



**BURSA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
ÇEVRE KORUMA VE KONTROL DAİRESİ BAŞKANLIĞI**

**BURSA
ENTEĞRE KATI ATIK
YÖNETİM PLANI**



BURSA ENTEGRE KATI ATIK YÖNETİM PLANI

PROJE KOORDİNATÖRÜ

Vahit BALAHORLİ

Çevre Yüksek Mühendisi

İSTAÇ Proje ve İş Geliştirme Müdürü

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ

Aynur KEMİRTLEK

Çevre Yüksek Mühendisi

İSTAÇ Proje Yönetim Şefi

Yelda AYDOĞAN

Çevre Yüksek Mühendisi

İSTAÇ Proje Yönetimi

KOORDİNASYON VE DENETİM

A. Nalan FİDAN

Şehir Plancısı

Bursa Büyükşehir Belediyesi

Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanı

Yeşim DEDEOĞLU

Çevre Yüksek Mühendisi

Bursa Büyükşehir Belediyesi

Atık Yönetimi Şube Müdürü

Yıldız ODAMAN CİNDORUK

Çevre Yüksek Mühendisi

Bursa Büyükşehir Belediyesi

Atık Yönetimi Şube Müdürlüğü

İLETİŞİM

Bursa Büyükşehir Belediyesi

Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı

Sırameşeler Mah. Avrupa Konseyi Bulvarı Acemler Hizmet Binası

A Bl. Kat:4

Osmangazi/BURSA

Tel: 0 224 444 16 00

Faks: 0 224 234 48 90

www.bursa.bel.tr

İSTAÇ İstanbul Çevre Yönetimi Sanayi ve Ticaret A.Ş.

EYLÜL 2015-BURSA



İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	ix
FOTOĞRAF LİSTESİ	xi
YÖNETİCİ ÖZETİ	1
GİRİŞ	9
1 BÖLGESEL TANITIM	12
1.1 GENEL İÇERİK	12
1.1.1 COĞRAFİ ÖZELLİKLER	12
1.1.2 SOSYO-EKONOMİK YAPI	14
2 NÜFUS VE BELEDİYE ATIĞI VERİLERİ	19
2.1 NÜFUS VERİLERİ	19
2.2 BELEDİYE ATIĞI VERİLERİ	20
3 ATIK YÖNETİMİ MEVCUT DURUMU	23
3.1 EVSEL ATIKLARIN YÖNETİMİ	23
3.1.1 TOPLAMA VE TAŞIMA SİSTEMİ	23
3.1.2 BELEDİYE ATIKLARININ BERTARAFI	28
3.2 AMBALAJ ATIKLARI YÖNETİMİ	36
3.3 TIBBİ ATIKLARIN YÖNETİMİ	39
3.4 HAFRİYAT TOPRAĞI, İNŞAAT & YIKINTI ATIKLARI YÖNETİMİ	41
3.5 TEHLİKELİ ATIKLARIN YÖNETİMİ	42
3.6 BİTKİSEL ATIK YAĞLARIN YÖNETİMİ	42
3.7 ÖMRÜNÜ TAMAMLAMIŞ LASTİKLERİN YÖNETİMİ	43
3.8 ATIK PİL VE AKÜMÜLATÖRLERİN YÖNETİMİ	43
3.9 ATIK ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK EŞYALARIN YÖNETİMİ	44
3.10 PARK VE BAHÇE ATIKLARI YÖNETİMİ	44
3.11 ATIK YÖNETİMİ MEVCUT DURUM SONUÇLARI	46
3.12 PLANLAMA SÜRECİNE KATILIM (SWOT ANALİZİ)	47
4 TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİ KATI ATIK MEVZUATLARI	49

4.1	AB KATI ATIK MEVZUATI	49
4.2	TÜRKİYE KATI ATIK MEVZUATI	52
5	<u>NÜFUS VE ATIK PROJEKSİYONU</u>	59
5.1	NÜFUS PROJEKSİYONU	59
5.1.1	İLLER BANKASI METODU	60
5.1.2	ARİTMETİK ARTIŞ METODU	60
5.1.3	GEOMETRİK (ÜSTEL=EXPONANSİYEL) ARTIŞ METODU	60
5.1.4	UNDP YAKLAŞIMI	60
5.1.5	SEÇİLEN NÜFUS PROJEKSİYONU	63
5.2	EVSSEL ATIK PROJEKSİYONU	65
6	<u>ATIK KARAKTERİZASYONUNUN BELİRLENMESİ</u>	67
6.1	KARAKTERİZASYON ÇALIŞMASI	67
6.2	SONUÇLAR	76
6.2.1	MADDE GRUP SINIFLANDIRMASI SONUÇLARI	76
6.2.2	LABORATUVAR ANALİZLERİ	87
6.2.3	SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER	89
7	<u>ATIK MİKTARLARININ BİLEŞENLERİ VE YÜZDESEL DAĞILIMLARI</u>	92
8	<u>HEDEFLERE GENEL BAKIŞ</u>	98
9	<u>ATIK YÖNETİM SENARYOLARININ OLUŞTURULMASI & DEĞERLENDİRİLMESİ</u>	100
9.1	ÖNERİLEN KATI ATIK TOPLAMA-TAŞIMA SİSTEMİ	100
9.1.1	KATI ATIK AKTARMA İSTASYONLARI	100
9.1.2	TOPLAMA-TAŞIMA SİSTEMİ	105
9.2	ÖNERİLEN ATIK YÖNETİM SENARYOLARI	111
9.2.1	MEVCUT DURUM SENARYOSU	111
9.2.2	ATIK YÖNETİMİNE YÖNELİK UYUM SENARYOLARI	112
9.2.3	UYGUN SÜRDÜRÜLEBİLİR ATIK YÖNETİM SENARYOSUNUN SEÇİMİ	123
10	<u>ATIK İŞLEME VE BERTARAF YÖNTEMLERİ</u>	126
10.1	MEKANİK BİYOLOJİK ARITIM	126
10.1.1	ÖRNEK TESİSLER	128
10.1.2	YÜKSEK KAPASİTELİ ÖRNEK TESİSLER	130
10.2	TERMAL BERTARAF YÖNTEMLERİ	131
10.2.1	KENTSEL ATIK YAKMA TEKNOJİLERİ	132
10.2.2	GAZİFİKASYON VE PİROLİZ	143
10.3	BİYOMETANİZASYON	146
10.4	BELİRLENEN YÖNTEMLERİN MALİ YAKLAŞIMI	150
10.4.1	BİYOKURUTMA YAKLAŞIK MALİYET	150
10.4.2	ATIK YAKMA VE ENERJİ ÜRETİM TESİSİ YAKLAŞIK MALİYET	151

11 BURSA İLİ KATI ATIK BERTARAF TESİSLERİ İÇİN YER SEÇİMİ	153
11.1 PROJE YER SEÇİMİ	153
11.2 KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI YER SEÇİMİ	153
11.2.1 KONUMSAL VERİLERİ TOPLANMASI VE VERİTABANI TASARIMI	153
11.2.2 FAKTÖR AĞIRLIKLARININ BELİRLENMESİ	153
11.2.3 UYGUN YERLERİN BELİRLENMESİ	153
11.2.4 ALTERNATİF DÜZENLİ KATI ATIK DEPOLAMA ALANLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	154
11.2.5 DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI YER SEÇİMİ SONUCU	162
11.3 MEKANİK BİYOLOJİK ARITIM TESİSİ YER SEÇİMİ	163
11.4 YAKMA TESİSİ YER SEÇİMİ	164
11.5 ENTEGRE KATI ATIK TESİSİ YER SEÇİMİ SONUCU	166
11.6 GÜNEY YAKASI KATI ATIK AKTARMA İSTASYONU YER SEÇİMİ	167
11.6.1 KULLANILAN YAKLAŞIM	167
11.6.2 SONUÇ	172
11.7 KELES İLÇESİ İÇİN UYGUN KATI ATIK TAŞIMA YERİNİN BELİRLENMESİ	172
11.7.1 AMAÇ	173
11.7.2 KULLANILAN YAKLAŞIM	173
11.8 BURSA İLİ HAFRİYAT ALANLARI UYGUNLUK ANALİZLERİ	178
11.8.1 YER SEÇİMİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER	178
11.8.2 ÇALIŞMA ALANININ BELİRLENMESİ	178
KAYNAKLAR	184

KISALTMALAR

AA	: Ambalaj Atığı
AB	: Avrupa Birliği
ADDY	: Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik
ADNKS	: Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
AEEE	: Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar
AEÜ	: Atıktan Enerji Üretimi
AGM	: Atık Getirme Merkezi
ASTM	: Standards Test Methods for Determination of The Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste (İşlenmemiş Kentsel Katı Atık Kompozisyonunun Belirlenmesinde Standart Test Metotları)
ATY/SRF	: Atıktan Türetilmiş Yakıt
BBA	: Biyobozunur Atık
BEBKA	: Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
EKAT	: Entegre Katı Atık Tesisi
EHCIP	: Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlanması
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EKAY	: Entegre Katı Atık Yönetimi
İYA	: İnşaat ve Yıkıntı Atıkları
İYM	: İlk Yatırım Maliyeti
KKA	: Kentsel Katı Atık
KAAİ	: Katı Atık Aktarma İstasyonu
KAAP	: Katı Atık Ana Planı
MBT	: Mekanik Biyolojik Arıtım
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MGT	: Maddesel Geri Kazanım Tesisi
OSB	: Organize Sanayi Bölgesi
ÖAİ	: Önerilen Aktarma İstasyonu
PAİ	: Planlanan Aktarma İstasyonu
SEGE	: Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi
SWA	: Methodology for the Analysis of Solid Waste, European Commission (Katı Atık Analizi İçin Metodoloji)
SWOT	: Güçlü yönler, Zayıf yönler, Fırsatlar, Tehditler (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)
TAP	: Taşınabilir Pil Üreticileri ve İthalatçıları Derneği
TAT	: Toplama Ayırma Tesisi
TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TKİ	: Türkiye Kömür İşletmeleri
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UNDP	: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1-1 Bursa il haritası.....	12
Şekil 1-2 Bursa ili yağış-sıcaklık grafiği	13
Şekil 1-3 İşletme sayılarına göre sektörel dağılım.....	14
Şekil 1-4 Bursa'da ilçe bazlı tarım alanı kullanım oranları	16
Şekil 1-5 Marmara Bölgesi'ndeki ulaştırma ilişkileri	17
Şekil 1-6 Bursa ili mevcut ve planlanan ulaşım sistemleri.....	18
Şekil 1-7 2010 yılı BEBKA kalkınma endeksi değerleri	18
Şekil 2-1 Yıllara göre nüfus sayım sonuçları.....	20
Şekil 2-2 Düzenli ve Düzensiz depolama sahalarındaki atık oranları	20
Şekil 2-3 İlçe bazlı evsel atık miktarları -2014	22
Şekil 2-4 Yıllara göre evsel atık miktarları (ton/yıl).....	22
Şekil 3-1 Mevcut atık yönetimi (2014)	23
Şekil 3-2 İlçe çöp araç sayıları (2014).....	25
Şekil 3-3 Planlanan aktarma istasyonu yerleri.....	27
Şekil 3-4 Mevcut katı atık düzenli depolama tesis yerleri	28
Şekil 3-5 Yenikent Katı Atık Düzenli Depolama Sahası, 2014	29
Şekil 3-6 Yenikent Katı Atık Düzenli Depolama Sahası vaziyet planı	30
Şekil 3-7 Yenikent Katı Atık Düzenli Depolama Sahası nihai projesi.....	31
Şekil 3-8 İnegöl Katı Atık Düzenli Depolama Sahası	32
Şekil 3-9 Elektrik üretimi	34
Şekil 3-10 Düzensiz Depolama Sahaları	35
Şekil 3-11 İlçe merkezlerinde yer alan bazı düzensiz depolama sahalarına ait özet bilgiler	35
Şekil 3-12 Ambalaj atıkları yönetimi, 2014	38
Şekil 3-13 Tıbbi atık yönetimi-2014.....	40
Şekil 3-14 İllere göre tehlikeli atık dağılımı (ton)	42
Şekil 3-15 Bitkisel atık yağ toplama	43
Şekil 4-1 AB Direktifleri	50
Şekil 4-2 Türkiye katı atık yönetim mevzuatları	53
Şekil 5-1 Bursa ili 1965-2014 nüfus sayım sonuçları	59
Şekil 5-2 Nüfus artış projeksiyonu (İller bankası metodu).....	61
Şekil 5-3 Nüfus artış projeksiyonu (Aritmetik artış metodu)	61
Şekil 5-4 Nüfus artış projeksiyonu (Geometrik artış metodu)	62
Şekil 5-5 Nüfus artış projeksiyonu (UNDP-YÜKSEK)	62
Şekil 5-6 Nüfus artış projeksiyonu (UNDP-ORTA).....	62
Şekil 5-7 Nüfus artış projeksiyonu (UNDP-DÜŞÜK)	63
Şekil 5-8 Nüfus tahmin metodlarının mukayesesi.....	64
Şekil 5-9 Evsel atık miktarı 2050 yılı projeksiyonu.....	65
Şekil 6-1 Bursa kentsel katı atık karakterizasyonu ortalama değerleri	76
Şekil 6-2 Atıkların içerdiği Kâğıt-Karton yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b)hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı	77
Şekil 6-3 Atıkların içerdiği Cam yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı	78
Şekil 6-4 Atıkların içerdiği Pet yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b)hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı	78
Şekil 6-5 Atıkların içerdiği Poşet yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı.....	79
Şekil 6-6 Atıkların içerdiği Plastik yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b)hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı.....	79
Şekil 6-7 Atıkların içerdiği Metal yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı.....	80
Şekil 6-8 Atıkların içerdiği Organik atık yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b)hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı.....	80
Şekil 6-9 Atıkların içerdiği Elektrik-Elektronik atık yüzdesinin gelir seviyesi ve hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı	81
Şekil 6-10 Atıkların içerdiği Tehlikeli atık yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı	81
Şekil 6-11 Atıkların içerdiği Kompozit yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b)hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı	82
Şekil 6-12 Atıkların içerdiği Tekstil yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı	82
Şekil 6-13 Atıkların içerdiği Çocuk Bezi yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı.....	83
Şekil 6-14 Atıkların içerdiği Diğer Yanabilir yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b)hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı.....	83
Şekil 6-15 Atıkların içerdiği Diğer Yanmayan yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı	84
Şekil 7-1 Belediye atığı kompozisyonu	94
Şekil 7-2 Belediye atığı miktarı ve atık bileşenleri.....	95
Şekil 7-3 Üretilen belediye atığı miktarı ve depolamaya gönderimi izin verilen BBA miktarları.....	95
Şekil 7-4 Düzenli Depolama Sahasına gönderimi müsaade edilen ve azaltım yapılacak atık miktarları.....	97
Şekil 9-1 Planlanan aktarma istasyonları ve yeni entegre atık yönetim tesisinin yeri (Alternatif 1)	102
Şekil 9-2 Planlanan aktarma istasyonları ve yeni entegre atık yönetim tesisinin yeri (Alternatif 2)	104
Şekil 9-3 Atık getirme merkezi tasarım örnekleri	107
Şekil 9-4 İç mekan poşet ve kutuları.....	108
Şekil 9-5 Atık getirme merkezleri	108

Şekil 9-6 Mevcut durumun devam etmesi halinde toplanan ve depolamaya giden atık miktarları	111
Şekil 9-7 Kurulması öngörülen tesisler ve kapasiteleri	113
Şekil 9-8 Kurulması öngörülen tesisler, kapasiteleri ve kütle dengesi	115
Şekil 9-9 Kurulması öngörülen tesisler ve kapasiteleri	116
Şekil 9-10 Kurulması öngörülen tesisler, kapasiteleri ve kütle dengesi	116
Şekil 9-11 Kurulması öngörülen tesisler ve kapasiteleri	117
Şekil 9-12 Biyometanizasyon proses akış şeması (İSTAÇ A.Ş.)	118
Şekil 9-13 Kurulması öngörülen tesisler, kapasiteleri ve kütle dengesi	120
Şekil 9-14 Kurulması öngörülen tesisler ve kapasiteleri	121
Şekil 9-15 Kurulması öngörülen tesisler, kapasiteleri ve kütle dengesi	121
Şekil 10-1 MBT Tesisi (Biyokurutma).....	126
Şekil 10-2 Termal bertaraf yöntemleri	132
Şekil 10-3 Yakma tesisi akış diyagramı	134
Şekil 10-4 Atık kabul ve depolama üniteleri örnekleri.....	135
Şekil 10-5 Atık besleme sistemi örnekleri.....	135
Şekil 10-6 Hareketli ızgaraların görünümü	136
Şekil 10-7 Yanma odası örnekleri.....	136
Şekil 10-8 Buhar kazanı örneği	137
Şekil 10-9 Türbin jeneratör örneği	137
Şekil 10-10 ASM Brescia tesisi akış şeması.....	140
Şekil 10-11 AVI Amsterdam tesisi akış şeması	141
Şekil 10-12 Proses bileşenleri (Kompogas-kuru anaerobik çürütme)	149
Şekil 11-1 Bursa ili katı atık depolama alanları için raster tabanlı maliyet yüzeyi haritası	154
Şekil 11-2 Bursa İli Çevre Düzeni Planında uygun yer önerisi	155
Şekil 11-3 Analiz sonucunda bulunan alanların değerlendirildiği konumsal veriler	155
Şekil 11-4 Mustafakemalpaşa ilçesi-Karaorman köyü sahası	156
Şekil 11-5 Kestel ilçesine ait Soğuksu köyü sahası	157
Şekil 11-6 Mustafakemalpaşa ilçesi-Keltaş/Kapaklıluk Sahaları.....	158
Şekil 11-7 Mustafakemalpaşa ilçesi-Köreken köyü sahası	159
Şekil 11-8 Nilüfer ilçesi-Kayapa köyü sahası	160
Şekil 11-9 Bursa ili 2014 yılı nüfus yoğunluk haritası	161
Şekil 11-10 Bursa ili için katı atık alternatif depolama alanlarını gösteren harita	161
Şekil 11-11 Bursa ili yakma tesisi çalışma bölgesi.....	165
Şekil 11-12 Yakma Tesisleri için uygun yer haritası.....	166
Şekil 11-13 Katı atık depolama ve yakma tesisleri entegrasyonu	166
Şekil 11-14 Bursa İli Orhaneli, Büyükorhan, Keles ve Harmancık ilçelerinin konumu	167
Şekil 11-15 Bursa İli güney bölgesi katı atık aktarma istasyonları uygunluk haritası.....	170
Şekil 11-16 Orhaneli İlçesi KAAİ için uygun yerlerin yerleşim birimlerine göre konumları.....	170
Şekil 11-17 Orhaneli İlçesi KAAİ için uygun yerlerin uydu görüntüsü üzerinde konumları.....	171
Şekil 11-18 Orhaneli İlçesi KAAİ için uygun yerlerin (6 adet) alanları.....	171
Şekil 11-19 Bursa ili güney ilçeleri için PAİ konumu	173
Şekil 11-20 Keles ilçesinden PAİ ve DDT'lere olan güzergâhlar ve mesafeler.....	174
Şekil 11-21 Keles ilçesinden PAİ ve DDT'lere olan güzergâhların topografik durumu	175
Şekil 11-22 Keles – Orhaneli güzergâhında 10 ton yüklü kamyonun yakıt analizi.....	176
Şekil 11-23 Keles – İnegöl güzergâhında 10 ton yüklü kamyonun yakıt analizi.....	176
Şekil 11-24 Bursa ili hafriyat alanları uygunluk idari birim haritası	179
Şekil 11-25 Bursa ili hafriyat alanları uygunluk nüfus haritası	179
Şekil 11-26 Bursa ili hafriyat alanları uygunluk haritası.....	180

TABLO LİSTESİ

Tablo 1-1 İlçe isimleri, mahalle sayıları ve alan bilgileri.....	13
Tablo 1-2 Bursa ili işletme büyüklükleri	14
Tablo 1-3 Bursa ili Organize Sanayi Bölgeleri	15
Tablo 1-4 Bursa ili Sanayi Bölgeleri.....	15
Tablo 1-5 Elektrik üretim santralleri ve kurulu güç.....	17
Tablo 2-1 Bursa ilçelerinin 1965-2014 yılları arasındaki nüfus verileri.....	19
Tablo 2-2 Bursa ilinin aldığı göç, verdiği göç ve net göç (2013-2014).....	19
Tablo 2-3 Nüfus artış hızları.....	20
Tablo 2-4 Hizmet verilen nüfus ve belediye atığı miktarları-2014.....	21
Tablo 3-1 İlçe bazlı evsel atıkların toplanması ve taşınması	24
Tablo 3-2 İlçelerde kaynağında ayrı toplanan AA miktarları-2014	37
Tablo 3-3 Sterilizasyon tesisine gönderilen tıbbi atık miktarları	39
Tablo 3-4 Özel Atıklar ile ilgili uygulama yapan ilçeler	45
Tablo 3-5 SWOT analizi.....	48
Tablo 5-1 Birleşmiş Milletler Kalkınma Programının öngördüğü 2010-2055 yılları arasında Türkiye'nin nüfus artış hızları.....	61
Tablo 5-2 Atık ve nüfus projeksiyonu	66
Tablo 6-1 Bursa katı atık karakterizasyonu numune alma planı.....	68
Tablo 6-2 Bursa katı atık karakterizasyonu çalışması için alınan numunelerin bilgi ve verileri.....	69
Tablo 6-3 Katı atık karakterizasyonu madde grupları.....	73
Tablo 6-4 Atık muhtevasının sosyo ekonomik duruma göre yüzdesel değişimi	77
Tablo 6-5 15.12.2014 tarihli numunelerin katı atık bileşenlerinin ağırlıkça yüzde dağılımları.....	86
Tablo 6-6 16.12.2014 tarihli numunelerin katı atık bileşenlerinin ağırlıkça yüzde dağılımları.....	86
Tablo 6-7 17.12.2014 tarihli numunelerin katı atık bileşenlerinin ağırlıkça yüzde dağılımları.....	87
Tablo 6-8 Laboratuvar analizi sonuçları.....	88
Tablo 6-9 Atık karakterizasyonu kıyaslama tablosu	90
Tablo 7-1 Toplanan belediye atığı miktarı tahminleri.....	92
Tablo 7-2 Atık karakterizasyonuna ait projeksiyon.....	92
Tablo 7-3 Biyobozunur atık projeksiyonu.....	93
Tablo 7-4 Geri Kazanılabılır atık projeksiyonu	93
Tablo 7-5 Diğer (İnert) atık projeksiyonu	93
Tablo 7-6 Belediye atığı miktarı ve bileşenleri	94
Tablo 7-7 Belediye Atığı, BBA ve Depolanabilir BBA	96
Tablo 7-8 Düzenli Depolama Sahasına gönderimi müsaade edilen ve azaltım yapılacak atık miktarları	97
Tablo 8-1 EKAY sistemi ölçülebilir hedeflerinin özeti.....	99
Tablo 9-1 Atık Aktarma İstasyonlarına, Entegre Katı Atık Tesisine ve İnegöl Katı Atık Düzenli Depolama Sahasına atığını getirecek ilçelerin mesafeleri (Alternatif 1).....	101
Tablo 9-2 Atık aktarma istasyonlarının entegre katı atık tesisine mesafeleri (Alternatif 1).....	101
Tablo 9-3 Atık Aktarma İstasyonlarına, Entegre Katı Atık Tesisine ve İnegöl Katı Atık Düzenli Depolama Sahasına atığını getirecek ilçelerin mesafeleri (Alternatif 2).....	103
Tablo 9-4 Atık aktarma istasyonlarının entegre katı atık tesisine mesafeleri (Alternatif 2).....	103
Tablo 9-5 Önerilen ambalaj atığı geri kazanım miktarları	105
Tablo 9-6 Kaynağında ayrı toplama çalışması uygulaması için ünite adeti	106
Tablo 9-7 Tahmini tıbbi atık miktarları	109
Tablo 9-8 Tahmini evsel tehlikeli atık miktarı	110
Tablo 9-9 Tahmini hafriyat toprağı ve İYA miktarı.....	110
Tablo 9-10 Mevcut durum	111
Tablo 9-11 Evsel atık yönetimi mevcut durumu.....	112
Tablo 9-12 Atık yönetim sistemi sürdürülebilir uyum senaryosu 1-a özeti.....	114
Tablo 9-13 Atık geri kazanım ve bertaraf sistemleri	115
Tablo 9-14 Atık geri kazanım ve bertaraf sistemleri	117
Tablo 9-15 Atık yönetim sistemi sürdürülebilir uyum senaryosu 2 özeti	119
Tablo 9-16 Atık geri kazanım ve bertaraf sistemleri	120
Tablo 9-17 Atık yönetim sistemi sürdürülebilir uyum senaryosu 3 özeti.....	122
Tablo 9-18 Atık geri kazanım ve bertaraf sistemleri	122
Tablo 9-19 Atık işleme yöntemleri birinci aşama çok kriterli değerlendirmesi.....	124
Tablo 9-20 Atık yönetim senaryoları maliyet kıyaslamaları.....	125
Tablo 10-1 İngiltere'de işletilen MBT tesis bilgileri	128
Tablo 10-2 MBT tesis kapasite ve alanları	130
Tablo 10-3 Yakma sistemlerinin avantaj ve dezavantajları	132
Tablo 10-4 Avrupa'da kentsel katı atıkların	139
Tablo 10-5 Örnek yakma tesisleri ve kapasiteleri	142

<i>Tablo 10-6 Yakma, Piroliz ve Gazifikasyon sistemlerinin karşılaştırılması</i>	145
<i>Tablo 10-7 Termal yöntemlerin proses mukayesesi</i>	146
<i>Tablo 10-8 Biyogazın hacimsel bileşimi</i>	146
<i>Tablo 10-9 Biyokurutma tesisinin avantaj ve dezavantajları</i>	151
<i>Tablo 10-10 Biyokurutma ünitesi içeren tesislerin yapım ve işletme giderleri</i>	151
<i>Tablo 10-11 Kütleli yakma tesisleri yatırım ve işletme maliyetleri*</i>	152
<i>Tablo 10-12 Kütleli Yakma, Gazifikasyon ve Piroliz Teknolojilerine ait Maliyetler*</i>	152
<i>Tablo 11-1 Alternatif katı atık depolama alanlarının istatistiksel değerlendirilmesi</i>	162
<i>Tablo 11-2 Alternatif katı atık depolama sahalarının alanları</i>	162
<i>Tablo 11-3 Mekanik Biyolojik Arıtma Kriterleri</i>	163
<i>Tablo 11-4 Alternatif katı atık depolama sahalarının alanları</i>	164
<i>Tablo 11-5 Yakma tesisleri yer seçimine etki eden faktörler ve faktör ağırlıkları</i>	165
<i>Tablo 11-6 KAAİ yer seçimine etki eden faktörler ve ağırlık değerleri</i>	169
<i>Tablo 11-7 Hafriyat alanlarının yer seçimine etki eden faktörler ve faktör ağırlıkları</i>	178
<i>Tablo 11-8 Hafriyat alanları için uygun alanların istatistiksel değerlendirilmesi</i>	181

FOTOĞRAF LİSTESİ

<i>Fotoğraf 3-1 Eysel atıkların toplanması & taşınması</i>	25
<i>Fotoğraf 3-2 İnegöl Katı Atık Düzenli Depolama Sahası, 2014</i>	33
<i>Fotoğraf 3-3 Sızıntı suyu arıtma tesisi</i>	33
<i>Fotoğraf 3-4 Enerji üretim tesisi</i>	34
<i>Fotoğraf 3-5 Mahallelerde yer alan düzensiz depolama sahaları</i>	36
<i>Fotoğraf 3-6 İlçe merkezlerinde yer alan düzensiz depolama sahaları</i>	36
<i>Fotoğraf 3-7 Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi</i>	41
<i>Fotoğraf 3-8 Çalıştay görüntüleri</i>	47
<i>Fotoğraf 6-1 Kentsel katı atık toplama araçlarının kantarda tartılması ve bilgilerin alınması</i>	70
<i>Fotoğraf 6-2 Belirlenen bölgelerden gelen atığın boşaltılması ve kepçe ile karıştırılması</i>	70
<i>Fotoğraf 6-3 Temsil edici numune alımı</i>	71
<i>Fotoğraf 6-4 Sınıflandırma çalışması için atıkların numune hacim kabına doldurulması ve sınıflandırma yapılacak yere taşınması</i>	71
<i>Fotoğraf 6-5 Madde grup sınıflandırma işleminin yapıldığı açık ve kapalı alan</i>	72
<i>Fotoğraf 6-6 Sınıflandırma işlemi yapacak personele eğitim verilmesi</i>	72
<i>Fotoğraf 6-7 Atık madde grup sınıflandırması çalışmasından görünüm</i>	73
<i>Fotoğraf 6-8 Sınıflandırılan bileşenlerin görünümü</i>	73
<i>Fotoğraf 6-9 Atıkların tartılması</i>	74
<i>Fotoğraf 6-10 Laboratuvar analizleri için numune alma işlemi ve alınan numunelere atık kodlarının verilmesi</i>	74
<i>Fotoğraf 6-11 Atıkların tartılması</i>	75
<i>Fotoğraf 6-12 Numunelerin kurutulması ve kaba öğütücüde öğütülmesi</i>	75
<i>Fotoğraf 6-13 Kaba öğütücüden geçirilen numunelerin ince öğütücüde öğütülmesi</i>	75

ÇALIŞMA GRUBU

Yelda AYDOĞAN
Çevre Yüksek Mühendisi

Erol TEZCAN
Çevre Yüksek Mühendisi

Oğuzhan UÇAR
Entegre Yönetim Sistemleri Şefi
(Kamu Yönetimi Uzmanı)

Aylin NALBANT
Kurumsal Kaynak Planlama Şefi
(Ekonomist)

Ahmet Nuri KUTLU
Proje Etüt Şefi
(İnşaat Mühendisi)

Gülşen ÖNÜÇ
Şehir Plancısı

Aynur KEMİRTLEK
Proje Yürütücüsü
(Proje Yönetim Şefi)
(Çevre Yüksek Mühendisi)

Vahit BALAHORLİ
Proje Koordinatörü
(Proje ve İş Geliştirme Müdürü)
(Çevre Yüksek Mühendisi)

YÖNETİCİ ÖZETİ

Bursa ili için “Entegre Katı Atık Yönetim Planı” orta ve uzun vadede sürdürülebilir atık yönetiminin sağlanması ve karşılanabilir maliyetler çerçevesinde entegre sistemin kurulması amacıyla hazırlanmıştır.

Bursa ili Entegre Katı Atık Yönetim planı kapsamında Bursa ilinin 17 ilçesine ait mevcut atık yönetimi özetlenmiş, nüfus ve atık projeksiyon hesaplamaları, atık karakterizasyon çalışması yapılmış ve bunların ışığında ulusal mevzuat ile uyumlu belediye atığı yönetim senaryoları oluşturulmuş ve bu senaryolara göre geri kazanım ve bertaraf tesislerine ait alternatif yerler tespit edilmiştir. Ayrıca raporda ulusal ve AB mevzuatları, entegre atık yönetim sistem elemanları ve maliyetlerine de yer verilmiştir.

Marmara Denizi'nin güneydoğusunda yer alan Bursa'nın kıyı şeridi uzunluğu 135 kilometredir. Yüzölçümü 10.820 km²'dir. 17 ilçesi ve 1057 mahallesi bulunmaktadır. Denizden yüksekliği 155 metre olan Bursa şehri, genelde Akdeniz ikliminden Karadeniz iklimine geçiş özelliğini yansıtmaktadır. Bursa ili ekonomisi genel olarak sanayi, tarım, hayvancılık ve turizme dayanmaktadır. 2013 yılında yayınlanan 81 il sanayi durum raporuna göre; Türkiye’de en fazla sanayi işletmesine sahip birinci şehrimiz %31 oranla İstanbul, ikinci şehrimiz ise % 8 oranla Bursa’dır ve sanayi siciline kayıtlı sanayi işletmesi sayısı 5.804’tür. Bursa’da yer alan firmaların sektörel dağılımına baktığımızda %34 oran ile tekstil ürünleri imalatı ilk sırada yer almaktadır. Bursa’da yapılan ithalat ve ihracatın 2013 yılı için ekonomik faaliyetlere göre dağılımında en büyük pay imalat sektörüne (%98) aittir. İl genelinde 13 adet Organize Sanayi Bölgesi ve 16 adet Sanayi Bölgesi bulunmaktadır. SEGE 2011 araştırmasına göre, Türkiye geneli illerin sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralamasında Bursa ili 6. sırada yer almaktadır.

Bursa, 2014 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) verilerine göre Türkiye’nin 4. büyük kenti olma özelliği taşımaktadır. 2014 yılı nüfusu 2.787.539 ve 1965-2014 yılları arasındaki geometrik nüfus artış hızı ortalaması % 2,7’dir. 2013-2014 dönemine ait Bursa ili net göç hızı %0,56’dır.

Bursa ili katı atık yönetimi mevcut durumu, Bursa ilinin 17 ilçesine yerinde teknik ziyaretler gerçekleştirilerek ve her bir ilçede kapsamlı anket çalışmaları yapılarak belirlenmiştir.

İlçelerde yapılan anket çalışmalarında, 2014 yılında Bursa genelinde 2.729.699 kişiye atık hizmeti verildiği sonucuna ulaşılmıştır. Ulaşılan bu değer ile Bursa ili genelinde atık toplama verimi %98 olarak belirlenmiştir.

Mevcut durumda, Bursa genelinde ilçe belediyeleri tarafından günde 2.600 ton evsel atık; 100.425 adet konteyner ve 300 adet çöp aracı ile toplanmakta ve atıkların %88’i düzenli depolama sahalarında (Yenikent ve İnegöl DDT), %12’si düzensiz depolama sahalarında bertaraf edilmektedir. 2014 yılı verilerine göre; ilçelerden, Yenikent Katı Atık Düzenli Depolama sahasına 2.084 ton/gün, İnegöl Katı Atık Düzenli Depolama sahasına 168 ton/gün ve düzensiz depolama sahalarına ise 348 ton/gün atık gönderilmektedir. Bursa ili genelinde 4 adet aktarma istasyonu planlanmaktadır. Yer tespit çalışmalarında, Entegre Katı Atık Tesisi için iki alternatif bölge seçilmiştir. Bu bölgeler; Nilüfer ve Kestel ilçelerinde yer almaktadır. Planlanan tesisler ve aktarma istasyonu yerleri ile ilçelerin tesislere olan uzaklıkları Bölüm 9.1.1’de verilmiştir.

Bursa ilinde 2 adet düzenli depolama sahası, 1 adet tıbbi atık sterilizasyon tesisi, 1 adet enerji üretim tesisi, 1 adet sızıntı suyu arıtma tesisi, 17 adet hafriyat döküm sahası, 3 adet İnşaat ve yıkıntı atıkları geri kazanım tesisi bulunmaktadır. Kaynağında ayrı toplama çalışmaları 12 ilçede devam etmekte olup, 2014 yılında 43.724 ton ambalaj atığı evlerden kaynağında ayrı toplanarak, geri kazanıma gönderilmiştir. Bursa’da 1365 sağlık kuruluşundan toplanan yılda 2.852 ton tıbbi atık (2014 yılı) sterilizasyon yöntemi ile ön işleme tabi tutularak düzenli depolama sahasında bertaraf edilmektedir. Özel atıklar(bitkisel atık yağlar, vb.) ile ilgili sınırlı sayıda ilçe belediyesi tarafından çalışmalar yürütülmektedir. Bursa il sınırları içerisinde 29 adet düzensiz depolama sahası

bulunmakta olup, 7 adet sahanın rehabilitasyonu tamamlanmıştır. Rehabilitasyonu tamamlanan sahalara; Gemlik İlçesi Karacaali, Orhangazi İlçesi Çakırlı ve Yeniköy, İznik İlçesi Elbeyli ve Boyalıca, İnegöl ilçesi Cerrah ve Yenice Mahallelerine ait düzensiz depolama sahalarıdır. Rehabilitasyon ile ilgili çalışmalar kademeli olarak devam etmektedir.

Bursa ilinin entegre katı atık yönetim sistemi ve atık yönetimi senaryolarının planlaması için kentin gelecek 35 yıldaki nüfus gelişimi, TÜİK verileri kullanılarak iller bankası, aritmetik metot, geometrik metot ve UNDP nüfus artış metodu yaklaşımları uygulanarak analiz edilmiştir. Bursa için UNDP Yüksek büyüme senaryosu dikkate alınarak nüfus tahmini yapılmış, il bazında atık üretimi hesaplamalarında da bu tahminler kullanılmıştır. 2014 yılı için kişi başı atık miktarı 1,04 kg/kişi.gün olarak dikkate alınmıştır ve bu veri üzerinden atık tahminleri yapılmıştır. Kişi başı atık miktarının artışında ise KAAP ve EHCIP değerlerinden faydalanılarak birim atık miktarının yıllık %2,2 oranında geometrik olarak artacağı kabul edilmiştir. Yıl bazlı nüfus ve atık miktarı tahminleri aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

	Nüfus	Atık Miktarı (ton/yıl)	Atık Miktarı (ton/gün)
2015	2.819.423	1.075.822	2.947
2018	2.923.359	1.192.522	3.267
2023	3.100.754	1.413.811	3.873
2035	3.499.772	2.084.393	5.711
2050	3.933.533	3.271.467	8.963

Bursa ili için atık karakteristiğinin belirlenmesine yönelik güz dönemi (yağışlı) saha çalışması ve laboratuvar analizleri yapılmıştır. Yapılan karakterizasyon çalışması sonuçlarına göre; Belediye atığı içerisinde; %52,15 oranında organik atık, % 13,06 oranında ambalaj atığı (kâğıt-karton, cam, pet, plastik, vb.) bulunmaktadır. Atık nem muhtevası % 58,5, ortalama üst kalorifik değeri 4.141 kcal/kg ve alt kalorifik değeri 1.450 kcal/kg'dır. Atık yoğunluğu 330 kg/m³tür.

Nem (%)	Üst Kalorifik Değer (kcal/kg)	Alt Kalorifik Değer (kcal/kg)	Kızdırma Kaybı (%)	Alt Kalorifik Değer (kcal/kg)
58,50	4.141,30	1.450,00	81,80	Maksimum 3.224 Minimum 792

Bursa için mevzuatla uyumlu sürdürülebilir entegre atık yönetimi ilkesi doğrultusunda farklı uyum senaryoları oluşturulmuştur. Uyum senaryoları; biyolojik olarak ayrışabilir atıkların düzenli depolamaya kabulündeki yasal sınırlamalar ve ambalaj atıklarının geri kazanım hedefleri dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Uyum senaryolarında biyolojik olarak ayrışabilir atıklar için hedef yıllar, Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik uyarınca 2015, 2018 ve 2025 olarak alınmıştır. Bu tarihlerde, 2005 yılındaki biyolojik olarak ayrışabilir atıkların sırasıyla %75'i, %50'si ve %35'i düzenli depolama tesislerine kabul edilecektir.

Sürdürülebilir uyum senaryolarında planlanan atık toplama ve taşıma sisteminde, kaynağında ayrı toplama çalışmasına henüz başlamamış belediyeler için ikili toplama sistemine 2016 yılında geçileceği öngörülmüştür. İkili toplama sisteminde; Ambalaj atıkları (AA) ve organik atıklar ayrı kaplarda biriktirilerek toplanacaktır. Belediyelerin 2035 yılına kadar %60 geri kazanılabilir ambalaj atık miktarlarına ulaşmaları öngörülmüştür. 2016 yılında Atık Getirme Merkezleri'nin (AGM) kurulması ve 2016-2025 yılları arasında geri dönüştürülebilir malzemelerin %40'ının AGM ve atık kumbaraları ile %60'ının iç mekan kutuları ile toplanması önerilmektedir.

2025-2035 yılları arasında ise bu oran sırası ile %60 ve %40 mertebelerinde olabilir. Bu plan dahilinde, mahalle statüsüne kavuşan uzak köylerde atık toplama merkezlerinin kurulumunun 2 yıl (2018) süre ile ötelenmesi öngörülmüştür. Sokak toplayıcılarının ise 2025 yılına kadar sistemden çekilmesi ya da sisteme entegre edilmesi planlanmıştır.

Tıbbi atık projeksiyonu hesaplamalarında; 2035 yılında üretilen tıbbi atık miktarının 20 ton/gün olması beklenmektedir. 20 ton/gün tıbbi atık bertarafı için mevcut sterilizasyon tesisinin (3 vardiya) kapasitesi 2035 yılı sonuna kadar yeterli olacaktır. Bursa genelinde 2035 yılı sonuna kadar toplam 565 milyon ton hafriyat toprağı ve İYA oluşması beklenmektedir. Yer seçimi çalışmalarında hafriyat toprağı yönetimi için 89 adet alternatif saha önerilmiştir.

Coğrafi konum, atık karakteristiğı, enerji kaynakları, bertaraf seçeneklerinden bazılarının uygunluğu, atık yönetiminden türetilen ürünler için pazar büyüklüğü, kentler ve ülkeler bazında geniş çapta farklılık gösterdiğinden atık yönetimi için optimum bir sistem yoktur. Bursa entegre katı atık yönetim planında; atık kumbaraları ve atık getirme merkezleri aracılığıyla ambalaj atıklarından bir ölçüde ayrılmış organik atıkların yönetiminde, 3 farklı sürdürülebilir uyum senaryosu geliştirilerek farklı tesislerin işletmeye alınması öngörülmüştür.

Alternatif 1-a senaryosunda mekanik biyolojik arıtım (MBT) ve termal tesis kurulumu planlanmıştır. 2018 yılında bir adet 2.500 ton/gün kapasiteli MBT (Ayrıştırma ve Biyokurutma içeren) kurulması öngörülmüştür. Karışık olarak toplanan belediye atıkları MBT'ye yönlendirilecek olup elek üstü malzeme ayrıştırılarak atık türüne göre geri dönüşüme, elek altı malzeme ise biyokurutma tesisine; geri kalan ve ünitelerden çıkan atık malzeme ise düzenli depolama sahasına gönderilecektir. Biyolojik olarak ayrışabilir atıkların düzenli depolamaya kabulüne ilişkin kotaların zaman içerisinde azalmasından dolayı 2022 yılı sonrasında azaltımı gereken atık miktarlarında artışlar olacaktır. Dolayısıyla 2023 yılında 2.000 ton/gün, 2030 yılında 1.000 ton/gün olmak üzere toplamda 3.000 ton/gün kapasiteli yakma tesisinin kurulması planlanmıştır. Yakma tesisine beslenecek atığın kalorifik değerinin artırılması amacıyla biyokurutma ünitesinden çıkan ürünün %50 oranında yakma tesisine, geri kalan kısmının ise çimento fabrikaları gibi enerji ihtiyacı yüksek olan tesislere yönlendirilmesi planlanmıştır.

Alternatif 1-b senaryosunda Alternatif 1-a'dan farklı olarak biyokurutmadan çıkan ürünün tamamının 3.000 ton/gün kapasiteli yakma tesisine gönderilmesi planlanmıştır. Bu durumda MBT ve yakma tesisinin toplam kapasitesinin biyobozunur atık hedefini sağlamada yetersiz kalması sebebi ile 2023 yılında 600 ton/gün kapasiteli gazifikasyon veya yakma tesisi devreye alınacaktır.

Alternatif 2 senaryosunda, MBT (Mekanik ayırma – Biyometanizasyon - ATY) + Termal bertaraf (Yakma ve Gazifikasyon) yapılması öngörülmüştür. 2019 yılında 2.500 ton/gün kapasiteli bir MBT tesisi kurulması planlanmıştır. Karışık olarak toplanan belediye atıkları MBT'ye yönlendirilecek olup elek üstü malzemeden geri dönüştürülebilir atıklar elle ayrıştırılacak, geri dönüştürülemeyen atıklar Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) ürününe; geri kalan ve ünitelerden çıkan atık malzeme ise düzenli depolama sahasına gönderilecektir. Elek altı malzeme ise biyometanizasyon tesisine yönlendirilecektir. 2019 yılında işletmeye alınması planlanan biyometanizasyon tesisinin kapasitesi 1.200 ton/gün olarak hesaplanmış olup, tesis 8 adet fermentasyon tankından oluşacaktır. 2023 yılında 1.800 ton/gün kapasiteli yakma tesisi ve 300 ton/gün kapasiteli gazifikasyon veya yakma tesisi yatırımı yapılacaktır. 900 ton/gün kapasiteli ikinci ilave yakma tesisi yatırımı ise 2030 yılında planlanmıştır. Aynı zamanda ATY ünitesinden çıkan üründe yakma tesisine yönlendirilecektir. Gazifikasyon tesisinin kurulması durumunda tesise, evsel atıkların yanı sıra, tıbbi atık ve tehlikeli atık da beslenebilecektir.

Alternatif 3 senaryosunda, sadece Termal bertaraf yöntemi kullanılmıştır. Karışık olarak toplanan belediye atıkları doğrudan toplam 5.000 ton/gün kapasiteli yakma tesisine yönlendirilecektir. 2023 yılında 3.000 ton/gün kapasiteli yakma tesisi işletmeye alınacak, 2026 ve 2030 yıllarında ise 1.000 ton/gün kapasiteli ilave yakma hatları devreye alınacaktır. Ek yakıt ihtiyacı olacaktır.

Senaryolarda yıllara göre işletmeye alınacak tesisler ve tesis alan ihtiyaçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Durum	Yöntem	İşletmeye Alınma Tarihi	Tesis Kapasitesi	Tesis Alan İhtiyacı
Mevcut Durum	Sadece Düzenli Depolama	-	33.000.000 m ³	85 ha
Alternatif 1-a	MBT (Geri Kazanım ve Biyokurutma) (%50 SRF yönlendirme) + Yakma + DDT	2018 + 2023-2030 + 2016-2035	2.500 ton/gün + 2.000 – 1000 ton/gün + 9.700.000 m ³	25 ha
Alternatif 1-b	MBT (Geri Kazanım ve Biyokurutma) (%100 SRF yönlendirme) + Gazifikasyon/Yakma + Yakma + DDT	2018 + 2023 + 2023-2030 + 2016-2035	2.500 ton/gün + 600 ton/gün + 2.000 – 1.000 ton/gün + 10.200.000 m ³	25 ha
Alternatif 2	MBT (Mekanik Ayırma) + Biyometanizasyon + Yakma + Gazifikasyon/Yakma + DDT	2019 + 2019 + 2023-2030 + 2023 + 2016-2035	2.500 ton/gün + 1.200 ton/gün + 1.800 – 900 ton/gün + 300 ton/gün + 14.400.000 m ³	36 ha
Alternatif 3	Yakma + DDT	2023-2026-2030 + 2016-2035	3.000 – 1.000 – 1.000 ton/gün + 16.600.000 m ³	42 ha

Senaryolar; yönetmelik, yatırım maliyeti, işletme maliyeti, çevresel faktörler ve riskler açısından aşağıdaki tabloda değerlendirilmiştir. Puanlamada, "1" en yüksek (en uygun), "4" en düşük puanı göstermektedir.

Durum	Yöntem	Yönetmelik Azaltım Hedefi ile Uyumlu mu?	Yatırım Maliyeti ve İşletme ve Bakım Giderleri	Çevre Korunması Göz Önüne Alınıyor mu?	Riskler	Puanlama
Mevcut Durum	Sadece Düzenli Depolama	Hayır	Düşük	Kısmen Uygun	<ul style="list-style-type: none"> - Biyobozunur atıkların düzenli depolama sahasına gönderilmesi - Kullanılabilir alanların kısıtlı olması 	4
Alternatif 1a-b	MBT (Geri Kazanım ve Biyokurutma (SRF yönlendirme) + Gazifikasyon/Yakma + Yakma + DDT	Evet	Yüksek	Evet	MBT: <ul style="list-style-type: none"> - SRF ürününün piyasasının kısıtlı olması Yakma: <ul style="list-style-type: none"> - Yüksek kalorifik değerli atığın bulunamaması - Kalifiye teknik personelin bulunamaması 	1
Alternatif 2	MBT (Mekanik Ayırma) + Biyometanizasyon + Yakma + Gazifikasyon/Yakma + DDT	Evet	Çok Yüksek	Evet	Biyometanizasyon: <ul style="list-style-type: none"> - Biyolojik proses işletme sıkıntısı - İstenen kalitede atığın kaynağında ayrı toplanmasında sıkıntılar yaşanması Yakma: <ul style="list-style-type: none"> - Yüksek kalorifik değerli atığın bulunamaması - Kalifiye teknik personelin bulunamaması 	2
Alternatif 3	Yakma + DDT	Evet	Çok Yüksek	Evet	<ul style="list-style-type: none"> - Yüksek kalorifik değerli atığın bulunamaması - Kalifiye teknik personelin bulunamaması - Ek yakıt gereksinimi 	3

Sürdürülebilir atık yönetimi senaryolarında planlanan tesislerin yatırım ve işletme maliyetleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Senaryolar	Yöntem	Yatırım Maliyeti*	İşletme Maliyeti*	Puanlama
Mevcut Durum	Düzenli Depolama (DDT)	10 Milyon Euro	2 Euro/Ton	--
Alternatif 1-a	MBT (2.500 ton/gün) + Yakma (Izgaralı Sistem) (3.000 ton/gün) + DDT	35-45 Milyon Euro + 400-500 Milyon Euro + 3 Milyon Euro	15-25 Euro / Ton + 30-40 Euro / Ton + 2 Euro/Ton	1
Alternatif 1-b	MBT (2.500 ton/gün) + Yakma (Izgaralı Sistem) (3.000 ton/gün) + Gazifikasyon/Yakma (600 ton/gün) + DDT	35-45 Milyon Euro + 400-500 Milyon Euro + 100-150 Milyon Euro + 3 Milyon Euro	15-25 Euro / Ton + 30-40 Euro / Ton + 45-55 Euro / Ton + 2 Euro/Ton	2
Alternatif 2	MBT (2.500 ton/gün) + Yakma (Izgaralı Sistem) (2.700 ton/gün) + Gazifikasyon/Yakma (300 ton/gün) + DDT	120-160 Milyon Euro + 400-500 Milyon Euro + 90-120 Milyon Euro + 4,5 Milyon Euro	25-30 Euro / Ton + 30-40 Euro / Ton + 45-55 Euro / Ton + 2 Euro/Ton	3
Alternatif 3	Yakma (Izgaralı Sistem) (5.000 ton/gün) + DDT	650-800 Milyon Euro + 5 Milyon Euro	30-40 Euro /Ton + 2 Euro/Ton	4

* Yatırım ve İşletme Maliyetleri yaklaşık olarak verilmiş olup gerçek maliyetler fizibilite raporları ile hesaplanmalıdır. DDT yatırım ve işletme (sızıntı suyu arıtma hariç) birim maliyetleri Bursa Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilmiştir. Birim maliyetler Türkiye ortalamasının oldukça altındadır.

Yasal uygunluk, çevre, işletme karmaşıklığı, enerji ihtiyaçları, istihdam, kabul edilebilirlik kriterlerine ve yatırım- işletme maliyetlerine göre yapılan değerlendirmede en uygun entegre katı atık yönetim senaryosunun "Alternatif 1-a" olduğu görülmektedir.

Senaryolarda tespit edilen geri kazanım ve bertaraf tesisleri için alternatif yerler belirlenmiştir. Bursa ilinde düzenli depolama, MBT tesisleri ve yakma tesisleri için alternatif yerler aşağıda özetlenmiştir. Detaylı bilgi Bölüm 11’de yer almaktadır.

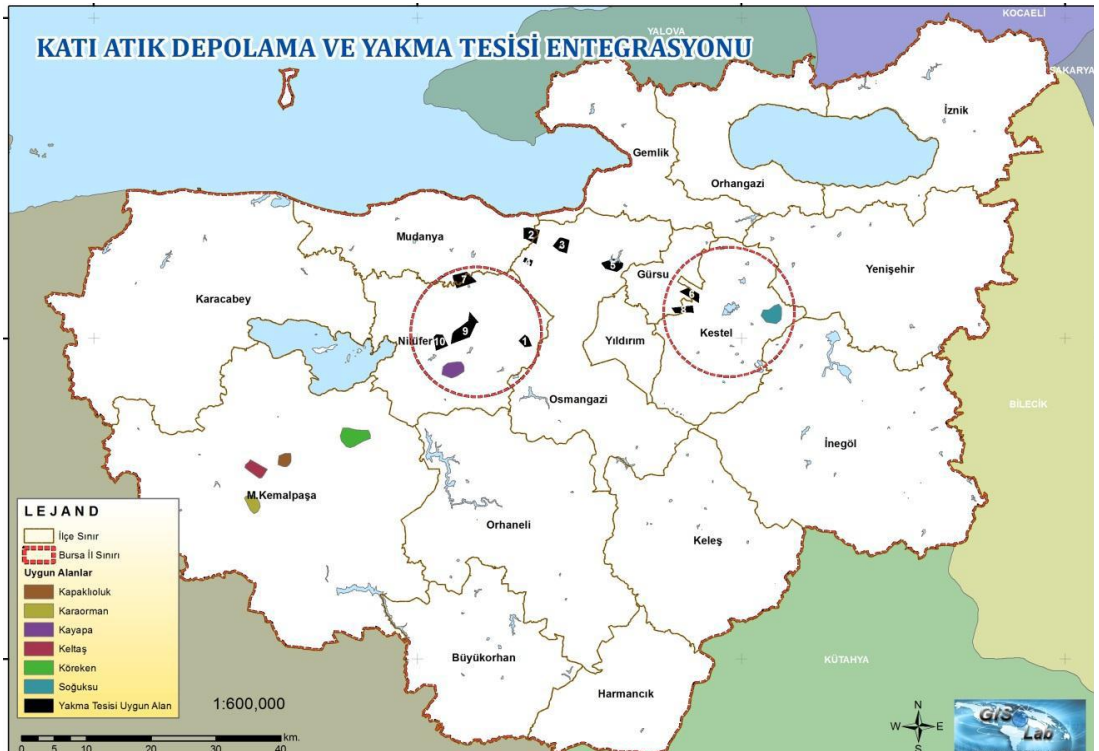
Düzenli Depolama; Bursa ili düzenli katı atık depolama alanı yer tespit çalışmalarında Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY), Basit Ağırlık Yöntemi (BAT) ve TOPSİS Yöntemi olmak üzere üç farklı yöntemle analizler yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Bursa ili için katı atık depolama alanı genel değerlendirmesi yapıldığında uygun alternatif alanlar; Kayapa, Soğuksu, Köreken, Karaorman, Keltaş, Kapaklıluk mevki olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu 6 alternatif içerisinde en uygun olan 3 alternatif alan Kayapa (Nilüfer), Köreken (Mustafakemalpaşa) ve Soğuksu (Kestel) ‘dur.

MBT; MBT alanlarının belirlenmesinde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden Basit Ağırlık Yöntemi kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda Bursa ili için 58 adet Mekanik Biyolojik Arıtma Tesis alanı tespit edilmiştir. Bu alanlar içerisinde seçilen ve entegre tesisin düşünüldüğü 2 alternatif alan, Kayapa (Nilüfer) ve Soğuksu (Kestel) ‘dur.

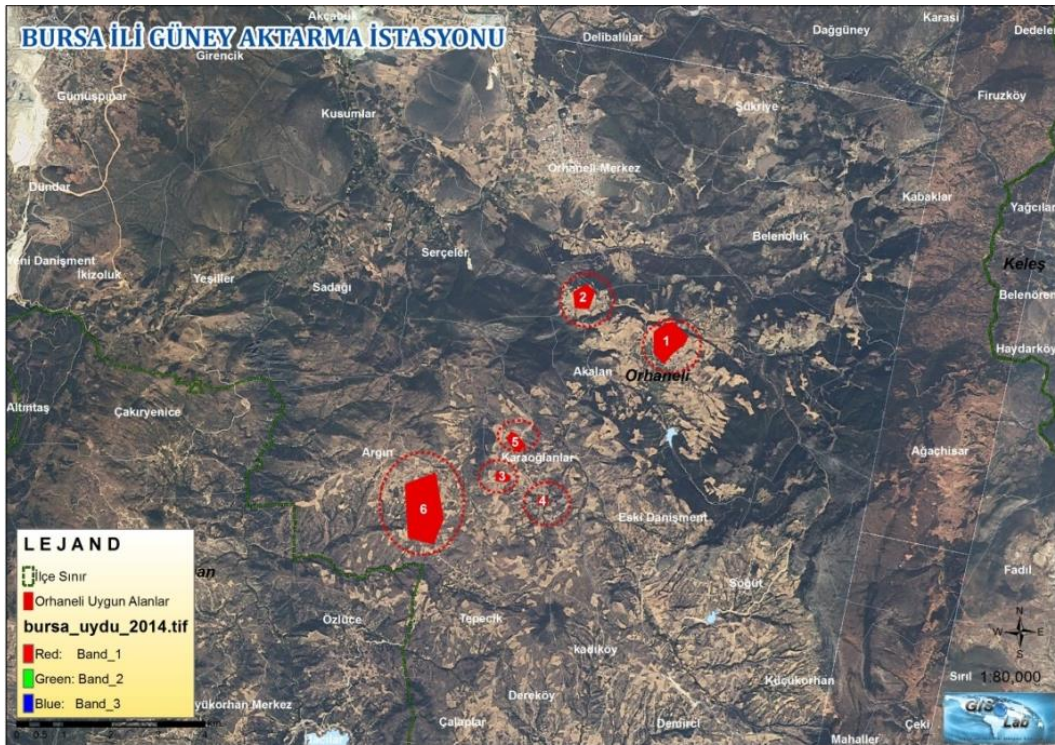
YAKMA; Yakma tesisi için uygun yerlerin tespit edilmesine yönelik yapılan çalışmada; akarsu, nüfus, eğim, AKKS, arazi kullanımı, hidroloji, altyapı flora-fauna ve turizm katmanları kullanılmıştır. Yakma tesisi alanların belirlenmesinde ÇKKV yöntemlerinden biri olan Basit Ağırlık Yöntemi kullanılarak uygun yerler tespit edilmiştir. Bursa İli için yerleşim merkezinden alternatif depolama alanlarına yakın olan 10 adet yakma tesisi alanı tespit edilmiştir.

Entegre katı atık geri kazanım ve bertaraf tesisleri için yapılan yer seçimi analizleri sonucunda 58 adet MBT, 10 adet yakma tesisi ve 6 adet katı atık düzenli depolama sahası alanı belirlenerek değerlendirilmiştir. Yakma ve düzenli depolama tesislerini içeren entegre katı atık tesis yeri için Kayapa (Nilüfer) ve Soğuksu (Kestel) mevkiinde yer alan alanların uygun olduğu görülmüştür. Yapılan yer seçimi analizleri sonucunda uygun olarak önerilen alanlar kırmızı renk ile işaretlenerek aşağıda verilmiştir.



Hafriyat Alanları Uygunluk Analizleri; Hafriyat alanları için uygun yerlerin tespit edilmesine yönelik yapılan çalışmada, akarsu, baraj/göl, altyapı, AKKS, arazi kullanım, nüfus, eğim, flora-fauna ve turizm katmanları kullanılmıştır. Hafriyat alanlarının belirlenmesi için gerçekleştirilen analizlerde ÇKKV yöntemlerinden Basit Ağırlık Yönetimi'nden faydalanılmıştır. Bursa ili için 89 adet yeni hafriyat depolama alanı tespit edilmiştir.

Güney Aktarma İstasyonu; Bursa İli güneyinde kalan Orhaneli, Keles, Büyükorhan ve Harmancık ilçelerinde üretilen katı atıkların, optimum seviyede toplanması ve taşınması için Bursa ili güneyinde bir adet aktarma istasyonu planlanmaktadır. Aktarma istasyonu yer seçimi analizinde; nüfus, yol, topografya, akarsu, yerleşim, hidroloji, turizm, koruma alanları ve mevcut uydu görüntüleri kullanılarak görsel değerlendirmeler ve irdelemeler yapılmış, Orhaneli ilçesinde en uygun altı alan tespit edilmiştir. Tespit edilen 6 alternatif alan aşağıdaki haritada verilmiştir.



Keles İlçesi İçin Uygun Katı Atık Taşıma Yerin Belirlenmesi; Bursa İli güneyinde yer alan Keles ilçesi coğrafik ve topografik açıdan kritik bir bölgede kalmaktadır. Bu nedenle Keles ilçesi atıklarının, ekonomik, çevresel, sosyal, teknik ve sürdürülebilirlik açıdan nereye taşınmasının daha uygun olacağı çalışma kapsamında incelenmiştir. İnceleme kapsamında, birinci seçenek olarak Keles ilçesi atıklarının İnegöl ilçesinde bulunan Düzenli Depolama Tesisine (DDT), ikinci seçenek olarak ise Orhaneli ilçesinde yapılması Planlanan Aktarma İstasyonuna (PAİ) gönderilmesi düşünülmüştür. En uygun alternatifin, maliyet ve fiziksel koşullar dikkate alınarak süreç içerisinde değerlendirilmesi ve seçilmesi önerilmektedir.

GİRİŞ

Orta ve uzun vadede sürdürülebilir atık yönetiminin sağlanması ve karşılanabilir maliyetler çerçevesinde entegre sistemin kurulması amacıyla Bursa ili için “Entegre Katı Atık Yönetim Planı” hazırlanmaktadır.

Bu projedeki çalışmalar; bir başlangıç raporu, anket çıktıları, bir teknik ara rapor, 17 ilçe belediyesinin SWOT analizine yönelik çalıştay raporu ve sonuç raporunu kapsamaktadır. Bu projenin kapsadığı coğrafi alan Bursa Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde kalan 17 ilçe belediyesini içermektedir (Şekil 1-1).



Amaç ve Kapsam

Bu plan; atık yönetim faaliyetlerinin belirlenmesine ışık tutacak bilgi ve verilerin derlenmesini ve Bursa ilinin 2035 yılına kadar atık yönetim mevzuatlarına uygun “Entegre Katı Atık Yönetim” (EKAY) sisteminin oluşturulmasını amaçlamaktadır.

Söz konusu plan aşağıdaki konu başlıklarını kapsamakta olup **11** bölümden ve **4** ekten meydana gelmektedir.

- Bursa ili katı atık yönetimi mevcut durumu
- 2015 - 2050 yılları arasındaki nüfus ve atık miktarı tahminleri
- Ulusal ve AB mevzuatları
- Atık karakterizasyon çalışması
- Entegre katı atık yönetim senaryoları
- Atık yönetim tesisleri için uygun alternatif yerlerin seçimi

Kullanılan Yaklaşım

Bursa ili katı atık yönetimi mevcut durumu, Bursa ilinin 17 ilçesine yerinde teknik ziyaretler gerçekleştirilerek ve her bir ilçede kapsamlı anket çalışmaları yapılarak belirlenmiştir. Bu çerçevede yürütülen çalışmalarda mevcut durumun ortaya konulabilmesi amacıyla ilgili kurum ve kuruluşlardan atık yönetim sistemi ile ilgili gerekli bilgi ve veriler temin edilerek derlemeler yapılmıştır. Çalışmada, **22 Nisan 2015 tarihinde yapılan ve ilçe Belediyelerinin katılım sağladığı çalıştay çıktıları (SWOT Analizi-Görüşler ve Öneriler), Bursa Büyükşehir Belediyesi, İlçe Belediyeleri ve literatür bilgi ve verilerinden** faydalanılmıştır. İl genelinde yapılan ilçe bazlı anket çalışması sonuçları bu raporun ekinde yer almaktadır (EK-1).

Nüfus, gelecekteki atık miktarlarını tahmin etmekte kullanılan iki istatistiki bilgidir. Nüfus tahminlerinde; ilçe bazında, “Türkiye İstatistik Kurumu” (TÜİK) verilerinden yararlanılarak; iller bankası, aritmetik metot, geometrik metot ve “Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı” (UNDP) nüfus artış metotları kullanılmıştır. 2014 yılı için tahmin edilen kişi başı atık miktarı; anketlerde ilçe belediyeleri tarafından beyan edilen atık hizmeti verilen nüfus ile kantardan elde edilen atık miktarı verilerine dayanmaktadır. İnegöl düzenli depolama sahası kantar verilerindeki eksiklik ve bazı ilçelerde halen devam eden düzensiz depolamadan

kaynaklanan sınırlı atık miktarı verileri olmasına karşın, bu verilerde büyük ölçüde tespit edilerek hesaplamalarda dikkate alınmıştır. Geleceğe yönelik kişi başı atık miktarı tahminleri ise “Katı Atık Ana Planı” (KAAP) ve “Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlanması” (EHCIP) raporlarında belirtilen yıllık yüzde artış kabulü yapılarak oluşturulmuştur. Bu veriler, gelecekteki atık miktarlarını belirlemek için nüfus tahminleri ile birlikte kullanılmıştır. Ambalaj atıkları, tıbbi atıklar, hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıkları (İYA) ve evsel tehlikeli atık miktarları ile ilgili tahminler de ayrıca yapılmış olup, bu plan içerisinde yer almaktadır. Nüfus ile ilgili detaylı tablolar ekte sunulmuştur (EK-2).

Atık bileşeninin belirlenmesi amacıyla yapılan “Atık Karakterizasyon Çalışmasında”; ilçe nüfusları, konum, coğrafi yapı vb. nitelikler göz önünde bulundurularak analiz yapılacak numune sayıları belirlenmiştir. Gruplandırılmalar ise ilçelerin sosyo-ekonomik yapısı dikkate alınarak yapılmıştır. Yüksek-Orta-Düşük Gelir ve Ticari-Çarşı olarak 15 ilçeden hafta içi ve hafta sonu olmak üzere 32 numune alınarak atığın karakterizasyonu belirlenmiştir. Ayrıca, numunelerin laboratuvar analizleri yapılarak nem, kalorifik değer, kızdırma kaybı gibi özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın tamamında “İşlenmemiş Kentsel Katı Atık Kompozisyonunun Belirlenmesinde Standart Test Metotları” (ASTM), “Katı Atıkların Analizi için Metodolojiler” (SWA) ve Katı Atık Karakterizasyonu Analiz Metodundan faydalanılmıştır. İlçe bazlı karakterizasyon sonuçları bu raporun ekinde detaylı şekilde sunulmuştur (EK-3).

Bursa ilinin mevcut katı atık yönetim sistemi dikkate alınarak karşılanabilir maliyetler çerçevesinde sürdürülebilir katı atık yönetimi senaryo alternatifleri oluşturulmuştur. Her bir atık yönetim senaryosunun avantaj ve dezavantajları irdelenerek sürdürülebilirlik ve uygulanabilirlik açısından en uygun senaryo seçimi yapılmıştır.

Konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içinde gerçekleştiren ve bir bilgi sistemi olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Bursa ilinde düzenli depolama sahaları, hafriyat toprağı depolama sahaları, mekanik biyolojik arıtma (MBT) tesisleri ve yakma tesisleri için alternatif yerler tespit edilmiştir.

Bu planda, detayları ilgili bölümlerde de yer alan anahtar varsayımlar ve tahminlerde bulunulmuştur. Zaman içinde bu varsayımların geçerliliğinin gözden geçirilmesi ve tekrar değerlendirmeye alınması önerilmektedir.

Plan Yapısı

Planın, **Birinci ve İkinci bölümünde**, proje bölgesine ait coğrafi, iklimsel ve meteorolojik koşullar açıklanmış olup Bursa ilinin genel sosyo-ekonomik yapısı ele alınmıştır. İlçelerin 1965-2014 dönemindeki nüfus gelişimleri ve Bursa genelinin 2001-2014 yıllarındaki atık miktarı değerleri sunulmuştur. 1965-2014 yılları arasındaki geometrik nüfus artış hızı ortalamasının % 2,7 ve 2014 yılında Bursa ili genelinde bertaraf edilen atık miktarının 2.970 ton/gün olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Üçüncü-Dördüncü bölümde, Büyükşehir Belediyesinin ve 17 ilçe belediyesinin uygulamakta olduğu mevcut katı atık yönetim sistemi açıklanmıştır. Belediyelerin anket cevaplarından elde edilen bilgi ve verilere değinilmiştir. Bu kapsamda; AB ve Ulusal mevzuat, atık tür ve miktarları, atıkların toplanması, atık transferi, geri dönüşüm ve geri kazanım faaliyetleri, toplanan atıkların mevcut düzenli ve düzensiz depolama sahalarında bertarafı ile ilgili bilgi ve veriler sunulmuştur. Bu kısımlar, mevcut durum analizinden elde edilen sonuçların ve mevzuatların açıklanması ile sona ermektedir. Bursa ilinin atık yönetim faaliyet haritaları (EK-4)'te verilmiştir.

Beşinci bölümde, nüfus tahminleri ve atık yönetim tesislerinin planlanmasında temel veri olarak kullanılacak atık miktarı tahminleri yer almaktadır. Hesaplanan nüfus projeksiyonuna göre 2015 yılında 2.819.423 kişi olan nüfusun, 2018 yılında 2.923.359, 2023 yılında 3.100.754, 2035 yılında 3.499.772, 2050 yılında 3.933.533 kişi olacağı tahmin edilmiştir. Toplam atık miktarı, kişi başı atık miktarının ilgili nüfusla çarpılması ile hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalara göre, Bursa ilinde evsel atık miktarının 2015 yılında 1.075.822 ton, 2018 yılında 1.192.522 ton, 2023 yılında 1.413.811 ton, 2035 yılında 2.084.393 ton ve 2050 yılı itibarıyla 3.271.467 ton olacağı ön görülmüştür.

Altıncı bölümde, Belediye atıklarının kompozisyonuna dair bilgi ve veriler paylaşılmıştır. En önemli akışlardan ikisini teşkil eden organik atıklar %52,15 ve ambalaj atıkları %13,06 oranında atık bileşeni içerisinde yer almaktadır. Atıkların nem muhtevası % 58,5, ortalama üst kalorifik değeri 4.141,3 kcal/kg ve alt kalorifik değeri 1.450 kcal/kg'dır.

Yedinci bölümde, Atık yönetim senaryolarında veri olarak kullanılacak atık miktar ve türlerinin analizleri bu kısımda detaylı olarak verilmiştir. Karışık belediye atıkları biyobozunur, geri kazanılabilir ve diğer olmak üzere 3 grupta incelenmiştir.

Sekizinci bölümde, Bursa ili için orta-uzun vadede sürdürülebilir entegre atık yönetim sistemi ile ilgili aksiyon ve hedefler bu kısımda belirtilmiştir.

Dokuzuncu bölümde, Bursa ilinin atık miktarı ve karakterine uygun sürdürülebilir atık yönetim senaryoları bu kısımda yer almaktadır ve Bursa için 3 alternatif senaryo önerisinde bulunulmuştur.

Onunca bölümde, Atık işleme ve bertaraf tesislerinden bahsedilerek, her tesis için yatırım ve işletme maliyetleri belirtilmiştir. Bu bölümde ayrıca örnek atık yönetim tesisleri ile ilgili kısa bilgiler verilmiştir.

On birinci bölümde, Bursa il sınırları içerisinde atık yönetim tesisleri için uygun araziler taranarak yer seçimi için alternatif alanlar belirlenmiştir.

1 BÖLGESEL TANITIM

1.1 Genel İçerik

Bu kısımda, Bursa şehrinin bölgesel özellikleri hakkında genel bilgilere yer verilmiştir.

1.1.1 Coğrafi Özellikler

Marmara Denizi'nin güneydoğusunda yer alan Bursa'nın kıyı şeridi uzunluğu 135 kilometredir. Bursa ili doğuda Bilecik, Adapazarı, kuzeyde Kocaeli, Yalova, İstanbul ve Marmara Denizi, güneyde Kütahya, batıda Balıkesir illeriyle çevrilidir¹.

Coğrafi Koordinatlar ¹	Rakım ²	Yüzölçümü ²
Kuzey Enlem 40° 10.8'- Doğu Boylam 29° 01.8'	155 metre	10.820 km ²

Bursa ilinin; **% 40'ı dağlardan, % 30'u platolardan, % 26'sı ovalardan** oluşmaktadır³. Ayrıca Bursa'nın toplam alanının %40'ı ormanlardan oluşmaktadır¹. Dağlar, genellikle doğu-batı yönünde uzanan sıra dağlar şeklindedir. Başlıca dağlar; Uludağ, Samanlı, Domaniç, Ahı ve Katırlı dağlarıdır³. İlin en önemli yükseltisi, aynı zamanda kayak merkezi ve milli park da olan Uludağ'dır¹. Başlıca büyük ovalar; Bursa, Yenişehir, İnegöl, Karacabey ve Kemalpaşa ovalarıdır. Göller ise İznik (**%2,8**) ve Uluabat Gölleri (**%1,2**)'dir³. Bitkisel üretimin yoğun olduğu ovalar ise Yenişehir, İnegöl, Mustafakemalpaşa, Karacabey ve İznik ovalarıdır⁴.



Şekil 1-1 Bursa il haritası

Kaynak: Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2014

2012 yılında yayınlanan “6360 sayılı On Üç İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Altı İlçe Kurulması İle Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnemelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun” ile Bursa Büyükşehir Belediyesi’nin sınırları, il mülki sınırları olmuştur ve Bursa Büyükşehir Belediyesi ilçe sayısı 7’den 17’ye yükselmiştir. **Mahalle sayısı 1057’dir**⁵. İlçe isimleri, alanları ve mahalle sayılarına ait özet bilgi Tablo 1-1’de verilmiştir.

