz.

Bertaraf ve geri dönüşüm/kazanım tesisleri açısından ise tesisler ele alındığında kentsel alanlardan gelen atıklar için kompostlaştırmanın 2010 yılında ayrı toplamaya paralel olarak devreye girmektedir.

Kentsel alanlardan gelen atıklar için MGT 2010 yılında ikili toplamamanın devreye girmesiyle kentsel alanda hizmet vermeye başlarken, kırsal alanda 2010 yılında %50, 2015’de ise %100 hizmet verecek şekilde devreye alınacaktır.

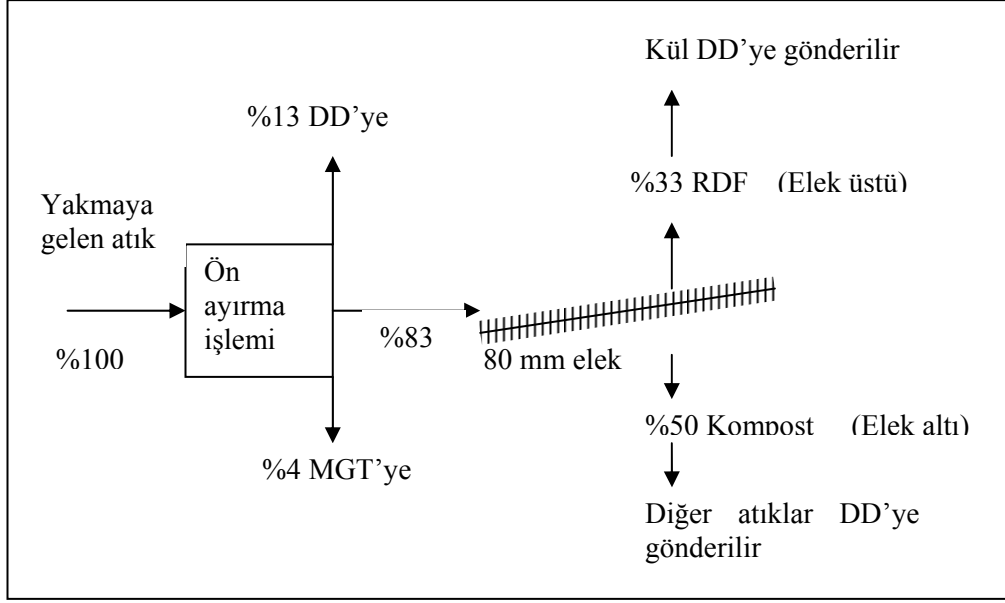
AB standartlarında olacak düzenli depolama tesisleri ise 2010’da nüfusun tamamına hizmet verecektir.

Yakma tesisi 2013 yılında nüfusun %50'sine hizmet verirken 2017'de tamamına hizmet verecektir. Fakat İstanbul için atık karakteristiği açısından yakma tesisinin 2013 yılında %50 kapasite ile devreye girmesinin çok erken olacağı düşünülerek revize edilmiştir. Buna göre yakma tesisinin 2013-2015 'de %30, 2015-2017'de %50, 2017'den itibaren %100 hizmet verecek şekilde devreye alınması uygun görülmüştür. Revizyon sonrasında zaman çizelgesi Tablo 8.2'de verilmiştir.

Tablo 8.2 İstanbul için revize edilmiş AB Atık Direktifleri ile uyumlu zaman çizelgesi

Bölge	Tanım	Ayrı toplama / Kompostlaştırma (kentsel alan)	ATM/MGT/Atık kumbaraları		Termal Dönüşüm (Yakma/ gazifikasyon)	Düzenli Depolama	İ&Y geri dönüşümü/ Biyometanizasyon
			Kentsel alan	Kırsal alan			
1 a	İstanbul, İzmir (Büyükşehirler)	2010 (20%)	2008 / 2010	2010 / 2015	2013 - 2015(30%) 2015- 2017 (50%) 2017 (100%)	2008 / 2009	2008 / 2011

Ayrıca yakma tesisine alternatif olarak RDF tesisinin devreye girmesi planlanmıştır. Bu seçim yapılmasında en önemli neden atığın kendiliğinde yanma için gerekli alt sınırı sağlayamamasıdır. Karışık kentsel atığın yanabilmesi için ek yakıt gereksinim duyulmakta bu ise maliyetleri artırmaktadır. Diğer yandan RDF tesisi ile komposta giden miktarı artmakta, ek yakıt gerek kalmamakta ve geri dönüştürülebilir maddeler sistem çekilerek ekonomik değer kazanmaktadır. AB direktiflerine ve Türk Yönetmeliklerine uyumun sağlandığı senaryoda RDF uygulanacaktır. Böylelikle ambalaj atığı mevzuatları için gerekli geri kazanımı sağlarken düzenli depolamaya gidecek BAA miktarı kotaların altına çekmektedir. Senaryo sonuçlarında da görüleceği gibi yakma tesisi ile düzenli depolamaya gidecek atık miktarını azaltmaya çalışılırken ambalaj atıkları direktifleri hedeflerinden uzaklaşmaktadır. Bu durum yakmaya gelen atıkların RDF tesisine gönderilerek dengelenmeye çalışılacaktır. RDF tesisi atığın geri kazanılabilir ve kompostlaşabilir kısmını sistemden çekerek hem yakma kapasitesinin azalmasını sağlar hem de atığın kalorifik değerini arttırarak ek yakıt gereksinimini azaltır. İstanbul'da kentsel atıkların kompostlaştırılması çalışması [40] baz alınarak yakma tesisinden RDF tesisine yönlendirilen atık için kütle dengesi Şekil 8.1 gibi olacaktır.



Şekil 8.1 RDF için kütle dengesi

Verilen kütle dengesine göre yakma tesisine giren atığın ~%33'ü RDF'e tesisine gönderilmektedir. Bu değer, gelen atığın içeriğine bağlı olarak %30 ila %40 arasında değişeceği tahmin edilmektedir.

Yakma tesisine gelen atıklar öncelikle ön ayırma işlemine tabi tutulur. Burada kaba kısım ayrılırken ~%4 oranındaki geri kazanılabilir ambalaj atıkları sistemden çekilir. Geriye kalan %83'lük kısım ise 80 mm eleğe gönderilir. Elek altında kalan kısım %50 oranında olup, organik içeriğinin yüksek oluşu nedeniyle kompost tesisine yönlendirilir. Elek üstü kısım ise %33 oranında olup RDF olarak kullanıma hazırdır. Görüldüğü gibi yakma tesisinin kapasitesi %70 daha azalmakta ve atıktan daha fazla kazanım sağlanmaktadır. AB uyum senaryosunda her bir bölge için RDF uygulaması yapılacak ve tesisler RDF'ten dolayı artan kapasiteleri ile ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

Biyogazifikasyon tesisinin ise 2010'da nüfusun %50'sine 2011'den itibaren tamamına hizmet vereceği görülmektedir.

KKK sınıfında yer almamakla birlikte model hesaplarına dahil edilen İ&Y atıkları için geri dönüşüm tesisi de 2010'da %50, 2011'den itibaren %100 hizmet vereceği görülmektedir.

8.1.1 Mevcut Durum Senaryosu

Bu senaryoda İstanbul'da mevcut sistemin devam etmesi durumunda Türk ve AB mevzuatları ile ne derecede uyum sağladığını görmek açısından önem taşımaktadır. Ayrıca mevcut durum senaryosu uyumun sağlanması için üretilecek diğer senaryolarla kıyaslanarak İstanbul için en uygun EKAY sisteminin seçiminde yardımcı olacaktır. Mevcut durum senaryosunda Anadolu Yakası, Avrupa Yakası 1 ve 2 No'lu bölge ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

8.1.1.1 Anadolu Yakası için Mevcut Durum Senaryosu

Mevcut durumda İstanbul'da atıklar karışık olarak toplanmakta gelir düzeyinin yüksek olduğu bölgelerde ise pilot ölçekli atık kumbaraları bulunmaktadır. Kentsel atığın geri dönüştürülebilir kısmı sokak toplayıcıları tarafından çekilmekte olup sistematik bir geri kazanım programı uygulanmamaktadır.

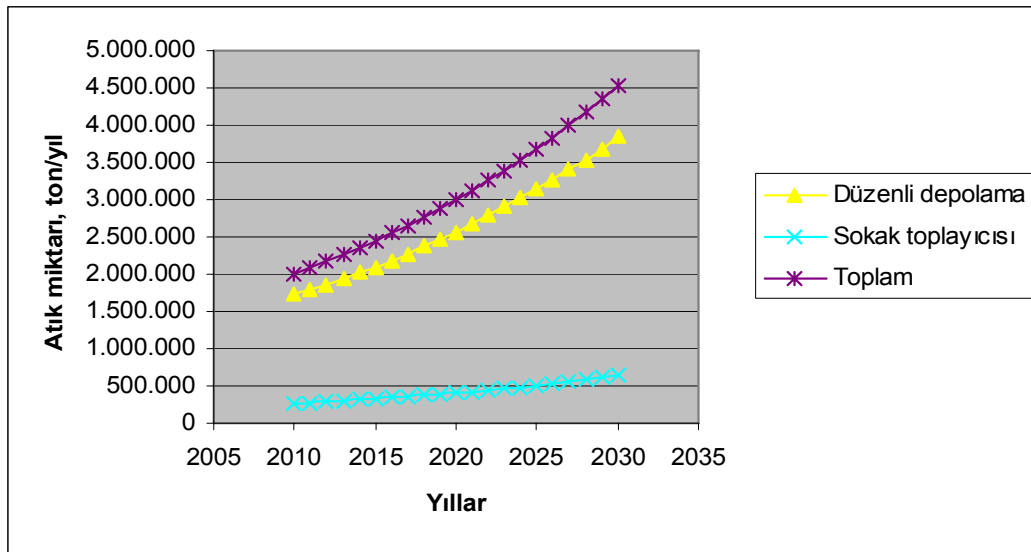
Mevcut durumda Anadolu yakasında toplanan atıklar doğrudan düzenli depolama tesisine gönderilirken Avrupa yakasında kompost tesisine ve düzenli depolama tesisine gönderilmektedir. Mevcut kompost tesisinin kapasitesi 350.000 ton/yıl, düzenli depolama sahasının ise ~5.00.000 ton depolama hacmi kalmıştır. Anadolu yakası Kömürcüoda düzenli depolama sahasının ise ~3.500.000 ton depo hacmi kalmıştır. 2007 günlük katı atık miktarının 14.000 ton olduğu göz önüne alınırsa Avrupa yakası Odayeri düzenli depo sahasının 1 yıllık, Anadolu yakası Kömürcüoda sahasının ise 8 aylık ömrü kalmıştır. İstanbul'un artan nüfusu ve atık miktarı ile çok geniş düzenli depolama sahalarına gerek duymaktadır. Potansiyel saha olabilecek yerler ise kullanılmayan maden ocakları olabilmektedir. İlerleyen yıllarda bu sahalarında ömrünü dolduracak olması ve yeni saha ihtiyaçları atık hacmini azaltmanın elzem hale geldiğinin en açık göstergesidir.

Mevcut durum senaryosunda İstanbul için yasal mevzuatlarla uyum karşılaştırılacak ve entegre atık yönetim sisteminin oluşturulmaması sonucunda gerekecek depo sahası ihtiyacı hesaplanacaktır. Ayrıca mevcut durumda kaldırım kenarında toplanan atıkların yanı sıra sokak toplayıcıları ile sistemden atık çekilmektedir. Sokak toplayıcıları ile çekilen atık miktarı toplam kentsel katı atığın %10'unu ve geri dönüştürülebilecek katı atığın ise %25-30'unu oluşturduğu tahmin edilmektedir. [19] Mevcut durumun devam etmesi durumundaki senaryo Tablo 8.3'de verilmiştir.

Tablo 8.3 Anadolu yakası için mevcut durum senaryosunun özeti [4]

Katı Atık Yönetim Sisteminin Bileşenleri	Bileşen Özellikleri
Kaynağında Ayırma	• Sistematik bir plan olmaksızın sadece sınırlı miktarda ayırma • Pilot ölçekli atık kumbaraları ile ambalaj atıklarının (cam, plastik, kağıt) toplanması
Toplama	• Mevcut sistem (kaldırım kenarında toplama) devamı
Aritma/Depolama	• Mevcut düzenli depolama sahalarının kullanımının devamı

Bu senaryoda Anadolu yakasında toplam kentsel atığın yaklaşık olarak tamamı düzenli depolama tesisine gitmektedir. Sokak toplayıcıları nedeniyle yılda ~300.000 ton ambalaj atığı sistemden çekilmektedir.



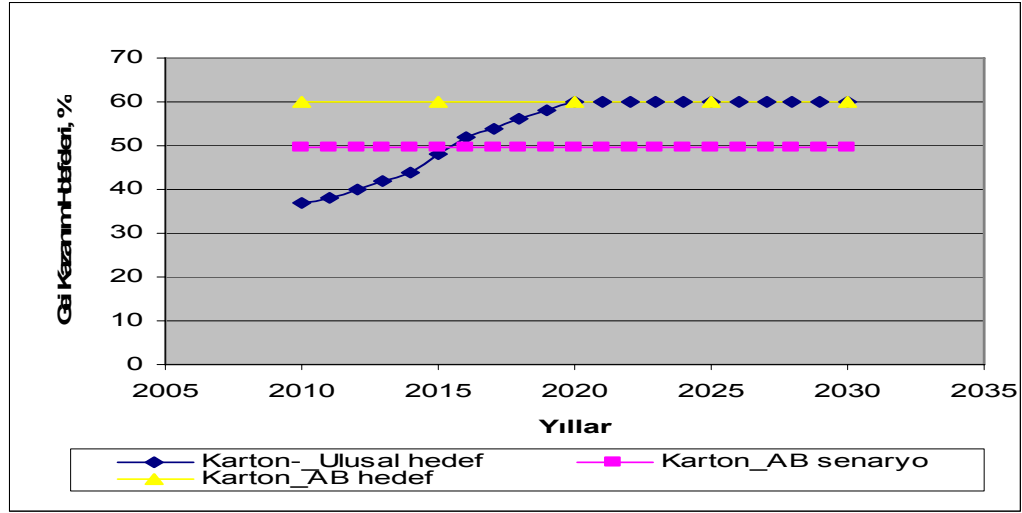
Şekil 8.2 Mevcut durum senaryosu, Anadolu yakası için katı atık akışı

Mevcut durum senaryosuna göre Anadolu yakasında yirmi yıl süresince depolanması gereken atık miktarı 55.600.000 ton olup gerekli depo hacmi (atık yoğunluğu: 0,9 ton/m³) 2030 sonu itibariyle ~62 milyon m³ olarak hesaplanmıştır.

Mevcut durum senaryosuna göre Anadolu yakasında ambalaj atıklarında geri kazanım oranları, toplam geri kazanım ve toplam geri dönüşüm oranları Tablo 8.4’de verilmiştir.

Tablo 8.4 Anadolu yakası ambalaj atıkların geri kazanım/geri dönüşüm oranları

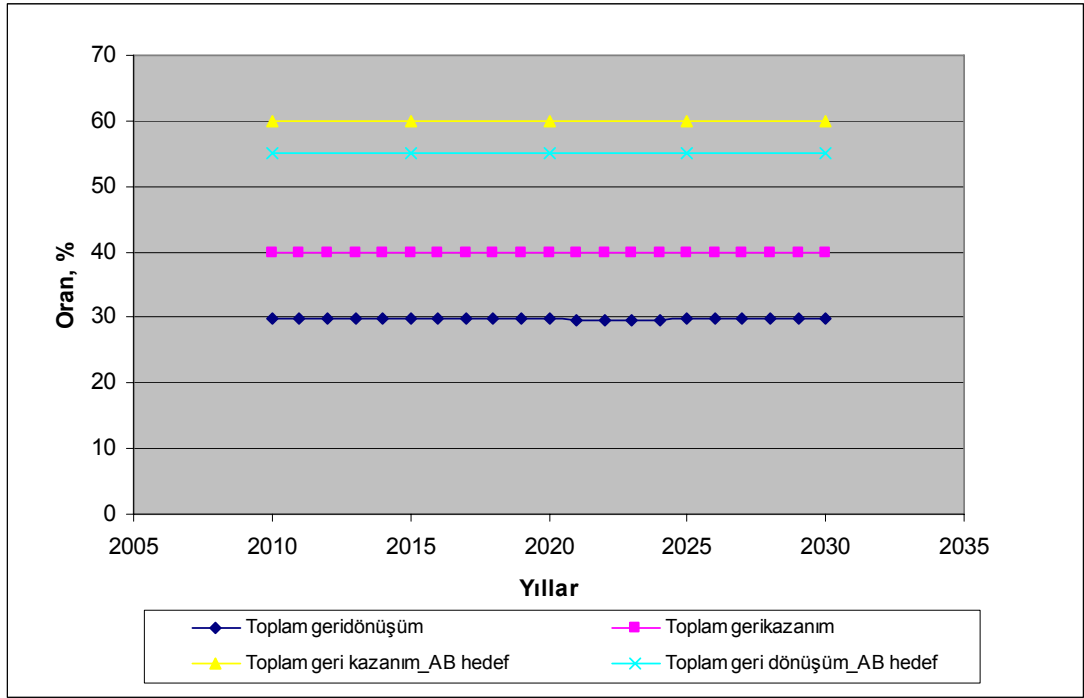
Fraction	Kağıt (%)	Karton (%)	Plastik (%)	Cam (%)	Metal (%)	Toplam Geridönüşüm (%)	Toplam gerikazanım (%)
2010	32	50	14	15	14	30	40
2015	32	50	14	15	14	30	40
2020	32	50	14	14	14	30	40
2025	32	50	14	14	15	30	40
2030	32	50	14	14	15	30	40



Şekil 8.3 Anadolu yakası için mevcut durum senaryosunda karton için geri kazanım ve mevzuatla uyum

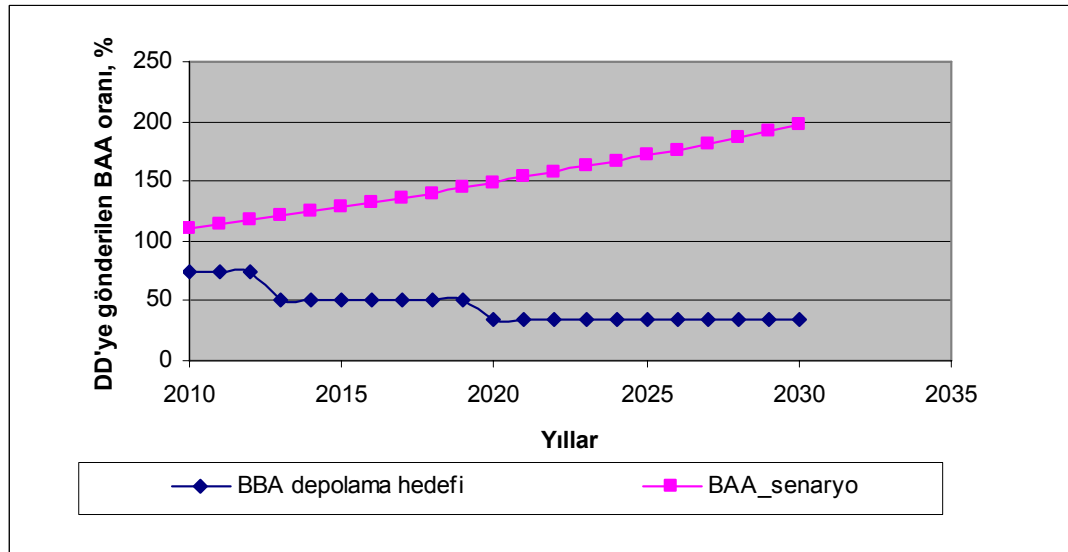
Ulusal mevzuatla uyum ele alındığında cam, metal, kağıt ve plastikte hedeflerin altında kalınırken kartonda hedef ancak 2015 yılına kadar sağlanmıştır.

AB direktifleri ile uyuma bakıldığında ambalaj atıklarında ve toplam geri dönüşümde hedefler tutturulamazken toplam geri kazanımda hedef %60 iken %40 ile hedefin altında kalınmıştır.



Şekil 8.4 Anadolu yakası için mevcut durum senaryosunda toplam geri kazanım ve dönüşüm ve mevzuatla uyum

Organik atıkların depolanması hedefi ise Şekil 8.5'e göre sağlanamamıştır.



Şekil 8.5 Mevcut durum senaryosu, Anadolu yakası BAA hedefleri

8.1.1.2 Avrupa yakası 1 No'lu bölge için Mevcut Durum Senaryosu

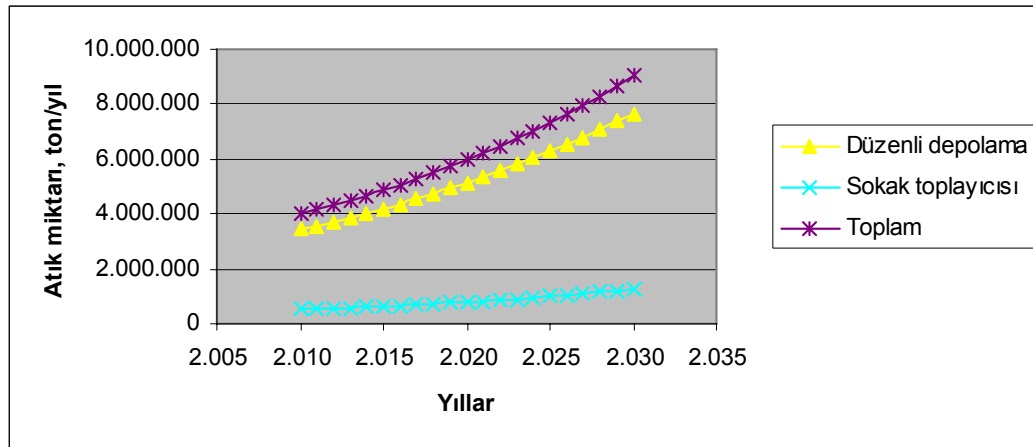
Avrupa 1 bölgesinde mevcut toplama sistemi Anadolu yakasına benzer şekilde yapılırken toplanan atıklar Odayeri düzenli depolama sahasına ve 350.000 ton/yıl kapasiteli kompost tesisine gönderilmektedir. Ambalaj atıkları mevcut durumda gelir düzeyi yüksek bölgelerde pilot ölçekli atık kumbaraları ile toplanmaktadır. Odayeri

kompost tesisine getirilen karışık kentsel atıklardan ön ayırma işlemleri (elle ve mıknaatısla ayırma) ile ambalaj atıklarında geri kazanım sağlanmaktadır. Avrupa 1 bölgesinde mevcut durum senaryosunun özeti aşağıda verilmiştir.

Tablo 8.5 Avrupa yakası 1 No’lu bölge için Mevcut durum senaryosunun özeti [4]

Katı Atık Yönetim Sisteminin Bileşenleri	Bileşen Özellikleri
Kaynağında Ayırma	- Sistematik bir plan olmaksızın sadece sınırlı miktarda ayırma - Pilot ölçekli atık kumbaraları ile ambalaj atıklarının (cam,plastik, kağıt)toplanması
Toplama	Mevcut sistem (kaldırım kenarında toplama) devamı
Arıtma/Depolama	- Mevcut düzenli depolama sahalarının kullanımının devamı - Mevcut 350.000 ton/yıl kapasiteli kompost tesisinin faaliyetine devamı

Bu senaryoda Avrupa 1 bölgesinde toplam kentsel atığın yaklaşık olarak tamamı düzenli depolama tesisine gitmektedir. Sokak toplayıcıları nedeniyle yılda ~560.000 ton ambalaj atığı sistemden çekilmektedir.



Şekil 8.6 Mevcut durum senaryosu Avrupa yakası 1 No’lu bölge katı atık akışı

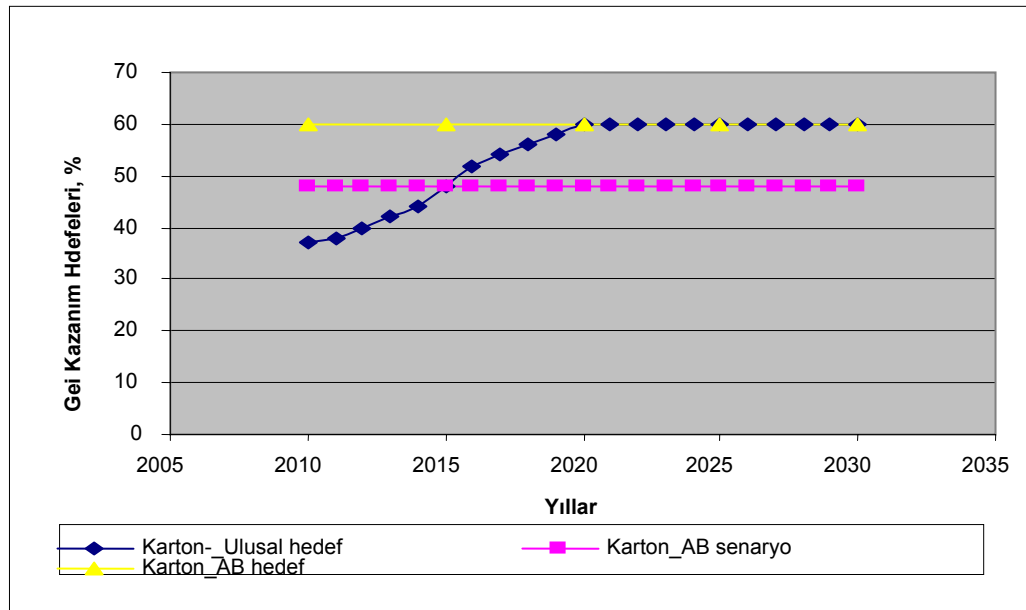
Mevcut durum senaryosuna göre Avrupa 1 bölgesinde yirmi yıl süresince depolanması gereken atık miktarı 111.000.000 ton olup gerekli depo hacmi (atık yoğunluğu: 0,9 ton/m³) 2030’da sonu itibariyle ~124 milyon m³’tür.

Mevcut durum senaryosuna göre Avrupa 1 bölgesinde ambalaj atıklarında geri kazanım oranları, toplam geri kazanım ve toplam geri dönüşüm oranları Tablo 8.6’da verilmiştir.

Tablo 8.6 Avrupa yakası 1 No’lu bölge ambalaj atıkların geri kazanım/geri dönüşüm oranları

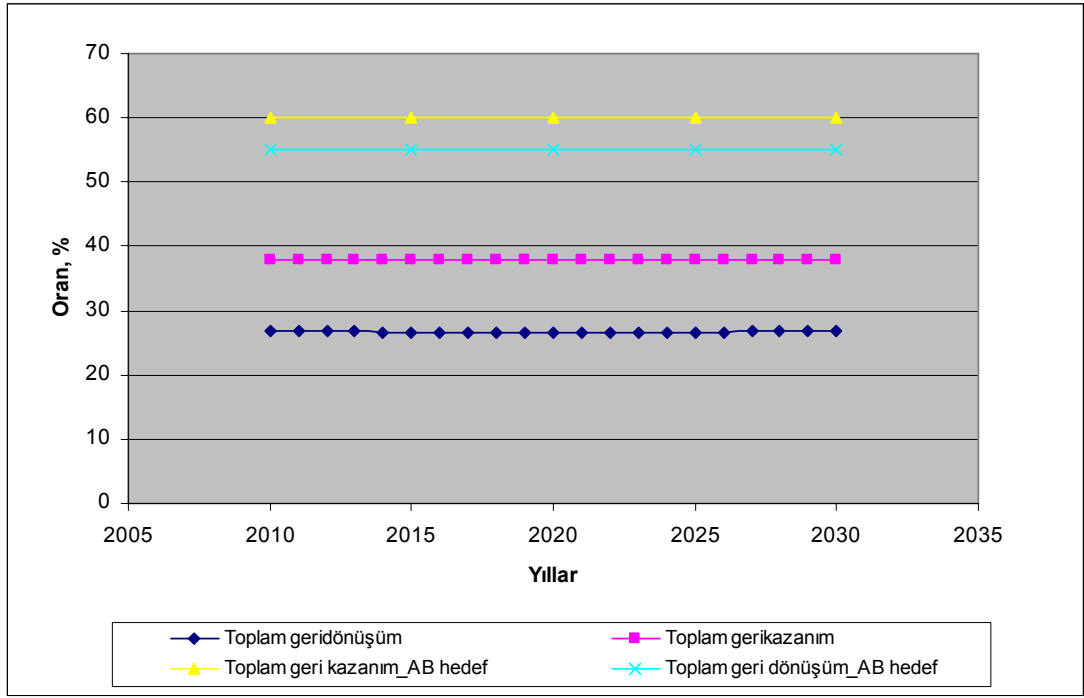
	Kağıt (%)	Karton (%)	Plastik (%)	Cam (%)	Metal (%)	Toplam geridönüşüm (%)	Toplam gerikazanım (%)
2010	28	48	12	13	12	27	38
2015	28	48	12	12	12	27	38
2020	28	48	12	12	13	27	38
2025	29	48	13	12	13	27	38
2030	29	48	13	12	13	27	38

Ulusal mevzuatla uyum ele alındığında cam, metal, kağıt ve plastikte hedeflerin altında kalırken kartonda hedef ancak 2016 yılına kadar sağlanmıştır.



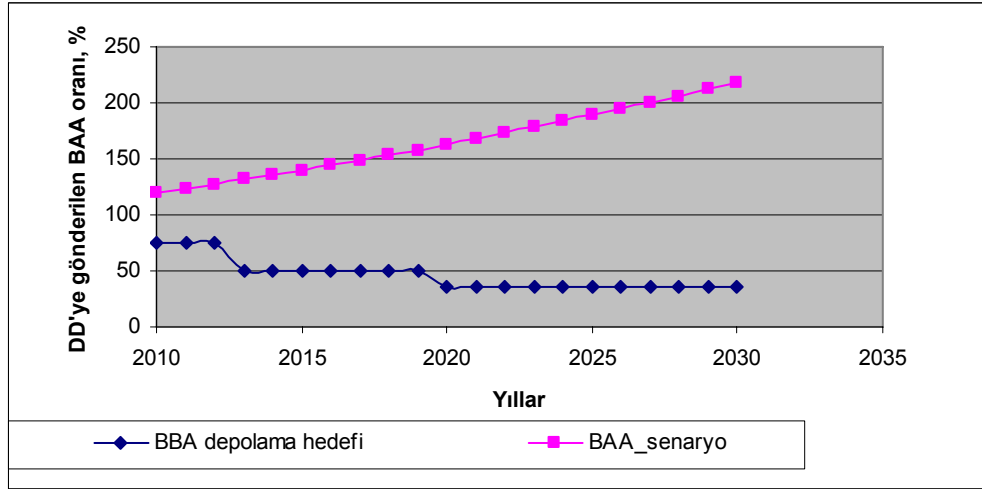
Şekil 8.7 Avrupa yakası 1 No’lu bölge için mevcut durum senaryosunda karton için geri kazanım ve mevzuatla uyum

AB direktifleri ile uyuma bakıldığında ambalaj atıklarında ve toplam geri dönüşümde hedefler tutturulamazken toplam geri kazanımda hedef %60 iken %38’de kalmıştır.



Şekil 8.8 Avrupa yakası 1 No'lu bölge için mevcut durum senaryosunda toplam geri kazanım ve dönüşüm ve mevzuatla uyum

Organik atıkların depolanması hedefi ise Şekil 8.9'a göre sağlanamamıştır.



Şekil 8.9 Avrupa yakası 1 No'lu bölge için düzenli depolamaya giden BAA hedefleri ve mevzuatla uyum

8.1.1.3 Avrupa yakası 2 No'lu bölge için Mevcut Durum Senaryosu

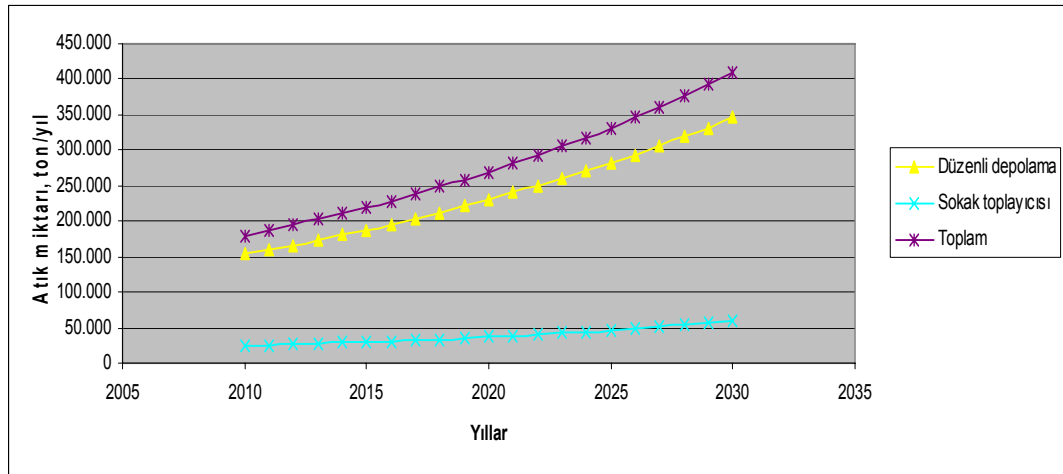
Avrupa 2 bölgesinde mevcut toplama sistemi Avrupa 1 bölgesine benzer şekilde yapılmakta olup toplanan atıklar halen Odayeri düzenli depolama sahasına ve 350.000 ton/yıl kapasiteli kompost tesisine gönderilmektedir. Bu bölgede atıkların Avrupa yakası 1 No'lu bölgeye taşınması yerine burada kurulacak yeni bir düzenli

depolama sahasında bertaraf edilmesi daha fizibil görülmektedir. Avrupa 2 bölgesinde mevcut durum senaryosunun özeti Tablo 8.7’de verilmiştir.