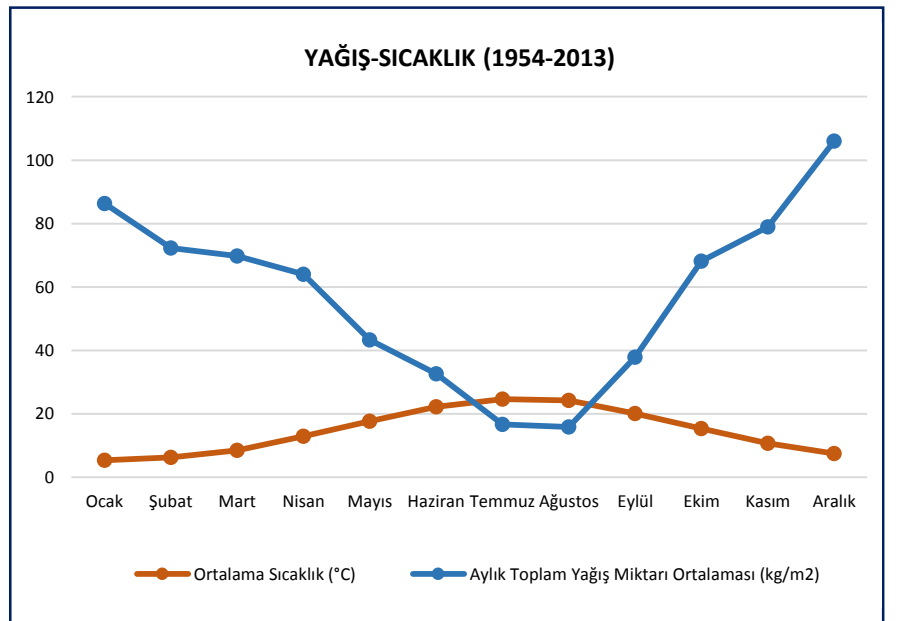
Tablo 1-1 İlçe isimleri, mahalle sayıları ve alan bilgileri

İLÇE	MAHALLE SAYISI ⁵	ALAN (KM ²) ⁵
NİLÜFER	64	507,55
BÜYÜKORHAN	43	511,6
GEMLİK	35	404,09
GÜRSU	14	118,45
HARMANCIK	31	373,29
İNEGÖL	116	1055,68
İZNİK	46	589,95
KARACABEY	85	1126,05
YILDIRIM	69	127,12
KELES	42	630,68
KESTEL	35	391,81
MUDANYA	47	366,49
MUSTAFAKEMALPAŞA	131	1507,41
ORHANELİ	61	873,85
ORHANGAZİ	31	351,45
OSMANGAZİ	136	628,79
YENİŞEHİR	71	732,7
TOPLAM	1057	10296,96

Kaynak: Bursa ili idari sınırlar haritası, Bursa Büyükşehir Belediyesi-2014

İklim: Bursa şehri, doğal bitki örtüsü açısından zengin bir ildir. Denizden yüksekliği 155 metre olan Bursa ili, genellikle Akdeniz ikliminden Karadeniz iklimine geçiş özelliklerini yansıtmaktadır.

İlin en sıcak ayları Temmuz – Ağustos, en soğuk ayları ise Ocak – Şubat – Aralık’tır (Şekil 1-2). İlde ortalama nispi nem % 69 civarındadır. Ortalama yağış miktarı 700,3 mm’dir⁶.



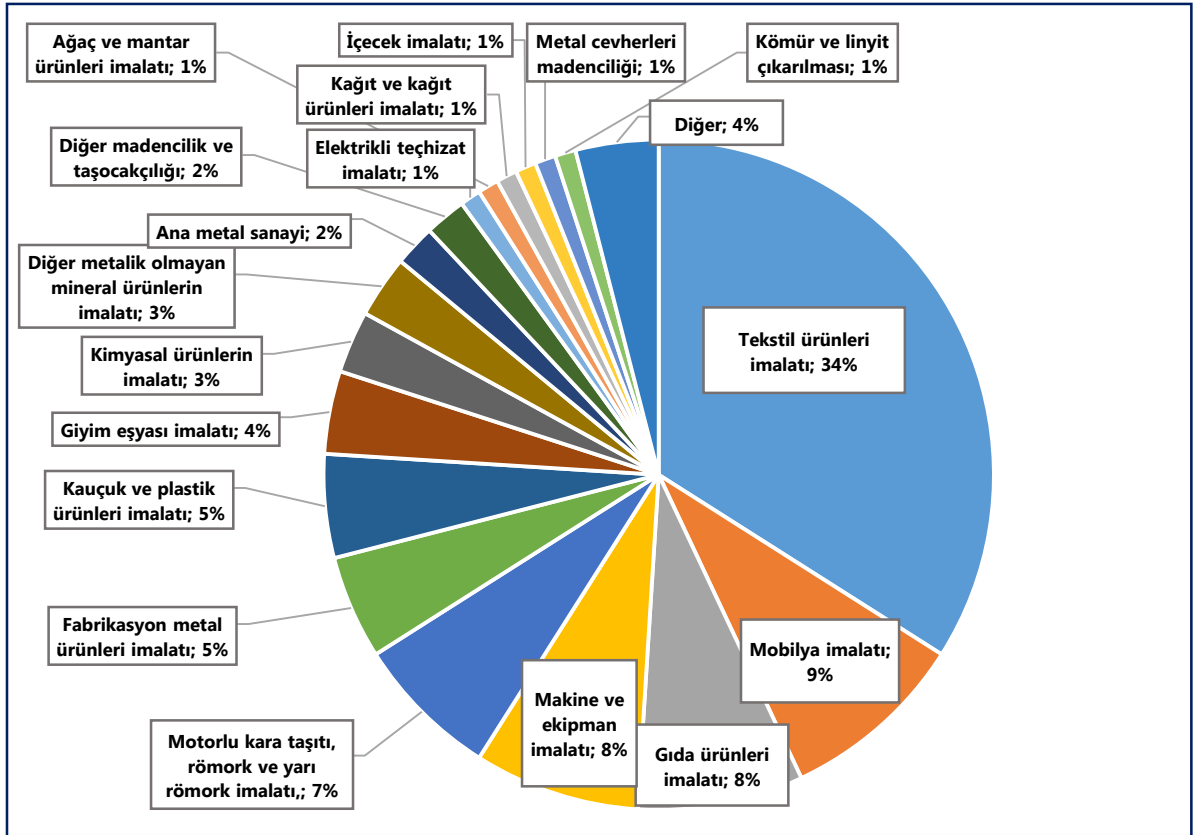
Şekil 1-2 Bursa ili yağış-sıcaklık grafiği

Kaynak: MGM verileri kullanılarak grafik oluşturulmuştur.

1.1.2 Sosyo-Ekonomik Yapı

Çeşitli kurumların rapor sonuçlarından faydalanılarak Bursa ilinin sosyo-ekonomik durumu ile ilgili aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Bursa ili ekonomisi genel olarak sanayi, tarım, hayvancılık ve turizme dayanmaktadır.
- Sanayi sicil kayıtlarına göre Türkiye’de en fazla sanayi işletmesine sahip birinci şehrimiz %31 oranla İstanbul ikinci şehrimiz ise % 8 oranla Bursa’dır. Bursa ilinde sanayi siciline kayıtlı sanayi işletmesi sayısı 5.804’tür. Bursa’da yer alan firmaların sektörel dağılımına baktığımızda ise %34 oran ile tekstil ürünleri imalatının ilk sırada yer aldığı, tekstilden sonra mobilya (%9), gıda (%8), otomotiv ve yan sanayi gruplarının ağırlıkta olduğu görülmektedir (Şekil 1-3)⁷.



Şekil 1-3 İşletme sayılarına göre sektörel dağılım

Kaynak: Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 2013 verileri kullanılarak grafik oluşturulmuştur.

- Bursa Ticaret ve Sanayi Odası tarafından hazırlanan Yeni Kurulan-Kapanan Firma istatistiklerine göre; 2012 yılında Bursa’da, 2 bin 827 firma kurulmuş, 919 firma kapanmıştır.

2012’de açılan firmaların sektörel dağılımında; inşaat ve yapı kooperatifleri, tekstil ve konfeksiyon, gıda-tarım ve hayvancılık ile hizmet sektörleri ilk sıralarda yer almaktadır⁷.

Tablo 1-2 Bursa ili işletme büyüklükleri

Mikro Ölçekli	Küçük Ölçekli	Orta Ölçekli	Büyük Ölçekli
% 50	% 38	% 10	% 2

Kaynak: BEBKA (2014-2023)

- Bursa ilinden yapılan ithalat ve ihracatın 2013 yılı için ekonomik faaliyetlere göre dağılımına bakıldığında en büyük pay **imalat sektörüne** (%98) aittir⁸.
- İl genelinde 13 adet Organize Sanayi Bölgesi ve 16 adet Sanayi Bölgesi bulunmaktadır (Tablo 1-3).

Tablo 1-3 Bursa ili Organize Sanayi Bölgeleri

OSB ADI	İLÇE	KURLUŞ YILI ⁹
BURSA TEKSTİL BOYAHANELERİ İHTİSAS ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	Osmangazi	2006
İNEGÖL MOBİLYA AĞAÇ İŞLERİ İHTİSAS ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	İnegöl	2006
KESTEL ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	Kestel	2004
YENİŞEHİR ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	Yenişehir	2004
HASANAĞA ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	Nilüfer	2003
NİLÜFER ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	Nilüfer	2001
GÜRSU ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	Gürsu	2001
MUSTAFAKEMALPAŞA MERMERCİLER İHTİSAS ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	Mustafakemalpaşa	1998
BURSA İHTİSAS DERİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	Nilüfer	1994
MUSTAFAKEMALPAŞA ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	Mustafakemalpaşa	1991
DEMİRTAŞ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	Osmangazi	1990
İNEGÖL ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	İnegöl	1977
BURSA ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	Nilüfer	1961

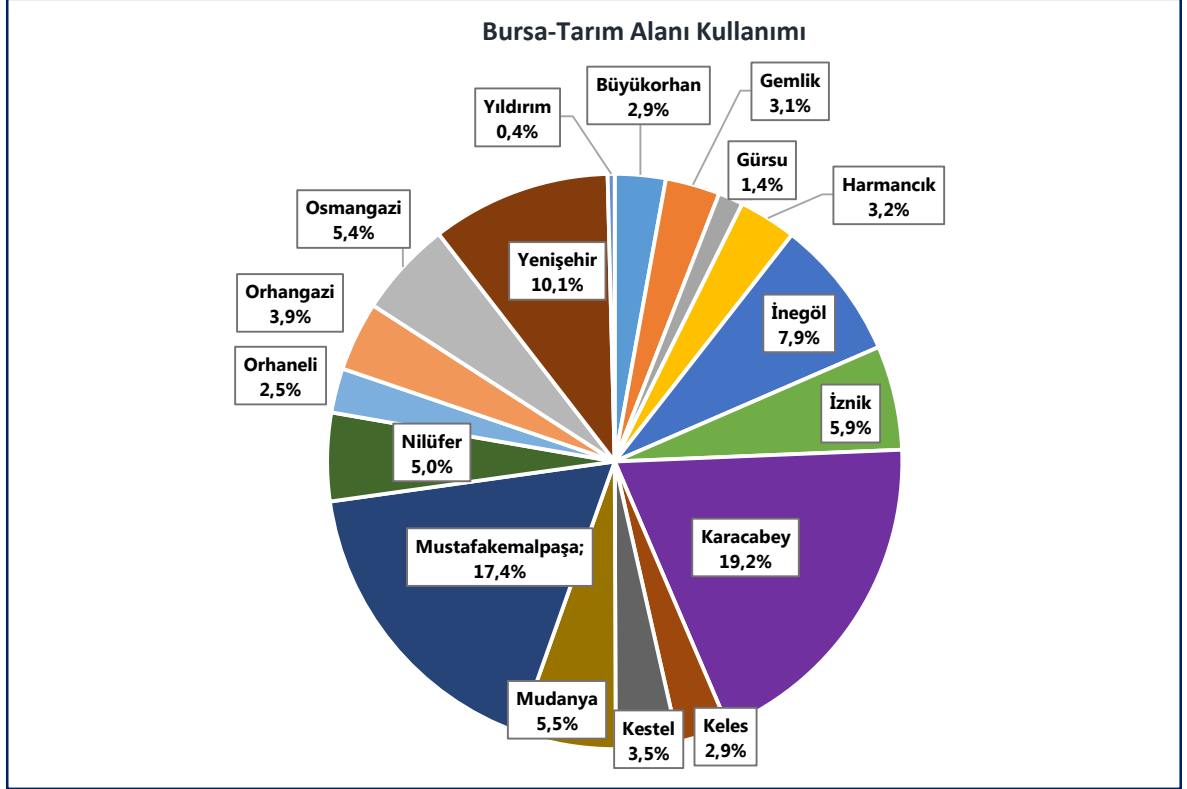
Kaynak: Bursa'da yeni sanayi bölgeleri-Bursa Büyükşehir Belediyesi Broşürü

Tablo 1-4 Bursa ili Sanayi Bölgeleri

SANAYİ BÖLGELERİ			
KARACABEY SANAYİ BÖLGELERİ	KARACABEY YENİ SANAYİ BÖLGESİ	GÖRÜKLE SANAYİ BÖLGESİ	ÇALI-YAYLACIK SANAYİ BÖLGESİ
KAYAPA SANAYİ BÖLGESİ	AKÇALAR SANAYİ BÖLGESİ	MUSTAFAKEMALPAŞA SANAYİ BÖLGESİ	GEÇİT SANAYİ BÖLGESİ
GEMLİK SANAYİ BÖLGESİ	ORHANGAZİ SANAYİ BÖLGESİ	KESTEL SANAYİ BÖLGESİ	CERRAH SANAYİ BÖLGESİ
YENİCE SANAYİ BÖLGESİ	KURŞUNLU SANAYİ BÖLGESİ	YENİŞEHİR SANAYİ BÖLGESİ	BAŞKÖY-İRFANİYE BÖLGESİ

Kaynak: Bursa'da yeni sanayi bölgeleri-Bursa Büyükşehir Belediyesi Broşürü

- Bursa ilinde öne çıkan yatırımlar⁷;
Talebi karşılamaya yönelik yatırımlar – Turizm sektörü
Potansiyel değerlendirmeye yönelik yatırımlar – Gemi inşa sanayi, bilişim ve yazılım sektörü, termal turizm sektörü
- Tarıma (ormancılık dâhil) ait ithalat ve ihracat oranı sırasıyla %0,99 ve %0,94 'tür. Bursa'da tarım alanı kullanımı en fazla Mustafakemalpaşa, Karacabey ve Yenişehir ilçelerinde mevcuttur (Şekil 1-4)⁸. Bursa genelinde pek çok tahıl, sebze ve meyve üretimi yapılmaktadır.



Şekil 1-4 Bursa'da ilçe bazlı tarım alanı kullanım oranları
 Kaynak: TÜİK 2013 verileri kullanılarak grafik oluşturulmuştur.

- Bursa ilinde kullanılmakta olan mevcut liman ve iskeleler ağırlıklı olarak yük taşımacılığında hizmet vermektedir. Bursa'daki limanların yük elleçleme hacmi, Marmara Bölgesi'nin % 8 - % 10'u, Türkiye'nin ise % 4'ü civarındadır. Bursa'da Mudanya iskelesi ve Gemlik liman bölgesi bulunmaktadır. Gemlik Limanı, Bursa'nın en büyük ve önemli yük limanı olarak hizmet vermektedir ve Bursa ve yakın bölgede üretilen sanayi ürünlerinin ihracat ve ithalat kapısıdır¹¹.
- Bursa'da tüketilen elektrik enerjisinin yarısından fazlası sanayi tesislerinde, yaklaşık bir çeyreği ise meskenlerde kullanılmaktadır. Bursa'da doğal gaz, linyit (Orhaneli) ve dizel yakıt kullanan termik santraller bulunmaktadır. Büyük olan doğal gaz santrali Ovaakça'da kuruludur ve 1.400 MW güç üretmektedir. Ayrıca Bursa İnegöl Cerrah'ta, İznik Dereköy'de, Mustafakemalpaşa Suuçtu'da hidrolik santraller bulunmaktadır. Bunların toplam kurulu gücü 288 MW kadardır. Son zamanlarda rüzgar, güneş enerjisi ve biyokütleyle dayalı enerji üretimi de gerçekleştirilmektedir¹².

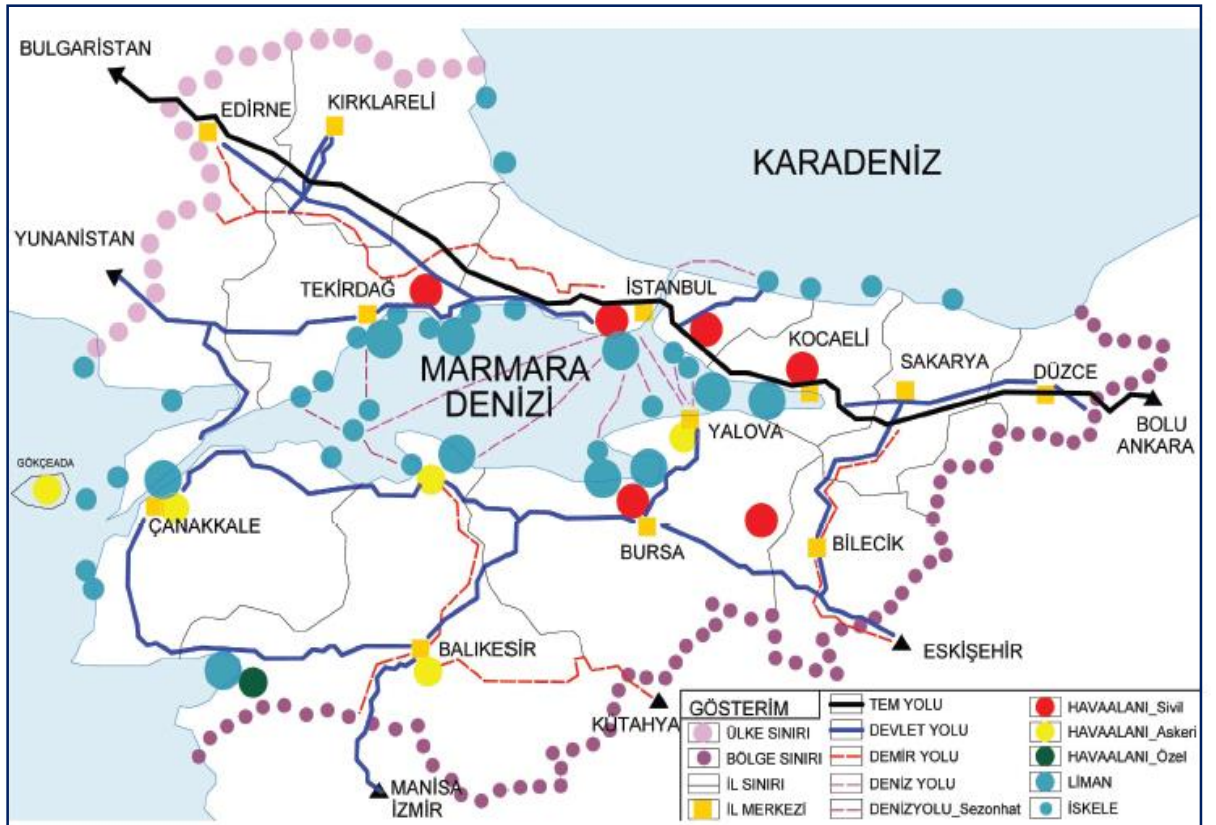
- 2010 TEDAŞ verilerine göre Bursa ili genelinde elektrik tüketimi 5.448.030 MWh'dir¹⁰. Bursa ili elektrik üretim santral sayısı ve kurulu güç miktarı Tablo 1-5'te verilmiştir.

Tablo 1-5 Elektrik üretim santralleri ve kurulu güç

BURSA İLİ	KAPASİTE
Toplam Santral Sayısı	35
Toplam Kurulu Güç (MW)	3019,4
Termik Santral Kurulu Gücü (MW)	2564,3
Hidroelektrik Santrali Kurulu Gücü	445
Biyokütle Santrali Kurulu Gücü (MW)	10,1

Kaynak: BEBKA, 2014

- Marmara Bölgesi'ndeki ulaştırma sistemi ilişkilerinde (Şekil 1-5); TEM yolu, devlet yolu, demiryolu, denizyolu, havaalanları (sivil, askeri ve özel), limanlar ve iskeleler gösterilmiştir. Bursa'da; devlet yolu güzergâhı, Gemlik Limanı, Yunuseli ve Yenişehir sivil havaalanları ve denizyolu güzergâhları yer almaktadır¹¹.



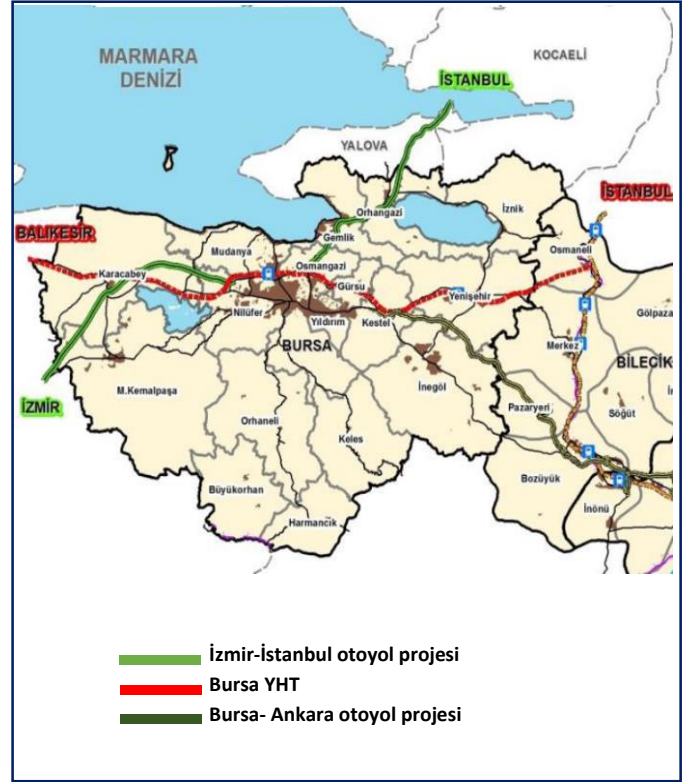
Şekil 1-5 Marmara Bölgesi'ndeki ulaştırma ilişkileri

Kaynak: 2030 yılı 1/100.000 ölçekli Bursa il çevre düzeni planı, 2013

➤ Bursa İli Mevcut Ulaşım Sistemleri



➤ Bursa İlinde Planlanan Ulaşım Projeleri



Şekil 1-6 Bursa ili mevcut ve planlanan ulaşım sistemleri
Kaynak: BEBKA derlemesi, 2014

➤ Kalkınma Bakanlığı'nın "Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi Araştırması 2011" (SEGE 2011) raporuna göre Türkiye geneli illerin sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralamasında Bursa ili 6. sırada yer almaktadır¹³.

➤ BEBKA raporunda; Bursa ilinin, beşeri gelişmişlik, sosyo-kültürel gelişmişlik, ekonomik gelişmişlik, yenilikçilik, yaşam kalitesi ve erişilebilirlik olmak üzere beş endeksten oluşan kalkınma endeksi 2008-2010 yılları için hesaplanmıştır. 2010 yılı için BEBKA kalkınma endeksi değerleri Şekil 1-7'de verilmektedir.

➤ Bursa ilinde okuma yazma oranı %96,8'dir⁸.

Kalkınma Endeksi Değerleri

Bursa 2010



Şekil 1-7 2010 yılı BEBKA kalkınma endeksi değerleri
Kaynak: BEBKA Kalkınma Endeksi 2008-2010 Raporu, Mart 2013

2 NÜFUS VE BELEDİYE ATIĞI VERİLERİ

2.1 Nüfus Verileri

Bursa'nın yıllık nüfus artış hızı Türkiye ortalamasının üzerindedir ve 2014 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) verilerine göre Türkiye'nin 4. büyük kenti olma özelliği taşımaktadır¹⁵. Bursa ilinin 1965 - 2014 yıllarındaki nüfus sayımları incelendiğinde; Büyükorhan, Harmancık, Keles ve Orhaneli gibi Bursa'nın dağlık bölgesinde yer alan ilçelerde 1990 yılından sonra büyük ölçüde şehir merkezlerine göç verildiği ve bu ilçelerin 2014 yılı nüfuslarında azalma olduğunu Tablo 2-1'de görmekteyiz.

Tablo 2-1 Bursa ilçelerinin 1965-2014 yılları arasındaki nüfus verileri

İLÇELER	1965	1970	1975	1980	1985	1990	2000	2014
MERKEZ (NİLÜFER, OSMANGAZİ, YILDIRIM)	306.753	379.484	465.657	607.221	748.358	901.860	1.301.285	1.829.482
BÜYÜKORHAN						19.591	16.667	11.396
GEMLİK	33.886	34.796	39.679	48.106	57.308	78.193	88.472	103.390
GÜRSU						18.681	28.087	74.827
HARMANCIK						12.149	10.017	6.873
İNEGÖL	76.908	80.778	88.005	97.812	106.372	126.214	186.558	242.232
İZNİK	31.105	34.104	35.959	37.479	39.873	41.942	44.770	42.727
KARACABEY	57.455	58.466	61.334	65.915	65.509	72.898	76.887	80.594
KESTEL						31.710	44.102	52.938
KELES	20.218	20.956	22.296	22.453	22.125	21.675	18.613	13.123
MUDANYA	25.247	25.481	26.938	31.029	32.042	38.656	53.965	80.385
MUSTAFAKEMALPAŞA	81.268	84.216	88.234	92.586	96.830	100.410	101.531	99.651
ORHANELİ	47.681	51.687	53.122	55.905	59.005	30.015	30.449	21.563
ORHANGAZİ	30.575	31.632	34.041	41.465	46.482	56.426	68.902	76.143
YENİŞEHİR	44.408	46.284	46.374	48.521	50.111	52.717	54.835	52.215
TOPLAM	755.504	847.884	961.639	1.148.492	1.324.015	1.603.137	2.125.140	2.787.539

Kaynak: TÜİK 2014

Bursa zaman içinde kazandığı metropol karakteri ile kısa ve uzun mesafeli olmak üzere ülke genelindeki çeşitli ölçeklerdeki yerleşkelerden göç almaktadır. Bursa'da tarım kesiminin işgücü talebi daha çok çevre illerden nüfus çekerken; sanayi ve hizmetler sektörünün neden olduğu iş olanakları da uzak illerden göç almasına yol açmıştır¹⁴. Bursa ilinin (2013-2014 döneminde) aldığı ve verdiği göç istatistikleri Tablo 2-2'de verilmiştir¹⁵.

Tablo 2-2 Bursa ilinin aldığı göç, verdiği göç ve net göç (2013-2014)

2014 NÜFUSU	ALDIĞI GÖÇ	VERDİĞİ GÖÇ	NET GÖÇ	NET GÖÇ HIZI (%)
2.787.539	80.717	65.027	15.690	5,6

Kaynak: TÜİK 2014

Bursa ili nüfus sayımları ile nüfus artış hızları Şekil 2-1 ve Tablo 2-3’de verilmiştir. Tablo 2-3’de görüldüğü gibi en yüksek nüfus artışı 1990 yılında olmuştur.



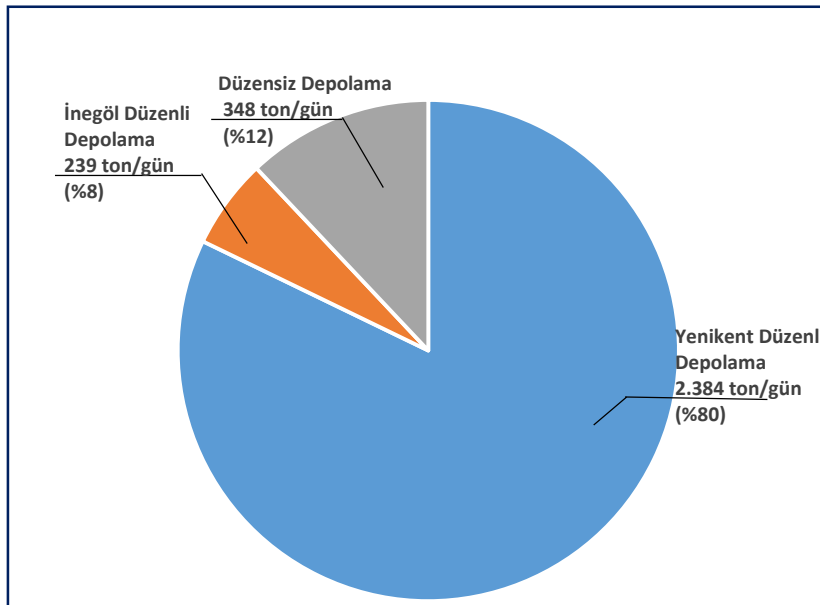
Tablo 2-3 Nüfus artış hızları

YILLAR	BURSA	
	NÜFUS	ARTIŞ HIZI
1965	755.504	
1970	847.884	2,30%
1975	961.639	2,50%
1980	1.148.492	3,60%
1985	1.324.015	2,80%
1990	1.603.137	3,80%
2000	2.125.140	2,80%
2007	2.439.876	2,00%
2008	2.507.963	2,80%
2009	2.550.645	1,70%
2010	2.605.495	2,10%
2011	2.652.126	1,80%
2012	2.688.171	1,30%
2013	2.740.970	1,90%
2014	2.787.539	1,70%

Şekil 2-1 Yıllara göre nüfus sayım sonuçları

2.2 Belediye Atığı Verileri

Anket ve kantar verileri değerlendirilerek 2014 yılında Bursa ili genelinde toplanan atık miktarları oluşturulmuştur. Anket ve kantar verileri sonuçlarına göre; Bursa ilinde toplanan evsel atığın %88’lik kısmı Yenikent ve İnegöl Katı Atık Düzenli Depolama sahalarında; %12’lik kısmı ise düzensiz depolama sahalarında bertaraf edilmektedir (Şekil 2-2). ADNKS verilerine göre Bursa’nın 2014 yılı nüfusu 2.787.539’dur. İlçelerde yapılan anket çalışmalarında ise 2014 yılında 2.729.699 kişiye atık hizmeti verildiği sonucuna ulaşılmıştır. Ulaşılan bu değer ile Bursa ili genelinde atık toplama verimi %98 olarak belirlenmiştir. Toplanamayan az bir kısmın ise 6360 sayılı kanun ile mahalle statüsüne kavuşan köylerde ekipman eksikliği ve teknik sıkıntılardan dolayı olduğu anket çalışmaları sırasında belirtilmiştir.



İlçelerdeki atık toplama verimi; %98

Bursa genelinde bertaraf edilen katı atık miktarı (Ev + Sanayi); 2.970 ton/gün

İlçelerde toplanan evsel atık miktarı **2.600 ton/gün**

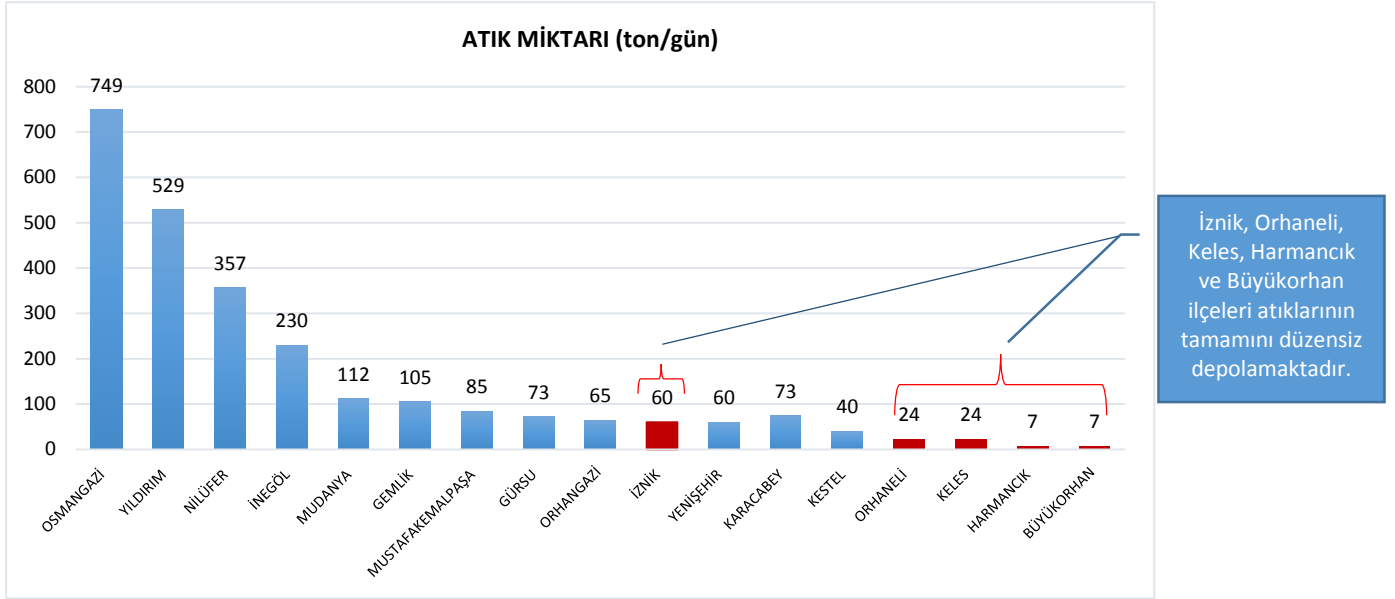
Şekil 2-2 Düzenli ve Düzensiz depolama sahalarındaki atık oranları

Yenikent katı atık düzenli depolama sahasına Osmangazi, Yıldırım, Nilüfer, Mudanya, Gürsu, Kestel, Gemlik, Karacabey, Mustafakemalpaşa ve Orhangazi ilçelerinden, İnegöl Düzenli depolama sahasına ise Yenişehir ve İnegöl ilçelerinden atık gelmektedir. Orhaneli, Büyükorhan, Harmancık, Keles ve İznik ilçeleri atıklarını kontrolsüz şekilde bertaraf etmektedir. 2014 yılı verilerine göre; ilçelerden, Yenikent Katı Atık Düzenli Depolama sahasına 2.084 ton/gün, İnegöl Katı Atık Düzenli Depolama sahasına 168 ton/gün ve vahşi depolama sahalarına ise 348 ton/gün atık gönderilmektedir. 17 ilçede yapılan anket çalışmaları ve kantar verileri ile oluşturulan atık miktarı verileri Şekil 2-3 ve Tablo 2-4'te verilmiştir.

Tablo 2-4 Hizmet verilen nüfus ve belediye atığı miktarları-2014

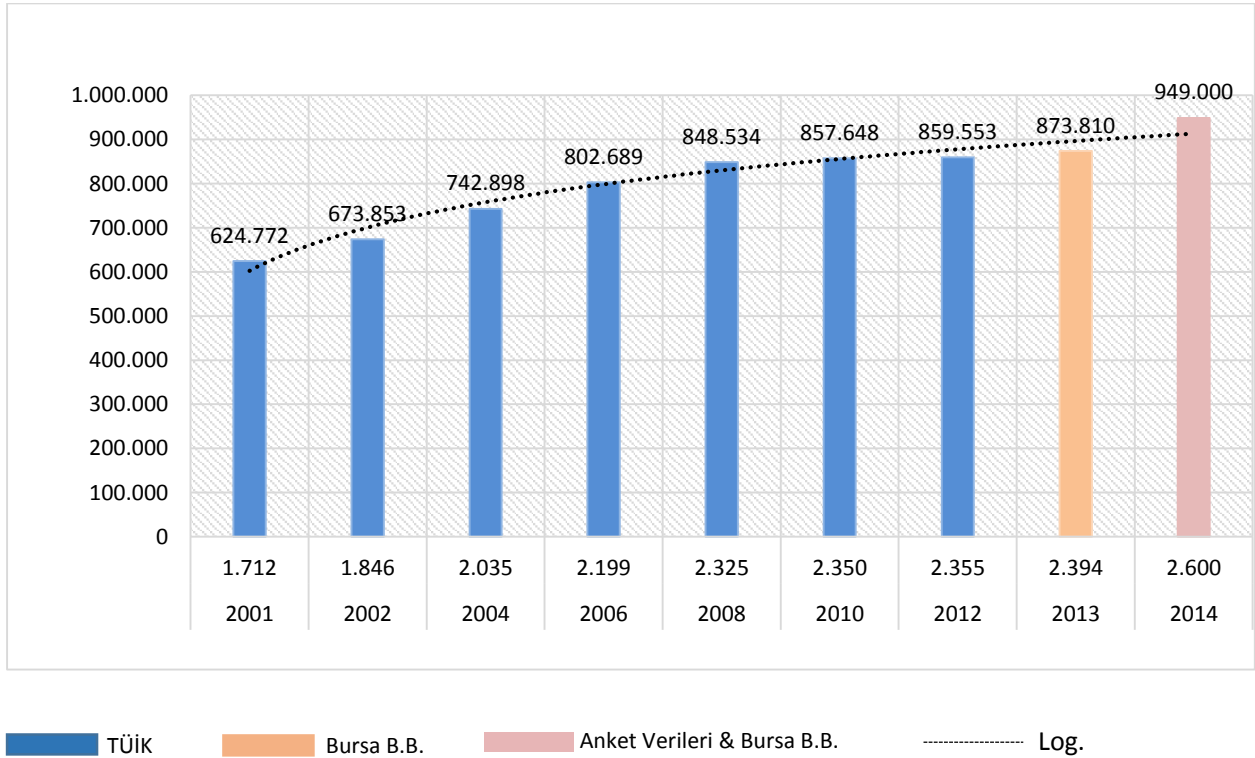
BELEDİYE ADI	NÜFUS	ATIK TOPLAMA HİZMETİNİN VERİLDİĞİ NÜFUS SAYISI	TOPLANAN BELEDİYE ATIĞI MİKTARI (TON/GÜN) ¹⁵	YENİKENT KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI (TON/GÜN) ¹⁶	İNEGÖL KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI (TON/GÜN) ¹⁶	DÜZENSİZ DEPOLANAN MİKTAR (TON/GÜN)
OSMANGAZİ	813.262	802.620	749	749	-	-
YILDIRIM	640.746	637.888	529	529	-	-
NİLÜFER	375.474	358.265	357	357	-	-
İNEGÖL	242.232	236.000	230	-	143*	87
MUDANYA	80.385	77.461	112	112	-	-
GEMLİK	103.390	101.389	105	105	-	-
MUSTAFAKEMALPAŞA	99.651	99.500	85	35	-	50
GÜRSU	74.827	68.872	73	73	-	-
ORHANGAZİ	76.143	75.354	65	56	-	9
İZNİK	42.727	42.500	60	-	-	60
YENİŞEHİR	52.215	52.000	60	-	25	35
KARACABEY	80.594	80.000	73	28	-	45
KESTEL	52.938	51.850	40	40	-	-
ORHANELİ	21.563	20.000	24	-	-	24
KELES	13.123	12.500	24	-	-	24
HARMANCIK	6.873	6.500	7	-	-	7
BÜYÜKORHAN	11.396	7.000	7	-	-	7
TOPLAM (İLÇELER)	2.787.539	2.729.699	2.600	2.084	168	348
BURSA B.B.+BUSKİ		-	-	57	-	-
KURUM-KURULUŞ (EVSEL)		-	-	112	4	-
DEPOLAMA SAHALARINA GÖNDERİLEN DİĞER ATIKLAR						
SANAYİ (TEHLİKELİ OLMAYAN PROSES ATIĞI, VB.)		-	-	122	67	-
STERİLİZE ATIK		-	-	9	-	-
BERTARAF EDİLEN ATIK MİKTARLARI				2.384	239	348
TOPLAM				2.970		

* İnegöl DDT--Eylül ayı itibarı ile tutulan 2014 kantar verisi ortalaması,
Kaynak: Anket çalışması ve Kantar verileri, 2014



Şekil 2-3 İlçe bazlı evsel atık miktarları -2014

2001-2012 yılları arasındaki atık verileri TÜİK'ten, 2013 yılı atık verileri Bursa Büyükşehir Belediyesi'nden, 2014 yılındaki son atık verileri ise mevcut durum analizi sırasında yapılan anket çalışmaları ve kantar verilerinden temin edilmiştir. Yıl bazlı atık miktar tablosu incelendiğinde; 2001-2013 yılları arasındaki atık miktarının homojen şekilde artışı gözlenirken, 2014 yılında -6360 sayılı yasa ile- Büyükşehir idare sınırlarının genişlemesi ve sorumluluğunun artması ile kayıta alınan atık miktarlarında, diğer yıllardaki miktarlara nazaran daha fazla artış olduğu gözlenmiştir. Yıl bazlı atık miktarları Şekil 2-4'de verilmiştir.

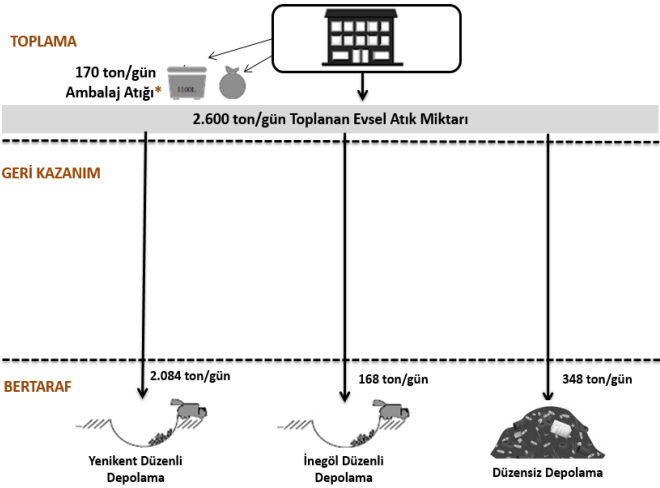


Şekil 2-4 Yıllara göre evsel atık miktarları (ton/yıl)

3 ATIK YÖNETİMİ MEVCUT DURUMU

3.1 Eysel Atıkların Yönetimi

5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanununa göre evsel atıkların oluştukları kaynakta toplanması ve aktarma istasyonlarına kadar taşınması ilçe belediyelerinin uhdesinde olup, aktarma istasyonlarından itibaren bu atığın değerlendirilmesi ve bertarafı Bursa Büyükşehir Belediyesi sorumluluğunda yürütülmektedir. AB'ye uyum çerçevesinde mevzuatta yapılan ve yapılacak değişiklikler; geri kazanımı yaygınlaştırmayı, verimli hale getirmeyi ve düzenli depolama sahalarına organik madde girişini azaltmak için kaynağında ayrı biriktirme ve ikili toplamayı zorunlu kılmaktadır. Bu durumda toplamının önemi daha da artmaktadır¹⁸. Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliğe göre; 2015 yılı için 2005 yılında oluşan Biyobozunur atıkların %75'inin, 2018 yılı için %50'sinin, 2025 yılı için %35'inin düzenli depolamaya kabul edilmesi öngörülmektedir. Mevcut durumda Bursa ilinde toplanan evsel atığın %88'lik kısmı Yenikent ve İnegöl Katı Atık Düzenli Depolama sahalarında; %12'lik kısmı ise düzensiz depolama sahalarında bertaraf edilmektedir. Yenikent katı atık düzenli depolama sahasına Osmangazi, Yıldırım, Nilüfer, Mudanya, Gürsu, Kestel, Gemlik, Karacabey, Mustafakemalpaşa ve Orhangazi ilçelerinden, İnegöl Düzenli depolama sahasına ise Yenişehir ve İnegöl ilçelerinden atık gelmektedir. Orhaneli, Büyükorhan, Harmancık, Keles ve İznik ilçeleri atıklarını kontrolsüz şekilde bertaraf etmektedir. 2014 yılı verilerine göre; ilçelerden, Yenikent Katı Atık Düzenli Depolama sahasına 2.084 ton/gün, İnegöl Katı Atık Düzenli Depolama sahasına 168 ton/gün ve vahşi depolama sahalarına ise 348 ton/gün atık gönderilmektedir (Şekil 3-1).



* Sokak toplayıcıları dahil

Bursa ilinde karışık belediye atığı içerisindeki biyobozunur miktarlar, doğrudan depolama sahalarına yönlendirilmekte olup herhangi bir işleme tabi tutulmamaktadır.

Biyobozunur atık azaltım hedeflerini sağlamak için, planlama aşamasında ayrı toplama, uygun geri kazanım ve bertaraf yöntemleri belirlenecektir.

Şekil 3-1 Mevcut atık yönetimi (2014)

3.1.1 Toplama ve Taşıma Sistemi

Bir katı atık yönetim sisteminin maliyeti en yüksek bileşenlerinden biri, atık toplama ve taşımadır. Entegre katı atık yönetim sisteminin başarısı, toplama sisteminin başarısı ile doğru orantılıdır. Toplama, atığın üretildiği noktadan toplama aracına yüklenmesi ve sonrasında istenilen yere taşınarak toplama aracından

boşaltılmasına kadar olan süreci kapsamaktadır¹⁸. Bursa ilinde atık toplama işlemi; merkeze yakın ve nüfusu fazla olan belediyelerde yüklenici firmalar tarafından, diğer belediyelerde ise belediyenin kendi personeli tarafından yapılmaktadır. En fazla atık üreten ilçelerde toplanan atık miktarları; **Osmangazi 749 ton/gün, Yıldırım 529 ton/gün** ve en az atık üreten ilçelerde toplanan atık miktarları; **Harmancık 7 ton/gün ve Büyükşehir 7 ton/gün**'dür.

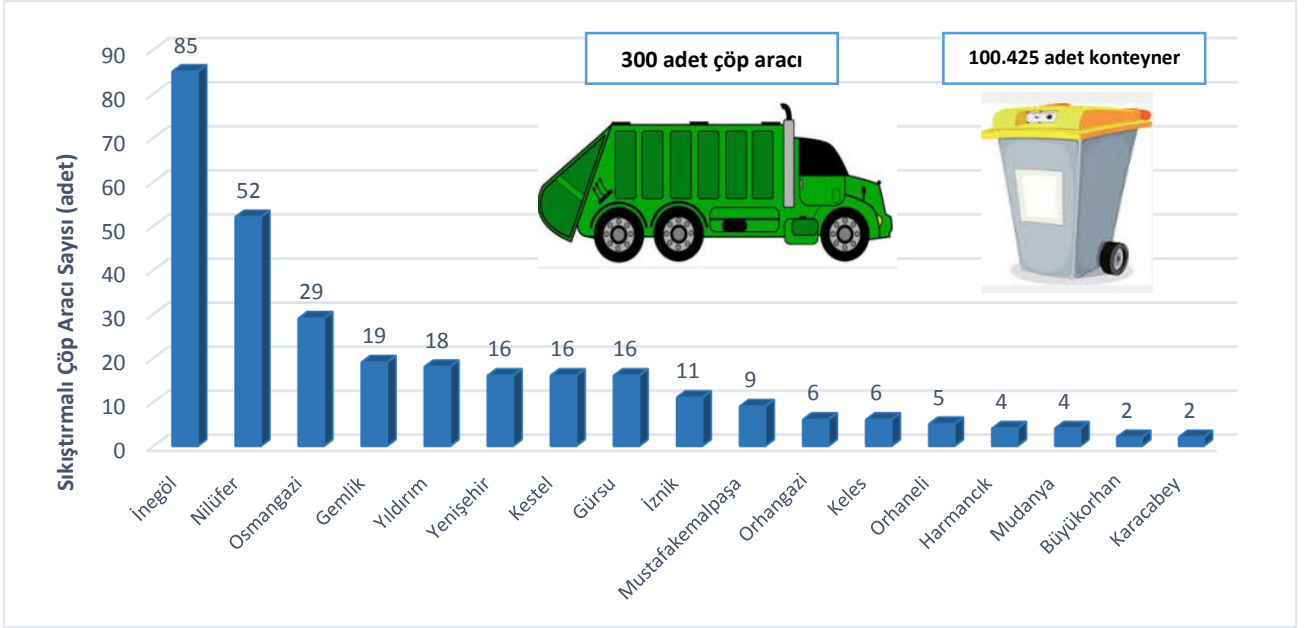
Evsel atıklar; ilçe merkezlerinde her gün, yüksek nüfuslu mahalle statüsü kazanan köylerde haftada üç kez, düşük nüfuslu mahalle statüsü kazanan köylerde ise haftada en az bir kez toplanmaktadır. 17 ilçede atıklar, kapasiteleri 7 ile 20 m³ arasında değişen toplam **300 adet sıkıştırılmalı çöp toplama aracı** ile toplanmaktadır (Şekil 3-2). Bazı ilçelerde ve merkeze uzak mahallelerde ise açık kasa damperli traktörler ile atıklar toplanmaktadır. Kapasiteleri 120 lt ile 1000 lt arasında değişen yaklaşık **100.425 adet konteyner** kullanılmakta olup, kullanılan konteynerlerin kapasiteleri genellikle 400 ile 800 lt arasındadır. Anket çalışmaları sonucunda elde edilen verilere göre atık toplama ve taşıma sistemi için Tablo 3-1 oluşturulmuştur.

Tablo 3-1 İlçe bazlı evsel atıkların toplanması ve taşınması (2014)

BELEDİYE ADI	NÜFUS	ATIK TOPLAMA HİZMETİNİN VERİLDİĞİ NÜFUS SAYISI	TOPLANAN BELEDİYE ATIĞI MİKTARI (TON/GÜN)	ÇÖP TOPLAMA ARAÇ SAYISI	KONTEYNER SAYISI	TOPLAMA SIKLIĞI (MERKEZ)	TOPLAMA SIKLIĞI (MAHALLELER)
OSMANGAZİ	813.262	802.620	749	85	30000*	HER GÜN	HAFTADA 3 GÜN
YILDIRIM	640.746	637.888	529	52	25000*	HER GÜN	İKİ GÜNDE BİR
NİLÜFER	375.474	358.265	357	29	25613	HER GÜN	HAFTADA ÜÇ GÜN
İNEGÖL	242.232	236.000	230	19	500*	HER GÜN	HER GÜN
MUDANYA	80.385	77.461	112	16	[VERİ ALINAMADI]	HER GÜN	[VERİ ALINAMADI]
GEMLİK	103.390	101.389	105	11	2296	HER GÜN	HAFTADA İKİ GÜN
MUSTAFAKEMALPAŞA	99.651	99.500	85	16	2100	HER GÜN	
GÜRSU	74.827	68.872	73	6	2321	HER GÜN	HAFTADA ÜÇ GÜN
ORHANGAZİ	76.143	75.354	65	9	1812	HER GÜN	HAFTADA ÜÇ GÜN
İZNİK	42.727	42.500	60	6	950	HAFTADA DÖRT GÜN	HAFTADA İKİ GÜN
YENİŞEHİR	52.215	52.000	60	16	1800	HER GÜN	HAFTADA İKİ GÜN
KARACABEY	80.594	80.000	73	18	4000*	HER GÜN	
KESTEL	52.938	51.850	40	5	2083	HAFTADA ALTI GÜN	
ORHANELİ	21.563	20.000	24	4	400	HER GÜN	HAFTADA ÜÇ KEZ
KELES	13.123	12.500	24	4	600	HER GÜN	HAFTADA İKİ GÜN
HARMANCIK	6.873	6.500	7	2	250	HER GÜN	
BÜYÜKORHAN	11.396	7.000	7	2	700*	HER GÜN	HER GÜN
TOPLAM	2.787.539	2.729.699	2.600	300	100.425		

*İlgili Belediyeler ile tekrar irtibata geçilerek konteyner sayısına ait veri temini yapılmıştır.

Bursa ili genelinde atık toplama verimi %98 olarak belirlenmiştir. Toplanamayan %2'lik kısım ise 6360 sayılı yasa ile mahalle statüsüne kavuşan köylerdeki ekipman eksikliği ve teknik sıkıntılardan kaynaklandığı anket çalışmaları sırasında belirtilmiştir.



Şekil 3-2 İlçe çöp araç sayıları (2014)



Fotoğraf 3-1 Eysel atıkların toplanması & taşınması

Aktarma İstasyonları: Aktarma istasyonları; taşıma için gereken sefer sayılarını azaltmak, atık hizmetlerinin maliyetlerini düşürmek ve etkinliğini artırmak için önemli yapılardır. Aktarma istasyonları sisteme fazladan maliyet (ilk yatırım ve büyük tonajlı araç) yüklemekle birlikte, taşıma maliyetinin düşük kalmasını sağladığından çoğu kez daha fizibil olmaktadır¹⁸. Dağlık kesimler gibi topoğrafya veya yol durumunun müsait olmadığı hallerde aktarma merkezi bir zorunluluk haline dönüşebilmektedir.

Mevcut durumda Bursa ilinde Orhangazi ve Kestel ilçelerinde atıklar bir lokasyona bırakılmakta ve Yenikent Düzenli Depolama Sahasına taşınmakta, Mustafakemalpaşa ve Karacabey ilçelerinde ise atıklar 25 ton kapasiteli dorselerle doğrudan Yenikent Düzenli Depolama sahasına gönderilmektedir.

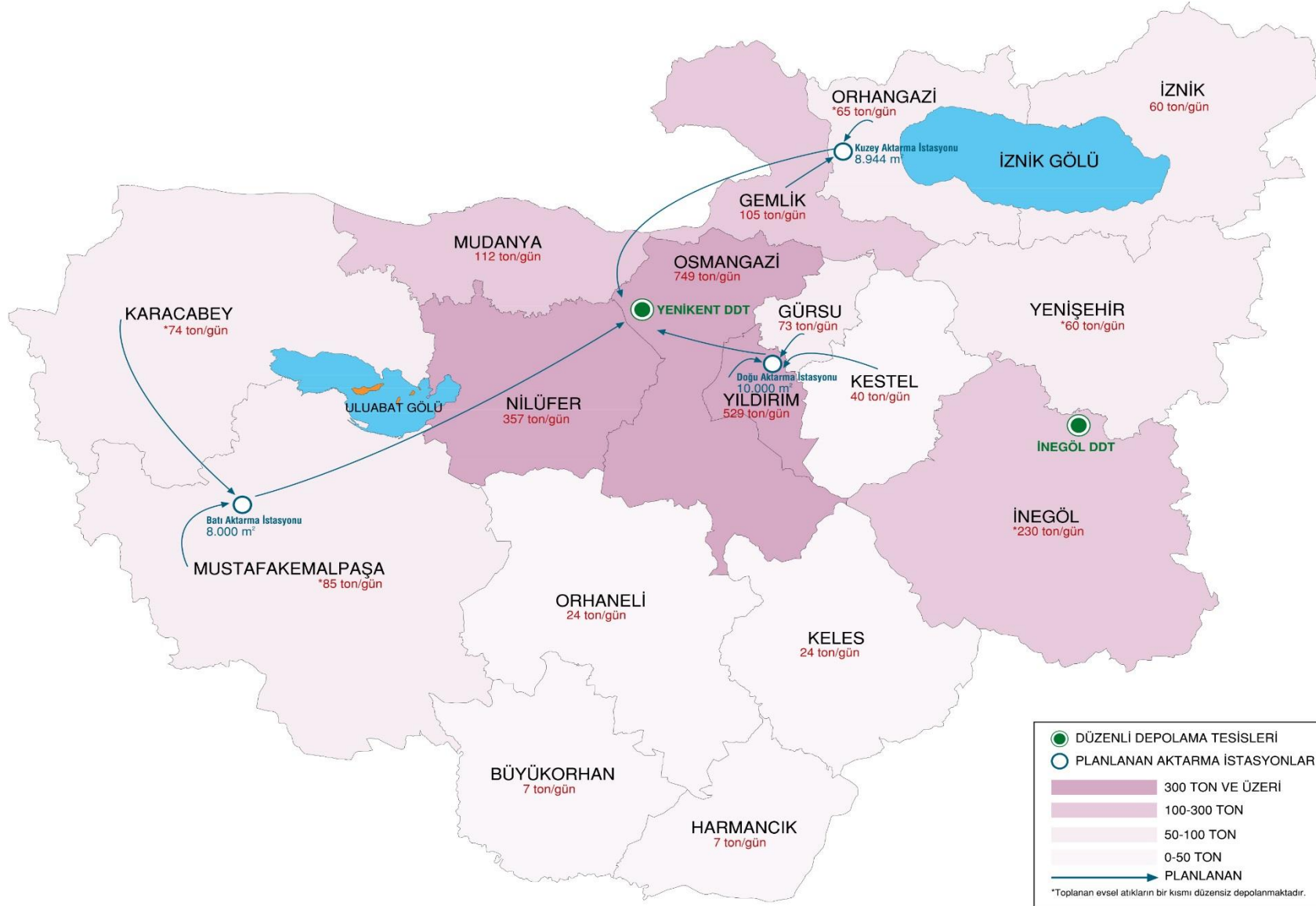
Bursa ili genelinde **4 adet yeni aktarma istasyonu** yapımı planlanmaktadır (Şekil 3-3). Mevcut durumda, hali hazırda planlanan aktarma istasyonlarının meclis kararları alınmıştır. Planlanan aktarma istasyonlarının detayları aşağıda verilmektedir.

Batı Aktarma İstasyonu: Mustafakemalpaşa İlçesi Fevzidede Mahallesi Ayazma Mevkii'nde 173 ada 404 parsel 'de 8.000 m²'lik alanın aktarma istasyonu olarak ön tahsis süreci tamamlanmıştır. Söz konusu alanda, BEBKA Projesi kapsamında Karacabey ve Mustafakemalpaşa Belediyeleri için 250 ton/gün kapasiteli "*Karacabey – Mustafakemalpaşa Bölgesi için Evsel Katı Atık Aktarma İstasyonu Projesi*" nin uygulanması ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. İnşaat ihalesi tamamlanmış yer teslimi yapılmıştır.

Doğu Aktarma İstasyonu: Yıldırım İlçesi, İsabey Mahallesi, 2701 ada, 39 parsel numarasında kayıtlı alanda, 2.000 m² yüzölçümlü kapalı alan, 8.000 m² yüzölçümlü açık alanda (toplam 10.000 m²) yapılması planlanan "*Yıldırım'ın bir bölümü Kestel-Gürsu Evsel Katı Atık Aktarma İstasyonu projesi*" 1/1000 ölçekli uygulama imar planı yapılmıştır. Ön tahsis süreci devam etmektedir.

Kuzey Aktarma İstasyonu: Orhangazi İlçesi, Karsak Mahallesi, 1242 parsel numarasında kayıtlı alanda, 2.000 m² yüzölçümlü kapalı alan, 6.944 m² yüzölçümlü açık alanda (toplam 8.944 m²) yapılması planlanan "*Orhangazi-Gemlik (Kuzey Bölgesi) Evsel Katı Atık Aktarma İstasyonu projesi*" 1/1000 ölçekli uygulama imar planı yapılmıştır.

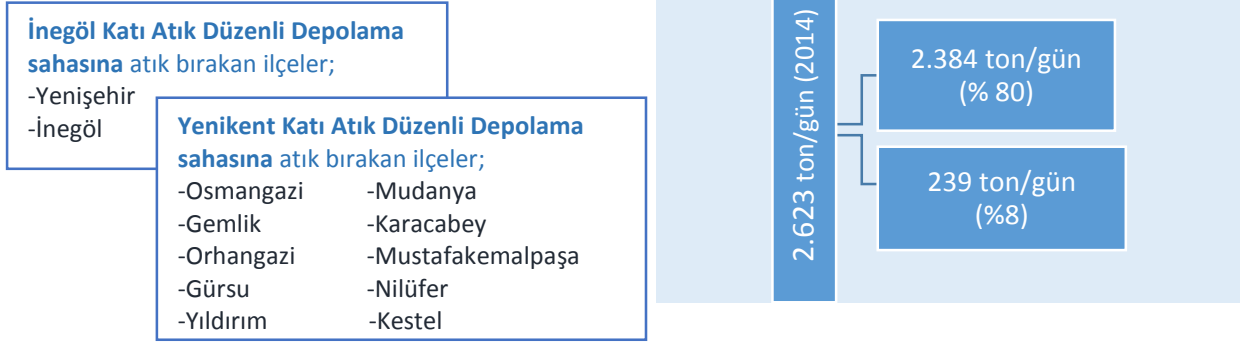
Orhaneli, Keles, Harmancık, Büyükorhan (Güney bölgesi) ilçeleri için yer tespit çalışmaları devam etmektedir.



Şekil 3-3 Planlanan aktarma istasyonu yerleri

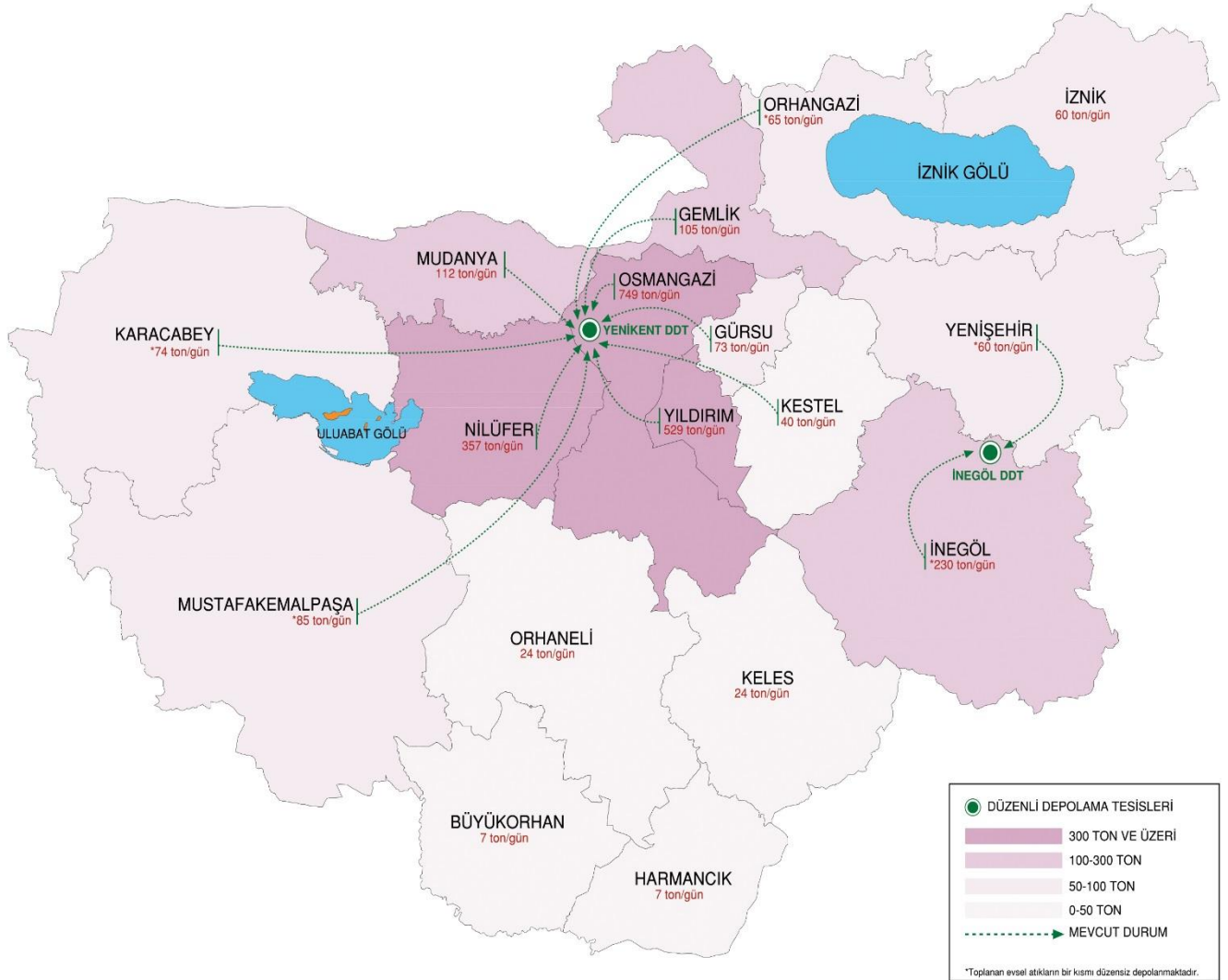
3.1.2 Belediye Atıklarının Bertarafı

Düzenli Depolama Sahaları: Bursa İli genelinde evsel atıkların %88'i düzenli depolama yöntemi ile bertaraf edilmektedir. Bursa ilinin Osmangazi ve İnegöl ilçelerinde birer adet II. sınıf düzenli depolama tesisi bulunmaktadır.



Düzenli depolama sahaslarının ve düzenli depolama sahaslarına atık bırakan ilçelerin yer aldığı atık yoğunluk haritası Şekil 3-4'te verilmiştir.

ATIK HARİTASI / 2014



Şekil 3-4 Mevcut katı atık düzenli depolama tesis yerleri

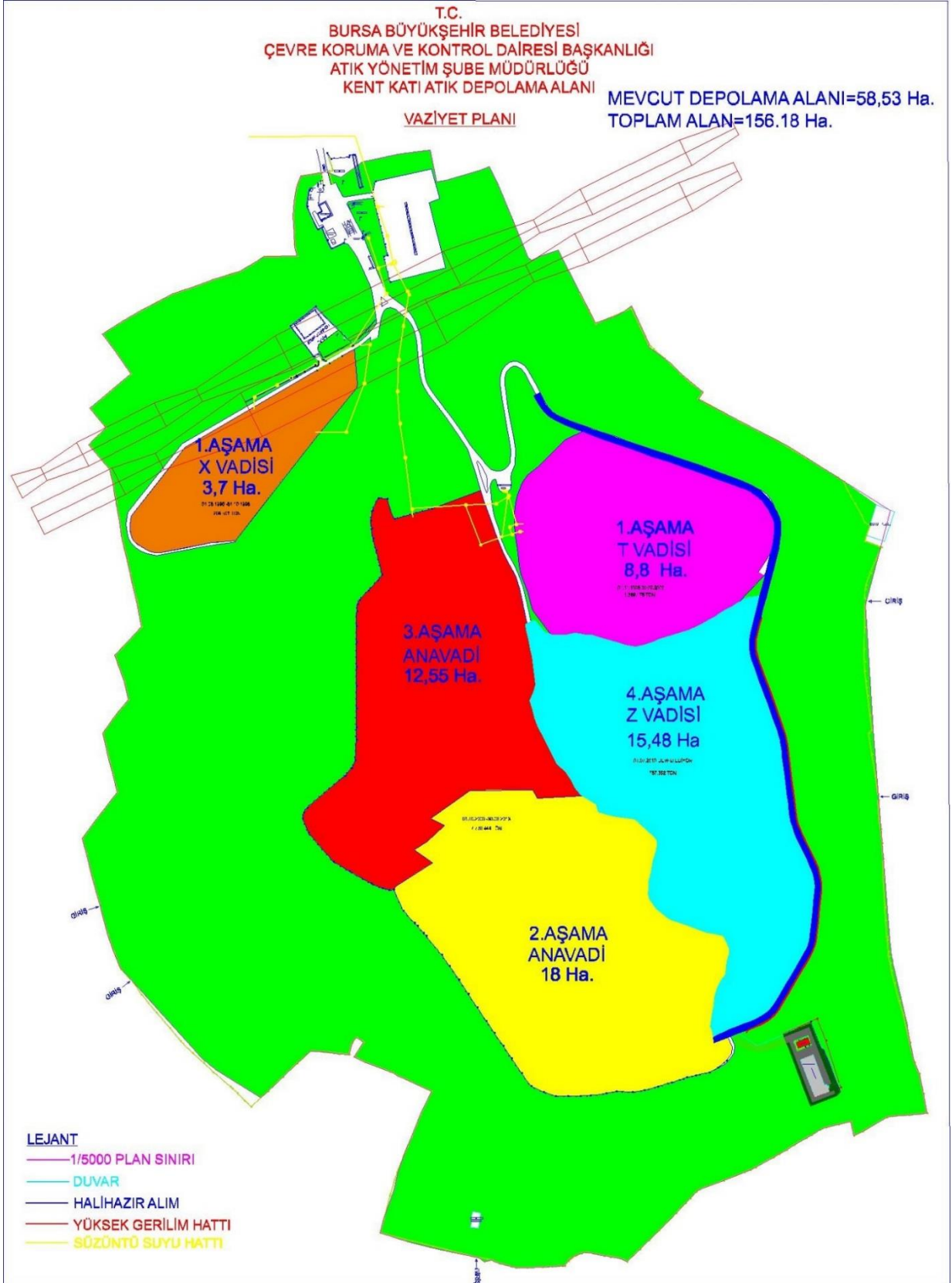
Yenikent Katı Atık Düzenli Depolama Sahası: Merkez Bölge'deki ilçelerin atıklarını gönderdikleri düzenli depolama sahası Osmangazi ilçe sınırları içinde yer almaktadır. Tesis ilk atık kabulüne 1995 yılında Osmangazi ilçesi ile başlamıştır. Tesisin 2025 yılına kadar kullanılması planlanmaktadır (Şekil 3-5). Düzenli depolama sahası işletimi 2017 yılı Ocak ayına kadar YİS İnşaat Tic. Ltd. Şti. tarafından yapılacaktır.

Depolama alanı, projesine göre 4 yan vadi (X, Y, Z, T) ve bir ana vadiden oluşmakta olup, etaplar halinde inşa edilmiştir (Şekil 3-5). 83,1 ha'lık çöp döküm alanının (koruma bandı ile birlikte 156,18 ha araziden oluşmaktadır) halen 58,6 ha'lık kısmı (I. Aşama X ve T Vadileri, Ana vadi ve Z vasisi) inşa edilmiş, 24,6 ha'lık kısmın (Y vadisi) inşaatı henüz gerçekleştirilmemiştir. Tesis, 22.200.000 ton atık depolama kapasitesine sahip olup, 2014 yılı sonu itibari ile toplam depolanan atık miktarı 10.613.914 ton'dur (yaklaşık 12.000.000 m³). Tesis vaziyet planı Şekil 3-6'da, nihai projesi Şekil 3-7'de verilmiştir.

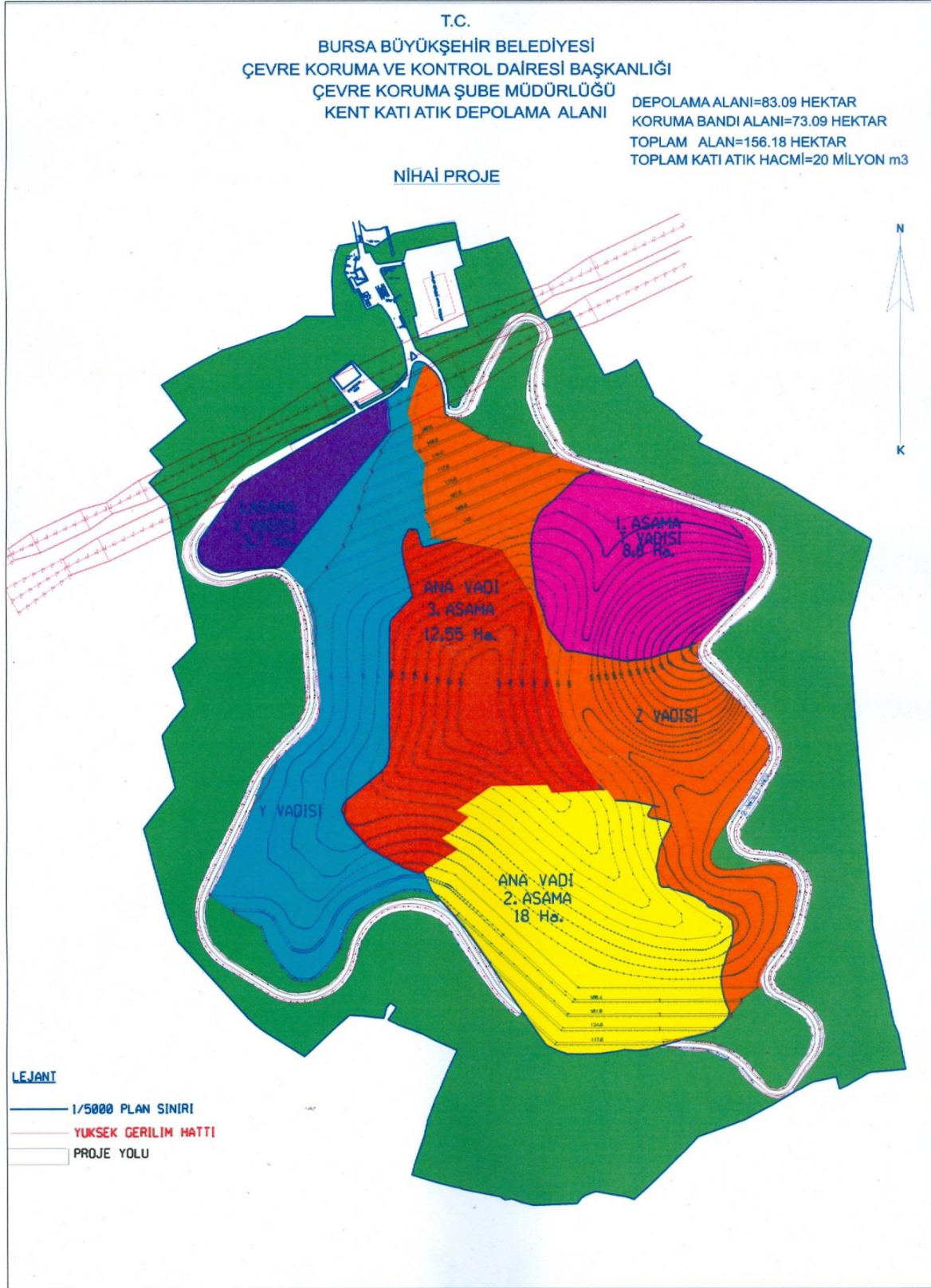
Tesis 3 vardiya çalışmaktadır ve çalışan personel sayısı 25'dir. Saha işletiminde kullanılmak üzere ekskavatör (1 adet), dozer (3 adet), kompaktör (1 adet) ve kamyon (3 adet) hali hazırda bulunmaktadır. Tesiste; atölye ve bakım binası, sızıntı suyu arıtma tesisi, enerji üretim tesisi, tekerlek yıkama ünitesi, su boşaltma ünitesi, idari bina, güvenlik ve kantar binası yer almaktadır.



Şekil 3-5 Yenikent Katı Atık Düzenli Depolama Sahası, 2014



Şekil 3-6 Yenikent Katı Atık Düzenli Depolama Sahası vaziyet planı



Şekil 3-7 Yenikent Katı Atık Düzenli Depolama Sahası nihai projesi

2014 kantar verilerine göre Yenikent katı atık düzenli depolama sahasına günlük 2.384 ton atık kabulü yapılmaktadır. Bu atıkların 300 tonu; iş yerlerinden ve sanayiden gelen evsel ve tehlikeli olmayan atıklardan oluşmaktadır.

İnegöl Katı Atık Düzenli Depolama Sahası: İnegöl ve Yenişehir belediyeleri atıklarını İnegöl'deki düzenli depolama sahasına taşımaktadır. İnegöl düzenli depolama sahası; 2011 yılında atık kabulüne başlamış olup 2037 yılına kadar kullanılması öngörülmüştür (Şekil 3-8). Düzenli depolama sahası işletimi 2017 yılı ocak ayı sonuna kadar YİS İnşaat Tic. Ltd. Şti. tarafından yapılacaktır. 24,6 ha alana sahip olan saha üç etap halinde projelendirilmiştir. Depolama alanının toplam hacmi 4.065.000 m³ olduğu belirtilmiştir. Tesis 3 vardiya şeklinde çalışmaktadır ve çalışan personel sayısı 9'dur. Saha işletiminde kullanılmak üzere ekskavatör (1 adet), Dozer (1 adet), kamyon(1 adet) ve tanker (1 adet) bulunmaktadır. Tesiste; atölye binası, idari bina, güvenlik ve kantar binası yer almaktadır. Sahadaki sızıntı suyu 2.500 m³ kapasiteli lagünde toplanarak taşınmaktadır. Çöp gazı yönetimi pasif olarak yapılmaktadır.

Düzenli depolama sahasının İnegöl ve Yenişehir ilçelerine uzaklıkları sırasıyla 13 km ve 16 km'dir. Kantar verilerine göre İnegöl düzenli depolama sahasına 242.232 nüfuslu İnegöl İlçesinden günlük 143 ton evsel atık, 52.215 nüfuslu Yenişehir ilçesinden ise günlük 25 ton evsel atık kabulü yapılmaktadır.

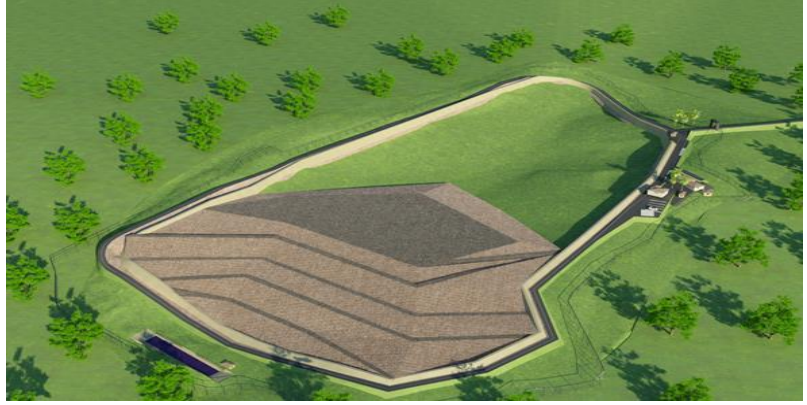
İNEGÖL DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI

Lot 1 (Kullanılan)

Alanı: 7,9 ha

Depolama hacmi: 1.145.000 m³

İşletmeye alma: 2011



İNEGÖL DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI

Lot 2 (Planlanan)

Alanı: 8,3 ha

Depolama hacmi: 1.540.000 m³

İşletmeye alma: -



İNEGÖL DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI

Lot 3 (Planlanan)

Alanı: 8,4 ha

Depolama hacmi: 1.380.000 m³

İşletmeye alma: -



Şekil 3-8 İnegöl Katı Atık Düzenli Depolama Sahası

2014 yılı anket verilerine göre ilçelerden toplanan atık miktarları İnegöl için 230 ton/gün, Yenişehir için 60 ton/gün olduğu bilgisine ulaşılmıştır. Dolayısıyla, düzenli depolamaya yönlendirilen evsel atıklar dışındaki miktar kontrolsüz şekilde bertaraf edilmektedir.



Fotoğraf 3-2 İnegöl Katı Atık Düzenli Depolama Sahası, 2014

Sızıntı Suyu Yönetimi (Yenikent): Sızıntı suyu arıtımı için 2000-2001 yılları arasında alınan müşavirlik hizmeti kapsamında yapılan arıtma tesisi inşaatı, BUSKİ Genel Müdürlüğü ve Bursa Büyükşehir Belediyesi arasında imzalanan protokol gereği 2003 yılında inşa edilerek 2004 yılında işletmeye alınmıştır. İşletimi BUSKİ Genel Müdürlüğü tarafından özel sektöre yaptırılan biyolojik ön arıtma tesisi 500 m³/gün kapasiteli olup, arıtılan sular kanalizasyona deşarj edilmekte ve Özlüce Kent Atıksu Arıtma Tesisi 'ne ulaşmaktadır.

Tesiste aerobik, fakültatif ve ardışık kesikli reaktör olmak üzere üç aşamalı biyolojik arıtma prosesi uygulanmaktadır. Çamur yoğunlaştırma ve belt-pres üniteleri de bulunmaktadır (Fotoğraf 3-3).



Fotoğraf 3-3 Sızıntı suyu arıtma tesisi

Laboratuvar Faaliyetleri: İşletme binası bünyesinde 40 m²'lik bir alanda yer alan laboratuvar 1997 yılında kurulmuş olup, su, atık su ve katı atık analizleri yapılmaktadır. Laboratuvar özel bir firma tarafından işletilmektedir. Laboratuvarda, Bursa Büyükşehir Belediyesi personeli olarak bir kontrol mühendisi, bir laboratuvar sorumlu mühendisi görevlendirilmektedir. Ayrıca, Bursa Büyükşehir Belediyesi ekibi ile birlikte laboratuvarda 1 Kimyager ve 1 laborantta bulunmaktadır.

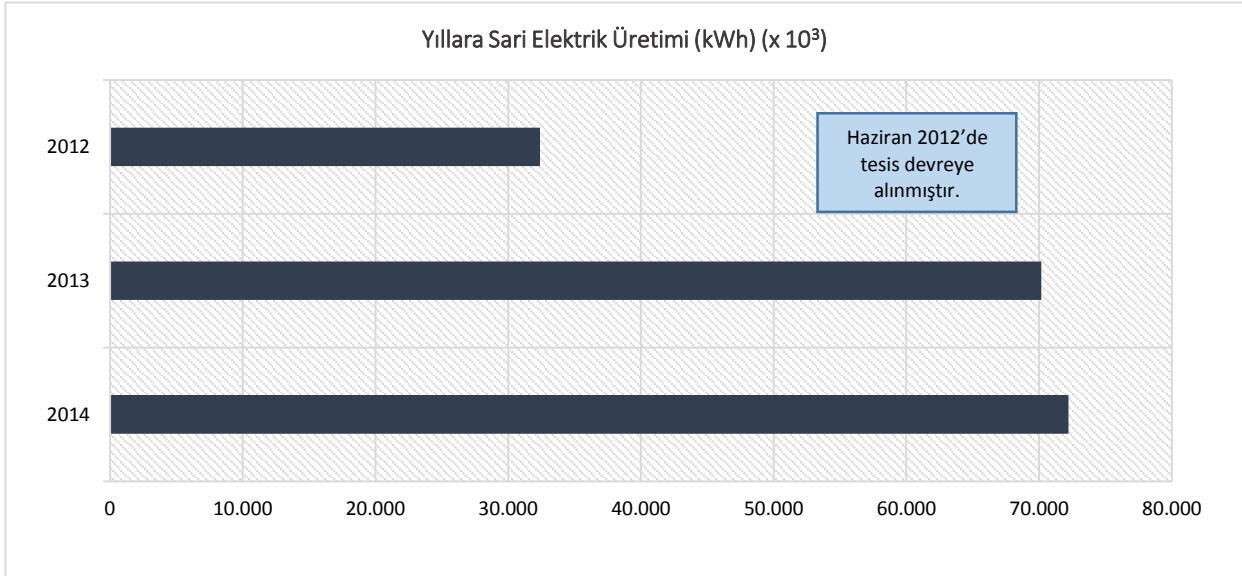
Çöp Gazı Yönetimi (Yenikent): Yenikent Katı Atık Düzenli Depolama sahası enerji üretim tesisi (Yap-işlet modeli) 29 yıl süre ile 2010 yılında ITC Bursa Enerji Üretim Sanayi Ticaret A.Ş.'ye ihale edilmiştir. Tesis 2012 yılında işletmeye alınmıştır. Tesiste, 2012 yılından itibaren saatte yaklaşık 5.400 m³ deponi gaz ile 9,8 MWh

elektrik üretilmeye başlanmıştır. Üretilen elektrik enerjisi enterkonnekte sisteme verilmekte olup, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumundan (EPDK) Yenilenebilir Enerji Üretim Lisansı alınmıştır. Tam kapasite ile çalışan tesiste, enerji üretiminin kesintiye uğradığı zamanlarda hatlarda bulunan gazın yakılabilmesi amacıyla 1 adet yakma bacası ve baca gazı temizleme sistemi bulunmaktadır (Fotoğraf 3-4).



Fotoğraf 3-4 Enerji üretim tesisi

Yıl bazlı elektrik üretimi Şekil 3-9'da verilmiştir.



Şekil 3-9 Elektrik üretimi

Düzensiz Depolama Sahaları: Bursa ilinde toplanan atıkların %12'si düzensiz depolama sahalarında kontrolsüz şekilde bertaraf edilmektedir. Düzensiz depolama sahalarına giden atık miktarının 348 ton/gün olduğu anket çalışmaları verilerinden oluşturulmuştur. Bursa ili güneyindeki ilçeler (Orhaneli, Keles, Harmancık ve Büyükorhan) ve İznik ilçesi atıklarının tamamını düzensiz depolama yöntemi ile bertaraf etmektedir. Bursa genelinde 29 adet düzensiz depolama sahası bulunmaktadır. Bu sahalardan 7'si rehabilite edilmiştir. Bursa ili genelinde yer alan düzensiz depolama sahaları Şekil 3-10'da verilmiştir.

İnegöl	•Yenice, Cerrah, Kurşunlu, Tahtaköprü
Orhangazi	•Çakırlı, Yeniköy, Yenisöğöz
İznik	•Elbeyli, Boyalıca, İznik
Mustafakemalpaşa	•Çekiçli, Tatkovaklı, Yalıntaş, Ovaazatlı, Yeşilova, Tepecik, Merkez
Orhaneli	•Karıncalı, Göynükbelen, Merkez (2 adet)
Büyükorhan	•Kınık, Merkez (2 Adet)
Gemlik	•Karacaali
Keles	•Merkez
Harmancık	•Merkez
Karacabey	•Merkez
Yenişehir	•Merkez

29 adet düzensiz depolama sahası

Şekil 3-10 Düzensiz Depolama Sahaları

2014 anket çalışmaları ve Bursa Büyükşehir Belediyesi verileri¹⁹ doğrultusunda, atıklarını kontrolsüz şekilde bertaraf eden bazı ilçe belediyelerine ait düzensiz depolama sahaları ile ilgili bilgiler Şekil 3-11'de özetlenmiştir.

İZNİK	ORHANELİ	KELES	HARMANCIK
<ul style="list-style-type: none"> •Alan: 1,7 ha •Kullanılan Süre: 30 yıl •Depolanan çöp: 70.000 m³ 	<ul style="list-style-type: none"> •Yer: Orman Alanı (Yeni) •Alan: 1,25 ha •Kullanılan süre: 20 yıl •Depolanan çöp: 38.000 m³ 	<ul style="list-style-type: none"> •Yer: TKİ açık döküm havzası •Alan: 0,3 ha •Kullanılan süre: 62 yıl •Depolanan çöp: 10.000 m³ 	<ul style="list-style-type: none"> •Yer: Orman Alanı •Alan: 0,35 ha •Kullanılan süre: 10 yıl •Depolanan çöp: 10.000 m³
KARACABEY	MUSTAFAKEMALPAŞA	BÜYÜKORHAN	YENİŞEHİR
<ul style="list-style-type: none"> •Yer: Maliye hazinesi •Alan: 5,5 ha •Kullanılan Süre: 20 yıl •Depolanan çöp: 190.000 m³ 	<ul style="list-style-type: none"> •Yer: Maliye hazinesi •Alan: 8,5 ha •Kullanılan Süre: 27 yıl •Depolanan çöp: 300.000 m³ 	<ul style="list-style-type: none"> •Yer: Belediye alanı •Alan: 0,35 ha •Kullanılan Süre: 3 yıl •Depolanan çöp: 10.000 m³ 	<ul style="list-style-type: none"> •Yer: Maliye Hazinesi •Alan: 2,4 ha •Kullanılan Süre: 9 yıl •Depolanan çöp: 100.000 m³

Şekil 3-11 İlçe merkezlerinde yer alan bazı düzensiz depolama sahalarına ait özet bilgiler

Gemlik İlçesi Karacaali, Orhangazi İlçesi Çakırlı ve Yeniköy, İznik İlçesi Elbeyli ve Boyalıca, İnegöl İlçesi Cerrah ve Yenice Mahallelerine ait düzensiz depolama sahaları sınır tespit çalışmaları yapılmış olup, rehabilitasyon çalışmaları tamamlanmıştır.



Fotoğraf 3-5 Mahallelerde yer alan düzensiz depolama sahaları



Fotoğraf 3-6 İlçe merkezlerinde yer alan düzensiz depolama sahaları

3.2 Ambalaj Atıkları Yönetimi

Entegre katı atık yönetim sistemi içerisinde atıkların geri dönüşümü ve geri kazanımını etkin şekilde yapılabilmesi için en önemli basamak atıkların kaynağında ayrı toplanmasıdır. Ambalaj atıklarının kaynağında ayrı toplama uygulamasının il genelinde hayata geçirilmesi ile istenilen toplama verimlerine ulaşılması ve lisans dışı toplamaların önüne geçilmesi uzun süreli ve kapsamlı çalışmalar gerektirmektedir²⁰. Ambalaj atıklarının kaynağında ayrı toplama çalışmaları, belediyeler tarafından veya belediyeler adına lisanslı firmalar aracılığıyla yapılmaktadır. Bursa Büyükşehir Belediyesi ve İlçe Belediyelerinden elde edilen verilere göre; 12 ilçede kaynağında ayrı toplama çalışması yapılmaktadır ve 2014 yılında toplanan ambalaj atık (AA) miktarı 43.724 ton'dur. 11 ilçe belediyesi, ambalaj atıklarını lisanslı firmalar (kaynağında ayrı toplama çalışması **Büyükorhan Belediyesi** kendisi yapmaktadır) vasıtasıyla iç mekân kutuları, poşet ve konteynerler kullanarak kaynağında ayrı toplamaktadır. Toplama sıklığı her ilçeye göre değişiklik göstermektedir (her gün, haftada dört gün ve haftada bir gün). Tablo 3-2'de AA miktarları verilmiştir. Sokak toplayıcıları tarafından toplanan ambalaj atığı oranı %5 olarak öngörülmüştür (KAAP). Toplam atık içerisinde teorik olarak yer alan AA oranı ortalama %20-25 aralığındadır. 12 ilçede kaynağında

ayrı toplama uygulamalarının olması ve sokak toplayıcılarının varlığı nedeniyle, karakterizasyon çalışması verilerinde atık içerisindeki AA oranı %13,06'dır.

Bursa ilinin bazı ilçeleri, lisanslı firmalar için cazibe merkezi değildir. Dolayısıyla, söz konusu ilçeler ambalaj atıklarını lisanslı firma aracılığı ile toplayamamaktadır.

22.04.2015 tarihinde yapılan SWOT çalışmayı sonucunda kaynağında ayrı toplama çalışması devam eden ilçelerde gerek halkın çevre konusunda bilinçlendirilmesindeki eksiklik gerekse de sanayinin ambalaj atıklarını belediyelerin mevcut sistemine dahil etmemesi sürdürülebilirlik açısından sıkıntılara neden olmaktadır.

Kağıt-Karton: % 6,19
Plastik: %2,15
Metal: %0,78
Cam: %2,9
Pet: %0,52
Kompozit: %0,52
Toplam: 13.06



Tablo 3-2 İlçelerde kaynağında ayrı toplanan AA miktarları-2014

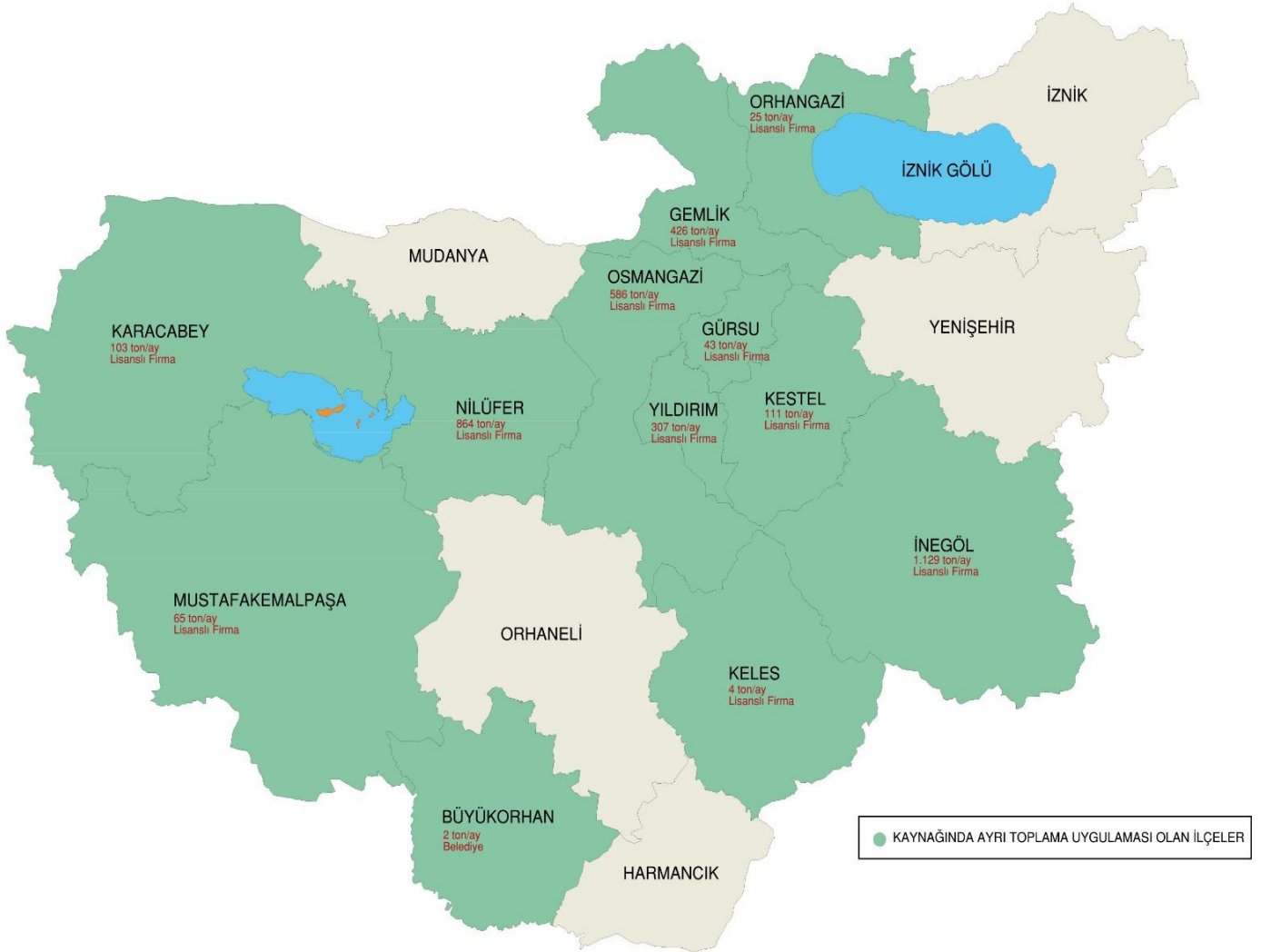
İLÇE ADI	KAYNAĞINDA AYRI TOPLANAN AA MİKTARI (TON/YIL)	KAYNAĞINDA AYRI TOPLANAN AA MİKTARI (TON/AY)	
İNEGÖL	13.549	1.129	Lisanslı Firma
NİLÜFER	10.366	864	Lisanslı Firma
OSMANGAZİ	7.034	586	Lisanslı Firma
GEMLİK	5.108	426	Lisanslı Firma
YILDIRIM	3.689	307	Lisanslı Firma
KESTEL	1.331	111	Lisanslı Firma
KARACABEY	1.234	103	Lisanslı Firma
MUSTAFAKEMALPAŞA	776	65	Lisanslı Firma
GÜRSU	517	43	Lisanslı Firma
ORHANGAZİ*	50	25	Lisanslı Firma
KELES	48	4	Lisanslı Firma
BÜYÜKORHAN	22	2	Kendi imkânları ile toplama yapmaktadır.
YENİŞEHİR	[Toplama Yapılmıyor]		[Anlaşmalı firma bulunmamaktadır.]
MUDANYA	[Toplama Yapılmıyor]		[Anlaşmalı firma bulunmamaktadır.]
İZNİK	[Toplama Yapılmıyor]		[Anlaşmalı firma bulunmamaktadır.]
ORHANELİ	[Toplama Yapılmıyor]		[Anlaşmalı firma bulunmamaktadır.]
HARMANCIK	[Toplama Yapılmıyor]		[Anlaşmalı firma bulunmamaktadır.]
TOPLAM	43.724	3.644	

* Orhangazi ilçesi Kasım 2014'te kaynağında ayrı toplama çalışmasına başlamıştır.

Belediye atıkları içindeki söz konusu geri dönüştürülebilir bileşenler için günümüzde belli hedeflerin sağlanmasını öngören yasal mevzuat geliştirilmiştir. Eurostat 2012 verilerine göre, AB-28 üye ülkelerinin, ambalaj atığı geri kazanımı 2001 yılı hedeflerini (%50) Malta hariç ve 2012 yılı hedeflerini (%60) ise Yunanistan ve Kıbrıs hariç sağladığı bildirilmiştir.

Bursa ilinde kaynağında ayrı toplama çalışması yapan ilçeler ve aylık toplanan AA miktarları Şekil 3-12'de gösterilmiştir.

AMBALAJ ATIĞI YÖNETİMİ / 2014



Şekil 3-12 Ambalaj atıkları yönetimi, 2014

3.3 Tıbbi Atıkların Yönetimi

Bursa ili sınırları içerisinde tıbbi atıklar Büyükşehir Belediyesi tarafından ihale edilen özel bir firma (Era Çevre Teknolojileri A.Ş.) tarafından toplanmaktadır. 2014 yılında sterilizasyon tesisine giden tıbbi atık miktarı ortalama 3.786 ton olup, Bursa ili genelinde toplanan tıbbi atık miktarı 2.852 ton'dur (Tablo 3-3). Program dahilinde, Bursa genelinde 1365 adet sağlık kuruluşundan (muayenehaneler dahil) tıbbi atıklar toplanmaktadır. Tesis, Ocak 2015 tarihine kadar Yalova, Bursa ve Balıkesir illerinden tıbbi atık kabulü yapmaktaydı, ancak Ocak 2015 tarihi itibarı ile sadece Yalova ve Bursa illeri tıbbi atıklarını tesise getirmektedir.

Tablo 3-3 Sterilizasyon tesisine gönderilen tıbbi atık miktarları

	Sterilizasyon Tesisine Gönderilen Tıbbi Atık Miktarları (ton)	Bursa İlinde Sterilizasyon Tesisine Gönderilen Tıbbi Atık Miktarları (ton)
1996	277,27	277,27
1997	485,15	485,15
1998	610,42	610,42
1999	738,14	738,14
2000	809,99	809,99
2001	902,74	902,74
2002	944,98	944,98
2003	1.029,59	1.029,59
2004	1.204,47	1.204,47
2005	1.395,47	1.395,47
2006	1.649,74	1.649,74
2007	1.926,35	1.926,35
2008	2.067,28	1.361,08
2009	2.420,62	2.318,28
2010	2.593,00	2.468,52
2011	3.199,56	2.550,34
2012	3.572,55	2.649,48
2013	3.604,00	2.713,40
2014	3.786,22	2.852,19

İLÇELER	Tıbbi Atık Miktarı (2014) (ton/yıl)
OSMANGAZİ	962,8
NİLÜFER	957,1
YILDIRIM	578,8
İNEGÖL	145,3
GEMLİK	44,6
KARACABEY	43,7
MUSTAFAKEMALPAŞA	42
ORHANGAZİ	21,5
MUDANYA	13,3
YENİŞEHİR	12
KESTEL	10,4
İZNİK	9,9
GÜRSU	4,4
ORHANELİ	4,2
KELES	1,1
HARMANCIK	0,8
BÜYÜKORHAN	0,5
TOPLAM	2.852

Bursa ili genelinde 1365 adet sağlık kuruluşundan tıbbi atıklar toplanmaktadır.

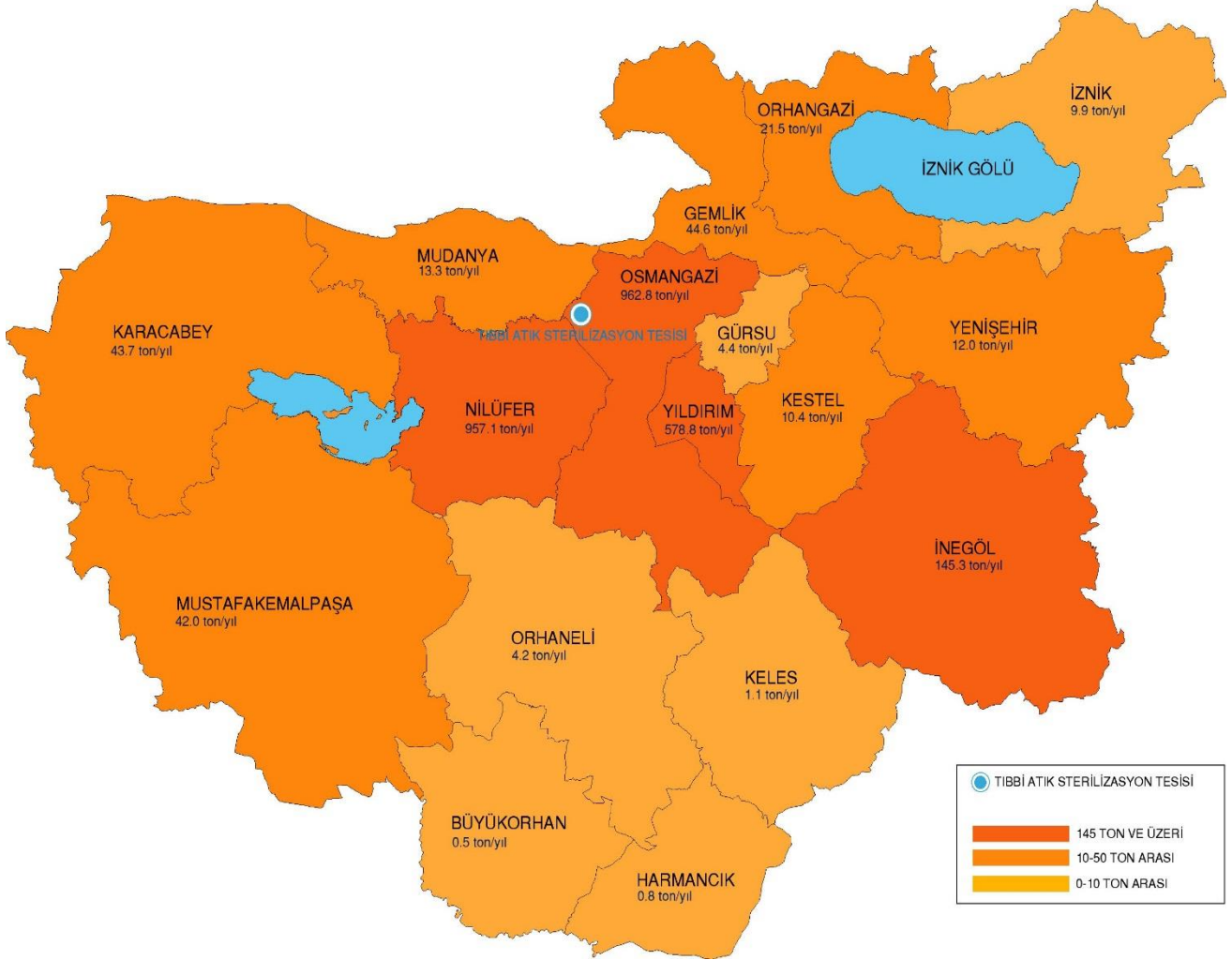


2014 yılında Bursa ilinde 2.852 ton tıbbi atık toplanmıştır.



Bursa ve Yalova illerinde üretilen tıbbi atıklar 7²¹ adet lisanslı tıbbi atık toplama-taşıma aracıyla sterilizasyon tesisine getirilmekte ve bertaraf edilmektedir. ERA Çevre firması tarafından sağlık kuruluşlarına sızdırmaz özel yapılmış konteynerler dağıtılarak tıbbi atıkların bu konteynerler vasıtasıyla çevre ve insan sağlığına zarar vermeden toplatılması sağlanmaktadır. Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin Tıbbi Atık Yönetim Planı mevcuttur. Tıbbi atık yoğunluk haritası Şekil 3-13'de verilmiştir.

TIBBİ ATIK YÖNETİMİ / 2014



Şekil 3-13 Tıbbi atık yönetimi-2014

Sterilizasyon tesisine gelen günlük ortalama tıbbi atık miktarı 9 ton'dur. Tıbbi atık bertaraf bedeli İl Mahalli Çevre Kurulu'nca belirlenmekte olup 2015 fiyatı Kg başına 1,92 TL +KDV, küçük miktarda atık üreten sağlık kuruluşları 45 TL/Ay'dır+ KDV. **Tıbbi atıklar Bursa'da her gün, Yalova ilinden 2 günde bir alınmaktadır.**

Bursa Büyükşehir Belediyesi Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi, Yenikent Katı atık Düzenli Depolama sahası sınırları içerisinde 3.830 m²'lik alanda kurulmuş olup, işletimi tıbbi atıkların toplanması ve taşınmasından sorumlu ERA Çevre şirketi tarafından yapılmaktadır(Fotoğraf 3-7). 01.05.2008 yılında faaliyete alınan tesisin kapasitesi 900 kg/saat'tir. Tesis giriş ve soğuk hava deposu, otoklav, parçalama ünitesi, konteyner yıkama ünitesi, kazan dairesi, araç yıkama bölümü, ofislerden oluşmaktadır.

Konteynerler içerisinde biriktirilen tıbbi atıklar, toplama ekibi tarafından metal ve radyoaktif detektörlerle kontrol edilmektedir. Kontrol edilen atıklara ait konteynerler, tartılmakta ve tartım sonucunda oluşan atık miktarı barkotlu sisteme geçirilmektedir. Barkotlu sistem ile tartılan atıklara ait veriler, online olarak sağlık kuruluşları, tesis yetkilileri ve Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından izlenmektedir.

Tıbbi atıklar, paslanmaz otoklav konteynerlerde 45 dakika yüksek sıcaklık (~142 °C) ve basınç (~3,2 bar) altında sterilizasyon işlemine tabi tutulmaktadır. Bu işlemlerin tümü kontrol panelinde elektronik olarak kayıt altına alınmakta, işlemin kalitesi kimyasal ve biyolojik indikatörler ile kontrol edilmektedir. Sterilizasyon işlemi bittikten sonra tıbbi atıklar parçalama ünitesine aktarılmaktadır. Sterilize edilmiş tıbbi atıklar Yenikent Katı Atık Düzenli Depolama Sahasına gönderilerek bertaraf edilmektedir.



Fotoğraf 3-7 Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi

3.4 Hafriyat Toprağı, İnşaat & Yıkıntı Atıkları Yönetimi

İlçe belediyelerine yapılan 2014 anket çalışması sonucunda, Bursa genelinde ilçe belediyeleri tarafından kayıt altına alınan inşaat ve yıkıntı atığı miktarının yıllık 33.166 ton olduğu verisine ulaşılmıştır. Bursa Büyükşehir sınırları içerisinde hafriyat ve inşaat/yıkıntı atıklarının geri kazanılması, kontrollü olarak depolanması ve denetimi Bursa Büyükşehir Belediyesi sorumluluğundadır²¹. Bursa Büyükşehir Belediyesi; Hafriyat toprağı ve İnşaat/Yıkıntı Atıkları taşıma izin belgelerini ilçe belediyelerinin anlık olarak görebileceğı ve aynı zamanda ilçe belediyeleri tarafından kazı izni verilmesi aşamasında düzenlenen, kazı yapılacak alanın yeri, kazı metreküpü, hangi firmanın hangi araçlarının kazı malzemesini taşıyacağı ve hangi döküm sahasına götüreceğı gibi bilgilerin bulunduğu bir sistem oluşturmuştur. 11 ilçe belediyesinin (Osmangazi, Yıldırım, Nilüfer, Gemlik, Mudanya, Gürsu, Kestel, Mustafakemalpaşa, Orhangazi, İnegöl ve Karacabey) sisteme entegrasyonu tamamlanmıştır. Diğer ilçelerde, hafriyat döküm sahası oluşturulması ardından peyderpey sisteme dahil edilecektir²¹.

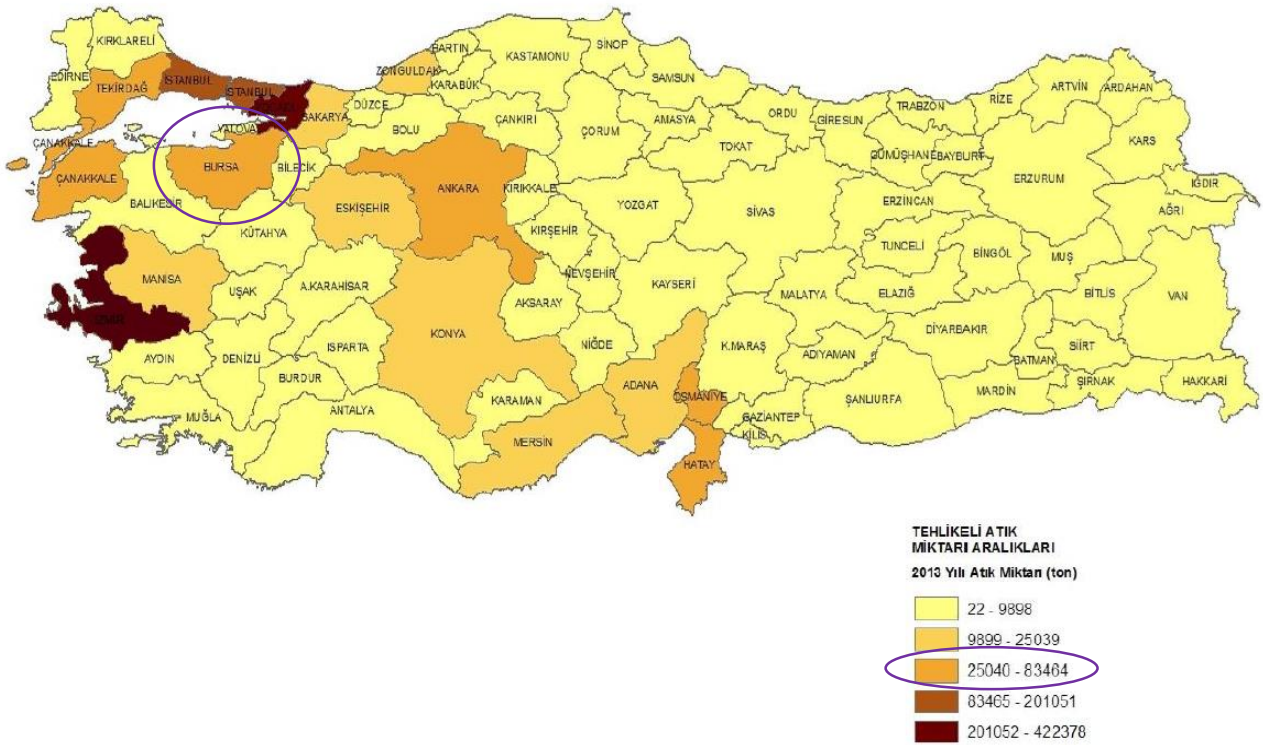
Bursa ilinde Hafriyat toprağı döküm alanı sayısı 67 adet olup bu sahalardan 50 adeti dolduğı için artık hafriyat kabulü yapılmamaktadır. Bursa genelinde 17 adet hafriyat toprağı döküm alanı mevcuttur. Ayrıca

46 adet tarımsal amaçlı dolgu başvurusu değerlendirilerek 30 dolgu alanına izin verilmiştir. İzin verilen alanlardan 16 adeti doldurulmuştur. Özel firmaya (Pars Kiremit, Merç yapı ve Bursa Çimento) ait 3 adet inşaat ve yıkıntı atıkları geri kazanım tesisi bulunmaktadır. Yaklaşık 1500 hafriyat kamyonu araç takip sistemi ile kontrol edilmektedir.

3.5 Tehlikeli Atıkların Yönetimi

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2015 yılında yayınladığı Tehlikeli Atık Bültenine göre Türkiye'de 2013 yılı için tehlikeli atık miktarı 1.373.368 ton 'dur²² (maden sektörü atık miktarları dahil edilmemiştir). Bursa genelinde ise 2014 verisinde bu miktar 75.314 ton'dur²³. 2013 verisine göre Türkiye genelinde Bursa ili, tehlikeli atık miktarı bakımından 6. sırada yer almaktadır²² (Şekil 3-14).

Tehlikeli atıkların lisanslandırılmış araçlarla taşınması zorunludur. Türkiye genelinde Tehlikeli atık beyanında bulunan tesis sayısı 32.803 (2013 verisi) adettir²².



Şekil 3-14 İllere göre tehlikeli atık dağılımı (ton)

Kaynak: Tehlikeli Atık İstatistikleri Bülteni, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı-2015

3.6 Bitkisel Atık Yağların Yönetimi

Bitkisel Atık Yağlar için "Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği" gereği işlemler yürütülmektedir. Konut, otel, lokanta, yemek sanayi vb. yerlerden kaynaklanan kullanılmış kızartılabilir atık yağların; kanalizasyona, dere vb. alıcı ortama dökülmesini önlemek amacıyla, Büyükşehir Belediyesi ve İlçe Belediyeleri ile protokolü bulunan lisanslı firmalar aracılığıyla toplanması sağlanmaktadır²¹. Bursa ilinde 9 ilçe belediyesi bitkisel atık yağların yönetimine yönelik farklı lisanslı firmalar ile protokoller imzalamıştır¹⁶. 2014 anket verilerine göre Bursa ilinde toplanan bitkisel atık yağ miktarı yılda yaklaşık 60.000 kg'dır.

Bununla birlikte Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından bitkisel atık yağ toplama verimini arttırmak amacıyla **40 adet bitkisel atık yağ toplama makinesi** halkın ulaşabileceği lokasyonlara konulmuştur. Toplanan bitkisel atık yağlar lisanslı firmalara biyodizel üretimi için gönderilmektedir.



Şekil 3-15 Bitkisel atık yağ toplama

3.7 Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Yönetimi

Ömrünü Tamamlamış Lastikler için “Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği” gereği işlemler yürütülmekte olup, bu tür atıkların düzenli depolama alanlarına kabul edilmesi yasaktır. Ömrünü tamamlamış lastikler, yönetmelikle tanımlı yetkili taşıyıcılara, geçici depolama izinli firmalara, çevre lisanslı geri kazanım ve /veya bertaraf tesislerine verilmektedir²¹.

2014 anket çalışması sonuçlarına göre; Bursa ilinde Nilüfer ve İnegöl Belediyeleri, ömrünü tamamlamış atık lastiklerin toplanmasına yönelik protokol imzalamıştır. Gürsu, Orhangazi, Mustafakemalpaşa, Gemlik ve Kestel Belediyeleri ise görüşme aşamasındadır¹⁶.

3.8 Atık Pil ve Akümülatörlerin Yönetimi

Atık Piller için “Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği” gereği işlemler yürütülmekte olup, bu tür atıkların düzenli depolama alanlarına kabul edilmesi yasaktır. Söz konusu yönetmelik kapsamında; Okul, Kamu Kurum ve Kuruluşları, Muhtarlık, Alışveriş Merkezleri, Metro istasyonları gibi toplama noktalarında bulunan atık pil kutularında biriken atık piller, Bursa Büyükşehir Belediyesi ve İlçe Belediyeleri ile protokolü bulunan yetkilendirilmiş kuruluş TAP Derneği (Taşınabilir Pil Üreticileri ve İthalatçıları Derneği) tarafından toplanmaktadır²¹.

Bursa ilinin 17 ilçesinde atık piller okul, cami, kamu binaları, AVM vb. yerlerden iç mekan kutuları ile toplanmaktadır. Anket verilerine göre 2014 yılına kadar toplanan atık pil miktarı okullarda dahil 72.661 kg’ dır.

YIL	OKULLARDAN TOPLANAN ATIK PİL MİKTARLARI (KG)
2006	1011
2007	1250
2008	3300
2009	4950
2010	8600
2011	11850
2012	7355
2013	8495
2014	12.925
TOPLAM	59.736



3.9 Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Yönetimi

2014 anket verisine göre; Kestel ve Yıldırım belediyeleri, atık elektrik ve elektronik eşyaların kaynağında ayrı toplanmasına yönelik görüşmeler yapmaktadır. Osmangazi ve Nilüfer Belediyeleri söz konusu atıkları konutlardan toplamaktadır¹⁶.

3.10 Park ve Bahçe Atıkları Yönetimi

Park ve bahçe atıkları, ilçe belediyelerinin çoğunda ayrı olarak toplanmamaktadır. Bursa'da 2014 yılında toplanan park ve bahçe atığı miktarı 13.148 ton'dur¹⁶.

Özel Atıklar Özet Tablosu

Bursa genelinde özel atıklara ait özet tablo aşağıda verilmiştir. Söz konusu tablo uygulaması olan ve uygulama için firmalarla görüşme yapan ilçeleri kapsamaktadır¹⁶ (Tablo 3-4).

Tablo 3-4 Özel Atıklar ile ilgili uygulama yapan ilçeler

İLÇE	ATIK PİL VE AKÜMÜLATOR	BİTKİSEL ATIK YAĞLAR	ÖMRÜNÜ TAMAMLAMIŞ LASTİKLER	ATIK ELEKTRİKLİ ELEKTRONİK EŞYALAR
İNEGÖL	✓	✓	✓	
NİLÜFER	✓	✓	✓	✓
OSMANGAZİ	✓	✓		✓
GEMLİK	✓		✓	
YILDIRIM	✓	✓		✓
KESTEL	✓		✓	✓
KARACABEY	✓	✓		
MUSTAFAKEMALPAŞA	✓	✓	✓	
GÜRSU	✓	✓	✓	
KELES	✓			
BÜYÜKORHAN	✓			
YENİŞEHİR	✓			
MUDANYA	✓			
İZNİK	✓	✓		
ORHANELİ	✓			
HARMANCIK	✓			
ORHANGAZİ	✓	✓	✓	

3.11 Atık Yönetimi Mevcut Durum Sonuçları

Yapılan çalışmalarda, mevcut atık yönetim sistemi sonuçları, karşılaşılan sorunlar ve sistemin iyileştirilmesine yönelik çözümler özet olarak aşağıda verilmiştir:

- Belediye atığı toplama hizmetleri düzgün ve verimli şekilde yürütülmekte ve 2014 yılı toplam nüfusunun %98'ine evsel atık toplama hizmeti verilmektedir.
- Bazı kırsal alanlarda atıkların toplanmasında konteynerden ziyade poşet kullanımının daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bu durum atıkların sokaklarda açıkta durmasına, koku ve çöp sızıntı suyu sorunlarına neden olmaktadır.
- Bazı ilçelerin mahalle ve sokaklarının dar ve yüksek eğimli olması atık toplama ve taşıma faaliyetlerini zorlaştırmaktadır.
- Sınırları geniş olan ve depolama sahalarına uzak olan ilçelerde atık toplama ve taşıma konusunda sıkıntılar yaşanmaktadır. Depolama sahalarına uzak olan ilçelerin atıklarını aktarma istasyonları vasıtasıyla taşınması çevresel ve ekonomik açıdan tercih edilen bir yöntem olacaktır.
- Bursa ilinde 2 adet düzenli depolama sahası, 1 adet tıbbi atık sterilizasyon tesisi, 1 adet enerji üretim tesisi, 17 adet hafriyat döküm sahası, 3 adet inşaat ve yıkıntı atıkları geri kazanım tesisi bulunmaktadır.
- Mevcut durumda toplanan evsel atığın %88'lik kısmı Yenikent ve İnegöl Katı Atık Düzenli Depolama sahalarında; %12'lik kısmı ise düzensiz depolama sahalarında bertaraf edilmektedir.
- Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik Geçici Madde 1 'de "Yönetmeliğin yürürlüğe girmesinden itibaren 5 yıl içerisinde depolanacak olan biyobozunur atık miktarı, 2005 yılında üretilen toplam biyobozunur atık miktarının ağırlıkça %75' ine, 8 yıl içinde % 50' sine ve 15 yıl içinde ise %35'ine indirilir" denilmektedir. Depolanacak biyobozunur atık miktarının azaltımına yönelik gerekli tedbirler alınmalıdır. Atık azaltma veya atık alanlarına gönderilen atıkların organik içeriklerinin azaltılmasına yönelik herhangi bir çalışma yapılmamaktadır.
- Çevre Kanununca Alınması Gereken İzin ve Lisanslar Hakkındaki Yönetmelik hükümlerine göre Düzenli Depolama Tesisinin, Çevre İzin ve lisansının alınması gerekmektedir. Bursa Büyükşehir Belediyesi konu ile ilgili çalışmalara başlamıştır.
- Bursa ilinde 12 ilçe belediyesi ambalaj atıklarını kaynağında ayrı toplamaktadır. Uygulamanın devam ettiği bazı ilçelerde kaynağında ayrı toplama verimi düşüktür.
- 22.04.2015 tarihinde yapılan SWOT çalıştayında; kaynağında ayrı toplama çalışması devam eden ilçelerde gerek halkın çevre konusunda bilinçlendirilmesindeki eksiklik gerekse de sanayinin ambalaj atıklarını belediyelerin mevcut sistemine dahil etmemesi sürdürülebilirlik açısından sıkıntılara neden olduğu belirtilmiştir.
- Atık getirme merkezleri ile ilgili ilçe belediyeleri yer sıkıntısı yaşamaktadır. Orta vadede çözüm olarak il genelinde yapılacak aktarma istasyonlarının yanına atık getirme merkezlerinin kurulması önerilmektedir.

- Bursa genelinde 29 adet düzensiz depolama sahası bulunmaktadır. Bu sahaların 7 adetinin rehabilitasyonu tamamlanmıştır.
- Bursa ili sınırları içerisinde düzensiz depolama sahalarının rehabilitasyon çalışmaları devam ederken, düzensiz depolamanın önlenmesine yönelik çalışmalar da hız kazanmalıdır. Bu tür alanlarda atıklar çöp gazı, koku ve sızıntı suyu sorunlarına neden olmakta ve insan sağlığına ve ekosisteme tehlike oluşturmaktadır.
- Hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıklarının boş arazilere kontrolsüz dökümün önlenmesine yönelik çalışmalar artarak devam ettirilmelidir.
- Bursa ilinde verimli özel atık yönetimi için; kentin muhtelif alanlarına konteynırların yerleştirilmesi, halkın farkındalığının artırılması, özel sektör ile işbirliklerinin yapılması, denetim ve izleme mekanizmasının oluşturulması gerekmektedir. Bursa genelinde özel atıklar ile ilgili broşürler basılarak ve eğitimler verilerek kamuoyuna duyurular yapılmalıdır.

3.12 Planlama Sürecine Katılım (SWOT Analizi)

Bursa genelinde atık yönetimi SWOT (GZFT) analizinin ortaya konulması amacıyla 22 Nisan 2015 tarihinde ilçe belediyelerinin katılım sağladığı bir çalıştay organize edilmiştir. Bu organizasyon ile ilçe belediyeleri ortak bir platformda buluşma ve atık yönetimi konularında karşılaştıkları problemler ve çözüm önerileri hakkında birebir görüşme imkanı bulmuşlardır.



Fotoğraf 3-8 Çalıştay görüntüleri

SWOT analizi çalışmasına yönelik sonuçlar Tablo 3-5'de verilmiştir. Atık yönetim sistem alternatifleri oluşturulurken SWOT analizi sonuçları da dikkate alınmıştır.

Tablo 3-5 SWOT analizi

GÜÇLÜ YANLAR	ZAYIF YANLAR
<p>Atık yönetiminden sorumlu nitelikli personel</p> <p>Atık toplama/taşıma araç ve ekipmanlarının yeterliliği</p> <p>Bursa genelinde ambalaj atıklarının kaynağında ayrı toplama sürekliliği</p> <p>Çevre yatırımlarının yönetim tarafından desteklemesi</p>	<p>Çöp araçlarının sayıları yeterli ancak eski olması</p> <p>Çevre bilincine yönelik eğitim çalışmalarının yetersiz olması</p> <p>Hafriyat toprağı döküm alanları ile ilgili sıkıntıların yaşanması</p> <p>Düzensiz depolama sahalarının hala kullanılması</p> <p>Katı atık aktarma istasyonlarının bulunmaması</p> <p>Mali kaynakların yetersizliği</p>
FIRSATLAR	TEHDİTLER
<p>Turizm bölgesi olması</p> <p>Büyükşehir belediyesinin atık yönetimi konusunda liderliği</p> <p>Çevre yatırımları için uygun arazilerin bulunması</p> <p>Ambalaj atığı geri kazanım tesis sayılarının fazla olması</p> <p>Yeni otoyol projeleri</p> <p>Bazı ilçelerin önemli miktarda organik atık potansiyelinin bulunması</p>	<p>Mahalle ve sokakların dar ve yüksek eğimli olması</p> <p>Bazı ilçelerin sorumluluk alanlarının geniş olması ve atık hizmetinin uzak noktaları götürülememesi</p> <p>Dağınık yerleşimler</p> <p>Sokaklardaki uygunsuz parklanma ve trafik yoğunluğu</p> <p>Hızlı nüfus değişimleri</p> <p>Güney bölgede atıkların toplanması ve taşınması konusunda ilçelerin coğrafi konumlarından dolayı sıkıntıların yaşanması</p>

4 TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİ KATI ATIK MEVZUATLARI

Atık yönetiminin temelini “atık yönetimi hiyerarşisi” ve “üretici sorumluluğu” ilkeleri oluşturmaktadır. Atık yönetimi hiyerarşisinde birincil önceliği, atıkların üretim aşamasında önlenmesi ve atık miktarının ve tehlikelilik düzeyinin azaltılması oluşturmaktadır. Atıkların yeniden kullanım, geri dönüşüm ve enerji elde edilmesi yoluyla geri kazanılması ikinci sırada, geri kazanım olanağı olmayan atıkların çevreye zarar verilmeksizin bertaraf edilmesi (yakılması ya da güvenli depolanması) de son sırada tercih edilmelidir. Geri dönüşüm, oluşumu kaynaktan önlenemeyen veya yeniden kullanılmayan atıklara uygulanan bir yöntemdir.

Geri dönüşüm konusunda diğer önemli bir kavram ise üretici sorumluluğu ilkesidir ve bu kavram atıklardan kaynaklanan her tür maliyetin atık üreticileri (üretici, tüketici gibi) tarafından karşılanmasını öngörmektedir. Bu yaklaşım “kirleten öder” prensibinin bir yansımasıdır. Atık yönetimine ilişkin diğer ilkelere bazılarının ise kendine yeterlilik, uygun teknolojilerin seçilmesi ve kullanılması ve atıkların kaynağına mümkün olan en yakın alanda bertaraf edilmesidir.

4.1 AB Katı Atık Mevzuatı

AB'nin atık yönetimi politikası Atık Yönetimi Topluluk Stratejisinde ortaya konulmuştur. Buna göre atık yönetimi konusunda yedi ilke belirlenmektedir:

- ✓ Atık yönetimi hiyerarşisi: Tercih sırasına göre önleme, geri kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım, güvenli bertaraf aşamalarından oluşmaktadır.
- ✓ Topluluk seviyesinde kendine yeterlilik: Aşırı masraflara neden olmayan “En İyi Mevcut Tekniklerin” kullanımınıdır.
- ✓ Yakınlık ilkesi: Atıkların üretildiği yere yakın bir yerde geri kazanımı, bertaraf edilmesidir.
- ✓ Üreticinin sorumluluğu: Bertarafın çevresel etkisini en aza indirmek amacıyla ürünlerin faydalı ömürlerinin sonunda ürünlere yönelik yükümlülük getirilmesidir. Kirleten öder ilkesi.

Avrupa Birliğinin atık mevzuatının temelini Atık Direktifi (2006/12/EC) ve Tehlikeli Atık Direktifi (91/689/EC) oluşturmaktadır. Bunların dışındakiler bertaraf yöntemlerine ilişkin direktifler (99/31 Düzenli Depolama Direktifi ve 2000/76 Yakma Direktifi), özel atıkların yönetimine ilişkin direktifler (Atık Yağların Bertarafına İlişkin Direktif (75/439/EC), PCB/PCT'lerin Bertarafına İlişkin Direktif (96/59/EC), Kullanılmış Pil ve Akümülatörlere İlişkin Direktif (91/157/EEC and 98/101/EC), Hurda Araçlara İlişkin Direktif (2000/53/EC), Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalara İlişkin Direktif (2002/96/EC), Ambalaj ve Ambalaj Atığı Direktifi (94/62/EC) ve Atıkların Taşımına İlişkin Tüzük (1013/2006/EC) yer almaktadır.



Şekil 4-1 AB Direktifleri

2008/98/AT sayılı Atık Çerçeve Direktifi

Geçmiş dönemde üç ayrı Direktif olan Atık Çerçeve Direktifi, Tehlikeli Atıklar Direktifi ve Atık Yağlar Direktifi yeni çıkarılan bu direktifle birleştirilmiş ve geliştirilmiştir. Direktif, atıkların yönetimi ile ilgili genel ilkeleri ve kuralları ortaya koyan temel bir direktiftir.

2006/12/AT sayılı Atık Çerçeve Direktifi

Atıkların yönetimi ile ilgili genel ilkeleri ve kuralları ortaya koyan temel direktiftir. İnsan sağlığının ve çevrenin korunması, atık yönetimi hiyerarşisi ve birleştirilmiş ve yeterli ağırlıkta kurulması için üye devletler gerekli önlemleri almalıdır. Atık yönetiminde direktifle ilgili yetkili makam belirlenmeli ve atık yönetim planları hazırlanmalıdır. Atık yönetim planları, atık önleme, geri kullanım, geri kazanım ve enerji kazanımı gibi kavramları içermektedir.

99/31/AT sayılı Düzenli Depolama Direktifi

Atık bertaraf metodlarından biri olan düzenli depolama ile ilgili düzenlemeleri kapsamaktadır. Çevrede özellikle yüzey ve yeraltı sularında, toprak, hava ve insan sağlığı üzerinde meydana gelebilecek olumsuz etkileri önlemek ve azaltmak amacı benimsenmiştir. Düzenli depolama tesislerini atık türlerine göre, tehlikeli olmayan, tehlikeli ve inert (fiziki değişmeye müsait olmayan stabil atıklar) olarak sınıflandırmakta ve her sınıf için teknik ölçütler vermektedir.

91/689/AET sayılı Tehlikeli Atık Direktifi

Tehlikeli atıkların yönetimi ile ilkeler ve kuralları içeren destekleyici mevzuattır. Üye devletler, tehlikeli atıkların kaydedilmesi ve tanımlanması için gerekli önlemleri alacaklar, değişik kategorilerdeki tehlikeli atıkların birbirileri ile ve tehlikeli olmayan atıklarla karışmasını önleyeceklerdir. Atık üreten ve tekrar elde etme işlemi yapacak tesislerin, bu faaliyetleri için izin alma zorunluluğu olmalıdır. Nakliyeciler, üreticiler,

kuruluş ve tesisler, faaliyetlerinin kaydını tutmalı ve belirlenmiş yetkili makamlara, istendiğinde bu bilgileri vermeye yükümlü olmalıdırlar. Yetkili makamlar ise tehlikeli atık yönetim planı hazırlamalı ve bu tip atıkları belirlemeli, bu tip atıkların paketlenmesi ve etiketlenmesi için gerekli prosedürleri geliştirmeli, denetleme ve izin sistemi oluşturmalı, bu tip atıkların üretiminin önlenmesi için çaba harcamalı ve uygulamaları düzenli olarak Avrupa Komisyonuna bir rapor halinde sunmalıdır.

(AT) 1013/2006 sayılı Atıkların Taşınması Tüzüğü

Çerçeve kurallar ile ilgili bir diğer direktif ise atıkların gerek yerel, gerekse AB içerisinde taşınması ile ilgili ilkeleri ve kuralları ortaya koymaktadır. Atıkların nakledilmesini kontrol edecek sistemi kurmak amacıyla hazırlanmış ve atıkların AB'ye girmesi ve çıkması sırasında ve AB içerisindeki taşınması sırasında gözetleme ve denetleme şartlarını düzenlemek üzere yürürlüğe konmuştur. Tüzük, tehlikeli ve tehlikeli olmayan atıkları da kapsamaktadır.

75/439/AET sayılı Atık Yağlar Direktifi:

Atık yağların çevreye en az zarar vererek veya zarar vermeyerek toplanması, arıtılması, depolanması ve bertaraf edilmesi için gerekli düzenlemeleri içermektedir. Bu tip faaliyetlerin kaydı, izin prosedürleri ve takibi için neler yapılması gerektiğini kapsamaktadır.

94/62/AT sayılı Ambalaj & Ambalaj Atıkları Direktifi:

Direktifin amacı, ambalaj atıklarının çevre üzerindeki etkilerini azaltmak, bu tip atıkların üretimini azaltıp geri kazanım olanaklarını artırarak atık hiyerarşisini bu tip atıklar üzerinde uygulamaktır.

2006/66/AT sayılı Atık Piller & Akümülatörler Direktifi:

Bazı tehlikeli maddeler içeren pil ve akümülatör atıklarını iyileştirmek ve bertaraf yöntemlerini belirlemektedir. Üye devletler, bu malzemelerdeki ağır metal miktarını azaltmak için plan ve program yapmalıdır.

2000/53/AT sayılı Ömrünü Tamamlamış Araçlar Direktifi:

Direktifin amacı ömrünü tamamlamış araçların çevreye zararını en aza indirmektir. Direktif ayrıca ömrünü tamamlamış araçların bertaraf edilmesini azaltmayı ve bu konuda faaliyet gösteren işletmelerin çevresel performansını artırmayı hedeflemektedir. Üretici sorumluluğu ilkeleri de bu direktif içerisinde yer almaktadır.

2002/96/AT sayılı Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atıkları Direktifi:

Direktif elektrikli ve elektronik ekipmanlar kapsamında spesifik olarak büyük ve küçük ev aletleri (bilgisayar, televizyon, buzdolabı, tıbbi aletler vb) dahil 10 ürün kategorisini kapsamaktadır. Üretici sorumluluğu ilkeleri içerisinde finansal sorumluluk, bilgilendirme ve etiketlendirme ile ilgili bilgiler içermektedir.

96/59/AT sayılı PCB & PCT Direktifi:

Çevreye ve halk sağlığına olumsuz etkiler yaratabilecek, yapımlarında poliklorlu bifenil ve poliklorlu terfenil içeren atıkların yönetilmesini içermektedir. PCB ve PCT içeren aletlerin atılma yöntemlerini ve kullanılmış PCB ve PCT'lerin bu maddelerden arındırılarak bertaraf edilme yöntemlerini belirlemektedir.

2006/21/AT sayılı Maden Endüstrisinden Kaynaklanan Atıklar Direktifi:

Direktifin amacı, Atık Çerçeve Direktifinin ilkelerine göre, maden endüstrisinden kaynaklanan atıkların çevreye olan etkilerini önlemek ve azaltmaktır. Direktif, işletmecilerin uygulanabilir en iyi teknikleri

kullanarak çevreye verilen zararları önleme/azaltma için gerekli önlemleri almalarını, işletmeleri için atık yönetim planı hazırlamalarını, kazalara karşı politika ve acil önlem planları hazırlamalarını, izinlendirmelerini ve izinlendirme sırasında halkın katılımını içermektedir.

4.2 Türkiye Katı Atık Mevzuatı

Türkiye’de genel atık yönetimine ilişkin düzenlemeler; atık çeşitliliği ve AB Direktifleri doğrultusunda geliştirilmiş ve ülke şartlarına uygun yönetmelikler yayımlanmış ve uygulamaya konulmuştur. Bu kapsamda evsel katı atıklar, hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıkları, tıbbi atıklar, tehlikeli atıklar, ambalaj atıkları, atık pil ve akümülatörler, bitkisel atık yağlar, ömrünü tamamlamış lastikler, atık elektrikli ve elektronik eşyalar, atık yağlar, ömrünü tamamlamış araçlar, poliklorlubifeniller ve poliklorluterfeniller, ve atıkların düzenli depolanması konularında uygulamalar devam ettirilmektedir (ÇSB, 2012-1).

Türkiye’nin atık yönetim stratejisinin en önemli ilkelerinden birisi atık oluşumunun kaynağında önlenmesi, eğer bu sağlanamıyorsa atığın azaltılması ve atık oluşumunun kaçınılmaz olması durumunda da atıkların geri kazanılmasıdır. Başta Çevre Kanunu olmak üzere çevre mevzuatını oluşturan bütün hukuki düzenlemelerde atıkların tekrar kullanılması, materyal ve enerji olarak geri kazanılması öncelikli yönetim prensiplerinden birisi olarak ele alınmış; geri kazanım faaliyetleri teşvik edilmiş; geri kazanım tesislerinin teknik ve idari yeterliliklerinin artırılması amacıyla kriterler oluşturulmuş ve bu kriterleri sağlayan tesisler lisanslandırılarak hem ekonomiye hem de çevreye katkıda bulunmaları sağlanmıştır. Atık yönetimine ilişkin mevzuatta yer alan kavramların ortak bir yapı altında toplanması, mevzuatın sadeleştirilmesi ve AB Atık Çerçeve Direktifindeki güncellemelerin uyumlaştırılmasına ilişkin çalışmalar Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından sürdürülmektedir.



ÇERÇEVE MEVZUAT

- - Çevre Kanunu (RG/11.08.1983/2872)
- - Büyükşehir Belediyesi Kanunu (RG/10.7.2004/5216)
- - Belediye Kanunu (RG/13.07.2005/5393)
- - Belediye Gelirleri Kanunu (RG/29.5.1981/2464)
- - Özel Çevre Kurumu Kuruluş Kanunu
- - Türk Ceza Kanunu (RG/12.10.2004/5237)



ATIK TÜRÜNE GÖRE YÖNETİM

- -Atık Yönetimi Yönetmeliği (RG/02.04.2015 /29314)
- -Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (RG/14.03.2005/25755)
- - Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (RG/22.07.2005/25883)
- -Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (RG/24.08.2011/28035)
- - Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği (RG/30.07.2008/26952)
- - Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği (RG/31.08.2004/25569)
- - Maden Atıkları Yönetmeliği (RG/15.07.2015/29417)
- - Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği (RG/19.04.2005/25791)
- - Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (RG/18.03.2004/25406)
- - PCB ve PCT'li Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (RG/27.12.2007/26739)
- - Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği (RG/25.11.2006/26357)
- -Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Yönetmeliği (RG/30.12.2009/27448)
- -Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği (RG/22.05.2012/28300)



İŞLETME VE BERTARAF

- - Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik (RG/26.03.2010/27533)
- - Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik (RG/06.10.2010/27721)
- - Atıksu Altyapı ve Evsel Katı Atık Bertaraf Tesisleri Tarifelerinin Belirlenmesinde Uyulacak Usul ve Esaslara İlişkin Yönetmelik (RG/27.10.2010/27742)
- - Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik (RG/03.08.2010/27661)



TAŞINIM

- Atıkların Karayolunda Taşınmasına İlişkin Tebliğ (RG/18.01.2013/28532)

Şekil 4-2 Türkiye katı atık yönetim mevzuatları

Aşağıda, katı atık yönetimine ilişkin mevzuatlar kısaca özetlenmiştir.

İLGİLİ MEVZUAT

AMAÇ

KAPSAM

Çevre Kanunu (2872)

Belediye Kanunu (5393)

Büyükşehir Belediyesi Kanunu (5216)

Belediye Gelirleri Kanunu (2464)

Atık Yönetimi Yönetmeliği (02.04.2015-29314)

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik (26.03.2010-27533)



Bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamaktır.

Belediyenin kuruluşunu, organlarını, yönetimini, görev, yetki ve sorumlulukları ile çalışma usûl ve esaslarını düzenlemektir.

Büyükşehir belediyesi yönetiminin hukukî statüsünü düzenlemek, hizmetlerin plânlı, programlı, etkin, verimli ve uyum içinde yürütülmesini sağlamaktır.

Kirleten öder prensibiyle atık üreticilerinin atık yönetimi hizmetlerine katılımı sağlanmaktadır

Atıkların oluşumundan bertarafına kadar çevre ve insan sağlığına zarar vermeden yönetiminin sağlanmasına, atık oluşumunun azaltılması, atıkların yeniden kullanımı, geri dönüşümü, geri kazanımı gibi yollar ile doğal kaynak kullanımının azaltılması ve atık yönetiminin sağlanması

Çevrenin korunmasına ilişkin önlem ve yasaklar, çevre kirliliği önleme fonunun kurulması, fondan yararlanılması ve kullanılmasına ilişkin esaslar, çeşitli cezai hükümler yer almaktadır.

Ek-4 atık listesinde verilen atıkları, genişletilmiş üretici sorumluluğu çerçevesinde yönetimi sağlanan elektrikli ve elektronik eşya, ambalaj, araç, pil ve akümülatör ürünlerini kapsar.

Atıkların düzenli depolama yöntemi ile bertarafında; depolama öncesi, işletme ve kapama esnasındaki süreçte teknik ve idari hususlar ile uyulması gereken genel kuralları belirlenmesidir.

Düzenli depolama tesisleriyle ilgili genel hükümler, lisans süreçleri, düzenli depolama tesislerinin inşaatı, düzenli depolama tesislerinin işletilmesi ve atık kabul kriterleri, işletme sırasında ve kapatma sonrasında kontrol ve izleme süreci, testler ve numune alma metodları ve gerekli standartlar yer almaktadır.

İLGİLİ MEVZUAT

AMAÇ

KAPSAM

Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik (06.10.2010/27721)



Atıkların yakılmasının çevre üzerine olabilecek olumsuz etkilerini, özellikle hava, toprak, yüzey suları ve yeraltı sularında emisyonlar sonucu oluşan kirliliği ve insan sağlığı için ortaya çıkabilecek riskleri uygulanabilir yöntemlerle önlemek ve sınırlandırmaktır.

Atık yakma ve beraber yakma tesisleri için gerekli asgari şartları kapsamaktadır. Tesislere izin verilmesi, tesislerin işletilmesi, baca gazı arıtımı sonrası oluşan atıksu arıtımı, kalıntılar, denetim ve izleme koşulları bu kapsamda yer almaktadır.

Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (14.03.2005-25755)



Tehlikeli atıkların, üretiminden nihai bertarafına kadar çevreyle uyumlu yönetiminin sağlanmasıdır.

İnsan sağlığına ve çevreye zarar verilmesinin önlenmesi, üretiminin ve taşınmasının kontrolünün sağlanması, geri kazanılması, bertarafı, ara depolanması, arıtım tesisleri, tabi olunacak politika ve programların belirlenmesi için hukuki ve teknik esasları kapsamaktadır.

Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (24.08.2011/28035)



Ambalaj atıklarının oluşumunun önlenmesi, önlenemeyenlerin geri dönüşümü/kazanımı, bertarafı, kaynağında ayrı toplanması, taşınması ve ilgili standartların oluşturulmasına yönelik hukuki, idari ve teknik esasların belirlenmesidir.

Genel ilkeler, görev, yetki ve yükümlülükler, ambalaj üretimine ilişkin hükümler, geri kazanım, kaynağında ayrı toplama, yetkilendirilecek kuruluş şartları, çevre lisansı alınması, çeşitli hükümler ve açıklamaları kapsamaktadır.

İLGİLİ MEVZUAT

AMAÇ

KAPSAM

Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
(22.07.2005/25883)



Tıbbi atıkların üretiminden bertarafına kadar çevreye ve insan sağlığına zarar verecek şekilde alıcı ortama verilmesinin önlenmesi ve yönetilmesine yönelik hukuki, idari ve teknik esasların belirlenerek uygulanmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektedir.

Sağlık kuruluşlarının faaliyetleri sonucu oluşan atıklar ile bu atıkların üretildikleri yerlerde ayrı toplanması, geçici depolanması, taşınması ve bertaraf edilmesine ilişkin esasları kapsamaktadır.

Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği
(30.07.2008/26952)



Atık yağların üretiminden bertarafına kadar çevre ve insan sağlığına zarar vermeden yönetimlerinin sağlanması amacıyla gerekli prensip ve programların belirlenmesine dair usul ve esasları belirlemektedir.

Kategorilerine göre I., II. ve III. atık yağların üretimi, geçici depolanması, toplanması, taşınması, işlenmesi, bertarafı, ithalat ve ihracatı ile transit geçişine ilişkin yasak, sınırlama ve yükümlülükleri, alınacak önlemleri, yapılacak denetimleri kapsar.

Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği
(19.04.2005/25791)



Bitkisel atık yağların üretiminden nihai bertarafına kadar çevreyle uyumlu yönetiminin sağlanması amacıyla hukuki ve teknik esasların düzenlenmesini sağlamaktır.

Bitkisel atık yağların geçici depolanması, toplanması, taşınması, geri kazanılması, bertarafı, ticareti, ithalat ve ihracatı ile transit geçişine ilişkin yasak, sınırlama ve yükümlülükleri, alınacak önlemleri, yapılacak denetimleri, tabi olunacak hukuki ve cezai sorumlulukları düzenler.

Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği
(31.08.2004/25569)



Pil ve akümülatörlerin üretiminden başlayarak nihai bertarafına kadar geri kazanım veya nihai bertarafı için toplama sisteminin kurulmasına ve yönetim planının oluşturulması için çevreyle uyumlu programların belirlenmesidir.

Pil ve akümülatör ürünlerinin etiketlenmesi ve işaretlenmesi, üretilmesinde zararlı madde miktarının azaltılması, evsel ve diğer atıklardan ayrı olarak toplanması, taşınması, bertarafı ile ithalat, transit geçiş ve ihracatına ilişkin yasak, sınırlama ve yükümlülükleri, alınacak önlemleri, yapılacak denetimleri, tabi olunacak sorumlulukları düzenler.

İLGİLİ MEVZUAT

AMAÇ

KAPSAM

Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik (30.12.2009/27448)



Çevre ve insan sağlığının korunması için ömrünü tamamlamış araçlar ve bunlara ait parçaların yeniden kullanım, geri dönüşüm/kazanım işlemleri, ekonomik operatörlerin ve geçici depolama alanlarının tabi olacakları standartları ve yükümlülükleri belirlemektir.

Karayolları Trafik Yönetmeliğinde 3. maddesinde belirtilen M1, N1 kategorisindeki araçları, motosiklet ve motorlu bisiklet haricindeki üç tekerlekli araçları, bu kategorilerdeki ömrünü tamamlamış araçlar ile bunlara ait aksam parçaları ve malzemeleri kapsamaktadır.

Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği (25.11.2006/26357)



Ömrünü tamamlamış lastiklerin çevreyle uyumlu yönetim planının oluşturulması, yönetiminde gerekli düzenlemelerin ve standartların sağlanmasına yönelik idari ve teknik esasları belirlemektir.

Bisiklet ve dolgu lastikleri hariç, ömrünü tamamlamış diğer tüm lastiklerin atıklardan ayrı olarak toplanması, taşınması, geçici depolanması, geri kazanılması, bertarafı, ithalatı, ihracatı ile transit geçişine ilişkin yasal sınırlama ve yükümlülükleri, alınacak önlemleri, yapılacak denetimleri, tabi olunacak hukuki ve cezai sorumlulukları kapsamaktadır.

Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği (22.05.2012/28300)



Elektrikli ve elektronik eşyaların üretiminden nihai bertarafına kadar çevre ve insanla uyumlu bir şekilde bu atıkların yönetiminin yöntem ve hedeflerine ilişkin hukuki ve teknik esasları düzenlemektir.

Yönetmeliğin Ek-1/A'sında yer alan kategorilere dâhil olan elektrikli ve elektronik eşyaları kapsar.

Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenillerin Kontrolü Hakkındaki Yönetmelik (27.12.2007/26739)



Kullanılmış poliklorlu bifenil (PCB) ve PCB içeren madde ve ekipmanların çevre ve insan sağlığına zarar vermeden tamamen ortadan kaldırılmasının sağlanmasına yönelik idarî ve teknik usul ve esasları düzenlemektir.

Kullanılmış poliklorlu bifenil (PCB) ve PCB içeren madde ve ekipmanların envanterinin hazırlanmasını, geçici depolanmasını, taşınmasını, arındırılmasını ve bertaraf edilmesini, gereklilikleri, alınacak önlemleri ve tabi olunacak hukukî ve cezaî sorumlulukları kapsar.

İLGİLİ MEVZUAT

Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (18.03.2004/25406)



AMAÇ

Hafriyat toprağı ile inşaat ve yıkıntı atıklarının çevreye zarar vermeyecek şekilde öncelikle kaynakta azaltılması, toplanması, geçici biriktirilmesi, taşınması, geri kazanılması, değerlendirilmesi ve bertaraf edilmesine ilişkin teknik ve idari hususlar ile uyulması gereken genel kuralları düzenlemektir.

KAPSAM

Kaynakları ve bileşenleri Ek-1'de detaylı olarak belirtilen, beşeri faaliyetler ve doğal afetler sonrasında meydana gelen hafriyat toprağı ile inşaat ve yıkıntı atıklarının, üretildikleri yerlerde ayrı toplanması, geçici olarak biriktirilmesi, taşınması, geri kazanılması, değerlendirilmesi ve bertaraf edilmesine ilişkin esasları kapsamaktadır.