Tablo 8.7 Avrupa yakası 2 No’lu bölge için mevcut durum senaryosunun özeti [4]

Katı Atık Yönetim Sisteminin Bileşenleri	Bileşen Özellikleri
Kaynağında Ayırma	- Sistematik bir plan olmaksızın sadece sınırlı miktarda ayırma - Pilot ölçekli atık kumbaraları ile ambalaj atıklarının (cam, plastik, kağıt) toplanması
Toplama	Mevcut sistem (kaldırım kenarında toplama) devamı
Arıtma/Depolama	- Mevcut düzenli depolama sahalarının kullanımının devamı - Mevcut 350.000 ton/yıl kapasiteli kompost tesisinin faaliyetine devamı

Bu senaryoda Avrupa 2 bölgesinde toplam kentsel atığın yaklaşık olarak tamamı düzenli depolama tesisine gitmektedir. Sokak toplayıcıları nedeniyle yılda ~26.000 ton ambalaj atığı sistemden çekilmektedir.



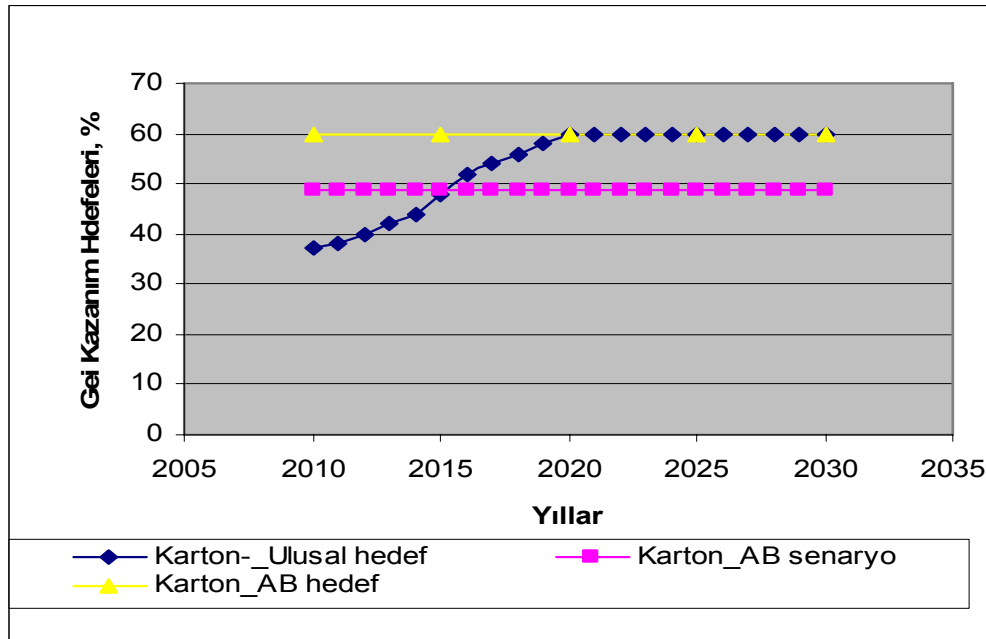
Şekil 8.10 Mevcut senaryosuna göre Avrupa 2’de tesislere gelen atık dağılımı

Mevcut durum senaryosuna göre Avrupa 2 bölgesinde yirmi yıl süresince depolanması gereken atık miktarı 5.000.000 ton olup gerekli depo hacmi 2030 sonu itibariyle ~56 milyon m³’tür. Mevcut durum senaryosuna göre Avrupa 2 bölgesinde ambalaj atıklarında geri kazanım oranları, toplam geri kazanım ve toplam geri dönüşüm oranları Tablo 8.8’de verilmiştir.

Tablo 8.8 Mevcut durum senaryosuna göre Avrupa 2 bölgesinde ambalaj atıklarında geri kazanım, toplam geri kazanım ve toplam geri dönüşüm oranları

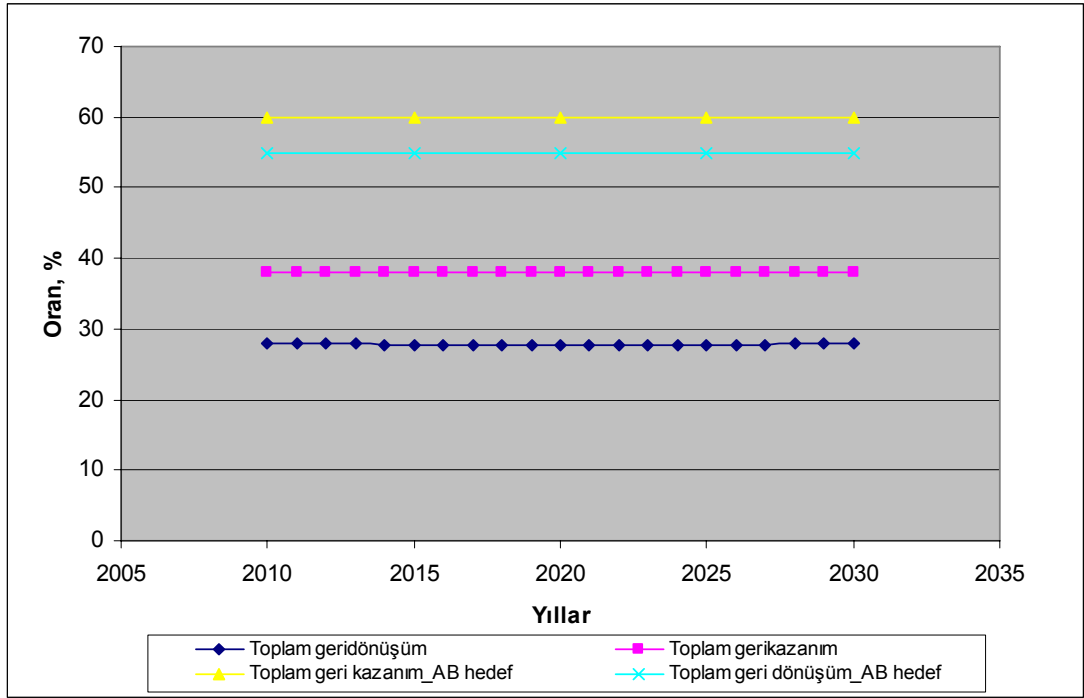
	Kağıt (%)	Karton (%)	Plastik (%)	Cam (%)	Metal (%)	Toplam geridönüşüm (%)	Toplam gerikazanım (%)
2010	30	49	13	13	13	28	38
2015	30	49	13	13	13	28	38
2020	30	49	13	13	13	28	38
2025	30	49	13	13	13	28	38
2030	30	49	13	13	13	28	38

Ulusal mevzuatla uyum ele alındığında cam, metal, kağıt ve plastikte hedeflerin altında kalınırken kartonda hedef ancak 2015 yılına kadar sağlanmıştır.



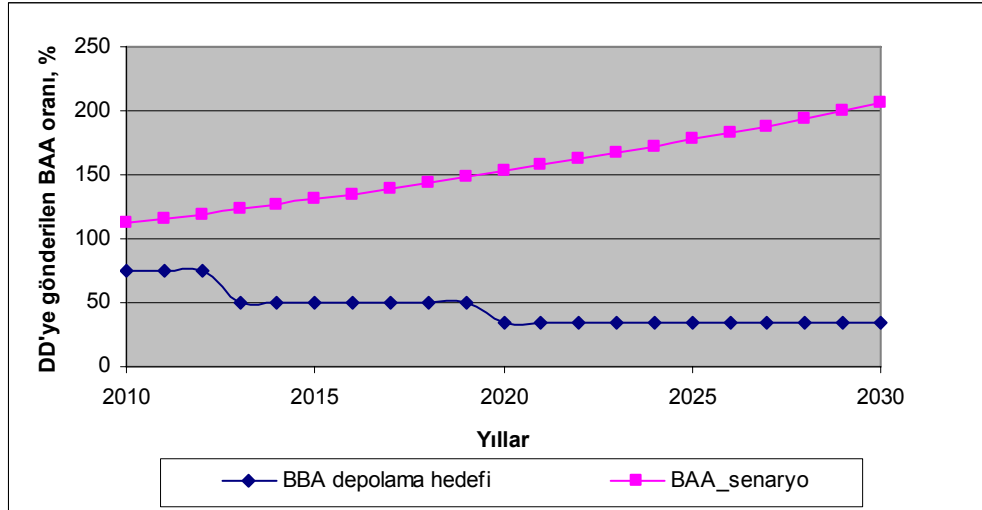
Şekil 8.11 Avrupa yakası 2 No'lu bölge için mevcut durum senaryosunda toplam geri kazanım ve dönüşüm ve mevzuatla uyum

AB direktifleri ile uyuma bakıldığında ambalaj atıklarında ve toplam geri dönüşümde hedefler tutturulamazken toplam geri kazanımda hedef %60 iken %38'de kalmıştır.



Şekil 8.12 Avrupa yakası 2 No'lu bölge için mevcut durum senaryosunda toplam geri kazanım ve dönüşüm ve mevzuatla uyum

Organik atıkların depolanması hedefi ise **Şekil 8.13** göre sağlanamamıştır.



Şekil 8.13 Avrupa yakası 2 No'lu bölge için düzenli depolamaya giden BAA hedefleri ve mevzuatla uyum

8.1.2 İstanbul için AB ile Uyumlu ve Sürdürülebilir Atık Yönetim Senaryosu (EHCIP Uyum Senaryosu)

İstanbul için Katı Atık Ana Planı I'de verilen ve bu çalışmada revize edilen AB Atık Direktifleri ile uyumlu senaryoya göre 2010 yılından itibaren nüfusun %80'ine karışık toplama, %20'sine ise ikili toplama uygulanacaktır. İkili toplamadan gelen

atıklar için kompost ve maddesel geri kazanma tesisleri 2010 yılında devreye alınacak ve sonraki yıllarda tesis sayılarının artırılması ile kapasiteler dengelenecektir.

Nüfusun %80'lik kısmında katı atıklar karışık olarak tek kapta biriktirilecektir. Bunun yanı sıra ATM ve kumbaralardan sınırlı miktarda geri kazanım olacaktır. Hanelerden karışık toplama ile gelen atıklar yakma tesisi devreye girene kadar AB, düzenli depolama tesisine, 2013-2017 yılları arasında yakma tesisinin devreye girmesiyle her iki tesise, 2017 yılından itibaren ise sadece yakma tesisine gönderilmiştir. İstanbul'da katı atıklar yanma açısından ek yakıt ihtiyaca gereksinim duymaktadır. CH2M-Hill çalışmasında İstanbul'daki kentsel katı atığın kalorifik (ısı) değerini 1150 kcal/kg bulmuştur. Bu değer çöpün ilave yakıt olmaksızın kendiliğinden sürekli yakılabilmesi için gerekli olan 1500-1600 kcal/kg değerinden çok küçüktür. Bu nedenle atığın kademeli olarak yakma sistemine gönderilmesi daha fizibil olacaktır.

Nüfusun %20'lik kısmında ise ayrı toplama yapılacaktır. Hanelerde ayrı toplama için 2 kap kullanılacak yani yaş atıkların (mutfak, bahçe) ve kuru atıkların (ambalaj) farklı kaplarda biriktirilecektir. Bunun yanı sıra atık kumbaraları ile ambalaj atıklarının ayrı toplanması da sağlanıyor olacaktır. Ayrıca kuru atıkların evlerden toplanmasında sıkıştırmasız arabaların kullanılması camların kırılmasını önlemek açısından önemlidir. Mevcut durumda İstanbul'da gelir düzeyi yüksek bölgelerde ATM'ler için pilot ölçekli uygulamaları vardır.

Toplanan atığın yaş kısmı kompost tesisine, kuru kısmı ise maddesel geri kazanma tesisine gönderilecektir. Bu tesislerden çıkan katı atıklar ise düzeli depolama tesisine gönderilecektir. Tesislerin verimiyle ilgili bilgi Bölüm 7'de verilmiştir.

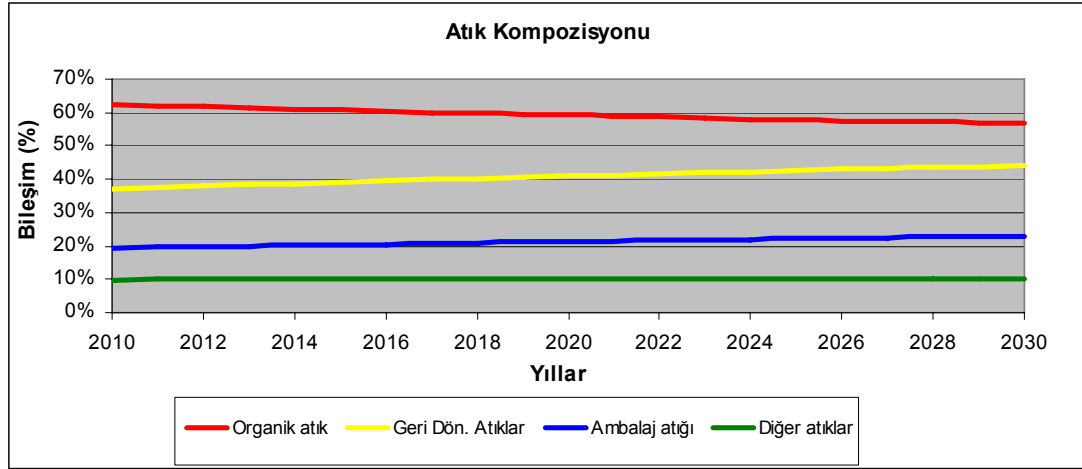
İşyeri ve kurumlarda ayrı toplanan yaş atıklar yemekhane atığı karakteristiği göstereceği için biyogazifikasyon tesisine, bahçe atıkları ise kompost tesisine gönderilecektir. Kuru atıklar (ambalaj) ise işlenmek üzere başka firmalara satılacaktır.

Nüfusun %80'lik kısmında katı atıklar karışık olarak tek kapta biriktirilecektir. Bunun yanı sıra ATM ve kumbaralardan sınırlı miktarda geri kazanım olacaktır.

8.1.2.1 Anadolu yakası için AB ile Uyum Senaryosu

Anadolu yakasında üretilen atık karakteristik açıdan Şekil 8.14'de verildiği gibi organik madde miktarının azalırken ambalaj içeriği artan bir akım izler. Çünkü

zaman içerisinde kişi başı artan GSYİH ya da daha basit olarak artan gelir düzeyi ile ambalaj atıkları daha fazla üretilir. Tüm senaryolarda Anadolu yakası için kompozisyon Şekil 8.14'deki gibi olacaktır.



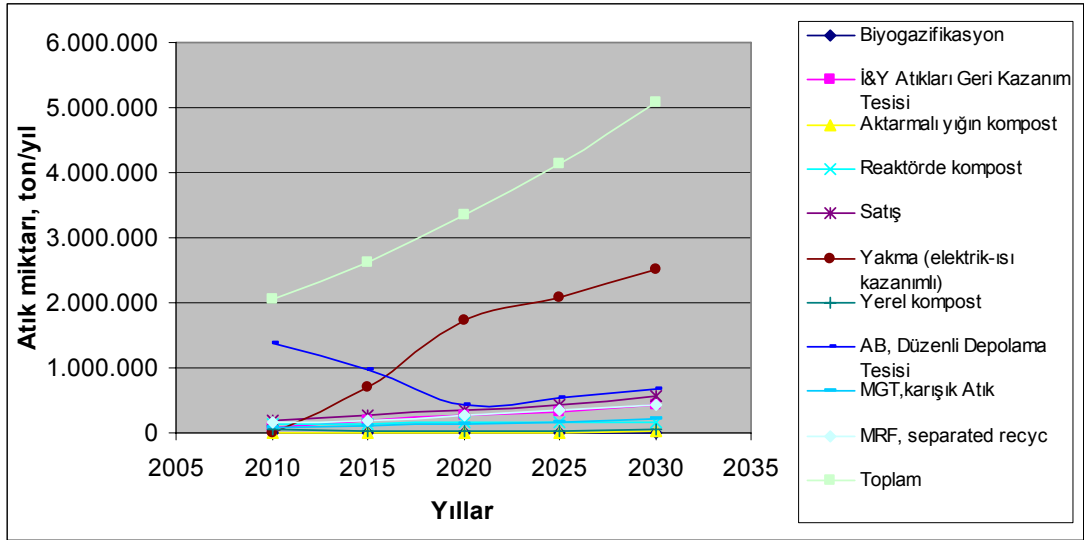
Şekil 8.14 Anadolu yakası AB senaryosu atık kompozisyonu

AB uyum senaryosunda Bölüm 7’de modele girilen kentsel atık miktarına göre zaman içerisinde tesislere gönderilecek atıklar Tablo 8.9’daki gibi olacaktır.

Tablo 8.9 AB uyum senaryosuna göre Anadolu’da tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl)

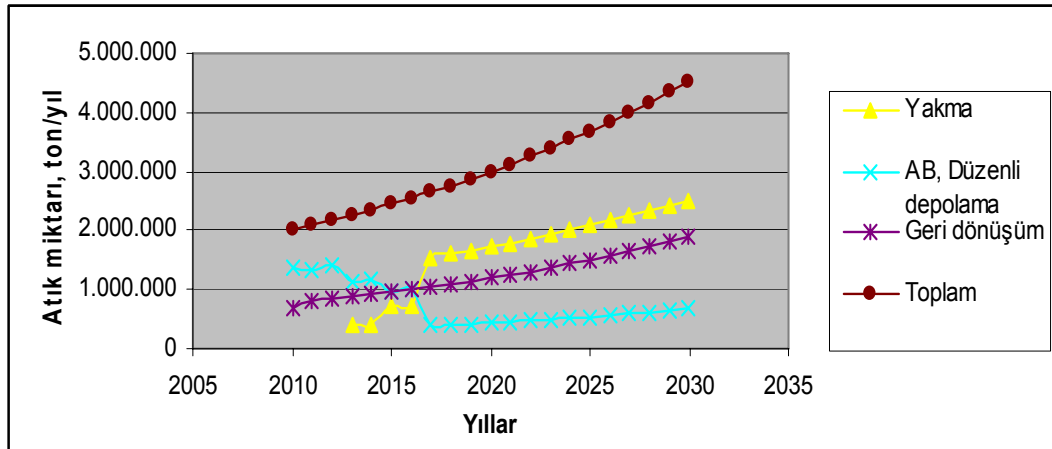
Tesisler	2010 (ton)	2015 (ton)	2020 (ton)	2025 (ton)	2030 (ton)
Biyogazifikasyon tesisi	214	541	686	869	1.100
İ&Y Atıkları Geri Kazanım Tesisi	78.840	202.204	259.301	332.520	426.413
Aktarmalı yığın kompost tesisi	5.510	7.148	9.279	12.035	15.595
Reaktörde kompost tesisi	126.050	138.015	148.680	156.516	160.753
Satış	201.138	265.514	343.724	444.595	574.500
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	0	715.904	1.722.580	2.080.034	2.514.082
Yerel kompost	45.180	35.152	34.719	39.495	48.269
AB, Düzenli Depolama Tesisi	1.371.215	962.701	437.946	542.054	670.124
MGT, karışık Atık	76.123	100.311	132.086	171.717	220.186
MGT, ayrık atık	151.950	200.999	263.591	342.235	438.833
Toplam	2.056.221	2.628.489	3.352.591	4.122.068	5.069.856

Tablo 8.9’da miktarları verilen katı tıkların tesislere dağılımında izledikleri artış ve azalış ayrıntılı olarak Şekil 8.15’de verilmiştir. Buradan geri dönüşüm ve geri kazanım merkezlerine ve yakma tesisine gelen miktar artarken düzenli depolama tesisine gelen miktar 2017 yılına kadar ciddi bir düşüş gösterir. 2017’de yakma tesisin %100 hizmet vermesi nedeniyle kapasitesinde ani bir artış vardır. Yakma tesisinin özellikle düzenli depo sahası bulmakta güçlük çeken bölgelerde kolaylık sağlamaktadır. Atık hacminde önemli oranda düşüş gerçekleşmektedir. Tablo 8.9’dan da görüldüğü gibi düzenli depolamaya gelen atık miktarı %67 oranında azalmıştır.



Şekil 8.15 AB uyum senaryosuna göre Anadolu'da tesislere gelen atık miktarı dağılımı

Tesis tipleri genel olarak ele alındığında oluşan atığın büyük bir kısmı düzenli depolama sahasına gitmekteyken geri dönüşüm/kazanım tesislerinin devreye girmesiyle bu miktar giderek düşmekte yakma tesisinin 2013'te devreye girmesiyle daha hızlı bir azalış göstermektedir.



Şekil 8.16 AB uyum senaryosuna göre Anadolu'da tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı

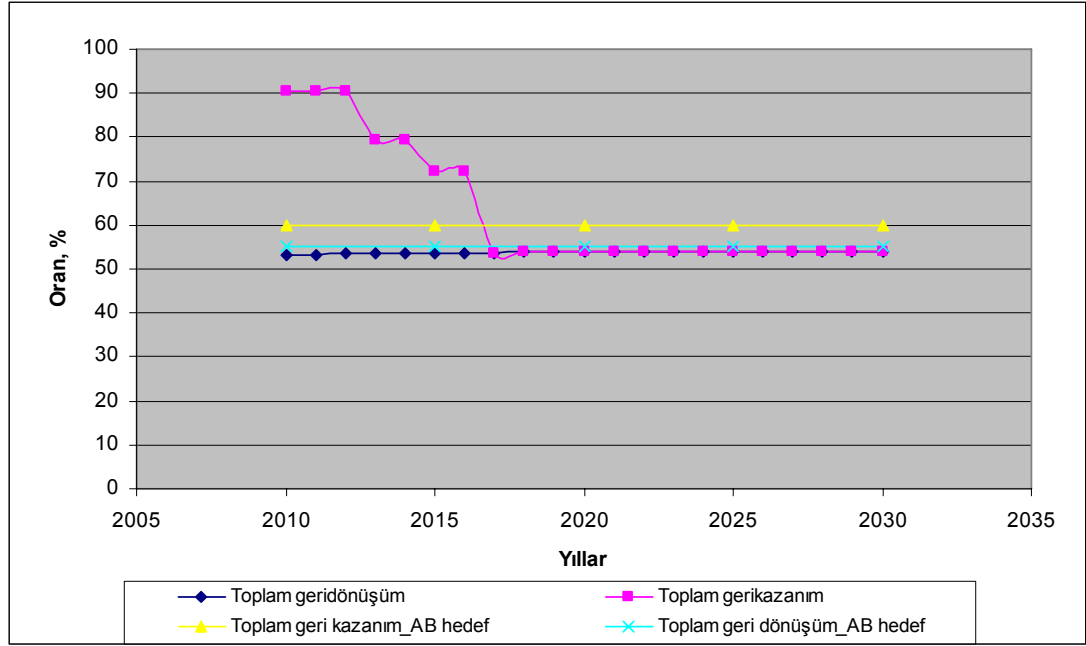
Anadolu yakasında AB uyum senaryosunun ulusal mevzuatla ve AB direktifleri ile uyumu her bir parametre için incelenmiştir. Her iki mevzuat sisteminde ambalaj atıklarının geri kazanımında benzer parametreler baz alınmıştır. AB yum senaryosuna göre Anadolu yakasında ambalaj atıklarında ulaşılan hedefler Tablo 8.10'de verilmiştir.

Tablo 8.10 AB yum senaryosuna göre Anadolu yakasında ambalaj atıklarında ulaşılan hedefler

Yıllar	Kağıt	Karton	Plastik	Cam	Metal
2010	53	58	43	58	54
2011	53	58	43	58	54
2012	53	58	43	58	54
2013	53	58	43	58	54
2014	53	58	43	58	54
2015	53	58	43	59	55
2016	53	58	43	59	55
2017	53	58	43	59	55
2018	53	58	43	59	55
2019	54	58	43	59	55
2020	54	58	43	59	55
2021	54	58	43	59	55
2022	54	58	43	59	55
2023	54	58	43	59	55
2024	54	58	43	59	55
2025	54	58	43	59	55
2026	54	58	43	59	55
2027	54	58	43	59	55
2028	54	58	43	59	55
2029	54	58	43	59	55
2030	54	58	43	59	55

Cam için geri kazanımda senaryo süresince %58'den %59'a çıkarken ulusal mevzuatta 2010'da %37'den, 2030'da %60'a varan hedeflere yaklaşık olarak sağlanmıştır. Plastikte geri kazanıma bakıldığında %43 geri kazanım sağlanır. AB mevzuatlarında hedef %22,5 olup senaryo sonucunda geri kazanım büyük ölçüde sağlanırken ulusal mevzuat hedefleri 2013 den üretilen atığın %80'lik kısmının yakma tesisine gönderilmesi sonucunda tutturulamamıştır. Metalde ise %54'den %55'e çıkan senaryo sonuçları ulusal mevzuat hedeflerini 2015 yılından sonra yakalayamamıştır. AB hedeflerinde ise %50 geri kazanım olup hedefler 2011'den sonra sağlanabilmiştir. Kağıt için geri kazanım %53'ten %54 çıkarken yakma tesisinin 2017 yılında %100 hizmet oranıyla devreye girmesi ulusal hedeflerin tutturulmasını zorlaştırmıştır. AB hedefleri de %60 geri kazanım değeri ile senaryo sonucunun üzerinde kalmaktadır. Kartonda ise senaryo sonucunda %58'lik geri kazanım sağlanmış olup AB ve ulusal mevzuat hedefleri büyük ölçüde sağlanmıştır. AB hedefleri %60, ulusal mevzuat ise 2010'da %37 ile başlayıp 2030'da %60'a kadar çıkmaktadır. Senaryoda toplam geri kazanım %90'dan %54'e inerken ve geri dönüşüm oranı %53'ten %54'e çıkmıştır. AB mevzuatında toplam geri kazanım %60, toplam geri dönüşüm ise %55 seviyesindedir. Buna göre geri kazanımda hedefler yakma tesisinin %100 hizmet oranıyla devreye girdiği 2017'den itibaren

geri kazanım hedefinin oldukça altında kalmış fakat geri dönüşüm hedefi yüksek ölçüde sağlanmıştır.

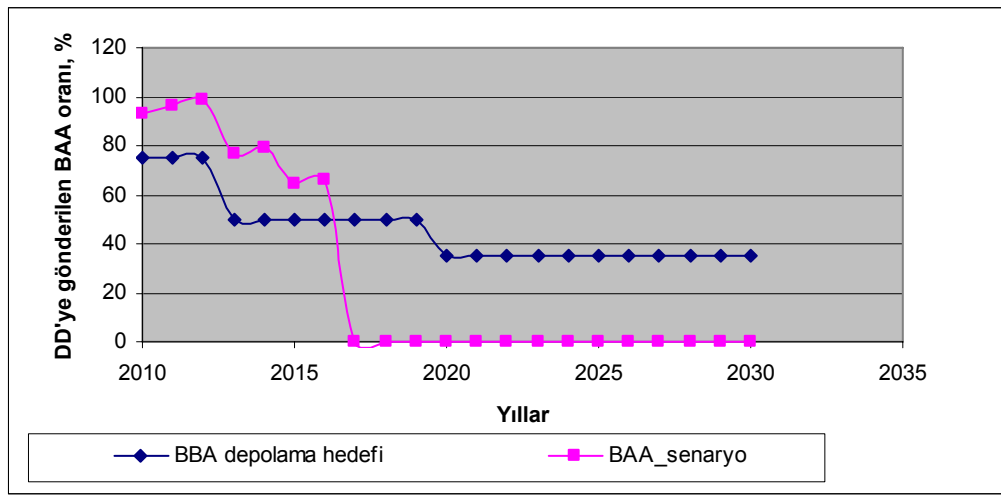


Şekil 8.17 AB Uyum Senaryosu Anadolu yakası toplam geri dönüşüm ve geri kazanım oranları

Sonuç olarak, İstanbul Anadolu yakasına %80 yakma ağırlıklı senaryo uygulandığında Türk mevzuatında geçen hedeflerden cam ve kartonun geri dönüşüm hedefleri %96 oranında sağlanabilmektedir. AB Ambalaj Atıkları Direktifine göre ise metal ve plastik dışında diğer atık bileşenlerinin hedefleri sağlanmamaktadır. Fakat cam ve karton hedefleri %96 oranında sağlanmaktadır. Bu bölgedeki senaryo yönetiminde toplam geri dönüşüm oranı AB direktifi ile %96 oranında uyum sağlarken toplam geri kazanım oranı ancak 2017'ye kadar sağlanabilmektedir. Buradan da yakma tesisinin ambalaj atıkların geri kazanım üzerindeki etkisi görülmektedir. İstanbul Anadolu yakasında Türk yasal mevzuatına uyumun tam sağlanabilmesi ve bu bölgenin Türkiye'nin AB direktifindeki ülke kotalarını sağlamadaki payının artırılması için yakma oranının azaltıldığı senaryolar uygulanacaktır. Bu uygulama ile ikili toplamının hizmet verdiği nüfus oranı artırılarak yakmaya giden ambalaj atığı miktarı azaltılabilir.

AB düzenli depolama direktiflerinde düzenli depolama sahasına gönderilen atığın organik kısmı için kotalar getirilmiştir. Kotalar daha öncede belirtildiği gibi 1995 yılında üretilen atığın biyolojik olarak parçalanabilen kısmı baz alınarak 2010 yılında %75'lik, 2013'de %50 ve 2020'de ise %35'i kadar organik atık depolanması sınırını

getirmiştir. Buna göre senaryoya girilen organik atık miktarı EHCIP projesi İstanbul-İzmir için alınan değerler alınarak hesaplanmıştır. Burada organik atık miktarı ile nüfus arasında lineer bir ilişki olduğu kabul edilerek proje için verilen değerler İstanbul nüfusuna oranlanmış daha sonra Anadolu yakasının İstanbul'un %34'lük nüfusu barındırdığı göz önüne alınarak değerler Anadolu yakası nüfusuna indirgenmiştir. Senaryoya Anadolu yakası için girilecek değer 860.700 ton /yıl olarak hesaplanmıştır. Model bu aşamada 1995 yılı organik atık miktarı girildikten sonra ekranda düzenli depolamaya gönderilen atık yüzdesini hesaplamıştır. Elde edilen hedefler Şekil 8.18'de verilmiştir.



Şekil 8.18 AB Uyum Senaryosu Anadolu yakası BAA hedefleri

Grafiğe göre AB uyum senaryosunda 2015 yılına kadar AB direktif hedeflerinin üzerinde kalmış 2015'den sonra ise kotaların altına inilebilmiştir. 2013'de yakma tesisi devreye girene kadar düzenli depolamaya giden organik madde oranı artarken 2013'de yakma tesisinin %30 hizmet oranıyla devreye girmesi ile ani düşüş olmuş 2015'de yakma tesisinin hizmet oranı %50'ye çıkarak hedefler ancak sağlanabilmiştir. Grafikte düzenli depolamaya giden atığın 2017'den itibaren çok altına düşmesi ve %1'in altına kadar inmesi yakma tesisinin etkisini göstermektedir. Yani toplanan atığın %80'lik kısmının tamamının yakmaya gönderilmesi ve nüfusun %20'lik kısmından ikili toplanan atığın geri dönüşüm tesislerine gönderilmesi sonucunda düzenli depolamaya diğer bertaraf tesislerinden çıkan organik madde içeriği en düşük seviyede olan atıklar gelmiştir. Yakma tesisinden çıkan küllerin düzenli depolama tesisine gönderilmesi yerine Japonya'da olduğu gibi stabilize edilerek kaldırım taşı yapımında kullanılması atık yönetim sistemine

sürdürülebilir bir nitelik kazandıracak ve atığın en az seviyede oluşmasını sağlayacaktır [41]

AB uyum senaryosuna göre Anadolu yakası için gerekli tesis tipleri ve proje süresince tesislere gelecek atık miktarları EK’de verilmiştir.

AB uyum senaryosuna göre gerekli tesisi sayısı hesaplanırken standart kapasite olarak yıllık 330 gün çalışan ve 1000 ton/gün baz alınmıştır. Biyogazifikasyon tesisine günlük 1000 ton’un altında atık geldiği için buraya gelen ve reaktörde komposta gelen atıklar aktarmalı yığın kompost tesisine yönlendirilmiştir. Toplam kompost tesisi için gerekli tesis kapasitesi 500 ton/gün’dür. Düzenli depolama tesisine gelen atık miktarı arıtma çamurları nedeniyle %10 arttırılmıştır. Karışık atıkların geldiği MGT için 500 ton/gün kapasiteli tesis yeterli olacaktır. Düzenli depolama için gerekli hacim ($d=0,9$ ton/m³) ~19milyon m³’tür. Buna göre senaryo sonucunda Anadolu yakasında yakma tesisi devredeyken senaryo süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları Tablo 8.11’deki gibi olacaktır.

Tablo 8.11 AB uyum senaryosu süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları

Tesisler	2010 (adet)	2015 (adet)	2020 (adet)	2025 (adet)	2030 (adet)
Aktarmalı yığın kompost tesisi	1	-	-	-	-
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	-	2	4	1	1
AB, Düzenli Depolama Tesisi (m3)	1,7 milyon	9 milyon	12 milyon	15 milyon	19 milyon
MGT, karışık Atık	1	-	-	1	-
MGT, ayrık atık	1	-	-	1	-

Tablodan da görüldüğü gibi yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları verilmekte olup yakma tesisinde 2030’a kadar toplam 8 adet tesis devreye girmesi gerekmektedir. Model tarafından hesaplanan tesis yatırım maliyetlerinde Tablo 8.12’de görüldüğü gibi en büyük pay yakma tesisine aittir.

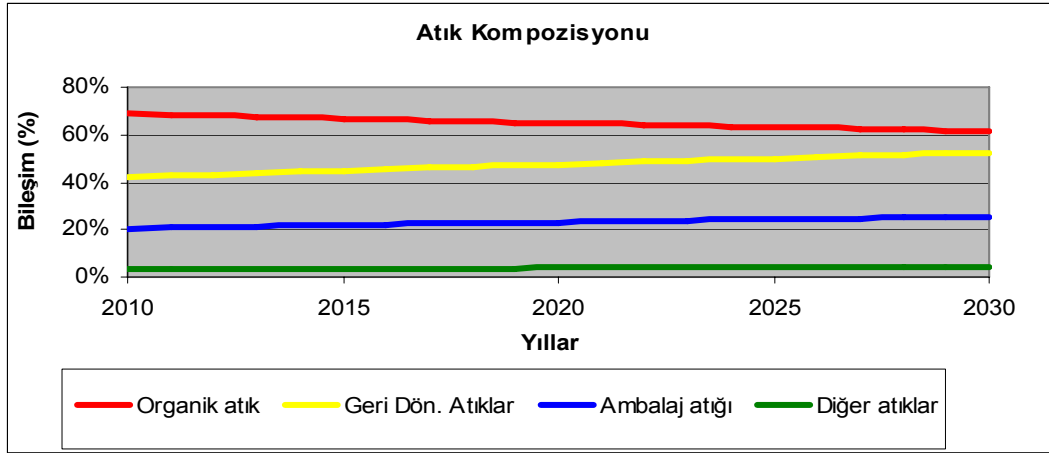
Tablo 8.12 AB uyum senaryosu Anadolu yakasında tesislerin ilk yatırım maliyetleri

Tesis	İlk yatırım maliyeti (YTL)
MGT, karışık atık	22.512.000
MGT, ayrık atık	15.506.000
AB düzenli depolama	9.833.000
Yakma	679.520.000
Reaktörde kompost	21.079.000

8.1.2.2 Avrupa Yakası 1 No’lu bölge için AB ile Uyum Senaryosu

Atık karakteri Anadolu yakasından çok farklı olmamakla birlikte senaryo süresince Şekil 8.19’de görüldüğü gibi organik atık içeriği azalırken ambalaj atık oranı artacaktır. Daha öncede belirtildiği gibi gelir düzeyinin artmasına paralel olarak

kazanılan tüketim alışkanlıkları ile kentsel katı atıkların ambalaj içeriğini artmaktadır.



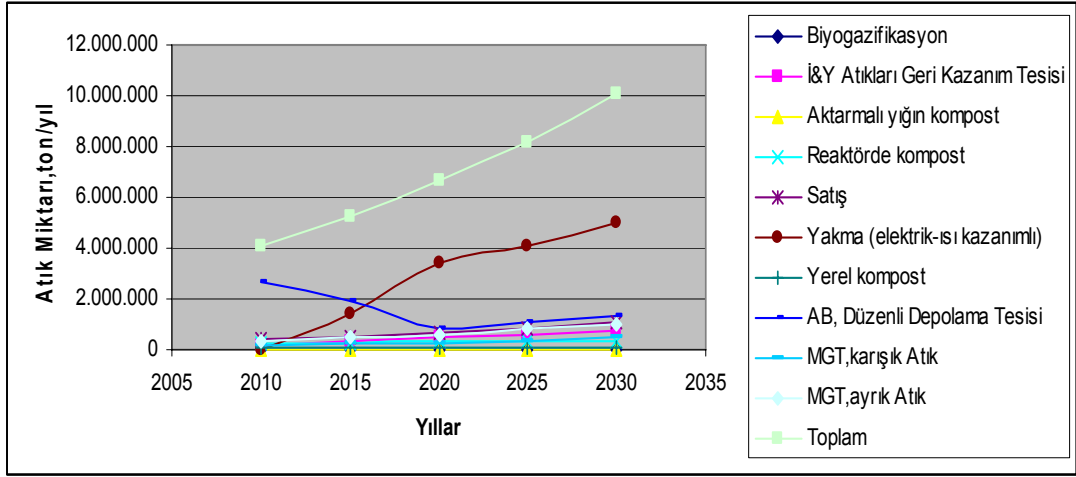
Şekil 8.19 Avrupa yakası 1 No’lu bölge AB senaryosu atık kompozisyonu

AB uyum senaryosuna göre Avrupa 1 bölgesinde kentsel katı atıklar tesislere Tablo 8.17 deki gibi dağılacaktır.

Tablo 8.13 AB Uyum senaryosuna göre Anadolu’da tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl)

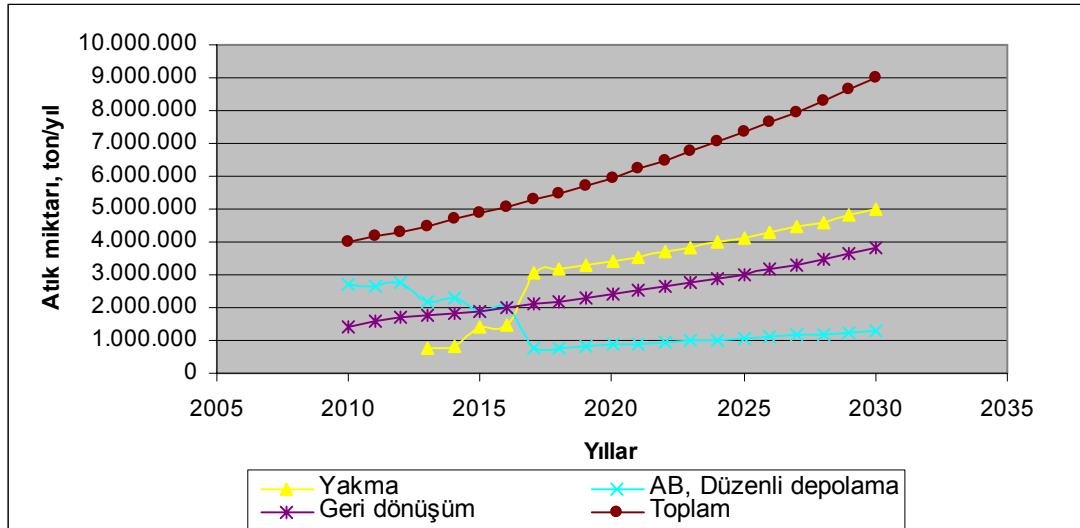
Tesisler	2010	2015	2020	2025	2030
Biyogazifikasyon tesisi	396	1.003	1.271	1.609	2.038
İ&Y Atıkları Geri Kazanım Tesisi	146.088	374.678	480.476	616.148	790.130
Aktarmalı yığın kompost	11.542	14.735	18.832	24.075	30.773
Reaktörde kompost tesisi	248.351	272.331	293.553	309.967	319.069
Satış	375.195	495.322	641.231	829.410	1.071.698
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	0	1.417.365	3.411.518	4.122.718	4.984.778
Yerel kompost	90.630	69.949	68.929	77.133	93.608
AB, Düzenli Depolama Tesisi	2.696.654	1.897.295	855.916	1.059.558	1.309.482
MGT,karışık Atık	160.885	212.002	278.944	362.915	465.353
MGT,ayrık Atık	356.508	471.637	618.133	802.937	1.029.573
Toplam	4.086.250	5.226.317	6.668.802	8.206.470	10.096.501

Tesislere gelen atık miktarlarının zaman içindeki değişimi aşağıda verilmiştir. Geri dönüşüm ve geri kazanım merkezlerine ve yakma tesisine gelen miktar zamanla artarken düzenli depolama tesisine gelen miktar giderek düşmektedir. 2015’den itibaren geri kazanım tesislerine giden atık miktarının artmasıyla ve yakmanın %50 hizmet oranına çıkmasıyla düzenli depolamaya giden atık miktarındaki daha keskin bir düşüş olmuştur. Yakma tesisinin 2017’de hizmet oranı %100’e çıkması ile düzenli depolamaya gelen atık en aza düşmüştür. 2017’den sonra ise düzenli depolamaya sadece diğer tesislerden çıkan atıklar gelmiştir. Bu nedenle düzenli depolamaya gelen atık 2017’den sonra yavaş artış göstermeye başlamıştır.



Şekil 8.20 AB uyum senaryosuna göre Avrupa 1'de tesislere gelen atık miktarı dağılımı

Tesisler bertaraf yöntemine göre genel olarak ele alındığında tesislere giden atıkların dağılımı şu şekilde bir akış izlemektedir:



Şekil 8.21 AB uyum senaryosuna göre Avrupa 1'de tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı

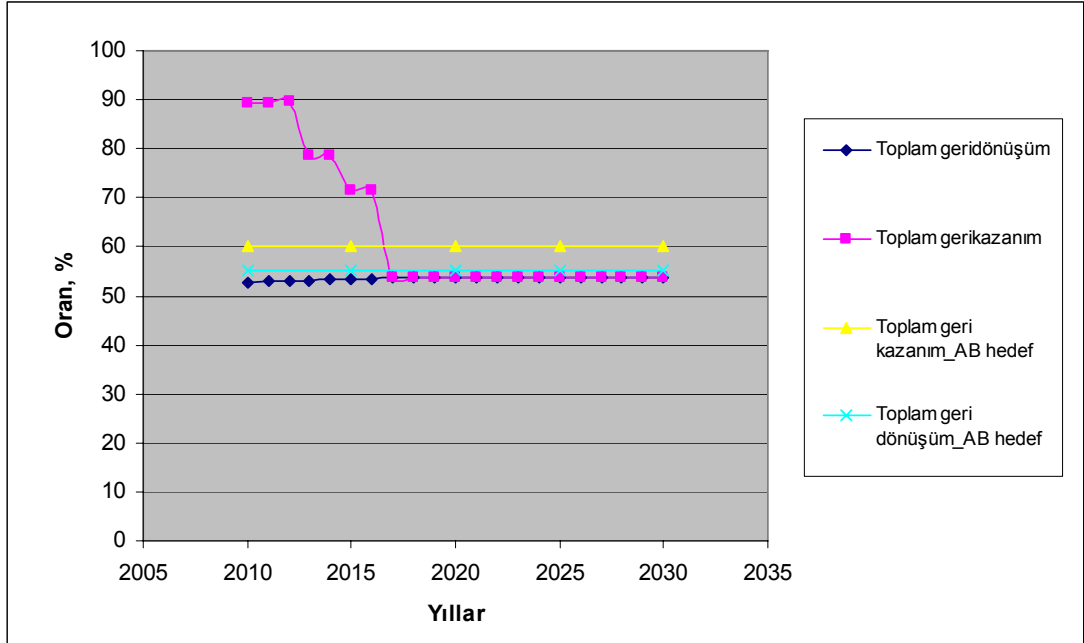
Şekil 8.21'de görüldüğü Avrupa 1 bölgesinde yakma tesisin 2013 yılında devreye girmesiyle birlikte düzenli depolamaya giden atık miktarı yakma tesisine giden atık miktarı ile ters orantılı olarak dağılım gösterir. Yakma tesisine giden miktar arttıkça düzenli depolamaya giden atık miktarı azalmakta ve 2017 yılında en düşük seviyeye ulaşmaktadır. 2017'den sonra ise depolama sahasına gelen atık miktarı diğer tesislerden gelen atık maddeler nedeniyle artmaktadır. AB uyum senaryosuna göre Avrupa 1 bölgesinde ambalaj atıklarının atık yönetimde geri kazanım/dönüşüm oranları Tablo 8.14'de verilmiştir.

Tablo 8.14 AB yum senaryosuna göre Avrupa 1’de ambalaj atıklarında ulaşılan hedefler

Yıllar	Kağıt	Karton	Plastik	Cam	Metal
2010	52	58	43	58	53
2011	52	58	43	58	53
2012	52	58	43	58	53
2013	52	58	43	58	53
2014	52	58	43	58	53
2015	52	58	43	58	53
2016	52	58	44	59	53
2017	53	58	44	59	54
2018	53	58	44	59	54
2019	53	58	44	59	54
2020	53	58	44	59	54
2021	53	58	44	59	54
2022	53	58	44	59	54
2023	53	58	44	59	54
2024	53	58	44	59	54
2025	53	58	44	59	54
2026	53	58	44	59	54
2027	53	58	44	59	54
2028	53	58	44	59	54
2029	53	58	44	59	54
2030	53	58	44	59	54

Avrupa yakası 1 No’lu bölge için camda geri kazanım oranı 20 yıl süresince %58’den %59’a çıkmıştır. Ulusal mevzuatlarla uyum yaklaşık olarak sağlanırken AB direktiflerinde de %60’lık hedefe çok yakın sonuç elde edilmiştir. Plastik için geri kazanıma proje süresince geri kazanım oranı ancak %44’e ulaşmıştır. AB mevzuatlarında hedef %22,5 olup senaryo sonucunda geri kazanım büyük ölçüde sağlanırken ulusal mevzuat hedefleri 2013 den üretilen atığın yakma tesisine gönderilmeye başlamasıyla ulusal hedefler uyum devam ettirilememiştir. Metal’de ise %53’den %54’e çıkan bir geri kazanım sağlanmıştır. Yakma yönteminin ağırlıklı olarak kullanıldığı bu senaryoda geri kazanım oranı ulusal mevzuata göre daha az artmıştır. AB direktif hedeflerinde metal için geri kazanım oranı %50 olup 20 yıl süresince uyum korunmuştur. Kağıt için geri kazanıma baktığımızda senaryo sonucunda oran %52’den %53’e çıkarken yakma tesisinin 2017 yılında %100 hizmet oranıyla devreye girmesi ulusal hedeflerin tutturulmasını zorlaştırmıştır. AB hedeflerin de %60 geri kazanım oranı da aynı nedenle yakalanamamıştır. Karton’da ise %58’lik geri kazanım sağlanmış olup AB ve ulusal mevzuat hedefleri büyük ölçüde sağlanmıştır. AB hedefleri %60, ulusal mevzuat ise 2010’da %37 ile başlayıp 2030’da %60 çıkmıştır. Senaryoda toplam geri kazanım %89’dan %54’e inerken,

geri dönüşüm oranı %53'ten %54'e çıkmıştır. AB mevzuatında toplam geri kazanım %60, toplam geri dönüşüm ise %55 seviyesindedir. Buna göre geri kazanımda hedefler 2017'de yakma tesisinin tam kapasite hizmet oranı ile devreye girmesiyle hedefin oldukça altında kalmıştır. Fakat geri dönüşüm hedefi yüksek ölçüde sağlanmıştır.

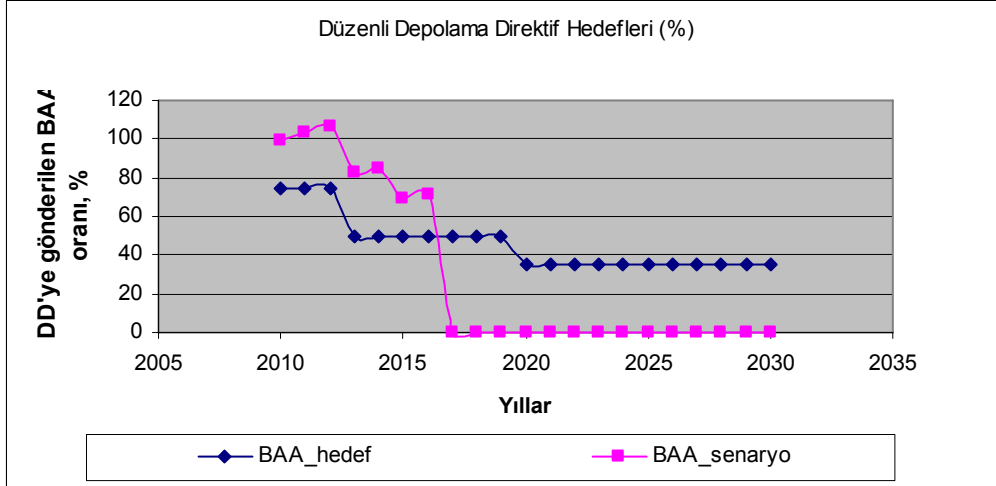


Şekil 8.22 AB Uyum Senaryosu Avrupa 1’de toplam geri dönüşüm ve geri kazanım oranları

Sonuç olarak, İstanbul Avrupa 1 bölgesine %80 yakma ağırlıklı senaryo uygulandığında ulusal mevzuata göre cam ve kartonun geri dönüşümde hedefler %96 oranında sağlanabilmektedir. AB Ambalaj Atıkları Direktifine göre ise metal ve plastik dışında diğer atık bileşenlerinin hedefleri sağlanamamaktadır. Fakat cam ve karton için geri kazanım hedefleri %96 oranında, kağıtta %88 oranında uyum sağlanmaktadır. Bu bölgedeki senaryo yönetiminde toplam geri dönüşüm oranı AB direktifi ile %96 oranında uyum sağlarken toplam geri kazanım oranı ancak 2017’ye kadar sağlanabilmektedir. 2017’den sonra yakma tesisinin tam kapasite hizmet vermesiyle uyum %90 oranında sağlanmaktadır. Buradan da yakma tesisinin ambalaj atıkların geri kazanımı üzerindeki etkisi görülmektedir. İstanbul Avrupa 1 bölgesinde ulusal mevzuata ve AB direktiflerine tam uyumun sağlanabilmesi için yakma oranının azaltıldığı senaryolar uygulanacaktır. Bu uygulama ile ikili toplamının

hizmet verdiği nüfus oranı arttırılarak yakmaya giden ambalaj atığı miktarı azaltılabilir.

AB düzenli depolama direktiflerinde düzenli depolama sahasına gönderilen atığın organik kısmı için kotalar getirilmiştir. Avrupa 1 bölge nüfusunun İstanbul İli'ndeki payı %63 olup atık miktarı 1.604.600 ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Model bu aşamada 1995 yılı organik atık miktarı girildikten sonra düzenli depolamaya gönderilen atık yüzdesini hesaplamıştır. Elde edilen sonuçlar grafikte verilmiştir.



Şekil 8.23 AB Uyum Senaryosu Avrupa 1 BAA hedefleri

Grafiğe göre AB uyum senaryosu sonucunda düzenli depolamaya giden biyolojik olarak ayrışabilir atık miktarı 2015 yılına kadar AB kotalarının üzerinde kalmış 2017'den sonra ise kotaların altına inebilmiştir. 2013'de yakma tesisi devreye girene kadar düzenli depolamaya giden organik madde oranı kotaların üzerindeyken 2013'de yakma tesisinin %30 hizmet oranıyla devreye girmesi ile organik atık miktarında ani düşüş olmuş 2017'de yakma tesisinin hizmet oranı %100'ye çıkarak organik madde miktarı kotaların altına inebilmiştir. Görüldüğü gibi yakma tesisi ile düzenli depolamaya gidecek atık miktarı azaltmaya çalışılırken ambalaj atıkları direktifleri hedeflerinden uzaklaşmaktadır. Bu nedenle her iki direktifinde hedeflerinin sağlandığı senaryo denemeleri yapılacaktır.

Avrupa yakası 1 No'lu bölge'de gerekli tesisi sayısı hesaplanırken standart olarak yıllık 330 gün çalışan ve 1000 ton/gün kapasite baz alınmıştır. Biyogazifikasyon tesisine günlük 1000 ton'un altında atık geldiği için buraya gelen atıklar aktarmalı yığın kompost tesisine yönlendirilmiştir. Avrupa yakası Odayeri'nde bulunan reaktörde kompost tesisine faaliyetine devam ederken gelen atık miktarına göre tesisi kapasitesi arttırılacaktır. Bundan dolayı aktarmalı yığın komposta gelen atık miktarı

rektörde komposta yönlendirilecektir. Düzenli depolama kapasitesi arıtma çamuru nedeniyle %10 arttırılmıştır. Tesis için gerekli hacim ($d=0,9$ ton/m³) alınarak bulunmuştur Buna göre senaryo sonucunda Avrupa 1 bölgesinde yakma tesisi devredeyken senaryo süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları şu şekilde olacaktır:

Tablo 8.15 AB uyum senaryosu süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları

Tesisler	2010 (adet)	2015 (adet)	2020 (adet)	2025 (adet)	2030 (adet)
Reaktörde kompost tesisi	1	-	-	-	-
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	-	5	6	2	3
AB, Düzenli Depolama Tesisi (m3)	3,3 milyon	17,3 milyon	23,7 milyon	30 milyon	37,7 milyon
MGT, karışık Atık	1	-	-	1	-
MGT, ayrık atık	1	1	-	1	-

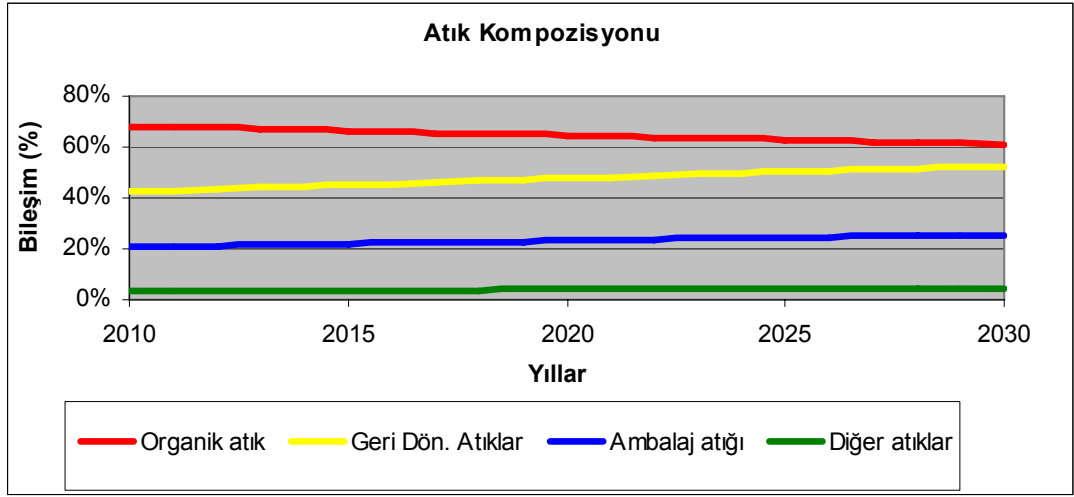
Tablodan da görüldüğü gibi yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları verilmekte mevcut kompost tesisi ihtiyacı karşılayabilecek kapasite olup yakma tesisinde 2030'a kadar toplam 8 adet tesis devreye girmesi gerekmektedir. Model tarafından yapılan tesis yatırım maliyetlerinde tablodan da görüldüğü gibi en büyük pay yakma tesisine aittir.

Tablo 8.16 AB uyum senaryosunda tesislerin ilk yatırım maliyetleri

Tesis	İlk yatırım maliyeti (YTL)
MGT, karışık atık	32.848.000
MGT, ayrık atık	24.544.000
AB düzenli depolama	14.409.000
Yakma	1.149.077.000
Aktarmalı yığın kompost	3.172.000

8.1.2.3 Avrupa Yakası 2 No'lu bölge için AB ile Uyum Senaryosu

Avrupa 2 bölgesinin atık karakterizasyonu Avrupa 1 ile benzerlik göstermekte olup Şekil 8.24'deki grafikte organik madde oranı zaman içerisinde azalırken ambalaj atığı yani kentsel atığın biyolojik olarak ayrışamayan kısmı oransal olarak artmakta olduğu görülmektedir. Gelir düzeyi artarken atığın organik madde içeriği azalmakta, ambalaj atığı oranı artmaktadır.



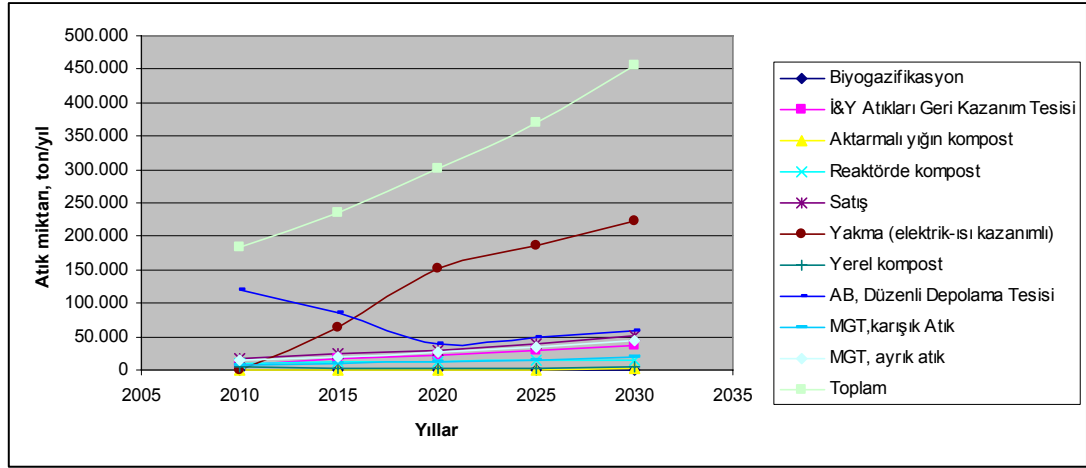
Şekil 8.24 Avrupa yakası 2 No’lu bölge AB senaryosu atık kompozisyonu

AB uyum senaryosuna göre Avrupa 2 bölgesinde kentsel katı atıklar tesislere Tablo 8.17 deki gibi dağıtılacaktır.

Tablo 8.17 Avrupa 2 bölgesinde tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl)

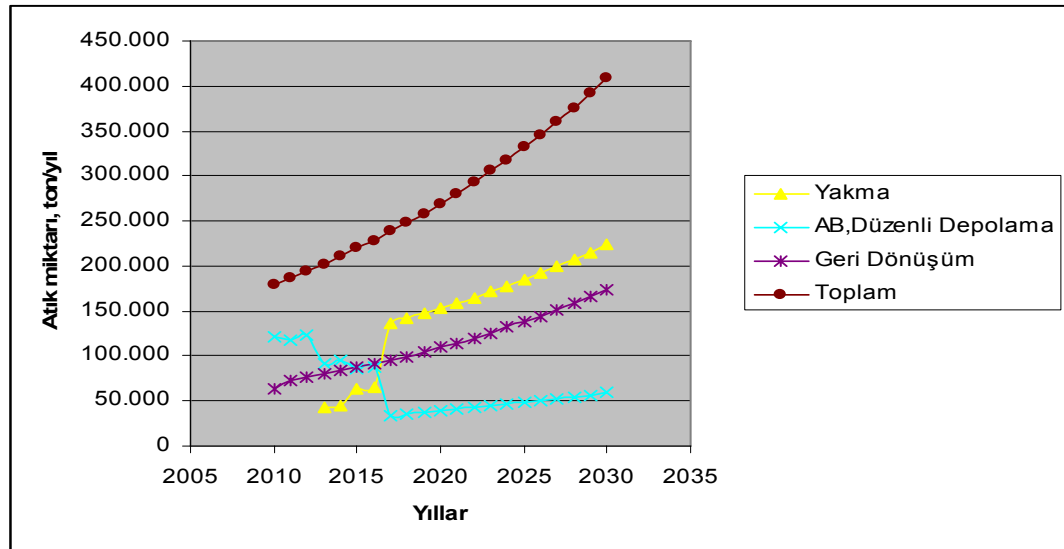
Tesisler	2010	2015	2020	2025	2030
Biyogazifikasyon	19	48	60	76	97
İ&Y Atıkları Geri Kazanım Tesisi	6.955	17.838	22.875	29.335	37.618
Aktarmalı yığın kompost	540	691	885	1.134	1.452
Reaktörde kompost	10.822	11.867	12.792	13.507	13.903
Satış	17.844	23.558	30.498	39.449	50.974
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	0	63.366	152.823	185.053	224.217
Yerel kompost	4.036	3.162	3.154	3.559	4.339
AB, Düzenli Depolama Tesisi	120.960	85.023	38.568	47.810	59.175
MGT,karışık Atık	7.011	9.238	12.155	15.814	20.278
MGT, ayrık atık	15.535	20.552	26.935	34.988	44.863
Toplam	183.721	235.342	300.745	370.724	456.915

Tesislere gelen atık miktarlarının zaman içindeki değişimi aşağıda verilmiştir. Geri dönüşüm ve geri kazanım merkezlerine ve yakma tesisine gelen miktar zamanla artarken düzenli depolama tesisine gelen miktar giderek düşmekte 2015 yılına kadar geri kazanım tesislerine giden atık miktarının artmasıyla düzenli depolamaya giden atık miktarındaki düşüş, 2015 yılında yakmanın %50 hizmet oranına çıkmasıyla daha hızlı düşüş göstermiştir. 2017’de %100 hizmet oranı ile düzenli depolamaya gelen atık en aza düşmüştür. 2017’den sonra ise düzenli depolamaya sadece diğer tesislerden çıkan atıklar gelmiştir. Bu nedenle düzenli depolamaya gelen atık miktarında artış 2017’den sonra yavaşlamıştır.



Şekil 8.25 AB uyum senaryosuna göre Avrupa 2’de tesislere gelen atık miktarı dağılımı

Avrupa 2 bölgesinde tesisler bertaraf yöntemine göre genel olarak ele alındığında tesislere giden atıkların dağılımı şu şekilde bir akış izlemektedir:



Şekil 8.26 AB uyum senaryosuna göre Avrupa 2’de tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı

Yakma tesisin 2013 yılında devreye girmesiyle birlikte düzenli depolamaya giden atık miktarı yakmaya paralel olarak kademeli olarak azalmaya başlamakta ve her iki tesise gelen atık miktarı ters orantılı bir şekilde tesislere gitmeye devam etmektedir. Buna göre her bir tesise gelecek atık miktarı ve tesis kapasiteleri ayrı ayrı ele alınmıştır. AB uyum senaryosuna göre Avrupa 2 bölgesinde ambalaj atıklarının geri kazanımı oranları Tablo 8.18’de verilmiştir.

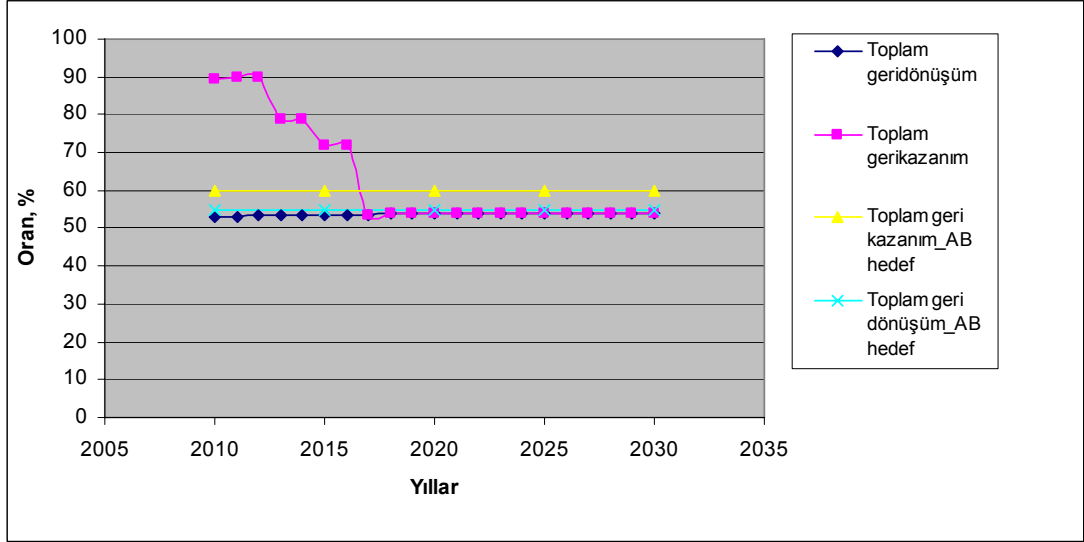
Tablo 8.18 AB yum senaryosuna göre Avrupa 2 bölgesinde ambalaj atıklarında ulaşılan hedefleri

Yıllar	Kağıt	Karton	Plastik	Cam	Metal
2010	52	58	43	58	43
2011	52	58	43	58	53
2012	52	58	43	58	53
2013	52	58	43	58	53
2014	53	58	43	58	54
2015	53	58	43	58	54
2016	53	58	43	59	54
2017	53	58	43	59	54
2018	53	58	43	59	54
2019	53	58	43	59	54
2020	53	58	44	59	54
2021	53	58	44	59	54
2022	53	58	44	59	54
2023	53	58	44	59	54
2024	53	58	44	59	54
2025	53	58	44	59	54
2026	53	58	44	59	54
2027	53	58	44	59	54
2028	53	58	44	59	54
2029	53	58	44	59	54
2030	53	58	44	59	54

Cam için geri kazanımda ulusal mevzuat hedefleri sağlanırken AB hedefleri sağlanamamıştır. Avrupa yakası 2 No'lu bölge için camda geri kazanım oranı 20 yıl süresince %58'den %59'a çıkmıştır. Bu nedenle ulusal mevzuatla uyum 2020'ye kadar sağlanırken AB direktiflerinde %60 olan hedef %96 oranında sağlanmıştır. Plastik için geri kazanıma bakıldığında 2030 sonunda %44'e varmaktadır. Böylelikle %22,5 olan AB hedefinin üzerinde bir geri kazanım sağlanmıştır. Ulusal mevzuat hedeflerinde ise senaryo süresince ikili toplamının yetersiz uygulanması nedeniyle ancak 2013'e kadar uyum sağlanmıştır. Metal için %55'ye varan senaryo sonuçları ulusal mevzuat hedeflerini 2015 yılından yakalayamamıştır. %50 olan AB direktif hedefi için ise uyum fazlasıyla sağlanmıştır.