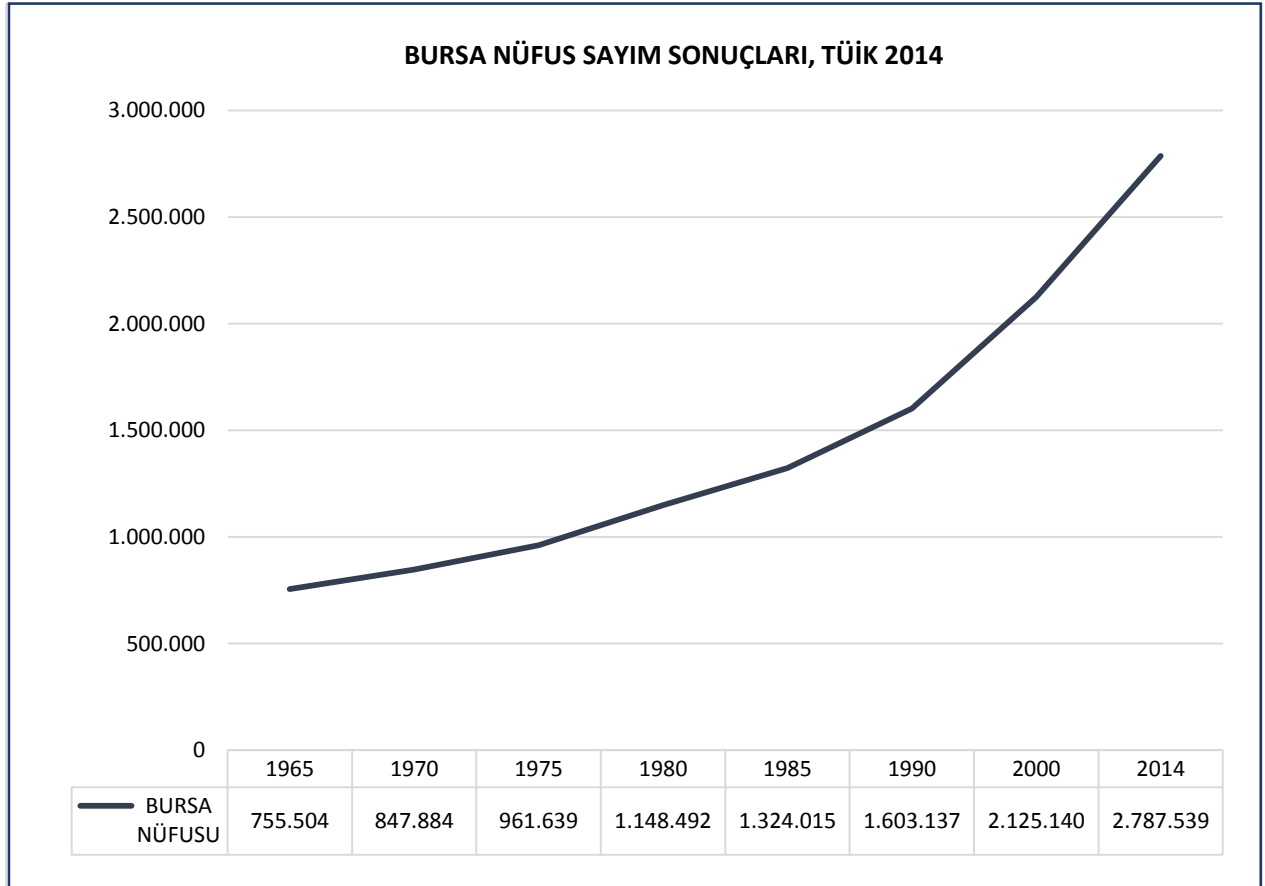
5 NÜFUS VE ATIK PROJEKSİYONU

5.1 Nüfus Projeksiyonu

Bursa ilinin entegre katı atık yönetim sistemi ve alternatiflerinin planlaması için temel verilerden biri, bu kentlerin gelecek 35 yıldaki nüfus gelişiminin olabildiğince gerçekçi bir tarzda tahmin edilmesidir. Bu amaçla, Bursa iline ait belediye ve ilçe bazında TÜİK nüfus verileri kullanılmış; iller bankası, aritmetik metot, geometrik metot ve UNDP nüfus artış metodu yaklaşımları uygulanarak analiz edilmiştir.

Çalışmaya konu olan Bursa ilinde 1990 yılında gerçekleşen idari yapılanma ile yeni ilçeler meydana gelmiş olduğundan yapılan tahmin çalışmaları için başlangıç olarak 1990 yılı kabul edilmiştir. 1990 yılından önceki ilçe bazlı nüfus verileri dikkate alınmamıştır. Söz konusu nüfus tahmini yaklaşımlarının temel kabulleri ve elde edilen nüfuslar aşağıda ana hatlarıyla özetlenmiştir.

Bursa iline bağlı ilçelerin nüfusları, TÜİK tarafından bu ilde yapılan 1965-2000 yılları arasındaki Genel Seçim Sonuçları ile 2007-2011 yılları arasında yapılan "Adrese Dayalı Genel Seçim" sonuçları dikkate alınarak incelenmiştir. Raporda, yalnızca 2014 yılına ait "Adrese Dayalı Nüfus Sayımı" sonuçlarına yer verilmiştir (Şekil 5-1).



Şekil 5-1 Bursa ili 1965-2014 nüfus sayım sonuçları

5.1.1 İller Bankası Metodu

İller bankası metodunda öncelikle ortalama yıllık nüfus artış hızı (*ç değeri*) bulunur. *ç*'nin elde edilmesi için izlenecek formül aşağıda verilmiştir. Buradaki *ç* değeri grafiksel artış hızı hesabındaki ortalama artış hızı ile aynı değerdir.

Artış hızı;

$$\zeta = \frac{(t_{son} - t_i)}{N_i} \sqrt{\frac{N_{son}}{N_i}}$$

Gelecekteki Nüfus;

$$N_{gelecek} = N_{son} \cdot \left(1 + \frac{\zeta}{100}\right)^{(t_{gelecek} - t_{son})}$$

N_{son} : Son nüfusun sayım değeri

N_i : İlk nüfusun sayım değeri

t_{son} : N_{son} nüfusunun belirlendiği yıl

t_i : N_i nüfusunun belirlendiği yıl

$t_{gelecek}$: $N_{gelecek}$ nüfusunun belirleneceği yıl

$N_{gelecek}$: Hesaplanacak olan nüfus değeri

İller bankası metoduna göre *ç* değeri 1 ile 3 arasında ise olduğu gibi kullanılır. 1'in altında kalması halinde *ç* değeri 1 alınırken 3'ten büyük olması durumunda 3 olarak alınır. Bu sebepten dolayı, Bursa'nın Nilüfer ve Gürsu ilçelerinin sırasıyla % 7,65 ve % 5,84 olan nüfus artış oranları (*ç*) 3 olarak alınmıştır. Yıldırım, Osmangazi, Orhangazi, Kestel, İnegöl ve Gemlik ilçelerinde nüfus artış hızı 1 ile 3 arasında kaldığı için *ç* değeri aynen alınmıştır. Kalan ilçelerin nüfus artış hızları 1'den küçük olması nedeniyle *ç*=1 olacak şekilde sabit alınmış ve hesaplamalar buna göre yapılmıştır (Şekil 5-2).

5.1.2 Aritmetik Artış Metodu

Bu metotta nüfusun birim zamandaki artışının sabit kaldığını ifade eden bir matematiksel model kullanır. Yani *dt* gibi bir zaman aralığında *dy* gibi bir nüfus artışı söz konusu ise nüfus artış hızı olan *dy/dt* sabit olup; *ka* "aritmetik artış sabiti" ile ifade edilir (Şekil 5-3). Buna göre gelecekteki nüfus;

Artış hızı;

$$k_a = \frac{(N_{son} - N_i)}{(t_{son} - t_i)}$$

Gelecekteki Nüfus;

$$N_{gelecek} = N_i + [k_a \times (t_{gelecek} - t_i)]$$

N_{son} : Son nüfusun sayım değeri

N_i : İlk nüfusun sayım değeri

t_{son} : N_{son} nüfusunun belirlendiği yıl

t_i : N_i nüfusunun belirlendiği yıl

$t_{gelecek}$: $N_{gelecek}$ nüfusunun belirleneceği yıl

$N_{gelecek}$: Hesaplanacak olan nüfus değeri

5.1.3 Geometrik (Üstel=Exponansiyel) Artış Metodu

Nüfus artış hızı nüfusun logaritmik bir fonksiyonu olarak ifade edilir (Şekil 5-4). Nüfus artış hızı ve gelecekteki nüfus hesabı;

Artış hızı;

$$r = \frac{(\ln N_{son} - \ln N_i)}{(t_{son} - t_i)}$$

Gelecekteki Nüfus;

$$N_{gelecek} = N_i \times e^{r(t_{gelecek} - t_i)}$$

N_{son} : Son nüfusun sayım değeri

N_i : İlk nüfusun sayım değeri

t_{son} : N_{son} nüfusunun belirlendiği yıl

t_i : N_i nüfusunun belirlendiği yıl

$t_{gelecek}$: $N_{gelecek}$ nüfusunun belirleneceği yıl

$N_{gelecek}$: Hesaplanacak olan nüfus değeri

5.1.4 UNDP Yaklaşımı

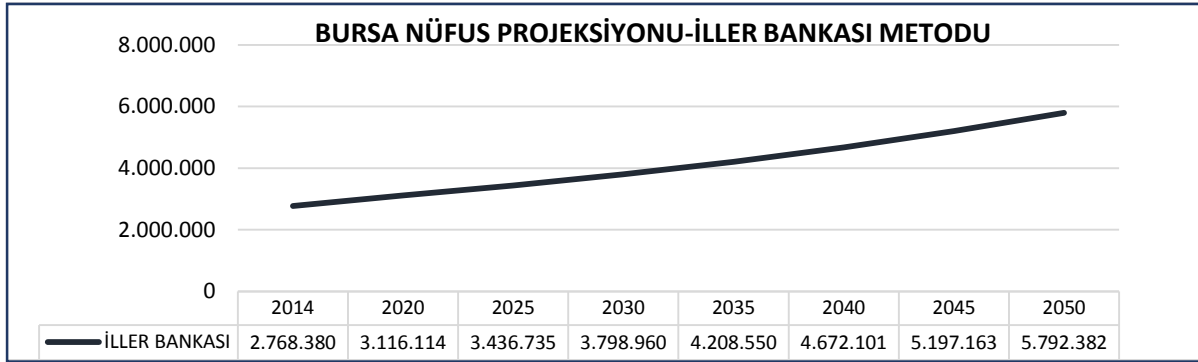
Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı çerçevesinde çeşitli demografik ve sosyoekonomik faktörler göz önünde tutularak, dünya ülkelerinin 2010-2100 dönemindeki genel nüfus artış hızlarını gösteren beşer

yıllık dönemler halinde yıllık ortalama artış hızları hesaplanmıştır (Tablo 5-1). Birleşmiş Milletler Nüfus Birimi tarafından yayınlanan bu nüfus artış hızları tahminleri yüksek, orta ve düşük olmak üzere farklı senaryoları içermekte ve farklılık göstermektedir. Bursa'nın 2050 yılına kadar nüfusları, UNDP tarafından öngörülen artış hızları kullanılarak yüksek, orta ve düşük olmak üzere 3 farklı nüfus artış hızı ile hesaplanmıştır. UNDP yaklaşımı ile nüfus projeksiyonu çıkarılırken, önceki yılın nüfus değeri ile UNDP'nin öngördüğü farklı senaryoların büyüme hızları kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır (Şekil 5-5; Şekil 5-6; Şekil 5-7).

Tablo 5-1 Birleşmiş Milletler Kalkınma Programının öngördüğü 2010-2055 yılları arasında Türkiye'nin nüfus artış hızları

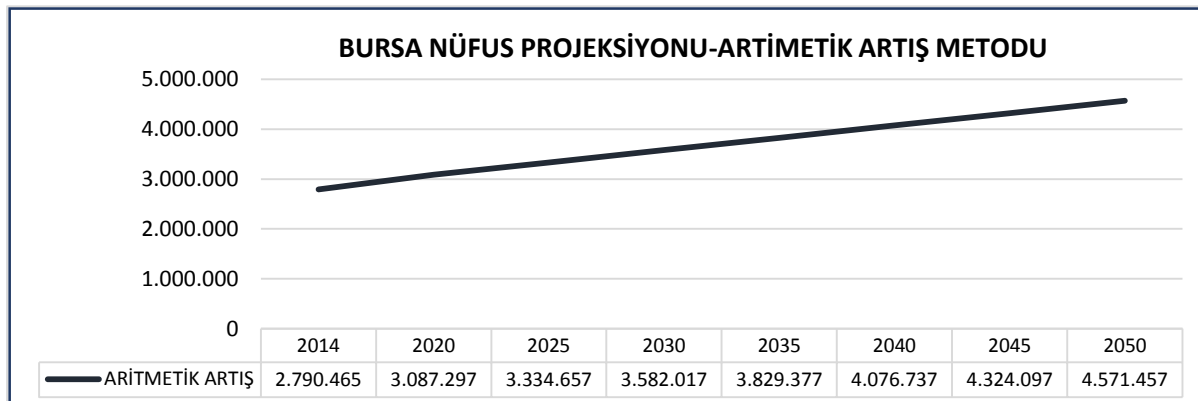
	YÜKSEK	ORTA	DÜŞÜK
2010-2015	1,421%	1,224%	1,025%
2015-2020	1,214%	0,922%	0,620%
2020-2025	1,166%	0,830%	0,471%
2025-2030	1,041%	0,730%	0,388%
2030-2035	0,926%	0,616%	0,275%
2035-2040	0,842%	0,493%	0,123%
2040-2045	0,783%	0,366%	-0,058%
2045-2050	0,721%	0,241%	-0,241%
2050-2055	0,644%	0,128%	-0,400%

İller Bankası Metodu

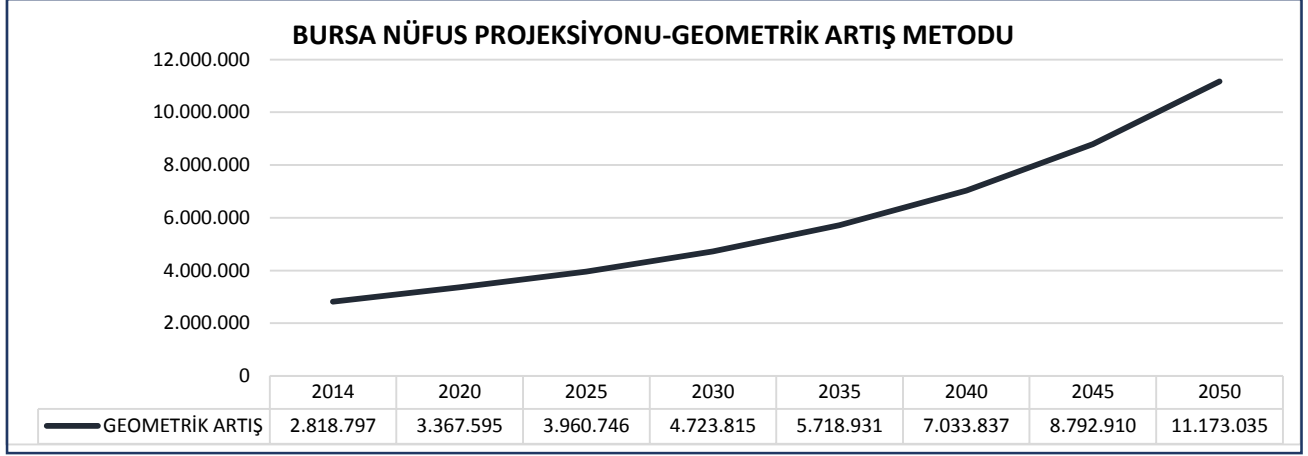


Şekil 5-2 Nüfus artış projeksiyonu (İller bankası metodu)

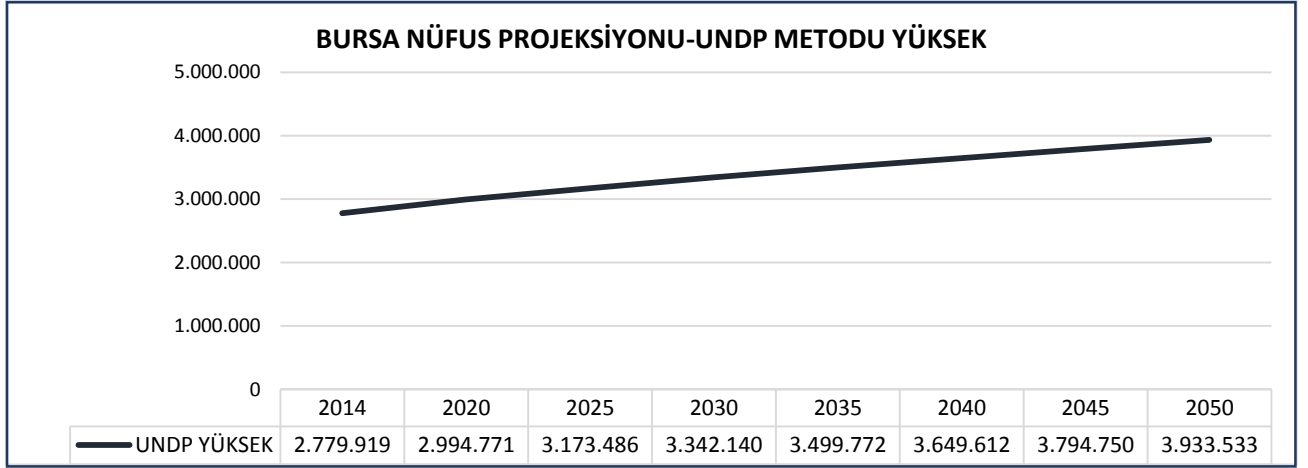
Aritmetik Artış Metodu



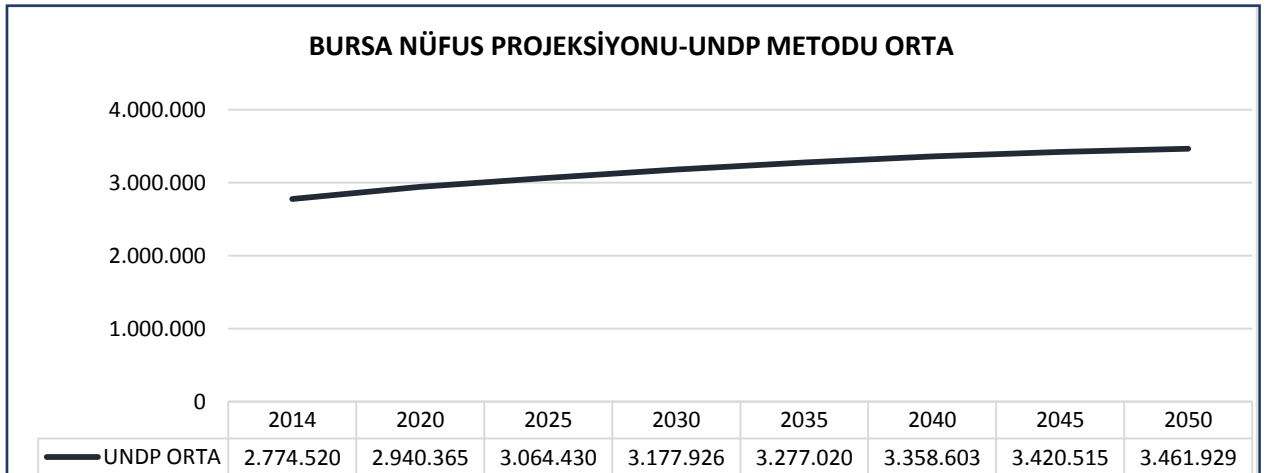
Şekil 5-3 Nüfus artış projeksiyonu (Aritmetik artış metodu)

Geometrik Artış Metodu

Şekil 5-4 Nüfus artış projeksiyonu (Geometrik artış metodu)

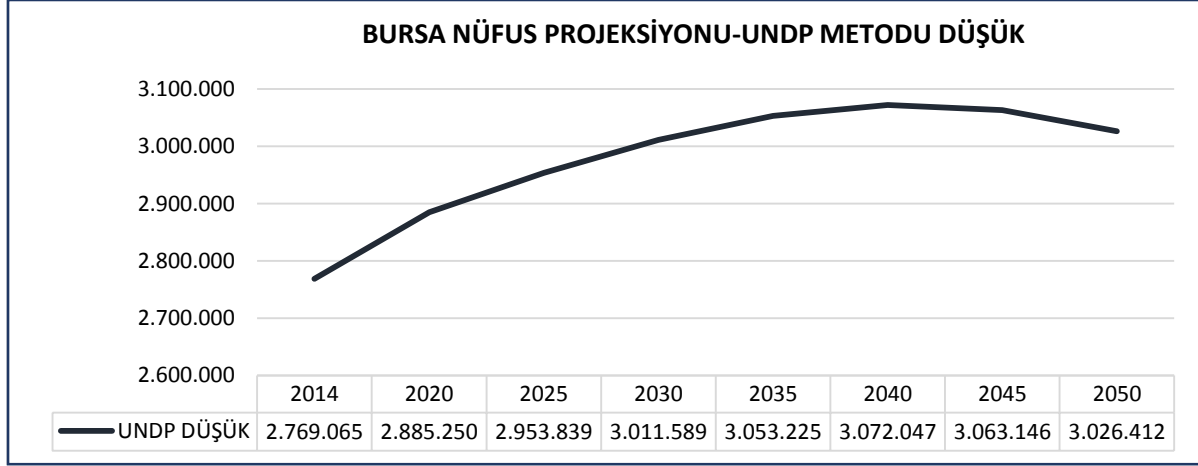
UNDP Yaklaşımı**UNDP Yüksek**

Şekil 5-5 Nüfus artış projeksiyonu (UNDP-YÜKSEK)

UNDP Orta

Şekil 5-6 Nüfus artış projeksiyonu (UNDP-ORTA)

UNDP Düşük

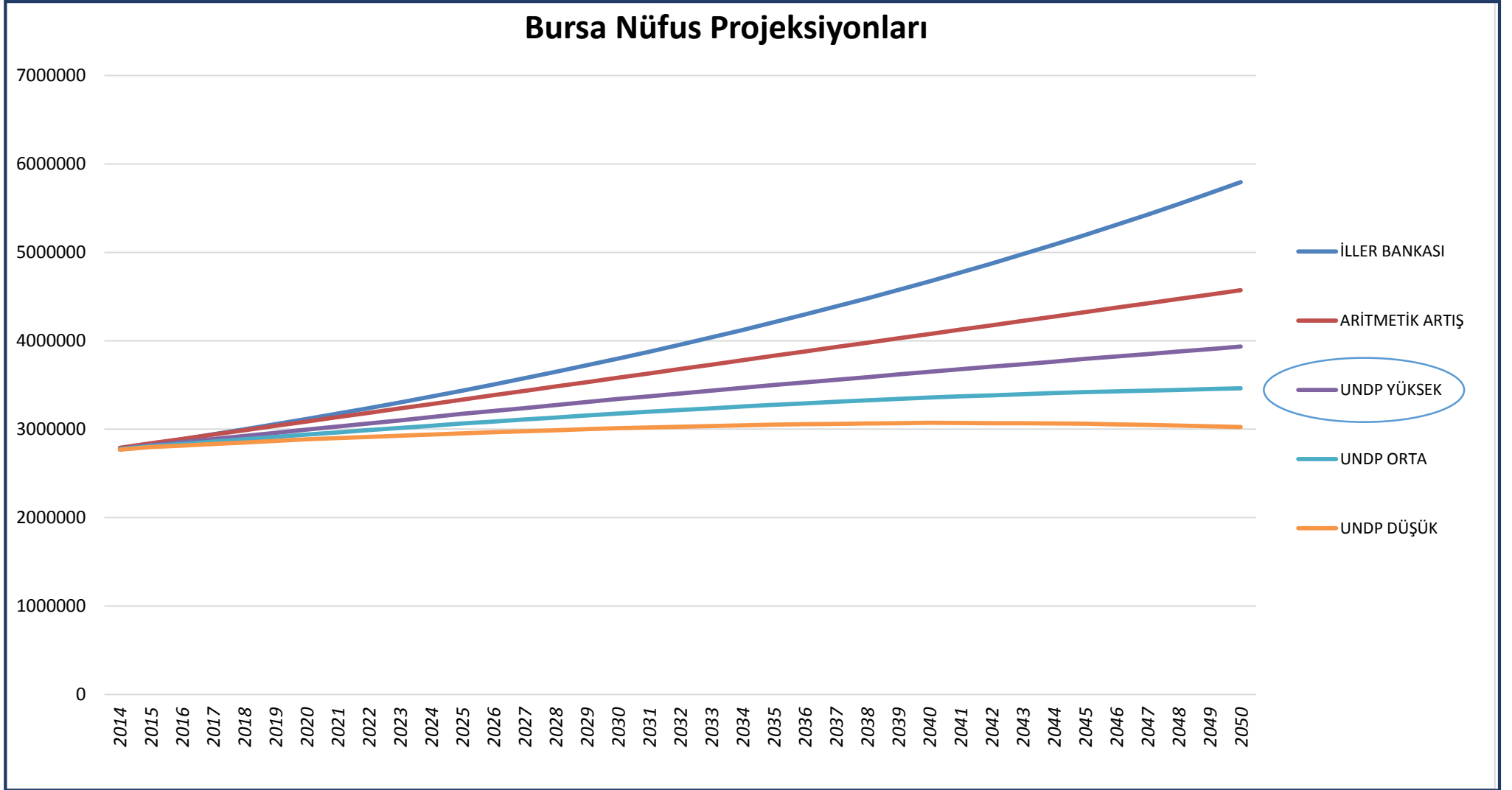


Şekil 5-7 Nüfus artış projeksiyonu (UNDP-DÜŞÜK)

5.1.5 Seçilen Nüfus Projeksiyonu

Bursa'nın yıllık nüfus artış hızı, Türkiye ortalamasının üstündedir. 2014 yılı ADNKS verilerine göre 2.787.539 kişilik nüfusıyla Türkiye'nin dördüncü büyük kenti olma özelliğini taşımaktadır. Bursa ili 1980 sonrası sanayinin gelişmesi ve aldığı göçlerle hızlı bir nüfus artışı yaşamıştır. Özellikle 2007 ve sonrasında uygulanan adrese dayalı nüfus verileri dikkate alındığında 2050 yılında Bursa'nın yaklaşık 3,8-4,2 milyon nüfus aralığında kalması beklenmektedir(Şekil 5-8). Bursa'nın bazı ilçelerinde 1990-2012 yılları arasında nüfusun hızlı büyüme göstermesi geometrik artış yönteminin hesaplamalarda en yüksek değerde kalmasına neden olmakta ve bu yöntemle elde edilen tahmin değerinin gerçeği yansıtmadığı görülmektedir. TÜİK tahminlerine göre Bursa nüfusunun 2023 yılında 3.073.486 olması beklenmektedir. TÜİK'in gelecek 35 yıl projeksiyonu irdelendiğinde, nüfus tahminlerinin UNDP orta ve UNDP yüksek değerlerinin arasında kaldığı görülmektedir. Bursa ilinin sanayi, turizm vb. açıdan ekonomik büyümenin getirdiği imkanlar nedeniyle cazibe kenti olması sebebiyle UNDP yüksek yaklaşımının ortaya koyduğu nüfus projeksiyonu daha gerçekçidir. UNDP yaklaşımına göre 2050 yılı için Bursa ili nüfus tahmini 3.933.533 kişidir.

Özet olarak, Bursa için UNDP Yüksek büyüme senaryosu dikkate alınarak nüfus projeksiyonu yapılması uygun görülmüştür. İl bazında atık üretimi hesaplamalarında da bu projeksiyonlar kullanılmıştır.



Şekil 5-8 Nüfus tahmin metodlarının mukayesesi

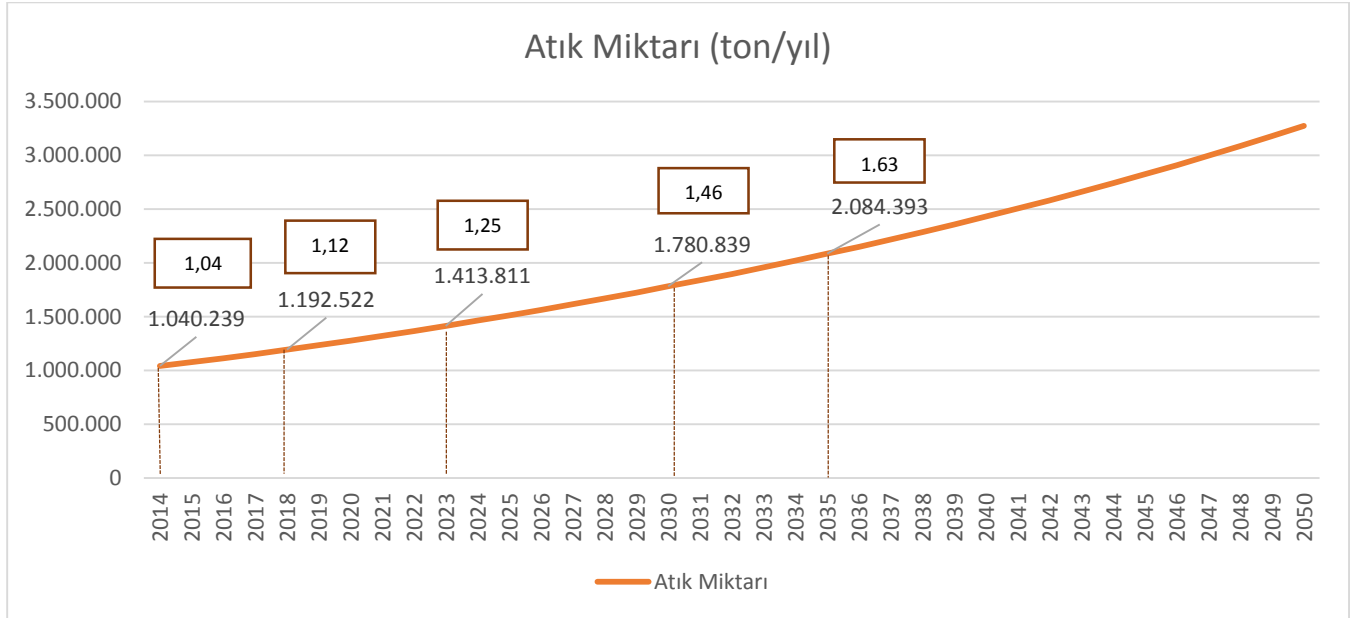
5.2 Eysel Atık Projeksiyonu

Kişi başına katı atık miktarını hesaplamak için toplam katı atık miktarları nüfusa bölünmelidir. Bu çalışmada yalnızca Bursa anket çalışmaları ve kantar verilerinden değil aynı zamanda Türkiye geneline ilişkin diğer gösterge verilerinden de faydalanılmış; EHCIP ve KAAP sonuçları da dikkate alınmıştır.

Bursa'nın 2014 nüfus ve atık verilerini incelediğimizde; kişi başı atık miktarının ortalama 1,04 kg/kişi-gün (ambalaj atığı miktarları dahil) olduğunu görmekteyiz. 2014 yılında, Bursa ili toplam nüfusu içerisindeki atık hizmeti verilen nüfusun yüksek olması nedeniyle 2014 yılı için kişi başı atık miktarı 1,04 kg/kişi-gün olarak dikkate alınmıştır ve bu veri üzerinden atık tahminleri yapılmıştır.

Kişi başı atık miktarının artışında ise KAAP ve EHCIP değerlerinden faydalanılarak birim atık miktarının yıllık %2,2 oranında geometrik olarak artacağı kabul edilmiştir¹.

Bursa için Eysel Katı Atık Tahminleri



Şekil 5-9 Eysel atık miktarı 2050 yılı projeksiyonu

□ Kişi başı atık miktarı (kg/kişi-gün)

¹ Çevre ve Şehircilik Bakanlığı EHCIP Projesi (2005) kapsamında yapılan Türkiye KKA üretim tahminlerine göre, milli gelir ve nüfusun sırasıyla %5,1 ve %1,5-2,5 oranlarında artacağı, kişi başına atık üretiminin de takriben %2~%3 oranında geometrik olarak artacağı öngörülmüştür. (ÖZTÜRK, 2010)

Tablo 5-2 Atık ve nüfus projeksiyonu

YIL	NÜFUS	KİŞİ BAŞI ATIK MİKTARI (kg/kışı.gün %2,2 artış)	ÜRETİLEN ATIK MİKTARI (TON/YIL)	TOPLANAN* ATIK MİKTARI (TON/YIL)	TOPLANAN* ATIK MİKTARI (TON/GÜN)
2015	2.819.423	1,05	1.075.822	1.054.466	2.889
2016	2.853.653	1,07	1.113.395	1.091.839	2.991
2017	2.888.295	1,09	1.152.279	1.130.535	3.097
2018	2.923.359	1,12	1.192.522	1.170.603	3.207
2019	2.958.850	1,14	1.234.170	1.212.092	3.321
2020	2.994.771	1,17	1.277.273	1.255.051	3.438
2021	3.029.690	1,19	1.321.254	1.298.916	3.559
2022	3.065.017	1,22	1.366.750	1.344.314	3.683
2023	3.100.754	1,25	1.413.811	1.391.298	3.812
2024	3.136.909	1,28	1.462.494	1.439.925	3.945
2025	3.173.486	1,31	1.512.853	1.490.252	4.083
2026	3.206.521	1,34	1.563.011	1.540.431	4.220
2027	3.239.901	1,37	1.614.834	1.592.300	4.362
2028	3.273.627	1,40	1.668.373	1.645.915	4.509
2029	3.307.705	1,43	1.723.688	1.701.336	4.661
2030	3.342.140	1,46	1.780.839	1.758.624	4.818
2031	3.373.089	1,49	1.837.790	1.815.772	4.975
2032	3.404.324	1,53	1.896.561	1.874.777	5.136
2033	3.435.848	1,56	1.957.212	1.935.698	5.303
2034	3.467.661	1,60	2.019.801	1.998.598	5.476
2035	3.499.772	1,63	2.084.393	2.063.544	5.654
2036	3.529.240	1,67	2.149.261	2.128.826	5.832
2037	3.558.955	1,71	2.216.146	2.196.173	6.017
2038	3.588.920	1,74	2.285.113	2.265.650	6.207
2039	3.619.138	1,78	2.356.227	2.337.326	6.404
2040	3.649.612	1,82	2.429.554	2.411.271	6.606
2041	3.678.189	1,86	2.503.698	2.486.099	6.811
2042	3.706.988	1,91	2.580.103	2.563.248	7.023
2043	3.736.012	1,95	2.658.839	2.642.791	7.241
2044	3.765.266	1,99	2.739.981	2.724.804	7.465
2045	3.794.750	2,04	2.823.599	2.809.363	7.697
2046	3.822.108	2,08	2.907.976	2.894.761	7.931
2047	3.849.664	2,13	2.994.875	2.982.756	8.172
2048	3.877.420	2,18	3.084.371	3.073.426	8.420
2049	3.905.375	2,23	3.176.541	3.166.852	8.676
2050	3.933.533	2,28	3.271.467	3.263.119	8.940

*Atık hizmet oranı yıllara sari artırılmıştır. 2014 yılında toplama verimi % 98 iken bu oranın 2050 yılında % 99 olması beklenmektedir.

6 ATIK KARAKTERİZASYONUNUN BELİRLENMESİ

Katı atık karakterizasyonu, entegre katı atık yönetiminin temelini oluşturmaktadır. Katı atık yönetim sisteminin belirlenmesi, planlanması ve uygulanması açısından katı atık kompozisyonunun bilinmesi önemlidir.

Katı atık analiz ve test çalışması için yeterli ve temsil edici miktarda numune gerekmektedir. Analizi yapılacak katı atıklar farklı ortamlarda ve fiziksel şartlarda bulunmaktadır. Bununla birlikte alınan her bir numune, bu fiziksel şartlar ve karakterize edilecek atık ile uyumlu olmalıdır. Katı atıklar genellikle homojen olmayan karışımlar ve farklı formlarda bulunmaktadır. Bu durumda temsil edici numune almak dikkat gerektiren ve iyi planlanmış bir çalışmayı gerektirmektedir (ASTM, 2003).

Yerleşim biriminin nüfusu arttıkça katı atıktaki çeşitlilik ve birim miktar da artmaktadır. Katı atıkların miktar ve özellikleri ülkeden ülkeye değiştiği gibi aynı ülkede bölgeden bölgeye, hatta aynı şehirde semtten semte de değişkenlik gösterir. Bu değişim toplumun sosyo-ekonomik yapısına bağlı olmakla beraber, daha çok gelir seviyesi ile tüketim ve kullanım alışkanlıklarına bağlıdır.

Katı atıklar düzenli bir şekilde toplanıp uygun olarak bertaraf edilmezlerse çevre ve halk sağlığı açısından tehdit oluşturur. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde yetersiz katı atık yönetiminden dolayı, katı atıklar hava, su, toprak ve görsel kirliliğe neden olmaktadır (Özcan vd., 2005; Mor vd., 2006). Birtakım bileşenlere bağlı olarak değişim gösteren katı atık yapısının izlenebilmesi için test ve analizlerin belirli periyotlarda sürekli olarak yapılması gerekmektedir (Buenrostro vd., 2001).

Bu çalışmada, Bursa ili için Aralık 2014 tarihinde kentsel katı atık sınıflandırma çalışması yapılmış, kış dönemi kentsel katı atık karakterizasyonu belirlenmiştir. Madde grup sınıflandırmasının yanı sıra nem muhtevası, kızdırma kaybı ve kalorifik değer olmak üzere laboratuvar analizleri yapılarak atık karakteri belirlenmiştir.

6.1 Karakterizasyon Çalışması

Bursa katı atık karakterizasyon çalışması kapsamında saha incelemeleri yapılarak 15-17 Aralık 2014 tarihleri arasında kış dönemi (yağışsız hava koşulları) karakterizasyon çalışması yapılmıştır.

Karakterizasyon çalışmasında numune alımı yapılırken bölgelendirme çalışması yapılmalıdır. Bölgelendirme çalışmalarında sosyo-ekonomik etki, toplama sistemi, kentsel yapı vs. gibi kriterler etkili olmaktadır (SWA-Tool). Bölgede karışık toplama yapıldığı, ilçe belediyelerinin sıkıştırılmalı araçları ile toplanan tüm atığın doğrudan düzenli depolama sahasına geldiği dikkate alınarak numune alma işlemi katı atık düzenli depolama sahasında gerçekleştirilmiştir. Atık muhtevasına sosyo-ekonomik etkinin araştırılmasında merkez ve taşra yerleşiminin atık üzerine etkisi dikkate alınmıştır. Bu etkinin araştırılması için 15 ilçeden gelen toplam 32 katı atık toplama aracından numuneler alınmış ve karakterizasyonu belirlenmiştir. Büyükşehir ve Harmanlık ilçelerinden ise numune alınmamıştır. Numune alınan bölgeler için ayrıntılı bilgi Tablo 6-1' de mevcuttur.

Tablo 6-1 Bursa katı atık karakterizasyonu numune alma planı

Gruplar	İlçeler	Numune Sayısı	Yüksek Gelir	Orta Gelir	Düşük Gelir	Ticari/Çarşı	H.S*	H.İ*
1. Grup	Osmangazi	6	2	1	2	1	3	3
	Yıldırım	6	2	1	2	1	3	3
	Nilüfer	4	1	1	1	1	2	2
2. Grup	Mudanya	2	2				1	1
	Görsu	1			1			1
	Kestel	1	1					1
	Gemlik	2	1		1			2
3. Grup	Karacabey	1		1				1
	Kemalpaşa	1	1					1
4. Grup	İnegöl	2		1		1	1	1
	Yenişehir	1	1					1
	Orhangazi	2	2					2
	İznik	1		1				1
5. Grup	Keles	1		1				1
	Orhaneli	1		1				1
Toplam		32	13	8	7	4	10	22

*H.S: Hafta sonu; H.İ: Hafta içi

İlçelere göre numune sayısı belirlenmesinde ilçe nüfusları ön planda tutulmuştur. İlçelerin sosyo-ekonomik yapısı dikkate alınarak gruplandırma yapılmıştır. Yüksek-Orta-Düşük Gelir ve Ticari-Çarşı bölgelerinden hafta içi ve hafta sonu olmak üzere numune alınmıştır. Numune alınan her bir araç için atığın alındığı ilçe ve mahalle, tonaj bilgileri Tablo 6-2' de verilmiştir. Alınan numuneler yönetim kolaylığı açısından kodlandırılmıştır. Kodlamada birinci örnekte olduğu gibi, 1. Numune sırası, 2. Sıradaki Numune Kodu: HS-Hİ hafta sonu-hafta içi, Y-O-D-T ise Yüksek Gelir, Orta Gelir, Düşük Gelir, Ticari/Çarşı grubu, geldiği ilçe numunelerin ilk harflerini temsil etmektedir.

Tablo 6-2 Bursa katı atık karakterizasyonu çalışması için alınan numunelerin bilgi ve verileri

No	Numune Kodu	Araç Plaka	Alındığı Yer (Yüksek, orta, düşük, ticari)	Atığın Geldiği Belediye ve Mah. İsmi	Net Atık Miktarı (kg)
1	HS-D	16CDU68	Düşük	Osmangazi-Çirîşhane	7.250
2	HS-O	35PR456	Orta	Yıldırım-Sinandede	5.100
3	HS-T	16JYS79	Ticari	Osmangazi-ticari/çarşı	4.400
4	HS-T	16JYF38	Ticari	Nilüfer-Cumhuriyet	11.700
5	HS-D	16U9638	Düşük	Yıldırım-Ulus	14.400
6	HS-Y	16LFB48	Yüksek	Nilüfer-İhsaniye	11.750
7	HS-Y	34LE0636	Yüksek	Yıldırım-Kaplıkaya	8.900
8	HS-Y	16LP851	Yüksek	Osmangazi-Akpınar	11.250
9	HS-T	16JYS78	Ticari	İnegöl-Çarşı	3.150
10	HS-Y	16JP852	Yüksek	Mudanya-Bademli	11.850
11	Hİ-O	16TG372	Orta	Karacabey-Merkez	27.150
12	Hİ-O	34AZ4755	Orta	Osmangazi-Atıcılar	5.200
13	Hİ-T	10V9578	Ticari	Yıldırım-Doğaçınar	5.000
14	Hİ-D	16JMF69	Düşük	Nilüfer-Calı	13.800
15	Hİ-D	34UJ6901	Düşük	Gemlik-Osmaniye	4.050
16	Hİ-O	16JYF37	Orta	Nilüfer-Beşevler	11.200
17	Hİ-Y	16LKL78	Yüksek	Yenişehir	9.000
18	Hİ-D	10V9635	Düşük	Gürsu-Zafer	13.250
19	Hİ-Y	16ADB98	Yüksek	Kestel-Merkez	5.000
20	Hİ-O	16FBT31	Orta	İzmit-Merkez	2.300
21	Hİ-Y	16TE745	Yüksek	Mudanya-Halitpaşa	7.500
22	Hİ-O	16NHB93	Orta	İnegöl-Mesudiye	8.650
23	Hİ-Y	16CZD14	Yüksek	Osmangazi-Hürriyet	4.250
24	Hİ-D	16CLF72	Düşük	Osmangazi-Soğanlı	5.400
25	Hİ-Y	34KZ1462	Yüksek	Orhangazi-Merkez	20.650
26	Hİ-O	16DAG01	Orta	Keles-Merkez	2.950
27	Hİ-Y	34KZ1416	Yüksek	Gemlik-Manastır	9.300
28	Hİ-Y	07GAS61	Yüksek	Kemalpaşa-Hamzabey	38.850
29	Hİ-Y	34LE0636	Yüksek	Yıldırım-Ertuğrul	6.300
30	Hİ-D	34EFS57	Düşük	Yıldırım-Hacivat	9.450
31	Hİ-O	16N7763	Orta	Orhaneli-Gazipaşa	3.400
32	Hİ-Y	34HP1177	Yüksek	Orhangazi-Arapzade	9.350
TOPLAM ATIK (kg)					311.750

Çalışmaya başlanılmadan önce numunelerin geleceği bölgeler belirlenmiş ve belirlenen çalışma takvimine göre numuneler sahaya gönderilmiştir. Numune alınan mahallelerde atık seçmeksizin rutin toplama işlemleri yapılmıştır. Atık yüklü araçlar çalışmanın yapıldığı bölgeye sevk edilmeden önce tartım işlemi yapılmıştır. Gelen her bir araçtan atığın toplandığı bölge ve atık miktarı ile ilgili bilgiler alınarak kaydedilmiştir (Fotoğraf 6-1).



Numuneler sosyo-ekonomik yapı göz önünde bulundurularak alınmıştır.

15 ilçeden 32 numune alınmıştır.

Fotoğraf 6-1 Kentsel katı atık toplama araçlarının kantarda tartılması ve bilgilerin alınması

Seçilen bölgelerden gelen araçlar, herhangi bir karışıklığa mahal vermemek için atık boşaltım rampalarından farklı noktalara döküm yapılmıştır. Daha sonra atık yığınları, iş makinası yardımı ile serilerek her bölgeden numune alımı için uygun hale getirilmiştir. Araçlardaki atıkların tamamı numune alınmak üzere boşaltılmış ve iş makinası ile karıştırılmıştır (Fotoğraf 6-2).



Fotoğraf 6-2 Belirlenen bölgelerden gelen atığın boşaltılması ve keçe ile karıştırılması

Temsil edici şekilde numune alımı, karıştırılarak homojen hale getirilen atığın farklı yerlerinden kürek kullanmak suretiyle yapılmıştır (Fotoğraf 6-3).



Fotoğraf 6-3 Temsil edici numune alımı

Karakterizasyon numunesi alımında üstü açık, tahtadan imal edilmiş, sızma ve akmaya karşı önlemlerle, taşıma sapları bulunan 0,5 m³'lük numune ölçek kabı kullanılmıştır. Numune alımında ölçek kabı boşluk kalmayacak şekilde sıkıştırma yapılmaksızın doldurulmuştur(Fotoğraf 6-4).



Fotoğraf 6-4 Sınıflandırma çalışması için atıkların numune hacim kabına doldurulması ve sınıflandırma yapılacak yere taşınması

Sınıflandırma işlemi ASTM standardında önerilen 91-136 kg'lık numunelerde çalışılması kriterini sağladığı için 0,5 m³'lük numune hacmi tercih edilmiştir. Temsil ediciliği dikkate alınarak alınan numuneler iş makinası yardımı ile madde grup sınıflandırması yapılacak bölgeye taşınmıştır.

Karakterizasyon yapılmak üzere alınan numunelerin karışmaması için, üzerlerine numune kodunun yazıldığı tabelalar kullanılmıştır. Atık ayırma işleminde mevsimin yağışlı olması durumunda çalışmanın kapalı mekânlarda yapılması gerekmektedir. Çalışma yapılacak zemin geçirimsiz ve düz bir yüzeye sahip olmalıdır. Madde grup sınıflandırma işlemi hava şartları ve çalışma zeminin uygunluğu nedeniyle açık alanda yapılması tercih edilmiştir, çalışmanın son günündeki yağışlı anlarda kapalı alan kullanılmıştır (Fotoğraf 6-5).



Fotoğraf 6-5 Madde grup sınıflandırma işleminin yapıldığı açık ve kapalı alan

Atık madde grup sınıflandırma işleminde 2 grup halinde çalışılmıştır. Çalışma öncesinde ayırma işlemini gerçekleştirecek personele konu ile ilgili eğitim verilmiştir. Hangi madde grubunun hangi kategoriye ayrılacağı detaylı bir şekilde anlatılmıştır (Fotoğraf 6-6). Çalışma esnasında da ayırma işlemini yapan personel ile sürekli iletişim halinde bulunarak çalışma sonuçlarının doğruluğu üzerinde hassasiyetle durulmuştur. Her bir madde grubu için ayrı kova temin edilmiş ayrılan madde grupları ilgili kovalara konulmuştur. Çalışma öncesinde kovaların daraları alınmıştır.



Fotoğraf 6-6 Sınıflandırma işlemi yapacak personele eğitim verilmesi

Ayırma işleminde atıklar, Avrupa komisyonu'nun kentsel atıklar için hazırladığı "Methodology for the Analysis of Solid Waste (SWA-Tool) referans alınarak ve atık bertaraf teknolojileri göz önünde bulundurularak 14 kategoride sınıflandırılmıştır (Tablo 6-3). Ayırma işlemi teknik personel tarafından takip edilerek doğru bir şekilde yapılması sağlanmıştır (Fotoğraf 6-7). Ayırma işleminin daha etkili olabilmesi için önce biyobozunur dışındaki malzemeler yığından ayrılmış daha sonra her bir malzeme için bir işçi görevlendirilerek (Fotoğraf 6-8), ayırma süresi en aza indirilmiş olup bu değer ortalama 45 dakikadır.

Tablo 6-3 Katı atık karakterizasyonu madde grupları

Malzemeler	Açıklamalar
1 Mutfak-Park&Bahçe A.	Yemek Artıkları, Sebze, Meyve, Park-Bahçe Atıkları
2 Poşet	Alış-Veriş Poşetleri
3 Kâğıt- Karton	Her türlü Kâğıt- Oluklu-Oluksuz Karton
4 Kompozit	Süt Kutusu, Meyve Suyu Kutusu
5 Plastikler	Pet Harici Her Türlü Plastik Türevi Atık
6 Pet	Su Şişesi, Meşrubat Şişeleri
7 Cam	Her Türlü Cam
8 Metaller	Her Türlü Metal
9 Elekt. - Elektronik Atık	Telefon, Radyo vs.
10 Tehlikeli Atıklar	Pil, Boya Kutusu, Deterjan Kutusu, İlaç Kutuları, Tıbbi Atıklar
11 Çocuk Bezi	Çocuk Bezi, Hijyenik Bez
12 Tekstil	Her Türlü Tekstil Malzemesi
13 Diğer Yanabilir	Ayakkabı, Halı, Çanta, Kemer, Köpük, Gıda Ambalajı, Tahta
14 Diğer Yanmayan	Taş, Toz, Kum, Seramik, Kül



Fotoğraf 6-7 Atık madde grup sınıflandırması çalışmasından görünüm

Araçlardan alınan numune yığını yukarıda belirtilen 14 farklı sınıfta ayrımı yapılmış ve oluşturulan madde gruplarından bazıları Fotoğraf 6-8' de verilmiştir.



Fotoğraf 6-8 Sınıflandırılan bileşenlerin görünümü

Ayırma işlemi biten numunelerin tartım işlemi 10 gr hassasiyetli dijital terazide yapılmıştır. Numune tartımlarının kaydı ve standart sapma hesapları için Microsoft Excel'de formülasyon tablosu

oluşturulmuştur. Her bir madde grubu ağırlığının tabloya girilmesi ile karakterizasyon yüzde değerleri otomatik olarak elde edilmiştir (Fotoğraf 6-9).



Fotoğraf 6-9 Atıkların tartılması

Laboratuvarında nem muhtevası, kızdırma kaybı, kalorifik değer analizleri yapılması planlanmıştır. Madde grubu analizi yapılan numunelerden laboratuvar analizleri için yeterli olacak miktarda (her bir numuneden 2'şer kilogram) test numuneleri alınmıştır(Fotoğraf 6-9). Test numuneleri, bütün numune yığınının temsil etmesi gerektiğinden, laboratuvar test numuneleri seçilirken, madde grup sınıflandırmasında tespit edilen yüzde değerler kullanılmıştır. Örnek olarak, içerisinde %5 oranında plastik, % 7 oranında poşet ve %3 oranında kağıt/karton bulunan bir numune yığınının 2 kg'lık laboratuvar test numunesi seçildiğinde, test numunesinin içerisinde yine aynı oranlarda madde (%5 oranında plastik, % 7 oranında poşet ve %3 oranında kağıt/karton) bulunmalıdır. Herhangi bir karışıklık olmaması için numune poşetleri açıklayıcı atık kodlar yazılarak etiketlenmiştir (Fotoğraf 6-10). Katı atık numuneleri yukarıda belirtilen analizler yapılmak üzere Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yeterlilik ve TÜRKAK Akreditasyon Belgesine sahip İSTAÇ Çevre Laboratuvarına gönderilmiştir.



Fotoğraf 6-10 Laboratuvar analizleri için numune alma işlemi ve alınan numunelere atık kodlarının verilmesi

Karakterizasyon çalışması için alınan numuneler laboratuvara getirildikten sonra(Fotoğraf 6-11), etüvde 105 °C' de 24 saat kurutulularak nem muhtevası belirlenmiştir(Fotoğraf 6-12). Kurutulan numuneler önce kaba öğütücüden (Fotoğraf 6-12) sonra ince öğütücüden (Fotoğraf 6-13) geçirildikten sonra laboratuvar analizlerine hazır hale getirilmiştir. Atıkların ısı değerleri bomba kalorimetre ile organik madde analizleri ise fırında 550 °C' de 2 saat sonundaki yakma kaybıyla belirlenmiştir. Tüm analizler İSTAÇ AŞ. Çevre Laboratuvarı'nda yapılmıştır.



Fotoğraf 6-11 Atıkların tartılması



Fotoğraf 6-12 Numunelerin kurutulması ve kaba öğütücüde öğütülmesi



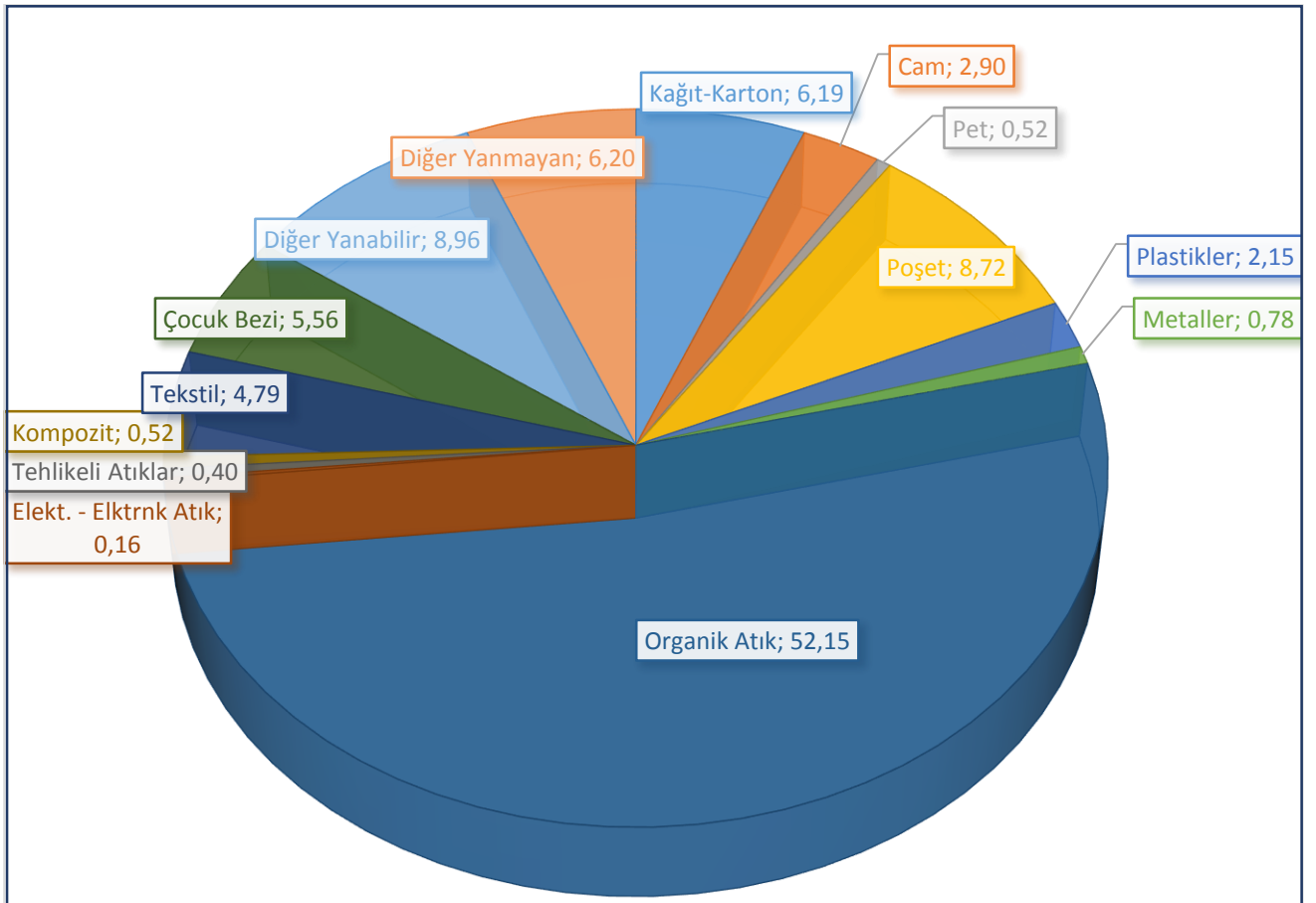
Fotoğraf 6-13 Kaba öğütücüden geçirilen numunelerin ince öğütücüde öğütülmesi

6.2 Sonuçlar

6.2.1 Madde Grup Sınıflandırması Sonuçları

Karakterizasyon çalışmasında, kentsel atık 14 kategoride değerlendirilmiş ve çalışma düzenli depolama sahasında gerçekleştirilmiştir. Numune alma işleminde ilçeler gelir düzeyleri ve nüfusları göz önünde bulundurularak 5 grupta toplanmıştır. Atık karakterizasyon çalışması için ilçelerin (yüksek-orta-düşük-ticari) bölgelerinden, hafta sonu ve hafta içini temsilen numuneler alınmıştır (Tablo 6-1).

Madde-Grup sınıflandırması (ayırma) işlemi için toplam 311.750 kg atık, çalışma yapılan bölgeye iletilmiş homojen karıştırma yapılarak yaklaşık 5.411 kg atık numune olarak alınmış ve ayırma işlemi uygulanmıştır. Serbest atık yoğunluğu ortalama 330 kg/m³ olarak bulunmuştur. Yağışlı mevsimlerde bu değer nem muhtevasına paralel artış göstermektedir. Ayrıca inert içeriğe sahip olan kül özgül ağırlık üzerinde önemli artırıcı etkiye sahiptir. 32 adet numune için yapılan madde grup sınıflandırmasının, her bir numunenin geldiği ilçenin nüfus sayıları dikkate alınarak hesaplanan ağırlıkça ortalama değerleri grafik olarak Şekil 6-1’de verilmiştir.



Şekil 6-1 Bursa kentsel katı atık karakterizasyonu ortalama değerleri

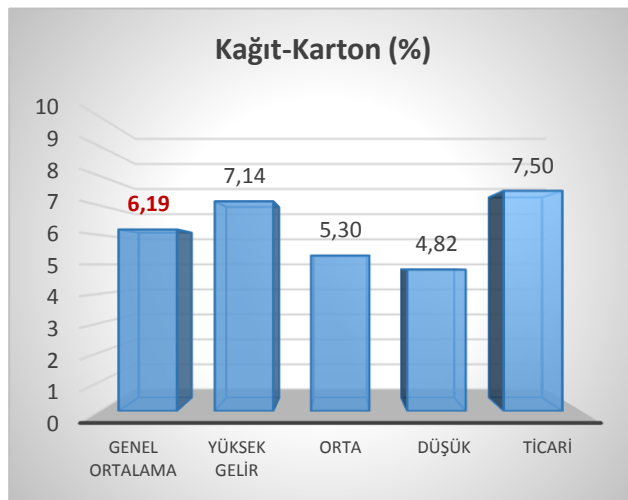
Kentsel katı atık karakterizasyon çalışması için alınan numunelerin ilçe nüfusları dikkate alınarak hesaplanan ağırlıkça % ortalamaları; sosyo ekonomik durumlarına göre “Yüksek Gelir, Orta Gelir, Düşük Gelir, Ticari-Merkez bölgeleri” olarak değerlendirilmiş, ayrıca Hafta Sonu ve Hafta İçi günlerinin atık muhtevalarının ortalama değerleri de Tablo 6-4’de verilmiştir.

Genel olarak atık muhteva değerlerinde % 52,15 ortalama ile biyobozunur atık (organik, mutfak atığı) ön plana çıkmakta ve diğ. yanabilir, poşet, kâğıt-karton, diğ. yanmayan, çocuk bezi, tekstil yüzde oranları bunu takip eden önemli bileşenler olarak görünmektedir.

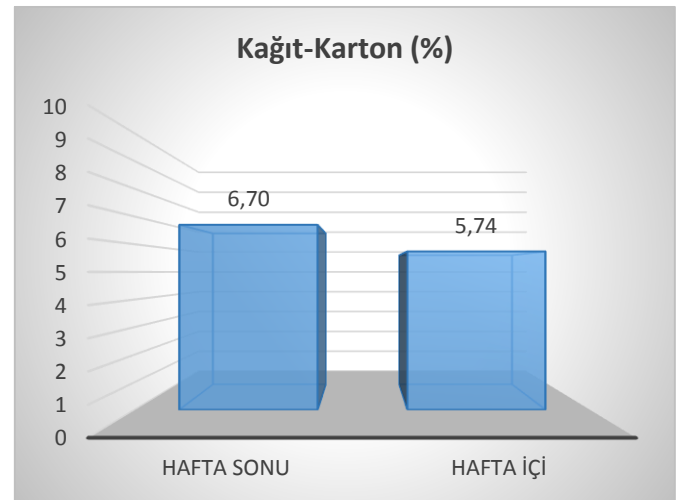
Tablo 6-4 Atık muhtevasının sosyo ekonomik duruma göre yüzdesel değişimi

ATIK BİLEŞENİ	ORTALAMA (%)						
	GENEL ORTALAMA	YÜKSEK GELİR	ORTA GELİR	DÜŞÜK GELİR	TİCARİ-ÇARŞI	HAFTA SONU	HAFTA İÇİ
Kağıt-Karton	6,19	7,14	5,3	4,82	7,5	6,7	5,74
Cam	2,9	3,4	3,38	1,62	3,54	2,56	3,2
Pet	0,52	0,52	0,56	0,37	0,72	0,49	0,54
Poşet	8,72	8,83	8,82	8,45	8,82	8,7	8,73
Plastikler	2,15	2,01	1,56	1,7	3,77	2,11	2,19
Metaller	0,78	1,16	0,51	0,49	0,81	0,59	0,94
Organik Atık	52,15	52,91	52,33	54,17	47,3	52,59	51,77
Elekt. – Elektronik Atıklar	0,16	0,11	0,15	0,12	0,34	0,14	0,18
Tehlikeli Atıklar	0,4	0,33	0,21	0,43	0,7	0,41	0,4
Kompozit	0,52	0,46	0,56	0,53	0,56	0,5	0,53
Tekstil	4,79	4,47	5,24	4,63	5,18	3,72	5,72
Çocuk Bezi	5,56	3,71	6,46	7,57	4,88	7,02	4,29
Diğer Yanabilir	8,96	9,72	9,09	6,53	11,31	8,54	9,32
Diğer Yanmayan	6,2	5,24	5,84	8,59	4,58	5,94	6,44
TOPLAM	100	100	100	100	100	100	100

Çalışma mevsim olarak Bursa yöresi için kış etkilerinin görüldüğü, 15-16-17 Aralık 2014 tarihlerinde yapılmış ve çalışmanın son gününde yağış görülmüştür. İlçe nüfusları dikkate alınarak hesaplanan ağırlıkça % genel ortalamaları; sosyo ekonomik durumlarına göre Yüksek Gelir, Orta Gelir, Düşük Gelir, Ticari-Merkez bölgeleri olarak ve Hafta Sonu ve Hafta İçi günlerinin atık muhtevaları grafik olarak aşağıda verilmiştir.



(a)

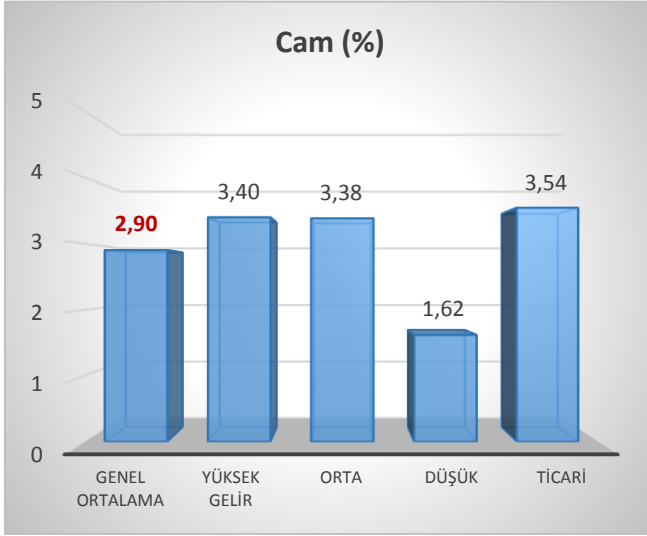


(b)

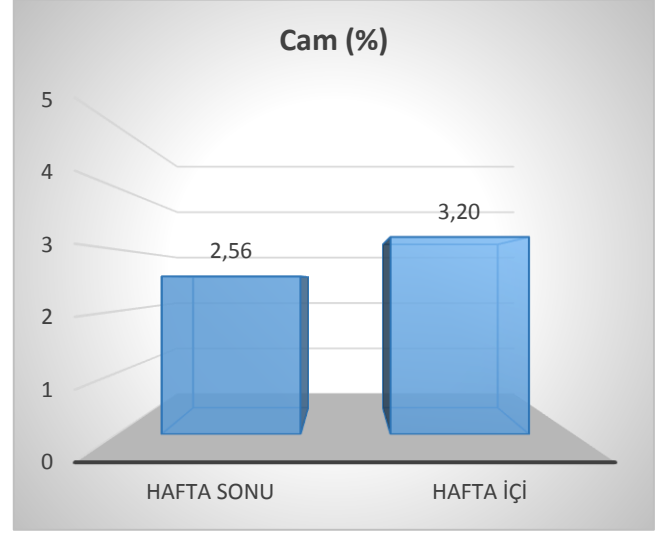
Şekil 6-2 Atıkların içerdiği Kâğıt-Karton yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b)hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı

Düşük gelirli ve yüksek gelirli bölgelerdeki kağıt-karton atıklarının yüzdelik değişimleri incelendiğinde, Şekil 6-2'de görüldüğü gibi, bu yüzdenin düşük gelirli bölgeler için daha düşük olduğu görülmektedir. Aynı şekilde Kağıt-Karton oranı Hafta İçi Hafta Sonuna kıyasla daha düşüktür. Bu durumun sebebi ambalajlı malzeme tüketiminin hafta sonu daha fazla olması olabilir. Tüm veriler göz önüne alındığında

Bursa ilinde atıkların içerisindeki kağıt-karton bileşeninin genel ortalama yüzdesi % 6,19 olarak belirlenmiştir.



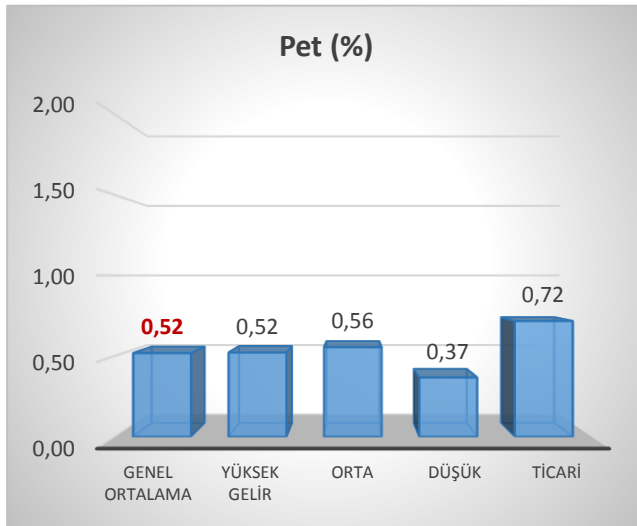
(a)



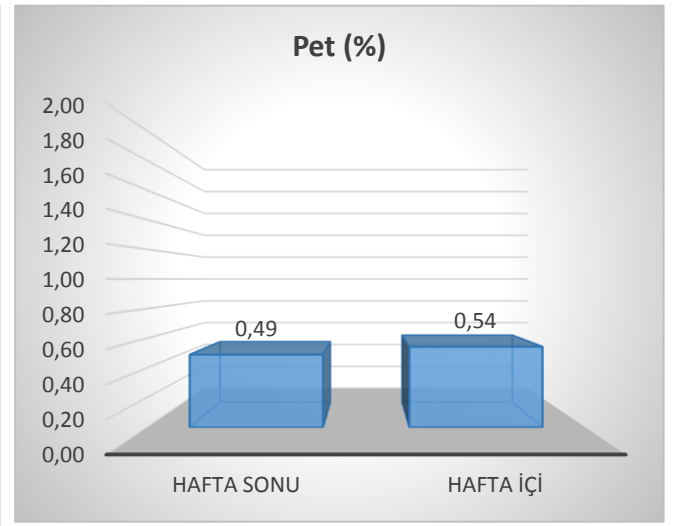
(b)

Şekil 6-3 Atıkların içerdiği Cam yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı

Karakterizasyon çalışmaları sonucunda atıkların içerisinde bulunan cam oranı %2,9 olarak belirlenmiştir. Şekil 6-3'te verildiği üzere, gelir seviyesine göre yüksek, orta ve ticari bölgelerdeki cam oranında istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı belirlenmişken, düşük bölgelerde ve hafta sonu numunelerinde düşük değerler aldığı belirlenmiştir. Genel olarak gelir seviyesi yüksek bölgelerde cam malzemeden imal edilmiş ambalaj tüketimi daha fazladır denebilir.



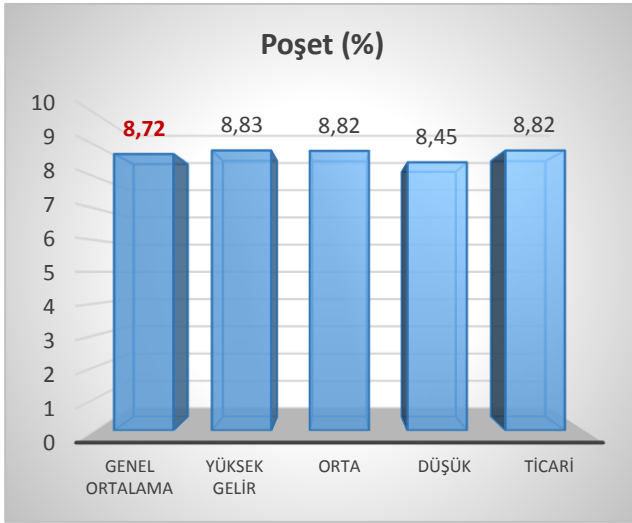
(a)



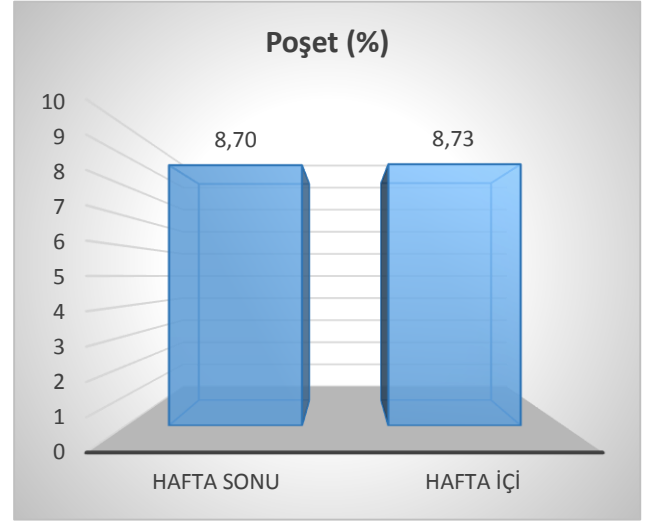
(b)

Şekil 6-4 Atıkların içerdiği Pet yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı

Atıkların pet içeriği ortalaması, yapılan karakterizasyon çalışması sonucunda %0,52 olarak tespit edilmiş olup, bu bileşenin gelir seviyesine göre veya hafta içi/hafta sonu toplanma durumlarında önemli oranda değişim göstermediği belirlenmiştir (Şekil 6-4). Ticari/çarşı bölgelerindeki pet içeriği yüzdesinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi işyeri ve ticarethanelerde ambalajlı su tüketiminin daha fazla olması olabilir.



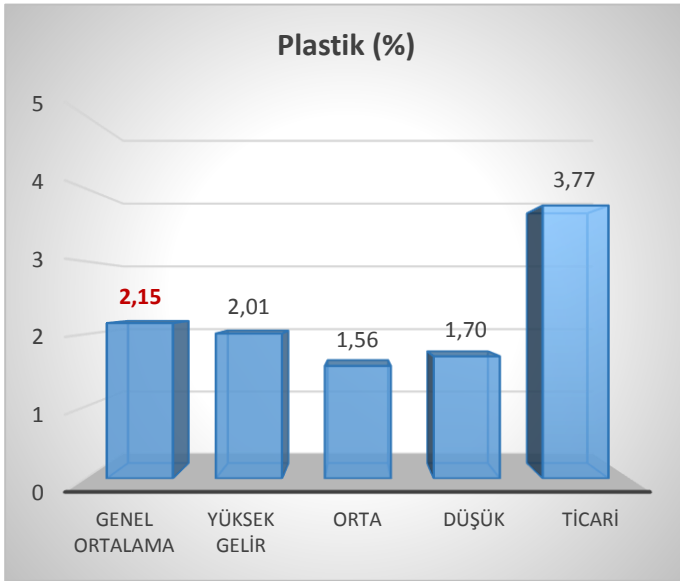
(a)



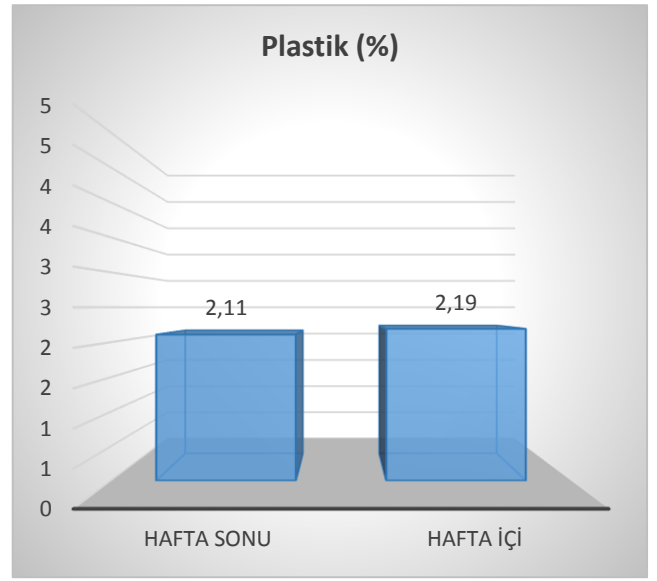
(b)

Şekil 6-5 Atıkların içerdiği Poşet yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı

Atık bileşenleri içerisindeki ortalama poşet yüzdesi % 8,72 olarak tespit edilmiştir. Bu atık bileşenin yüzdesinin, gelir seviyesi ve de hafta içi ve hafta sonu toplanması dikkate alındığında önemli bir farklılık göstermediği, diğer atıklardan farklı olarak neredeyse sabit kaldığı belirlenmiştir (Şekil 6-6). Poşet kullanım alışkanlığı benzerdir denebilir.