Kağıt için geri kazanım %52'den %53'e çıkarken ikili toplama sisteminin yetersizliği nedeniyle yakma tesisinin 2017 yılında %100 hizmet oranıyla devreye girmesi ulusal hedeflerin tutturulmasını zorlaştırmıştır. Senaryo sonucunda yakalanan oran AB hedeflerinin de altında kalmaktadır. Karton'da ise senaryo sonucunda %58'lik geri kazanım sağlanmış olup AB ve ulusal mevzuat hedefleri büyük ölçüde sağlanmıştır. AB hedefleri %60, ulusal mevzuat ise 2010'da %37 ile başlayıp 2030'da %60'a varmaktadır. Senaryoda toplam geri kazanım %89'dan %54'e inerken ve geri dönüşüm oranı %53'ten %54'e çıkmıştır. AB mevzuatında toplam geri kazanım

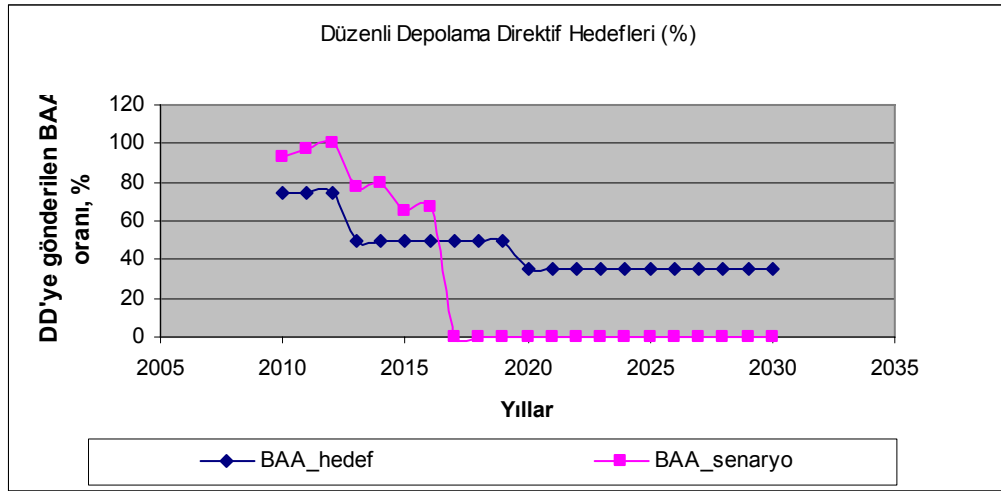
%60, toplam geri dönüşüm ise %55 seviyesindedir. Buna göre geri kazanımda hedefler 2017’de yakma tesisinin %100 hizmet oranıyla devreye girmesiyle hedefin oldukça altında kalmıştır. Fakat geri dönüşümde AB hedefi yüksek ölçüde sağlanmıştır.



Şekil 8.27 AB Uyum Senaryosu Avrupa 2 toplam geri kazanım ve geri dönüşümün mevzuatlarla uyumu

Sonuç olarak, İstanbul ili Avrupa 2 bölgesine %80 yakma ağırlıklı senaryo uygulandığında ulusal mevzuata göre cam ve kartonun geri dönüşümde hedefler %96 oranında sağlanabilmektedir. AB Ambalaj Atıkları Direktifine göre ise metal ve plastik dışında diğer atık bileşenlerinin hedefleri sağlanamamaktadır. Fakat cam ve karton hedefleri %96 oranında, kağıtta %88 oranında uyum sağlanmaktadır.

Bu bölgedeki senaryo yönetiminde toplam geri dönüşüm oranı AB direktifi ile %96 oranında uyum sağlarken toplam geri kazanım oranı ancak 2017’ye kadar sağlanabilmektedir. 2017’den sonra yakma tesisinin tam kapasite hizmet vermesiyle uyum %90 oranında sağlanmaktadır. Buradan da ikili toplama sisteminin yetersizliği ve yakma tesisinin ambalaj atıkların geri kazanım üzerindeki etkisi görülmektedir. AB düzenli depolama direktiflerinde düzenli depolama sahasına gönderilen atığın biyolojik olarak ayrışabilen kısmı Avrupa 2 bölgesinde senaryonun direktifle uyumuna bakıldığında Şekil 8.28’deki gibi grafik elde edilir.



Şekil 8.28 AB Uyum Senaryosu Avrupa 2 bölgesi BAA depolama hedefleri

Avrupa 2 bölgesinin 1995 yılı organik atık miktarı 75.764ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Grafiğe göre senaryo sonucunda 2015 yılına kadar AB kotalarının üzerinde kalmış 2015’den sonra ise kotaların altına inebilmiştir. 2013’de yakma tesisi devreye girene kadar düzenli depolamaya giden organik madde oranı kotaların üzerindeyken 2013’de yakma tesisinin %30 hizmet oranıyla devre ye girmesi ile ani düşüş olmuş 2017’de yakma tesisinin hizmet oranı %100’e çıkarak organik madde kotaların altına inebilmiştir.

Avrupa yakası 2 No’lu bölge için gerekli tesisi sayısı farklı bir durum belirtilmedikçe standart olarak yıllık 330 gün çalışan ve 1000 ton/gün kapasite baz alınmıştır. Avrupa 2 bölgesinde komposta ve biyogazifikasyon tesisine gelen atıkların toplam miktarı çalışma süresince günlük 34 ton’dan 47 ton’a çıkmaktadır. Reaktörde kompost tesisine gelen atık miktarı diğer tesislere göre daha yüksek kaldığı için yılın 330 günü çalışan ve 50 ton/gün kapasiteli bir reaktörde kompost tesisin yapılması tercih edilmektedir. Ayrıca yakma tesisine gelen atık miktarı senaryo süresince günlük 130 ton’dan 700 ton’a çıkmıştır. Bu nedenle yakma tesisinin 750 ton/gün kapasitede yapılması yeterli olacaktır. MGT, ayırık atık tesisinin kapasitesi 150 ton/gün karışık atık tesisinin kapasitesi 60 ton/gün alınacaktır. Düzenli depolama kapasitesi arıtma çamuru nedeniyle %10 arttırılmıştır. Tesis için gerekli hacim ($d=0,9 \text{ ton/m}^3$) alınarak bulunmuştur Buna göre senaryo sonucunda Avrupa 2 bölgesinde yakma tesisi devredeyken senaryo süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları şu şekilde olacaktır:

Tablo 8.19 AB uyum senaryosu süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları

Tesisler	2010	2015	2020	2025	2030
Reaktörde kompost tesisi	1	-	-	-	-
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	1	-	-	-	-
AB, Düzenli Depolama Tesisi (m3)	120 bin	640 bin	870 bin	1 milyon	1,4 milyon
MGT,karışık Atık	1	-	-	-	-
MGT, ayrık atık	1	-	-	-	-

Tablodan da görüldüğü düzenli depolama tesisine gelen atık miktarı çok düşük olduğu için Avrupa 2 bölgesine yapılacak bir aktarma tesisi ile atıkların Avrupa yakası 1 No’lu bölge düzenli depolama sahasına gönderilmesi daha fizibil olacaktır. Avrupa yakası 2 No’lu bölge için model tarafından hesaplanan tesis yatırım maliyetlerinde Tablo 8.20’den de görüldüğü gibi en büyük pay yakma tesisine aittir.

Tablo 8.20 AB uyum senaryosunda tesislerin ilk yatırım maliyetleri

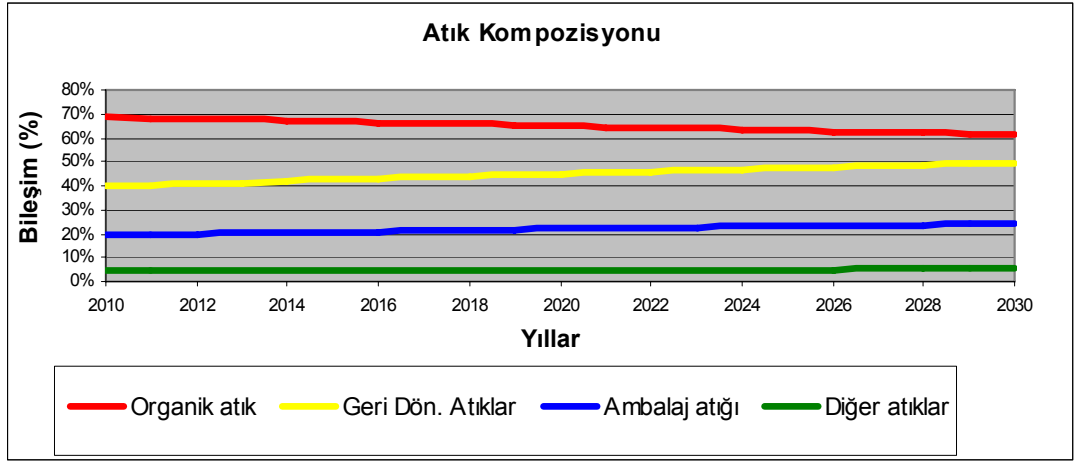
Tesis	İlk yatırım maliyeti (YTL)
MGT,karışık	5.103.000
MFT, ayrık atık	4.538.000
AB düzenli depolama	2.454.000
Yakma	109.830.000
Reaktörde kompost	5.893.000

8.1.3 Revize Uyum Senaryosu 1

Revize edilmiş uyum senaryosu 1’de Anadolu, Avrupa 1 ve Avrupa 2 bölgelerinde oluşan kentsel kat atıklar AB uyum senaryosundan farklı olarak nüfusun %50’sinden karışık ve % 50’den ikili toplanacaktır. Bu şekilde nüfusun %50’sinden karışık toplanan atıklar yakma tesisine, nüfusun geri kalanından 2’li sistemle toplanan atıkların organik kısmı kompost tesisine ambalaj atıkları ise geri kazanım/dönüşüm tesislerine gönderilecektir. Revize uyum senaryosu 1’in her üç bölgede uygulandığı ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

8.1.4 Anadolu Yakası için Revize Uyum Senaryosu 1

Revize edilmiş uyum senaryosu 1’de Anadolu yakasında nüfusun %50’sine ikili toplama %50’sine karışık toplama uygulanacaktır. Atık kompozisyonunun AB uyum senaryosuna gösterdiği benzerlik Şekil 8.29’den görülmektedir.



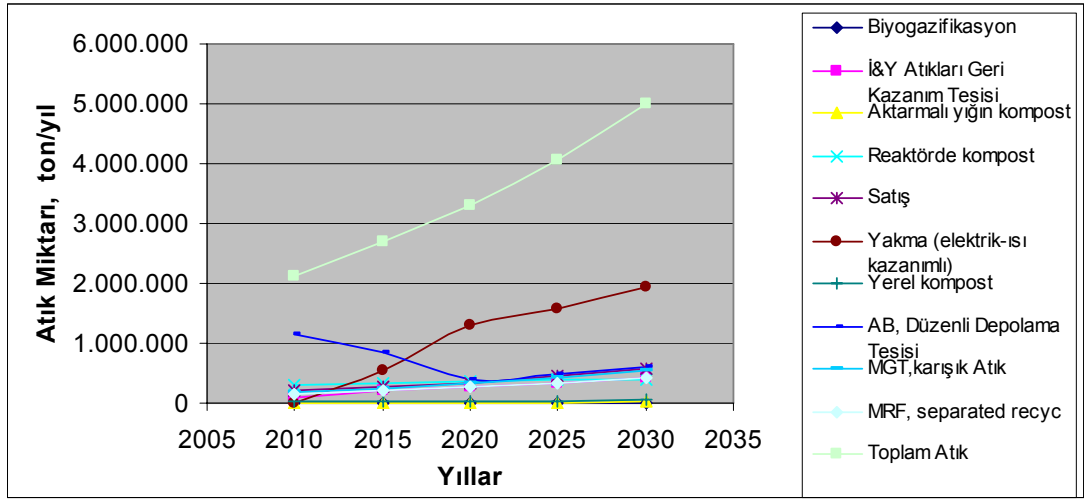
Şekil 8.29 Revize uyum senaryosu 1’de Anadolu yakası için atık kompozisyonu

Alternatif 1 uyum senaryosuna göre Anadolu yakasında oluşan kentsel katı atıkların tesislere gidecek miktarları Tablo 8.21’deki gibi olacaktır.

Tablo 8.21 Revize edilmiş uyum senaryosu 1 göre Anadolu’da tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl)

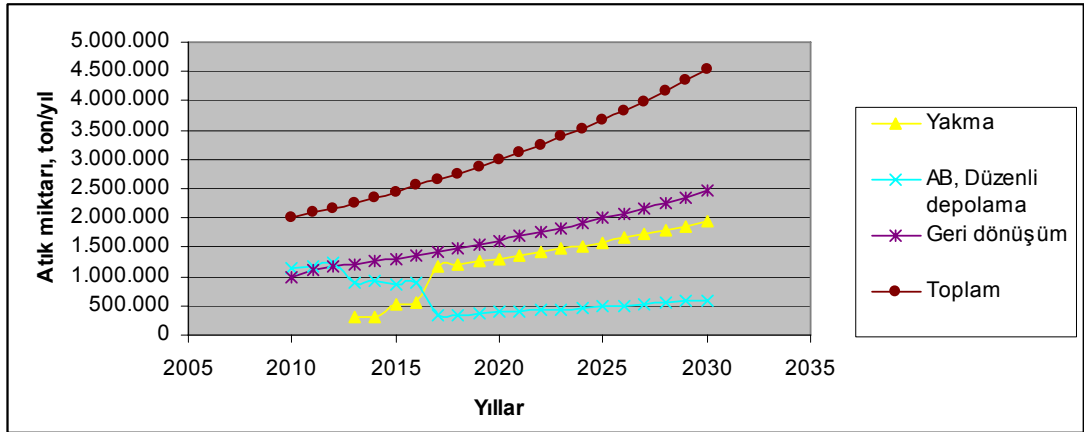
Tesisler	2010	2015	2020	2025	2030
Biyogazifikasyon tesisi	214	541	686	869	1.100
İ&Y Atıkları Geri Kazanım Tesisi	78.840	202.204	259.301	332.520	426.413
Aktarmalı yığın kompost tesisi	5.510	7.148	9.278	12.035	15.595
Reaktörde kompost tesisi	315.126	345.036	371.292	391.290	401.882
Satış	201.138	265.514	343.724	444.595	574.500
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı) tesisi	0	537.160	1.301.437	1.587.685	1.942.673
Yerel kompost	45.180	35.152	34.978	39.495	48.269
AB, Düzenli Depolama Tesisi	1.137.692	859.923	386.096	480.346	596.999
MGT,karışık Atık	190.309	250.777	329.959	429.292	550.466
MGT, ayrık atık	151.950	200.999	263.458	342.235	438.833
Toplam Atık	2.125.959	2.704.455	3.300.209	4.060.360	4.996.730

Yukarıda verilen tablo AB uyum senaryosu ile kıyaslandığında MGT’lere gelen atıkların ikili toplamada hizmet oranının %50’ye çıkarılması ile arttığı görülmektedir. Tesislere gelen atık miktarlarının zaman içindeki değişimi aşağıda verilmiştir. Geri dönüşüm ve geri kazanım merkezlerine ve yakma tesisine gelen miktar artarken düzenli depolama tesisine gelen miktar 2017 yılına kadar ciddi bir düşüş gösterir. 2017’de yakma tesisin %100 hizmet vermesi nedeniyle kapasitesinde ani bir artış vardır. Yakma tesisinin özellikle düzenli depo sahası bulmakta güçlük çeken bölgelerde kolaylık sağlamaktadır. Atık hacminde önemli oranda düşüş gerçekleşmektedir. Yukarıdaki tablodan da görüldüğü gibi düzenli depolamaya gelen miktar mevcut duruma göre %75 oranında azalmıştır.



Şekil 8.30 Revize uyum senaryosu 1'e göre Anadolu'da tesislere gelen atık miktarı dağılımı

Tesisler geliştirilmiş olarak ele alındığında modelden elde edilen sonuçlara genel atık akışı şu şekilde olacaktır:



Şekil 8.31 Revize uyum senaryosu 1'e göre Anadolu'da tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı

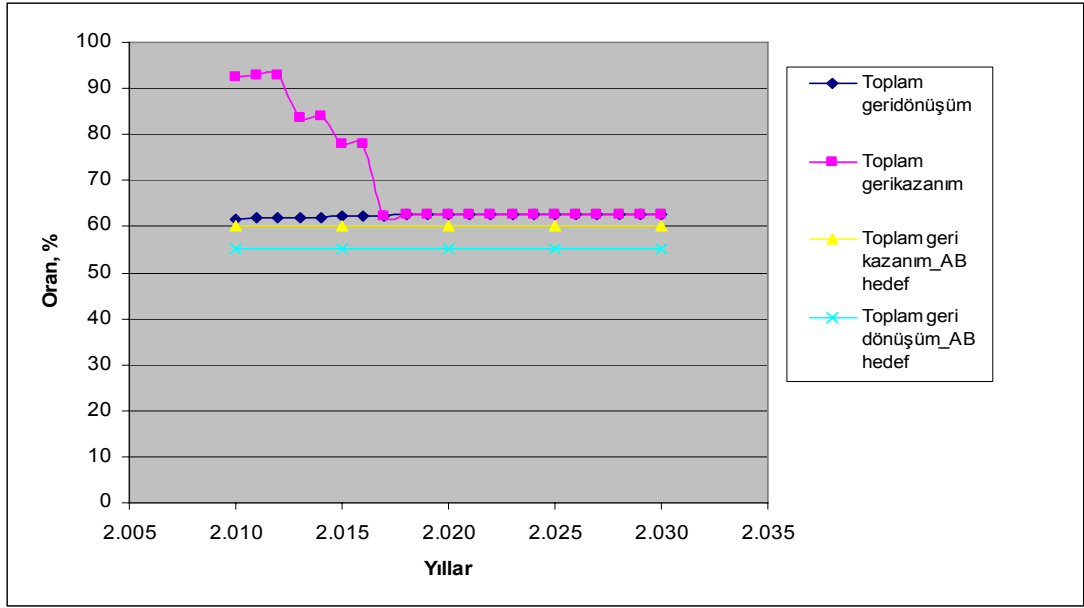
Şekil 8.31'den görüldüğü gibi AB uyum senaryosuna göre geri dönüşüm tesislerine giden atık miktarı ikili toplama hizmet oranının %50'ye çıkması ile önemli derecede artış göstermiş ve yakma tesisine giden atık miktarının üzerinde bir eğilim göstermiştir. Düzenli depolamaya giden atık miktarı AB uyum senaryosuna göre daha da azalmıştır. Özellikle yakma tesisinin 2013 yılında devreye girmesiyle birlikte düzenli depolamaya giden atık miktarında ani düşüşler olmuş ve her iki tesise gelen atık miktarı ters orantılı bir şekilde dağılarak devam etmiştir. Alternatif 1 uyum senaryosunda, Anadolu yakası nüfusunun %50'sine ikili toplama sisteminin uygulanması ile geri kazanımda ulaşılan sonuçlar **Tablo 8.22**'de verilmiştir.

Tablo 8.22 Revize uyum senaryosu 1'e göre Anadolu yakasında ambalaj atıklarında ulaşılan hedefler

Yıllar	Kağıt	Karton	Plastik	Cam	Metal
2010	62	61	55	70	61
2011	62	61	56	70	61
2012	62	61	56	70	61
2013	62	61	56	70	62
2014	62	61	56	70	62
2015	63	61	56	70	62
2016	63	61	56	71	62
2017	63	61	56	71	62
2018	63	61	56	71	62
2019	63	62	56	71	62
2020	63	62	56	71	62
2021	63	62	56	71	62
2022	63	62	56	71	62
2023	63	62	56	71	63
2024	63	62	56	71	63
2025	63	62	56	71	63
2026	63	62	56	71	63
2027	63	62	56	71	63
2028	63	62	56	71	63
2029	63	62	56	71	63
2030	63	62	56	71	63

Cam için senaryo süresince cam için geri kazanım %70'den %71'e çıkarak ulusal ve AB mevzuatları için tam uyum sağlanmıştır. Plastik için geri kazanıma bakıldığında %55'den %56'a varan bir artış olmuştur. AB mevzuatlarında hedef %22,5 olup senaryo sonucunda geri kazanım yüksek ölçüde sağlanırken ulusal mevzuat hedeflerinde uyum ancak %96 oranında gerçekleşmiştir. Metal için %61'den %63'e çıkan senaryo sonuçları ulusal mevzuat hedeflerini ve AB hedeflerinin senaryo süresince korunduğunu göstermektedir. Kâğıt için geri kazanım %62'den %63 çıkmış olup her iki mevzuatın hedefleri ile uyum içinde kalmıştır.

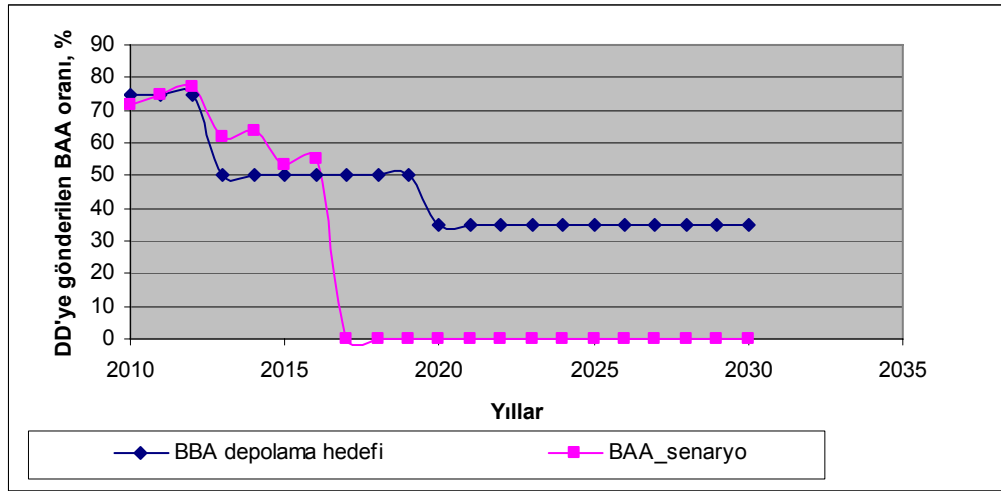
Karton'da ise senaryo sonucunda %62'ye varan bir geri kazanım sağlanmış olup AB ve ulusal mevzuat hedefleri büyük ölçüde sağlanmıştır. Senaryo süresince toplam geri kazanım %93'den %63'e inerken ve geri dönüşüm oranı %61'den %63'e çıkmıştır. AB mevzuatında toplam geri kazanım %60, toplam geri dönüşüm ise %55 seviyesindedir. Buna göre yakma tesisine rağmen Alternatif 1 uyum senaryosu ile mevzuat hedeflerine uyum sağlanmıştır.



Şekil 8.32 Revize uyum senaryosu 1'e göre Anadolu yakasında toplam geri kazanım ve geri dönüşüm

Sonuç olarak, İstanbul Anadolu yakasına %50 ikili toplama ve %50 yakma ağırlıklı senaryo uygulandığında Türk mevzuatında geçen hedefler plastik haricinde tam olarak sağlanmıştır. Plastik için geri kazanımda uyum ise %93 oranında sağlanmıştır. AB ambalaj atığı direktifine göre her bir ambalaj parametresi için uyum sağlanmıştır. Ayrıca AB uyum senaryosu ile karşılaştırıldığında toplam geri kazanım ve toplam geri dönüşüm için sağlanan uyum yakma tesisinin devrede olduğu dönemlerde de uyumun bozulmasına sebep olmamıştır.

AB düzenli depolama direktiflerinde düzenli depolama sahasına gönderilen atığın organik kısmı için kotalar getirilmiştir. Kotalar daha öncede belirtildiği gibi 1995 yılında üretilen atığın biyolojik olarak parçalanabilen kısmı baz alınarak 2010 yılında %75, 2013'de %50 ve 2020'de ise %35'i kadar organik atık depolanması sınırını getirmiştir. EHCIP projesi İstanbul-İzmir için alınan değerler alınarak yapılan hesaplarda daha önce de belirtildiği gibi 860.700 ton /yıl modele girilmiştir. Model bu aşamada 1995 yılı organik atık miktarı girildikten sonra toplama sistemine bağlı olarak düzeli depolamaya gidecek atık yüzdesini aşağıdaki grafikte gösterildiği gibi hesaplamıştır.



Şekil 8.33 Revize Uyum Senaryosu 1 Anadolu’da BAA hedefleri

Grafiğe göre senaryo sonucu ikili toplama %50’ye çıkarıldığında dahi ancak 2010 ve 2011 yıllarında uyumu koruyabilmiş 2013’te %77’e varan oran ile uyum bozulmuştur. Fakat 2013’te devreye giren yakma tesisi ile uyum yeniden yakalanmış ve ilerleyen yıllarda uyum tam olarak sağlanmıştır. Buradan anlaşılmaktadır ki yakma tesisi devrede olmadığı zaman AB direktifi ile uyum uzun vadede sağlanmamaktadır. Yakma tesisinin hizmet verdiği nüfus yüzdesinde yapılacak optimizasyon ile düzenli depolama kotaları sağlanırken yakmaya gönderilecek atık miktarı optimumda tutulmalıdır.

Revize uyum senaryosu 1’e göre Anadolu yakası için gerekli tesis tipleri ve proje süresince tesislere gelecek atık miktarları EK’de verilmiştir.

Revize edilmiş uyum senaryosu 1 göre gerekli tesisi sayısı hesaplanırken farklı bir durum söz konusu olmadıkça standart olarak yıllık 330 gün çalışan ve 1000 ton/gün kapasite baz alınmıştır. Anadolu yakasında mevcut bir kompost tesisi olmadığı için yeni yapılacak tesisin aktarmalı yığın kompost tipinde olması maliyet açısından da daha düşük olacağı için öncelikli olarak tercih edilmiştir. Biyogazifikasyon tesisine günlük 1000 ton’un altında atık geldiği için buraya gelen atıklar aktarmalı yığın komposta yönlendirilmiştir. Aynı şekilde rektörde komposta gelen atık miktarı da aktarmalı yığın kompost tesisine gönderilmiştir. Düzenli depolama tesisine gelen atık miktarı arıtma tesislerinden gelecek çamur göz önünde bulundurularak %10 arttırılmıştır. Buna göre senaryo sonucunda Anadolu yakasında yakma tesisi devredeyken senaryo süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları Tablo 8.23’de verilmiştir.

Tablo 8.23 Revize edilmiş uyum senaryosu 1 süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları,(adet)

Tesisler	2010	2015	2020	2025	2030
Aktarmalı yığın kompost tesisi	1	-	1	-	-
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	-	2	2	1	1
AB, Düzenli Depolama Tesisi (m3)	1,2 milyon	6,7 milyon	9,7 milyon	12,8 milyon	16,7 milyon
MGT,karışık Atık	1	-	-	1	-
MGT, ayrık atık	1	-	-	1	-

Tablodan da görüldüğü gibi yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları verilmekte olup yakma tesisinde 2030'a kadar toplam 6 adet tesis devreye girmesi gerekmektedir. Model tarafından yapılan tesis yatırım maliyetlerinde tablodan da görüldüğü gibi en büyük pay yakma tesisine aittir.

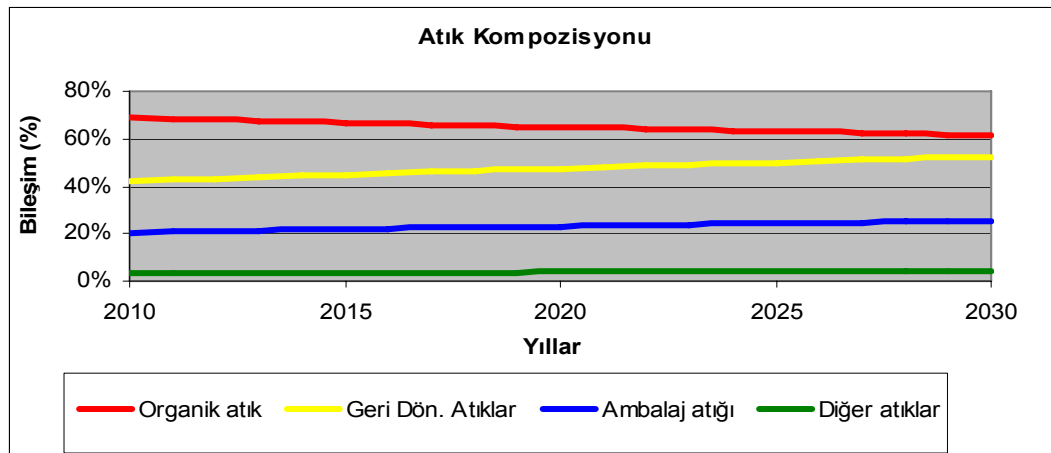
Tablo 8.24 Revize uyum senaryosu 1'de Anadolu yakasında tesislerin ilk yatırım maliyetleri

Tesis	İlk yatırım maliyeti (YTL)
MGT,karışık	11.451.000
MGT,ayrık	15.506.000
AB düzenli depolama	9.153.000
Yakma	660.007.000
Aktarmalı yığın kompost	33.962.000

RDF sistemine geçilmesi ilk yatırım maliyetinin yanı sıra ek yakıt maliyetinde önemli derecede tasarruf edilmiş olacaktır.

8.1.4.1 Avrupa Yakası 1 No'lu bölge için Revize Uyum Senaryosu 1

Avrupa 1 bölgesinde atık karakterizasyonunun durumu organik madde içeriğinden azalan ambalaj atığı açısından artan bir eğilimdedir.



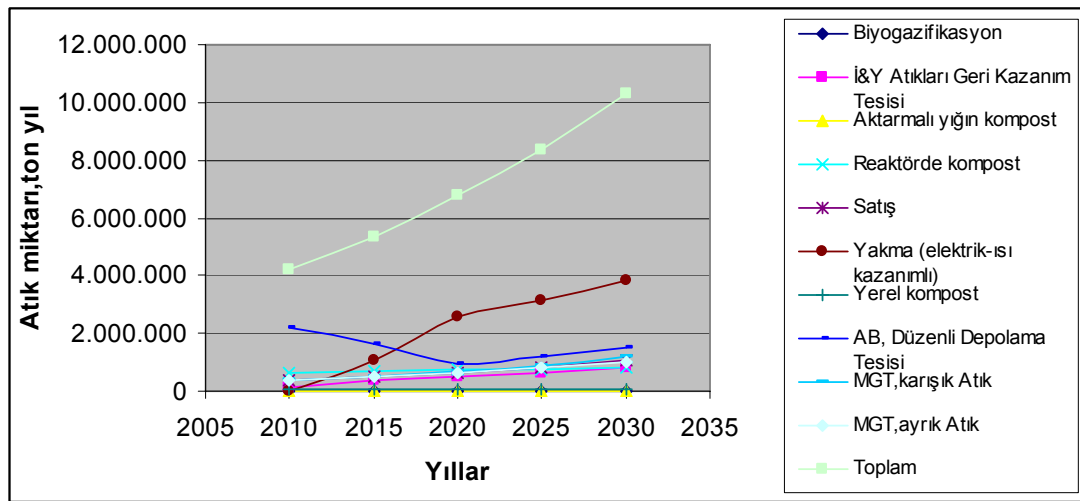
Şekil 8.34 Avrupa yakası 1 No'lu bölge Revize uyum senaryosu 1 atık kompozisyonu

Avrupa 1 bölgesinde kentsel katı atıklar Revize uyum senaryosu 1'e göre tesislere Tablo 8.25 deki gibi dağıtılacaktır.

Tablo 8.25 Revize uyum senaryosu 1 Avrupa 1'de tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl)

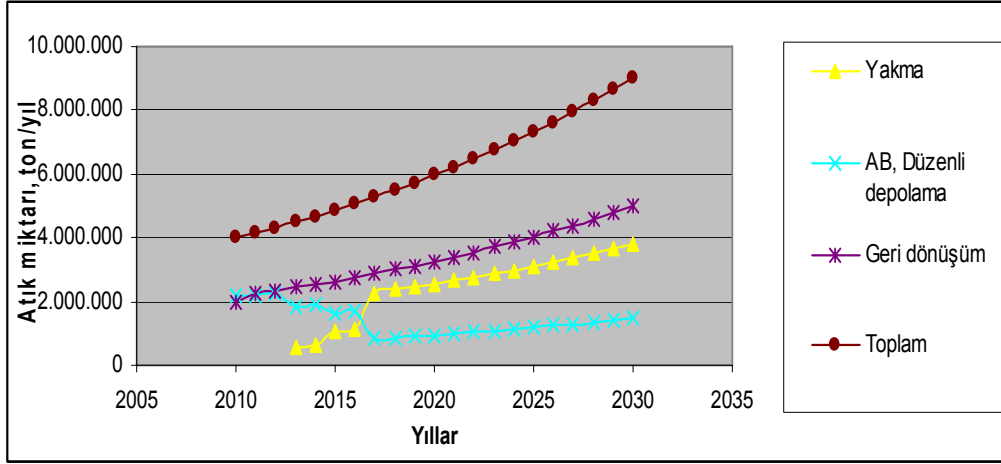
Tesisler	2010	2015	2020	2025	2030
Biyogazifikasyon	396	1.003	1.271	1.609	2.038
İ&Y Atıkları Geri Kazanım Tesisi	146.088	374.678	480.476	616.148	790.130
Aktarmalı yığın kompost	11.542	14.735	18.832	24.075	30.773
Reaktörde kompost	620.879	680.827	733.882	774.918	797.672
Satış	375.195	495.322	641.231	829.410	1.071.698
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	0	1.054.115	2.552.774	3.113.394	3.808.145
Yerel kompost	90.630	69.949	68.929	77.133	93.608
AB, Düzenli Depolama Tesisi	2.216.498	1.651.626	948.637	1.190.998	1.489.784
MGT,karışık Atık	402.213	530.006	697.359	907.287	1.163.382
MGT,ayrık Atık	356.508	471.637	618.133	802.937	1.029.573
Toplam	4.219.949	5.343.898	6.761.523	8.337.910	10.276.802

Tesislere gelen atık miktarlarının zaman içindeki değişimi aşağıda verilmiştir. Geri dönüşüm ve geri kazanım merkezlerine ve yakma tesisine giden miktar zamanla artarken düzenli depolama tesisine giden miktar giderek düşmekte ve 2015 yılında maddesel geri kazanım tesislerine (MGT) giden atık miktarının artmasıyla düzenli depolamaya giden atık miktarındaki düşüş daha fazla olmaktadır. 2017'de yakma tesisinin hizmet oranının %100 çıkması düzenli depolamaya giden atık miktarı en aza inmiştir. 2017'den sonra ise düzenli depolamaya sadece diğer tesislerden çıkan atıklar gelmiştir. Bu nedenle düzenli depolamaya giden atık miktarı 2017'den sonra yavaş artış göstermiştir. Mevcut durum senaryosu ile karşılaştırıldığında ise düzenli depolamaya giden miktar %73 oranında azalmıştır.



Şekil 8.35 Revize uyum senaryosu 1 göre Avrupa 1'de tesislere gelen atık miktarı dağılımı

Modelden elde edilen sonuçlara göre genel olarak tesislere giden kentsel katı atık dağılımı **Şekil 8.36**'da verilmiştir.



Şekil 8.36 Revize uyum senaryosu 1'e göre Avrupa 1'de tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı

Geri dönüştürülebilir atıklar AB uyum senaryosunda ve mevcut durum senaryosunda düzenli depolama ya giden atık miktarının altında bir eğilim izlerken Revize Uyum Senaryosu 1'de diğer iki tesisin üzerinde bir eğilim izlemiştir. Yine bu grafikte de yakma tesisi ve düzenli depolama tesisi gelen atık miktarı ters orantılı olarak dağılım göstermektedir.

Avrupa 1 bölgesinde Revize uyum senaryosu 1'in uygulanması sonucu ambalaj atıklarında yakalanan oranlar Tablo 8.26'de verilmiştir.

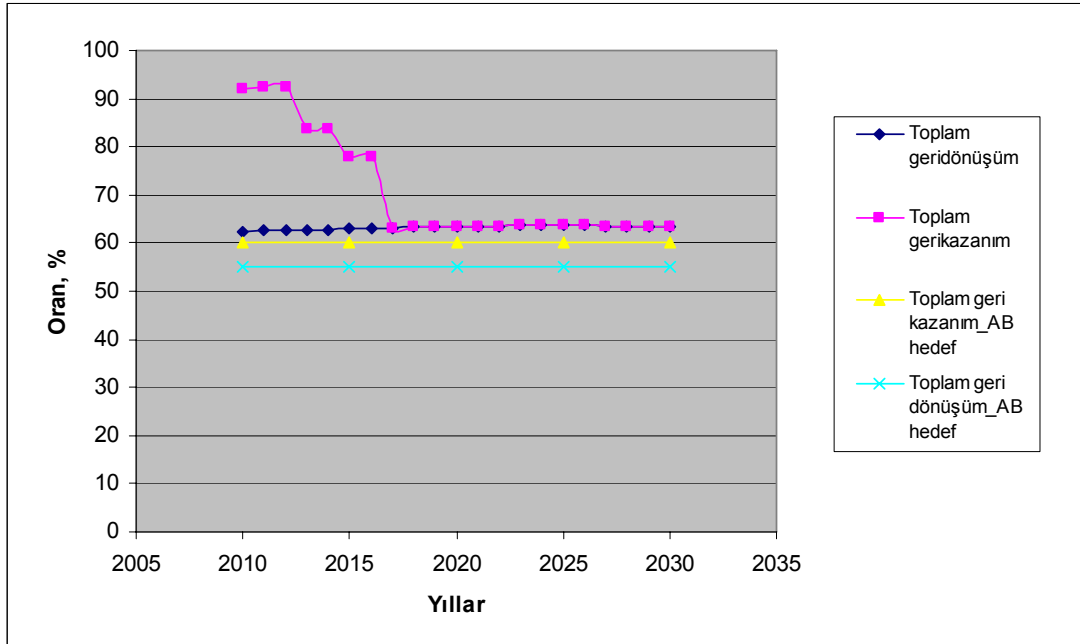
Tablo 8.26 Alternatif 1 uyum senaryosuna göre Anadolu yakasında ambalaj atıklarında ulaşılan hedefler

Yıllar	Kağıt	Karton	Plastik	Cam	Metal
2010	62	62	56	70	62
2011	62	62	57	70	62
2012	62	62	57	70	62
2013	63	62	57	70	62
2014	63	62	57	71	62
2015	63	62	57	71	63
2016	63	62	57	71	63
2017	63	62	57	71	63
2018	63	62	57	71	63
2019	63	62	57	71	63
2020	63	62	57	72	63
2021	63	62	57	72	63
2022	63	62	57	72	63
2023	64	62	58	72	63
2024	63	62	58	72	63
2025	63	62	57	72	63
2026	63	62	57	72	64
2027	63	62	57	72	64
2028	63	62	57	72	64
2029	63	62	57	72	64
2030	63	62	57	72	64

Avrupa 1 bölgesinde cam için %70'den %72'ye varan geri kazanım ile AB direktifi ve ulusal mevzuatla uyum tam olarak sağlanmıştır. Plastik içi geri kazanım oranına bakıldığında %57'ye varan geri kazanım oranı AB direktifleri için yeterli düzeyde olurken ulusal mevzuatta 2019'dan itibaren uyumun devamlılığı sağlanamamıştır. Bu noktada nüfusun %50'sine uygulanan ikili toplama sisteminin zaman içerisinde plastik için yetersiz kaldığını görmekteyiz. Metalde ise geri kazanımın %62'den %64'e çıkmakta olup AB direktif hedefi (%50) ve ulusal mevzuat hedefi 2010 yılından itibaren tam olarak sağlanmıştır. İkili toplamının ağırlıklı olarak uygulanması sonucu kağıt için geri kazanım oranında (%62) her iki mevzuat sistemi ile uyum korunmuştur. Kartonda da geri kazanım oranı kağıtta olduğu %62 seviyelerine ulaşmış ve mevzuat hedefleri ile uyum korunmuştur.

AB mevzuatları açısından bakıldığında toplam geri kazanımda %92 ile yakalanan hedef yakma tesisinin 2013'te devreye girmesiyle %84'e düşmüş ve zaman içerisinde yakma tesisinin hizmet oranının artmasıyla geri kazanım oranı düşüş göstermiştir. Ancak 2017'de %63'e inen oran AB hedeflerinin üzerinde bir seyir izlemeye devam etmiş ve uyumun sürekliliği sağlamıştır. Öte yanda toplam geri

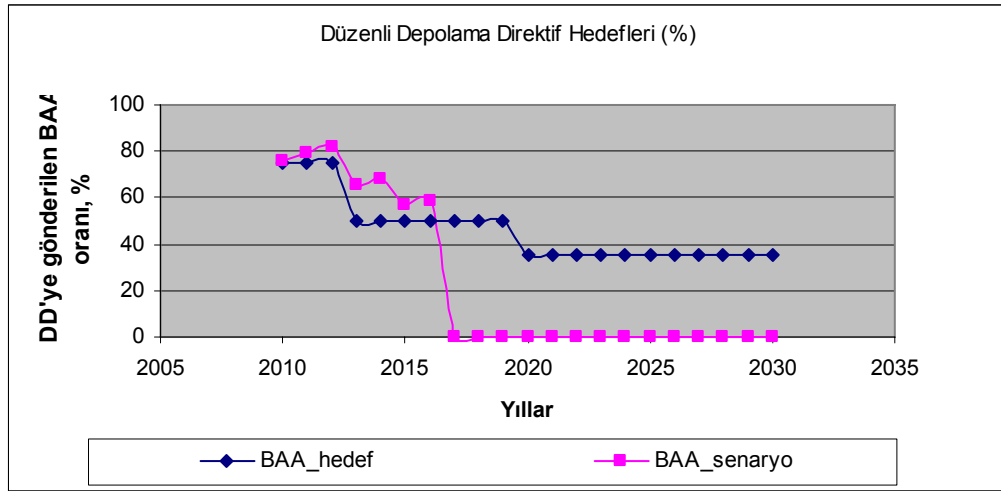
dönüşüm oranına bakıldığında mevzuat hedeflerinin üzerinde bir seyir izleyerek uyumu korumuştur.



Şekil 8.37 Revize uyum senaryosu 1,Avrupa 1’de toplam geri dönüşüm ve geri kazanım

Sonuç olarak, İstanbul Avrupa 1 bölgesine %80 yakma ağırlıklı senaryo uygulandığında ulusal mevzuata göre cam ve kartonun geri dönüşümde hedefler %96 sağlanabilmektedir. AB Ambalaj Atıkları Direktifine göre ise metal ve plastik dışında diğer atık bileşenlerinin hedefleri sağlanamamaktadır. Fakat cam ve karton hedefleri %96 oranında, kağıtta %88 oranında uyum sağlanmaktadır. Bu bölgedeki senaryo yönetiminde toplam geri dönüşüm oranı AB direktifi ile %96 oranında uyum sağlarken toplam geri kazanım oranı ancak 2017’ye kadar sağlanabilmektedir. 2017’den sonra yakma tesisinin tam kapasite hizmet vermesiyle uyum %90 oranında sağlanmaktadır. Buradan da yakma tesisinin ambalaj atıklarının geri kazanım üzerindeki etkisi görülmektedir.

AB düzenli depolama direktiflerinde düzenli depolama sahasına gönderilen atığın organik kısmı için kotalar getirilmiştir. Avrupa yakası 1 No’lu bölge için önceden de verilmiş olan BAA atık miktarı 1.604.600 ton/yıl’dır. Model bu aşamada 1995 yılı organik atık miktarı girildikten sonra düzenli depolamaya gönderilen atık yüzdesini hesaplamıştır. Elde edilen sonuçlar **Şekil 8.38**’de verilmiştir.



Şekil 8.38 Revize Uyum Senaryosu 1, Avrupa 1’de BAA hedefleri

Şekil 8.38’e göre 2010 yılında %76 BAA oranıyla 2010’da %75 olan AB hedefi kısmen ancak 2013’de %50 olan hedef senaryo sonucunun %66’ya ulaşmasıyla yakalanamamıştır. Ancak 2016’dan sonra KKA’ların yakma tesisine yönlendirilmesiyle hedefler sağlanabilmiştir. AB uyum ve Revize Uyum Senaryosu 1’de de görüldüğü gibi AB düzenli depolama hedefleri ile uyum ikili toplama %20’den %50’ çıkarıldığında dahi yetersiz kalmaktadır. Bu durum İstanbul’da kentsel katı atığın organik madde içeriğinin çok yüksek olduğunu göstermektedir.

Avrupa yakası 1 No’lu bölge için gerekli tesisi sayısı hesaplanırken farklı bir durum söz konusu olmadıkça standart olarak yıllık 330 gün çalışan ve 1000 ton/gün kapasite baz alınmıştır. Biyogazifikasyon tesisine günlük 1000 ton’un altında atık geldiği için buraya gelen atıklar aktarmalı yığın kompost tesisine yönlendirilmiştir. Avrupa yakası Odayeri’nde bulunan rektörde kompost tesisine faaliyetine devam ederken gelen atık miktarına göre tesisi kapasitesi arttırılacaktır. Bundan dolayı aktarmalı yığın komposta gelen atık miktarı rektörde komposta yönlendirilecektir. Düzenli depolama tesisine gelen atık miktarı arıtma çamurları nedeniyle %10 arttırılmıştır. Buna göre senaryo sonucunda Avrupa 1 bölgesinde yakma tesisi devredeyken senaryo süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları Tablo 8.27’deki gibi olacaktır.

Avrupa yakası 1 No’lu bölge için gerekli tesis tipleri ve proje süresince tesislere gelecek atık miktarları EK’de verilmiştir.

Tablo 8.27 Revize uyum senaryosu 1, Avrupa 1’de işletmeye alınacak tesis sayıları

Tesisler	2010	2015	2020	2025	2030
Reaktörde kompost tesisi	2	1	-	-	-
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	-	4	4	2	2
AB, Düzenli Depolama Tesisi (m3)	2,7 milyon	14,7 milyon	21,1 milyon	27,8 milyon	36,1 milyon
MGT,karışık Atık	2	-	1	-	1
MGT, ayrık atık	1	1	-	1	1

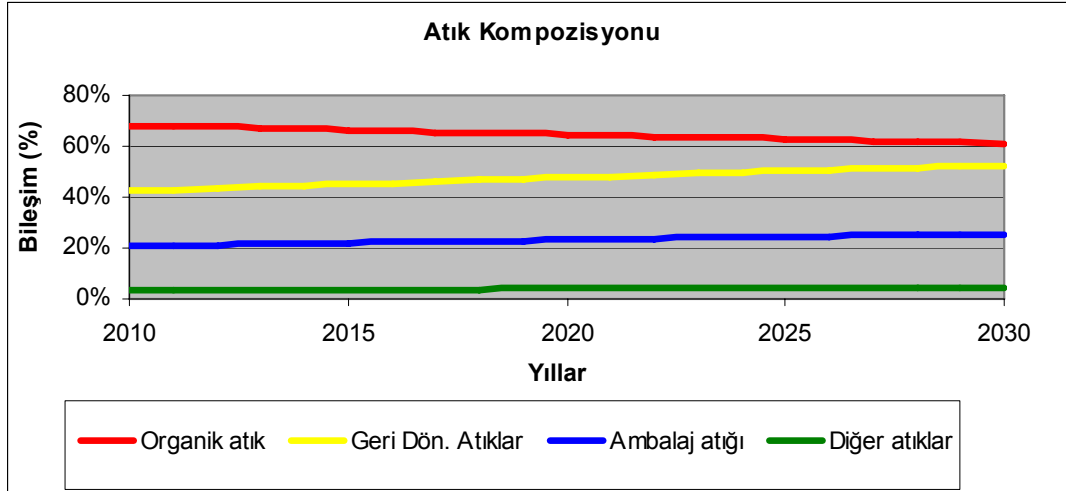
Tablodan da görüldüğü gibi yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları verilmekte mevcut kompost tesisi ihtiyacı karşılayabilecek kapasitede olup yakma tesisinde 2030’a kadar toplam 15 adet tesis devreye girmesi gerekmektedir.

Tablo 8.28 Revize uyum senaryosu 1, Avrupa 1’de tesislerin ilk yatırım maliyetleri

Tesis	İlk yatırım maliyeti (YTL)
MGT,karışık	19.163.000
MGT, ayrık	24.544.000
AB düzenli depolama	14.585.000
Yakma	1.309.302.000
Reaktörde kompost	48.604.000

8.1.4.2 Avrupa yakası 2 No’lu bölge için Revize uyum senaryosu 1

Avrupa 2 bölgesinde atık karakterizasyonu senaryo süresince kişi başı gelir düzeyi göstergesi olan GSYİH ve enflasyon değerlerine bağlı olarak Şekil 8.39’deki gibi olacaktır.



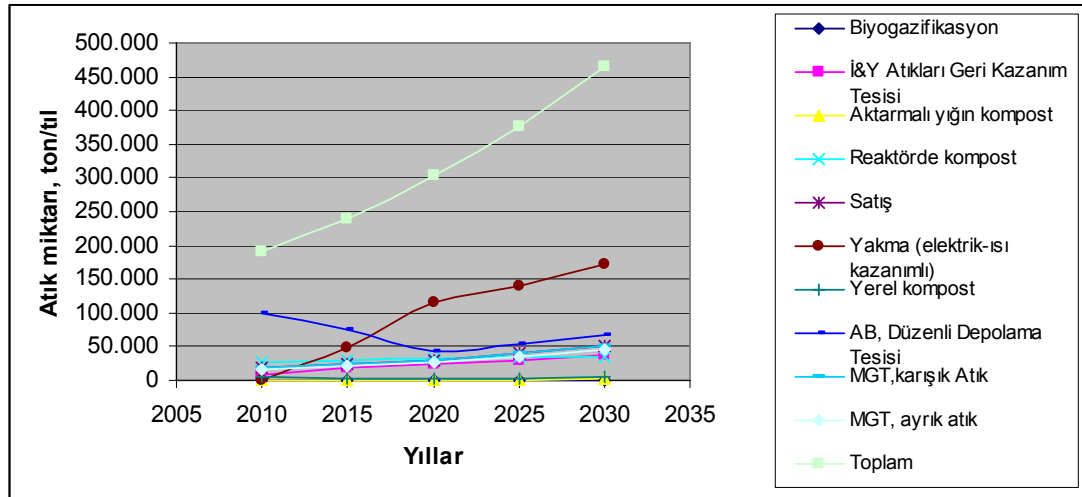
Şekil 8.39 Avrupa yakası 2 No’lu bölge Revize uyum senaryosu 1 atık kompozisyonu

Avrupa 2 bölgesinde Revize edilmiş uyum senaryosu 1 sonucunda tesislere gelen atık miktarı ayrıntılı olarak Tablo 8.29’daki gibi olacaktır.

Tablo 8.29 Revize Uyum senaryosu 1, Avrupa 2 bölgesinde tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl)

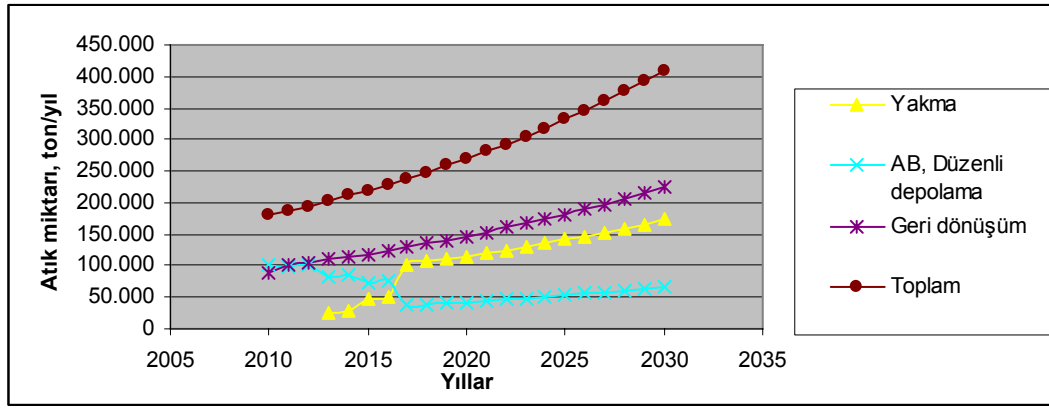
Tesisler	2010	2015	2020	2025	2030
Biyogazifikasyon	19	48	60	76	97
İ&Y Atıkları Geri Kazanım Tesisi	6.955	17.838	22.875	29.335	37.618
Aktarmalı yığın kompost	540	691	885	1.134	1.452
Reaktörde kompost	27.055	29.667	31.979	33.767	34.758
Satış	17.844	23.558	30.498	39.449	50.974
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	0	47.537	115.404	141.072	172.945
Yerel kompost	4.036	3.162	3.154	3.559	4.339
AB, Düzenli Depolama Tesisi	100.037	74.318	42.608	53.537	67.031
MGT, karışık Atık	17.526	23.095	30.387	39.535	50.694
MGT, ayırık atık	15.535	20.552	26.935	34.988	44.863
Toplam	189.547	240.465	304.785	376.452	464.772

Yukarıdaki tabloya göre verilen Şekil 8.40’de tesislere gelen atık miktarı ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Tesislere gelen atık miktarlarının zaman içindeki değişimi diğer bölgelerde olduğu düzenli depolama tesisine giden miktar MGT’ler ve yakma tesisinin devreye girmesiyle hızla azalmaktadır. 2017’den sonra ise düzenli depolamaya sadece diğer tesislerden çıkan atıklar gelmiştir. Bu nedenle düzenli depolamada 2017’den sonraki artış daha yavaş bir seyir izlemiştir. Mevcut durum senaryosu ile karşılaştırıldığında düzenli depolama tesisine gelecek atık miktarı %74 oranında azalmıştır.



Şekil 8.40 Revize uyum senaryosu 1’e göre Avrupa 2’de tesislere gelen atık miktarı dağılımı

Genel olarak tesis tipleri ele alındığında kentsel atıkların bertarafında tesislere giden atık miktarı şu şekilde olacaktır:



Şekil 8.41 Revize uyum senaryosu 1 göre Avrupa 2’de tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı

Avrupa 1 bölgesine büyük oranda benzerlik gösteren Avrupa 2 bölgesinde maddesel geri kazanım tesislerine giden miktar diğer bertaraf yöntemlerine en fazla payı almıştır. İlerleyen kısımlarda görüleceği gibi bu durum ambalaj atıklarının geri kazanımda mevzuatlarla uyumun sağlanmasını kolaylaştıracaktır.

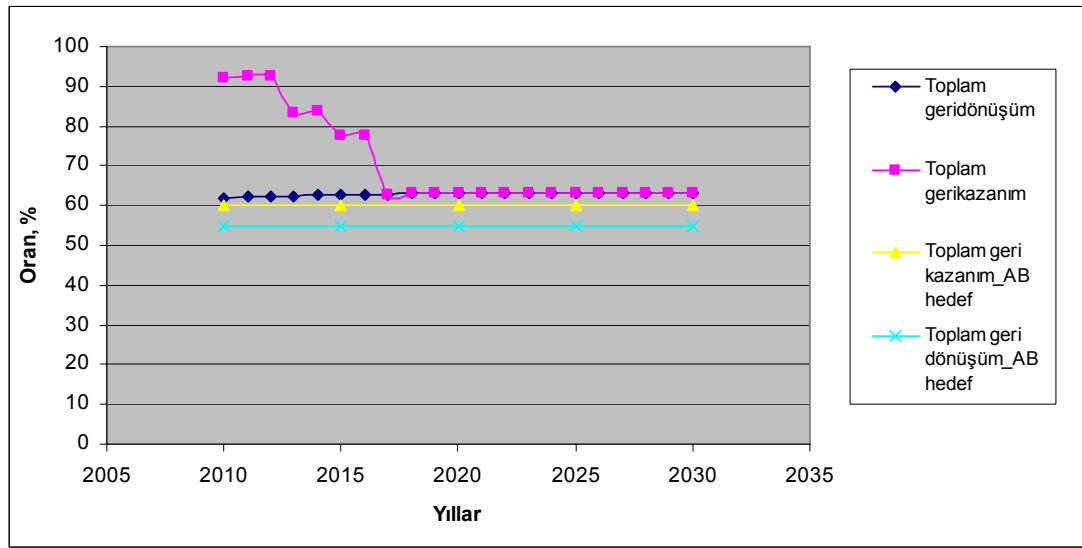
Tablo 8.30 Revize uyum senaryosu 1 göre Avrupa 2 bölgesinde ambalaj atıklarında ulaşılan hedefler

Yıllar	Kağıt	Karton	Plastik	Cam	Metal
2010	62	61	56	70	62
2011	62	61	56	70	62
2012	62	61	56	70	62
2013	62	62	56	70	62
2014	63	62	56	70	62
2015	63	62	56	71	62
2016	63	62	57	71	63
2017	63	62	57	71	63
2018	63	62	57	71	63
2019	63	62	57	71	63
2020	63	62	57	71	63
2021	63	62	57	72	63
2022	63	62	57	72	63
2023	63	62	57	72	63
2024	63	62	57	72	63
2025	63	62	57	72	63
2026	63	62	57	72	63
2027	63	62	57	72	63
2028	63	62	57	72	63
2029	63	62	57	72	63
2030	63	62	57	72	64

Revize uyum senaryosu 1’e göre cam için geri kazanım %70’den %72’ye çıkarak hedeflerle uyum sağlanmıştır. Plastik için geri kazanıma bakıldığında %56’dan %57’ye varan geri kazanım oranı %22,5 olan AB hedefleri sağlanırken ulusal

mevzuatla uyum ancak %95 oranında sağlanmıştır. Metal için geri kazanım oranı %64'e ulaşarak her iki mevzuata uyum sağlanmıştır. Kağıt için geri kazanım oranı %63 ile her iki mevzuat açısından senaryo süresince uyumu korumuştur. Avrupa 2 bölgesinde karton için geri kazanım oranı %62'ye ulaşarak uyumu sağlamıştır.

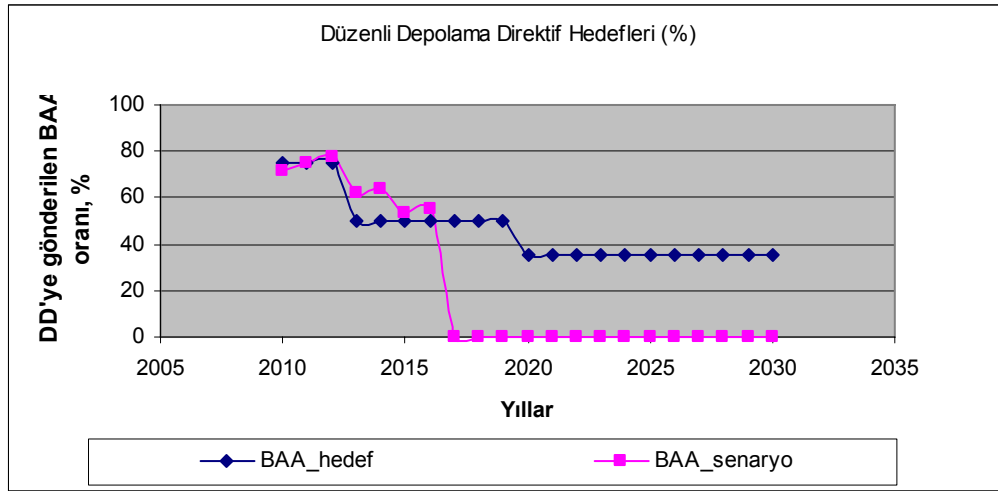
AB ambalaj atığı direktiflerinde toplam geri kazanım ve geri dönüşüm oranı sırasıyla %60 ve %55 olup senaryo süresince toplam geri kazanım ve geri dönüşüm %63 seviyesinde kalarak (Şekil 8.42) uyum korunmuştur. Toplam geri kazanımda yakma tesisinden kaynaklanan düşüşler olsa da uyum senaryo süresince devam etmiştir.



Şekil 8.42 Revize uyum Senaryosu 1, Avrupa 2’de toplam geri kazanım ve geri dönüşüm

Sonuç olarak, İstanbul ili Avrupa 2 bölgesine ağırlıklı olarak ikili toplamının uygulanması sonucunda cam, metal, kağıt ve kartonda geri kazanım hedefleri tam olarak sağlanırken plastikte hedef %95 oranında gerçekleştirilmektedir. Toplam geri kazanım ve dönüşümde de yakma tesisinden kaynaklanan sapmalar rağmen hedeflerle uyum korunabilmiştir.

Avrupa 2 bölgesinin 1995 yılı organik atık miktarı 75.764ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Biyolojik olarak ayrışan atıkların 1995 yılındaki atık miktarı baz alınarak getirilen AB hedeflerinde 2010 yılında %75 olan hedef 2011’e kadar sağlanmıştır. 2012’den itibaren hedeflerin üzerinde bir seyir izlerken 2017’de yakma tesisinin tam kapasite devreye girmesiyle ancak 2017’den sonra uyum yakalanmıştır.



Şekil 8.43 Revize Uyum Senaryosu 1, Avrupa 2’de BAA hedefleri

Avrupa yakası 2 No’lu bölge için gerekli tesisi sayısı farklı bir durum belirtilmedikçe standart olarak yıllık 330 gün çalışan ve 1000 ton/gün kapasite baz alınmıştır. Avrupa 2 bölgesinde komposta ve biyogazifikasyon tesisine gelen atıkların toplam miktarı çalışma süresince günlük 19 ton’dan 97 ton’a çıkmaktadır. Reaktörde kompost tesisine gelen atık miktarı diğer tesislere göre daha yüksek kaldığı için yılın 330 günü çalışan ve 100 ton/gün kapasiteli bir reaktörde kompost tesisin yapılması tercih edilmektedir. Ayrıca yakma tesisine gelen atık miktarı senaryo süresince günlük 100 ton’dan 500 ton’a çıkmıştır. Bu nedenle yakma tesisinin 500 ton/gün kapasitede yapılması yeterli olacaktır. MGT, ayrık atık tesisinin kapasitesi 100 ton/gün karışık atık tesisinin kapasitesi 100 ton/gün alınacaktır. Düzenli depolama tesisine gelen atık miktarı %10 arttırılmıştır. Buna göre senaryo sonucunda Avrupa 2 bölgesinde yakma tesisi devredeyken senaryo süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları şu şekilde olacaktır:

Tablo 8.31 Alternatif 1 uyum senaryosu süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları

Tesisler	2010	2015	2020	2025	2030
Reaktörde kompost tesisi	1	-	-	-	1
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	1	-	-	-	-
AB, Düzenli Depolama Tesisi (m3)	120 bin	660 bin	950 bin	1,2milyon	1,6 milyon
MGT, karışık Atık	1	-	-	1	-
MGT, ayrık atık	1	-	-	-	1

Avrupa yakası 2 No’lu bölge için model tarafından hesaplanan tesis yatırım maliyetlerinde tablodan da görüldüğü gibi en büyük pay yakma tesisine aittir.

Tablo 8.32 Revize uyum senaryosu 1, Avrupa 2’de tesislerin ilk yatırım maliyetleri

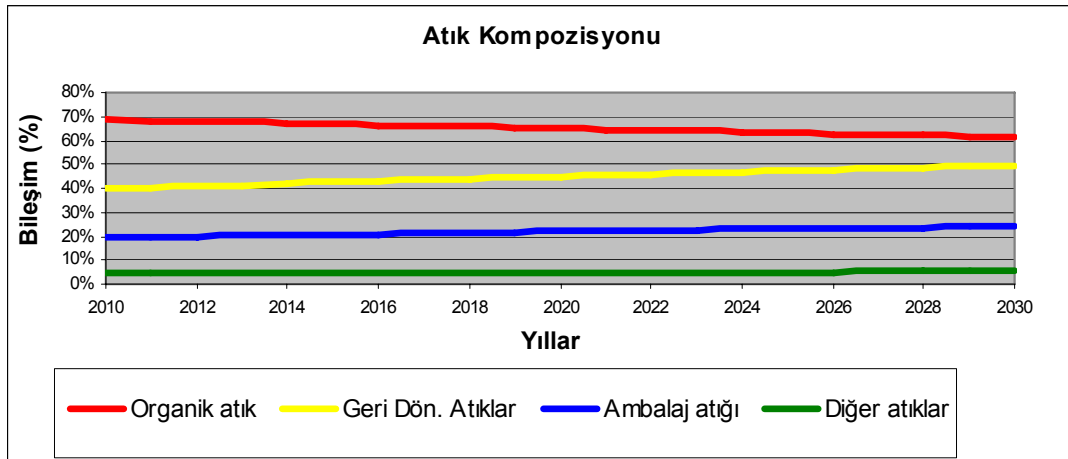
Tesis	İlk yatırım maliyeti (YTL)
MGT,karışık	5.234.000
MGT, ayrık	4.538.000
AB düzenli depolama	2.338.000
Yakma	111.958.000
Reaktörde kompost	6.065.000

8.1.5 Revize Uyum Senaryosu 2

Revize uyum senaryosu 2 diğer iki senaryo arasında geçiş niteliğinde olup nüfusun %30’una ikili toplama ve kalan %70’lik kısmına karışık toplama uygulanmıştır. Böylelikle AB uyum senaryosu ile Revize uyum senaryosu 1 arasında bir uygulamanın hedeflerle sağlayacağı uyum değerlendirilmiştir. Toplanan karışık atıklar 2013’e kadar doğrudan düzenli depolamaya gönderilirken 2013 yılında yakma tesisinin %30 oranında devreye girmiş ve 2017’de tam kapasite çalışmaya devam ederek düzenli depolamaya gelecek atıkların yakma tesisine yönlendirilmiştir. İkili toplama sistemi ATM ve atık kumbaraları ile kaynağında ayrı toplama sistemi şeklinde uygulanmıştır. Toplanan ambalaj atıklarının bertarafı için de MGT’ler devreye alınmıştır. Ayrı toplanan organik atıklar farklı tipteki kompost tesislerine yönlendirilmiştir.