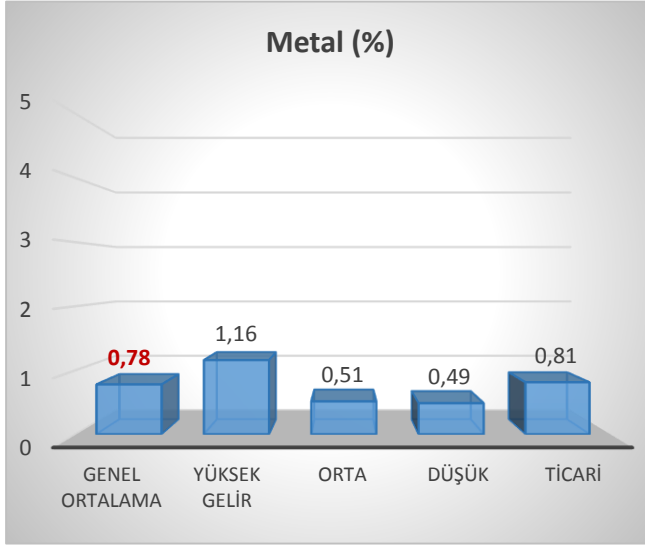
(a)



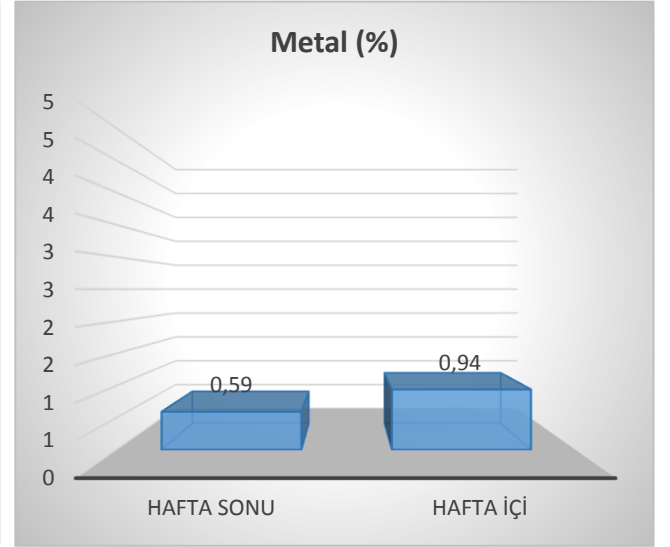
(b)

Şekil 6-6 Atıkların içerdiği Plastik yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı

Karakterizasyon çalışmaları ile atıkların içerisindeki Plastik oranı ortalama %2,15 olarak tespit edilmiştir. Ticari bölgelerdeki cam oranı diğer bölgelere kıyasla daha yüksektir.



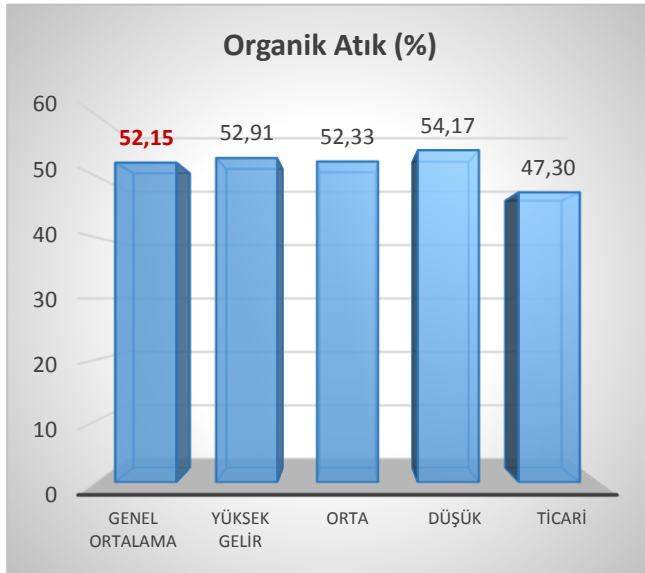
(a)



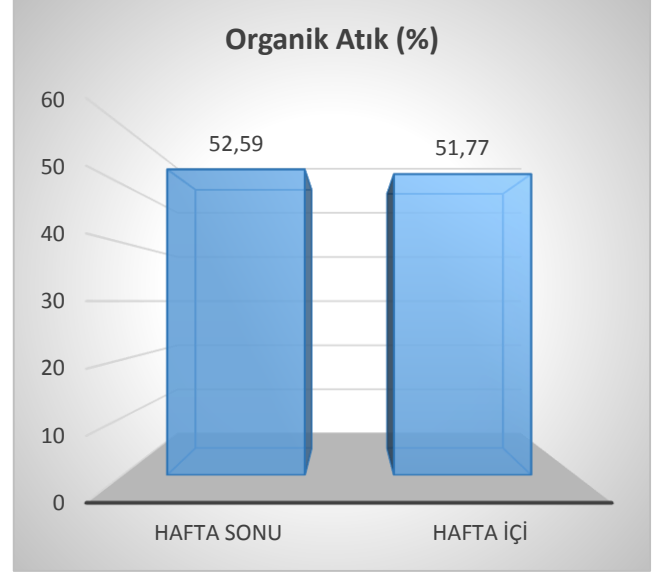
(b)

Şekil 6-7 Atıkların içerdiği Metal yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı

Atık bileşenleri içerisindeki metal içeriği ortalama %0,78 olarak tespit edilmiştir. Metal bileşeni yüzdesi gelir seviyesine göre analiz edildiğinde yüksek gelirli bölgelerde daha fazla yüzdeye sahip olduğu; hafta içi ve hafta sonu toplanan atıklar arasında ise önemli bir fark belirlenmiştir (Şekil 6-7).



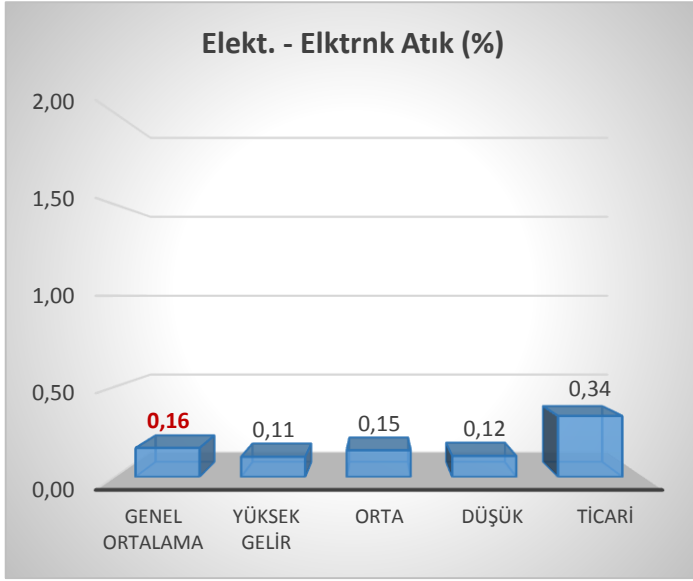
(a)



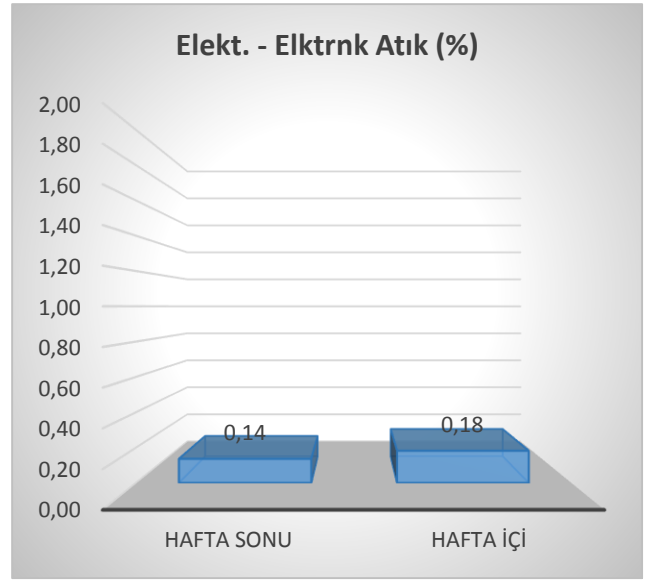
(b)

Şekil 6-8 Atıkların içerdiği Organik atık yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı

Organik atıklar, toplam atık içerisindeki en yüksek yüzdeye sahip olup, ortalama yüzdesi %52,15 olarak belirlenmiştir. Bu bileşenin düşük gelirli bölgelerden gelen atıklarda daha yüksek bir yüzdeyle temsil edildiği, diğer taraftan ticari-çarşı bölgelerinde ise daha düşük olduğu Şekil 6-8'de görülmektedir. Bunun sebebi ticari bölgelerde ambalajlı malzeme tüketim yüzdesinin daha yüksek olması olabilir.



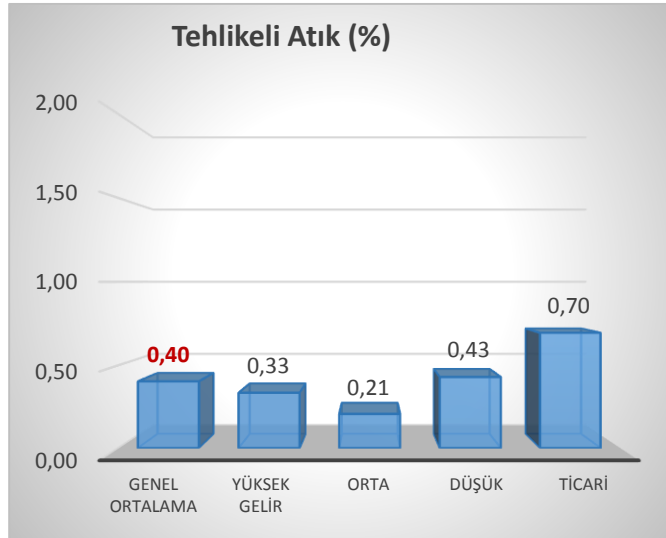
(a)



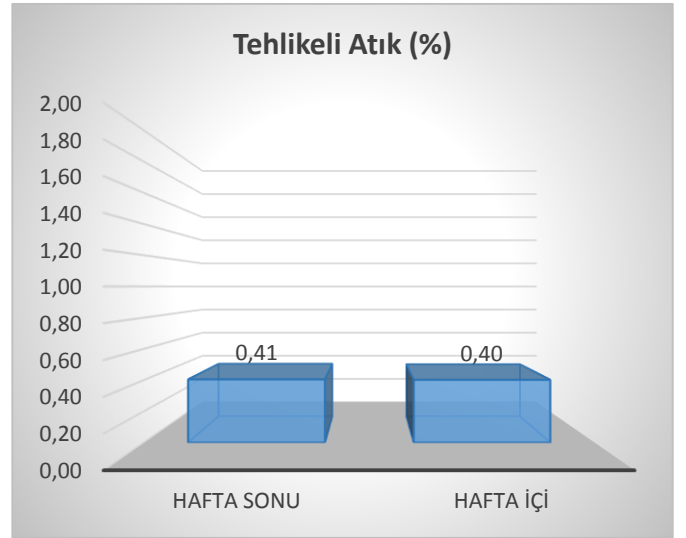
(b)

Şekil 6-9 Atıkların içerdiği Elektrik-Elektronik atık yüzdesinin gelir seviyesi ve hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı

Karakterizasyon çalışmasında Elektrik-Elektronik atıkların toplam atığa oranı %0,16 olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, yüzdelere çok düşük olması sebebiyle kesin bir yargıda bulunmak mümkün olmamakla birlikte, gelir seviyesi ve hafta içi/hafta sonu değişkenleri ile önemli oranda değişmediği düşünülmektedir (Şekil 3-9). Ticari/çarşı bölgelerinde elektrik-elektronik içeriği yüzdesinin, diğer bölgelere nazaran nispeten daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.



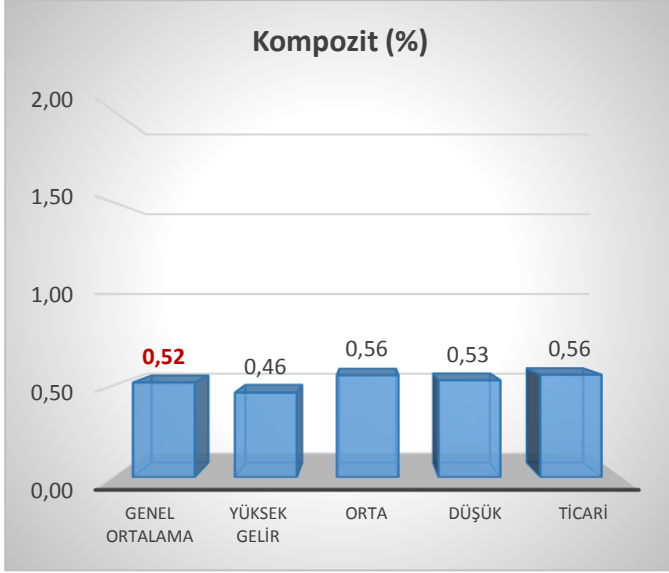
(a)



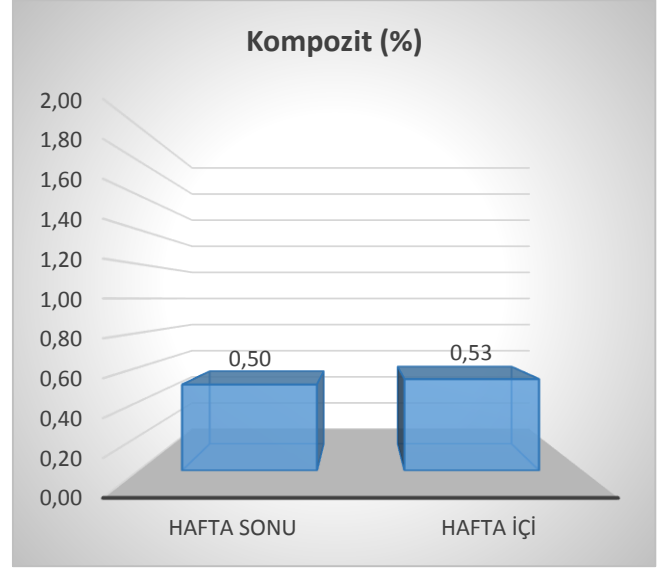
(b)

Şekil 6-10 Atıkların içerdiği Tehlikeli atık yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı

Atık bileşenleri içerisindeki tehlikeli atık yüzdesi çok düşük olup, %0,4 olarak belirlenmiştir. Tehlikeli atık yüzdesi, bölgedeki gelir seviyesine göre ve hafta içi/hafta sonu toplanması bakımından farklılık arz etmemektedir (Şekil 6-10).



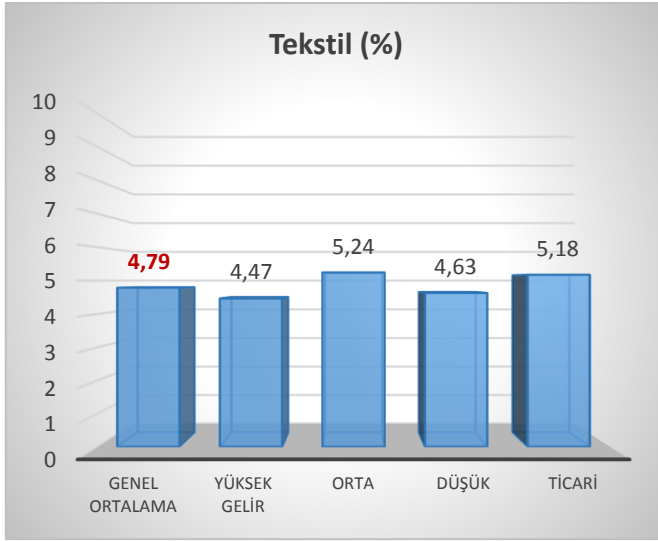
(a)



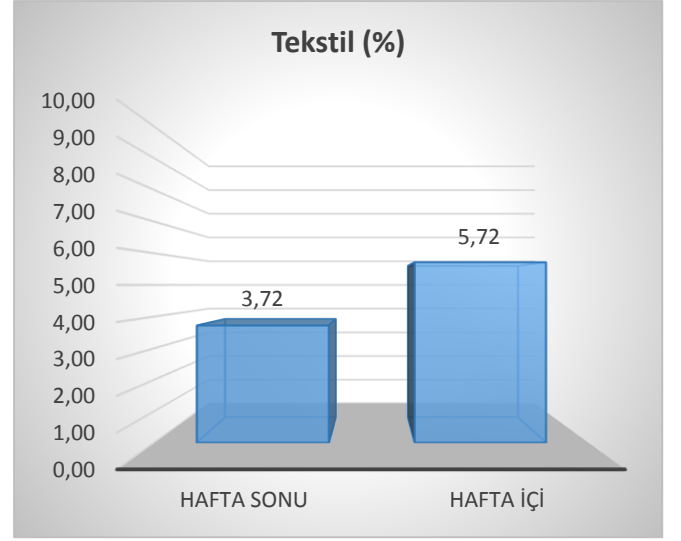
(b)

Şekil 6-11 Atıkların içerdiği Kompozit yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı

Kompozit atıklarının, toplam atık içerisindeki yüzdesi %0,52 olarak belirlenmiştir. Şekil 6-11'de görüldüğü üzere, bu bileşenin, gelir seviyesi ve hafta içi/hafta sonu gruplandırmaları ile önemli oranda değişmediği tespit edilmiştir.



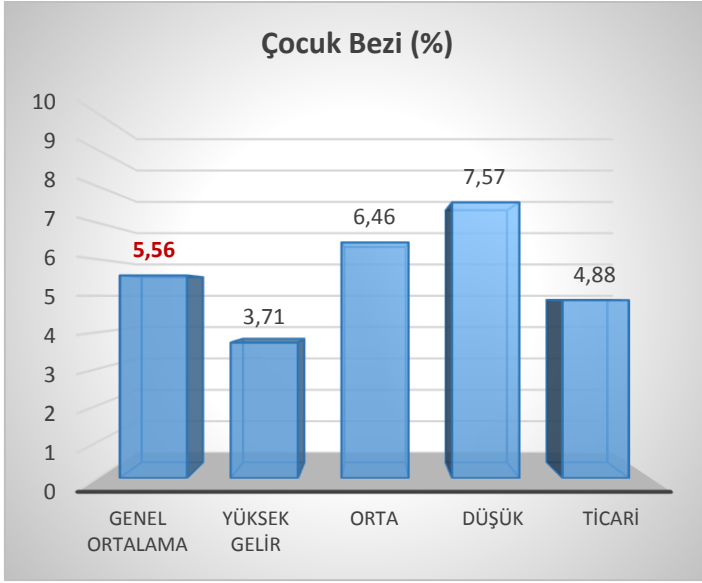
(a)



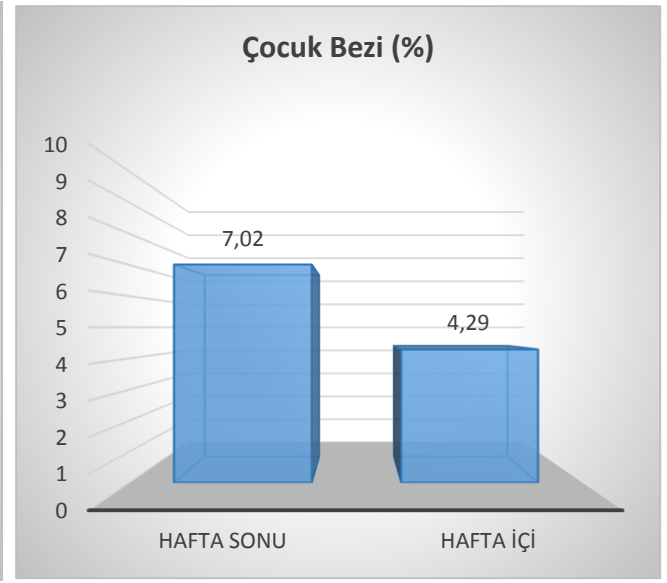
(b)

Şekil 6-12 Atıkların içerdiği Tekstil yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı

Karakterizasyon çalışmasında, atıkların tekstil oranı ortalama %4,79 olarak belirlenmiştir. Gelir seviyesine göre yüksek, orta, düşük ve ticari bölgelerdeki tekstil oranında istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı belirlenmişken, hafta içi numunelerinde daha yüksek değerler aldığı belirlenmiştir.



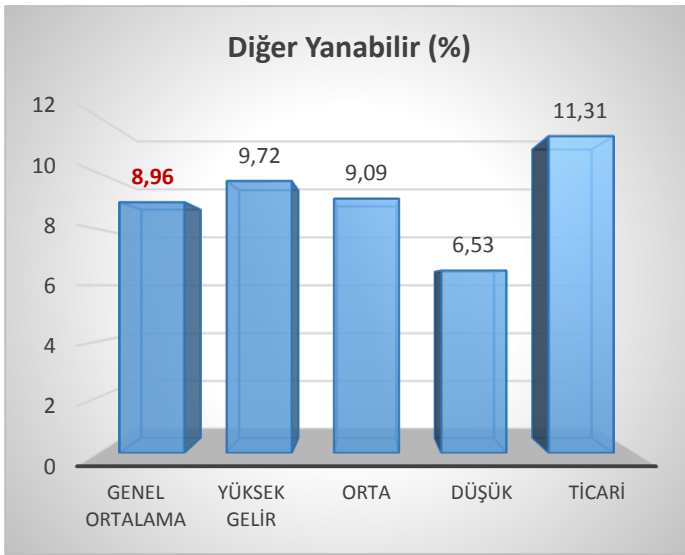
(a)



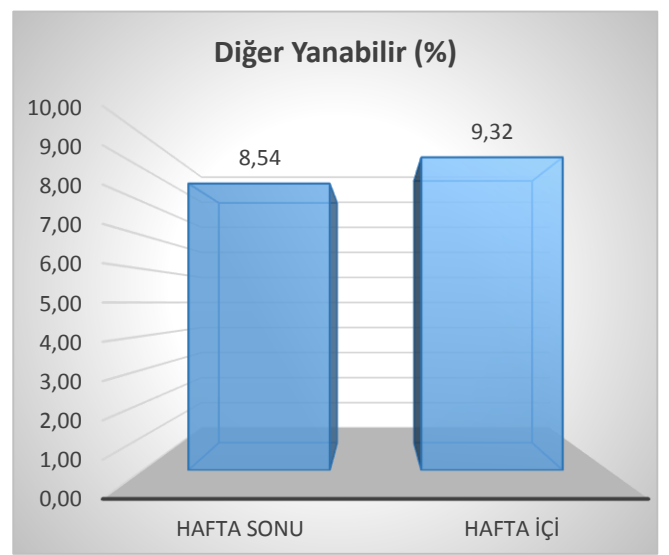
(b)

Şekil 6-13 Atıkların içerdiği Çocuk Bezi yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı

Karakterizasyon çalışmaları sonucunda atıkların içerisinde tespit edilen çocuk bezi oranı %5,56'dır. Şekil 6-13'te görüldüğü gibi çocuk bezi kullanımı her gelir grubu için yaygın şekilde görünmektedir. Bu değer düşük gelirli bölgelerde diğer bölgelere nazaran daha yüksektir. Bunun sebebi düşük gelir seviyeli bölgelerde doğum oranının daha yüksek olması olabilir.



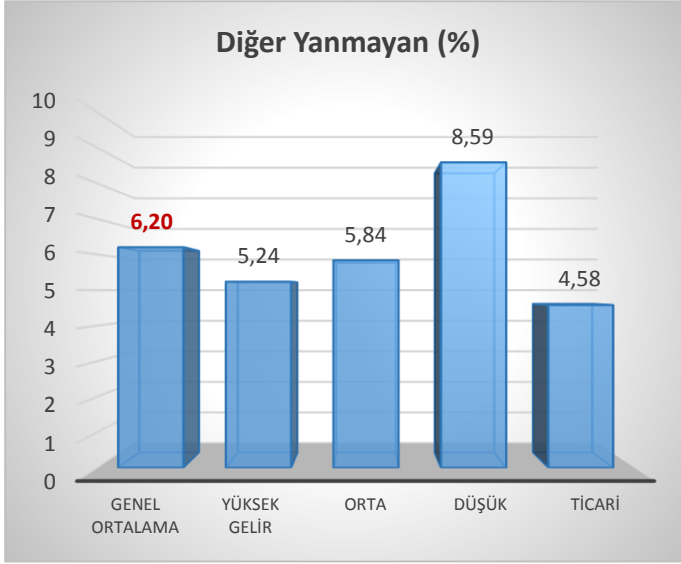
(a)



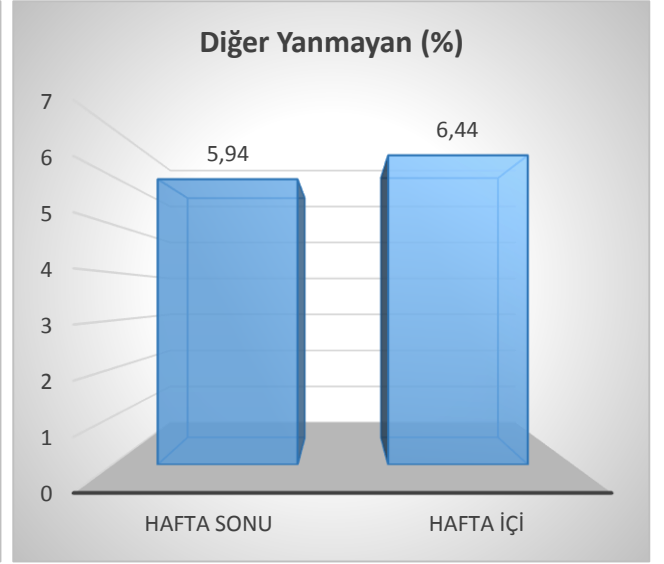
(b)

Şekil 6-14 Atıkların içerdiği Diğer Yanabilir yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı

Diğer yanabilir atık yüzdesi yapılan karakterizasyon sonucunda %8,96 olarak belirlenmiştir. Diğer yanabilir atık muhtevası beklendiği gibi ticari ve yüksek gelirli bölgelerde daha yüksek oranlardadır. Hafta içi ve hafta sonu olarak yapılan gruplandırmada ise önemli bir fark göstermediği belirlenmiştir(Şekil 6-14).



(a)



(b)

Şekil 6-15 Atıkların içerdiği Diğer Yanmayan yüzdesinin (a) gelir seviyesi ve (b) hafta içi-hafta sonuna göre dağılımı

Karakterizasyon çalışmaları sonucunda atıkların içerisinde bulunan diğer yanmayan atıkların oranı % 6,2 olarak belirlenmiştir. Soğuk hava şartlarının başlamış olması, kül bileşenin üst kategorisi olan diğer yanmayan bileşenin özellikle düşük gelir seviyeli bölgelerde yüksek çıkmasına neden olmuştur. Doğalgaz kullanımının merkezi bölgelerde yaygınlaşmasının inert (diğer yanmayan) maddenin düşük olmasındaki etkisi gözden kaçırılmamalıdır.

Genel olarak, sosyal refah seviyesinin yükselmesiyle birlikte artan ambalajlı ürün tüketiminin doğal sonucu olarak atık içerisindeki ambalaj değerinin yüksek değerlerde bulunduğu söylenebilir. Tüm numunelerin ağırlıklı ortalama değerleri dikkate alındığında kâğıt-karton, cam, pet, plastikler, metal ve kompozit atıklardan oluşan toplamda ortalama olarak %13,06'lık ambalaj geri kazanım potansiyeli bulunmaktadır.

Ağırlıkça ortalama %8,7 değere sahip olan poşetler ağırlıklı olarak evsel atıkların toplanması amacıyla kullanıldığı için kaynakta ayrı toplanma potansiyeli düşüktür. Bu atıkların ekonomik değeri plastik atıklara oranla oldukça azdır. Bu nedenle, poşet bileşeni iyi bir enerji geri kazanım potansiyeline sahip olduğundan benzer diğer bileşenlerle beraber ATY olarak termal sistemlerde değerlendirilmelidirler.

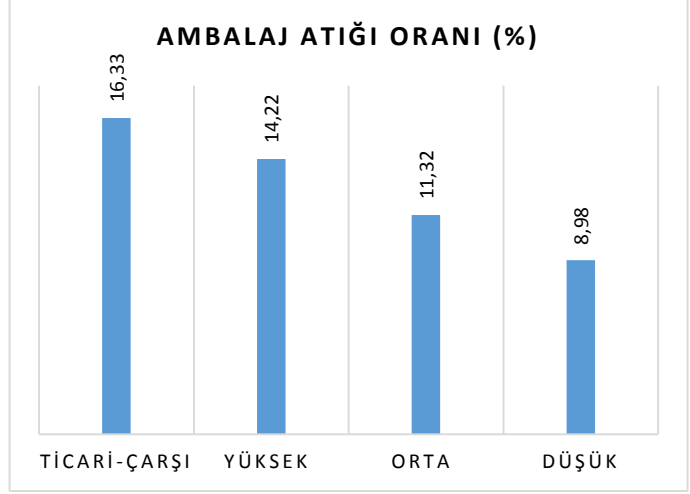
Yanabilir atık muhtevası ağırlıkça ortalama %8,9 gibi önemli değere sahiptir. Atık yönetiminde, özellikle yer sıkıntısı olan bölgelerde tercih sebebi olan yakma sistemleri açısından bu değer önem arz etmektedir.

Tehlikeli atıklar başlığı altında bulunan ve ayrı toplanıp bertaraf edilmesi gereken tehlikeli atıkların oranı %0,4 olarak belirlenmiştir.

Bölgede sosyo-ekonomik durumun atık üzerine etkisi Düşük Gelir, Orta Gelir, Yüksek Gelir ve Ticari-Çarşı bölgeleri dikkate alınarak incelenmiştir. Hazır gıda tüketimi ile ambalajlı malzemeler çarşı-merkez yerleşimlerde yüksek ve düşük gelirli bölgeye nazaran daha yüksek oranlarda bulunmaktadır.

Ticari-çarşı, yüksek, orta ve düşük gelirli bölgelerde atık içerisindeki ambalaj atığı muhtevaları sırasıyla %16,33; %14,22; %11,32 ve % 8,98 değerlerindedir (Şekil 6-16).

Atık Karakterizasyonu	%
Ambalaj	13,06
Mutfak	52,15
Elektrik-elektronik	0,16
Poşet	8,72
Tehlikeli atık	0,40
Tekstil	4,79
Diğer yanabilir	8,96
Diğer yanmayan	6,20
Çocuk bezi	5,56
TOPLAM	100,00



Biyobozunur atık muhtevası hazır gıda tüketiminin daha az olduğu düşük gelirli bölgelerde yüksek olduğu sonuçlarda rahatlıkla görülebilmektedir. Ticari-Çarşı bölgelerinde %47,3 ile en düşük değere sahiptir. Diğer yanabilir atık muhtevası düşük gelirli bölgede % 6,53 iken Ticari-Çarşı bölgelerinde % 11,3 ile en yüksek seviyededir.

Çocuk bezi toplumun her kesiminde tüketilen bir malzemedir. Düşük gelirli bölgelerde ağırlıkça yüzde oranı % 7,57 iken yüksek gelirli bölgelerde bu oran %3,71'dir. Bunun sebebi düşük gelirli bölgelerde doğum oranının daha yüksek olması olabilir.

Yapılan karakterizasyon çalışmasının, her bir numune için ağırlıkça ortalama değerleri günlük bazda Tablo 6-5, Tablo 6-6 ve Tablo 6-7'de verilmiştir.

Tablo 6-5 15.12.2014 tarihli numunelerin katı atık bileşenlerinin ağırlıkça yüzde dağılımlar

Atık Bileşenleri (%)	1-HS-D	2-HS-O	3-HS-T	4-HS-T	5-HS-D	6-HS-Y	7-HS-Y	8-HS-Y	9-HS-T	10-HS-Y
Kağıt-Karton	5,91	3,19	9,87	5,1	5,21	8,63	7,36	7,53	6,7	7,49
Cam	2,13	2,81	2,47	2,55	0,98	3,49	2,45	2,97	4,88	4,31
Pet	0,69	0,24	0,8	0,42	0,32	0,65	0,4	0,16	0,94	1,07
Poşet	10,51	7,73	9,22	10,38	6,19	9,62	8,89	8,93	5,25	7,76
Plastikler	2,18	0,95	5,05	2,01	0,75	2,92	1,49	1,71	1,01	0,93
Metaller	0,48	0,84	0,97	0,42	0,65	0,87	0,06	0,32	1,08	0,71
Organik Atık	54,59	50,83	45,71	53,58	54,5	54,31	54,83	53,97	53,05	55,01
Elekt. - Elektronik Atık	0,2	0,13	0	0,03	0,22	0,14	0,06	0,14	0,54	0,08
Tehlikeli Atıklar	0,39	0,15	1,11	0,12	0,39	0,11	0,72	0,08	0,03	0,09
Kompozit	0,72	0,52	0,74	0,42	0,21	0,66	0,34	0,34	0,66	0,16
Tekstil	3,11	8,44	1,43	2,23	3,36	1,51	4,4	3,5	7,11	1,38
Çocuk Bezi	11,2	9,5	7,78	4,78	8,67	1,44	3,57	6,97	2,31	0,88
Diğer Yanabilir	4,76	8,86	11,35	9,88	4,32	8,93	9,14	11,14	8,72	10,37
Diğer Yanmayan	3,14	5,8	3,5	8,07	14,22	6,72	6,29	2,23	7,7	9,77

Hi: Hafta içi; HS: Hafta sonu; Y: Yüksek gelir; O: Orta gelir; D: Düşük gelir

Tablo 6-6 16.12.2014 tarihli numunelerin katı atık bileşenlerinin ağırlıkça yüzde dağılımları

Atık Bileşenleri (%)	11-Hİ-O	12-Hİ-O	13-Hİ-T	14-Hİ-D	15-Hİ-D	16-Hİ-O	17-Hİ-Y	18-Hİ-D	19-Hİ-Y	20-Hİ-T	21-Hİ-Y
Kağıt-Karton	11	5,33	5,88	4,24	3,99	7,76	7,22	5,63	5,16	11,38	8,49
Cam	1,28	4,24	5,01	1,86	2,73	4,56	5,71	1	3,44	2,7	5,59
Pet	0,85	0,42	0,58	0,31	0,8	1,37	1,51	0,31	0,32	2,39	0,63
Poşet	5,28	9,4	8,87	10,69	10,65	11,39	8,89	6,35	7,78	7,45	8,07
Plastikler	1,73	1,69	4,21	2,6	2,09	2,66	2,75	1,82	1,96	2,96	2,13
Metaller	0,21	0,25	0,64	0,42	0,46	0,5	0,8	0,54	2,33	2,21	0,81
Organik Atık	49,24	54,53	44,63	47,08	39,68	48,58	50,39	63,63	54,07	32,9	49,29
Elekt. - Elkrnk Atık	0,18	0,15	0,88	0,19	0,12	0	0,07	0,05	0,24	0,07	0,84
Tehlikeli Atıklar	0,31	0,18	0,74	0,32	0,51	0,25	0,36	0,21	0,02	0,64	0,36
Kompozit	0,2	0,55	0,36	0,47	0,65	0,87	0,58	0,59	0,29	0,84	0,54
Tekstil	4,5	4,59	10,65	11,88	3,8	2,21	1,48	3,99	5,89	7,78	0,6
Çocuk Bezi	3,77	5,39	2,53	4,66	1,95	4,08	6,85	4,53	3,14	0,49	3,2
Diğer Yanabilir	7,17	10,67	13,08	7,26	6,28	7,54	9,54	7,23	7,02	10,44	7,38
Diğer Yanmayan	14,27	2,6	1,93	8,01	26,29	8,21	3,84	4,13	8,33	17,76	12,08

Hi: Hafta içi; HS: Hafta sonu; Y: Yüksek gelir; O: Orta gelir; D: Düşük gelir

Tablo 6-7 17.12.2014 tarihli numunelerin katı atık bileşenlerinin ağırlıkça yüzde dağılımları

Atık Bileşenleri (%)	22-Hi-O	23-Hi-Y	24-Hi-D	25-Hi-Y	26-Hi-O	27-Hi-Y	28-Hi-Y	29-Hi-Y	30-Hi-D	31-Hi-O	32-Hi-Y
Kağıt-Karton	5,10	8,28	5,46	4,30	7,95	7,37	3,15	5,55	2,71	5,01	4,10
Cam	1,25	3,94	1,30	3,12	1,80	2,62	1,71	4,46	1,70	0,95	1,69
Pet	0,56	0,66	0,03	2,04	0,40	1,01	1,00	0,39	0,39	0,17	0,63
Poşet	7,46	8,43	6,17	10,54	8,53	7,52	13,86	8,40	9,40	4,89	9,70
Plastikler	1,10	2,02	1,57	2,74	2,11	2,88	3,56	1,78	1,64	1,17	3,71
Metaller	0,61	3,48	0,30	0,64	0,34	0,96	0,48	0,92	0,60	0,76	0,55
Organik Atık	55,31	53,23	60,09	43,62	53,99	55,62	45,30	50,04	52,15	54,33	47,86
Elekt. - Elektrik Atık	0,39	0,00	0,01	0,00	0,28	0,23	0,18	0,16	0,00	0,01	0,04
Tehlikeli Atıklar	0,35	0,20	0,77	0,30	0,14	0,25	0,32	0,64	0,13	0,13	0,44
Kompozit	0,36	0,31	0,47	0,44	0,51	0,56	0,60	0,79	0,70	0,09	0,57
Tekstil	4,14	3,42	5,12	6,28	3,94	3,36	6,41	9,12	3,26	1,29	6,75
Çocuk Bezi	7,13	2,63	5,83	3,21	1,55	4,83	2,41	2,54	6,61	2,21	4,13
Diğer Yanabilir	7,90	10,97	7,30	8,61	6,77	7,41	6,73	9,06	9,60	4,28	9,43
Diğer Yanmayan	8,34	2,41	5,58	14,16	11,69	5,39	14,30	6,16	11,13	24,70	10,41

Hi: Hafta içi; HS: Hafta sonu; Y: Yüksek gelir; O: Orta gelir; D: Düşük gelir

6.2.2 Laboratuvar Analizleri

Katı atık yönetiminin sağlıklı bir şekilde uygulanabilmesi için sağlıklı ve periyodik atık karakterizasyon değerlerine ihtiyaç vardır. Çalışma sonucu elde edilen laboratuvar analizleri sadece çalışma yapılan dönemi temsil etmektedir. Yapılan değerlendirmeler sadece bu çalışmaya özgü ve değerlerin atık yönetimi açısından bazı öngörülerini şeklinde olacaktır.

2007 yılından itibaren Deney Hizmetleri gerçekleştiren İSTAÇ Çevre Laboratuvarı, deneylerinde uluslararası geçerli yöntemleri uygulaması ve deney hizmetlerinin güvenilirliğinin sağlanması ve performansının artırılması amaçlarına yönelik olarak, Entegre Yönetim Sistemi Kapsamında TS EN ISO 9001 standardına uygun olarak Kalite Yönetim Sistemini kurmuş olup, 2008 yılında Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemini TS EN ISO/IEC 17025 standardına göre revize ederek uygulamaya koymuş ve 04.03.2010 tarihi itibarı ile TÜRKAK tarafından akredite edilmiştir.

Karakterizasyon çalışması sırasında alınan numuneler nem tayini, kalorifik değer ve kızdırma kaybı analizleri için günlük olarak İSTAÇ Çevre Laboratuvarına gönderilmiştir.

Nem tayini için numuneler etüvde 105 °C'de 24 saat kurutularak su muhtevası belirlenmiştir. Kurutulan numuneler önce kaba öğütücüden ardından ince öğütücüden geçirilerek diğer analizler için hazır hale getirilir. Atıkların kalorifik(ısı) değeri bomba kalorimetre ile kızdırma kaybı analizleri ise kuru numunenin 550 °C'de en az 60 dakika yakılarak, kızdırma sonucunda gaz olarak atığa çıkan maddelerin kütlelerinin % olarak hesaplanması prensibine dayanmaktadır. Atık özellikleriyle alakalı laboratuvar analiz sonuçları Tablo 6-8'de verilmiştir. Buna göre 32 numune için ortalama su muhtevası %58,5 bulunmuştur. Çalışma Aralık ayında yapılmış olmasına rağmen çalışma süresince önemli bir yağış olmamış, çalışmanın son gününde çok az bir yağış görülmüştür. Bu nedenle, su muhtevası değeri beklenen değer aralıklarında çıkmıştır. Nem muhtevası atık yönetimi ve seçilecek bertaraf teknolojileri açısından büyük öneme sahiptir. Nem muhtevasına yağış etkisinin en aza indirilmesi için yerleşim bölgelerinde atık toplama öncesi geçici toplama sistemine % 100 oranında geçilmesi sağlanmalıdır. Geçici saklama kaplarının(konteyner) kapalı sistem olması önemlidir.

Tablo 6-8 Laboratuvar analizi sonuçları

TARİH	NUMUNE	NEM	ÜST KALORİFİK DEĞER	ALT KALORİFİK DEĞER	KIZDIRMA KAYBI
		(%)	(Kcal/Kg)	(Kcal/kg)	%
15.12.2014	1-HS-D	63	3393	887	86
	2-HS-O	56	4172	1.508	81
	3-HS-T	46	3988	1.884	84
	4-HS-T	67	3589	792	87
	5-HS-D	50	2840	1.128	66
	6-HS-Y	58	4793	1.674	72
	7-HS-Y	56	4087	1.471	82
	8-HS-Y	57	3049	978	83
	9-HS-T	58	2965	906	73
	10-HS-Y	52	3354	1.306	72
16.12.2014	11-Hİ-O	54	3059	1.091	68
	12-Hİ-O	56	3899	1.388	81
	13-Hİ-T	60	3868	1.196	80
	14-Hİ-D	52	4795	1.997	86
	15-Hİ-D	54	3675	1.375	79
	16-Hİ-O	58	4766	1.662	86
	17-Hİ-Y	55	4322	1.623	87
	18-Hİ-D	60	3752	1.150	73
	19-Hİ-Y	-	3972	1.548	83
	20-Hİ-T	43	6097	3.224	89
17.12.2014	21-Hİ-Y	59	3916	1.260	88
	22-Hİ-O	70	4662	989	85
	23-Hİ-Y	45	4956	2.463	79
	24-Hİ-D	72	5566	1.137	86
	25-Hİ-Y	67	5226	1.333	80
	26-Hİ-O	38	3628	2.027	70
	27-Hİ-Y	61	4137	1.257	82
	28-Hİ-Y	58	4740	1.652	79
	29-Hİ-Y	69	5104	1.179	90
	30-Hİ-D	69	4259	917	86
	31-Hİ-O	48	4069	1.835	69
	32-Hİ-Y	65	4286	1.120	70
ORTALAMA		58,5	4.141,30	1.450,00	81,8

Hi: Hafta içi; HS: Hafta sonu; Y: Yüksek gelir; O: Orta gelir; D: Düşük gelir

Atık üst kalorifik değerleri 2.840-6.097 kcal/kg aralığındadır. Elde edilen nem muhteva yüzdesi %58,5'dir. Ortalama üst kalorifik değer 4.141,30 ile tipik kentsel atık üst kalorifik değer aralığındadır. Atık alt kalorifik değeri; atık nem muhtevası ve inert madde içeriğinin ters orantılı bir fonksiyonu olduğundan ortalama alt kalorifik değeri 1.450,00 kcal/kg atık olarak bulunmuştur. Alt kalorifik değer, yağışlı mevsimlerde atık içerisindeki nem muhtevasındaki artışla beraber azalacaktır.

	Nem (%)	Üst Kalorifik Değer (kcal/kg)	Alt Kalorifik Değer (kcal/kg)	Kızdırma Kaybı (%)	Alt Kalorifik Değer (kcal/kg)	
Ortalama	58,50	4.141,30	1.450,00	81,80	Maksimum 3.224	Minimum 792

Alt kalorifik değer hesaplarında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

Alt Kalorifik Değer Hesaplama Formülü: $H_u = (H_o * ((100-w)/100)) - (5,85w)$

$H_u =$ Alt kalorifik değer(kcal/kg)

$H_o =$ Üst kalorifik değer(kcal/kg)

$w =$ Su muhtevası(%)

Elde edilen alt kalorifik değer termal yöntemler açısından önemlidir. Harici ek yakıt kullanmaksızın kentsel atıkların yakma teknolojisi ile bertarafı için atık alt kalorifik değeri minimum 1.500-1.600 kcal/kg atık mertebesinde olması gerekmektedir.

Atık içerisindeki uçucu organik maddelerin yüzdesel olarak bir göstergesi olan kızdırma kaybı % 81,8 gibi yüksek oranda bulunmuştur. Bu değer hem termal hem de biyolojik yöntemler açısından yüksek olması istenmektedir. Kızdırma kaybı değeri inert muhteva ile ters orantılıdır. İnert atıklar termal ve biyolojik sistemlerde verim düşmesi ve iletim hatlarında tıkanma gibi en temel işletme problemlerine sebep olduğundan mümkün mertebe ayrı bir yönetim sistemi olmalıdır.

6.2.3 Sonuç ve Değerlendirmeler

Katı Atık Karakterizasyonu çalışmasında, Bursa Büyükşehir Belediyesi kış mevsimini temsilen (yağışsız dönem) kentsel katı atık karakterizasyonu, madde grup sınıflandırılması, nem muhtevası, kızdırma kaybı, alt-üst kalorifik değer analizleri ile tamamlanmıştır. Elde edilen sonuçlar iyi bir atık yönetimi oluşturulmasında referans değerler olacaktır. Ancak, farklı dönemlerde yapılacak çalışmalarla birlikte atık karakteristiği daha belirgin hale getirilebilir.

Bursa Büyükşehir Belediyesi atık karakterizasyon çalışmasında geri kazanılabilir atık muhtevası(ambalaj) ağırlıkça yüzde ortalaması 13,06 ile öne çıkan en önemli unsurdur. Biyobozunur atık muhtevası (mutfak atıkları, park-bahçe atıkları) 32 numunede ağırlıkça yüzde ortalama 52,15 bulunmuştur. Çarşı ve yüksek gelir bölgelerden alınan atık numuneleri ile taşradan alınan numuneler arasında özellikle geri kazanılabilir atık muhtevasında belirgin bir farklılık görülmektedir.

Laboratuvar analizlerinde, nem muhtevası ortalama % 58,5 ile yağışsız hava karakteristiği ile uyumludur. Üst kalorifik değer (nemden bağımsız) tipik kentsel atık kalorifik değer aralığındadır. Alt kalorifik değer değişen nem muhtevası ile birlikte önemli değişkenlikler göstermektedir. Çalışma şartlarında(yağışsız hava koşulları) alt kalorifik değer ortalama olarak 1.450 kcal/kg atık mertebesinde. Nem muhtevası %55 ve altı seviyelerde tutulması durumunda termal yöntemler açısından kalorifik değer izlenmesi gerekir. Atık kızdırma kaybı değerleri ortalama % 81,8 olması

uçucu organiklerin yüksek olduğunu göstermekte bu da biyolojik ve termal yöntemleri ön plana çıkarmaktadır.

Atık karakteristiği uzun periyotlarda (10-20 yıl) incelendiğinde belirgin olarak değişkenlik göstermektedir. Bunun yanı sıra birtakım etkenlerden dolayı (tüketim alışkanlıklarındaki değişiklikler, gelir düzeyindeki değişiklikler, göç vb.) kısa periyotlarda (3-5 yıl) da ciddi değişkenlik gösterebilmektedir. Bu bakımdan atık karakteristiğinin takip edilmesi yerinde olacaktır. Bu analizler rutin şekilde yapılarak elde edilen değişkenlikler sebep-sonuç ilişkisine dayandırılmalıdır. Herhangi bir planlama veya yatırım için karar verilen bölge veya bölgeler için rutin çalışmanın yanı sıra daha detaylı çalışma gerekmektedir.

Tablo 6-9 Atık karakterizasyonu kıyaslama tablosu

Katı Atık Bileşenleri (%)	Bursa (2014)	Erzurum (2012)	Trabzon-Rize (2012)	İstanbul (2010)
Kağıt-Karton	6,19	6,80	8,95	11,05
Cam	2,90	2,96	3,65	3,72
Pet	0,52	1,30	1,36	1,36
Poşet	8,72	7,40	8,56	9,47
Plastikler	2,15	1,99	2,98	2,28
Metaller	0,78	1,31	1,60	1,10
Organik Atık	52,15	56,94	50,12	51,71
Elekt. - Elektrik Atık	0,16	0,11	0,41	0,17
Tehlikeli Atıklar	0,40	0,93	0,68	0,31
Kompozit	0,52	0,61	0,44	0,66
Tekstil	4,79	3,60	5,18	5,74
Çocuk Bezi	5,56	5,87	7,69	5,03
Diğer Yanabilir	8,96	7,18	6,83	6,16
Diğer Yanmayan	6,20	3,00	1,55	1,23
Nem	58,50	40,20	50,60	43,86
Üst Kalorifik Değer (kcal/kg)	4.141,30	4.029,00	4.004,70	3.945,00
Alt Kalorifik Değer (kcal/kg)	1.450,00	2.183,00	1.682,40	1.968,00
Kızdırma Kaybı	81,80	84,49	85,10	-

Atık karakterizasyonu zamana, mevsimlere, halkın gelir seviyesine ve tüketim alışkanlıklarındaki değişimlere bağlı olarak farklılaşır. Karakterizasyon yapılan bölgede kaynağında ayrı toplama uygulamasının ve sokak toplayıcılarının varlığı da kâğıt-karton, plastik, metal gibi piyasa değeri olan karakterizasyon bileşenlerinin % değerlerini değiştirmektedir.

Bursa ilinin karakterizasyon sonuçları diğer şehirlerde yapılan çalışmalarla kıyaslandığında organik atık muhtevası % 52,15 değeri ile diğer sonuçlarla uyumludur.

Ambalaj atık (kağıt-karton, plastik, metal, cam, pet, kompozit) oranı %13,06 değeri ile %15-20 aralığından daha düşüktür. Bunun sebebi ambalaj atıklarının kaynağında ayrı toplanması veya sokak toplayıcılarının yaygın olması olabilir.

Nem oranı %58,5 değeri ile diğer çalışmalardaki %40-50 aralığından yüksek çıkmıştır. Bunda çalışmanın son gününde yağış olmasının ve açık ağızlı çöp konteynerleri ile toplama yapılmasının etkisi olabilir. Karakterizasyon çalışmasının kış mevsiminde (Aralık ayı) yapılmış olması nem değerinin yüksek

çıkmasının sebeplerinden biridir. Çalışmanın yaz aylarında tekrar edilmesi durumunda daha düşük çıkması beklenmektedir.

Alt kalorifik değer 1.450 kcal/kg değeri ile kendi kendine yanma için gerekli 1.600 kcal/kg değerinden düşüktür. Bu değer düşük çıkmasında atık içerisindeki kâğıt, plastik, pet vb. kalorifik değeri yüksek yanabilir bileşenlerin az olmasının ve atığın nem değerinin (%58,5) yüksek olmasının etkisi vardır. Nem değerinin % 55 civarına çekilmesi durumunda alt kalorifik değeri (1.540) kcal/kg ile kendi kendine yanma aralığına ulaşacaktır.

İstanbul için 2000 yılından önce yapılan bir çalışmada atığın nem değeri % 55-60 aralığında, kalorifik değeri de 1.150 kcal/kg olarak bulunmuştur. Bu çalışmada atığın özelliklerinin zamanla değişebileceğini göstermektedir.

7 ATIK MİKTARLARININ BİLEŞENLERİ VE YÜZDESEL DAĞILIMLARI

Anket ve kantar verileri değerlendirilerek, 2014 yılında Bursa ili genelinde toplanan atık miktarları oluşturulmuştur. Anket ve kantar veri sonuçlarına göre; Bursa ilinde oluşan evsel atığın %88'lik kısmı Yenikent ve İnegöl Katı Atık Düzenli Depolama sahalarında; %12'lik kısmı ise düzensiz depolama sahalarında bertaraf edilmektedir. ADNKS verilerine göre Bursa'nın 2014 yılı nüfusu 2.787.539'dur. İlçeler ile yapılan anket çalışmalarında ise 2014 yılında 2.729.699 kişiye atık hizmeti verildiği sonucuna ulaşılmıştır. Ulaşılan bu değer ile Bursa ili genelinde atık toplama verimi %98 olarak belirlenmiştir. Toplanamayan az bir kısmın ise 6360 sayılı yasa ile mahalle statüsüne kavuşan köylerde ekipman eksikliği ve teknik sıkıntılardan kaynaklandığı anket çalışmaları sırasında belirtilmiştir. Bursa ili genelinde toplanan belediye atığı miktarları Tablo 7-1'de verilmiştir. Tüm hesaplamalar toplanan atık miktarı üzerinden yapılmıştır.

Tablo 7-1 Toplanan belediye atığı miktarı tahminleri

YILLAR	2014	2015	2018	2020	2023	2025	2030	2035
Belediye Atığı (ton/yıl)	1.019.080	1.054.466	1.170.603	1.255.051	1.391.298	1.490.252	1.758.624	2.063.544
Belediye Atığı (ton/gün)	2.792	2.889	3.207	3.438	3.812	4.083	4.818	5.654

Bursa atık projeksiyonu için, İSTAÇ A.Ş. tarafından bölgede yapılan 2014 sonbahar atık karakterizasyon çalışması, EHCIP kapsamında 1B bölgesi için tahmin edilen atık karakterizasyon çalışması, Avrupa Birliğine üye ülkelerdeki atık miktar ve muhtevalarındaki değişim trendleri ve ülkemizdeki atık politikaları ile tüketim alışkanlıkları değerlendirilmiş ve 2050 yılına kadar atık türüne göre atık oluşum projeksiyonu hesaplanmıştır. Ancak bu raporda 2035 yılına kadar yapılan hesaplamalara yer verilmiştir. Detaylı atık projeksiyonları için Ek-2'yi inceleyebilirsiniz. Atık karakterizasyonuna ait projeksiyon Tablo 7-2'de verilmiştir.

Tablo 7-2 Atık karakterizasyonuna ait projeksiyon

Atık Türü	2014	2015	2018	2020	2023	2025	2030	2035
Kağıt-Karton	6,19	6,28	6,56	6,74	7,03	7,23	7,73	8,26
Cam	2,90	2,93	3,01	3,07	3,15	3,21	3,35	3,49
PET	0,52	0,53	0,56	0,58	0,60	0,62	0,68	0,73
Plastikler	2,15	2,18	2,29	2,36	2,47	2,55	2,74	2,95
Poşet	8,72	8,72	8,70	8,69	8,66	8,64	8,58	8,50
Metaller	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,86	0,89	0,93
Mutfak Atıkları	52,15	51,81	50,78	50,09	49,05	48,34	46,56	44,75
Elektrik ve Elektr.	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17
Tehlikeli Atıklar	0,40	0,40	0,41	0,41	0,42	0,42	0,43	0,44
Kompozit	0,52	0,52	0,53	0,53	0,54	0,54	0,55	0,56
Tekstil	4,79	4,84	4,97	5,07	5,20	5,30	5,53	5,76
Çocuk Bezi	5,56	5,59	5,67	5,72	5,80	5,85	5,97	6,08
Diğer Yanabilir	8,96	9,09	9,50	9,78	10,21	10,50	11,24	12,02
Diğer Yanmayan	6,20	6,16	6,05	5,97	5,85	5,77	5,57	5,37
TOPLAM	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Atık türleri; biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atık olmak üzere 3 ana grupta toplanmıştır. Geri kazanılabilir atıklar da ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılabilir atıklar olarak sınıflandırılmıştır. Belediye atığı türlerinin atık projeksiyonundaki yüzdesel dağılımı ve biyobozunur faktörü, atık karakterizasyonundan elde edilen gözlemler, Uluslararası literatür çalışmaları, ambalaj atığı tanımı ve geri kazanım oranları dikkate alınarak düzenlenmiştir. Belediye atığı

içindeki atık türlerinin projeksiyonlara göre dağılımı, biyobozunur atık için Tablo 7-3'de, geri kazanılabilir (ambalaj ve enerji) atık için Tablo 7-4 'de, diğer (inert) atık için Tablo 7-5'de verilmiştir.

Biyobozunur Faktör; Atık içerisindeki biyoparçalanabilir kısmı ifade etmektedir. Örneğin; Mutfak-Bahçe atıklarının biyobozunur faktörü 1.0'dir. Yani, bu değer mutfak-bahçe atıklarının %100 parçalanabilir olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 7-3 Biyobozunur atık projeksiyonu

BİYOBOZUNUR	2014	2015	2018	2020	2025	2030	2035
Kağıt-Karton	% 2,48	% 2,51	% 2,62	% 2,70	% 2,89	% 3,09	% 3,30
Mutfak-Bahçe Atığı	% 52,15	% 51,81	% 50,78	% 50,09	% 48,34	% 46,56	% 44,75
Tekstil	% 0,96	% 0,97	% 0,99	% 1,01	% 1,06	% 1,11	% 1,15
Diğer Yanabilir	% 1,79	% 1,82	% 1,90	% 1,96	% 2,10	% 2,25	% 2,40
TOPLAM	%57,38	%57,11	%56,30	%55,76	%54,39	%53,01	%51,61

Tablo 7-4 Geri Kazanılabilir atık projeksiyonu

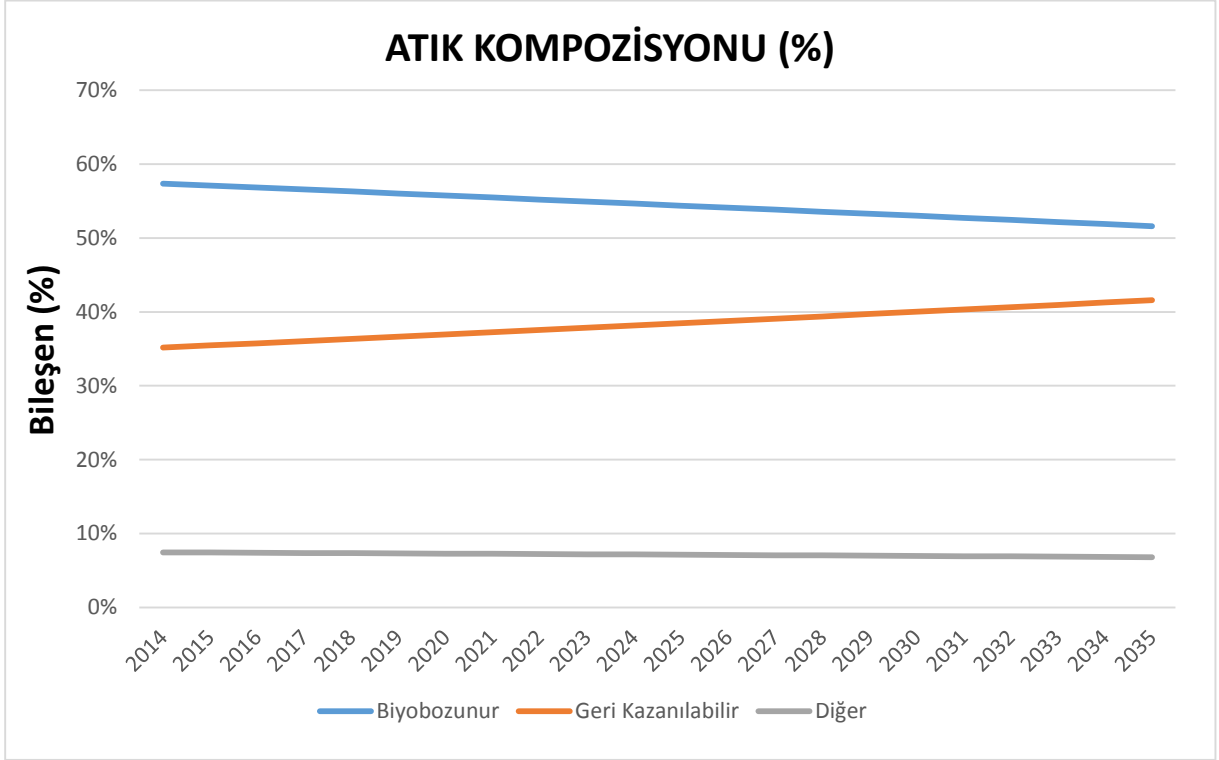
AMBALAJ	2014	2015	2018	2020	2025	2030	2035
Kağıt-Karton	% 3,71	% 3,77	% 3,93	% 4,05	% 4,34	% 4,64	% 4,95
Cam	% 2,61	% 2,63	% 2,71	% 2,76	% 2,89	% 3,01	% 3,14
Pet	% 0,52	% 0,53	% 0,56	% 0,58	% 0,62	% 0,68	% 0,73
Plastikler	% 1,51	% 1,53	% 1,60	% 1,65	% 1,78	% 1,92	% 2,06
Metaller	% 0,39	% 0,39	% 0,40	% 0,41	% 0,43	% 0,45	% 0,46
Kompozit	% 0,47	% 0,47	% 0,48	% 0,48	% 0,49	% 0,50	% 0,51
TOPLAM	% 9,21	%9,32	%9,68	%9,93	%10,55	%11,20	%11,86

ENERJİ	2014	2015	2018	2020	2025	2030	2035
Poşet	% 8,72	% 8,72	% 8,70	% 8,69	% 8,64	% 8,58	% 8,50
Plastikler	% 0,65	% 0,66	% 0,69	% 0,71	% 0,76	% 0,82	% 0,88
Elekt. - Elktrnk Atık	% 0,03	% 0,03	% 0,03	% 0,03	% 0,03	% 0,03	% 0,03
Tekstil	% 3,83	% 3,87	% 3,98	% 4,05	% 4,24	% 4,42	% 4,61
Çocuk Bezi	% 5,56	% 5,59	% 5,67	% 5,72	% 5,85	% 5,97	% 6,08
Diğer Yanabilir	% 7,17	% 7,27	% 7,60	% 7,82	% 8,40	% 9,00	% 9,62
TOPLAM	% 25,96	%26,13	%26,67	% 27,0	% 27,92	% 28,82	%29,72

Tablo 7-5 Diğer (inert) atık projeksiyonu

DİĞER	2014	2015	2018	2020	2025	2030	2035
Cam	% 0,29	% 0,29	% 0,30	% 0,31	% 0,32	% 0,33	% 0,35
Metaller	% 0,39	% 0,39	% 0,40	% 0,41	% 0,43	% 0,45	% 0,46
Elekt. - Elktrnk Atık	% 0,13	% 0,13	% 0,13	% 0,13	% 0,13	% 0,14	% 0,14
Tehlikeli Atıklar	% 0,40	% 0,40	% 0,41	% 0,41	% 0,42	% 0,43	% 0,44
Kompozit	% 0,05	% 0,05	% 0,05	% 0,05	% 0,05	% 0,06	% 0,06
Diğer Yanmayan	% 6,20	% 6,16	% 6,05	% 5,97	% 5,77	% 5,57	% 5,37
TOPLAM	%7,46	%7,43	%7,34	% 7,29	% 7,13	%6,98	%6,81

Atık içerisindeki ana bileşenlerin oranlarının bu yaklaşım ile yıllara göre tahmini değişimi Şekil 7-1'de verilmiştir.



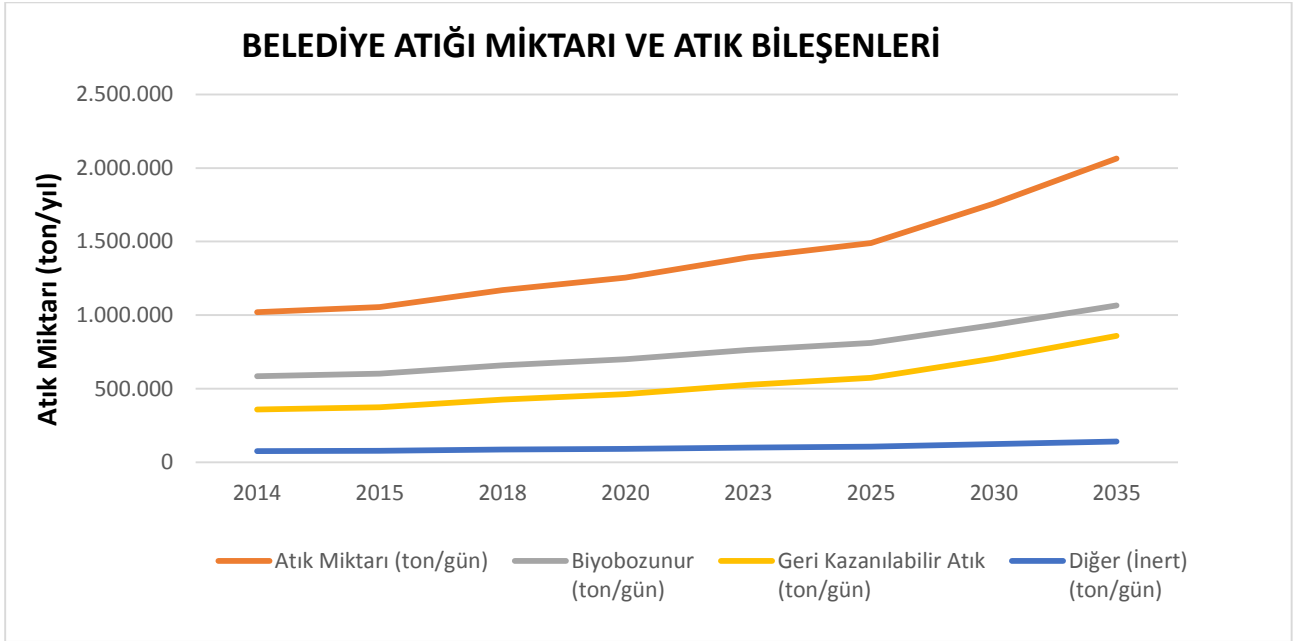
Şekil 7-1 Belediye atığı kompozisyonu

Şekil 7-1'de görüldüğü üzere ambalaj atığının atık kompozisyonu içindeki oranı nüfus ve tüketim alışkanlıklarının değişimine bağlı olarak artmakta bununla beraber biyobozunur atık oranı ise artışa paralel olarak azalmaktadır.

Bursa ilinde oluşması beklenen belediye atığı miktarı ve 3 ana grupta dağılımı Tablo 7-6'da ve grafik olarak gösterimi Şekil 7-2'de verilmiştir.

Tablo 7-6 Belediye atığı miktarı ve bileşenleri

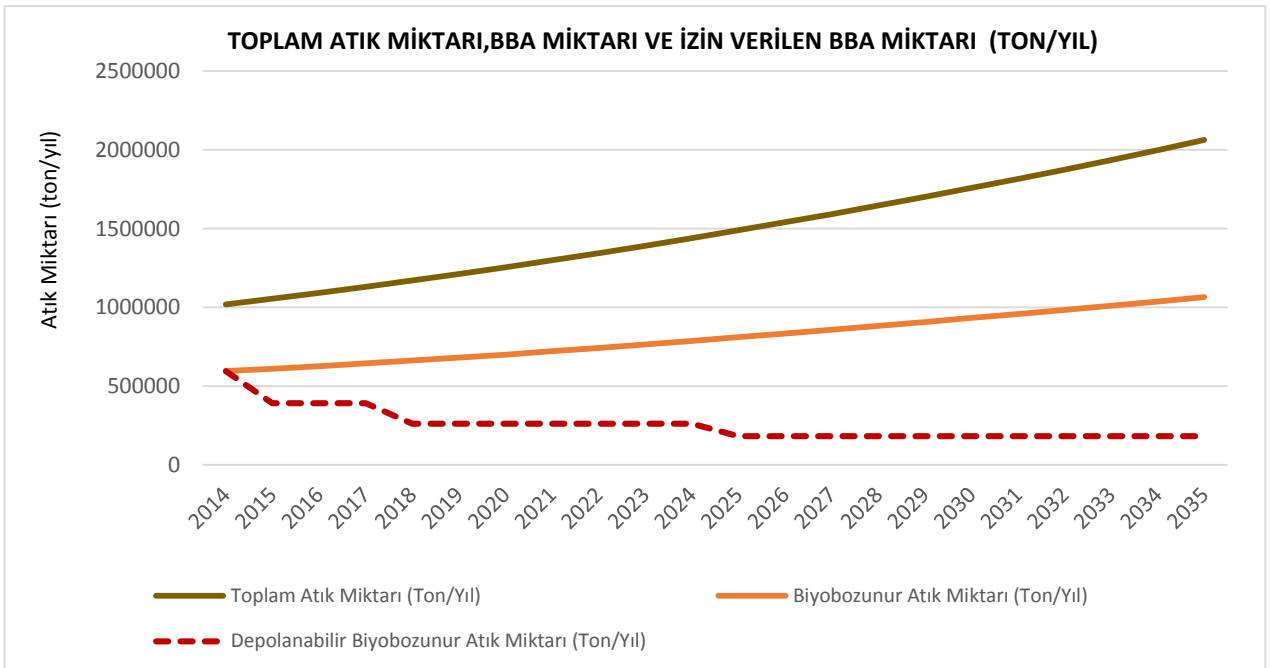
Yıllar	Atık Miktarı (ton/yıl)	Biyobozunur (ton/yıl)	%	Ambalaj (ton/yıl)	%	Enerji Eldesi (ton/yıl)	%	Diğer (inert) (ton/yıl)	%
2014	1.019.080	584.707	57,38	93.827	9,21	264.522	25,96	76.023	7,46
2015	1.054.466	602.195	57,11	98.327	9,32	275.581	26,13	78.363	7,43
2018	1.170.603	659.077	56,30	113.356	9,68	312.195	26,67	85.976	7,34
2020	1.255.051	699.818	55,76	124.590	9,93	339.207	27,00	91.436	7,29
2025	1.490.252	810.560	54,39	157.237	10,55	416.148	27,92	106.308	7,13
2030	1.758.624	932.164	53,01	196.880	11,20	506.897	28,82	122.684	6,98
2035	2.063.544	1.064.960	51,61	244.687	11,86	613.296	29,72	140.601	6,81



Şekil 7-2 Belediye atığı miktarı ve atık bileşenleri

26.03.2010 tarihinde yayınlanan AB direktifleri ile uyumlu “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik” ile düzenli depolama sahalarında bertaraf edilen biyobozunur atıkların azaltımına yönelik sınır değerler getirilmiştir. Yönetmelik, 2005 yılında üretilen toplam biyobozunur atık miktarının ağırlıkça 2015, 2018 ve 2025 yılları için sırasıyla %75, % 50 ve %35 e indirilmesini esas almıştır.

2035 yılına kadar oluşması beklenen belediye atığı miktarı, belediye atıkları içerisindeki BBA miktarları ve depolama sahasına gönderimi müsaade edilen BBA miktarları grafik gösterimi Şekil 7-3'te verilmiştir. Şekilde, yıllara sari depolamaya gönderimi müsaade edilen BBA miktarında azalış gözlenirken, üretilen belediye atığı miktarında artış gözlenmiştir.



Şekil 7-3 Üretilen belediye atığı miktarı ve depolamaya gönderimi izin verilen BBA miktarları

2005 yılında düzenli depolama sahalarında bertaraf edilen biyobozunur atık miktarı yaklaşık 1.430 ton/gün olarak gerçekleşmiştir. Tablo 7-7'den anlaşılacağı üzere, 2015, 2018 ve 2025 yıllarında oluşabilecek biyobozunur atık miktarı sırasıyla 1.650, 1.805 ve 2.220 ton/gün, yönetmeliğe göre düzenli depolama sahasına kabul edilebilecek biyobozunur atık miktarı 1.072, 715 ve 500 ton/gün, düzenli depolama yöntemi haricinde alternatif geri kazanım ve bertaraf yöntemleri ile yönetilmesi gereken biyobozunur atık miktarı ise 600, 1.100 ve 1.720 ton/gün olarak tahmin edilmektedir.

Tablo 7-7 Belediye Atığı, BBA ve Depolanabilir BBA

YILLAR	Toplam Atık Miktarı (ton/yıl)	Biyobozunur Atık Miktarı (ton/yıl)	2005 yılındaki Biyobozunur atıktan azaltılarak deponiye giden yüzde	Depolanabilir Biyobozunur Atık Miktarı (ton/yıl)	Depolanabilir Biyobozunur Atık Miktarı (ton/gün)
			B	C=(521.748*B)	C/365
2005	-	521.748	-	-	-
2015	1.054.466	602.195	%75	391.311	1072
2018	1.170.603	659.077	%50	260.874	715
2020	1.255.051	699.818	%50	260.874	715
2025	1.490.252	810.560	%35	182.612	500
2030	1.758.624	932.164	%35	182.612	500
2035	2.063.544	1.064.960	%35	182.612	500

Şekil 7-3'te kahverengi çizgi oluşması muhtemel toplam atık miktarını, turuncu çizgi toplam atık içinde oluşması beklenen biyobozunur atık miktarını, kırmızıçizgi ise ADDY'te verilen biyobozunur atık azaltımı hedefi çerçevesinde düzenli depolamaya müsaade edilen biyobozunur atık miktarını göstermektedir.