8.1.5.1 Anadolu yakası için Revize uyum senaryosu 2

Kısaca ele alındığında atık kompozisyonu senaryo süresince önceki senaryolarda olduğu gibi bir seyir izlemiştir.



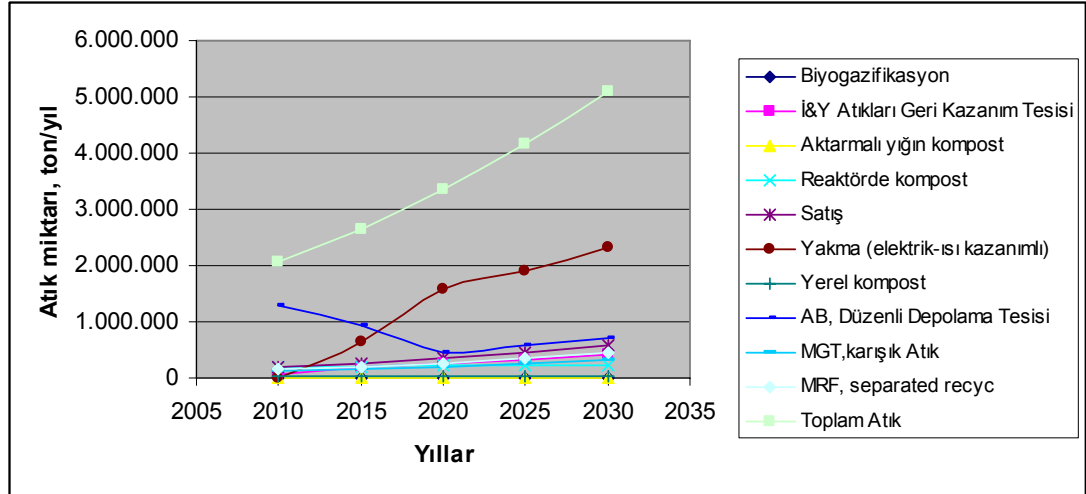
Şekil 8.44 Anadolu yakası Revize uyum senaryosu 2 atık kompozisyonu

Revize uyum senaryosu 2 sonucunda Anadolu yakasında gerekli olan tesis tipleri ve tesislere senaryo süresince gelecek atık miktarı Tablo 8.33’de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 8.33 Anadolu’da tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl)

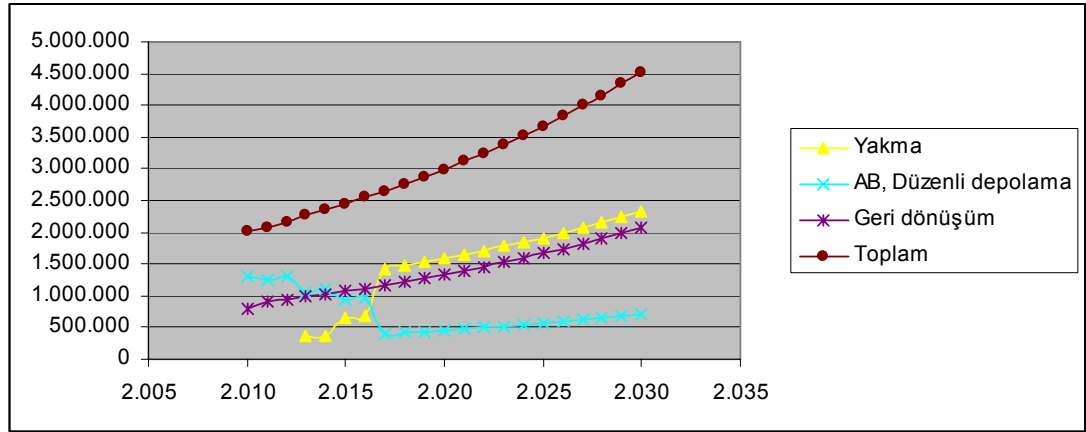
Tesisler	2010	2015	2020	2025	2030
Biyogazifikasyon	214	541	686	869	1.100
İ&Y Atıkları Geri Kazanım Tesisi	78.840	202.204	259.301	332.520	426.413
Aktarmalı yığın kompost	5.510	7.148	9.278	12.035	15.595
Reaktörde kompost	189.076	207.022	222.775	234.774	241.129
Satış	201.138	265.514	343.724	444.595	574.500
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	0	656.322	1.581.938	1.915.918	2.323.613
Yerel kompost	45.180	35.152	34.978	39.495	48.269
AB, Düzenli Depolama Tesisi	1.293.374	924.114	455.324	566.682	703.701
MGT, karışık Atık	114.185	150.466	197.975	257.575	330.279
MGT, ayrık atık	151.950	200.999	263.458	342.235	438.833
Toplam Atık	2.079.467	2.649.483	3.369.437	4.146.696	5.103.432

Tesislere gelen atık miktarlarının zaman içindeki değişimi aşağıda verilmiştir. Geri dönüşüm ve geri kazanım merkezlerine ve yakma tesisine gelen miktar artarken düzenli depolama tesisine gelen miktar 2017 yılına kadar ciddi bir düşüş gösterir. 2017’de yakma tesisin %100 hizmet vermesi nedeniyle kapasitesinde ani bir artış vardır. Mevcut durumla senaryosu ile karşılaştırıldığında düzenli depolamaya giden atık miktarında %72 azalma görülmektedir. Şekil 8.45’de tesislere gelen atık miktarının tesislere dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 8.45 Revize uyum senaryosu 2’ye göre Anadolu’da tesislere gelen atık miktarı dağılımı

Genel olarak tesis tipleri ele alındığında kentsel atıkların bertarafında tesislere giden atık miktarı şu şekilde olacaktır:



Şekil 8.46 Revize uyum senaryosu 2’ye göre Anadolu’da tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı

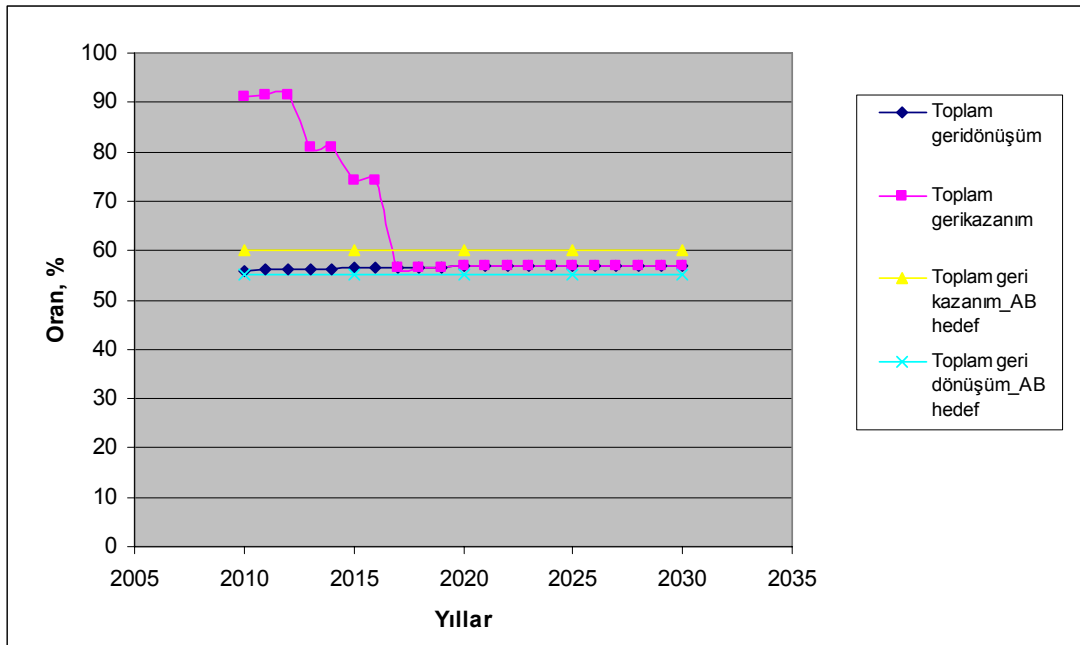
Revize uyum senaryosu 1’e kıyasla geri dönüşüm tesislerine giden atık miktarı yakma tesislerine gönderilen atık miktarının altında bir seyir izlemiştir. Yakma tesisin 2013 yılında devreye girmesiyle birlikte düzenli depolamaya giden atık miktarı azalmaya başlamış ve her iki tesise gelen atık miktarı ters orantılı bir şekilde dağıtılarak devam etmiştir. Buna göre her bir tesise gelen atık miktarı ve tesis kapasiteleri EK’de ele alınmıştır. Revize uyum senaryosu 2, Anadolu yakası için ulaşılan ambalaj atıkları hedefleri Tablo 8.34’de verilmiştir.

Tablo 8.34 Revize uyum senaryosu 2 göre Anadolu yakasında ambalaj atıklarında ulaşılan hedefler

Yıllar	Kağıt	Karton	Plastik	Cam	Metal
2010	56	59	47	62	57
2011	56	59	47	62	57
2012	56	59	47	62	57
2013	56	59	47	62	57
2014	56	59	47	62	57
2015	56	59	47	63	57
2016	56	59	47	63	57
2017	57	59	48	63	57
2018	57	59	48	63	57
2019	57	59	48	63	57
2020	57	59	48	63	57
2021	57	59	48	63	57
2022	57	59	48	63	57
2023	57	59	48	63	58
2024	57	59	48	63	58
2025	57	59	48	63	58
2026	57	59	48	63	58
2027	57	59	48	63	58
2028	57	59	48	63	58
2029	57	59	48	63	58
2030	57	59	48	63	58

Cam'da %63'e kadar geri kazanım sağlanmıştır. Plastik için geri kazanıma bakıldığında %47'den %48'e çıkan oran ile AB mevzuatında %22,5'lik oran büyük ölçüde sağlanırken ulusal mevzuatla uyum 2015 yılına kadar korunmuştur. Metal için geri kazanım oranı ulusal mevzuatta 2019'a kadar uyumlu kalırken AB hedefleri yüksek ölçüde sağlanmıştır. Kağıtta ise geri kazanım oranı %57'ye ulaşarak mevzuatlarında altında fakat yaklaşık bir değerde kalmıştır. Karton'da ise geri kazanım oranı %59'a ulaşarak mevzuatla %99 oranında uyumu sağlamıştır.

AB direktifleri açısından toplam geri kazanım ve geri dönüşüm değerlerine bakıldığında ise toplam geri dönüşüm %57'ye ulaşarak uyumu yakalamış ancak toplam geri kazanım yakma tesisinden dolayı %91 seviyesinden %57 seviyelerine kadar düşerek uyumu %95 oranında sağlamıştır.

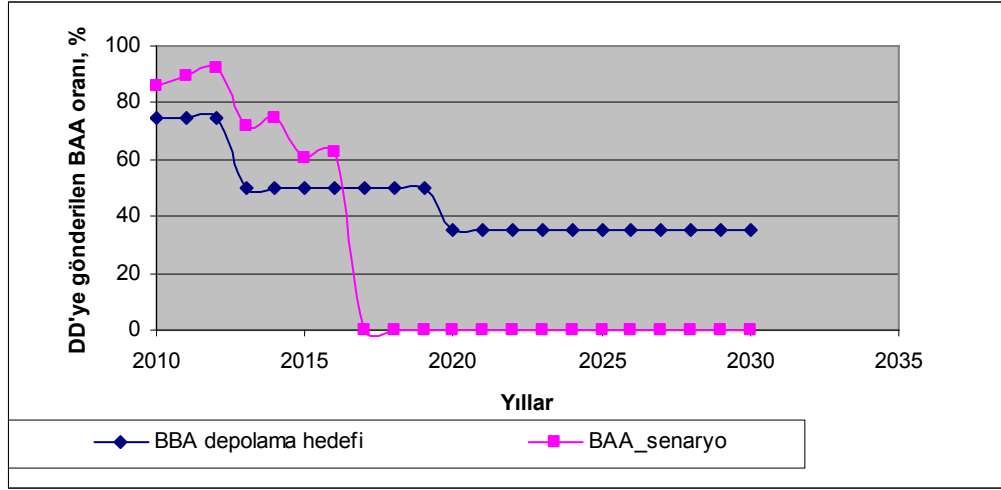


Şekil 8.47 Revize uyum senaryosu 2, Anadolu yakası toplam geri dönüşüm ve geri kazanım oranı

Sonuç olarak, İstanbul Anadolu yakasına %30 ikili toplama ile ulusal mevzuat açısından kağıt, karton, plastik ve metalde geri kazanım oranları sınır değerlere yaklaşırken sadece cam için tam uyum sağlanmıştır. AB direktifleri açısından ise cam, plastik, metal ve toplam geri dönüşüm açısından tam uyum sağlanırken kağıt, karton ve toplam geri kazanım yaklaşık olarak uyum sağlanmıştır.

AB düzenli depolama direktiflerinde düzenli depolama sahasına gönderilen atığın organik kısmı için kotalar açısından Alternatif 2 senaryosuna bakıldığında 2010'dan itibaren tutturulamayan kotalar yakma tesisi 2013'de %30 hizmet oranı ile devreye

girdiğinde de yakalanamamıştır. 2017’de hizmet oranı %100’e ulaşan yakma tesisi ile düzenli depolamaya gönderilen atık miktarı en aza çekilebilmiştir. 2017’de yakma tesisinin tam hizmet oranı ile devrede olması ise biyolojik olarak ayrışan atıklar için uyumu sağlarken ambalaj atıklarının geri kazanım hedefleri ile uyumu zorlaştırmaktadır.



Şekil 8.48 Revize uyum senaryosu 2, Anadolu yakası BAA hedefleri

Revize uyum senaryosu 2’ye göre gerekli tesisi sayısı hesaplanırken farklı bir durum söz konusu olmadıkça standart olarak yıllık 330 gün çalışan ve 1000 ton/gün kapasite baz alınmıştır. Anadolu yakası için düşük maliyeti nedeniyle aktarmalı yığın kompost tercih edilmiştir. Biyogazifikasyon tesisine günlük 1000 ton’un altında atık geldiği için buraya gelen atıklar aktarmalı yığın komposta yönlendirilmiştir. Aynı şekilde rektörde komposta gelen atık miktarı da aktarmalı yığın kompost tesisine gönderilmiştir. Düzenli depolama tesisine gelen atık miktarı arıtma tesislerinden gelecek çamur göz önünde bulundurularak %10 arttırılmıştır. Buna göre Anadolu yakasında yakma tesisi devredeyken senaryo süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları Tablo 8.35’da verilmiştir.

Tablo 8.35 Revize uyum senaryosu 2, Anadolu yakası işletmeye alınacak tesis sayısı

Tesisler	2010	2015	2020	2025	2030
Aktarmalı yığın kompost tesisi	1	-	1	-	-
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	-	2	3	1	1
AB, Düzenli Depolama Tesisi (m3)	1,6 milyon	8,4 milyon	11,7 milyon	15 milyon	18,8 milyon
MGT, karışık Atık	1	-	-	-	-
MGT, ayrık atık	1	-	-	1	-

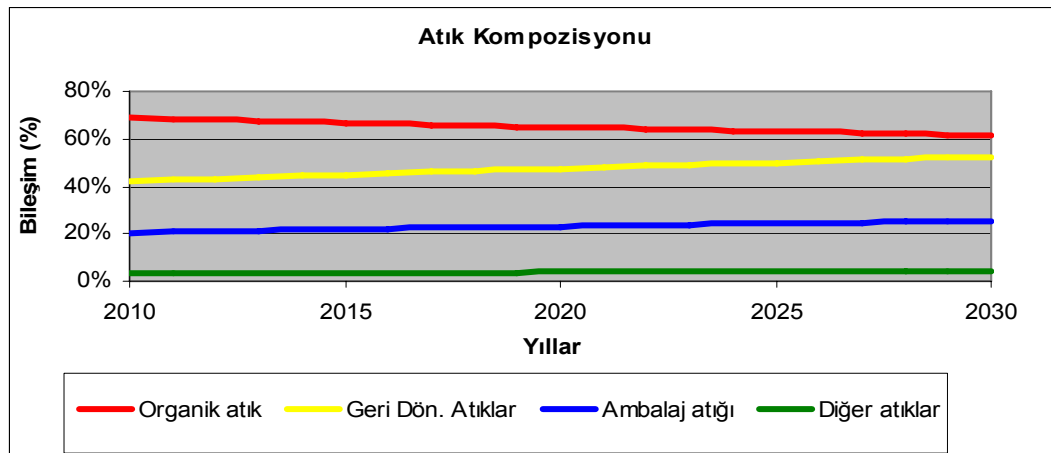
Tablodan da görüldüğü gibi yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları verilmekte olup yakma tesisinde 2030'a kadar toplam 7 adet tesis devreye girmesi gerekmektedir. Model tarafından yapılan tesis yatırım maliyetlerinde tablodan da görüldüğü gibi en büyük pay yakma tesisine aittir.

Tablo 8.36 Alternatif 1 uyum senaryosunda tesislerin ilk yatırım maliyetleri

Tesis	İlk yatırım maliyeti (YTL)
MGT, karışık	8.331.000
MGT, ayrık	15.506.000
AB düzenli depolama	9.363.000
Yakma	698.832.000
Aktarmalı yığın kompost	26.030.000

8.1.5.2 Avrupa Yakası 1 No'lu Bölge için Revize Uyum Senaryosu 2

Senaryo süresince Avrupa 1 bölgesinde atık karakterizasyonu kişi başı gelire paralel olarak organik madde miktarı açısından azalan ambalaj atıkları açısından artan bir seyir izleyecektir.



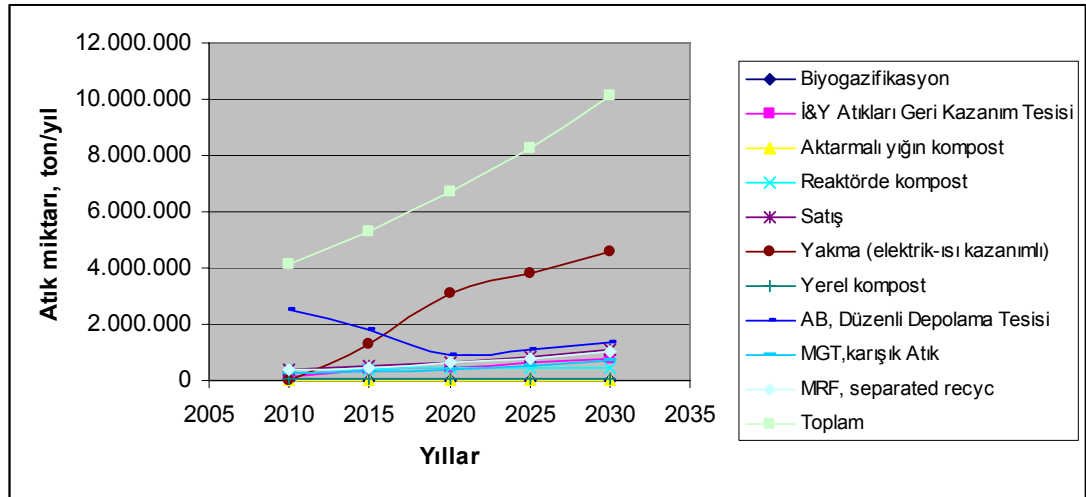
Şekil 8.49 Avrupa yakası 1 No'lu bölge Revize edilmiş uyum senaryosu 2

Revize edilmiş uyum senaryosu 2'ye göre Avrupa 1 bölgesinde kentsel katı atıklar tesislere Tablo 8.37'deki gibi dağıtılacaktır.

Tablo 8.37 Revize uyum senaryosu 2, Avrupa 1 bölgesinde tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl)

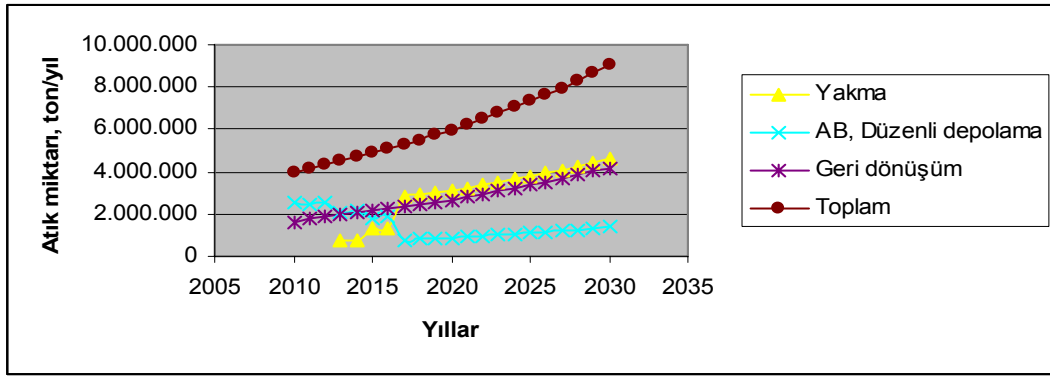
Tesisler	2010	2015	2020	2025	2030
Biyogazifikasyon	396	1.003	1.271	1.609	2.038
İ&Y Atıkları Geri Kazanım Tesisi	146.088	374.678	480.476	616.148	790.130
Aktarmalı yığın kompost	11.542	14.735	18.832	24.075	30.773
Reaktörde kompost	372.527	408.496	440.329	464.951	478.603
Satış	375.195	495.322	641.231	829.410	1.071.698
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	0	1.296.282	3.125.270	3.786.276	4.592.567
Yerel kompost	90.630	69.949	68.929	77.133	93.608
AB, Düzenli Depolama Tesisi	2.536.602	1.815.406	886.822	1.103.372	1.369.582
MGT,karışık Atık	241.328	318.003	418.415	544.372	698.029
MRF, separated recyc	356.508	471.637	618.133	802.937	1.029.573
Toplam	4.130.816	5.265.511	6.699.708	8.250.284	10.156.601

Senaryo süresince tesislere gelen yıllık atık miktarı yukarıdaki tablodaki gibi olacaktır. Tesislere gelen atık miktarlarının zaman içindeki değişiminde ise geri kazanım tesislerine giden miktarı AB uyum senaryosuna göre ikili toplamının %30 hizmet oranına çıkmasıyla artmıştır. Yakma tesisinin kademeli olarak devreye girdiği 2013’den itibaren düzenli depolamaya giden atık miktarında azalma olmaktadır. 2017’de %100 hizmet oranı ile düzenli depolamaya gelen atık en aza düşmüştür. 2017’den sonra ise düzenli depolamaya sadece diğer tesislerden çıkan atıklar gelmiştir. Bu nedenle düzenli depolamada 2017’den sonra yavaş artış göstermeye başlamıştır.



Şekil 8.50 Revize uyum senaryosu 2’ye göre Avrupa 1’de tesislere gelen atık miktarı dağılımı

Genel olarak bertaraf yöntemine göre ele alındığında atıkların zaman içinde dağılımı aşağıdaki gibi olmaktadır.



Şekil 8.51 Revize edilmiş uyum senaryosu 2’ye göre Avrupa 1’de tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı

Şekil 8.51’den görüldüğü gibi geri dönüşüm tesislerine giden atık oranı yakma tesisine giden atık miktarına yakın bir seyir izleyerek yakma tesisine gidecek ambalaj atıklarının geri kazanılmasını arttırmıştır. Yakma tesisin 2013 yılında devreye girmesiyle birlikte düzenli depolamaya giden yakmaya paralel olarak kademeli olarak atık miktarı azalmaya başlayacak ve her iki tesise gelen atık miktarı ters orantılı bir şekilde tesislere gitmeye devam edecektir.

Avrupa 1 bölgesinde ambalaj atıklarının geri kazanımında ulaşılan hedefler Tablo 8.38’da verilmiştir.

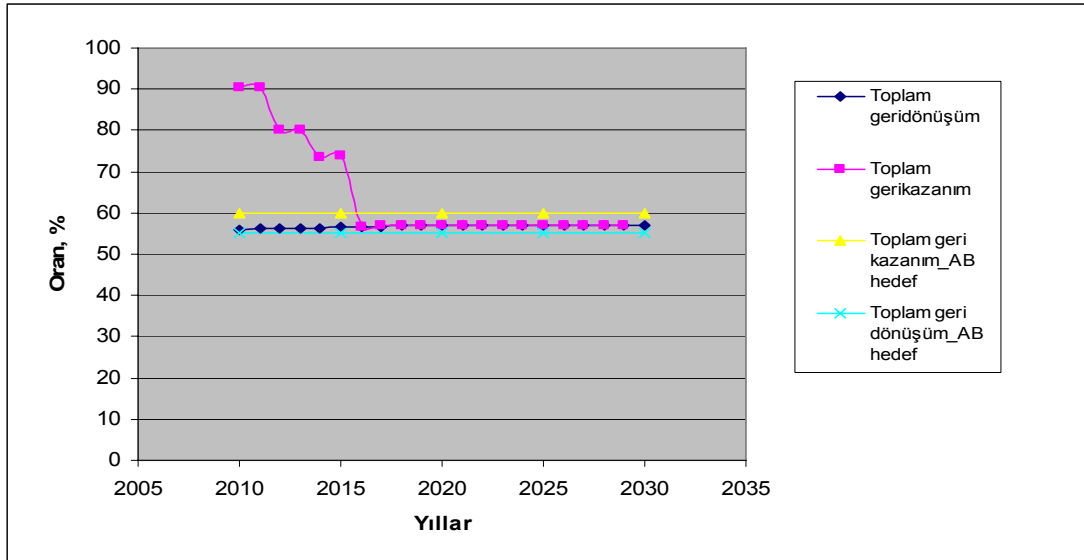
Tablo 8.38 Revize uyum senaryosu 2 göre Anadolu yakasında ambalaj atıklarında ulaşılan hedefler

Yıllar	Kağıt	Karton	Plastik	Cam	Metal
2010	55	59	48	62	56
2011	55	59	48	62	56
2012	56	59	48	62	56
2013	56	59	48	62	56
2014	56	59	48	62	56
2015	56	59	48	63	56
2016	56	59	48	63	57
2017	56	59	48	63	57
2018	56	59	48	63	57
2019	56	59	48	63	57
2020	56	59	48	63	57
2021	56	60	48	63	57
2022	56	60	48	63	57
2023	56	60	48	63	57
2024	56	60	48	63	57
2025	56	60	48	63	57
2026	56	60	48	63	57
2027	56	60	48	63	57
2028	56	60	48	63	57
2029	56	60	48	63	57
2030	56	60	48	63	57

Cam için geri kazanımı %62'den %63'e çıkarak her iki mevzuatla uyumu sağlamıştır. Plastik için geri kazanıma bakıldığında %48'kadar geri kazanım sağlanır. AB mevzuatlarında hedef %22,5 olup senaryo sonucunda geri kazanım büyük ölçüde sağlanırken ulusal mevzuat hedeflerle uyum 2015'den itibaren tutturulamamıştır. Metalde ise %56'den %57'ye çıkan senaryo sonuçları ulusal mevzuat hedeflerini 2019 yılından sonra ikili toplamının yetersizliği nedeniyle yakalayamamıştır. AB direktif hedefi %50 geri kazanım olup uyum 20 yıl süresince korunmuştur.

Kâğıt içi geri kazanım %55'ten %56'ya çıkarken ulusal hedefler 2019'a kadar sağlanabilmiştir. AB hedefleri de %60 geri kazanım değeri ile uyum %93 oranında sağlanmıştır. Karton'da ise senaryo sonucunda %58'den %60'a varan geri kazanım oranı ile her iki mevzuatla uyum yakalanmıştır.

Senaryoda toplam geri kazanım %90'dan %57'e inerken ve geri dönüşüm oranı %56'dan %57'ye çıkmıştır. AB mevzuatında toplam geri kazanım %60, toplam geri dönüşüm ise %55 seviyesindedir. Buna göre geri kazanımda hedefler 2017'de yakma tesisinin %100 hizmet oranıyla devreye girmesiyle hedefin altında kalmıştır. Fakat geri dönüşüm hedefi ile uyum senaryo süresince sağlanmıştır.

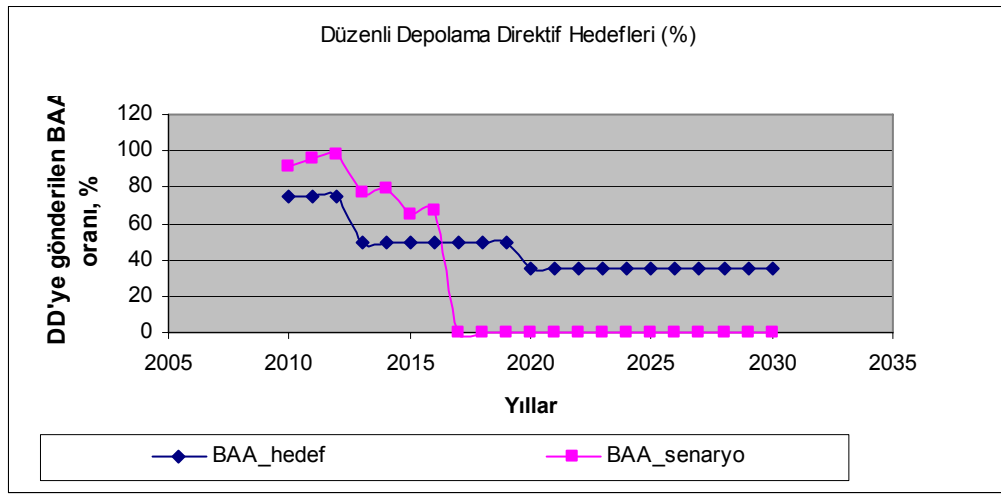


Şekil 8.52 Revize uyum senaryosu 2, Avrupa 1'de toplam geri dönüşüm ve geri kazanım

Sonuç olarak, İstanbul Avrupa 1 bölgesine nüfusun %30'una ikili toplamının uygulandığı Revize uyum senaryosu 2 süresince geri kazanım hedefleri ulusal mevzuat açısından karton ve cam için tam olarak sağlanırken kâğıtta %93, plastikte %80 ve metalde %95 oranında uyum sağlanmıştır. AB direktifleri açısından ise cam,

metal, plastik ve kartonda tam uyum sağlanırken kağıtta %93 oranında uyum sağlanmıştır. Toplam geri dönüşüm oranı AB direktifi ile tam uyum sağlanırken geri kazanımda yakma tesisinin 2017’de devreye girmesiyle uyum %95 oranında sağlanmıştır.

AB düzenli depolama direktifinde düzenli depolama sahasına gönderilen atığın organik kısmı için kotalara bakıldığında ise Avrupa 1 bölgesinde olduğu gibi yakma tesisi tam kapasite devreye girinceye kadar senaryo süresince uyum sağlanamamıştır.



Şekil 8.53 Revize edilmiş uyum senaryosu 2, Avrupa 1’de BAA hedefleri

Şekil 8.53’e göre 2010’dan itibaren tutturulamayan kotalar yakma tesisi 2013’de %30 hizmet oranı ile devreye girdiğinde de yakalanamamıştır. 2017’de hizmet oranı %100’e ulaşan yakma tesisi ile düzenli depolamaya gönderilen atık miktarı en aza çekilebilmiştir. 2017’de yakma tesisinin tam hizmet oranı ile devrede olması ise biyolojik olarak ayrışan atıklar için uyumu sağlarken ambalaj atıklarının geri kazanım hedefleri ile uyumu zorlaştırmaktadır.

Avrupa yakası 1 No’lu bölge için gerekli tesisi sayısı hesaplanırken farklı bir durum söz konusu olmadıkça standart olarak yıllık 330 gün çalışan ve 1000 ton/gün kapasite baz alınmıştır. Biyogazifikasyon tesisine günlük 1000 ton’un altında atık geldiği için buraya gelen atıklar aktarmalı yığın kompost tesisine yönlendirilmiştir. Avrupa yakası Odayeri’nde bulunan rektörde kompost tesisine faaliyetine devam ederken gelen atık miktarına göre tesisi kapasitesi arttırılacaktır. Bundan dolayı aktarmalı yığın komposta gelen atık miktarı rektörde komposta yönlendirilecektir. Düzenli depolama tesisine gelen atık miktarı arttırma çamurları nedeniyle %10 arttırılmıştır.

Buna göre senaryo sonucunda Avrupa 1 bölgesinde yakma tesisi devredeyken senaryo süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları şu şekilde olacaktır:

Tablo 8.39 Revize uyum senaryosu 2 süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları

Tesisler	2010	2015	2020	2025	2030
Reaktörde kompost tesisi	2	-		-	-
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	-	4	6	2	2
AB, Düzenli Depolama Tesisi (m3)	3 milyon	16,7 milyon	23 milyon	29 milyon	37 milyon
MGT, karışık Atık	1	-	1	-	1
MGT, ayrık atık	1	1	1	-	1

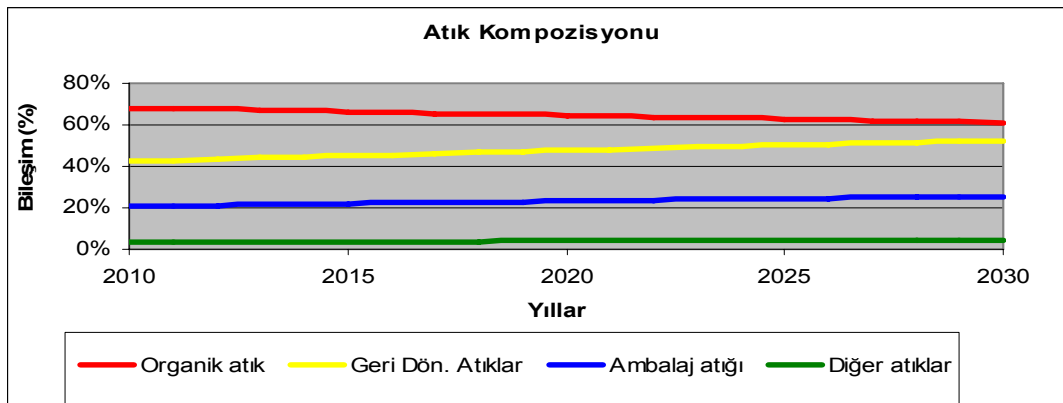
Tablo 8.39'dan da görüldüğü gibi yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları verilmekte mevcut kompost tesisi ihtiyacı karşılayabilecek kapasitedir. Yakma tesisinde 2030'a kadar toplam 15 adet tesis devreye girmesi gerekmektedir. Model tarafından yapılan tesis yatırım maliyetlerinde tablodan da görüldüğü gibi en büyük pay yakma tesisine aittir.

Tablo 8.40 Revize uyum senaryosu 2 , Avrupa 1'de tesislerin ilk yatırım maliyetleri

Tesis	İlk yatırım maliyeti (YTL)
MGT, karışık	17.982.000
MGT, ayrık	24.544.000
AB düzenli depolama	13.441.000
Yakma	1.109.691.000
Reaktörde kompost	36.021.000

8.1.5.3 Avrupa Yakası 2 No'lu Bölge için Revize Uyum Senaryosu 2

Avrupa 2 bölgesinde atık karakterizasyonu senaryo süresince kişi başı gelir düzeyi göstergesi olan GSYİH ve enflasyon değerlerine bağlı olarak Şekil 8.39'deki gibi olacaktır.



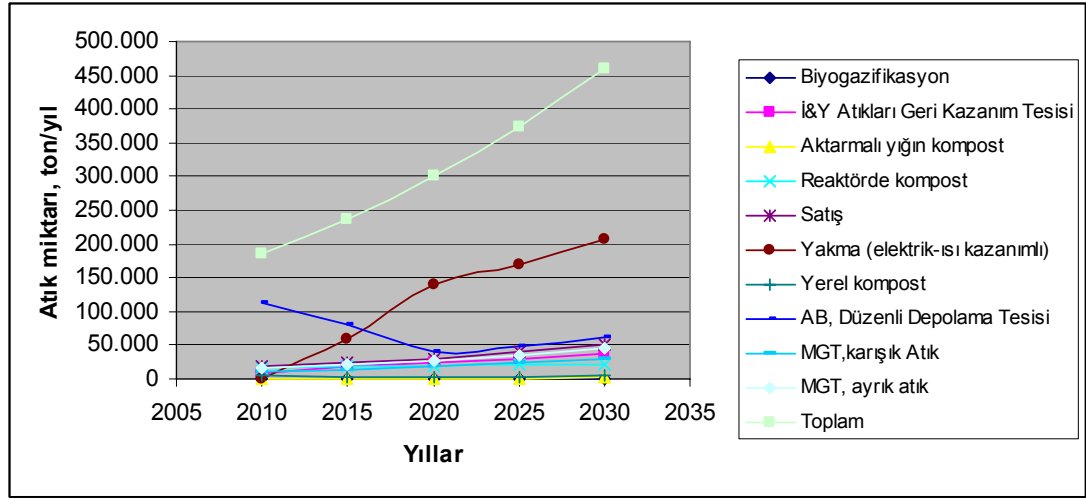
Şekil 8.54 Avrupa yakası 2 No'lu bölge Revize edilmiş uyum senaryosu 2 atık kompozisyonu

Revize edilmiş uyum senaryosu 2'ye göre Avrupa 2 bölgesinde kentsel katı atıklar tesislere Tablo 8.41 deki gibi dağıtılacaktır.

Tablo 8.41 Revize uyum senaryosu 2, Avrupa 2 bölgesinde tesislere gelen atık miktarı (ton,yıl)

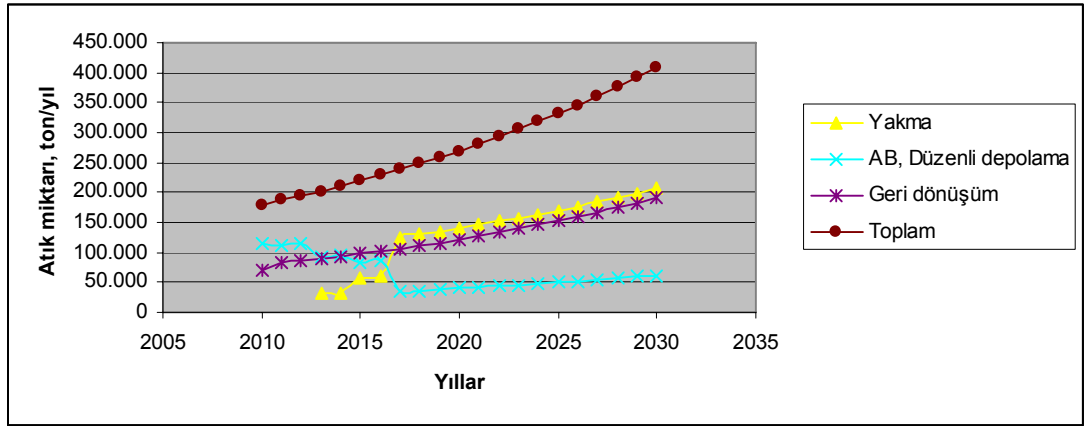
Tesisler	2010	2015	2020	2025	2030
Biyogazifikasyon	19	48	60	76	97
İ&Y Atıkları Geri Kazanım Tesisi	6.955	17.838	22.875	29.335	37.618
Aktarmalı yığın kompost	540	691	885	1.134	1.452
Reaktörde kompost	16.233	17.800	19.187	20.260	20.855
Satış	17.844	23.558	30.498	39.449	50.974
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	0	58.089	140.350	170.393	207.126
Yerel kompost	4.036	3.162	3.154	3.559	4.339
AB, Düzenli Depolama Tesisi	113.986	81.455	39.914	49.719	61.793
MGT,karışık Atık	10.516	13.857	18.232	23.721	30.416
MGT, ayrık atık	15.535	20.552	26.935	34.988	44.863
Toplam	185.663	237.050	302.092	372.633	459.534

Tesislere gelen atık miktarlarının zaman içindeki değişimi aşağıda **Şekil 8.55**'de verildiği Avrupa 1 bölgesine benzerlik göstermektedir. Mevcut durum senaryosu ile karşılaştırıldığında düzenli depolama tesisine gelen atık miktarı %70 oranında azalma göstermiştir.



Şekil 8.55 Revize uyum senaryosu 2'ye göre Avrupa 2'de tesislere gelen atık miktarı dağılımı

Bertaraf yöntemine göre sınıflandırıldığında genel olarak atıkların tesislere dağılımı şu şekilde olmuştur.



Şekil 8.56 Revize uyum senaryosu 2'ye göre Avrupa 2'de tesislerin genel tiplerine göre atık dağılımı

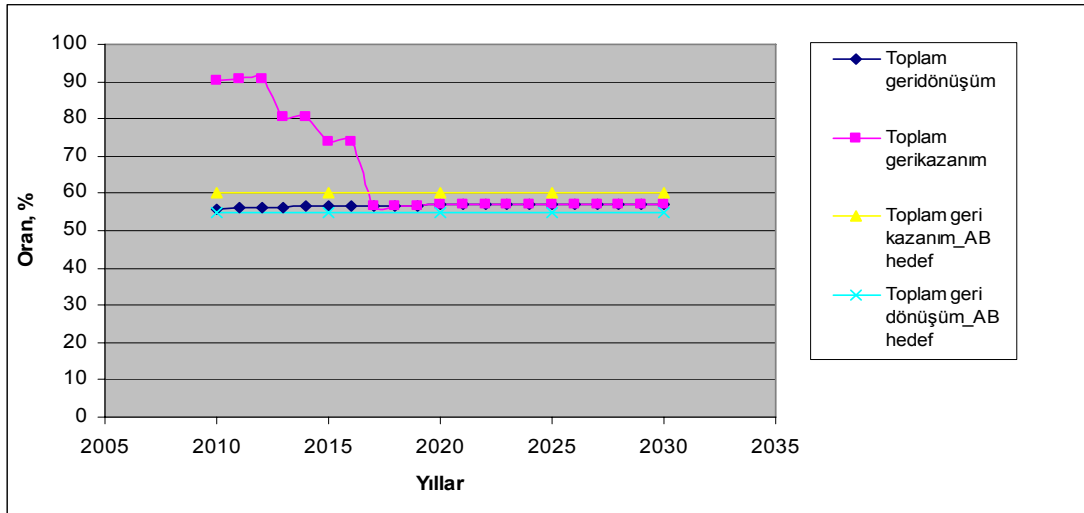
Şekil 8.56'den görüldüğü gibi geri dönüşüm tesislerine giden atık oranı yakma tesisine giden atık miktarına yakın bir seyir izleyerek yakma tesisine gidecek ambalaj atıklarının geri kazanılmasını arttırmıştır. Yakma tesisin 2013 yılında devreye girmesiyle birlikte düzenli depolamaya giden atık miktarı, yakmaya paralel olarak azalmaya başlayacak ve her iki tesise gelen atık miktarı ters orantılı bir şekilde tesislere gitmeye devam edecektir.

Avrupa 2 bölgesinde ambalaj atıklarının geri kazanımı oranlarının Tablo 8.42'de verilmiştir.

Tablo 8.42 Revize uyum senaryosu 2'ye göre Avrupa 2 bölgesinde ambalaj atıklarında ulaşılan hedefleri

Yıllar	Kağıt	Karton	Plastik	Cam	Metal
2010	56	59	47	62	56
2011	56	59	47	62	56
2012	56	59	47	62	56
2013	56	59	47	62	56
2014	56	59	48	62	56
2015	56	59	48	63	57
2016	56	59	48	63	57
2017	56	60	48	63	57
2020	56	60	48	63	57
2021	56	60	48	63	57
2022	56	60	48	63	57
2023	57	60	48	63	57
2024	57	60	48	63	57
2025	57	60	48	63	57
2026	57	60	48	63	57
2027	57	60	48	63	57
2028	57	60	48	63	57
2029	57	60	48	63	57
2030	57	60	48	63	57

Cam için geri kazanımı oranı %63'e çıkarak her iki mevzuat sistemi ile uyum sağlanmıştır. Plastik için geri kazanıma bakıldığında %48'e çıkan oran ile AB mevzuat hedefi sağlanırken ulusal mevzuatla uyum 2015'e kadar devam etmiştir. Metalde %57'ye varan senaryo sonuçları ulusal mevzuat hedeflerini 2018'den sonra sağlanamazken AB direktif hedefi ise %50 geri kazanım olup uyum fazlasıyla sağlanmıştır. Senaryo sonucunda kâğıt içi geri kazanım %56'dan %57'ye çıkarken ulusal mevzuatla uyum 2018'e kadar sağlanabilmiştir. AB hedeflerinde ise uyum %95 oranında sağlanabilmiştir. Karton'da ise senaryo sonucunda %59'a kadar geri kazanım sağlanmış olup AB ve ulusal mevzuat hedefleri büyük ölçüde sağlanmıştır. AB hedefleri %60, ulusal mevzuat ise 2010'da %37 ile başlayıp 2030'da %60 çıkmıştır. Alternatif 2 senaryosunda toplam geri kazanım %90'dan %57'ye inerken ve geri dönüşüm oranı %56'dan %57'ye çıkmıştır. AB mevzuatında toplam geri kazanım %60, toplam geri dönüşüm ise %55 seviyesindedir. Buna göre geri kazanımda hedefler 2017'de yakma tesisinin %100 hizmet oranıyla devreye girmesiyle hedefin altında düşülmüştür. Geri dönüşüm hedefi tam olarak sağlanmıştır.

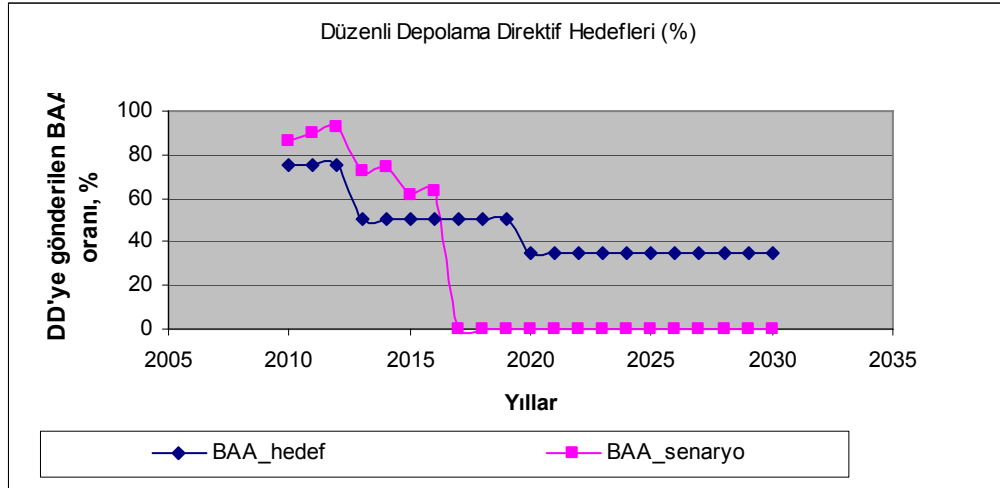


Şekil 8.57 Revize uyum senaryosu 2'ye göre Avrupa 2'de toplam geri kazanım ve geri dönüşüm hedefleri

Bu senaryo denemesinde diğer bölgelere benzer sonuçlar elde edilmiş olup genel olarak hedefler sağlanmıştır. İstanbul ili Avrupa 2 bölgesine nüfusun %30'na ikili toplama sistemi uygulandığında ulusal mevzuat açısından karton ve camda tam uyum sağlanırken kâğıt ve metalde %95, plastikte %80 oranında uyum sağlanmıştır. AB direktifi açısından ise plastik, cam, karton ve metalde tam uyum sağlanırken kâğıtta

%95 yum sağlanmıştır. Toplam geri kazanımda da 2017’de yakma tesisi tam kapasite devreye girinceye uyum korunmuş sonrasında ise %95 oranında sağlanmıştır. Toplam geri dönüşüm ise proje süresince direktifle uyumludur.

AB düzenli depolama direktifinde düzenli depolama sahasına gönderilen atığın organik kısmı için kotalara bakıldığında ise Avrupa 2 bölgesinde olduğu gibi yakma tesisi tam kapasite devreye girinceye kadar senaryo süresince uyum sağlanamamıştır.



Şekil 8.58 Revize uyum senaryosu 2, Avrupa 2’de BAA hedefleri

Avrupa 2 bölgesinin 1995 yılı organik atık miktarı 75.764 ton/yıl olarak hesaplanmıştır. 1995 yılı değerleri baz alınarak model tarafından düzenli depolamaya gönderilebilecek biyolojik olarak ayrışan atık miktarı hesaplanmıştır.

Grafiğe göre senaryo süresince düzenli depolamaya giden organik atık miktarı AB direktif kotalarının üzerinde kalmış 2017’den sonra ise kotaların altına inebilmiştir. 2013’de yakma tesisi devreye girene kadar düzenli depolamaya giden organik madde oranı artarken 2013’de yakma tesisinin %30 hizmet oranıyla devreye girmesi ile ani düşüş olmuş 2017’de yakma tesisinin hizmet oranı %100’e çıkarak organik madde kotaların altına inebilmiştir. Görüldüğü gibi yakma tesisi ile düzenli depolamaya gidecek atık miktarı azaltmaya çalışılırken ambalaj atıkları direktifleri hedeflerinden uzaklaşmaktadır.

Avrupa yakası 2 No’lu bölge için gerekli tesisi sayısı farklı bir durum belirtilmedikçe standart olarak yıllık 330 gün çalışan ve 1000 ton/gün kapasite baz alınmıştır. Avrupa 2 bölgesinde komposta ve biyogazifikasyon tesisine gelen atıkların toplam miktarı çalışma süresince günlük 19 ton’dan 97 ton’a çıkmaktadır. Reaktörde kompost tesisine gelen atık miktarı diğer tesislere göre daha yüksek kaldığı için yılın 330 günü çalışan ve 100 ton/gün kapasiteli bir reaktörde kompost tesisin yapılması

tercih edilmektedir. Ayrıca yakma tesisine gelen atık miktarı senaryo süresince günlük 100 ton'dan 500 ton'a çıkmıştır. Bu nedenle yakma tesisinin 500 ton/gün kapasitede yapılması yeterli olacaktır. MGT, ayrık atık tesisinin kapasitesi 100 ton/gün, karışık atık tesisinin kapasitesi 100ton/gün alınacaktır. Düzenli depolama tesisine gelen atık miktarı %10 arttırılmıştır. Buna göre senaryo sonucunda Avrupa 2 bölgesinde yakma tesisi devredeyken senaryo süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları Tablo 8.47'de verilmiştir.

Tablo 8.43 Revize edilmiş uyum senaryosu 2 süresince yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları

Tesisler	2010	2015	2020	2025	2030
Reaktörde kompost tesisi	1	-	-	-	-
Yakma (elektrik-ısı kazanımlı)	1	-	-	1	-
AB, Düzenli Depolama Tesis (m3)	120 bin	644 bin	930 bin	1,2milyon	1,6 milyon
MGT,karışık Atık	1	-	-	-	-
MGT, ayrık atık	1	-	-	-	1

Avrupa yakası 2 No'lu bölge için model tarafından hesaplanan tesis yatırım maliyetlerinde tablodan da görüldüğü gibi en büyük pay yakma tesisine aittir.

Tablo 8.44 Alternatif 1 uyum senaryosunda tesislerin ilk yatırım maliyetleri

Tesis	İlk yatırım maliyeti (YTL)
MGT,karışık	9.022.000
MGT, ayrık	4.538.000
AB düzenli depolama	2.404.000
Yakma	90.304.000
Reaktörde kompost	9.500.000

8.2 İstanbul için Kentsel Katı Atık Yönetimi Senaryolarının Karşılaştırılması

İstanbul İli'nde kentsel katı atıkları için entegre bir sistemle yönetimi için Model FEASIBLE aracılığı ile çeşitli senaryo denemeleri yapılmıştır. Senaryo sonuçları da hem ulusal hem de AB mevzuatı açısından değerlendirilmiştir. Anadolu yakası, Avrupa yakası 1 ve Avrupa yakası 2 bölgeleri için senaryo sonuçlarını toplu olarak incelemek için EK'de verilen uyum çizelgesine baktığımızda koyu mavi bölge ulusal ve AB mevzuatlarıyla uyumun %95-%100 sağlandığı, açık mavi bölge uyumun sağlanamadığı ve beyaz bölge Türk mevzuatları açısından ele alınmayan bölgedir. İstanbul'da mevcut durum senaryosunun devam etmesi sonucunda çizelgeden görüldüğü gibi mevzuatlarla uyum sağlanamamaktadır.

Nüfusun %20'sine ikili ve %80'ine karışık toplamının uygulandığı AB uyum senaryosuna bakıldığında ise geri kazanım Ambalaj atığı direktifi açısından yeterli

düzeyde olmadığını görülmektedir. Düzenli depolamaya gönderilen BAA miktarında ise düzenli depolama direktifleri ile ancak 2017 yılından sonra uyum sağlanmaktadır. AB uyum senaryosunda yakma tesisine gönderilen atıklar RDF tesisine yönlendirilmesi sonucu yakma tesisine kıyasla yakma hacminde %70 azalma ve yakma tesisine gelen atığın kütlece %4'ü MGT'ye gönderilerek toplam geri dönüşüm de artış sağlanmıştır. Yakma tesisinin ilk yatırım ve işletme maliyetleri açısından diğer bertaraf yöntemlerine göre çok yüksek maliyete sahiptir. RDF yönteminin uygulanışı ile yakmaya giden miktar azaltılarak kütle dengesi tablosunda da verildiği gibi toplam geri kazanıma gelen atık miktarı %87 artmaktadır.

Tablo 8.45 AB uyum senaryosu için yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları ve kapasiteleri

	Yıllar	Kompost	Yakma	Toplam MGT
Anadolu Bölgesi	2010	1 x 500	-	1 x 1000 1 x 500
	2015	-	2 x 1000	-
	2020	-	4 x 1000	-
	2025	-	1 x 1000	1 x 1000 1 x 500
	2030	-	1 x 1000	-
Avrupa 1 Bölgesi	2010	1 x 1000	-	2 x 1000
	2015	-	5 x 1000	1 x 1000
	2020	-	6 x 1000	-
	2025	-	2 x 1000	2 x 1000
	2030	-	3 x 1000	-
Avrupa 2 Bölgesi	2010	1 x 50	1 x 750	1 x 60 1 x 150
	2015	-	-	-
	2020	-	-	-
	2025	-	-	-
	2030	-	-	-
Toplam		1.550	24.750	8.210

Revize edilmiş uyum senaryosu 2 diğer iki senaryo arasında geçiş niteliğindedir. Nüfusun %30'una ikili toplama, kalan %70'lik kısma ise karışık toplama uygulanmıştır. Uyum çizelgesinde de görüldüğü gibi AB uyum senaryosuna benzer sonuçlar elde edilmiştir. AB uyum senaryosu ile kıyasladığımızda yakma tesisine giden miktar %11 azalmış, MGT %1 artmış, kompost ile %137 artış ile kapasitesi en fazla artan tesis olmuştur.

Tablo 8.46 Revize uyum senaryosu 2 için yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları ve kapasiteleri

	Yıllar	Kompost	Yakma	MGT
Anadolu Bölgesi	2010	1 x 800	-	2 x 1000
	2015	-	2 x 1000	-
	2020	1 x 800	3 x 1000	-
	2025	-	1 x 1000	1 x 1000
	2030	-	1 x 1000	-
Avrupa 1 Bölgesi	2010	2 x 1000	-	2 x 1000
	2015	-	4 x 1000	1 x 1000
	2020	-	6 x 1000	2 x 1000
	2025	-	2 x 1000	-
	2030	-	2 x 1000	-
Avrupa 2 Bölgesi	2010	1 x 80	1 x 1000	2 x 100
	2015	-	-	-
	2020	-	-	-
	2025	-	-	-
	2030	-	-	1 x 100
Toplam		3.680	22.000	8.300

Revize edilmiş uyum senaryosu 1 nüfusun %50'sine ikili toplama ve %50'sine karışık toplama hizmeti verilmekte olup MGT'lere gönderilen atık miktarı ikili toplamının artışı ile AB uyum senaryosuna göre %25 artmaktadır. Nüfusun kalan kısmından toplanan karışık atıklar ise yakma tesisine gönderilerek elektrik ve ısı kazanımı sağlanırken RDF uygulaması ile yakma tesisi için harcama maliyet en aza indirilmiş ve toplam geri kazanım yakma tesisine gelen atık üzerinden hesaplandığında %87 arttırılmıştır. Alternatif 1 senaryosu sonucunda uyum çizelgesinden de görüldüğü gibi direktiflerle en yüksek ölçüde uyum sağlanmıştır. Bu nedenle İstanbul için entegre KKA yönetim sisteminde kullanılması uygun gözükmemektedir.

Tablo 8.47 Revize edilmiş uyum senaryosu 1 için yıllara göre işletmeye alınacak tesis sayıları ve kapasiteleri

	Yıllar	Kompost	Yakma	Toplam MGT
Anadolu Bölgesi	2010	1 x 1000	-	2 x 1000
	2015	-	2 x 1000	-
	2020	1 x 1000	2 x 1000	-
	2025	-	1 x 1000	2 x 1000
	2030	-	1 x 1000	-
Avrupa 1 Bölgesi	2010	2 x 1000	-	3 x 1000
	2015	1 x 1000	4 x 1000	1 x 1000
	2020	-	4 x 1000	1 x 1000
	2025	-	2 x 1000	1 x 1000
	2030	-	2 x 1000	2 x 1000
Avrupa 2 Bölgesi	2010	2 x 100	1 x 500	2 x 100
	2015	-	-	-
	2020	-	-	-
	2025	-	-	1 x 100
	2030	1 x 100	-	1 x 100
Toplam		5.300	18.500	10.400

Ayrı toplama uygulamasının en yüksek düzeyde (%50) uygulandığı Revize edilmiş uyum senaryosu 1 ayrı toplanan ıslak kısım 2013'e kadar tamamı AB,düzenli depolama tesisine; 2013-2015 arasında %30'u yakma %70'i düzenli depolama tesisine; 2015-2017 arasında %50 yakma, %50 düzenli depolama tesisine;2017'den itibaren tamamı yakma tesisine gönderilmiştir. Ayrıca bu senaryoda yakma tesisi yanı sıra RDF uygulaması yapılmıştır. Ayrıca ayrı toplamadan ve RDF üretim sürecinden gelen elek altı atıklar kompost tesisine gönderilerek kompost üretimi en yüksek düzeyde tutulmuştur. Diğer yandan ikili toplamada nüfusun %50'sine hizmet verilmesi ile AB ve Türk mevzuatlarıyla uyum en yüksek seviyede gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak Revize uyum senaryosu 1'de her iki mevzuat hedeflerini gerçekleştirmesi nedeniyle İstanbul metropolünde kentsel katı atıkların yönetimde kullanılması uygun görülmektedir. Anadolu, Avrupa 1, Avrupa 2 bölgelerinde Revize edilmiş uyum senaryosu 1'in uygulanması sonucunda hesaplanan tesis kapasitelerinin birim maliyetleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 8.48 Anadolu yakası için birim maliyetler

Tesis	İlk yatırım maliyeti (YTL/ton)	İşletme –Bakım Maliyeti (YTL/ton/yıl)
MGT,karışık	11.451.000	16
MGT, ayrık	15.506.000	22,4
AB düzenli depolama	9.153.000	2,0
Yakma	660.007.000	18
Aktarmalı yığın kompost	33.962.000	10,3

Düzenli depolamada durum biraz daha farklıdır. Burada düzenli depolama sahası birbirine eşit 5 hücreye ayrılacak ve her hücre 4 yıl boyunca hizmet verecektir. Buna göre kümülatif atık miktarı üzerinden hesap yapılırsa 20 süresince DD’ye gelen atık miktarı 15.225.000 ton

$$5 \text{ yıl için tasarlanacak bir hücrenin kapasitesi} = \frac{15225000}{20/4} = 3.112.000 \text{ ton kapasitede}$$

olacaktır. Her bir hücrenin maliyeti farklı olup düzenli depo sahasının kapanmadaki maliyeti toplam maliyetin%6’ına eşittir.

Tablo 8.49 Avrupa yakası 1 No’lu bölge için birim maliyetler

Tesis	İlk yatırım maliyeti (YTL)	İşletme –Bakım Maliyeti (YTL/ton/yıl)
MGT,karışık	19.163.000	16
MGT, ayrık	24.544.000	22,4
AB düzenli depolama	14.585.000	2
Yakma	1.309.302.000	19
Reaktörde kompost	48.604.000	12,4

Düzenli depolamada durum biraz daha farklıdır. Kümülatif atık miktarı üzerinden hesap yapılırsa 20 süresince DD’ye gelen atık miktarı 29.572.000 ton

$$5 \text{ yıl için tasarlanacak bir hücrenin kapasitesi} = \frac{29572000}{20/4} = 5.914.400 \text{ ton kapasitede}$$

olacaktır.

Tablo 8.50 Avrupa yakası 2 No’lu bölge için birim maliyetler

Tesis	İlk yatırım maliyeti (YTL)	İşletme –Bakım Maliyeti (YTL/ton/yıl)
MGT,karışık	5.234.000	52
MGT, ayrık	4.538.000	66
AB düzenli depolama	2.338.000	8
Yakma	111.958.000	53
Reaktörde kompost	6.065.000	40

Düzenli depolamada durum biraz daha farklıdır. Kümülatif atık miktarı üzerinden hesap yapılırsa 20 süresince DD’ye gelen atık miktarı 1.330.000 ton

5 yıl için tasarlanacak bir hücrenin kapasitesi= $\frac{1330000}{20/4} = 266.000$ ton kapasitede olacaktır.

İstanbul için planlanan Revize edilmiş uyum senaryosu 1’de hesaplanan tesis kapasiteleri için birim fiyat analizi yapılmıştır. Hesaplarda 20 yıllık proje ömrü için serbest piyasa faiz oranı %8 alınarak ilk yatırım ve işletme-bakım maliyetinin yıllık değerleri bulunmuştur. Model general (genel) kısmına girilen maliyet parametrelerini (arazi, yakıt ve elektrik fiyatı, işçi ve mühendis giderleri, ekipman, inşaat vb. maliyetler) baz alarak yatırım maliyetlerini hesaplamaktadır. Buna göre İstanbul ili için Revize uyum senaryosu 1 için hesaplanan yıllık ilk yatırım ve işletme-bakım maliyetleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 8.51 Revize edilmiş uyum senaryosu 1’de tesislerin toplam ve birim maliyetleri

	2010	2013	2015	2017	2020	2030
Toplam Maliyet Anadolu (1000xYTL)	97.783	93.195	117.282	134.212	155.089	271.961
Toplam Maliyet Avrupa 1 (1000xYTL)	181.106	199.877	244.224	272.942	308.495	531.567
Toplam Maliyet Avrupa 2 (1000xYTL)	18.554	20.242	24.722	28.017	32.212	55.356
Toplam Maliyet (1000xYTL)	297.443	313.314	386.228	435.171	495.796	858.884
Kişi başı maliyet YTL/kişi	22	22	26	29	31	48
Hane başı maliyet 3,5xkişi (YTL)	88	88	105	115	126	194
Aylık hane başı maliyet (YTL)	7	7	9	10	10	16

Hanebaşı maliyet kişi başı maliyetin 3,5 ile çarpılması sonucu bulunmuştur. TÜİK Türkiye’de hane büyüklüğünü 2000 yılı için 4,5 olarak hesaplamıştır. Tablodan da görüldüğü gibi burada 2010 yılından itibaren 2030’a kadar 3,5 olarak kabul edilmiştir. Bulunan maliyetler harcanabilir hanehalkı gelirin %1’ini aşmayan bir maliyetle AB direktifleri ile uyumlu entegre bir katı atık yönetim sistemi kurulması mümkündür [19]. Buna göre hane başına düşen ortalama GSYİH’nın %60’ının harcanabilir gelir olduğu kabul edilir ise senaryo sonucunda hanebaşına düşen yıllık maliyet Tablo 8.52’de verilmiştir.

Tablo 8.52 Revize edilmiş uyum senaryosu 1 'da harcanabilir hanehalkı geliri

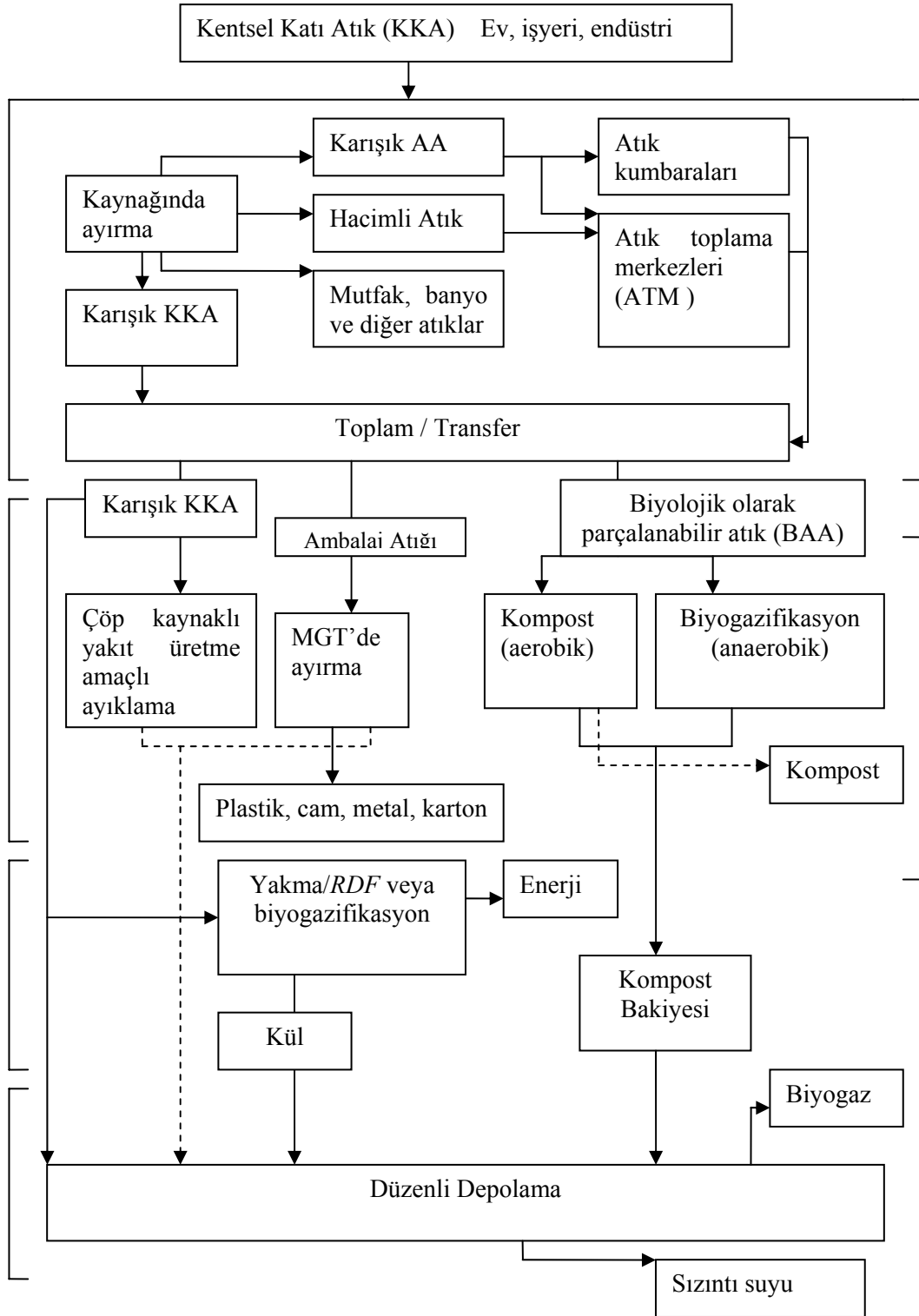
	2010	2013	2015	2017	2020	2030
Ortalama GSYİH(YTL)	14.869	17.597	19.848	22.503	27.165	52.053
Harcanabilir hane halkı geliri (YTL)	2.549	3.017	3.403	3.858	4.657	8.923
Maliyetlerin karşılanması için gereken miktar (< %0,01) (YTL)	25	30	34	39	47	89

Görüldüğü gibi senaryo sonucunda gerekli görülen tesislerin toplam maliyetini karşılamada mevcut hane halkı geliri yetersiz kalmaktadır. Bu durumda ise mevzuatla uyumun sağlanması için gerekli görülen tesislerin yapımı ve faaliyeti için tarifelerden elde edilen gelirlerin yanısıra hibe ya da fon ile destek sağlanmalıdır.