Turuncu çizgi ile kırmızıçizgi arasındaki alan ise yönetmeliğe uyum çerçevesinde biyobozunur atık azaltım miktarını göstermektedir. Bursa ili için belediye atığı yönetimi senaryolarında esas olarak iki yönetmelik dikkate alınmıştır.

Bu yönetmelikler;

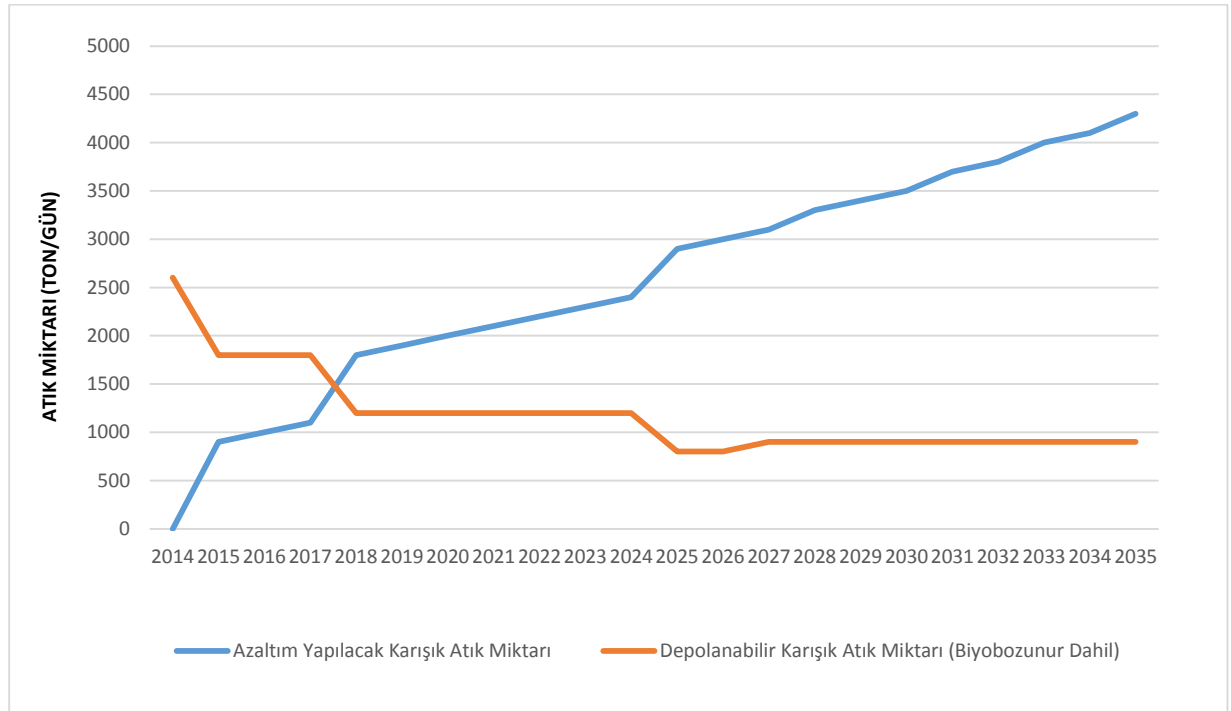
1-Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik (2010)

2-Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (2006)

Azaltım yapılacak atık miktarları ve depolama sahalarına gönderimi müsaade edilen atık miktarları yıllara göre Tablo 7-8 ve Şekil 7-4'te verilmiştir. Azaltım yapılacak biyobozunur atık miktarlarında yıllara göre hızlı şekilde artış olduğu gözlenmiştir. Bu miktarların azaltımı dikkate alınarak uyum senaryoları oluşturularak tesis kapasiteleri ve sayıları belirlenmiştir. Yıllara göre yatırım yapılacak tesislere ait bilgiler (sayısı, tipi ve kapasitesi) sonraki bölümlerde detaylı şekilde ele alınmıştır.

Tablo 7-8 Düzenli Depolama Sahasına gönderimi müsaade edilen ve azaltım yapılacak atık miktarları

YILLAR	Toplam Atık Miktarı (ton/gün)	Ambalaj Atığı Miktarı (ton/gün)	Depolanabilir Biyobozunur Atık Miktarı (ton/gün)	Depolanabilir Karışık Belediye Atığı Miktarı (ton/gün)	Azaltım Yapılacak Karışık Belediye Atığı Miktarı (ton/gün)
2015	2889	186	1.072	1.756	947
2018	3207	229	715	1.179	1.799
2020	3438	260	715	1.185	1.993
2025	4083	329	500	846	2.908
2030	4818	413	500	863	3.542
2035	5650	514	500	881	4.258



Şekil 7-4 Düzenli Depolama Sahasına gönderimi müsaade edilen ve azaltım yapılacak atık miktarları

8 HEDEFLERE GENEL BAKIŞ

Mevcut atık yönetim sisteminin bazı yönlerinin iyileştirilmesine ve mevcut sisteme dahil edilmesi ön görülen bazı atık yönetim aşamalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

İyileştirilmesi gereken ve sisteme dahil edilecek başlıca atık yönetim aşamaları şunlardır:

- Atık toplama sistemi (İkili toplama sistemi),
- Atık toplama ekipmanları,
- Aktarma istasyonları,
- Mekanik ve Biyolojik atık işleme tesisleri,
- Termal bertaraf (Yakma,vb.),
- Gereken her türlü altyapıya sahip yeni düzenli depolama sahası,
- Düzensiz depolama sahalarının rehabilitasyonu

Bursa için önerilen EKAY stratejisi; atık toplama-taşıma, ambalaj atıkları geri dönüşümü, mekanik ayırma, biyolojik arıtım, termal bertaraf ve düzenli depolama olmak üzere 6 ana parametre dikkate alınarak kurgulanmıştır. Bu bağlamda sistem aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Bursa ili genelinde (mahalle statüsüne sahip köyler dahil) yıllara sari atık miktarlarındaki artış dikkate alınarak yeterli sayıda ve aynı standartlarda konteynerlerin ve araçların kullanılması,
- 4 adet aktarma istasyonu uygulaması ve nakliye giderlerinin azaltılması.
- Ambalaj atıklarının organik atıklardan yüksek verimlilikle ayrı toplanmasına yönelik yeni geri dönüştürülebilir atık toplama sistemlerinin kurulması ve halkın bu konuda bilinçlendirilmesi
- Atık getirme merkezlerinin kurularak, özel atıkların toplanmasının verimli şekilde sağlanması
- Atıktan enerji ve hammadde geri kazanımının sağlandığı, depolama sahasına gidecek atık miktarının minimize edildiği entegre katı atık geri kazanım ve bertaraf tesisin planlanması
- Yerleşim yerlerine yakın olması nedeniyle Yenikent düzenli depolama sahasına atık alımının azaltılması ve yeni depolama sahasının faaliyete geçmesi ile birlikte Yenikent DDT'nin kapatılması
- Yenikent düzenli depolama sahasına alternatif oluşturacak düzenli depolama sahasının planlanması ve İnegöl Düzenli Depolama Sahasıyla birlikte işletiminin sağlanması
- Katı atıklar toplanarak doğrudan veya aktarma istasyonları vasıtasıyla yeni planlanan entegre geri kazanım ve bertaraf tesisine gönderilmesi
- Düzensiz depolama sahalarının rehabilitasyonuna yönelik çalışmaların artarak devam ettirilmesi, kontrol ve denetim faaliyetleri ile düzensiz depolama sahası kullanımının sonlandırılması

- Bölgesel stratejilerin ulusal seviyedeki gerekliliklere uydurulması ve atık yönetimi için planlanan tesislerin (Biyokurutma, Biyometanizasyon, Yakma, Gazifikasyon) aşamalı olarak hayata geçirilmesi
- Yeni ve mevcuttaki II. sınıf düzenli depolama sahalarına bırakılan atık miktarlarının yönetmelikler gereği azaltılması;

Tablo 8-1’de Bursa EKAY sisteminin 2015–2035 döneminde ulaşması gereken ölçülebilir hedeflerin genel bir değerlendirmesi bulunmaktadır.

Tablo 8-1 EKAY sistemi ölçülebilir hedeflerinin özeti

Madde	Hedef	Faaliyetler
Atık önleme	Tüketici eğitimlerinin yaygınlaştırılması	Halkın bilinçlendirilmesi
Atık toplama-taşıma	2035 yılı itibari ile %99 toplama verimine ulaşma	Mahalle statüsüne kazanan köylerden atıkların planlı ve düzenli şekilde toplanması, Toplama ekipman ve personelinin ilavesi ve iyileştirilmesi
Atık aktarma ve nakil	Doğu aktarma istasyonu Batı aktarma istasyonu Kuzey aktarma istasyonu Güney aktarma istasyonu	Projelendirme sürecinden inşaat sürecine hızlı şekilde geçişin sağlanması
Biyobozunur organik atık	2018 yılı itibariyle biyobozunur atık kısmının %50'sinin işlenmesi, bunun 2025 yılında %75'e çıkarılması	Mekanik, biyolojik ve termal tesislerin belirtilen yıllarda ve kapasitelerde işletmeye alınması
Ambalaj Atığı	2035 yılı sonuna kadar ambalaj atıklarının %60'ının geri kazanılması	Atık getirme merkezleri ve atık kumbaraları yardımı ile kaynağında ayrı toplama uygulamasının sistemli ve planlı şekilde yürütülmesi
Nihai Bertaraf	İl sınırları içinde üretilen evsel atıkların azaltım hedefleri sağlandıktan sonra düzenli depolama yöntemiyle bertaraf edilmesi	Vahşi depolama yöntemi ile bertaraf edilen atıkların düzenli depolama sahalarına gönderilmesi
Düzensiz depolama sahaları	5 yıl içerisinde düzensiz depolama sahalarının kapatılması ve rehabilitasyonu	22 adet düzensiz depolama sahasının kapatılması

9 ATIK YÖNETİM SENARYOLARININ OLUŞTURULMASI & DEĞERLENDİRİLMESİ

Bursa iline en uygun EKAY sistemini seçmek için farklı atık yönetim senaryoları oluşturulmuştur. Her bir senaryonun kendine has özellikleri göz önüne alan karma bir metodoloji uygulanmıştır. Senaryoların oluşturulmasında aşağıdaki hususlar dikkate alınmıştır.

Yasal Gereklilikler: Önerilen EKAY senaryoları Ulusal mevzuata ve standartlarına uygundur.

Teknik Altyapı: Ulusal mevzuat ve standartlar ile uyumlu teknik çözümler önerilmiş olup en son kullanılan atık yönetim sistemleri dikkate alınmıştır.

Mali Yönden İmkanlar: EKAY sistemi belediyelerin bütçesine uygun olmalıdır.

Çevre Dostu Olma: Hazırlanan EKAY planı; atıkların insan sağlığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltacak, halkın katılımının sağlayacaktır.

9.1 Önerilen Katı Atık Toplama-Taşıma Sistemi

Bu bölümde, EKAY sistemi kapsamında yönetilmesi gereken evsel atıklar ve ambalaj atıkları başta olmak üzere diğer atık türleri için toplama ve taşıma sistemi hakkında öneriler sunulmuştur.

9.1.1 Katı Atık Aktarma İstasyonları

Başta Büyükşehirler olmak üzere ülkemizdeki pek çok şehirde katı atık toplama sistemi benzer özellikler taşımaktadır. Entegre Atık Yönetim Sisteminin atık nakletme aşaması aktarma istasyonları ile ilgilidir. Bursa ili lojistik durumu analiz edildiğinde dört adet aktarma istasyonunun yeterli olduğu tespit edilmiştir. Planlanan Entegre Katı Atık Tesisleri için uygun yerler Bölüm 11’de verilmiştir. Tablo 9-1’de katı atık aktarma istasyonlarına, planlanan entegre katı atık tesisine (alternatif 1) ve İnegöl katı atık düzenli depolama sahasına atığını getirecek ilçelerin mesafeleri belirtilmiştir.

Bölüm 3.1.1’de belirtildiği gibi planlanan 4 adet aktarma istasyonuna atık taşıyacak ilçeler aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır:

- Batı Katı Atık Aktarma İstasyonu: Karacabey, Mustafakemalpaşa
- Kuzey Katı Atık Aktarma İstasyonu: Gemlik, Orhangazi
- Güney Katı atık Aktarma İstasyonu: Orhaneli, Büyükorhan, Harmancık, (Keles)
- Merkez(Doğu) Katı Atık Aktarma İstasyonu: Kestel, Gürsu, Yıldırım, (Osmangazi)

Alternatif-1 (Nilüfer Entegre Katı Atık Tesisi için)

Tablo 9-1 Atık Aktarma İstasyonlarına, Entegre Katı Atık Tesisine ve İnegöl Katı Atık Düzenli Depolama Sahasına atığını getirecek ilçelerin mesafeleri (Alternatif 1)

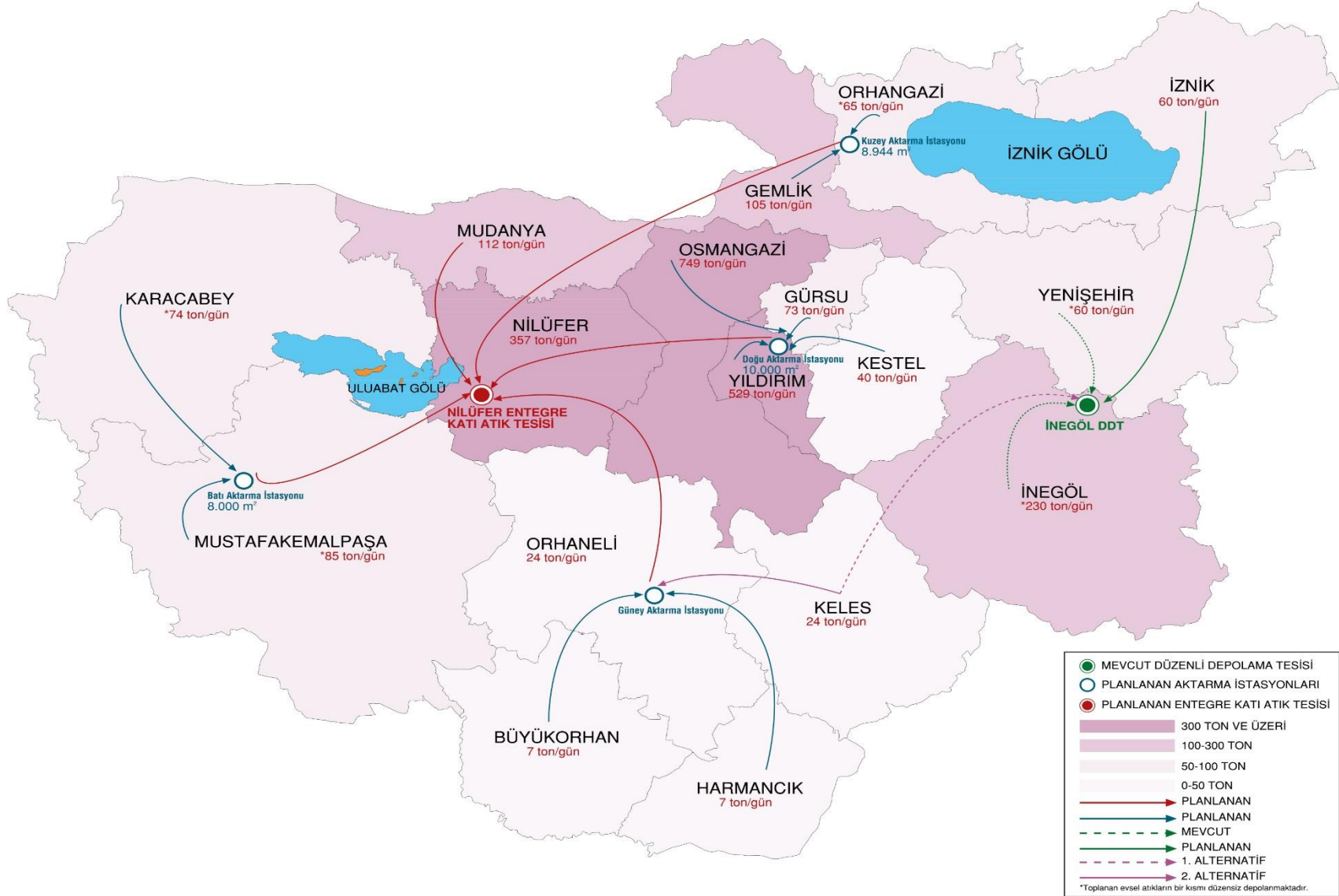
İlçeler	Mevcut Taşıma Sistemi	Önerilen Taşıma Sistemi	Önerilen Taşıma Sistemi Mesafeleri
Karacabey	Yenikent DDT	BATI AAİ	16 km
Mustafakemalpaşa	Yenikent DDT	BATI AAİ	14 km
Orhaneli	Vahşi Depolama	GÜNEY AAİ	6 km
Keles	Vahşi Depolama	GÜNEY AAİ / İnegöl DDT (Opsiyonel)	36 km / 56 km
Büyükorhan	Vahşi Depolama	GÜNEY AAİ	20 km
Harmancık	Vahşi Depolama	GÜNEY AAİ	33 km
Kestel	Yenikent DDT	DOĞU AAİ	5 km
Gürsu	Yenikent DDT	DOĞU AAİ	3,5 km
Yıldırım	Yenikent DDT	DOĞU AAİ	7 km
Osmangazi	Yenikent DDT	DOĞU AAİ	14,2 km
Orhangazi	Yenikent DDT	KUZEY AAİ	10 km
Gemlik	Yenikent DDT	KUZEY AAİ	9 km
Mudanya	Yenikent DDT	Nilüfer EKAT	40 km
Nilüfer	Yenikent DDT	Nilüfer EKAT	20,2 km
Yenişehir	İnegöl DDT	İnegöl DDT	16 km
İnegöl	İnegöl DDT	İnegöl DDT	13 km
İznik	Vahşi Depolama	İnegöl DDT	40 km

Planlanan aktarma istasyonlarının, planlanan Entegre Tesise uzaklıkları Tablo 9-2’de verilmiştir.

Tablo 9-2 Atık aktarma istasyonlarının entegre katı atık tesisine mesafeleri (Alternatif 1)

Aktarma İstasyonları	Atık Varış Noktası	Mesafe
BATI AAİ	Nilüfer EKAT	48 km
GÜNEY AAİ	Nilüfer EKAT	54,3 km
DOĞU AAİ	Nilüfer EKAT	41 km
KUZEY AAİ	Nilüfer EKAT	68 km

Şekil 9-1’de Bursa için önerilen atık taşıma sistemi harita üzerinde gösterilmiştir (Alternatif 1).



Şekil 9-1 Planlanan aktarma istasyonları ve yeni entegre atık yönetim tesisinin yeri (Alternatif 1)

Alternatif-2 (Kestel Entegre Katı Atık Tesisi için)

Alternatif 2’de Entegre katı atık tesisinin Kestel ilçesinde planlaması halinde Doğu Aktarma İstasyonu yerine Yenikent mevkiinde yeni bir aktarma istasyonu önerilmiştir. Dolayısıyla planlanan aktarma istasyonuna atık taşıyacak ilçeler aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır:

- Batı Katı Aktarma İstasyonu: Karacabey, Mustafakemalpaşa
- Kuzey Katı Atık Aktarma İstasyonu: Gemlik, Orhangazi
- Güney Katı atık Aktarma İstasyonu: Orhaneli, Büyükorhan, Harmancık, Keles
- Önerilen Katı Atık Aktarma İstasyonu: Nilüfer, Mudanya, Osmangazi

Tablo 9-3’te atık aktarma istasyonlarına, planlanan entegre katı atık tesisine (alternatif 2) ve İnegöl katı atık düzenli depolama sahasına atığını getirecek ilçelerin mesafeleri belirtilmiştir.

Tablo 9-3 Atık Aktarma İstasyonlarına, Entegre Katı Atık Tesisine ve İnegöl Katı Atık Düzenli Depolama Sahasına atığını getirecek ilçelerin mesafeleri (Alternatif 2)

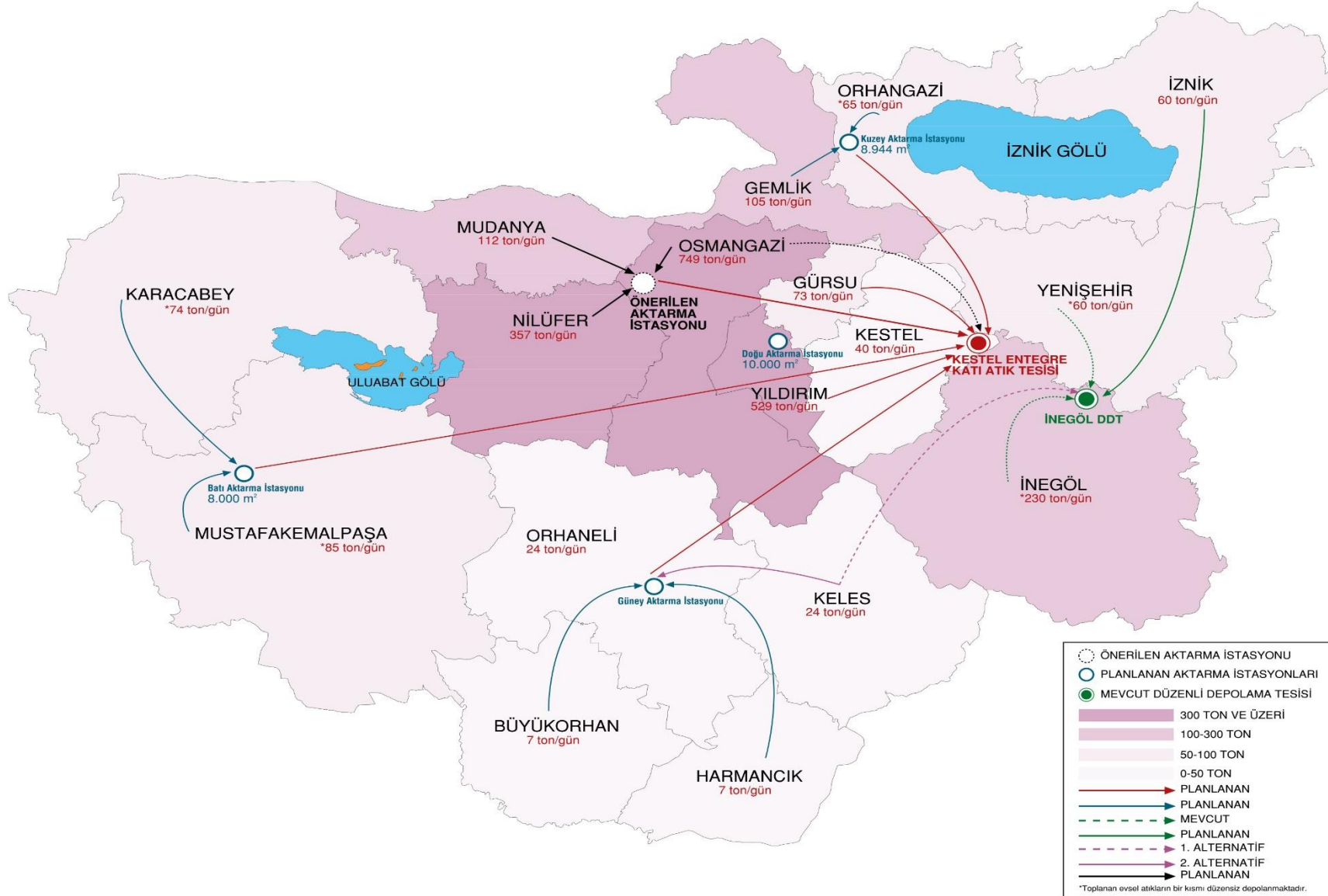
İlçeler	Mevcut Taşıma Sistemi	Önerilen Taşıma Sistemi	Önerilen Taşıma Sistemi Mesafeleri
Karacabey	Yenikent DDT	BATI AAİ	16 km
Mustafakemalpaşa	Yenikent DDT	BATI AAİ	14 km
Orhaneli	Vahşi Depolama	GÜNEY AAİ	6 km
Keles	Vahşi Depolama	GÜNEY AAİ / İnegöl DDT (Opsiyonel)	36 km / 56 km
Büyükorhan	Vahşi Depolama	GÜNEY AAİ	20 km
Harmancık	Vahşi Depolama	GÜNEY AAİ	33 km
Kestel	Yenikent DDT	Kestel EKAT	-
Gürsu	Yenikent DDT	Kestel EKAT	22,3 km
Yıldırım	Yenikent DDT	Kestel EKAT	27 km
Osmangazi	Yenikent DDT	Kestel EKAT / ÖAİ	45,6 km / 17,7 km
Orhangazi	Yenikent DDT	KUZEY AAİ	10 km
Gemlik	Yenikent DDT	KUZEY AAİ	9 km
Mudanya	Yenikent DDT	Önerilen Aktarma İstasyonu	14,6 km
Nilüfer	Yenikent DDT	Önerilen Aktarma İstasyonu	29,2 km
Yenişehir	İnegöl DDT	İnegöl DDT	16 km
İnegöl	İnegöl DDT	İnegöl DDT	13 km
İznik	Vahşi Depolama	İnegöl DDT	40 km

Planlanan aktarma istasyonlarının, planlanan Entegre Tesise uzaklıkları Tablo 9-4’te verilmiştir.

Tablo 9-4 Atık aktarma istasyonlarının entegre katı atık tesisine mesafeleri (Alternatif 2)

Aktarma İstasyonları	Atık Varış Noktası	Mesafe
BATI AAİ	Kestel EKAT	131 km
GÜNEY AAİ	Kestel EKAT	96,6 km
ÖNERİLEN AAİ	Kestel EKAT	55,1 km
KUZEY AAİ	Kestel EKAT	25 km

Şekil 9-2’de Bursa için önerilen atık taşıma sistemi harita üzerinde gösterilmiştir (Alternatif 2).



Şekil 9-2 Planlanan aktarma istasyonları ve yeni entegre atık yönetim tesisinin yeri (Alternatif 2)

9.1.2 Toplama-Taşıma Sistemi

İkili Toplama Sistemi: Atık yönetim halkasının başlangıç noktası atık üreticileri ve atık toplama işlevidir. Sistemin sağlıklı şekilde yürütülmesi için bu ilişkinin dikkatli şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Toplama ve kaynağında ayırma şekli ve verimliliği, sonraki işlemlerin sürdürülebilirliği açısından önem arz etmektedir. EKAY sistemi ayrı toplamayı ön gördüğü için ilçe belediyeleri sorumlu oldukları atık toplama ve taşıma faaliyetlerinde katı atıklar içindeki geri kazanılabilir bileşenlerin diğer atıklar ile karışmadan kaynağında ayrı toplanmasını ve bir sistem içerisinde geri kazanım sürecinin gerçekleştirilmesini sağlaması gerekmektedir. Bu bölümde ikili toplama sistemlerinde biyobozunur ve geri kazanılabilir kısımların nasıl toplanacağı hususunda önerilerde bulunulmuştur.

Biyobozunur Atıklar: Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik kapsamında düzenli depolama alanlarına alınacak organik atık miktarında yapılacak azaltım hedefleri belirlenmiştir. Literatürde, Belediye atığının ortalama %65'i biyobozunur atık olarak kabul edilmiştir. Dolayısıyla söz konusu hedeflerin başarıya ulaşması için ayrı toplama sistemi tasarlanması ve kamuoyu ile bu konuda iletişimde bulunulması gerekmektedir. Buna göre belediyeler öncelikle ikili toplama sistemine geçiş yapmalıdır.

Belediyeler ikili toplama sistemine geçiş tarihinden önce sorumluluk alanında en az 6 ay süreyle bilgilendirme ve eğitim broşürleri dağıtarak, halk toplantılarıyla farkındalığı artırmaya yönelik çalışmaları tamamlamalıdır. Hane içerisinde atıkların biriktirilmesi iki ayrı poşette yapılmalıdır. Hane dışında biriktirme ise konteyner ile olmalıdır. Konteynerler 400, 800 veya 1100 litrelik standart ölçülerde olabilir. Toplama sıklığı belediyelerin nüfus durumuna ve atık üretim yoğunluklarına göre değişkenlik gösterebilir. Kullanılacak konteynerlerin galvaniz veya paslanmaz olması daha uygun olacaktır. Bazı vatandaşlar tarafından konteynerlere atılan kibrit ve sigara nedeni ile oluşan yangınlar ve mekanik darbeler plastik konteynerlere daha çok zarar vermektedir. Plastik konteynerlerin tamiri de mümkün olmadığından işletme maliyetini arttırır. Sadece küçük konteynerler plastik olabilir. Konteyner ile toplamanın yapılamayacağı yerlerde organik atıklar, standart poşetlerle toplanmalıdır.

Ambalaj Atıkları: Modern ve etkili bir entegre katı atık yönetim sisteminin yasal gereklilikleri sağlaması gerekmektedir. Bursa ilinde 1995 yılından itibaren kaynağında ayrı toplama uygulamasına geçilmiş olup, mevcut düzende 12 ilçede sınırlı düzeyde ambalaj atıkları kaynağında ayrı toplanmaktadır. Önerilen ambalaj atığı geri kazanım miktarları Tablo 9-5'de özetlenmiştir:

Tablo 9-5 Önerilen ambalaj atığı geri kazanım miktarları

	2015	2018	2020	2025	2030	2035
Toplam geri kazanılabilir ambalaj atığı (ton/yıl)	98.327	113.356	124.590	157.237	196.880	244.687
Ambalaj atığı geri kazanım miktarı (Hane ve İş Yeri)	67.859	81.473	95.070	120.200	150.772	187.708
Toplam geri kazanılabilir ambalaj atığı (ton/gün)	269	311	341	431	539	670
Ambalaj atığı geri kazanım miktarı (Hane ve İş Yeri)	186	223	260	329	413	514

Ambalaj atıkları yönetimi her şeyden önce uygulamaya geçilmesi kararlaştırılan bölgede; halkın farkındalık düzeyi, konut yapıları ve gelir düzeyi gibi birçok farklı parametrenin değerlendirilmesini gerektirir. Kullanılması düşünülen biriktirme ekipmanlarının türü ise; hedef kitlenin atık kültürü ve çevre bilinci, toplama alanının yapısı, toplama araçlarının teknik özellikleri ve toplama ayırma tesisinin tasarım kriterlerine bağlıdır.

Halkın geri dönüşüm ve geri kazanım faaliyetlerine katılımı, sosyal, kültürel ve ekonomik yapıya göre değişkenlik göstereceğinden dolayı maliyetlerin düşürülmesi ve sistem denetlenebilirliğinin artırılması için; poşet ve konteyner kullanımının yaygın olduğu, atık kültürünün belirli bir seviyeye ulaştığı, toplama güzergahlarının oturduğu, sokak toplayıcılarının nispeten kontrol edilebildiği, eğitim düzeyinin daha iyi olduğu yerleşimlerden uygulamaya başlanması daha iyi olacaktır²⁰. Genel itibari ile ambalaj atıklarının biriktirilmesi uygulamalarında doğrudan kaldırım kenarında kutu veya poşetlerden toplama yapılabileceği gibi, cadde üstü konteynerler, atık kumbaraları ve atık getirme merkezleri gibi atığı üreticisinin toplama ünitesine taşımaya sağlayan atık getirme sistemleri de kullanılabilir.

Bursa ilinde 2035 yılına kadar olan dönemde atık yönetim sistemi kapsamında kullanılacak olan poşet, iç mekan kutusu ve konteyner sayıları ile ilgili alternatifler Tablo 9-6'da verilmiştir. 2035 yılı sonunda halkın farkındalığının artması ile birlikte evlere ve iş yerlerine dağıtılan poşet ve kutu sayılarında azalma beklenirken, atık getirme merkezi sayılarında artış olması beklenmektedir.

Tablo 9-6 Kaynağında ayrı toplama çalışması uygulaması için ünite adeti

	UYGULAMA YILI İÇİN ÜNİTE ADETİ (KARIŞIK GDM / %80 DOLULUK ORANI)				CAM (1000 L İGLOO TİP CAM KUMBARASI) (%80 DOLULUK ORANI)
	POŞET (80 L)	KUTU (80 L)	KONTEYNER (800 L)	GETİRME MERKEZİ (roll-off KASA) (20.000 L)	
ALTERNATİF 1	50%	30%	20%	0%	180
	21.237.931	159.284	10.619	0	
ALTERNATİF 2	30%	30%	20%	20%	
	12.742.759	159.284	10.619	425	
ALTERNATİF 3	25%	15%	10%	50%	
	10.618.966	79.642	5.309	1.062	
ALTERNATİF 4	10%	10%	30%	50%	
	4.247.586	53.095	15.928	1.062	

Bursa'da ambalaj atıklarının toplanması faaliyetleri aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

- 1) **Atık Kumbarası ve Atık getirme merkezi (AGM) ile Ayrı Toplama:** Bu yöntem toplayıcı açısından pasif bir yöntem olup ağırlıklı olarak tüketici etkinliğine dayanır. Kişiler kaynakta ayırdıkları ambalaj atıklarını biriktirme noktalarındaki toplama kumbaralarına veya AGM'lere taşır. Tüketiciler bu işi gönüllü olarak, belirli bir bedel, bazı kolaylıklar ve muafiyetler karşılığı yapabilirler. Her şeyden önce sistem verimi yerleşim yerinde yaşayanların çevre bilinçlerinin ve farkındalık düzeylerinin yüksek olmasına ve AGM'lerin yerleşim yerlerine olan mesafelerine bağlıdır. Bursa ilinde 2025 yılından itibaren geri dönüştürülebilir malzemelerin %40'ı bu şekilde toplanacaktır. Aynı zamanda sokak toplayıcılarının da sisteme entegrasyonu sağlanacaktır.

Yapılan SWOT analizi ile ilçe belediyelerinin özellikle atık getirme merkezi kurulması hususunda alan sıkıntılarını yaşadıkları sonucu ortaya çıkmıştır. İlk aşamada, Bursa'da EKAY için planlanan aktarma istasyonlarının yanına Atık Getirme Merkezlerinin kurulması çözüm önerisi olarak sunulmuştur. İlgili alternatif tasarımlar Şekil 9-3'de sunulmaktadır.



Şekil 9-3 Atık getirme merkezi tasarım örnekleri

- 2) **Mavi renkli plastik poşetler ve kutular ile toplama:** Poşet ve kutu ile toplama, toplama verimliliğine katkı sağlar ve teşvik/katılım konusunda uygun ortam oluşturur. Mavi torbalarda ve kutularda biriktirilecek kuru atıkların toplanması belediyeler veya belediyelerin protokol yaptıkları lisanslı firma tarafından yapılacaktır (Şekil 9-4). Toplamaya ilişkin program belediye tarafından duyurulacaktır. Apartman ve site yönetimleri hane halklarının mutlaka bu programa

uygun olarak hareket etmelerini sağlayacaktır. Bu sistemle de aynı şekilde 2025 yılı itibari ambalaj atıklarının %60'ının toplanması öngörülmüştür.



Şekil 9-4 İç mekan poşet ve kutuları

İkili toplama sistemiyle toplanan karışık ambalaj atıkları türlerine göre ayrıştırılması için lisanslı toplama ayırma tesislerine (TAT) gönderilir. Toplama ayırma tesislerinde geri kazanılabilir atıklar elle veya mekanik olarak materyal cinsine göre gruplandırılır, gruplandırılan atıklar sıkıştırılıp balyalanarak geri dönüşüm tesislerine gönderilir. Bursa ilinde, 2016 yılından itibaren ikili toplama sistemi kademeli olarak uygulanacaktır. İlçe belediyelerinin sorumluluğunda olan Atık Getirme Merkezlerinin (AGM) kurulması 2016 yılı içerisinde gerçekleştirilecektir (Şekil 9-5).



Şekil 9-5 Atık getirme merkezleri

Kaynağında ayrı toplama çalışmalarının verimliliğini artırmak amacıyla atık konteynırlarının ve atık getirme merkezlerinin konumlarını içeren basılı bir harita hazırlanarak kamuoyuna sunulmalı, ilçe belediyelerinin kendi kurumsal web siteleri üzerinden halk bilinçlendirilmelidir.

Sonuç olarak; Bursa ili için geri dönüşüm kapasitesini azami düzeye çıkarmak amacıyla, aşağıdaki bileşenlerden oluşan kombine bir sistem seçilmiştir:

- Halkın bilinçlendirilmesine yönelik kamuoyu duyuruları, el broşürlerinin dağıtımı, afişlerin kullanılması

- Ambalaj atıklarının ilçe belediyeleri tarafından kaldırım kenarlarından (konteyner ile) ve konutlardan ayrı toplanması;
- Kentsel alanlardaki kritik noktalara Atık Kumbaralarının konulması;
- İlk aşamada, planlanan 4 aktarma istasyonu yanına Atık Getirme Merkezlerinin kurulması;

Tıbbi Atıklar: Bursa’da sağlık kuruluşlarından kaynaklanan tıbbi atıklar belediye atıklarından ayrı olarak toplanmakta ve sterilizasyon yöntemi ile ön işleme tabi tutularak düzenli depolama sahasında bertaraf edilmektedir. 2035 yılı sonunda Bursa ilinde oluşması öngörülen tıbbi atık miktarı Tablo 9-7’de belirtilmiştir. Geçmiş yıllara ait toplanan tıbbi atık miktarları arasındaki yüzdelik artış dikkate alınarak tıbbi atık projeksiyonu hesaplanmıştır.

Tablo 9-7 Tahmini tıbbi atık miktarları

YIL	2014	2018	2020	2025	2030	2035
Tıbbi Atık Miktarı (ton/yıl)	2.900	3.400	3.700	4.700	5.800	7.200
Tıbbi Atık Miktarı (ton/gün)	8	9	10	13	16	20

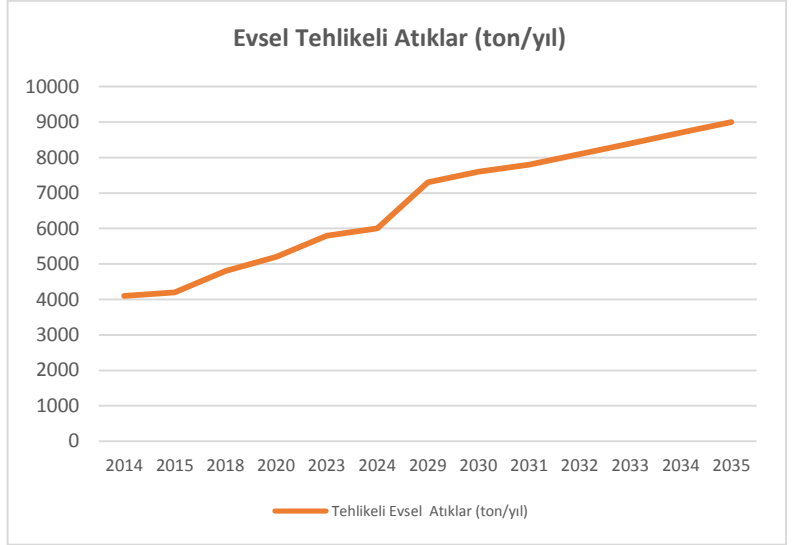
2035 yılında Bursa ili genelinde tahmini 20 ton/gün tıbbi atık oluşumu öngörülmüştür. Bu miktar dikkate alınarak toplama ve taşıma personel, araç ve ekipman sayıları yıllara sari artırılmalıdır.

Mevcut tıbbi atık sterilizasyon tesisinin 3 vardiya çalışması ve sadece Bursa ilinin tıbbi atığını kabul etmesi halinde, 2035 yılı sonuna kadar, tesis 20 ton/gün tıbbi atığın sterilizasyonu ve bertarafı için yeterli olacaktır.

Eysel Tehlikeli Atıklar: 2015–2035 dönemi Bursa ili Eysel Tehlikeli Atık tahminleri, 2014 yılında yapılan atık karakterizasyon çalışması içerisinde yer alan miktar ve projeksiyon dikkate alınarak hesaplanmıştır. Tahmini miktarlar Tablo 9-8’de gösterilmiştir. Eysel Tehlikeli Atık miktarları, sağlıklı veri temini sağlanamadığı için ayrıntılı şekilde hesaplanamamıştır. Eysel Tehlikeli Atıklar içerisinde; boya, solvent, temizlik ürünleri, eski ilaçlar gibi farklı ürün atıkları bulunmaktadır. Bu tür atıkların miktarlarının düşük olması sebebiyle ayrı bir toplama sistemi yerine ilçelere kurulacak atık getirme merkezleri ile kaynağında ayrı toplanması önerilmektedir. Uygulamanın yaygınlaştırılması ve farkındalığın artırılması amacıyla konut ve iş yerlerine konuyla ilgili broşürler ve eğitimler verilmelidir.

Tablo 9-8 Tahmini evsel tehlikeli atık miktarı

Yıl	%	Evsel Tehlikeli Atıklar (ton/yıl)
2015	0,40	4.200
2018	0,41	4.800
2023	0,42	5.800
2025	0,42	6.300
2030	0,43	7.600
2035	0,44	9.000



Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıkları: Bursa ilinde 12.000 m³ /gün hafriyat toprağı oluşmaktadır (Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı Anket Sonuçları, 2014). İnşaat ve yıkıntı atıklarının geri kazanımı üç özel firma tarafından yapılmaktadır. Toplanan ve geri kazanılan İYA miktarı ile ilgili bilgi temin edilememiştir. Oluşan evsel atığın %25'i kadar İYA atığı olduğu varsayılmıştır (KAAP). 2015–2035 dönemi Bursa ili hafriyat toprağı ve İYA oluşum tahminleri Tablo 9-9'da verilmiştir. Yapılan tahminlere göre 2035 yılına kadar toplam **565 milyon ton** hafriyat toprağı ve İYA oluşması beklenmektedir. Bölüm 11-6'da hafriyat sahaları için uygun alanlar belirtilmiştir.

Tablo 9-9 Tahmini hafriyat toprağı ve İYA miktarı

YIL	Nüfus	Hafriyat + İYA (ton/yıl)	Atık Miktarı (ton/yıl.kişi)	Kümülatif Hafriyat + İYA (ton)
2015	2.819.423	15.184.663	5,4	23.305.913
2020	2.994.771	19.673.038	6,6	112.229.137
2025	3.173.486	25.430.631	8,0	227.275.586
2030	3.342.140	32.674.103	9,8	375.432.569
2035	3.499.772	41.746.421	11,9	565.130.435

Özel Atıklar: “Özel atıklar” kategorisinde yer alan kullanılmış pil ve akümülatörler, atık yağlar, atık elektrikli ve elektronik eşyalar vb., atıkların toplanması, taşınması ve geri kazanımı; ilgili kuruluşların bir araya gelerek oluşturdukları dernek ya da lisans almış firmalar tarafından yapılmaktadır.

Bursa ilinde etkin özel atık yönetimi için her ilçe belediyesinde özel atıkların yönetiminde görevli en az bir teknik personelin istihdam edilmesi, özel atıkların biriktirilmesi ve toplatılması için kentin muhtelif alanlarına konteynırların yerleştirilmesi, halkın farkındalığının artırılması, özel sektör ile işbirliklerinin yapılması, denetim ve izleme mekanizmasının oluşturulması gerekmektedir. Bursa genelinde özel atıklar ile ilgili broşürler basılarak ve eğitimler verilerek kamuoyuna duyurular yapılmalıdır. Duyurularda bu tür atıkların çevreye bırakıldıklarında oluşturduğu olumsuz etkiler ve hammadde olarak kullanıldıklarında ulusal ekonomiye sağladığı katkılar açıklanmalıdır.

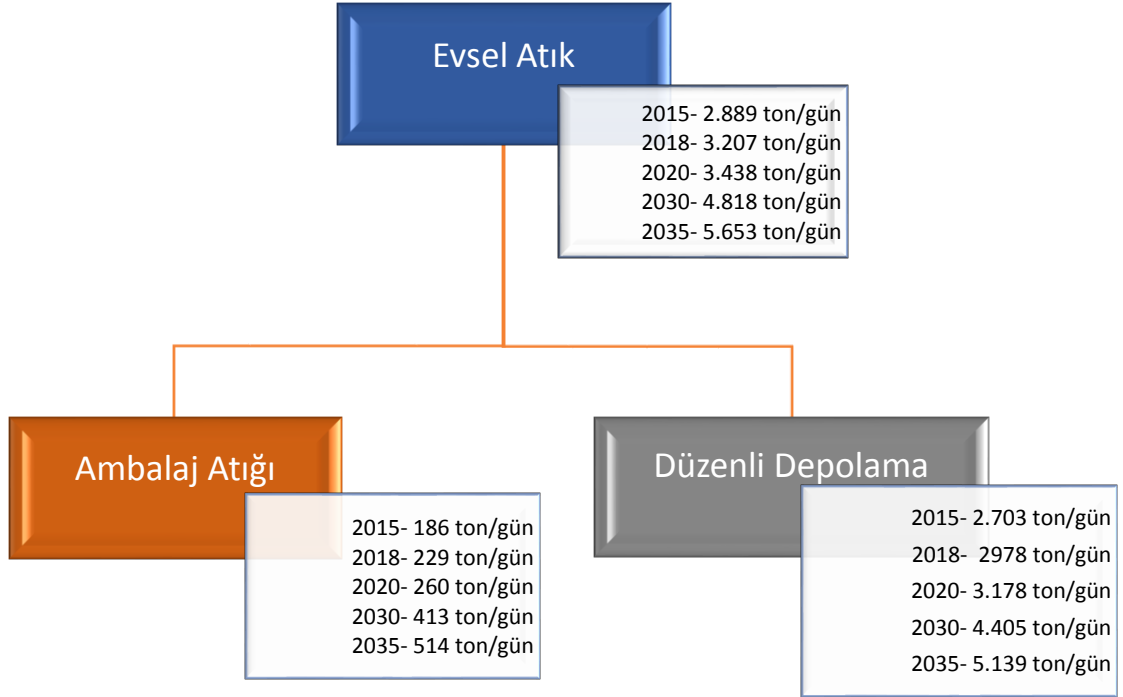
9.2 Önerilen Atık Yönetim Senaryoları

9.2.1 Mevcut Durum Senaryosu

Bursa atık yönetim senaryolarından ilkinin mevcut durumun devam etmesi olarak belirlenmesi, bölgeye uyumlu entegre atık yönetim senaryolarının kıyaslanması bakımından önem taşımaktadır. Mevcut durum senaryosunun özeti Tablo 9-10'da kütle akışı Şekil 9-6'da verilmiştir.

Tablo 9-10 Mevcut durum

Katı Atık Yönetim Sisteminin Bileşenleri	Bileşen Özellikleri
Kaynağında Ayrı Toplama	<ul style="list-style-type: none"> Bursa'nın 12 ilçesinde ambalaj atıklarının kaynağında ayrı toplama çalışmalarının devamı İlçeler de ambalaj atıkları iç ve dış mekan kutuları ile düzenli periyotlarda toplanması
Evsel Atık Toplama-Taşıma	<ul style="list-style-type: none"> Mevcut evsel katı atık toplama sisteminin devamı
Geri Kazanım-Bertaraf	<ul style="list-style-type: none"> Mevcut düzenli depolama sahalarının kullanımının devamı (Yenikent ve İnegöl Düzenli Depolama Sahaları)



Şekil 9-6 Mevcut durumun devam etmesi halinde toplanan ve depolamaya giden atık miktarları

Bu senaryoda, Bursa ili için sokak toplayıcılarının yaklaşık %5 seviyesinde ambalaj atıkları geri kazanımı yaptığı varsayımında bulunmuş olup, mevcut durumda Bursa ili genelinde ilçe belediyeleri tarafından yaklaşık %5 oranında ambalaj atığının kaynağında ayrı toplandığı bilinmektedir.

Bursa ili mevcut durum senaryosunda; Bursa ili genelinde kaynağında ayrı toplanan (sokak toplayıcıları dahil) AA miktarı ve Düzenli depolamaya giden belediye atığı miktarları verilmiştir (Tablo 9-11)

Yapılan atık tahminleri sonucuna göre Bursa ili atık yönetim sisteminin mevcut şekilde devam etmesi durumunda, 2030 yılı sonu itibari ile depolama sahalarına gönderilecek evsel atık miktarının yaklaşık 23 milyon m³ olması beklenmektedir. 2035 yılı sonuna kadar gerekli olan toplam düzenli depolama hacmi ihtiyacı ise 33 milyon m³'e ulaşacaktır.

Tablo 9-11 Evsel atık yönetimi mevcut durumu

Yıllar	Ayrı Toplanan AA Miktarı (ton/gün)	Ayrı Toplanan AA Miktarı (ton/yıl)	Düzenli Depolamaya Giden Atık Miktarı (ton/gün)	Düzenli Depolamaya Giden Atık Miktarı (ton/yıl)	Düzenli Depolama Hacmi (Kümülatif Toplam) (m ³)
2015	186	67.859	2703	986.607	1.200.000
2018	229	83.741	2978	1.086.862	3.700.000
2023	300	109.459	3512	1.281.840	10.800.000
2030	413	150.772	4405	1.607.852	23.000.000
2035	514	187.708	5139	1.875.836	33.000.000

9.2.2 Atık Yönetimine Yönelik Uyum Senaryoları

Bursa ili sürdürülebilir entegre katı atık yönetimi için üç alternatif atık yönetim senaryosu oluşturulmuştur.

Alternatif 1-a:

Proje bölgesinde kaynağında ayrı toplama çalışmasını henüz başlatmamış ilçe belediyeleri için ikili toplama sistemi 2016 yılında başlatılacaktır. İkili toplama sisteminde; Ambalaj atıkları (AA) ve organik atıklar ayrı kaplarda biriktirilerek toplanacaktır. Toplama yapacak ilçe belediyelerinin 2035 yılına kadar hedeflenen %60 geri kazanılabilir AA miktarına ulaşmaları öngörülmüştür. Sokak toplayıcılarının ise 2025 yılına kadar sistemden çekilmesi ya da sisteme entegre edilmesi planlanmıştır. 2016 yılında ambalaj atıklarının kaynağında ayrı toplanması için atık kumbaraları ve atık getirme merkezleri kurulacaktır. Planlamaya göre mahalle statüsüne kavuşan uzak köylerde atık toplama merkezlerinin kurulumu 2 yıl (2018) süre ile ötelenmiştir. 2025 yılında kaynağında ayrı toplanan ambalaj atığı miktarının 330 ton/gün, 2035 yılında ise 500 ton/gün olması öngörülmüştür. Bursa ilinde ambalaj atıklarının kaynağında ayrı toplanması ile ilgili detaylı bilgi Bölüm 9.1.2'de verilmiştir. Tüm alternatif uyum senaryolarında ambalaj atıklarının kaynağında ayrı toplanması ile ilgili aynı yöntem uygulanacaktır.

Tüm uyum senaryolarında biyolojik olarak ayrışabilir atıkların (BBA) azaltımı için hedef yıllar 2015, 2018 ve 2025 olarak belirtilmiştir. 2015 yılı için 2005 yılında oluşan Biyobozunur atıkların %75'inin, 2018 yılı için %50'sinin, 2025 yılı için %35'inin düzenli depolamaya kabul edilmesi öngörülmektedir. Tüm senaryolar; AA geri kazanım ve BBA azaltım miktarları dikkate alınarak oluşturulmuştur.

Bu senaryoda, MBT (Ayrıştırma + Biyokurutma) – Termal Bertaraf (Yakma) yapılması öngörülmüştür. 2035 yılı sonuna kadar azaltımı yapılması gereken karışık belediye atığının yönetimi 3 aşamalı planlanmıştır (Şekil 9-7).



Şekil 9-7 Kurulması öngörülen tesisler ve kapasiteleri

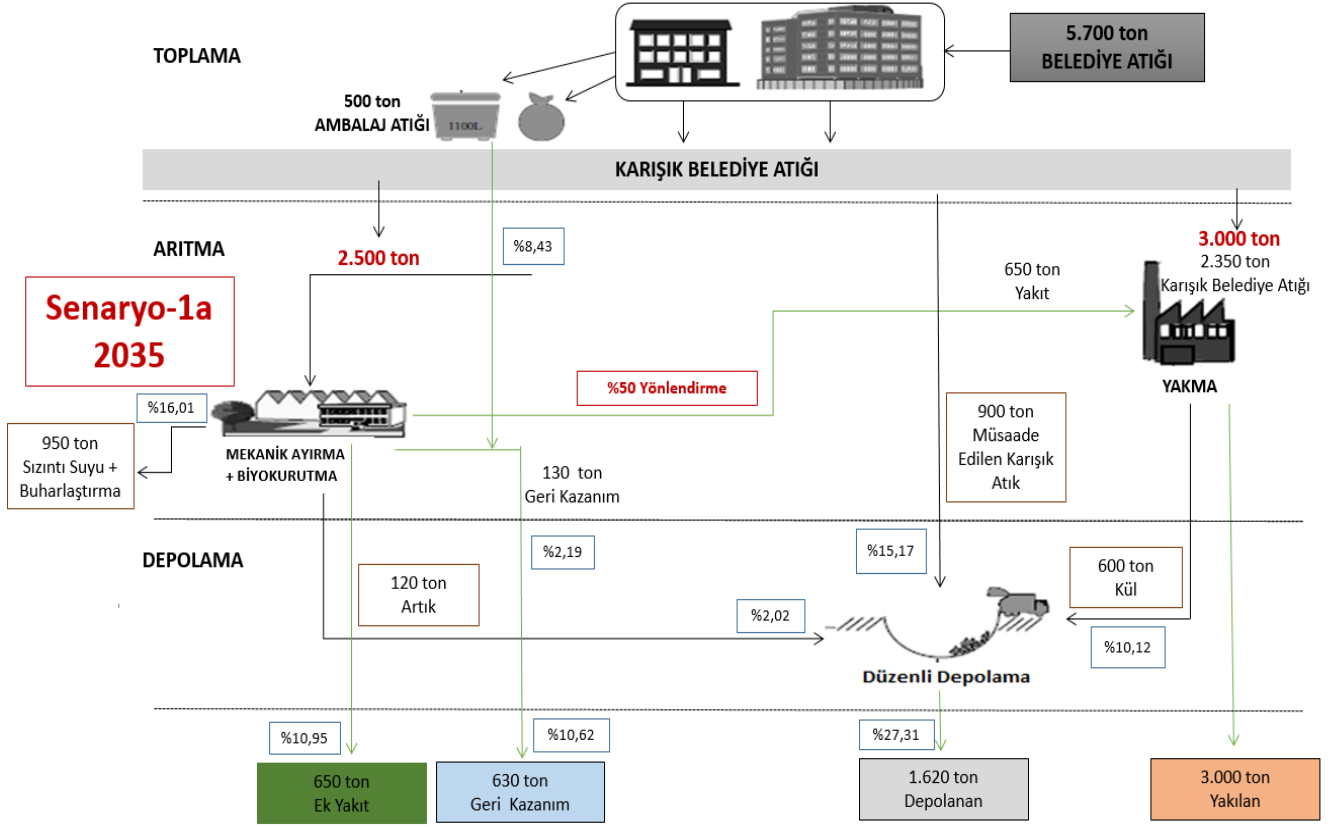
★ Tesislerin işletmeye alınma yılları

Kaynağında ayrı toplanacak atıklar iki kapta biriktirilecektir. Bir kapta yaş atıklar; mutfak, park ve bahçe atıkları, vb. diğer kapta ise kuru atıklar; yani ambalaj atıkları olacaktır. Ambalaj atıklarından kısmen de olsa ayrılmış olan belediye atıkları MBT'ye (Mekanik Biyolojik Arıtma) yönlendirilecek olup kaba malzemeler ayrıştırılarak düzenli depolama sahasına gönderilecektir. MBT tesisi 2018 yılında devreye alınacaktır. MBT tesisine gelen karışık belediye atıkları ön ayıklama ünitesinden geçerek geri kazanılabilir atıklar (plastik, metal, vb.) ayrıştırılacak, BBA ve enerji içeriği yüksek atıklar (tekstil, poşet vb.) Biyokurutma tesisine yönlendirilecektir. Şekil 9-7'de özetlendiği gibi bu senaryoda 2018 yılında bir adet MBT (Biyokurutma) kurulması öngörülmüştür. Biyolojik olarak ayrışabilir atıkların düzenli depolamaya kabulüne ilişkin kotaların zaman içerisinde azalmasından dolayı 2022 yılı sonrasında azaltımı gereken atık miktarlarında artışlar olacaktır. Dolayısıyla 2023 yılında 2.000 ton/gün, 2030 yılında 1.000 ton/gün olmak üzere toplam 3.000 ton/gün kapasiteli yakma tesisinin kurulması planlanmıştır. Yakma tesisi 3 hatlı olarak planlanmış olup, 2 hattı 2023 yılında diğer hattı ise 2030 yılında devreye alınacaktır. Bursa'da oluşan katı atığın kalorifik değeri 1.450 kcal/kg olarak analiz edilmiştir. Yakma tesisine beslenecek atığın kalorifik değerinin artırılması amacıyla Biyokurutma ünitesinden çıkan ürünün %50 oranında yakma tesisine yönlendirilmesi planlanmıştır.

Sürdürülebilir uyum senaryosu 1-a özeti Tablo 9-12'de, şematik gösterimi ve özet kütle akışı ise Şekil 9-8'de verilmiştir. Şekil 9-8'de tesislerin senede 320 gün işletildiği varsayılarak, tesis kapasiteleri hesaplanmıştır.

Tablo 9-12 Atık yönetim sistemi sürdürülebilir uyum senaryosu 1-a özeti

Katı Atık Yönetim Sisteminin Bileşenleri	Bileşen Özellikleri
Kaynağında Ayırma	<ul style="list-style-type: none"> Mevcut durumda devam eden ikili toplama sisteminin planlı şekilde sürdürülmesi Ambalaj atığının kaynağında verimli şekilde ayrı toplanması için gerekli sistemin kurulması 2016 yılında Bursa ilinin tamamının kaynağında ayrı toplamaya (ikili toplama sistemi) geçmesi 2016 yılından itibaren belediyelerde Atık Kumbaralarının yerleştirilmesi ve Atık Getirme Merkezlerinin kurulması
Geri Dönüşüm/Geri Kazanım	<ul style="list-style-type: none"> İlk aşamada yapılması planlanan aktarma istasyonlarına Atık Getirme Merkezlerinin kurulması Mahalle statüsüne kavuşan uzak köylerde atık toplama merkezlerinin kurulumu 2 yıl (2018) süre ile ötelenmesi 2.500 ton/gün kapasiteli MBT'nin kurulması
MBT (Ayrıştırma + Biyokurutma)	<ul style="list-style-type: none"> 2018 yılında MBT tesisinin faaliyete alınması Karışık belediye atıklarının düzenli depolama sahasına kabul edilmeyecek miktarının MBT'ye gönderilmesi MBT tesisine kabul edilen karışık atıkların içinden geri kazanılabilir atıklarının ayrıştırılması Biyokurutma işlemi neticesinde atıkların nem kaybederek hacminin azaltılması Biyokurutma işlemi sonucunda kurutulmuş atıkların ek yakıt olarak kullanılması (Yakma tesisi, çimento fabrikaları, vb.) Ayrıştırılan inert atıkların düzenli depolama alanına gönderilmesi
Termal Bertaraf (Yakma)	<ul style="list-style-type: none"> 2023 yılında 2000 ton/gün kapasiteli, 2030 yılında ise 1000 ton/gün kapasiteli olmak üzere toplamda 3000 ton/gün yakma tesisinin faaliyete alınması Biyokurutma işlemi sonucunda kurutulmuş atıkların %50'sinin yakma tesisine gönderilmesi Tesise gelen atıkların yakılarak hacimce yaklaşık % 80 oranında azaltılması (depolama sahasına yönlendirilecek atığın %80 azaltılması)
Nihai Bertaraf	<ul style="list-style-type: none"> Mevcut düzenli depolama sahaslarının kullanımı Yeni düzenli depolama sahasının açılması



Şekil 9-8 Kurulması öngörülen tesisler, kapasiteleri ve kütle dengesi

Mevzuatlara uyumlu atık yönetim sistemi bileşenlerinin tesis sayısı ve 2035 yılına kadar nihai kapasiteleri Tablo 9-13'de verilmiştir.

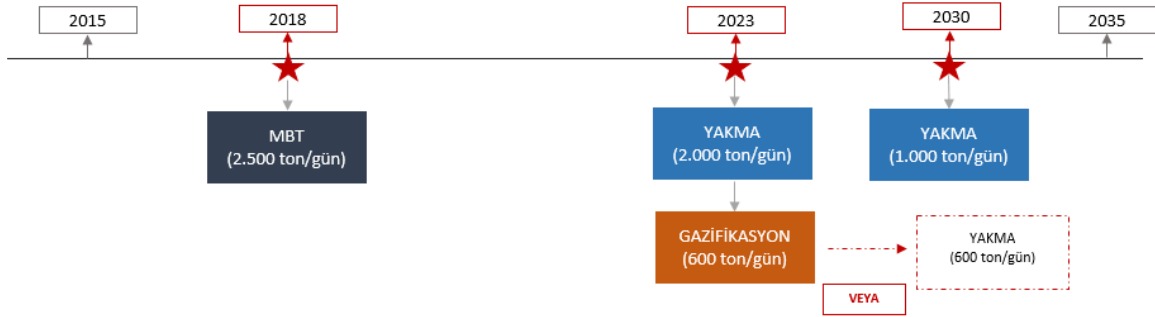
Tablo 9-13 Atık geri kazanım ve bertaraf sistemleri

Tesis Adı	Tesis Sayısı	İşletmeye Alınma Tarihi	Kapasite	DDT için Gerekli Kümülatif Hacim (m ³)
MBT (Ayrıştırma + Biyokurutma)	1	2018	2.500 ton/gün	1.900.000 (2016-2018)
Yakma	1	2023 2030	2.000 ton/gün 1.000 ton/gün	4.100.000 (2016-2023) 7.100.000 (2016-2030)

Bu senaryoya göre, düzenli depolama metodu ile bertaraf edilecek toplam atık miktarı 2030 yılına kadar yaklaşık 6 milyon ton; **2035 yılına kadar** yaklaşık 8,3 milyon ton olarak hesaplanmıştır. İhtiyaç duyulacak düzenli depolama hacminin; **2030 yılına kadar 7,1 milyon m³, 2035 yılına kadar ise yaklaşık 9,7 milyon m³** olması beklenmektedir. Ortalama çöp yüksekliği 40 m olarak hesaplandığında DDT için 25 ha alana ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Sürdürülebilir uyum senaryosu alternatif 1-a ile proje başlangıcından itibaren 20 yıl sonunda düzenli depolanan toplam atık miktarında, mevcut durum senaryosuna göre %70'lik bir azaltım sağlanacaktır.

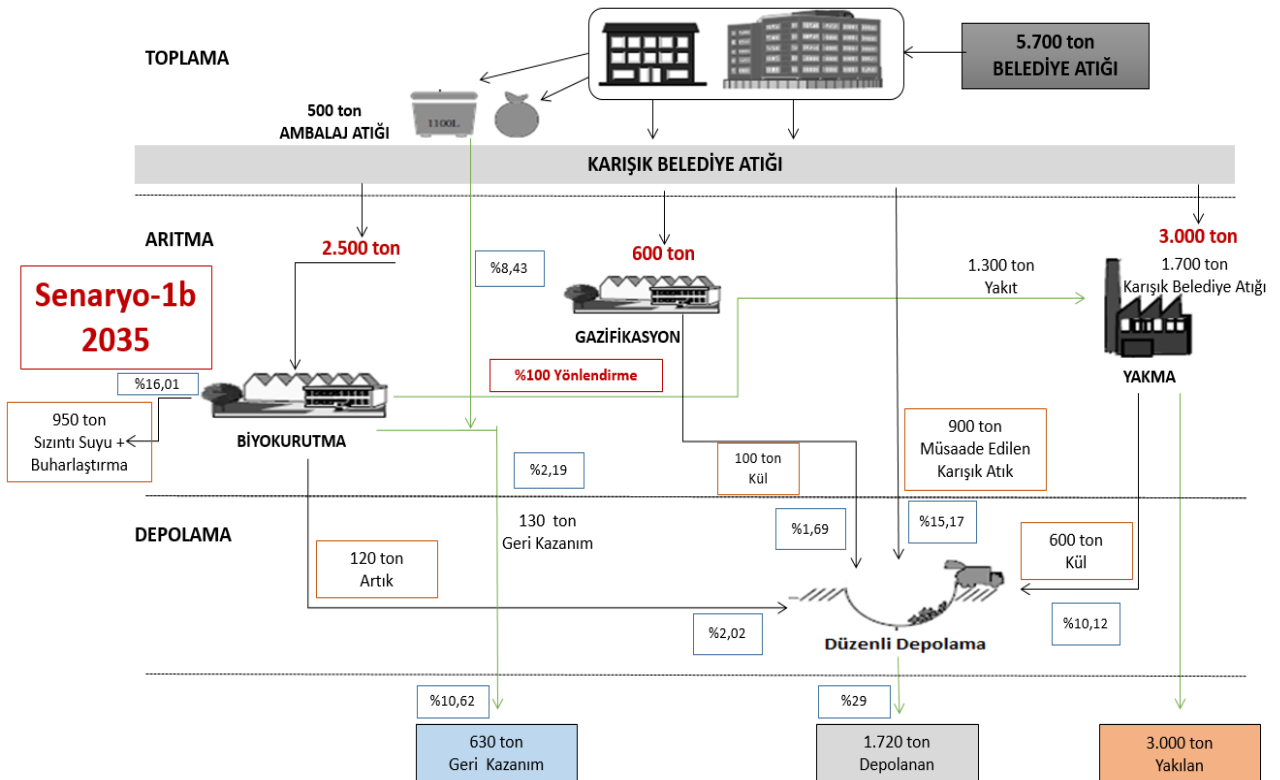
Alternatif 1-b:

Bu senaryoda, alternatif 1-a'dan farklı olarak biyokurutmadan çıkan ürünün %100 yakma tesisine yönlendirilmesi planlanmıştır (Şekil 9-9; Şekil 9-10). Bu senaryoda 2023 yılında yakma tesisi yatırımının yanı sıra biyobozunur atık hedefini sağlamak için gazifikasyon tesisi yatırımı da söz konusu olacaktır. Alternatif 1-b senaryosunda toplamda 3000 ton/gün kapasiteli bir yakma tesisi, 600 ton/gün kapasiteli bir gazifikasyon tesisi kurulması planlanmıştır. Yakma tesisi 3 hatlı olarak planlanmış olup 2 hattının 2023 yılında diğer hattın ise 2030 yılında devreye alınması planlanmıştır. Gazifikasyon tesisi de 2023 yılında devreye alınacaktır. Gazifikasyon tesisine evsel atıkların yanısıra, tıbbi atık ve tehlikeli atık da beslenebilecektir (Şekil 9-9). Şekil 9-10'da tesislerin senede 320 gün işletildiği varsayılarak, tesis kapasiteleri hesaplanmıştır.



Şekil 9-9 Kurulması öngörülen tesisler ve kapasiteleri

★ Tesislerin işletmeye alınma yılları



Şekil 9-10 Kurulması öngörülen tesisler, kapasiteleri ve kütle dengesi

Mevzuatlara uyumlu atık yönetim sistemi bileşenlerinin tesis sayısı ve 2035 yılına kadar nihai kapasiteleri Tablo 9-14'de verilmiştir.

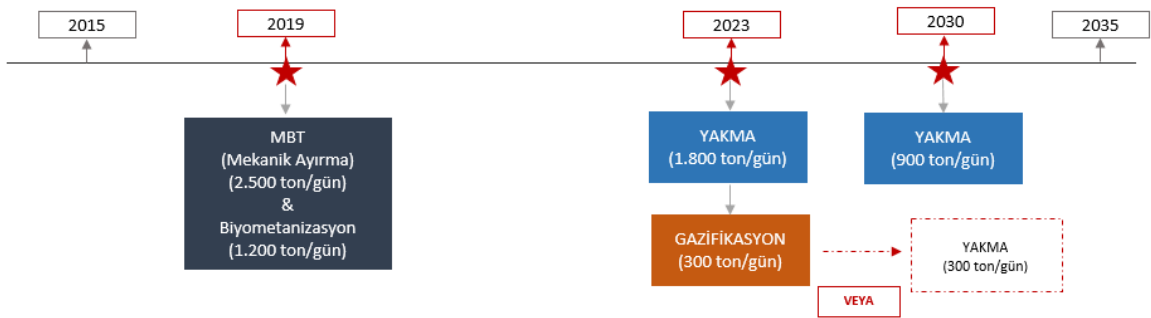
Tablo 9-14 Atık geri kazanım ve bertaraf sistemleri

Tesis Adı	Tesis Sayısı	İşletmeye Alınma Tarihi	Kapasite	DDT için Gerekli Kümülatif Hacim (m ³)
MBT (Ayrıştırma + Biyokurutma)	1	2018	2.500 ton/gün	1.900.000 (2016-2018)
Gazifikasyon/ Yakma	1	2023	600 ton/gün	4.200.000 (ton/yıl) (2016-2023)
Yakma	1	2023 2030	2000 ton/gün 1000 ton/gün	7.500.000 (ton/yıl) (2016-2030)

Bu senaryoya göre, düzenli depolama metodu ile bertaraf edilecek toplam atık miktarı 2030 yılına kadar yaklaşık 6,3 milyon ton; **2035 yılına kadar** yaklaşık 8,7 milyon ton olarak hesaplanmıştır. **İhtiyaç duyulacak düzenli depolama hacminin; 2030 yılına kadar 7,5 milyon m³, 2035 yılına kadar ise yaklaşık 10,2 milyon m³** olması beklenmektedir. Ortalama çöp yüksekliği 40 m olarak hesaplandığında DDT için 25 ha alana ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Sürdürülebilir uyum senaryosu alternatif 1-b ile proje başlangıcından itibaren 20 yılsonunda düzenli depolanan toplam atık miktarında, mevcut durum senaryosuna göre %70'lik bir azaltım sağlanacaktır.

Alternatif-2:

Bu senaryoda, MBT (Mekanik ayırma – Biyometanizasyon – ATY) + Termal bertaraf (Yakma ve Gazifikasyon) yapılması öngörülmüştür. 2035 yılı sonuna kadar azaltımı yapılması gereken karışık belediye atığının yönetimi 3 aşamalı planlanmıştır. Gazifikasyon tesisi yerine yakma tesisi kapasitesi 300 ton artırılabilir (Şekil 9-11).

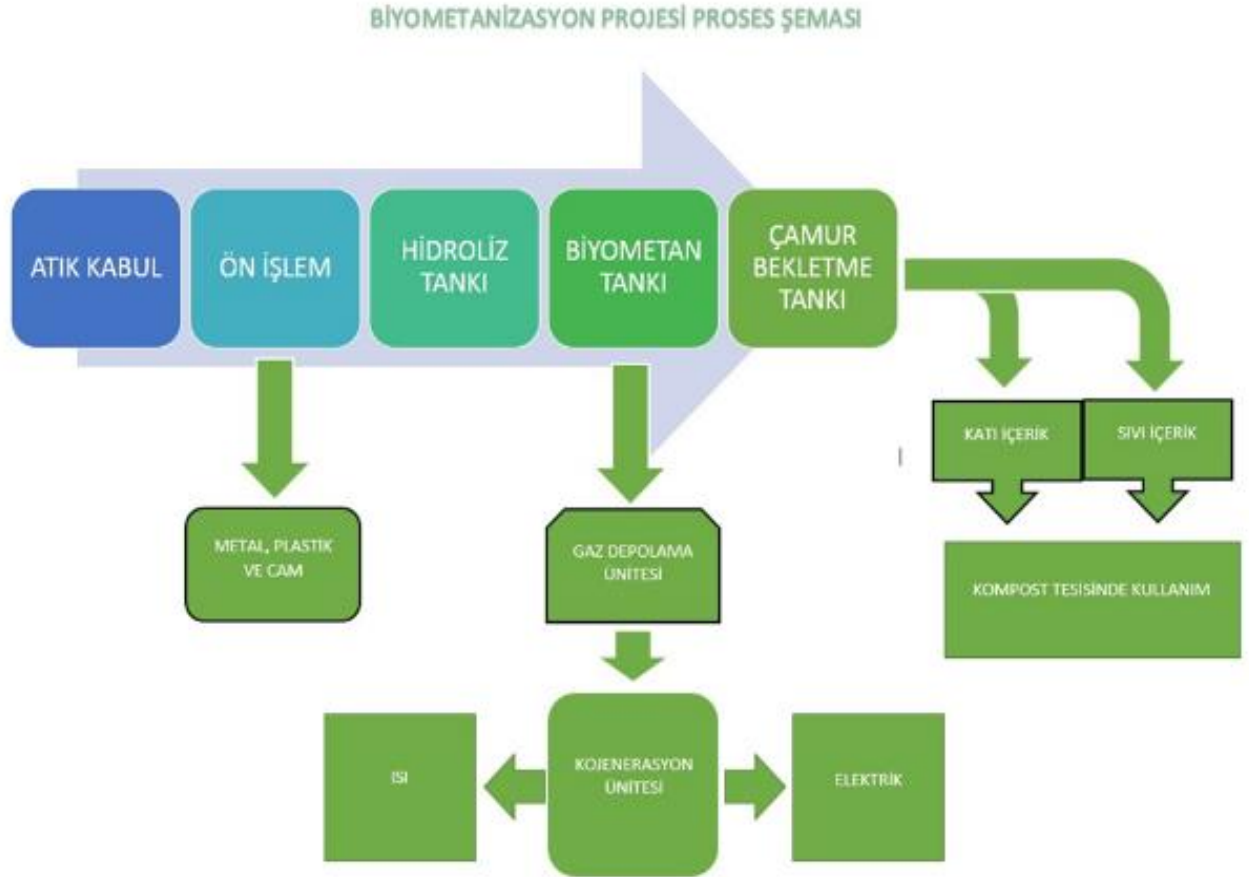


Şekil 9-11 Kurulması öngörülen tesisler ve kapasiteleri

★ Tesislerin işletmeye alınma yılları

Karışık olarak toplanan belediye atıkları MBT'ye yönlendirilecek olup 70 mm elek üzeri malzeme ayrıştırılarak atık türüne göre geri dönüşüme ve Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) tesisine; geri kalan inert kısım ise düzenli depolama sahasına gönderilecektir. 70 mm elek altı malzeme ise biyometanizasyon tesisine yönlendirilecektir. Biyometanizasyon tesis kapasitesi 1.200 ton/gün olarak hesaplanmış olup

tesis 8 adet fermentasyon tankından oluşacaktır. Üretilen Biyogazın, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunu” kapsamında elektrik enerjisine dönüştürülüp şebekeye verilmesi en uygun tercihtir. Teşvik mekanizmasının sonlandırılması durumunda gaz saflaştırılması yapılarak doğal gaz hattına verilmesi ve araçlarda kullanılması alternatifleri tavsiye edilmektedir. Çıkan fermente katı atık ise 3 haftalık bir proses sonrasında kompostlaştırılarak toprak iyileştirici olarak kullanılacaktır. Şekil 9-12’de biyometanizasyon proses akış şeması verilmiştir. Şekil 9-13’te tesislerin senede 320 gün işletildiği varsayılarak, tesis kapasiteleri hesaplanmıştır.