9 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada bertaraf yöntemleri içerisinde Türk ve AB mevzuatı çerçevesinde ve İstanbul iline en uygun olan bertaraf sistemi olan Alternatif 1 uyum senaryosu nüfusun %50'sine karışık toplama kalanına ikili toplama sistemi uygulanması önerilmiş ve birim maliyetler hesaplanmıştır. Bu hesaplar sonucunda 2017'ye kadar yakma tesisi yerine RDF tesisinin yapılması uygun görülmüştür. Bu senaryoya göre düşünülen kentsel katı atık yönetim sisteminin genel esasları Şekil 9.1'de verilmiştir. Bu yaklaşıma göre İstanbul'da Entegre Kentsel Katı Atık Yönetimi yaklaşımı uygulaması aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Ayrı Toplama ve Biyolojik olarak Parçalanabilen Yaş Atıkların Biyolojik Arıtımı: Ambalaj atıkları oranının yüksek olduğu bölgelerden başlayarak, 2010 yılından itibaren kentsel nüfusun yaklaşık % 50'sinin katı atıklarının ikili sistemle kaynağında ayrı toplanması sağlanacaktır.
2. Maddesel Geri Kazanma Hedefleri ve Atık Kumbaraları: Ayrı toplanan ambalaj atıkları, atık geri toplama merkezleri ve maddesel geri kazanma tesislerinde atık kumbaraları ile destekli olarak geri kazanılacaktır. Böylece 2010 yılı için %37'lik ambalaj atıkları geri kazanımı hedefine ulaşılabacaktır. Kaynağında ayrı toplama özel ambalaj atıkları konteynerleri (sınırlı oranda 120 litrelik poşetler) ve özel bölmeli toplama araçları ile 1-2 haftada bir yapılacaktır. Atığın yaş kısmı ise mevcut atık toplama sistemiyle konteynerlerden toplanarak, kompost tesislerinde biyolojik olarak arıtılacaktır. Kompost tesislerinin kapasitesi ayrı toplanan organik atık miktarları ile uyumlu olarak arttırılacaktır. [4]



Şekil 9.1 İstanbul için kentsel katı atık yönetimi akım şeması [4]

3. Termal Dönüşüm Tesisleri: Kaynağında ayrı toplama yapılan nüfus dışındaki il nüfusunun yaklaşık %50'sini oluşturan nüfusun atıkları karışık olarak

konteynerlerde toplanarak aktarma istasyonları üzerinden termal dönüşüm (yakma/gazlaştırma) tesislerine iletilerek termal arıtma ve enerji geri kazanımı sağlanacaktır. İlk termal dönüşüm tesisleri (RDF) 2013-2015 arasında %30'u RDF , 2015-2017 arasında %50'si ve 2017'den itibaren tamamı yakma tesisine gönderilecektir. Atıkların içerik olarak 2017 'de yakma tesisi için uygun hale geleceği düşünülmektedir. Bu süreç içerisinde çıkan atıkların kalan kısmı düzenli depolama tesisine yönlendirilecektir.

4. Düzenli Depolama Tesislerinin İyileştirilmesi: İstanbul'daki iki adet düzenli depolama sahası en geç 2010 yılı sonuna kadar AB standartlarına yükseltilecektir. Önceki atık hücreleri kapatılacak, yeni hücreler AB standartlarında tasarlanacaktır. Buna göre her üç bölgede birer adet saha yapılmalıdır. Taşıma mesafesi nedeni ile B. Çekmece ilçesinden çıkan atıkların Avrupa yakası 2 No'lu bölgede bertaraf edilmesi daha fizibil görülmektedir.

İstanbul ili için önerilen kentsel katı atıkların yönetimi senaryosunda entegre atık yönetim sistem bileşenleri içerisinde Türk ve AB mevzuatına uyumun sağlayan yöntemler kullanılarak bir yaklaşım geliştirilmiştir. Buna göre oluşan atığın biyolojik olarak ayrışabilir kısmı kompost tesisine gönderilmiştir. Kompost tesisine alternatif olarak biyometanizasyon tesisi anaerobik olarak atıktan gaz enerjisi sağlanabilir. Üretilen kompostun toprak şartlandırıcı olarak kullanılmasının yanında maden ve taş ocaklarının ıslahında kullanılabilir. Ayrıca kompostun satışından elde edilen ekonomik katkı göz önünde bulundurulması gereken diğer önemli husustur.

Yakma proseslerinde ele alınan RDF sistemler ile farklı tipte RDF'ler üretilerek yakılması ile yüksek ısı enerjisi sağlanabilir. Ayrıca yakma tesisinden çıkan küller stabil olması nedeni ile Japonya'da olduğu gibi kaldırım taşı yapımında kullanılabilir.

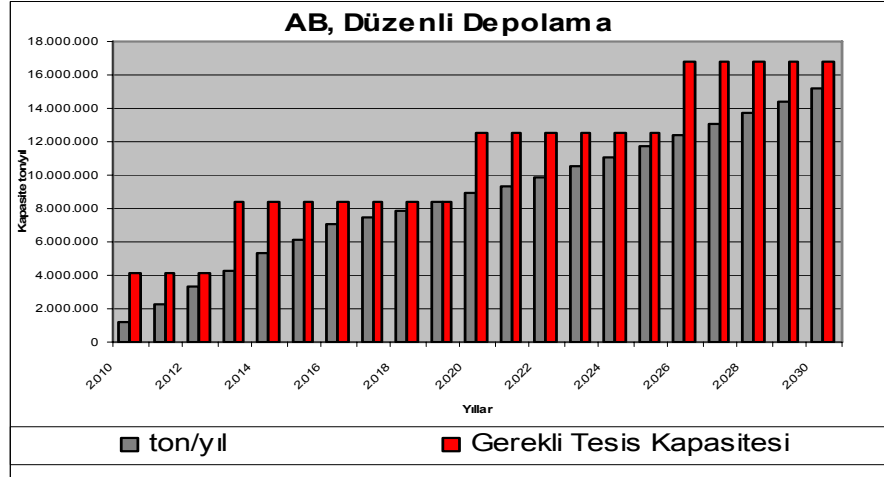
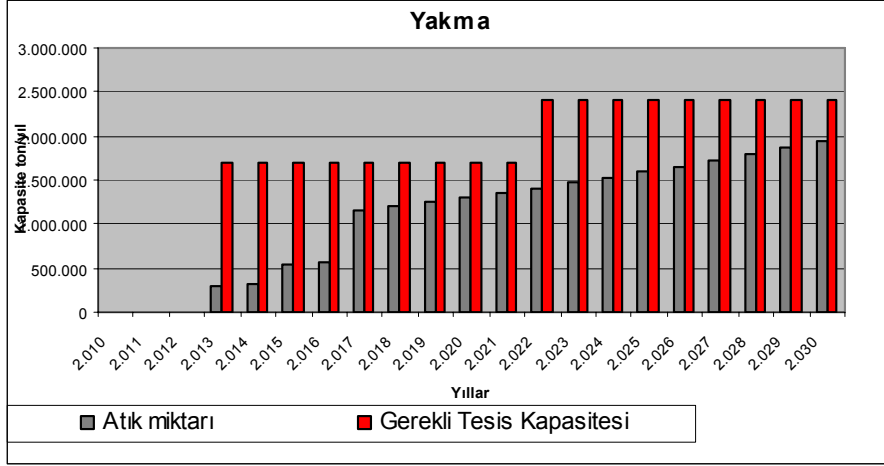
Ambalaj atıklarının geri dönüşümünde gönüllülük ilkesi esas alınarak toplumun kaynağında ayırma yöntemlerini benimsemesi ve uygulaması için gerekli eğitim ve bilinçlendirme faaliyetleri yapılmalıdır.

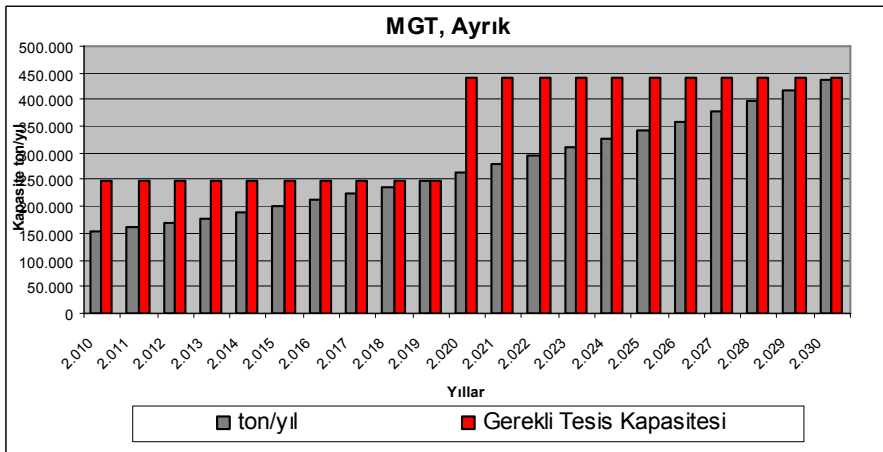
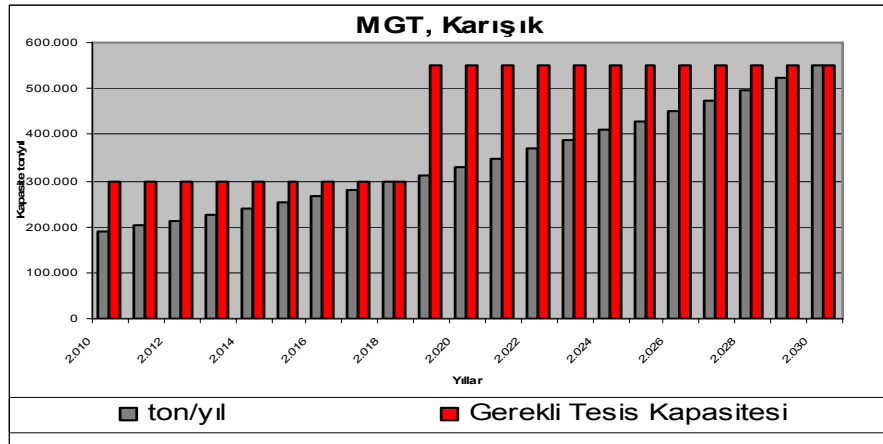
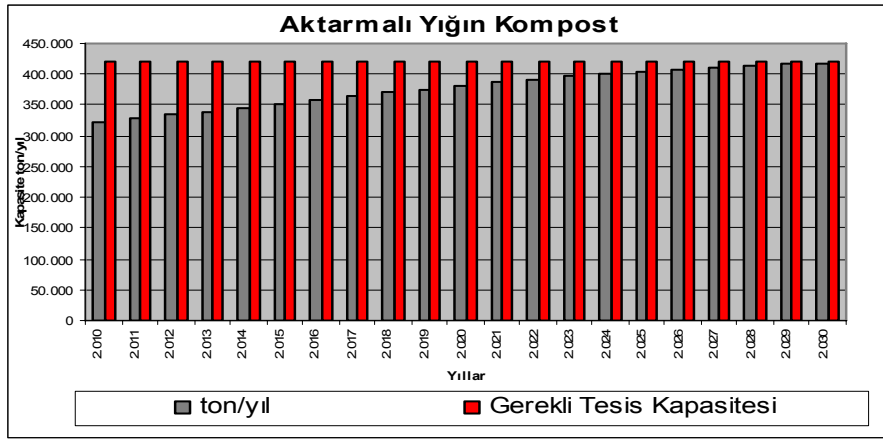
Üretici firmalar ise depozit ve benzeri uygulamalarla ambalaj atıklarının geri kazanılmasını sağlayabilir.

EK

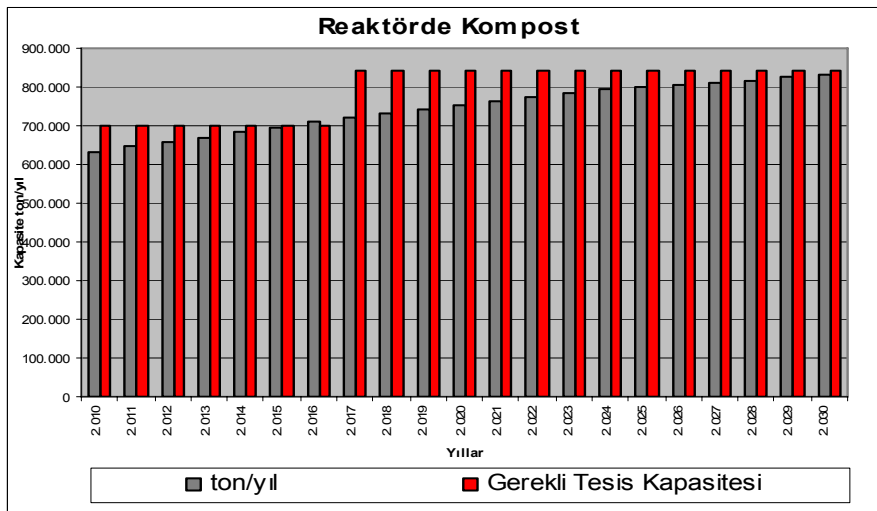
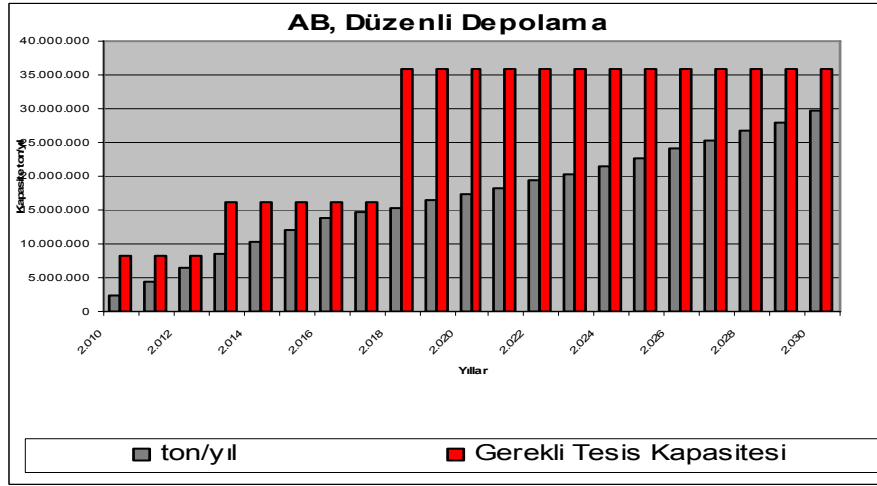
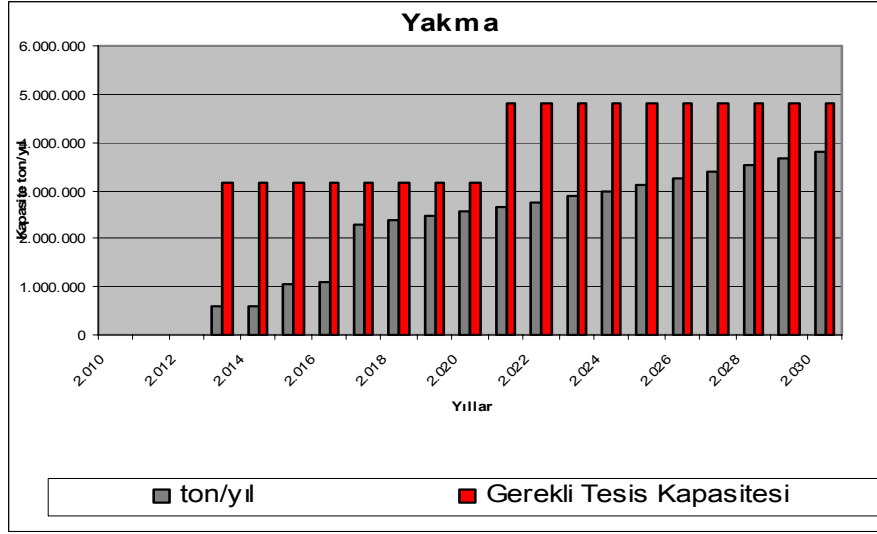
Revize Uyum Senaryosu 1’de tesislere gelen atık akışları

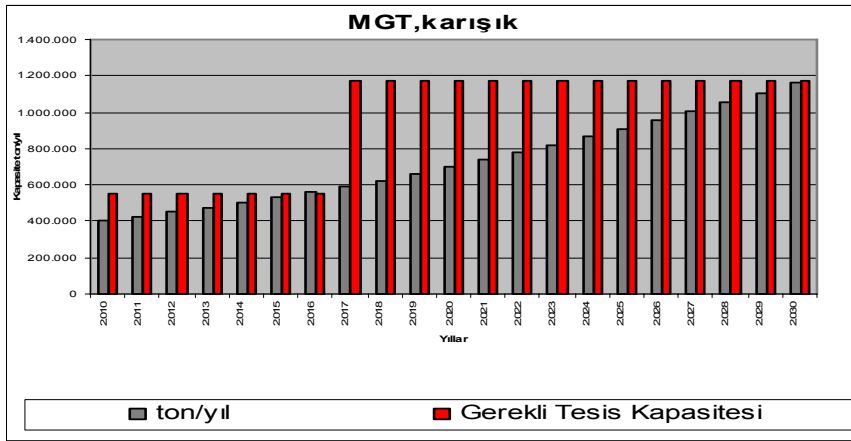
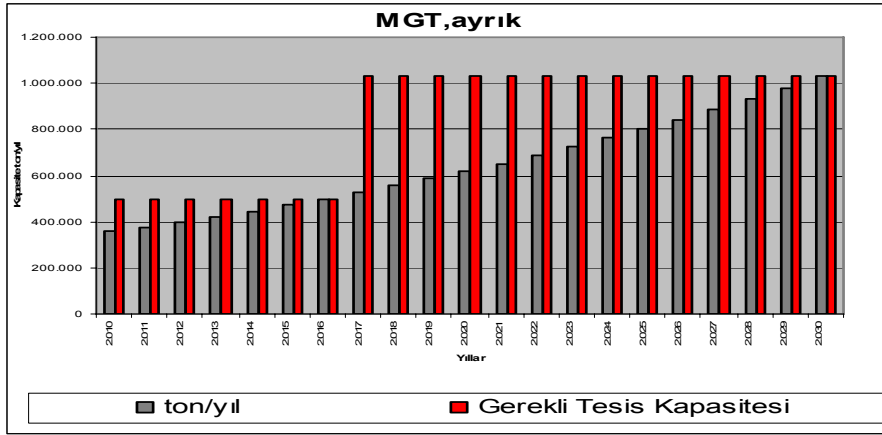
Anadolu Bölgesi



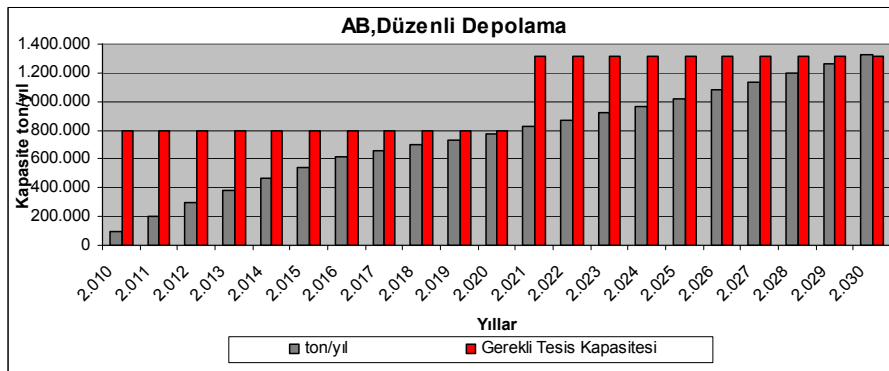
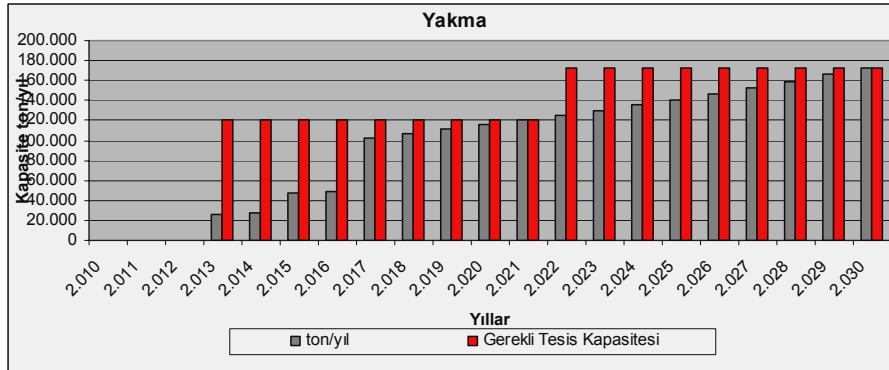


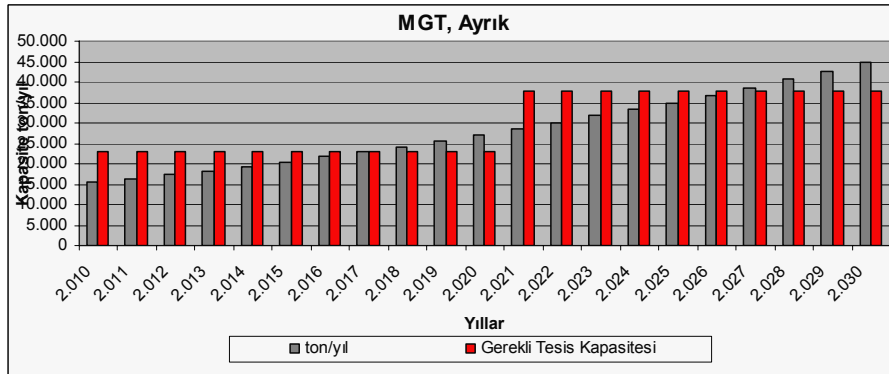
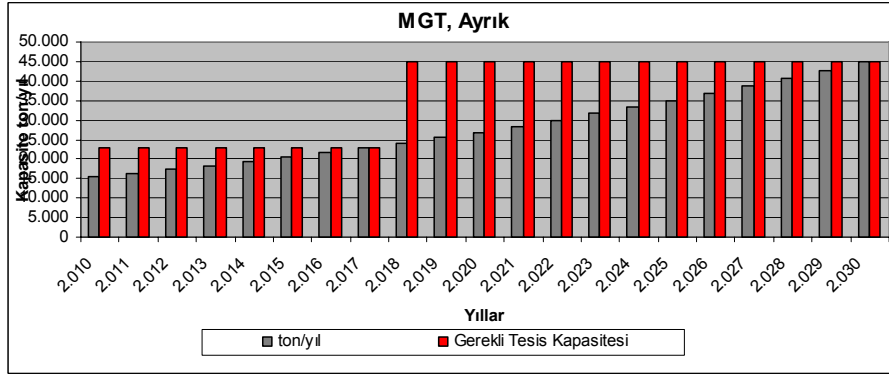
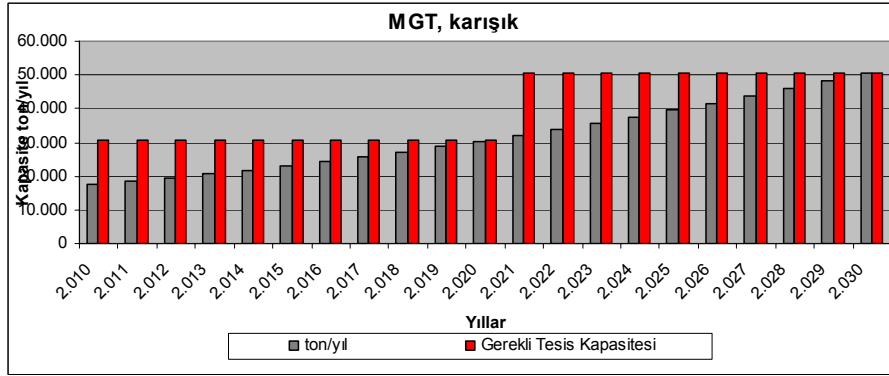
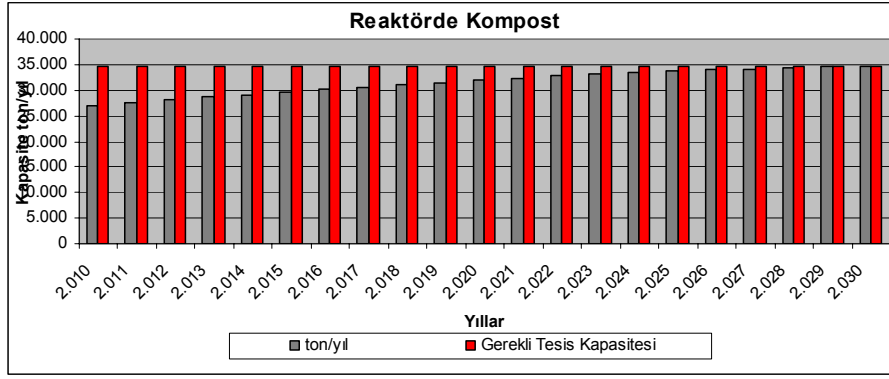
Avrupa 1 bölgesi





Avrupa 2 bölgesi





AB ve Türk mevzuatlarıyla uyum zaman çizelgesi

Açık mavi bölge: Her iki mevzuat açısından uygun değildir.

Koyu mavi bölge: Her iki mevzuat açısından uygundur.

Beyaz bölge: Türk mevzuatlarında karşılığı yoktur.

		Cam						Plastik						Metal						Kağıt						Karton						Toplam geri dönüştürülen						Toplam geri kazanılan						Düzenli Depolama Hedefleri					
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AB uyum Senaryosu	Anadolu Mevzuatı	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Direktifi	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	Avrupa 1 Mevzuatı	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Direktifi	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	Avrupa 2 Mevzuatı	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	AB Direktifi	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

[illegible]

KAYNAKLAR

- [1] **Envest Planners Konsorsiyumu** (2005). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı. Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlaması Projesi (EHCIP), Atıkların Düzenli Depolanması ile ilgili 1999/160/EEC Konsey Direktifi için Direktife Özgü Yatırım Planı
- [2] **Envest Planners Konsorsiyumu** (2005). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı. Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlaması Projesi (EHCIP), Ambalaj ve Ambalaj Atıklarıyla ilgili 2004/12/EC Sayılı Direktife Özgü Yatırım Planı
- [3] **Vesilind, P., A., Worrell, W., A. and Reinhart, D., R.**, 2002. Solid Waste Engineering, Brooks/Cole, USA.
- [4] **Mimko A.Ş.** (2005). İstanbul için AB ile Uyumlu Entegre Katı Atık Yönetimi Stratejik Planı.
- [5] **White, P.R., Franke, M. ve Hindle, P.**, 1999. Integrated Solid Waste Management A Life Cycle Inventory, Aspen Publication, Maryland.
- [6] **Tchobanoglous, G., Kreith, F.** 2002 Handbook of Solid Waste Management, McGraw-Hill
- [7] **Tchobanoglous, G., Theisen, H. and Vıgıl, S., A.**, 1993. Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issues, McGraw-Hill, Singapore.
- [8] **Amerika Çevre Ajansı (EPA)** www.epa.org
- [9] **LD, 1999.** Council Directive on the Landfill of Waste. Date: 26.04.1999, No: 1999/31/EEC.
- [10] **PWD, 1994.** Council Directive on Packaging Waste. Date: 20.12.1994, No: 1994/62/EEC.
- [11] **T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.** (1991). Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazetesi No: 20814, Tarih: 14.03.1991.

- [12] **T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.** (2007). Ambalaj ve Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazetesi No: 25538, Tarih: 08.07.2007.
- [13] **T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.** (2004). Hafriyat Toprağı ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazetesi No: 25406, Tarih: 18.03.2004
- [14] **T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.** (1993). Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazetesi No: 21586, Tarih: 20.05.1993.
- [15] **T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.** (1995). Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazetesi No: 22387, Tarih: 27.08.1995.
- [16] **T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.** Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlanması için Teknik Yardım Projesi, Çanakkale Katı Atık Yönetimi Fizibilite Raporu. Envest Planners Konsorsiyumu. Ankara 2005.
- [17] **T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı** ,1983.Belediye Kanunu No: 2872. Resmi Gazete, Tarih: 11.08.1983, Sayı: 18132.
- [18] **Mimko A.Ş.** (2006). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı. Katı Atık Ana Planı Projesi, 1. Ara Raporu.
- [19] **Mimko A.Ş.** (2006). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı. Katı Atık Ana Planı Projesi, Nihai Rapor
- [20] **İstanbul Valiliği**, 2005, İstanbul İl Çevre Durum Raporu,
- [21] **CH₂M-Hill/Antel**, 1992. İstanbul Anketi için Hazırlanan Katı Atık Yönetim Etüdü, İstanbul
- [22] **COWI, 2008**, FEASIBLE Model Version 2, Danimarka Çevre Bakanlığı, 2007.
- [23] Yerel Yönetimler Portalı websitesi, www.yerelnet.gov.tr
- [24] **İSKİ Master Planı**, 2003. İstanbul.
- [25] www.unescap.org/stat/envstat/stwes.2waste.02.pdf
- [26] **Antonio C. Caputo, Pacifico M. Pelagagge** ,RDF Production Plants: I Design and Cost, 2002
- [27] **Ying Hsi Chang, W.C. Chen, Vi-Bin Chang** , Comparative Evaluation of RDF and MSW Incineration, 1998

- [28] **Birleşmiş Milletler websitesi** http://www.ietc.unep.or.jp/Ietc/Publications/spc/Solid_Waste_Management)
- [29] **European Comission**, Refuse Derived Fuel, Currennt Practice And Perspectives (B4-3040/2000/306517/MAR/E3) Final report , July 2003
- [30] **T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.** (1993).Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği (1986). T.C. Resmi Gazetesi No: 19269, Tarih: 02.11.1986.
- [31] **T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.** (1993).Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004). T.C. Resmi Gazetesi No:25687,Tarih:31.12.2004.
- [32] **T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.** (1993).Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği (2004). T.C. Resmi Gazetesi No: 25569, Tarih: 31.08.2004.
- [33] **T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.** (1993).Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği (2004). T.C. Resmi Gazetesi No: 25353, Tarih: 21.01.2004.
- [34] **T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.** (1993).Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004). T.C. Resmi Gazetesi No: 24609, Tarih: 10.12.2001.
- [35] **İstanbul Büyükşehir Belediyesi** websitesi www.ibb.gov.tr
- [36] **Öktem, İ.** , 2008, İstaç Atık Yönetim Müdürlüğü Kişisel görüşme
- [37] **İSTAÇ A.Ş.**, 2007 websitesi, www.istaç.gov.tr
- [38] **Türkiye İstatistik Kurumu** websitesi, www.tuik.gov.tr
- [40] **Sezer,K.**,*Karışık Kentsel Atık Kompost Tesisi Ünitelerinde Atık Profiline İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi2008
- [41] **Öztürk, İ.**, *Katı ve Tehlikeli Atıkların Yönetimi Lisans Ders Notları*

ÖZGEÇMİŞ

İnci Karakaya, 25.04.1983 tarihinde Kayseri’de doğmuştur. 2001 yılında Antalya Karatay Lisesinden mezun olmuştur. Aynı yıl İTÜ Çevre Mühendisliği bölümünde 1 yıl hazırlık eğitimi gördükten sonra lisans eğitimine başlamıştır. 2006 yılında “Deri Endüstrisinden Kaynaklanan Zenobiyotikler” bitirme tezini vererek mezun olmuştur. 2006 yılında İTÜ’de Çevre Bilimleri ve Mühendisliği programında yüksek lisans eğitimine başlamıştır.