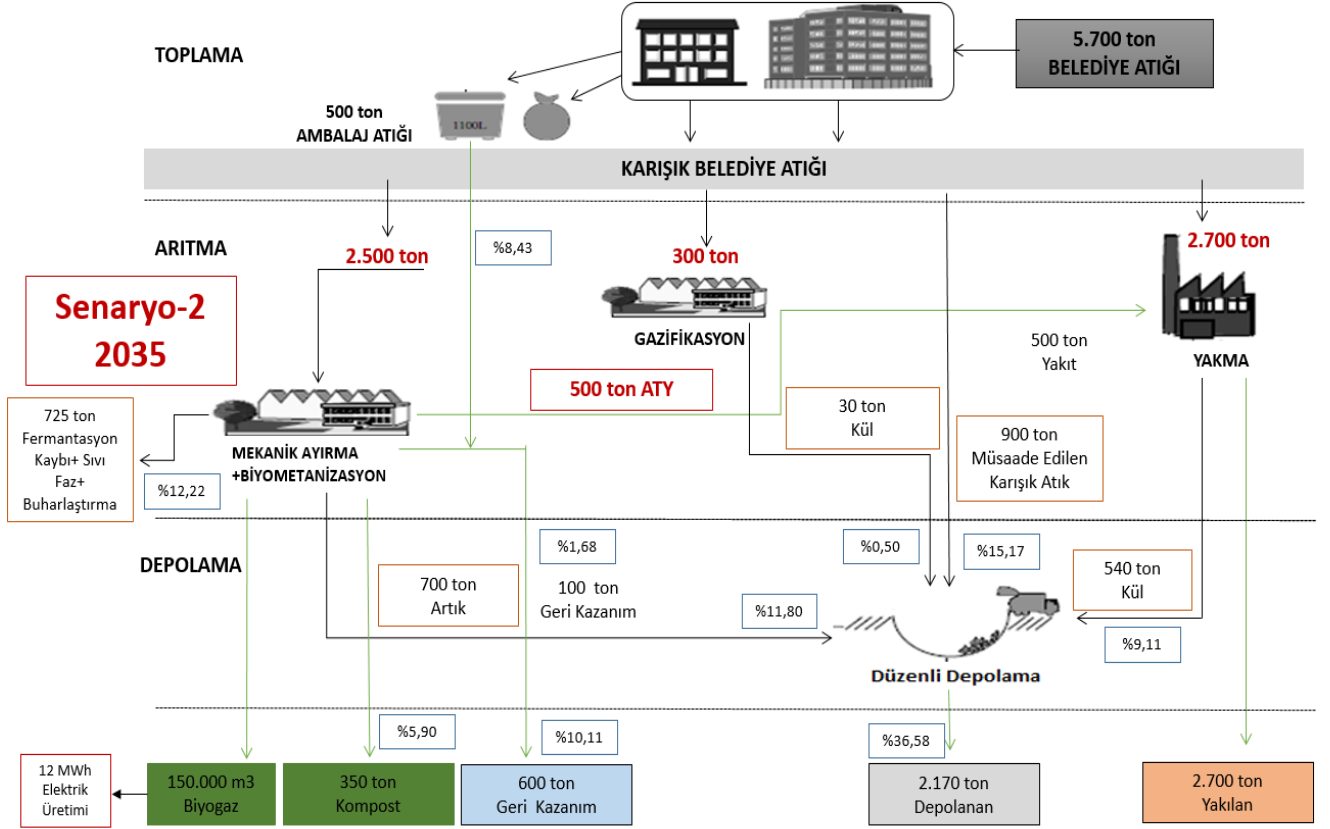
Şekil 9-12 Biyometanizasyon proses akış şeması (İSTAÇ A.Ş.)

Atık kumbaraları ve atık getirme merkezleri aracılığıyla ambalaj atıklarından bir ölçüde ayrılmış ve MBT'ye yönlendirilen atıklar dışında kalan ve düzenli depoma alanına kabul edilmeyen atıklar için 2.700 ton/gün kapasiteli yakma tesisi (3 hatlı) ve 300 ton/gün kapasiteli gazifikasyon tesisi yatırımı yapılacaktır. Yakma tesisinin 2 hattı gazifikasyon tesisi ile birlikte 2023 yılında, 900 ton/gün kapasiteli 3. hattı ise 2030 yılında devreye alınacaktır. Aynı zamanda ATY ünitesinden çıkan üründe yakma tesislerine yönlendirilecektir. Gazifikasyon tesisine gönderilmesi planlanan karışık belediye atığı ön işlemden geçirilecektir. Gazifikasyon tesisi yerine yakma tesisi kapasitesi 300 ton artırılabilir.

Sürdürülebilir uyum senaryosu 2'nin özeti Tablo 9-15'de, şematik gösterimi Şekil 9-13'te verilmiştir. Şekil 9-13'te tesislerin senede 320 gün işletildiği varsayılarak, tesis kapasiteleri hesaplanmıştır.

Tablo 9-15 Atık yönetim sistemi sürdürülebilir uyum senaryosu 2 özeti

Katı Atık Yönetim Sisteminin Bileşenleri	Bileşen Özellikleri
Kaynağında Ayırma	<ul style="list-style-type: none"> Mevcut durumda devam eden ikili toplama sisteminin planlı şekilde sürdürülmesi Ambalaj atığının kaynağında ayrı toplanması için gerekli sistemlerin kurulması 2016 yılında Bursa ilinin tamamının ayrı toplamaya (ikili toplama sistemi) geçmesi 2016 yılından itibaren belediyelerde Atık Kumbaralarının yerleştirilmesi ve Atık Getirme Merkezlerinin kurulması
Geri Dönüşüm/Geri Kazanım	<ul style="list-style-type: none"> İlk aşamada, yapılması planlanan aktarma istasyonlarına Atık Getirme Merkezlerinin kurulması Mahalle statüsüne kavuşan uzak köylerde atık toplama merkezlerinin kurulumu 2 yıl (2018) süre ile ötelenmesi
MBT (Ayıklama+Biyometanizasyon+ATY)	<ul style="list-style-type: none"> 2019 yılında 2.500 ton/gün kapasiteli MBT tesisinin faaliyete alınması Karışık belediye atıklarının düzenli depolama sahasına kabul edilmeyecek miktarının MBT'ye gönderilmesi MBT tesisine kabul edilen karışık atıkların içinden geri kazanılabilir atıklarının ayrıştırılması 2019 yılına 1.200 ton/gün kapasiteli biyometanizasyon tesisinin faaliyet alınması Biyometanizasyon prosesinden biyogaz eldesi Biyometanizasyon ünitesinden çıkan fermente atığın toprak iyileştiricisi olarak kullanılması 2023 yılında ATY ünitesi ürününün yakma tesisine gönderilmesi Ayrıştırılan inert atıkların Düzenli Depolama alanına gönderilmesi
Termal Bertaraf (Yakma-Gazifikasyon Tesisi)	<ul style="list-style-type: none"> 2023 yılında 1.800 ton/gün kapasiteli yakma ve 300 ton/gün kapasiteli gazifikasyon tesislerinin faaliyete alınması 2030 yılında 900 ton/gün kapasiteli ilave yakma tesisi hattının faaliyet alınması Tesise gelen atıkların yakılarak hacimce yaklaşık % 80 oranında azaltılması (depolama sahasına yönlendirilecek atığın %80 azaltılması)
Nihai Bertaraf	<ul style="list-style-type: none"> Mevcut düzenli depolama sahaslarının kullanımı Yeni düzenli depolama sahasının açılması



Şekil 9-13 Kurulması öngörülen tesisler, kapasiteleri ve kütle dengesi

Mevzuatlara uyumlu atık yönetim sistemi bileşenlerinin tesis sayısı ve 2035 yılına kadar nihai kapasiteleri Tablo 9-16'da verilmiştir.

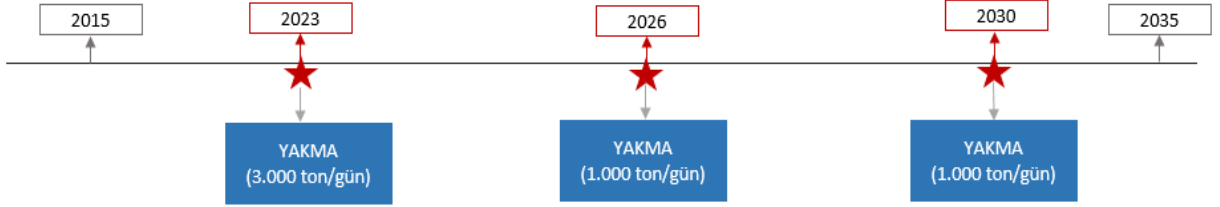
Tablo 9-16 Atık geri kazanım ve bertaraf sistemleri

Tesis Adı	Tesis Sayısı	İşletmeye Alınma Tarihi	Kapasite	DDT için Gerekli Kümülatif Hacim (m ³)
Mekanik Ayırma	1	2019	2.500 ton/gün	3.700.000 (2016-2018)
Biyometanizasyon	1	2019	1.200 ton/gün	
Gazifikasyon/Yakma	1	2023	300 ton/gün	7.000.000 (2016-2023)
Yakma	1	2023 2030	1.800 ton/gün 900 ton/gün	11.100.000 (2016-2030)

Bu senaryoya göre düzenli depolama metodu ile bertaraf edilecek toplam atık miktarı 2030 yılına kadar yaklaşık 9,4 milyon ton; **2035 yılına kadar** yaklaşık 12,3 milyon ton olarak hesaplanmıştır. **İhtiyaç duyulacak düzenli depolama hacminin; 2030 yılına kadar 11 milyon m³, 2035 yılına kadar ise yaklaşık 14,5 milyon m³** olması beklenmektedir. Ortalama çöp yüksekliği 40 m olarak hesaplandığında DDT için 36 ha alana ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Sürdürülebilir uyum senaryosu alternatif-2 ile proje başlangıcından itibaren 20 yılsonunda düzenli depolanan toplam atık miktarında, mevcut durum senaryosuna göre yaklaşık % 55'lik bir azalma sağlanmaktadır.

Alternatif-3:

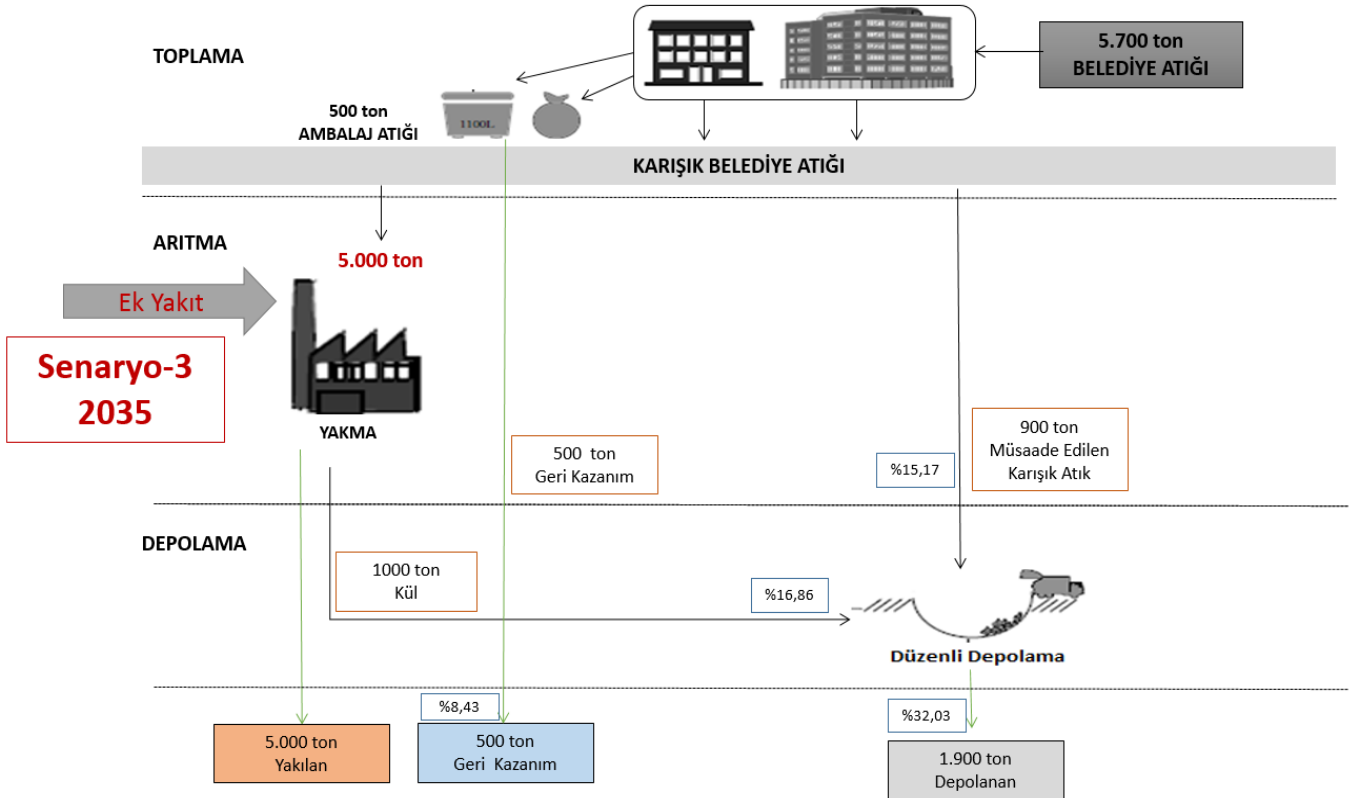
Bu senaryoda, sadece Termal Bertaraf (Yakma) yöntemi kullanılmıştır. Karışık olarak toplanan belediye atıkları doğrudan toplamda 5.000 ton/gün kapasiteli yakma tesisine yönlendirilecektir. 2023 yılında 3000 ton/gün kapasiteli yakma tesisi işletmeye alınacak olup 2026 ve 2030 yıllarında ise 1000 ton/gün kapasiteli ilave yakma hatları devreye alınacaktır (Şekil 9-14).



Şekil 9-14 Kurulması öngörülen tesisler ve kapasiteleri

★ Tesislerin işletmeye alınma yılları

2035 yılı sonuna kadar toplamda 5.000 ton/gün kapasiteli yakma tesisi, azaltım yapılması gereken BBA miktarını rahat şekilde karşılayacaktır (Şekil 9-15). Şekil 9-15'te tesislerin senede 320 gün işletildiği varsayılarak, tesis kapasiteleri hesaplanmıştır.



Şekil 9-15 Kurulması öngörülen tesisler, kapasiteleri ve kütle dengesi

Sürdürülebilir uyum senaryosu 3'ün özeti Tablo 9-17'de verilmiştir.

Tablo 9-17 Atık yönetim sistemi sürdürülebilir uyum senaryosu 3 özeti

Katı Atık Yönetim Sisteminin Bileşenleri	Bileşen Özellikleri
Kaynağında Ayırma	<ul style="list-style-type: none"> Mevcut durumda devam eden ikili toplama sisteminin planlı şekilde sürdürülmesi Ambalaj atığının kaynağında ayrı toplanması için gerekli sistemlerin kurulması 2016 yılında Bursa ilinin tamamının ayrı toplamaya (ikili toplama sistemi) geçmesi 2016 yılından itibaren belediyelerde Atık Kumbaralarının yerleştirilmesi ve Atık Getirme Merkezlerinin kurulması
Geri Dönüşüm/Geri Kazanım	<ul style="list-style-type: none"> İlk aşamada, yapılması planlanan aktarma istasyonlarına Atık Getirme Merkezlerinin kurulması Mahalle statüsüne kavuşan uzak köylerde atık toplama merkezlerinin kurulumu 2 yıl (2018) süre ile ötelenmesi
Termal Bertaraf (Yakma)	<ul style="list-style-type: none"> 2023 yılında 3.000 ton/gün kapasiteli yakma tesisinin işletmeye alınması 2026 ve 2030 yıllarında 1.000 ton/gün kapasiteli yakma tesisi ilave kapasite artırımının yapılması Tesise gelen atıkların yakılarak hacimce yaklaşık % 80 oranında azaltılması, (depolama sahasına yönlendirilecek atığın %80 azaltılması)
Nihai Bertaraf	<ul style="list-style-type: none"> Mevcut düzenli depolama sahalarının kullanımı Yeni düzenli depolama sahalarının açılması

Mevzuatlara uyumlu atık yönetim sistemi bileşenlerinin tesis sayısı ve 2035 yılına kadar nihai kapasiteleri Tablo 9-18'de verilmiştir. Tesis kapasiteleri yatırım planlanmasına göre senaryoda verilen atık miktarına bağlı olarak artırılabilir kapasitede inşa edilebilir.

Tablo 9-18 Atık geri kazanım ve bertaraf sistemleri

Tesis Adı	Tesis Sayısı	İşletmeye Alınma Tarihi	Kapasite	DDT için Gerekli Kümülatif Hacim (m ³)
Yakma	1	2023	3.000 ton/gün	9.900.000
		2026	1.000 ton/gün	(2016-2023) 11.700.000
		2030	1.000 ton/gün	(2016-2026) 13.800.000 (2016-2030)

Bu senaryoya göre; düzenli depolama metodu ile bertaraf edilecek toplam atık miktarı 2030 yılına kadar yaklaşık 11,7 milyon ton; **2035 yılına kadar** düzenli depolama metodu ile bertaraf edilecek toplam atık miktarı 14,2 milyon ton olarak hesaplanmıştır. **İhtiyaç duyulacak düzenli depolama hacminin; 2030 yılına kadar 14 milyon m³, 2035 yılına kadar ise yaklaşık 16,5 milyon m³** olması beklenmektedir. Ortalama çöp yüksekliği 40 m olarak hesaplandığında, DDT için 42 ha alana ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Sürdürülebilir uyum senaryosu alternatif 3 ile proje başlangıcından itibaren 20 yılsonunda düzenli depolanan toplam atık miktarında, mevcut durum senaryosuna göre yaklaşık %50 oranında bir azalma sağlanmaktadır.

9.2.3 Uygun Sürdürülebilir Atık Yönetim Senaryosunun Seçimi

Belediye atığı içerisindeki ambalaj atıklarının ve organik atıkların ayrıştırılması ve işlenmesi düşünülen sistemler aşağıda belirtilmektedir.

Atık Ayrıştırma

- Atıkların kaynağında ayrı toplanması
- Ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı Toplama Ayırma Tesislerinde ayrıştırılması
- Ayrı toplanan biyobozunur atıkların biyolojik proses tesislerine (kompost, biyometanizasyon) gönderilmesi
- Karışık toplanan atıkların MBT (Mekanik Biyolojik Aritma) ya da termal tesise gönderilmesi

Atık İşleme

- Biyokurutma ve ATY (Atıktan Türetilmiş Yakıt) gibi çeşitli ek yakıt ürünlerinin eldesi
- Atıkların oksijensiz ortamda metan gazına dönüştürülerek elektrik üretimi ve geriye kalan kısmın zenginleştirilmiş gübre kaynağı olarak kullanılması
- Enerji eldesi

Bu süreç alternatif değerlendirme sürecinin teknik ve mali aşamalarını yansıtmakta olup, tüm alternatif senaryolara puanlama sistemi yapıldıktan sonra uygun olan entegre katı atık yönetimi senaryosunun seçimini içermektedir.

Değerlendirmenin birinci aşamasını başlıca faktörleri şunlardır:

- Yasal gerekliliklerin sağlanması;
- Satın alma gücünün değerlendirilmesi;

Senaryoların yönetmelik, yatırım maliyeti, işletme maliyeti, çevresel faktörler ve riskler Tablo 9-19 ve Tablo 9-19 'da verilmiştir. Puanlamada "1" en yüksek (en uygun), "4" en düşük puanı göstermektedir.

Tablo 9-19 Atık işleme yöntemleri birinci aşama çok kriterli değerlendirilmesi

Durum	Yöntem	Yönetmelik Azaltım Hedefi ile Uyumlu mu?	Yatırım Maliyeti ve İşletme ve Bakım Giderleri	Çevre Korunması Göz Önüne Alınıyor mu?	Riskler	Puanlama
Mevcut Durum	Sadece Düzenli Depolama	Hayır	Düşük	Kısmen Uygun	<ul style="list-style-type: none"> - Biyobozunur atıkların düzenli depolama sahasına gönderilmesi - Kullanılabilir alanların kısıtlı olması 	4
Alternatif 1a-b	MBT (Geri Kazanım ve Biyokurutma (SRF yönlendirme) + Gazifikasyon/Yakma + Yakma + DDT	Evet	Yüksek	Evet	MBT: <ul style="list-style-type: none"> - SRF ürününün piyasasının kısıtlı olması Yakma: <ul style="list-style-type: none"> - Yüksek kalorifik değerli atığın bulunamaması 	1
Alternatif 2	MBT (Mekanik Ayırma) + Biyometanizasyon + Yakma + Gazifikasyon/Yakma + DDT	Evet	Çok Yüksek	Evet	Biyometanizasyon: <ul style="list-style-type: none"> - Biyolojik proses işletme sıkıntısı - İstenen kalitede atığın kaynağında ayrı toplanmasında sıkıntılar yaşanması Yakma: <ul style="list-style-type: none"> - Yüksek kalorifik değerli atığın bulunamaması - Kalifiye teknik personelin bulunamaması 	2
Alternatif 3	Yakma + DDT	Evet	Çok Yüksek	Evet	<ul style="list-style-type: none"> - Yüksek kalorifik değerli atığın bulunamaması - Kalifiye teknik personelin bulunamaması - Ek yakıt gereksinimi 	3

Tablo 9-20 Atık yönetim senaryoları maliyet kıyaslamaları

Senaryolar	Yöntem	Yatırım Maliyeti*	İşletme Maliyeti*	Puanlama
Mevcut Durum	Düzenli Depolama (DDT)	10 Milyon Euro	2 Euro/Ton	--
Alternatif 1-a	MBT (2.500 ton/gün) + Yakma (Izgaralı Sistem) (3.000 ton/gün) + DDT	35-45 Milyon Euro + 400-500 Milyon Euro + 3 Milyon Euro	15-25 Euro / Ton + 30-40 Euro / Ton + 2 Euro/Ton	1
Alternatif 1-b	MBT (2.500 ton/gün) + Yakma (Izgaralı Sistem) (3.000 ton/gün) + Gazifikasyon/Yakma (600 ton/gün) + DDT	35-45 Milyon Euro + 400-500 Milyon Euro + 100-150 Milyon Euro + 3 Milyon Euro	15-25 Euro / Ton + 30-40 Euro / Ton + 45-55 Euro / Ton + 2 Euro/Ton	2
Alternatif 2	MBT (2.500 ton/gün) + Yakma (Izgaralı Sistem) (2.700 ton/gün) + Gazifikasyon/Yakma (300 ton/gün) + DDT	120-160 Milyon Euro + 400-500 Milyon Euro + 90-120 Milyon Euro + 4,5 Milyon Euro	25-30 Euro / Ton + 30-40 Euro / Ton + 45-55 Euro / Ton + 2 Euro/Ton	3
Alternatif 3	Yakma (Izgaralı Sistem) (5.000 ton/gün) + DDT	650-801 Milyon Euro + 5 Milyon Euro	30-40 Euro / Ton + 2 Euro/Ton	4

* Yatırım ve işletme Maliyetleri yaklaşık olarak verilmiş olup gerçek maliyetler fizibilite raporları ile hesaplanmalıdır. DDT yatırım ve işletme (sızıntı suyu arıtma hariç) birim maliyetleri Bursa Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilmiştir. Birim maliyetler Türkiye ortalamasının oldukça altındadır.

Yasal uygunluk, çevre, işletme karmaşıklığı, enerji ihtiyaçları, istihdam, kabul edilebilirlik kriterlerine ve yatırım-işletme maliyetlerine göre yapılan değerlendirmede en uygun entegre katı atık yönetim senaryosunun "Alternatif 1-a" olduğu görülmektedir.

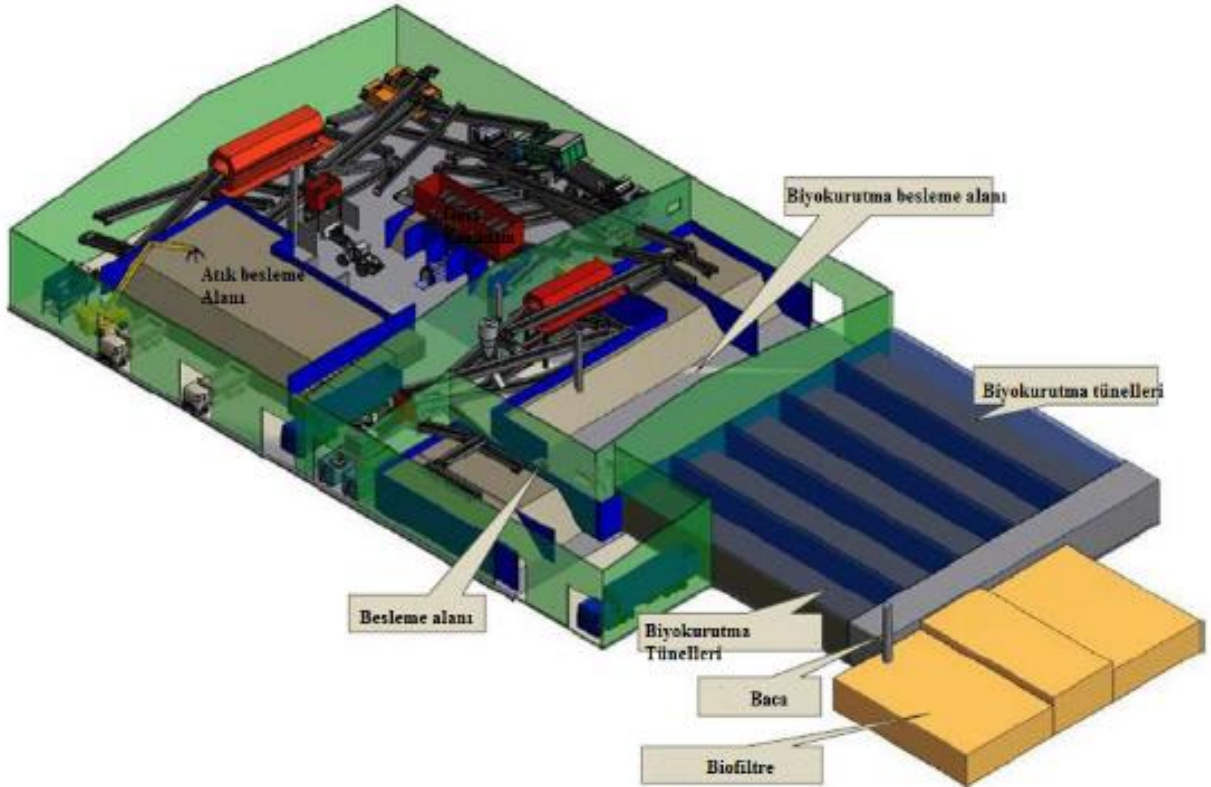
Atık işleme ve bertaraf teknolojileri Bölüm 10'da verilmiştir.

10 ATIK İŞLEME VE BERTARAF YÖNTEMLERİ

Belediye atığı içerisinde bulunan organik kısmın işlenmesi için seçilen sistemler aşağıda belirtilmiştir. Atıkların; tekrar kullanım, geri dönüşüm, kompostlaştırma, enerji elde edilmesi gibi yöntemlerle geri kazanılması, hem ekonomik değeri olan maddelerin ekonomiye yeniden girdi olarak üretim maliyetlerinde, hem de atık miktarının azaltılması suretiyle atık bertaraf maliyetlerinde önemli bir tasarruf sağlar.

10.1 Mekanik Biyolojik Arıtım

MBT, atıkların mekanik ve biyolojik ayrışmasını içeren bir prosestir. MBT prosesleri atıkların düzenli depolanmasının çevresel etkilerini azaltmak için geliştirilmiştir. MBT, Maddesel Geri Kazanım Tesisleri (MGT), Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY), ön ayırma, kompostlaştırma (havalı arıtma) ve biyogaz üretim tesisleri (havasız arıtma) gibi proseslerin entegrasyonu ile oluşturulmaktadır. MBT hem karışık atıklar hem de kaynağında ayrılmış atıklar için uygulanabilmektedir. Öncelikli olarak, MBT tesislerinin amacı karışık atık içerisinde geri dönüştürülebilir maddelerin geri kazanılmasıdır. Biyolojik arıtma ile geriye kalan atığın bertarafı ve arazi uygulamaları esnasında çevreye olan etkisinin azaltılması ikincil hedefidir. Biyolojik arıtma sonrası atıkların düzenli depolamaya gönderilmesi halinde burada oluşabilecek metan ve sızıntı suyu emisyonları önemli oranda azaltılmış olacaktır²⁴.



Şekil 10-1 MBT Tesisi (Biyokurutma)

Atığın Hazırlanması

Biyolojik arıtım ve mekanik ayrışmanın gerçekleşebilmesi için atıkların süreç öncesinde hazırlanması gerekmektedir. Kaba materyallerin, proses öncesinde ayrıştırılması uzun ömürlü ekipman kullanımı için gerekmektedir. Materyaller hangi amaç için ayrılmak isteniyor ise, bunun için daha gelişmiş mekanik teknikler kullanılabilir²⁴.

Atığın Ayrılması

İşleme girecek materyallerin ayrıştırılması biyolojik arıtma sürecinden önce veya sonra olabilir. Atığın ayrıştırılması MBT prosesinin biyolojik arıtma, ATY üreterek enerji geri kazanımı, geri dönüşüm gibi farklı kullanımlara uygun materyallerin ayrılmasına olanak sağlar. Atıkların boyut ve şekil farklılıkları, yoğunluk, ağırlık, manyetik ve elektriksel iletkenlik özelliklerine göre farklı ayırma teknikleri kullanılır²⁴.

Biyolojik Arıtma

Mekanik ayrışmadan sonra öncelikli olarak biyolojik süreç gelmektedir. Bazı proseslerde atıklar düzenli depolamada stabilize çıktı elde etmek için biyolojik olarak ayrıştırılır ve mekanik ayrıştırma gerektirmez. Özetle, MBT sistemleri iki şekildedir: atıkların ayrıştırılma sonrası işlenmesi ya da işlemten sonra ayrıştırılmasıdır²⁴.

Seçenekler	Biyolojik Arıtma
I	Aerobik – Biyokurutma / Biyostabilizasyon
II	Aerobik – Kompostlaştırma
III	Anaerobik Çürütme

Materyallerin Geri Dönüşümü

MBT proseslerinden kazanılan geri dönüştürülebilir malzemeler kaynağında ayrıştırma yaparak kazanılan geri dönüşüm malzemelerine oranla daha düşük kalitede olmaktadır. MBT proseslerinde genellikle metaller geri kazanılmaktadır. Metal dışında cam, tekstil, kağıt/karton ve plastikler de ayrıştırılır. Balistik seperatör ya da hava ayrıştırıcısı kullanılarak kaliteli materyal çıktısı için yoğunluk fraksiyonuna bağlı maddelerin ayrıştırılması yapılır²⁴.

Kompost Üretimi

Organik maddeler, biyostabilizasyon, kompostlaştırma ve anaerobik çürütme sonrasında komposta dönüşür. Ürünlerin potansiyel uygulamaları, kalitelerine, yasal ve piyasa durumlarına bağlıdır. Oluşan ürün, toprak kalitesini arttırmak için organik madde kaynağı olarak kullanılma potansiyeline sahiptir²⁴.

Biyogaz Üretimi

Anaerobik çürütücü içeren MBT tesislerinde biyolojik prosese bağlı biyogaz üretimi gerçekleşmektedir. Çürütme işlemi sırasında, biyo-bozunur atıklar metan, karbon dioksit (biyogaz) ve suya dönüşür. Oksijen eksikliğinde gerçekleşen mikrobiyal fermantasyon sonucunda oluşan ıslak organik karışıma çürütücüde oluşan ürün denilmektedir. Biyogaz doğal gaz alternatifi veya araçlarda ve motorlarda kullanılmak üzere yakıtı çevrimi gibi birçok uygulamada kullanılabilir. En yaygın kullanım şekli sıcak su ve buhar üretiminde ya da kojenerasyon uygulamaları ile elektrik ve ısı üretiminde kullanılmasıdır²⁴.

Bir ton atık başına biyogaz elektrik üretimi giren atık bileşimine, biyogaz üretim oranına, elektrik üretimini sağlayacak ekipmana bağlı olarak 75 ile 225 kW/sa arasında değişmektedir. Çoğu basit enerji üretim uygulamalarında, az oranda biyogaz ön arıtımı gerekmektedir²⁴.

Üretilen elektriğin bir kısmı anaerobik çürütücüde kullanılır. Fazla elektrik ise şehir şebekesine verilir²⁴.

10.1.1 Örnek Tesisler

Avrupa çapında 330'u aşkın MBT tesisi bulunmaktadır. İngiltere'de yer alan bazı tesislere ait bilgiler Tablo 10-1 'de verilmektedir²⁴.

Tablo 10-1 İngiltere'de işletilen MBT tesis bilgileri

Yer	İşleten Firma	Tesis Detayı
Waterbeach, Cambridgeshire	AmeyCespa	179.000 ton/yıl Maliyet: 41.5 milyon £
Leicester	Biffa	100.000 ton/yıl Anaerobik çürütme teknolojisi kullanılmakta
Cotesbach, Leicestershire	New Earth Solutions	50.000 ton/yıl Biyo-stabilizasyon ile işletilmekte
Frog Island & Jenkins Lane, East London	Shanks	2 x 180.000 ton/yıl Biyo-kurutma ile işletilmekte
Farington, Lancashire	Global Renewables	170.000 ton/yıl (toplam 305.000 ton/yıl) Mekanik ayrışma sonrası kompostlaştırma ve anaerobik çürütme beraber kullanılmakta
Bredbury Parkway, Stockport & Reliance Street, Manchester	Viridor Laing	2 x 100.000 ton/yıl Anaerobik çürütme teknolojisi kullanılmakta
Southwark	Veolia	87.500 ton/yıl Biyo-kurutma ile işletilmekte

New Earth Solutions, Avonmouth

Eylül 2011 tarihinde işletmeye alınan tesis, New Earth'ün beşinci ve en büyük tesisidir. 200.000 ton/yıl



kapasiteli tesise, öncelikle evsel atıklar daha sonra benzer kompozisyona sahip endüstriyel atıklar gönderilmiştir. Tesiste metal ve plastikler ayrılmakta, organik atıklar ise aerobik proses ile (biyostabilizasyon) işlenmektedir. Atık fraksiyonunda geri dönüştürülebilir malzeme yok ise ATY (atıktan türetilmiş yakıt) üretilmekte ve gemi yolu ile Avrupa'ya gönderilmektedir. Tesiste, 13 MW elektrik üretimi kapasitesine sahip enerji geri kazanım tesisi planlanmıştır. Tesiste üretilen elektrik enerjisi Bristol bölgesindeki 25.000 hanenin ihtiyacını karşılayacak kadardır.

Veolia, Southwark

Maliyeti 60 milyon £ ve maksimum kapasitesi 200.000 ton/yıl olan tesis şehir içinde



konumlandırılmıştır. Tesis içinde materyal geri kazanım tesisi (MGT) bulunmaktadır. MBT tesisinin yıllık kapasitesi 87.500 ton ve MGT tesisinin yıllık kapasitesi ise 85.000 tondur.

MBT tesisinde, karışık atıklar boyutlarına göre sınıflandırılmaktadır. Tünellerde 8-12 gün kompostlaştırmadan (her biri 350 ton kapasiteli) önce geri dönüştürülebilir atıklar ayrıştırılmaktadır. Üretilen SRF ise tesis yakınında bulunan yakma tesisinde gönderilmektedir.

Viridor-Laing / Greater Manchester Waste Disposal Authority, Reliance Street

Tesis, yılda 100.000 ton atık işleme kapasitesine sahiptir. Tesiste, mekanik ayrıştırma ve ıslak anaerobik çürütme yapılmaktadır. Anaerobik çürütme prosesinde atıklar 25 gün bekletilmektedir. Çürütücüde kalan ıslak kısım susuzlaştırılıp kurutulduktan sonra SRF/ATY üretilmektedir.

Tablo 10-2'de örnek bazı MBT tesislerinin kapasite ve alanları verilmiştir.

Tablo 10-2 MBT tesis kapasite ve alanları

Tesis	Kapasite (ton/yıl)	İnşaat Alanı (m ²)	Toplam Alan (m ²)
Bredbury Park Way, Stockport	135.000	5.928	89.000
Reliance Street, Manchester	100.000	5.913	38.000
Farington, Lancashire	305.000	-	146.000
Thornton, Lancashire	225.000	-	170.000
Southwark	87.500 (diğer tesislerle beraber 200.000)	16.200 (diğer tesislerle beraber 27.130)	56.000
Waterbeach, Cambridgeshire	110.000	17.750	30.000

10.1.2 Yüksek Kapasiteli Örnek Tesisler

Sofya MBT, Bulgaristan

Tesis, Sadinata bölgesinde 410.000 ton/yıl kapasiteye sahiptir. Senede 310 gün işletilen tesis, sırasıyla mekanik/manuel ayrıştırma, organik atıkların biyolojik arıtımı ve ATY üretim ünitelerinden oluşmaktadır²⁵.

	Miktar (ton/yıl)
ATY yakıt üretimi	154.000
Arıtmadan sonra düzenli depolanacak atık	114.000
Kompost benzeri ürün	69.000
Geri dönüştürülebilir atık:	14.000
Metal	5.000
Plastik	6.000
Kağıt	3.000
Fermantasyon süresince su ve karbon kaybı	20%
Olgunlaşma süresince su ve karbon kaybı	15%

Woodlawn MBT, Avustralya

Yılda 400.000 ton biyobozunur atık işleme kapasitesine sahip tesis, ihtiyaç duyulması halinde 100.000 ton/yıl kapasite artırımı yapılacak şekilde inşa edilmiştir. Atıktaki organik kısmın efektif olarak ayrışabildiği ve üründe kaliteli kompostun oluşmasını sağlayan döner tambur teknolojisi kullanılmaktadır. İleri teknoloji olarak ise metallerin geri dönüşüme kazandırılması ve arıtılan organik kısmın tesisin bulunduğu maden sahasının rehabilitesinde kullanılmasıdır²⁶.

EMAK Ano Liosia, Yunanistan

400.000 ton/yıl maksimum kapasiteli 178.000 m² toplam alana kurulu 14 tesisten oluşan ve 2004 yılında işletmeye alınan Avrupa'nın en büyük MBT tesisidir. Günde 800 ton kentsel katı atık ve 50 ton yeşil atık işlenmektedir.

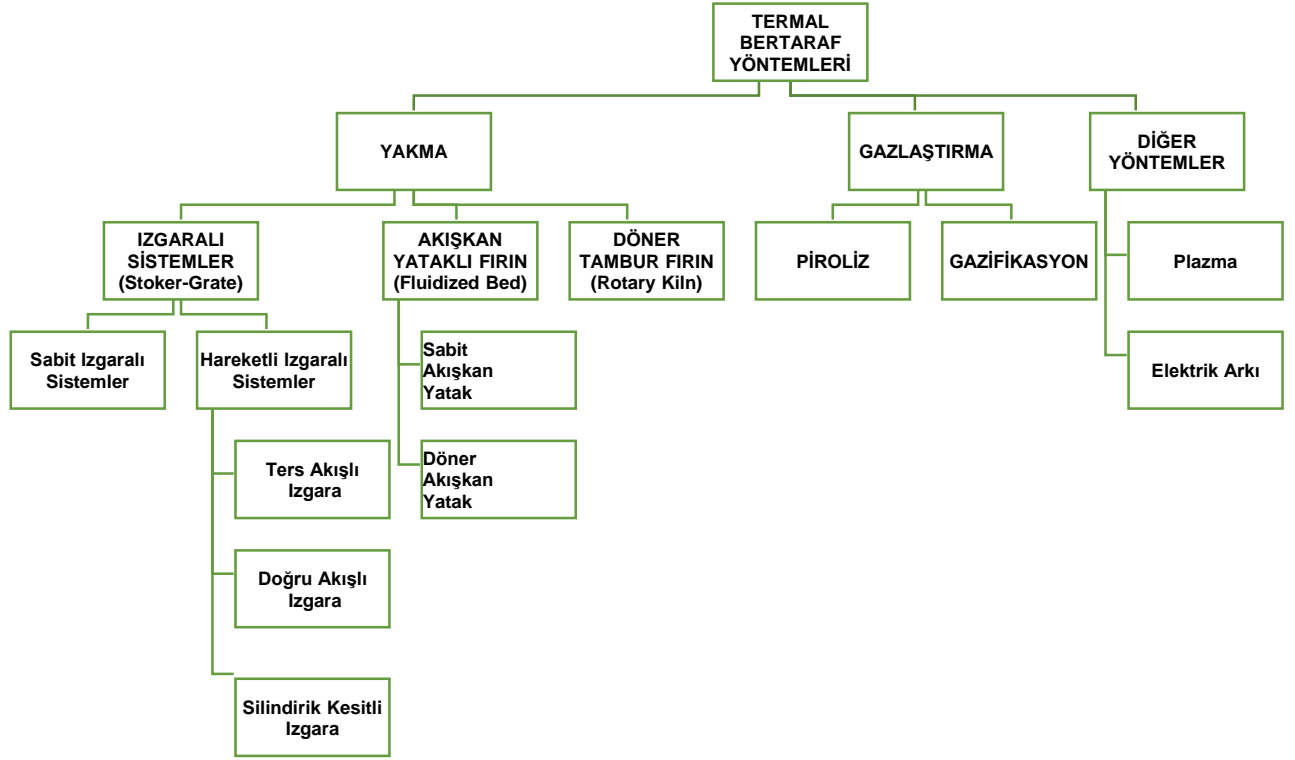
Tesis; kabul ünitesi, mekanik ayırma, kompostlaştırma, çevresel kirlilik kontrol ünitelerinden oluşmaktadır²⁷.

Giren malzeme	KKA	400.000 ton/yıl
	Dal – budak	40.000 ton/yıl
	Arıtma çamuru	85.000 ton/yıl
Çıkan malzeme	Demir içeren metaller	10.000 ton/yıl
	Alüminyum	1.500 ton/yıl
	Kompost	10.000 ton/yıl
	ATY	110.000 ton/yıl
	Atık	

10.2 Termal Bertaraf Yöntemleri

Atıklara uygulanan termal bertaraf yöntemleri atıkların yüksek sıcaklıkta enerji ve diğer yan ürünlere dönüştürülmesi işlemidir. Burada temel amaç, atığın hacminin ve miktarının azaltılmasıdır. Bu yöntem sayesinde, katı atıkların depolanması için ihtiyaç duyulan alan azaltılırken, atık içerisinde bulunan ve işlem sonucu ortaya çıkan ısı kullanılarak enerji geri kazanımı sağlanmaktadır. Atıkların bertaraf edilmesinde termal sistem olarak yakma (kütleli yakma, atıktan enerji üretim), piroliz ve gazifikasyon teknolojileri bulunmaktadır(Şekil 10-2). Başlıca amacı depolama ile uzaklaştırılacak atık miktarının

azaltılması olan yakma yöntemi ile katı atıklar hacimce % 80-90 ağırlık bakımından % 75-80 oranında azaltılabilmektedir. Proses sonucunda ısı enerjisi, inert gaz ve kül oluşur.



Şekil 10-2 Termal bertaraf yöntemleri

10.2.1 Kentsel Atık Yakma Teknolojileri

Yakma tesislerinin kurulması biyolojik olarak parçalanabilen atıkların düzenli depolama sahalarından uzaklaştırılmasına katkıda bulunur. Kentsel katı atıklar için kütleli yakma teknolojilerinden sabit izgaralı, hareketli izgaralı, döner fırın ve akışkan yataklı sistemler düşünülebilir. Tablo 10-3'te her bir sistemin avantaj ve dezavantajları verilmiştir.

Tablo 10-3 Yakma sistemlerinin avantaj ve dezavantajları

	AVANTAJLAR	DEZAVANTAJLAR
Izgaralı Sistemler (Grate, Stoker)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ön işleme gerek yoktur. ○ Yaygın kullanım ○ Değişik kompozisyona ve kalorifik değere sahip atıklar için uyarlanabilir ○ % 85'e varan termal verim değerleri elde edilebilir. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tehlikeli atıkların bertarafında kullanılamaz. ○ Bakım ve İYM yüksek

Akışkan Yataklı Sistemler (Fluidized Bed)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Değişik kompozisyona ve kalorifik değere sahip atıklar için uyarlanabilir. ○ %80' e varan termal verim değerleri elde edilebilir. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Atıklar ön işleme tabi tutulmalıdır. ○ Daha az kullanılan bir teknik olduğu için işletmede sorunlar yaşanabilir.
Döner Tambur Fırın (Rotary Kiln)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Daha basit bir tasarıma sahip olduğu için maliyeti daha düşüktür ○ Sıvı ve katı her tür atık için kullanılabilir ○ Ön işleme gerek yok ○ %90 termal verim 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Az yaygın ○ Maliyet bakımından oldukça yüksek ○ Daha az kullanılan bir teknik olduğu için işletmede sorunlar yaşanabilir

Sabit ızgaralı sistemde metal ızgara, kül çukurunun üzerine monte edilmiştir. Yakıt, yandaki girişten erişim sağlanarak ilave edilir. Bu sistemler, günümüzde istenilen emisyon kontrollerini karşılayamayan ve dolayısıyla da Atıktan Enerji Üretim (AEÜ) tesislerinde kullanımdan kaldırılan küçük fırınlarda kullanılmaktaydı.

AEÜ yakma teknolojisinde kullanılan en yaygın sistem, hareketli ızgara sistemidir. Hareketli ızgara sisteminde yanma oranı, yakıtın ısı değerlerine uygun olacak şekilde ayarlanabilmekte ve verimlilik artışı sağlanmaktadır. Atık veya yakıt, vinç aracılığıyla hazne içerisinden fırının üzerine yüklenir. ızgara hareket ettikçe atık yakıt yanar. ızgara üzerindeki kül artıkları, tabanındaki kül temizleme sisteminin külü, kül çukurlarına gönderilir. Baca gazında bulunan uçucu küller ise uçucu kül arıtma sistemi aracılığıyla bertaraf edilir.

Döner fırınlı yakma kazanında, atığın eksenine etrafındaki hareketine ait açıyla dönen bir tambur bulunur. Kül yanmayı sürdürür ve tamburun ucundaki ızgara aracılığıyla bertaraf edilir. Açık olan uçtan hava girişi sağlanır. Belediye atıklarına yönelik döner yakma fırınlarının bir ucunda genellikle yakma işlemine yardımcı olması açısından hareketli bir ızgara yer alır, ancak atığın yanıcı havayla karıştırılması zor olduğundan ve bunun da hava girişinin ızgara katmanından gerçekleştiği ızgaralı sistemde söz konusu olmadığından, tam bir yanma sağlanamaz. Tamburların boyutu, ünitelerin verimini kısıtlamaktadır ve döner fırınlar büyük çaplı verim elde etmeye elverişli değildir. Döner fırınlar artık günümüzdeki yeni belediye katı atık yakma tesislerinde kullanılmamakla birlikte, belirli türden tehlikeli atıkların yakılmasında halen kullanılmaktadırlar.

Akışkan Yataklı Yakma sistemlerinde (AYY), yatak üzerinde hareket eden hava akımının havada tuttuğu kum benzeri malzemeden oluşan ısıtılmış bir yatak bulunur. Atıklar akışkan yatağa yukarıdan aktarılır. Bu işlemde atıklar, yataktaki materyalin yakıt kaynağıyla temas etmesi sayesinde yüksek nem oranıyla etkili bir şekilde yakılır. Akışkan yataklı sistemlerde yakıtın kaynağı belirli bir partikül boyut aralığının elde edilmesini sağlayacak şekilde işlenmelidir. Sabit sıcaklıklar ve kararlı işletme süreci için homojen yakıtlara ihtiyaç duyulur. AYY sistemlerinin dezavantajlarında bir tanesi de akışkan yatak prosesi sonucu akışkan yatağın kendisinde bulunana partikülden dolayı oluşan yüksek miktardaki uçucu kül miktarıdır (kütlesel yakmadaki %2 oranına karşılık %6).



Şekil 10-4 Atık kabul ve depolama üniteleri örnekleri

Atık Boşaltma Peronu: Atıklar, nakliye araçlarından depolama haznesine bir boşaltma platformu üzerinden boşaltılır. Platformda atığın güvenli bir şekilde boşaltılmasını sağlamak için gerekli tüm önlemler alınmalıdır.

Vinç Sistemi: Atıklar, depolama haznesinden besleme ağzına bir köprü vinç kullanılmak suretiyle nakledilir. Vinç aynı zamanda hazne içindeki atığın karıştırılmasını da sağlar. Yakma fırınına beslenecek atığın miktarı ve besleme sıklığı, yakma sisteminin en uygun seviyede çalışmasını sağlayacak şekilde seçilmelidir. Vinç sistemi belli bir ağırlıktan fazla atığın yakma sistemine beslenmesini engelleyecek şekilde emniyet sistemine sahiptir. Vinç sistemi ileri-geri ve sol-sağ olmak üzere dört yönde hareket edebilir niteliktedir.

Atık Besleme Sistemi: Atıklar, ölçüm için atık bunkerinden atık besleme hunisine aktarılır (Şekil 10-5).

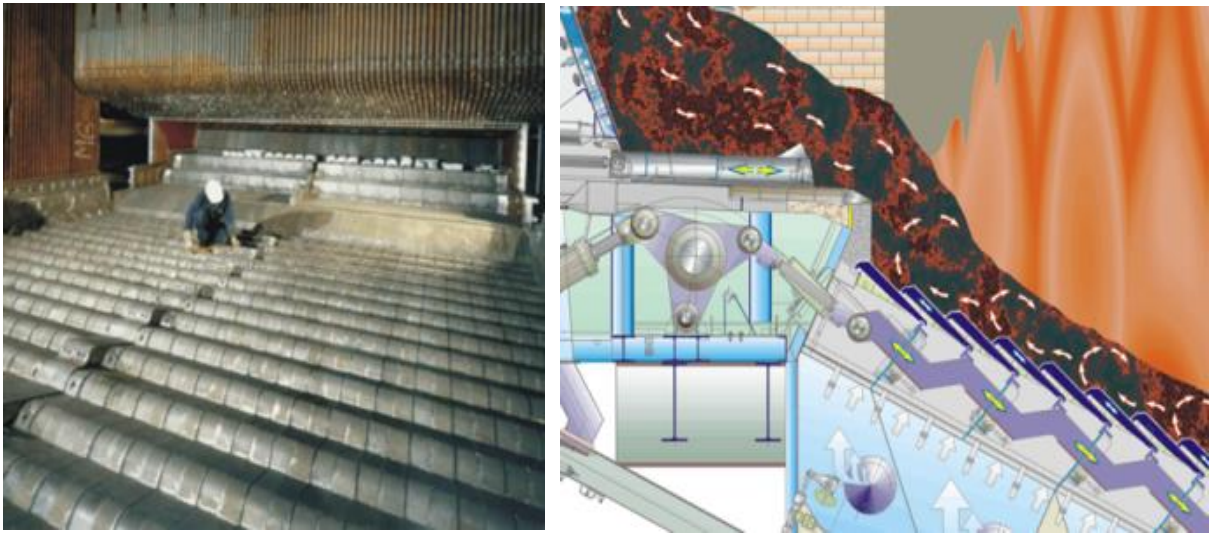


Şekil 10-5 Atık besleme sistemi örnekleri

Atık Yakma Fırını: Evsel katı atıkların bertaraf edilmesi amacıyla tesiste ızgaralı yakma sistemi kullanılabilir. Tesis kapasitesi göz önünde tutularak gerekli ve optimum hat sayısı ve kapasitesi belirlenir. Izgara sistemi, atık kompozisyon ve kalorifik değerindeki değişimlere uyum sağlayacak şekilde tasarlanır (Şekil 10-6).

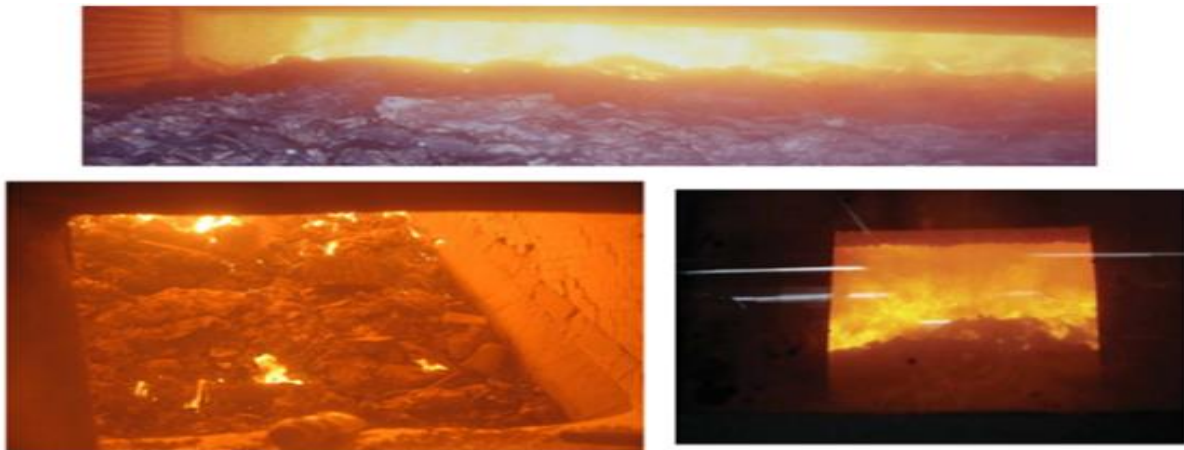
Son bölüm yanma işleminin tamamlanmasına hizmet eder. Yanma sonucu oluşan kül malzemesi en son ızgara bölgesinden geçtikten sonra yanmaz kaplamalı düşey bir oluktan içi su dolu dalgıç tipi bir tahliye mekanizmasına dökülür. Su külün hava ile temasının kesilmesi ve soğutulması işlemini görür.

Yakıcıda üretilen baca gazları, elde edilen ısının türbinler için yüksek basınçlı kızgın buhar üretiminde kullanılan bir kazan içinde soğutulur. Kazan besleme suyu kayıpları, istenen kalitede besleme suyunu, kazan suyunu ve buharını elde etmek için kimyasal dozlama dahil uygun önlemleri kullanan bir arıtma tesisinden karşılanır.



Şekil 10-6 Hareketli ızgaraların görünümü

Ek Yakma Sistemi: Atık yakma fırınında, yakma işleminin başlangıcında fırın içinde yakma işlemi için gereken sıcaklığın sağlanması için ek bir yakma sistemi bulunur. Ek yakma sistemi, yakma işlemi esnasında atık kalorifik değerindeki değişimden kaynaklanan sıcaklık düşüşlerinde de kullanılır. Ek yakma sistemi hem manuel hem de otomatik olabilir (Şekil 10-7).



Şekil 10-7 Yanma odası örnekleri



Şekil 10-8 Buhar kazanı örneği

Buhar Kazanı: Atık yakma tesisinde, atıkların yakılması sonucu ortaya çıkan ısı enerjisinin kullanılabilmesi amacıyla bir enerji geri kazanma birimi bulunmalıdır. Atık gaz içerisindeki enerjinin geri kazanılması için kullanılacak olan buhar kazanı, elde edilen enerjinin elektrik enerjisi üretmek amacıyla kullanılmasına imkân verir. Enerji geri kazanma birimi sistemi ve sistemde kullanılacak olan donanımların tasarımı; atıkların yakılması sonucu oluşan kirletici gazın korozif özelliğine uygun olmalıdır. Enerji geri kazanma birimi mümkün olan en yüksek seviyede verim elde edilmesini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır (Şekil 10-8).



Şekil 10-9 Türbin jeneratör örneği

Türbin Jeneratör: Buhar kazanında üretilen buhar, elektrik enerjisi üretimi için kullanılacak olan türbin jeneratöre iletilir. (Şekil 10-9).

Kazanda üretilen yüksek basınçlı kızgın buhar elektrik üretimi için buhar türbinine geçer. Türbinler (en az 2 adet), 6 ile 10 bar (kontrollü) arasındaki orta basınçlı buharın ısıtma ve/veya proses amacı ile alınabilmesi için mahfazalı olarak temin edilebilir.

Buhar Türbin Jeneratöründen gelen elektriğin bir kısmı tesisin ve sahanın gerekli yedek elektrik ihtiyacını karşılayabilir, kalan kısmı ise dağıtım ağına ihraç edilebilir. Yoğunlaştırıcılar hava soğutmalı tipte veya soğutma kulesi şeklinde olabilir.

Soğutma Sistemi: Türbin jeneratörden atmosfere yayılan buhar ve su karışımı egzoz gazını soğutma için kurulan sistemdir. Soğutma sistemi tesiste kullanılacak yakma teknolojisine, arazinin fiziksel ve jeolojik özelliklerine göre seçilmelidir.

Baca Gazı Arıtma Sistemi: Katı atıkların yakılarak bertaraf edilmesi sonucunda oluşan ve içeriğinde yüksek miktarda kirletici ihtiva eden atık gaz, deşarj edilmeden önce bu kirleticilerin giderildiği bir gaz arıtma sisteminde işleme tabi tutulur. Baca gazı arıtma biriminden çıkan arıtılmış gazın emisyon değerleri 06.10.2010 tarih ve 27721 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik”te belirtilen sınır değerleri sağlamalıdır.

Baca Gazı Arıtma tesisinden gelen baca gazları, temiz gazları egzoz bacasından atmosfere atan Uyarılmış Emme Fanı vasıtası ile çekilir.

Atıksu Arıtma Tesisi: Katı atık yakma tesisinde ıslak baca gazı arıtma sistemi kullanılması durumunda yüksek oranda kirlenici madde ihtiva eden atıksu oluşmaktadır. Baca gazlarının arıtımından kaynaklanan atık suyun ve tesiste oluşan diğer atıksuların arıtılması için kullanılacak olan sistem 06.10.2010 tarih ve 27721 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik” ile 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”nin ilgili maddelerinde belirtilmiş olan şartları sağlamalıdır.

Kül, Cüruf ve Diğer Katı Atıkların Uzaklaştırılması ve Değerlendirilmesi Sistemi: Tesiste atıkların yakılması neticesinde oluşan taban külü, uçucu kül ve benzeri her türlü katı atık ve artıklar için kullanılacak olan sistem 06.10.2010 tarih 27721 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik”in ilgili maddelerinde belirtilmiş olan şartları sağlayacak şekilde seçilmelidir.

Koku Emisyonları Kontrol Sistemi: Tesis, proses öncesi atıkların depolanmasında ve proses sırasında oluşacak her türlü koku emisyonunun 04.09.2010 tarih ve 27692 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Kokuya Sebep Olan Emisyonların Kontrolü Yönetmeliği”nin ilgili maddelerinde belirtilmiş olan şartları sağlayacak şekilde seçilmelidir.

Gürültü Emisyonu Kontrol Sistemi: Tesis, proses öncesi atıkların depolanmasında ve proses sırasında oluşacak her türlü gürültü emisyonunun 04.06.2010 tarihli ve 27601 sayılı Resmi Gazete ’de yayınlanan “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği”nin ilgili maddelerinde belirlenmiş olan şartları sağlayacak şekilde seçilmelidir.

10.2.1.1 Yakma Tesisi Örnekleri

Tablo 10-4 Avrupa'da kentsel katı atıkların bertarafında yakma yönteminin kullanılma yüzdeleri, 2012

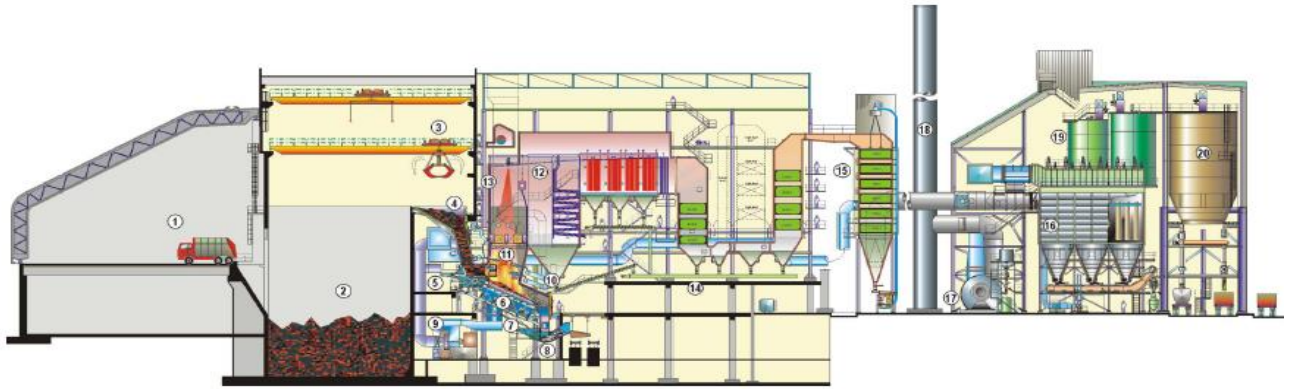
Almanya	35 %
Belçika	42 %
İsveç	52 %
Hollanda	49 %
Avusturya	35 %
Danimarka	52 %
Lüksemburg	36 %
Fransa	33 %
Finlandiya	34 %
Birleşik Krallık	17 %
İrlanda	16 %
İtalya	20 %
Estonya	16 %
Portekiz	20 %
Çek Cumhuriyeti	20 %
İspanya	10 %
Macaristan	9 %
Slovakya	10 %
İsviçre	50 %
Norveç	57 %
İzlanda	7 %

Atık yakma teknolojisinin yüzlerce yıl öncesine dayanan geçmişi bulunmakta olup, şu an Avrupa'da en sık kullanılan gelişmiş atık bertaraf yöntemidir. Dünya genelinde 2000 adet yakma tesisi bulunmaktadır. AB (EU 28) ülkelerinde 400 adet tesis bulunmaktadır ve bu tesisler yılda 72 milyon ton belediye atığı işleme kapasitesine sahiptir. 2002 – 2012 yılları arasında düzenli depolama %18 azalmış, geri dönüşüm %11 ve yakma ise %7 oranında artmıştır. AB'de her yıl 80 milyon tondan fazla evsel atık düzenli depolanmakta ve bu da küresel ısınmaya olumsuz yönde önemli ölçüde etki etmektedir. Minimum düzenli depolamaya örnek olarak gösterilebilecek ülkeler arasında olan Almanya, Belçika, İsveç, Hollanda, Avusturya ve Danimarka %3 veya daha az seviyede düzenli depolamayı tercih etmektedir²⁸ (Tablo 10-4).

İtalya - ASM Brescia



Dünyadaki en büyük biyokütle yakma hattına sahip tesislerden biridir. Tesiste; 1998 yılında kurulan 2 hat evsel katı atık yakma için, 2004 yılında kurulan 3. hat ise biyokütle bertarafı için kullanılmaktadır. Tesiste elektrik üretimi net verimi %27 dir. [BREF (Best Available Techniques Reference) değeri : %18]



Kuruluş yılı	1998 - 2004
Hat sayısı	2 + 1
Hat başına kapasite	23 ton/saat
Toplam kapasite	417.500 ton
Üretilen Elektrik E.	60 MW
Yatırım Maliyeti	175 Mil €
Bertaraf Ücreti	50-65 €/t

Şekil 10-10 ASM Brescia tesisi akış şeması

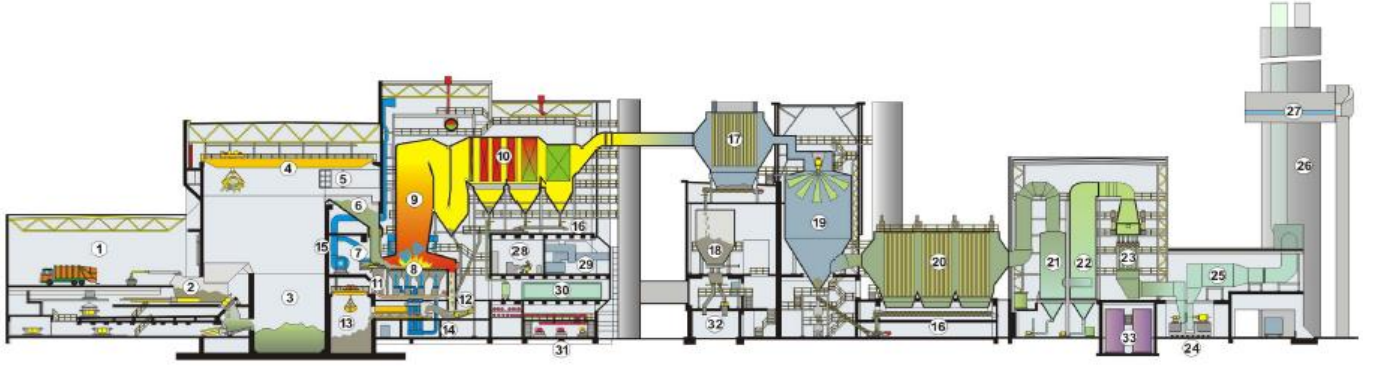
ASM Brescia Tesisi Birimleri					
1	Atık kabul	8	Kül deşarjı	15	Isı geri kazanma
2	Atık deposu	9	Ön ısıtmalı hava besleme	16	Filtre
3	Vinç	10	Hava üfleme	17	Fan
4	Atık hunisi	11	Fırın	18	Baca
5	Atık besleme	12	Buhar kazanı	19	Kimyasal deposu
6	Ters akışlı ızgara	13	SNCR	20	Atık deposu
7	İzgara altı konveyörü	14	Uçucu kül toplama		

Hollanda - AVI Amsterdam



Amsterdam ve çevresinde bulunan 27 belediyenin evsel atıkları ile evsel nitelikli endüstriyel atıklarının bertaraf edildiği tesiste 4'ü 1994 yılında; 2'si 2007 yılında inşa edilen 6 adet yatay ızgaralı yakma hattı vardır. Dünyada mevcut en büyük ızgaralı sistemin kullanıldığı tesisin toplam kapasitesi yıllık 1.370.000 tondur.

Kuruluş yılı	1994 - 2007
Hat sayısı	4 + 2
Hat başına kapasite	30 ton/saat
Toplam kapasite	1.370.000 ton/yıl
Üretilen Elektrik E.	67 MW
Bertaraf Ücreti	60 €/ton



Şekil 10-11 AVI Amsterdam tesisi akış şeması

AVI Amsterdam Tesisi Birimleri									
1	Atık kabul	8	Yatay ızgara	15	Hava püskürtme	22	Islak gaz arıtma (alkali)	29	Havalandırma odası
2	İri atık parçalama	9	Fırın	16	Uçucu kül toplama	23	Venturi Gaz Temizleme	30	Kazan genişleme
3	Atık deposu	10	Buhar kazanı	17	Elektrostatik tutucu	24	Fan	31	Su pompası
4	Vinç	11	Izgara altı konveyörü	18	Uçucu kül silosu	25	Susturucu	32	Uçucu kül vanası
5	Vinç kontrol	12	Kül deşarjı	19	Absorbant	26	Baca	33	Kimyasal deposu
6	Atık hunisi	13	Dip külü deposu	20	Elektrostatik tutucu	27	Ölçüm istasyonu		
7	Atık besleme	14	Ön ısıtılmalı hava besleme	21	Islak gaz arıtma (asidik)	28	Kontrol odası		

Keppel Seghers, Belçika*

*<http://www.keppelseghers.com/>



Tesis, Singapur'da 1.6 hektarlık alana inşa edilen beşinci evsel atık yakma tesisidir. 2009 yılında işletmeye alınmıştır. Tesis yıllık 288.000 ton katı atık yakma kapasitesine sahip olup 7.700 MW'lık elektrik üretimi yapmaktadır. İki yakma ünitesi bulunmaktadır.

Hitachi Zosen, UK***<http://www.hz-inova.com/>*

2011 yılında işletmeye alınan 585.000 ton/yıl kapasiteli 66.000 haneye yetecek kadar elektrik üreten Riverside yakma tesisi, Londra'nın Belvedere bölgesinde yer almaktadır. Tesiste her birinin kapasitesi 31.8 ton/saat ve ısıl kapasitesi 79.5 MW olan üç fırın bulunmaktadır. Besleme yapılan atığın kalorifik değerleri 7-13 Mj/kg aralığındadır. Saatte 170.000 m³ baca gazı debisine sahip olan tesiste yıllık 10.015 ton atık gaz artılmaktadır. Oluşan taban külü ise 146.250 ton/yıl'dır.

Babcock & Wilcox, ABD***<http://www.babcock.com/>*

Yaklaşık 9.7 hektarlık alana West Palm Beach (Florida) tesisinin inşasına 2012 yılında başlanmış ve 2015 yılında işletmeye alınmıştır. Yıllık toplam evsel atık yakma kapasitesi 1.000.000 ton olan tesiste günlük 1000 ton beslemeye sahip üç hat bulunmaktadır. Tesisin işletmeye alınması ile 55.000 hanenin elektrik kullanımını karşılayacak düzeyde yaklaşık 95 MWh'lik elektrik üretimi gerçekleştirilecektir.

Tablo 10-5'de yukarıda üç tanesi verilen yakma tesisleri dahil bazı örnek tesislerin kapasiteleri ve ilk yatırım maliyetleri verilmiştir.

Tablo 10-5 Örnek yakma tesisleri ve kapasiteleri

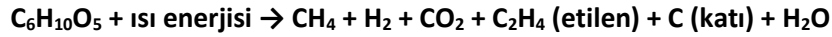
No	WMW Yayın Tarih*	Yer	Tarih	Firma	Kapasite (ton/yıl)	Maliyet (M€)
1	03.09.2012	Belçika	2015 Bitiş	Keppel seghers	120.000	76
2	17.07.2012	İngiltere	-	SW Deroon Waste	265.000	250
3	08.10.2012	İskoçya	-	Viridor	300.000	250
4	02.08.2013	İngiltere	2016 Başlangıç	Sembcorp	330.000	197
5	04.09.2012	Bahreyn	-	Askar WTE	390.000	370
6	19.04.2013	İngiltere	2016 Başlangıç	SİTA	450.000	315
7	07.06.2012	İngiltere	2011 Başlangıç	Hitaci Zosen	585.000	400
8	03.05.2012	ABD	2015	Babcock&Wilcox	1.000.000	460

10.2.2 Gazifikasyon ve Piroliz

Gazifikasyon ve piroliz sistemlerinin temel prensibi eksik oksijenli ortamda atığın bozundurulması sonucu açığa çıkan gazın yakılarak veya gaz tribünleri vasıtası ile enerjiye çevrilmesidir. Bu sistemlerde baca gazı miktarı azalmakla beraber üretilen gazın yıkanması için ilave ekipman ihtiyacı doğmaktadır. Piroliz ve gazifikasyonda esas amaç emisyonu minimize etmek ve geri dönüşebilen ürünlerin kalitesini artırmak, organik atık miktarını azaltmak ve tehlikeli atıkları steril hale getirmektir. Oluşan ısı elektrik üretmek için sıcak su ya da buhar olarak kullanılabilir fakat toplamda enerji verimi düşüktür. Kalıntılar ve gaz temizleme ürünleri kontrollü depolama sahalarında depolanmalıdır. Atık su arıtılmalı ya da soğutma kulelerinde buharlaştırılmalıdır.

10.2.2.1 Piroliz

Piroliz yanabilir atıkları orta kalitede gaza çeviren bir termal ön arıtım metodudur. Atık kabul tankına alınan atık karıştırıldıktan sonra parçalayıcıya alınır parçalandıktan sonra ise diğer bir hazneye alınır. Buradan sonra homojenize edilmiş atık piston ya da vida yapılı gaz geçirmez bir hazneye alınır. Kabaca parçalanmış atık dıştan ısıtılmalı döner tambur şeklinde ve atmosferik basınçta çalışan bir reaktöre alınır. Oksijensiz ortamda 500-700 °C'de kurutularak hidrokarbonlara ve karbon, kül, cam ve oksitlenmeyen metaller içeren katı kalıntı hale dönüştürülür. Reaktör bekleme süresi ortalama 0.5-1 saat arasındadır. Sıcak gaz, kazanlarda buhar ve sıcak suya dönüştürülmek suretiyle enerjiye dönüştürülür. Yakıtın saf selüloz olması durumunda dengelenmemiş piroliz reaksiyonu aşağıda verildiği gibidir (Ozturk,2010);



Denklemden de görüleceği gibi, piroliz sonucunda katı madde olarak karbon, sıvı madde olarak etilen, gaz olarak da metan elde edilebilmektedir. Tüm bu maddeler yakıt olarak kullanılabilirler.

Pirolizdeki proses değişkenlerinin seçimi, piroliz sisteminde hangi ürünün elde edileceğini belirlemede etkin şekilde rol oynar. Çok yüksek sıcaklıklar ve yavaş ısıtma durumunda piroliz ürününün büyük çoğunluğu gaz formundadır. Buna mukabil çok düşük ısıtma hızları ve düşük sıcaklıklarda ürünün büyük kısmı katı formdadır.

Piroliz, şeker kamışı küspesi, orman atıkları gibi homojen ve yapısı bilinen maddelerin yakılmasında iyi sonuçlar verirken, belediye atıkları gibi heterojen ve yapısı bilinmeyen atıklarda kötü sonuçlar vermektedir.

10.2.2.2 Gazifikasyon

Gazifikasyon yanabilir atıkların düşük kalorili gaz, geri dönüştürülebilir ürünler ve kalıntılara dönüştüren bir termal bertaraf yöntemidir. Gazifikasyon sonrası oluşan gaz tamamen temizlendikten sonra içten yanmalı motorlar veya gaz tribünleri kullanılarak yakılmaktadır. Kabaca parçalanmış, bazen piroliz edilmiş atık gazlaştırma tankına alınarak gazlaştırma ajanıyla reaksiyona girer bu ajan hava, O₂, buhar ya da CO₂ olabilir. Proses 800-1100 °C' de gerçekleşmektedir. Oluşan kül katı atık olarak ayrılır. Günümüzde gazlaştırma prosesinde hammadde olarak atık-biyokütle, düşük kalorifik değerli kömür, petrokok gibi maddeler kullanılarak enerji ve kimya sektöründe deterjan, gübre, reçine gibi pek çok malzeme için hammaddeler elde edilmektedir.

Gazlaştırma prosesinde SO_x ve NO_x salınımları dioksin, furan oluşumu görülmez ve bu sistemlerinde oluşan atık su, yakma sistemlerindeki göre daha azdır.

Evsel katı atıkların ve çeşitli tehlikeli atıkların bertarafında kullanılacak çok sayıda farklı gazifikasyon sistemi bulunmaktadır. Bu sistemlerin uygulanabilirliği için gelen atığın yapısı (boyut ve karakteri) ve miktarı zamanla değişmemelidir. Bu yüzden evsel katı atıklar gazifikasyon prosesi öncesi ön arıtım işlemine tabi tutulmalıdır.

Belediye atıklarının alternatif bertaraf teknolojileri kıyaslamaları Tablo 10-6'da verilmektedir.

Tablo 10-6 Yakma, Piroliz ve Gazifikasyon sistemlerinin karşılaştırılması

Faktör	Yakma	Piroliz	Gazifikasyon
Genel kullanım, kanıtlanmış teknoloji	Yaygın, evet	Az, kısmen kanıtlanmış	Az, kısmen kanıtlanmış
Temel Prensiptir	Yanma	Anaerobik termo-kimyasal dönüşüm	Termo-kimyasal dönüşüm
Arıtma Maliyeti	Orta-yüksek	Orta-yüksek	Yüksek-çok yüksek
Uygunluk	İyi	Düşük-orta	Teknolojiye bağlı değişmekte
Atık Kabulü	Baca gazı arıtma sistemi uygunsa ve kalıntılar hacimce minimize edilebiliyorsa her türlü atık	Özellikle kontamine, iyi tanımlanmış kuru atık fraksiyonları	İyi temizleme teknolojileri ile kombine edilmezse kaynağına göre ayrılmış kuru atık kullanılıyor
Nemli Eysel Atık Kabulü	Evet	Mümkün fakat normalde kabul edilmiyor	Mümkün fakat normalde kabul edilmiyor
Kuru Eysel Atık Kabulü	Evet	Evet	Mümkün
Park bahçe atıkları kabulü	Evet	Evet	Mümkün
Otel ve lokantalardan atık kabulü	Evet	Evet	Mümkün fakat normalde kabul edilmiyor
Kağıt ve karton atık kabulü	Evet	Evet	Mümkün
Kabul edilmeyen atık türleri	Yok	Nemli evsel atık	Nemli evsel atık
Genel Çevre Kalitesi			
	Yakma	Piroliz	Gazifikasyon
Katı	Orta	Düşük	Orta-yüksek
Hava	Orta-yüksek	Orta-yüksek	Orta-yüksek
Su	Yüksek	Yüksek	Orta-yüksek
Koku kontrolü	İyi	İyi	İyi
Çalışma Ortamı	İyi	İyi	İyi
Enerji Kazanımı	Evet; 7500 -10000 MJ/ton atık	Evet; yakma sistemlerinin %70'i + enerji içeren ürünler	Evet; yakma sisteminin %50'si
Karbon Döngüsü (% ağırlık)	%1 katı kalıntıda, %99 atmosfere	%20-30 katı kalıntıda gerisi atmosfere	%2 katı kalıntılarda, %98 atmosfere
Geri dönüşüm için uygun ürün (% ağırlık)	%15-20 kül, %3 metal	%30-40 kömürleşmiş katı madde, %3Metal	%15-20 Kül, %3 Metal
Kalıntılar (% ağırlık)	Uçucu kül ve baca gazı kalıntıları %2-3	Baca gazı kalıntıları % 2-3	Gaz temizleme kalıntıları % 2-3

Termal yöntemlerin proses kıyaslaması Tablo 10-7’de verilmiştir.

Tablo 10-7 Termal yöntemlerin proses mukayesesi

	Piroliz	Gazifikasyon	Yakma
Reaksiyon Isısı (°C)	250-700	500-1600	800-1450
Basınç	1	1-45	1
Yanma Ortamı	İnert/nitrojen	Gazifikasyon Ajanı: O ₂ , H ₂ O	Hava
Sitokiyometrik Oran	0	<1	>1
Gaz Faz	H ₂ , CO, Hidrokarbonlar, H ₂ O, N ₂	H ₂ , CO, CO ₂ , CH ₄ , H ₂ O, N ₂	CO ₂ , H ₂ O, O ₂ , N ₂
Katı Faz	Kül, Kok	Kül ve Cüruf	Kül ve Cüruf
Sıvı Faz	Piroliz Yağı ve Su		

10.3 Biyometanizasyon

Biyogaz, biyobozunur organik maddelerin, anaerobik (oksijensiz) fermantasyonu sonucu açığa çıkan, renksiz ve kokusuz, havadan hafif, havaya oranla yoğunluğu 0,83 ve oktan sayısı 110 olan, parlak mavi bir alevle yanan ve bileşiminin büyük bir kısmını metan (CH₄) ve karbondioksit (CO₂)’in oluşturduğu, bir gaz karışımıdır.

Organik maddenin oksijensiz fermantasyonu sonucu açığa çıkan biyogazın bileşimi, organik maddenin cinsine ve fermantasyon biçimine bağlı olarak değişmekle beraber ortalama hacimsel bileşimi alttaki tabloda verilmiştir.

Tablo 10-8 Biyogazın hacimsel bileşimi

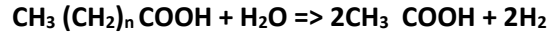
Bileşim Elemanı	% Hacimsel bileşimi
Metan (CH ₄)	50-75
Karbondioksit (CO ₂)	20-25
Azot (N ₂)	0- 1
Hidrojen (H ₂)	1-10
Carbonmonoksit (CO)	0,1
Oksijen (O ₂)	0,1
Hidrojen sülfür (H ₂ S)	Eser miktarda

Biyogaz üretiminin sağlandığı organik maddelerin anaerobik fermantasyonu, üç temel aşamada gerçekleşmekte, bu üç aşama sırasında aynı adlarla isimlendirilen, üç değişik bakteri grubu etkinlik göstermektedir. Anaerobik fermantasyonun bu üç aşaması aşağıdaki gibi sıralanır.

1. Fermantasyon ve hidroliz
2. Asetik asidin oluşumu
3. Metanın oluşumu

Fermantasyon ve Hidroliz: Bu aşamada fermentative ve hydrolytic bakteriler olarak isimlendirilen bakteri grupları organik maddenin üç temel ögesi olan karbon hidratları ($C_6H_{10}O_5$)_n, proteinleri ($6C_2NH_3$ $3H_2O$) ve yağları parçalayarak CO_2 , Asetik asit ve büyük bir kısmını da çözülebilir uçucu organik maddelere dönüştürürler. Bu son gruptaki uçucu organik maddelerin büyük bir bölümünün uçucu yağ asitleri olması nedeniyle, bu aşamaya uçucu yağ asitlerinin [$CH_3 (CH_2)_n COOH$] oluşum aşaması adı da verilir.

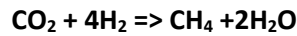
Asetik Asidin Oluşumu: Bu aşamada, birinci aşama sonucunda açığa çıkan ve uçucu yağ asitlerini asetik aside dönüştüren asetogenik (asit oluşturan) bakteri grupları devreye girmekte ve bir kısım asetogenik bakteriler uçucu yağ asitlerini asetik asit ve hidrojene dönüştürmektedir.



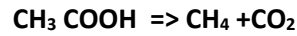
Diğer bir kısım asetogenik bakteri grubu ise açığa çıkan karbondioksit ve hidrojeni kullanarak asetik asit oluşturmaktadır. Ancak bu ikinci yolla oluşan asetik asit miktarı, birinciye oranla daha azdır.



Metanın Oluşumu: Anaerobik fermantasyonun bu son aşamasında metanogenik (metan) oluşturan bakteri grupları devreye girmekte ve bir kısım metanogenik bakteriler CO_2 ve H_2 'yi kullanarak metan (CH_4) ve suyu (H_2O) açığa çıkarırlarken, öteki bir grup metanogenik bakteriler ise ikinci aşama sonucu açığa;



Çıkan asetik asidi kullanarak CH_4 ve CO_2 oluşturmaktadırlar.



Ancak bu aşamada birinci yolla oluşan metan miktarı, ikinci yolla elde edilen metan miktarından daha azdır. Üretilen tüm metanın %30'u birinci yolla %70'i ikinci yolla yapılmaktadır.

Anaerobik fermantasyonun üçüncü aşamasında devreye giren ve metan oluşumunu sağlayan metan bakterileri, fermantasyon ortamının sıcaklığına göre üç gruba ayrılır. Bunlar;

- Psychrophilic (Sakrofilik) Bakteriler: Optimum faaliyet sıcaklığı 25 °C,
- Mesophilic (Mezofilik) Bakteriler: Optimum faaliyet sıcaklığı 36 °C,
- Thermophilic (Termofilik) Bakteriler: Optimum faaliyet sıcaklığı 55°C,

Biyometanizasyon Proses Birimleri

Biyometanizasyon tesisinde; atık kabul birimi, ön işlem ünitesi, hidroliz tankı, fermantasyon tankı, fermente madde biriktirme tankı, gaz depolama ünitesi, enerji çevrim ünitesi, susuzlaştırma ünitesi ve kompostlaştırma ünitesi bulunmaktadır.

Atık Kabul Birimi

Kaynağında mümkün olduğunca ayrı toplanmış organik atıkların prosese girmeden önce bekletildiği ve tesise besleme yapıldığı yerdir. Burada fermantasyon verilerine göre farklı organik atıkların beslenmesi sağlanabilmektedir.

Ön İşlem Ünitesi

Organik atık kaynağına bağlı olarak yüzde yüz ayrıştırılamayan cam, plastik ve metal malzemenin ayrıştırıldığı ünedir. Belirtilen malzemeler arındırıldıktan sonra aynı sisteme entegre karıştırıcı veya kırıcıya gelerek hidroliz tankına pompalanabilecek yapıya getirilir.

Hidroliz Tankı

Ön işlem ünitesinden gelen besi bu tanka aktarılır. Ana fermentörün gaz üretim verimi gelen besi maddesinin nitelik ve nicelik açısından sabit olabilmesine bağlıdır. Hidroliz tankları gelen besi maddesine göre ph, sıcaklık, miktar dalgalanmalarını kompanse ederek, nicelik ve nitelik açısından ana fermentörün sabit beslenebilmesini sağlarlar. Hidrolik bekle süreleri bu tanklar için 2-6 gün aralığında seçilirler.

Fermantasyon Tankı

Biyometan üretimi bu tankta gerçekleştirilir. Oksijen girişi olamayacak şekilde betonarme veya özel alaşımli metalden inşa edilir. Tank içerisinde besi maddesiyle bakterileri buluşturabilmek ve tank tabanında çökelmeyi engellemek için karıştırıcı ekipmanlar kullanılır. Hidrolik bekleme süreleri bulunan coğrafya şartlarına ve organik besi kaynağına göre 18-60 gün arasında alınır.

Fermantasyon Sonrası Biriktirme Tankı

Fermantasyon tankından çekilen çamurun biyolojik aktivitesinin belli bir seviyeye düşene kadar bekletildiği tanktır. Az miktarda da olsa biyogaz elde edebilmek için hava geçirimsiz inşa edilebilirler. Bekletme süresi çıkan çamurun kullanım alanı planlamasına göre değişiklik gösterebilir.

Gaz Depolama Ünitesi

Üretilen biyogazın depolandığı, membran yüzeyle kaplı ünedir. Enerji çevrim ünitesinin çalışmadığı durumlarda üretilen biyogazın planlanan sürede atmosfere verilmeden depolanmasına olanak sağlar. Fermantasyon tankının çatısına, fermantasyon sonrası çamur biriktirme tankı çatısına ve zemine ayrı olarak, tek membran veya çift membran kullanılarak kurulabilirler.

Enerji Çevrim Ünitesi

Üretilen biyogaz tablo 10-8'de gösterildiği gibi yüksek oranda metan içermektedir. 1 m³ metan 35.800 kj ısı enerjisi sahiptir. Bu nedenle üretilen biyogazdan, kojenarasyon motorlarıyla ısı ve elektrik enerjisi birlikte üretildiği gibi sadece ısı enerjisi de üretilebilir.

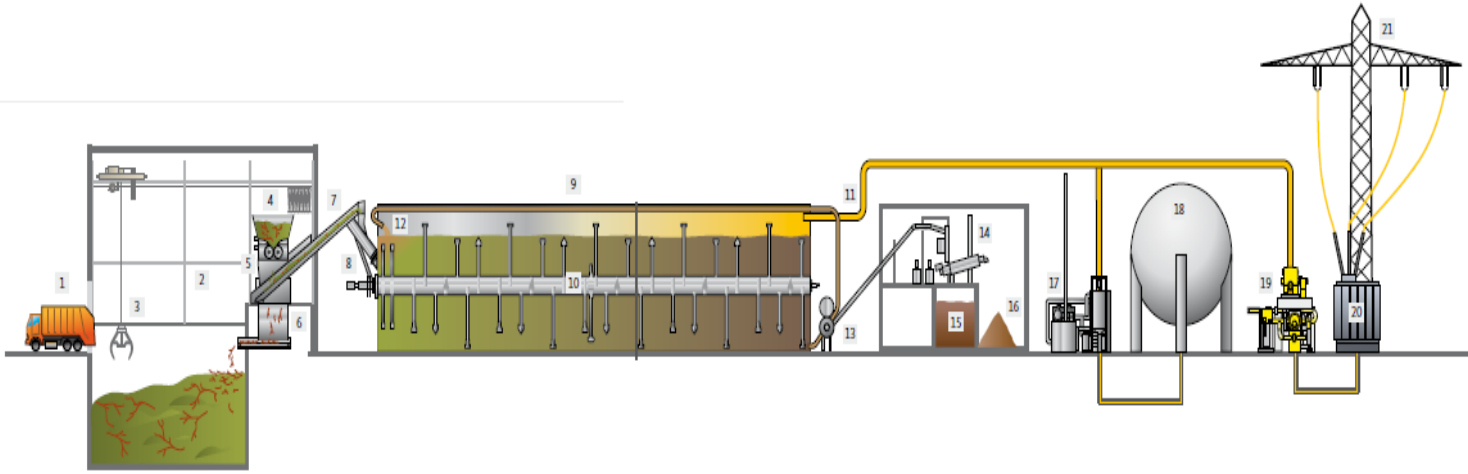
Susuzlaştırma Ünitesi

Biriktirme tankından alınan fermente çamurun büyük bir kısmı sudur. Çıkan çamurun katı ve sıvı fazını ayırmak için susuzlaştırma ekipmanları (belt pres, santrifüj vs.) kullanılır.

Kompostlaştırma Ünitesi

Ayrışan sıvı ve katı fermente ürün kompostlaştırma ünitesinde kullanılacaktır. Kompost biyokimyasal olarak ayrışabilir çok çeşitli organik maddelerin organizmalar tarafından stabilize edilmiş, mineralize olmuş ürünlerdir. Kompostlaştırma, mikroorganizma adı verilen ve çoğunluğu gözle görülmeyen canlıların, ortamın oksijenini kullanarak organik maddeleri biyokimyasal yollarla ayrıştırmasıdır. Bu olayın gerçekleşebilmesi için organik yığın kütleindeki su içeriğinin % 45-60 dolaylarında olması gerekmektedir. Bu işlem sırasında gerçekleşen reaksiyonlar egzotermiktir ve yığın içerisinde bulunan nemin buharlaşma yoluyla kaybına neden olur. Çoğu zaman dışardan su eklemek gerektiğinden fermantasyon sonrası çıkan çamurdan ayrıştırılan sıvı burada kullanılabilir. Yine kompostlaştırmada fermantasyondan çıkan katı kütleinin kullanımı olumlu yönde etki edecektir.

Şekil 10-12'de örnek bir biyometanizasyon proses akışı ve bileşenleri verilmiştir.



Şekil 10-12 Proses bileşenleri (Kompogas-kuru anaerobik çürütme)

Atık kabul & depolama		Fermentasyon		Deşarj		Enerji kullanımı	
1	Atık kabulü	4	Parçalayıcı	12	Çürütme ürünü	17	Biyo-metan yükseltimi
2	Atık haznesi	5	Elek	13	Deşarj sistemi	18	Gaz depolama
3	Atık vinci	6	Elek artıkları	14	Su giderme cenderesi	19	Birleşik ısı ve güç ünitesi
		7	Konveyör sistemi	15	Sıvı çürütme ürünü	20	Trafo
		8	Besleme sistemi	16	Katı çürütme ürünü	21	Elektrik gönderimi
		9	Çürütücü				
		10	Karıştırıcı				
		11	Aşı				

Fulda / Almanya- Organik atıktan enerji tesisi (Energy-from-organic-waste plant)

Kuruluş yılı	2013
Yıllık kapasitesi	32.000 ton/yıl
Çürütücü sayısı	2
Atık tipi	Evlerden ve iş yerlerinden kaynakta ayrıştırılmış organik atıklar
Biyogaz Üretimi	4.300.000 Nm ³ /yıl
Brüt Enerji	24.000.000 kWh/yıl

10.4 Belirlenen Yöntemlerin Mali Yaklaşımı

Bu bölümde Entegre Katı Atık Yönetimi kapsamında yer alan başlıca yönetim teknolojileri ile ilgili tipik maliyet verileri hakkında temel bilgiler verilmiştir. Bu veriler yaklaşık değerleri göstermekte olup Entegre Katı Atık Yönetim sistemi ile ilgili başlangıç çalışmalarında maliyetlerin ön tahmini maksadıyla kullanılabilir. Daha detaylı maliyet analizleri, yerel şartlar da dikkate alınarak projeye özel çalışmayı gerektirir.

Entegre atık yönetimi bertaraf yöntemleri ve dünyadaki mevcut uygulamalar incelendiğinde Geri Kazanım İşlemleri, Düzenli Depolama, Biyolojik Prosesler ve Termal Bertaraf Yöntemleri uygulanmaktadır. Atık yönetiminin verimli bir biçimde yapılabilmesi için öncelikle geri kazanım işlemlerinin kaynağında yapılması gerekmektedir. Böylece organik atıkların ayrı bir biçimde toplanması ve proses edilmesi de kolaylaşacak, biyolojik prosesler başarıyla uygulanabilecektir. Düzenli depolama yöntemi daha çok bilinen ve en eski bertaraf metodu olup, tüm ülkelerde çeşitli oranlarda uygulanmaktadır. Bir diğer bertaraf yöntemi olan Termal bertaraf sistemleri, atıkların yüksek ısı değerlerinde hacimsel ve ağırlıkça azaltılmasını esas alan, bununla birlikte enerji geri kazanımının sağlandığı sistemlerdir. Termal bertaraf yöntemleri olarak Yakma, Piroлиз ve Gazifikasyon kullanılmakta olup, evsel atıkların termal bertarafında genellikle yakma tercih edilmektedir. Termal prosesler özellikle Japonya ve Avrupa ülkelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

10.4.1 Biyokurutma Yaklaşık Maliyet

Biyokurutma sırasında buharlaşmaya sebep olan ısı, atıkların aerobik ortamda biyolojik parçalanması sırasında oluşmakta ve buhar basitçe mekanik destekli hava akımıyla ortamdan uzaklaştırılmaktadır.

Oluşan ürün nem oranı açısından düşük, kalorifik değer açısından da hem yakıt olarak kullanılabilir hem de ATY tesisine gönderilebilir özelliktedir.

Biyokurutma tesisinin avantajları ve dezavantajları Tablo 10-9'da verilmiştir.

Tablo 10-9 Biyokurutma tesisinin avantaj ve dezavantajları

Avantajlar	Dezavantajlar
Depolama gereksiniminin azaltılması ve organik madde azaltımı ile AB uyum sürecine katkısı	Yüksek Yatırım Maliyeti
Geri Kazanım Sağlanması (Metal, cam, vb.)	Alan gereksinimi
Sera Salınımına Etkisi	Min. 5 gün sürmesi

Bazı AB ülkelerinde yer alan biyokurutma tesislerinin kapasite, yatırım ve işletme maliyetleri Tablo 10-10'da özetlenmiştir.

Tablo 10-10 Biyokurutma ünitesi içeren tesislerin yapım ve işletme giderleri

Tesis Adı	Tesis Kapasitesi	Yatırım Maliyeti	İşletme Maliyeti
Venice (İtalya)	150.000 t/y	30 M €	-
Rennoed (Almanya)	85.000 t/y	25 M € (17 M £)	ton başına £ 60- £ 80 (€ 75- € 100 /t)
Osnabruck (Almanya)	90.000 t/y	25 M €	Atık kabul ücreti 78 €

10.4.2 Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisi Yaklaşık Maliyet

Doğrudan yakma yöntemleri katı atık yakma sistemlerinde dünya genelinde en çok rağbet edilen sistemlerdir. Temel prensip atığın fazla oksijen verilerek yakma işlemine tabi tutulmasıdır. Yanma işlemi öncesi atık, yanma işlemi için hazır hale getirildikten sonra yakma işlemi yapılır. Yakma işlemi sonrası oluşan baca gazı ve kalıntılar uygun yöntemlerle arıtılarak bertaraf edilir ve alıcı ortama verilir.

İlk yatırım maliyetleri (İYM), tedarikçilerin kendine has tesis dizaynları, tesis boyutu, hava kontrol sistemi, enerji geri kazanım yöntemi ve atığın kalorifik değerine göre değişkenlik gösterebilmektedir. İlk yatırım maliyetine ait veriler elde edilirken firmaların ve idarelerin bir takım bilgileri uzun dönemli ve büyük ölçekli yatırımlar için pek paylaşılmadığı ve güvenilir maliyetlerinin alınmasının zor ve birçok belirsizliklerin olduğu derlenen çalışmalarda bahsedilmiştir. Ayrıca kamuya sunulan bilgiler teknik açıdan yetersiz olduğu için İYM içerisinde arazi temini, proje bedelleri, atığın kalorifik değeri gibi kalemleri içerip içermediği belli olmamaktadır. Buda maliyet verilerinin karşılaştırılmasının biraz problemlili olduğunu göstermektedir. Bu çalışmalarda verilen İYM içerisinde sadece teknolojinin mi yoksa saha temini ve proje bedellerinin mi dâhil olduğu net bilinmemektedir. Ayrıca benzer

kapasitedeki tesisler için maliyetler geniş aralıkta değişirken bunu nedeni tesis konfigürasyonu, hat sayısı ve ekstra mimari incelikler bir faktör olarak maliyetleri etkilemektedir (Tablo 10-11).

Tablo 10-11 Kütlesel yakma tesisleri yatırım ve işletme maliyetleri*

Kapasite (1000 ton/yıl)		İlk Yatırım Maliyeti (milyon€)		Net Elektrik Üretimi (MW)		İşletme Maliyeti (€/ton)	
Orta	Aralık	Orta	Aralık	Orta	Aralık	Orta	Aralık
	100 - 115	56	44 - 62	6			62 - 81
150		75	62 - 90	9			56 - 62
	170 - 200	94	75 - 112		10 - 12		50 - 56

*Atıktan Enerji Üreten Yakma ve Yakma Olmayan Teknolojilerinin Maliyetleri, Londra Belediyesi, 2008

Diğer bir çalışmada elde edilen termal yöntemle atık bertaraf teknolojilerine ait maliyet sonuçları Tablo 10-12'de verilmiştir.

Tablo 10-12 Kütlesel Yakma, Gazifikasyon ve Piroliz Teknolojilerine ait Maliyetler*

Kütlesel Yakma	Maliyetler
İlk Yatırım Maliyeti (Ortanca değer)	775\$/yıllık işleme kapasitesi (ton) +/-%50
İşletme Maliyeti (Ortanca değer)	65\$/ton +/-%30

*Belediye Atığı Termal Arıtım Teknolojileri için Teknik Rapor, Kanada Çevre Koruma Birimi, 2010

Yakma tesisi işletme maliyetini detaylı incelersek tesisin çalışması ve bakımı sırasındaki maliyetleri kapsamaktadır. İşletme maliyetinin içerdiği harcama kalemleri aşağıda verilmiştir.

- Sabit işletme giderleri:
 - Personel giderleri
- Değişken işletme giderleri:
 - Baca gazı arıtma sisteminde kullanılan kimyasallar
 - Elektrik Giderleri (sistem elektrik üretimi yapmıyor ise)
 - Kullanma, içme suyu ve atık su arıtma maliyeti
 - Katı atıkların depolanması maliyeti
- Bakım giderleri:
 - Ekipman bakımı ve yedek parça giderleri
 - Tesis binaları bakım giderleri

Belirtilen bu giderler tesisin aşağıda verilen unsurlarına göre değişiklik göstermektedir:

- Yakma tesisinin kapasitesi
- Baca gazı arıtımında kullanılacak teknoloji ve sağlanması gereken emisyon limitleri
- Isı ve buhar satış imkânının mevcudiyeti, varsa, satış fiyatları
- Tam kapasiteli işletme/ ihtiyacından daha yüksek kapasite
- Yatırım maliyeti ve yıpranma payı koşulları
- İnsan gücü
- Kullanılan ekipmanın kalitesi ve teknolojisi
- Atıksu arıtımında kullanılacak sistem ve deşarj limitleri

11 BURSA İLİ KATI ATIK BERTARAF TESİSLERİ İÇİN YER SEÇİMİ

Bursa ili düzenli depolama, mekanik biyolojik arıtma, yakma tesisleri ve hafriyat toprağı depolama sahaları için alternatif yerler tespit edilmiştir. Uygun yer seçimleri için kullanılan yaklaşım ve her bir tesis için yer seçimi kriterleri ile ilgili detaylı inceleme sonuçları bu bölümde verilmiştir.

11.1 Proje Yer Seçimi

Proje yeri ile ilgili alternatifler değerlendirilirken, çevresel unsur ve hassasiyetlerin göz önüne alınması sadece ekonomik ve teknik değil, çevresel açıdan da en sürdürülebilir ve tüm taraflarca kabul edilebilir olmalıdır.

Coğrafi konum, atık karakteristiğı, enerji kaynakları, bertaraf seçeneklerinden bazılarının uygunluğu ve atık yönetiminden türetilen ürünler için pazar büyüklüğü geniş çapta farklılık gösterdiğinden atık yönetimi için optimum bir sistem yoktur. Bu yüzden her yerleşim için farklı atık yönetim sistemleri kullanılmalı ve bu sistemler içinde yer alan tesisler için büyük ölçüde yerel şartlara bağlı olarak alternatif yerler belirlenmelidir.

11.2 Katı Atık Düzenli Depolama Sahası Yer Seçimi

Çalışmada katı atık depolama tesisi yer seçimine etki eden faktörler iki aşamalı olarak çalışılmıştır. Birinci aşamada Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik Sınırlandırmaları (Md. 15) (Resmi Gazete Tarihi: 26.03.2010 Resmi Gazete Sayısı: 27533) dikkate alınarak yerleşim birimlerine uzaklık, hava ulaşım güvenliği, orman alanları ve ağaçlandırma alanlarına uzaklık, yeraltı ve yüzey sularına uzaklık, jeolojik, jeoteknik durum, topoğrafik yapı, hidrojeolojik durum, taşkın, heyelan, çığ, erozyon ve yüksek deprem riski, yağış durumu, toprak kalitesi, mevcut maden ve taş ocakları, içme suyu havzaları, gibi birtakım faktörler belirlenmiştir. İkinci aşamada bu konuda dünyada yapılan 23 adet bilimsel, akademik ve uygulama çalışmaları ile; organizasyonlar, kuruluşlar ve sivil toplum örgütleri tarafından yayımlanan raporlar irdelenmiş ve bunun sonucunda kriterler tespit edilmiştir.

11.2.1 Konumsal Verileri Toplanması ve Veritabanı Tasarımı

Bu çalışmada gerçekleştirilen konumsal veritabanı tasarımında Türkiye için Avrupa Birliğine uyum sürecinde ortaya koyulan standartlar da dikkate alınmıştır. Bu gereksinimler doğrultusunda ve oluşturulacak modelin etkinliğinin arttırılabilmesi için yer seçimine etki eden faktörler ve bu faktörlerin geçiş zorluklarını ifade eden alt faktörler ilgili standartlara göre oluşturulmuştur.

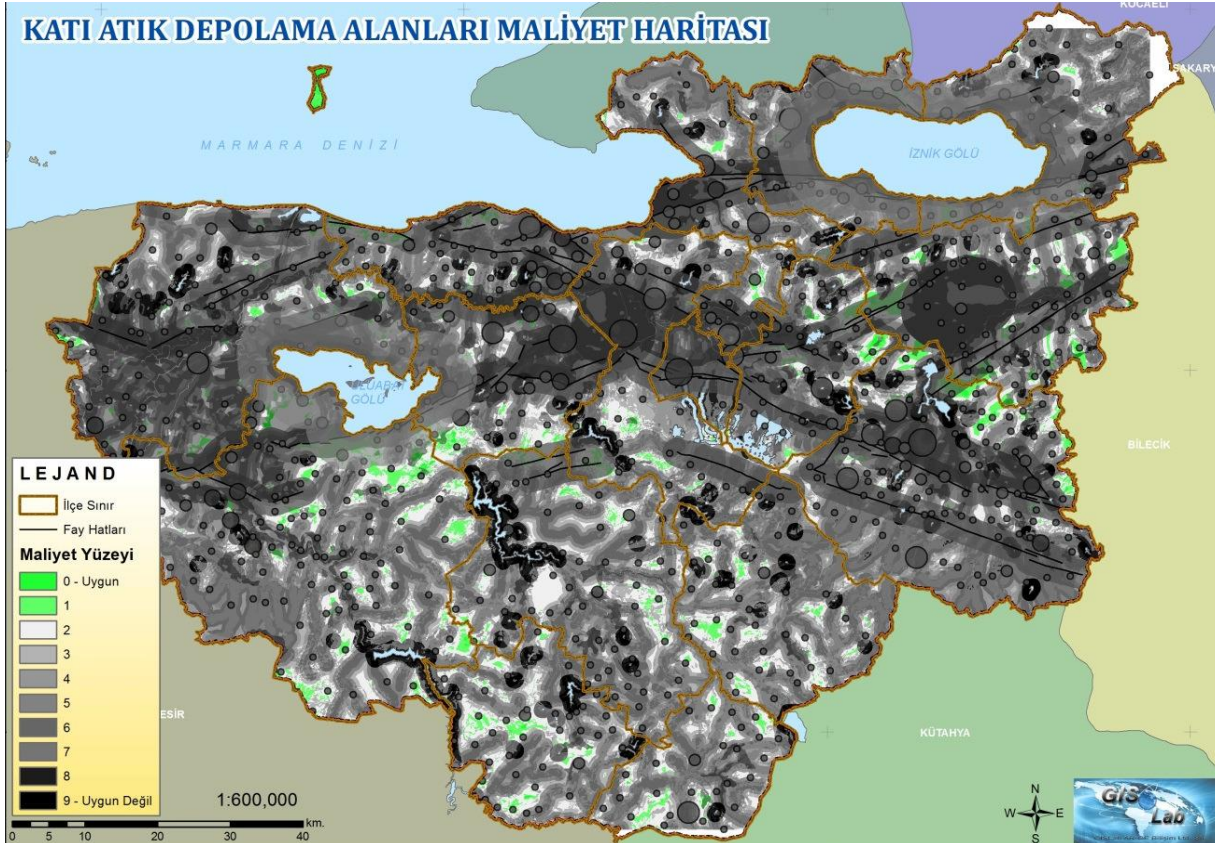
11.2.2 Faktör Ağırlıklarının Belirlenmesi

Farklı çevresel ve sosyo-ekonomik etkileri barındıran alternatifler arasındaki karmaşıklığın analiz edilmesinde etkileşimli ve esnek bir araç olan ÇKKV (Çok Kriterli Karar Verme) yöntemleri içerisinde; Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY), Basit Ağırlık Yöntemi (BAT) ve TOPSİS Yöntemi yer tespit çalışmalarında oldukça sık kullanılmaktadır. Bursa ili düzenli katı atık depolama alanı yer seçimi çalışmasında üç farklı yöntemle de analizler yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

11.2.3 Uygun Yerlerin Belirlenmesi

Raster veri modeli, aynı katmanın pikselleri ya da aynı coğrafi konumdaki farklı katmanlardaki pikseller arasında aritmetik işlemlerin yapılabilmesi için en kullanışlı veri formatıdır. Maliyet yüzeyi haritası ÇKKV yöntemlerinden biri olan AHY yöntemine göre analizler yapılarak elde edilmiştir (Şekil 11-1). Rakamsal değeri fazla olan pixel katı atık depolama için uygun piksel anlamına gelmektedir. Şekil 11-1'de yeşil renkli pixelli yerler katı atık depolama için uygun alanları göstermektedir. Gri renkli alanlar orta

düzye uygun, siyah renkte olan alanlar ise uygun olmayan yerleri ifade etmektedir. Bursa ili için gerçekleştirilen bu alan çalışmasında 33 adet raster özellikte harita katmanı oluşturulmuştur.

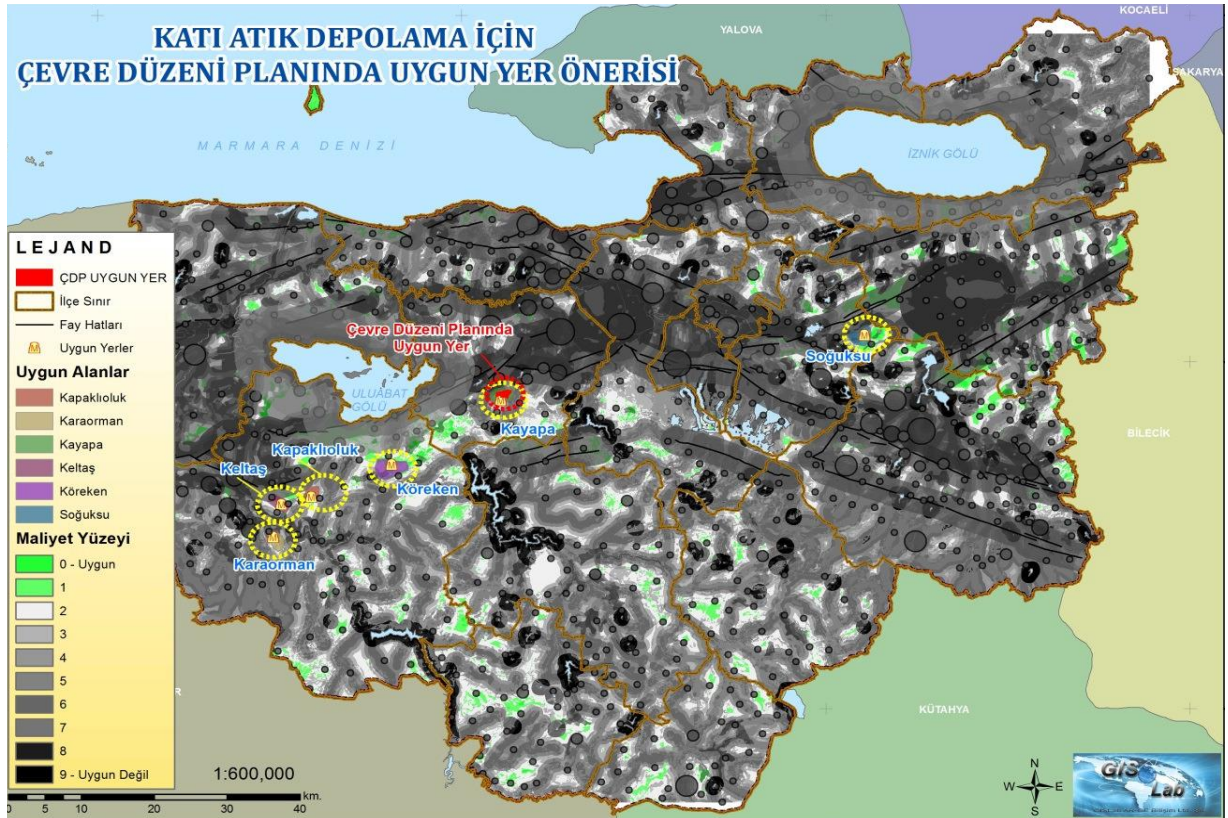


Şekil 11-1 Bursa ili katı atık depolama alanları için raster tabanlı maliyet yüzeyi haritası

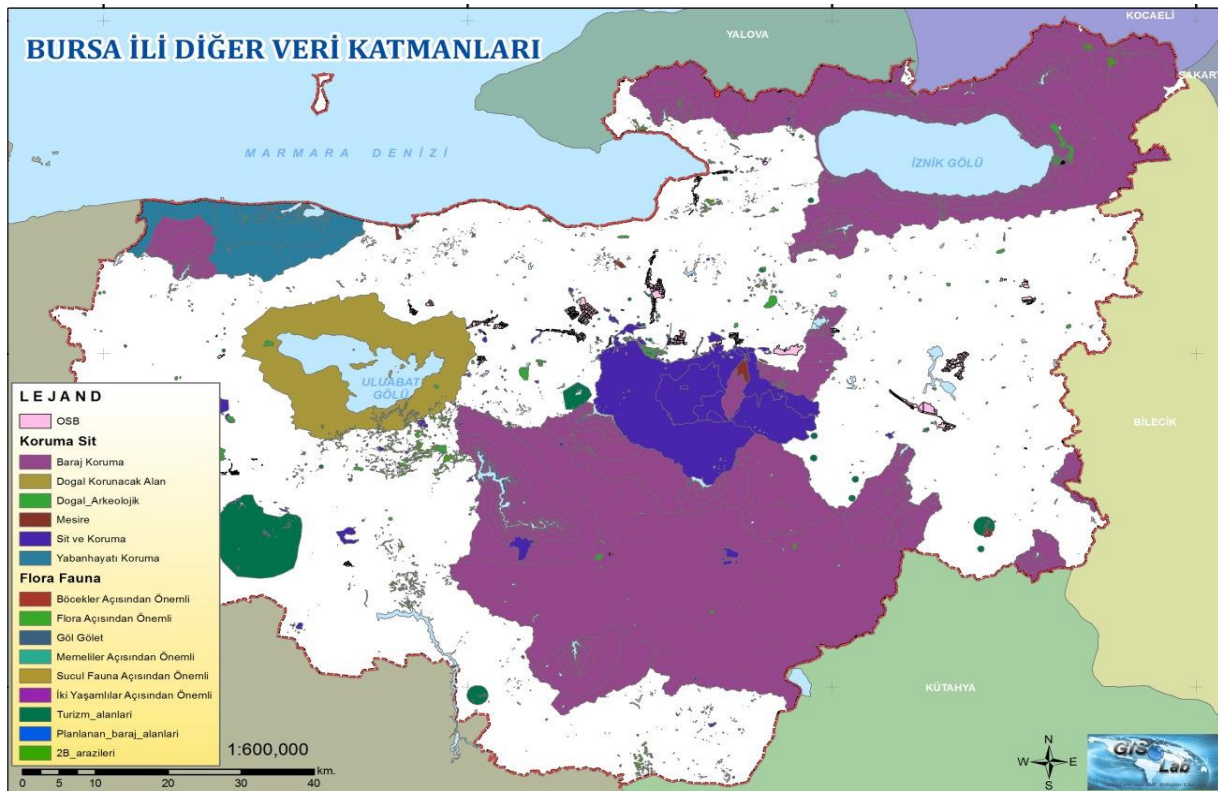
11.2.4 Alternatif Düzenli Katı Atık Depolama Alanlarının Değerlendirilmesi

Katı atık depolama yer seçimi sürecinde maliyetin azaltılmasında en önemli faktörler kamulaştırma maliyeti ve taşıma maliyetidir. Bursa ili için yapılan analizler sonucunda ve üretilen raster tabanlı maliyet yüzey haritası doğrultusunda 6 farklı alternatif alan mevcut katı atık depolama alanı için uygun yer olarak tespit edilmiştir. Aynı zamanda Bursa İli Çevre Düzeni Planı'nda katı atık depolama alanı olarak planlanan alan, bu analizler sonucunda bulunan Kayapa köyü sahası ile bitişik konumdadır (Şekil 11-2).

Bu alanlar şehir merkezine ulaşımın kolay olması ve taşıma maliyetini azaltacağından ayrı bir tercih nedeni olarak düşünülmektedir. Yapılan analizlerde Bursa ili için özellikle nüfusa bağlı maliyet yüzeyi haritaları oluşturulmuştur. Analize katılmayan bazı konumsal veri katmanları ise analiz haritası üzerinden yorumlama yapılarak değerlendirilmiştir. Bu katmanlar organize sanayi bölgesi katmanı, sanayi tesisleri, korunan alanlar (sit alanları), baraj koruma alanları, sakıncalı alanlar (sazlık-bataklık), florafauna, turizm alanları katmanlarıdır (Şekil 11-3). Bu konumsal veri katmanlarına yakın-uzak olma durumu ya da tamamen içinde kalma durumu esas alınarak değerlendirme yapılmış ve en uygun alanlar bunun sonucunda belirlenmiştir.



Şekil 11-2 Bursa İli Çevre Düzeni Planında uygun yer önerisi



Şekil 11-3 Analiz sonucunda bulunan alanların değerlendirildiği konumsal veriler

11.2.4.1 Tespit Edilen Alternatif Katı Atık Depolama Alanları

Mustafakemalpaşa İlçesi – Karaorman Köyü Sahası

Bursa kent merkezine 95 km ve Mustafakemalpaşa ilçesine 10 km uzaklıkta olan Karaorman köyünün 2014 yılı nüfus verilerine göre nüfusunun 366 olduğu görülmektedir. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen analizler neticesinde bu bölge katı atık depolama alanı için uygun olarak belirlenen alternatifler arasında yer almaktadır. Analiz yapılırken değerlendirmeye alınmayan ve sınırlandırma unsuru olan diğer konumsal veri katmanları dikkate alındığında, bölgenin yakın civarında turizm amaçlı alanların bulunduğu ve bu açıdan hassasiyet içerdiği gözlemlenmiştir (Şekil 11-4). İncelenen Çevre Düzeni Planlarında bu bölgenin turizm alanı içine düştüğü görülmüş ayrıca yapılan arazi çalışmalarında bu alandan enerji nakil hattı geçtiği tespit edilmiştir.



Şekil 11-4 Mustafakemalpaşa ilçesi-Karaorman köyü sahası

Kestel İlçesi – Soğuksu Köyü Sahası

Kestel ilçesine bağlı olan Soğuksu köyü Bursa kent merkezine 33 km, Kestel ilçesine de 21 km uzaklıkta bulunmakta 2014 yılı nüfus verilerine göre nüfusunun 10321 olduğu görülmektedir. Soğuksu köyü yapılan analizler sonucunda katı atık depolama alanı uygunluk açısından alternatifler arasına girmiştir (Şekil 11-5). Soğuksu köyü merkezine yaklaşık 1500 m uzaklıkta bulunmaktadır. Yapılan arazi çalışmaları sonucunda belirlenen bu alanın ormanlık alan içerisinde bulunduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca bu alan etrafında oldukça yoğun bir şekilde taş ocakları mevcut halde bulunduğu tespit edilmiştir.



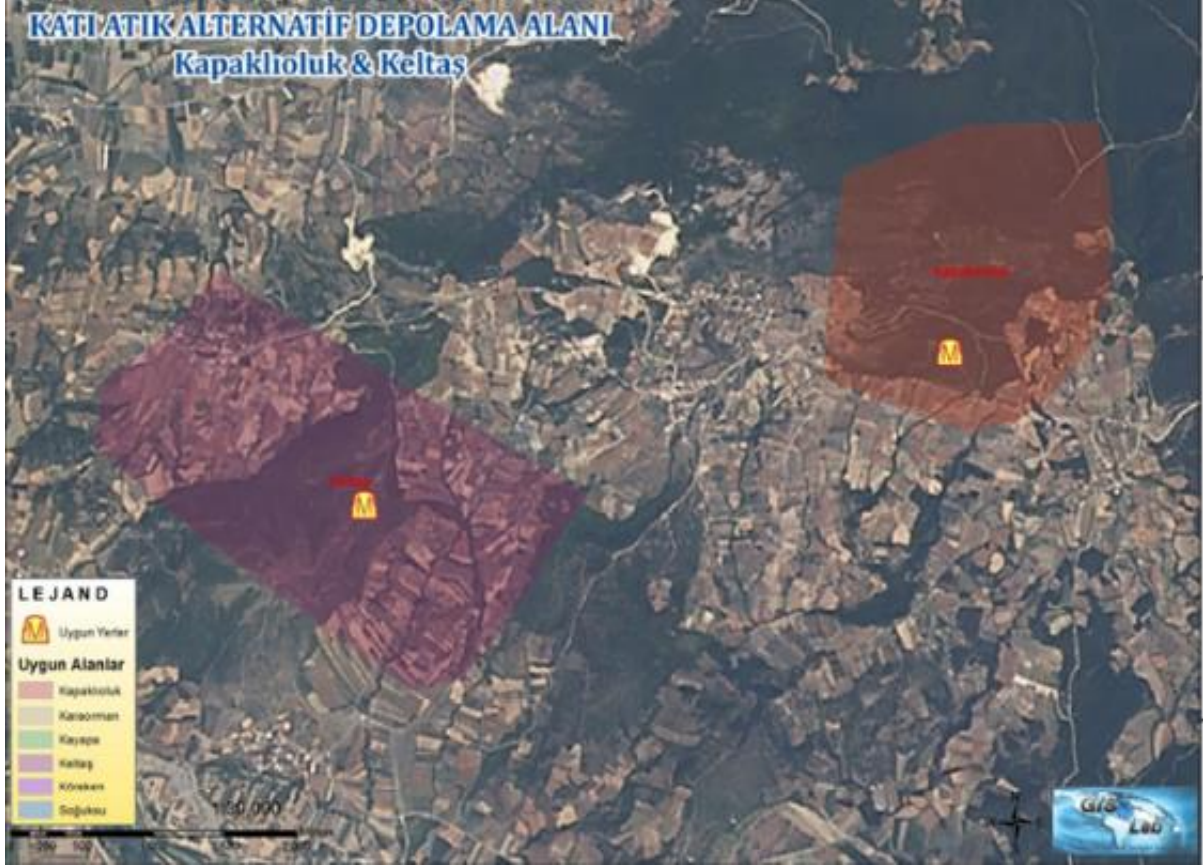
Şekil 11-5 Kestel ilçesine ait Soğuksu köyü sahası

Mustafakemalpaşa İlçesi – Keltaş Köyü Sahası

Bursa kent merkezine 92 km, Mustafakemalpaşa ilçesine 7 km uzaklıkta olan Keltaş ilçesi 2014 nüfus sayımına göre 145 nüfusa sahiptir. Katı atık depolama alanı için yapılan analizlerle uygun alan olarak bulunmuştur (Şekil 11-6). Yapılan arazi çalışmaları ile birlikte katı atık depolama alanı olarak belirlenen Keltaş köyü sahasında kısmen tarımsal nitelikteki araziler bulunduğu ve akarsu havzasından tarım faaliyetleri için faydalandığı tespit edilmiştir.

Mustafakemalpaşa İlçesi – Kapaklıoluk Köyü Sahası

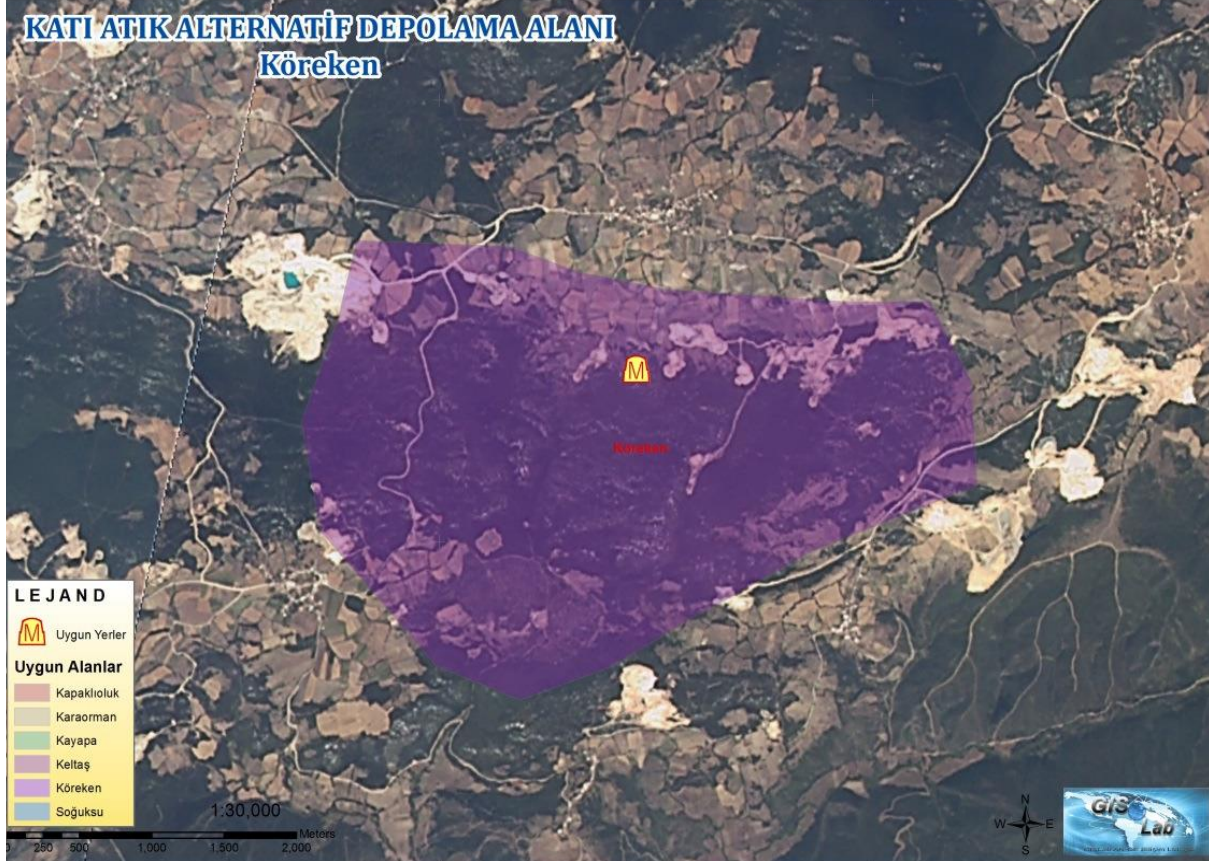
Bursa kent merkezine 93 km ve Mustafakemalpaşa ilçesine 8 km uzaklıkta olan Kapaklıoluk köyü rakımı yüksek bir köydür. 2014 yılı nüfus sayımlarına göre 127 nüfusa sahiptir. Bu köy yapılan analizler sonucunda katı atık depolama alanı olarak uygun alan olarak belirlenmiştir. Ayrıca analize katılmayan diğer katmanlardaki sınırlandırıcı unsurlar da dikkate alındığında bu alan etrafında hassasiyet gerektiren alanlar gözlemlenmiştir. Bu bağlamda planlanan katı atık depolama alanları için seçilen alternatif arasında değerlendirebilmektedir (Şekil 11-6). Arazide yapılan çalışmalarda, Kapaklıoluk köyü sahası içinde kısmen tarım faaliyetleri yapıldığı görülmüştür. Alanın ormanlık bölgesi katı atık depolama faaliyetleri için daha uygun görülmektedir.



Şekil 11-6 Mustafakemalpaşa ilçesi-Keltaş/Kapaklıoluk Sahaları

Mustafakemalpaşa İlçesi – Köreken Köyü Sahası

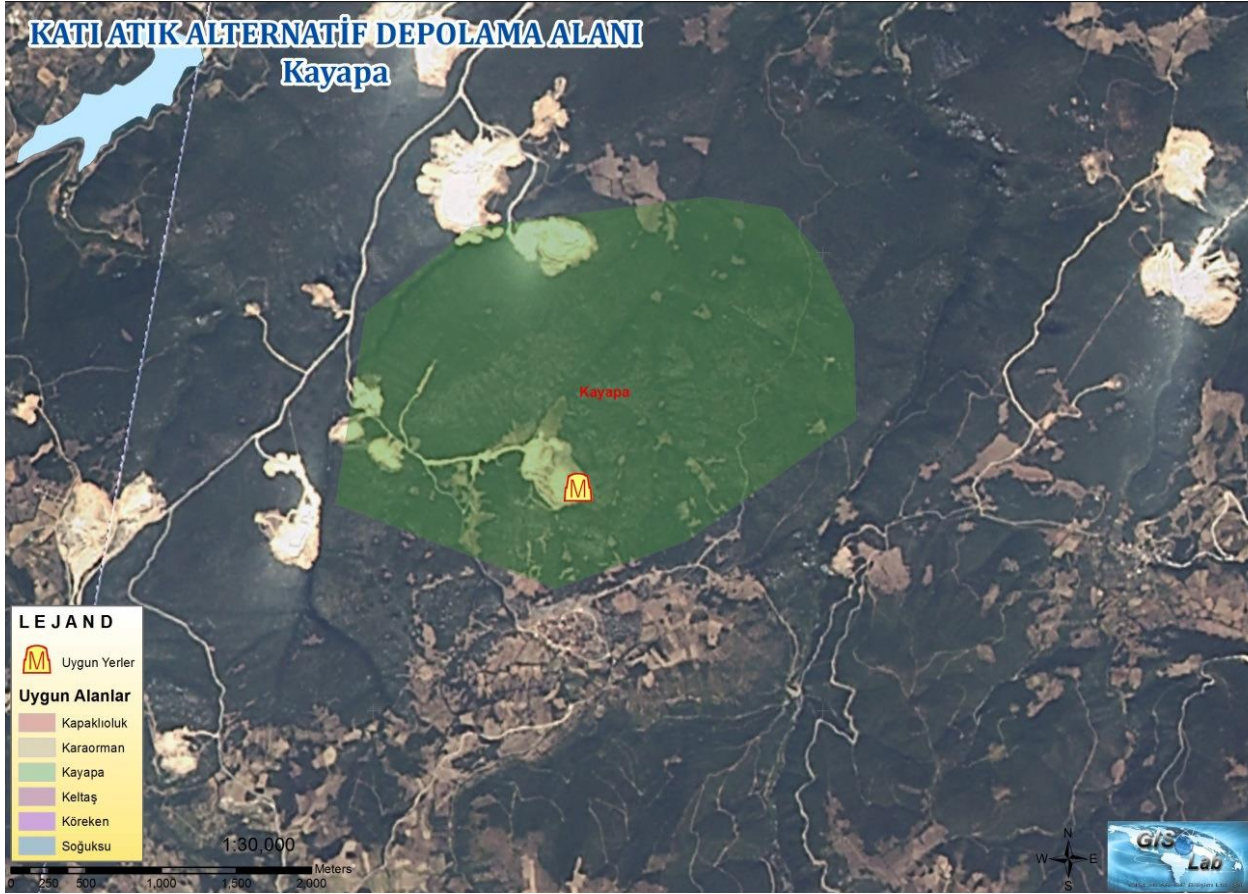
Gelecekte katı atık depolama alanı olarak düşünülen diğer bir alternatif saha Mustafakemalpaşa ilçesine bağlı olan Köreken köyü sahasıdır. Bu saha Bursa iline 50 km ve Mustafakemalpaşa ilçesine de 25 km uzaklıkta yer almaktadır. Bu köyün 2014 yılı nüfusu 329 kişidir. Gerçekleştirilen maliyet yüzey analizi sonucunda bu alan katı atık depolama alanı olarak uygun saha olarak belirlenmiştir. Ayrıca sınırlandırıcı etkenlerin yer aldığı diğer konumsal veri katmanları da dikkate alındığında, bölgenin civarında katı atık depolama için engel teşkil edecek bir unsur yer almamaktadır. Bu bağlamda Köreken köyü sahası, katı atık depolama alanı olarak belirlenen alternatif sahadan biri olarak değerlendirilmiştir (Şekil 11-7). Yapılan arazi çalışmaları ile birlikte Köreken köyü sahası civarında oldukça yoğun taş ocağı faaliyetleri olduğu tespit edilmiştir. Bu alan ulaşım, arazi örtüsü ve arazi kullanımı açısından uygun alanlardan biri olarak belirlenmiştir.



Şekil 11-7 Mustafakemalpaşa ilçesi-Köreken köyü sahası

Nilüfer İlçesi – Kayapa Köyü Sahası

Gelecekte katı atık depolama alanı olarak düşünülen Nilüfer ilçesine bağlı Kayapa Köyü katı atık depolama alanı sahası Nilüfer ilçesine 30 km uzaklıktadır. 2014 yılı nüfusu 1291 kişidir. Nilüfer ilçesine bağlı olan bu köy sahası şehir merkezine oldukça yakın bir alanda bulunmaktadır. Dolayısıyla nüfusun yoğun olduğu şehir merkezine mesafesi de daha kısa ve ayrıca ulaşılabilirliği oldukça rahat bir mevkidir. Çöp taşıma maliyetinin düşük olabileceği bu alan analizler sonucunda kriterlere uygun olarak seçilmiştir. Dolayısıyla seçilen 6 alternatif arasında, daha uygun olarak belirlenen 3 alternatif katı atık depolama alanından bir diğeri olarak düşünülmektedir (Şekil 11-8). Yapılan arazi çalışmaları ile Kayapa Köyü yolun yaklaşık olarak 1.5 km'sinin soşe olduğu geri kalan mesafenin ise asfalt olduğu tespit edilmiştir. Asfalt ve 1.5 km'lik soşe kısmını geçtikten sonra belirlenen Kayapa köyü sahasının ulaşılabilirlik açısından uygun olduğu tespit edilmiştir.

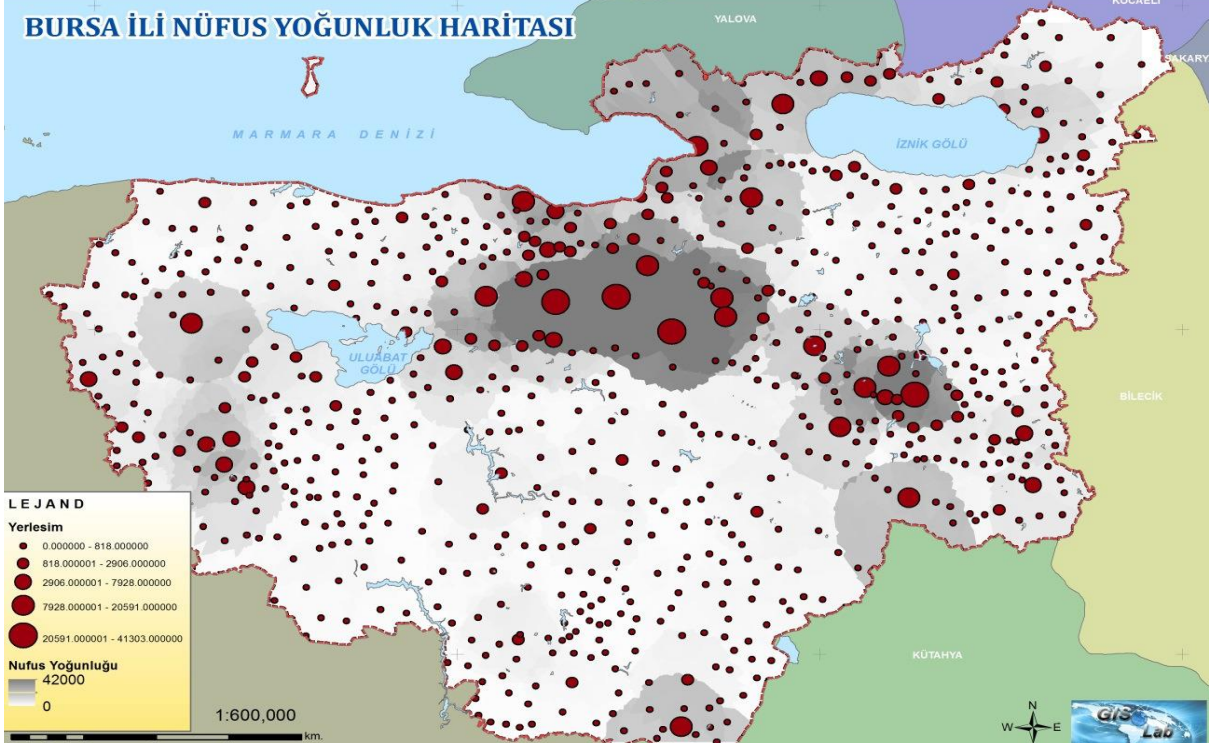


Şekil 11-8 Nilüfer ilçesi-Kayapa köyü sahası

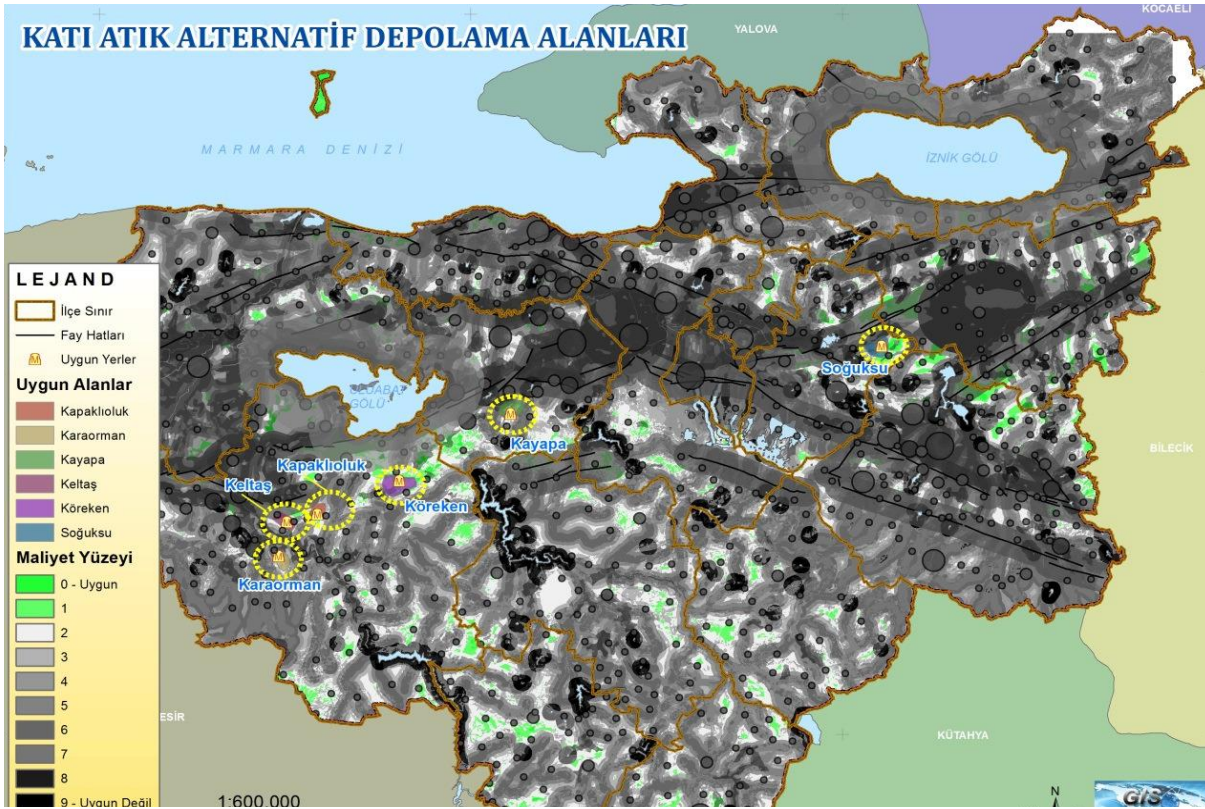
11.2.4.2 Nüfus Yoğunluk Analizi

Bursa ili Türkiye'nin en kalabalık ikinci şehri olarak karşımıza çıkmakta ve en büyük ikinci sanayi bölgesi olması açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle ülkemizde kentsel nüfus yoğunluğunun çok fazla olduğu şehirlerden biridir. Bu çalışmada Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi veri tabanında mevcut olan son 8 yıllık dönem dikkate alınarak 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014 yılları için nüfus bilgileri TÜİK'den temin edilmiştir.

Belirtilen zaman aralıkları içerisinde giren nüfus miktarları ve bu miktarların tüm il nüfusuna göre oranları, yapılan genel nüfus sayımı sonuçları, yıllara göre tespit edilmiştir. Yerleşim merkezlerine ait ilgili coğrafi veri katmanının öznitelik tablosuna 2014 yılına ait nüfus bilgileri eklenmiş ve analizlerde kullanılmıştır. Bursa iline ait nüfus yoğunluk haritası Şekil 11-9'da gösterilmiştir. Oluşturulan maliyet yüzey haritası üzerinden değerlendirme yapıldığında; Bursa ili Katı atık depolama alanı olarak 6 adet uygun alan tespit edilmiştir (Şekil 11-10).



Şekil 11-9 Bursa ili 2014 yılı nüfus yoğunluk haritası



Şekil 11-10 Bursa ili için katı atık alternatif depolama alanlarını gösteren harita

11.2.4.3 Plan Üzerinde Geo-İstatistiksel Analiz

Çalışmanın son aşamasında CBS tabanlı yer seçimi modeli üzerinden bulunan 6 farklı alan için (Kayapa, Soğuksu, Köreken, Kapaklıoluk, Keltaş ve Karaorman Köyü sahaları) ve mevcut durumda kullanılan katı atık depolama alanı istatistiksel olarak irdelenmiştir. Sonuçlar Tablo 11-1'de gösterilmiştir.

Tablo 11-1 Alternatif katı atık depolama alanlarının istatistiksel değerlendirilmesi

Değerlendirme Kriterleri	Raster CBS tabanlı yöntem					
	Kayapa	Köreken	Kapaklıoluk	Karaorman	Keltaş	Soğuksu
Yerleşim Alanlarına Uzaklık (m.)	1912.22	454.531	952.02	250.492	0	0
Akarsulara Ortalama Uzaklık (m.)	1015.065	1799.339	1516.176	1130.25	1292.076	1021.79
Anayollara Ortalama Uzaklık (m.)	904.20	359.18	0	0	319.92	0
Ortalama Eğim (%)	3.4	2.0	2.1	2.3	2.2	3.0
Ormanlık Alanların içinde kalma (hek.)	616.88	724.54	270.47	143.72	177.27	385.52
Turizm Alanlarına Uzaklık (m.)	6537.31	5665.88	1610.17	0	2198.70	11437.19
Koruma Alanlarına Uzaklık (m.)	129.14	86.82	586.19	899.89	517.98	165.57

11.2.5 Düzenli Depolama Sahası Yer Seçimi Sonucu

Bursa ili için katı atık depolama alanı genel değerlendirmesi yapıldığında uygun alan olarak alternatif 6 saha belirlenmiştir. Belirlenen tüm alanlar ilgili mevzuatın gerekli koşullarını sağladığından katı atık depolama alanı olarak kullanılabilir niteliktedir. Seçilen uygun alanlar elde edilen raster tabanlı maliyet yüzey haritası üzerinden değerlendirmeye tabi tutulduğunda gerek sakıncalı alanlar içinde bulunma, gerek sit alanlarına oldukça yakın olma, gerekse de koruma alanlarına olan mesafelerinin çok kısa olması kriterleri ele alınarak en uygun alanlar seçilmiştir. Ayrıca yapılan arazi çalışmaları ile bizzat arazide tespit edilen verilere göre esas alınarak en uygun alanlar belirlenmiştir. 6 alternatif sahanın alanları Tablo 11-2'de verilmektedir.

Tablo 11-2 Alternatif katı atık depolama sahalarının alanları

İSİM	İLÇE	ALAN (Hektar)
Kayapa	Nilüfer	656,71
Soğuksu	Kestel	660,42
Köreken	Mustafakemalpaşa	997,06
Karaorman	Mustafakemalpaşa	438,97
Keltaş	Mustafakemalpaşa	511,50
Kapaklıoluk	Mustafakemalpaşa	346,63

Belirlenen bu 6 alternatif içerisinde en uygun olan 3'ü katı atık depolama sahası olarak düşünülebilir. Bunlar en uygun olandan başlamak üzere;

1. Kayapa (Nilüfer)
2. Köreken (Mustafakemalpaşa)
3. Soğuksu (Kestel)

Konumsal bir problem olan katı atık depolama yer seçimi işleminde kullanılacak coğrafi verilerin doğruluğu, ölçeği ve güncelliği önemlidir. Bu tür çalışmalarda ortaya çıkan sonuçların arazi çalışmaları ile kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Bursa ili alternatif katı atık depolama alanları arazi çalışmaları ile kontrol edilmiştir. Analiz sonucunda uygun olarak tanımlanan alanlar araziye gidilerek kontrol edilmiş ve görselleri fotoğraflanarak kaydedilmiştir.

Katı atıkların entegre bir sistem içerisinde mevzuata uygun şekilde geri kazanım ve bertarafını sağlamak amacıyla Düzenli depolama sahası için uygun görülen alanlar MBT ve yakma tesisi içinde analiz edilmiştir. Bölüm 11.3'te Mekanik Biyolojik Arıtım Tesisi ve Bölüm 11.4'te yakma tesisi yer seçimi ile ilgili analiz sonuçları verilmiştir.

11.3 Mekanik Biyolojik Arıtım Tesisi Yer Seçimi

MBT alanlarının belirlenmesinde ÇKKV yöntemlerinden Basit Ağırlık Yöntemi kullanılmıştır. Yer seçimi için kullanılan faktörler ve bu faktörlerin yer seçimine yaptığı etki değerlerini gösteren ağırlık değerleri Tablo 11-3'te gösterilmiştir.

Tablo 11-3 Mekanik Biyolojik Arıtım Kriterleri

FAKTÖR	KATMAN	ÖNCELİK SIRASI	KRİTER
<i>Nüfus yoğunluğundan uzak</i>	<i>Nüfus</i>	<i>1</i>	<i>0-500_1 puan 500-2000_3 puan 2000-5000_3 puan 5000-10000_10 puan 10000-20000_10 puan</i>
<i>AKKS</i>	<i>AKKS</i>	<i>4</i>	<i>I. Sınıf_ 8 puan II.Sınıf_7 puan III. Sınıf_ 6 puan IV. Sınıf_ 5 puan V. Sınıf_ 4 puan VI. Sınıf_ 3 puan VII. Sınıf_ 2puan VIII.Sınıf_ 1 puan Diğer Alanlar_ 0 puan</i>
<i>Tarım</i>	<i>Arazi Kullanım</i>	<i>5</i>	<i>Çayır, Mera_ 1 puan Dikili bağ, Dikili diğer_ 5puan Dikili zeytin, Kuru marjinal Tarım-6puan Kuru mutlak tarım, Orman, Özel ürün_ 7puan Sulu marjinal tarım_ 8puan Dikili meyve, sulu mutlak tarım_ 9puan</i>
<i>Flora-fauna</i>	<i>Flora-fauna</i>	<i>7</i>	<i>1000 m ve çevresi geçişi yasak</i>

Turizm	Turizm	8	3000 m ve çevresi geçişi yasak
Eşyükselti	Eşyükselti	2	0-5_1 puan 5-10_2 puan 10-20_3 puan 20-30_7 puan 30-40_10 puan 40-90_10 puan
Orman	Orman	3	Bozuk koru_1 puan Gençleştirme sahası_6 puan Özel orman_7puan Normal koru_8puan Seçme orman_9puan
Koruma Alanı	Koruma alanı	6	10 puan
Liman-Rıhtım	Liman-Rıhtım	9	5000 m ve çevresi geçişi yasak
Hidroloji	Hidroloji	10	1000 m ve çevresi geçişi yasak

Bu tesislerin ortaya çıkaracağı istenmeyen koku da dikkate alınarak gerçekleştirilen analizler ile yerleşim alanlarından uzak alanlar uygun yer olarak seçilmiştir. Yerleşim bölgelerine olan uzaklık faktörü değerlendirilirken, TÜİK kurumundan alınan idari birimlere ait 2014 yılı nüfus bilgilerine göre, kriging analizi sonucu oluşturulan nüfus yoğunluk haritaları kullanılmış ve bu haritalar üzerinde yoğun yerleşim olarak görülmeyen alanlar tercih edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda Bursa ili için 58 adet Mekanik Biyolojik Arıtma Tesis alanları tespit edilmiştir. Analizler sonucunda elde edilen değerlerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi ile anayollara, yerleşim merkezlerine ve akarsulara olan ortalama uzaklıklar tespit edilmiştir.

Bu 58 uygun alan içerisinde entegre tesisin düşünüldüğü alanlar Tablo 11-4'te verilmiştir.

Tablo 11-4 Alternatif katı atık depolama sahalarının alanları

Köy adı	İlçe adı	Anayollara Ortalama Uzaklık (m.)	Yerleşim Alanlarına Uzaklık (m.)	Akarsulara Ortalama Uzaklık (m.)
Kuruçeşme (Kayapa)	Nilüfer	468	915	796
Soguksu	Kestel	557	2769	1368

11.4 Yakma Tesisi Yer Seçimi

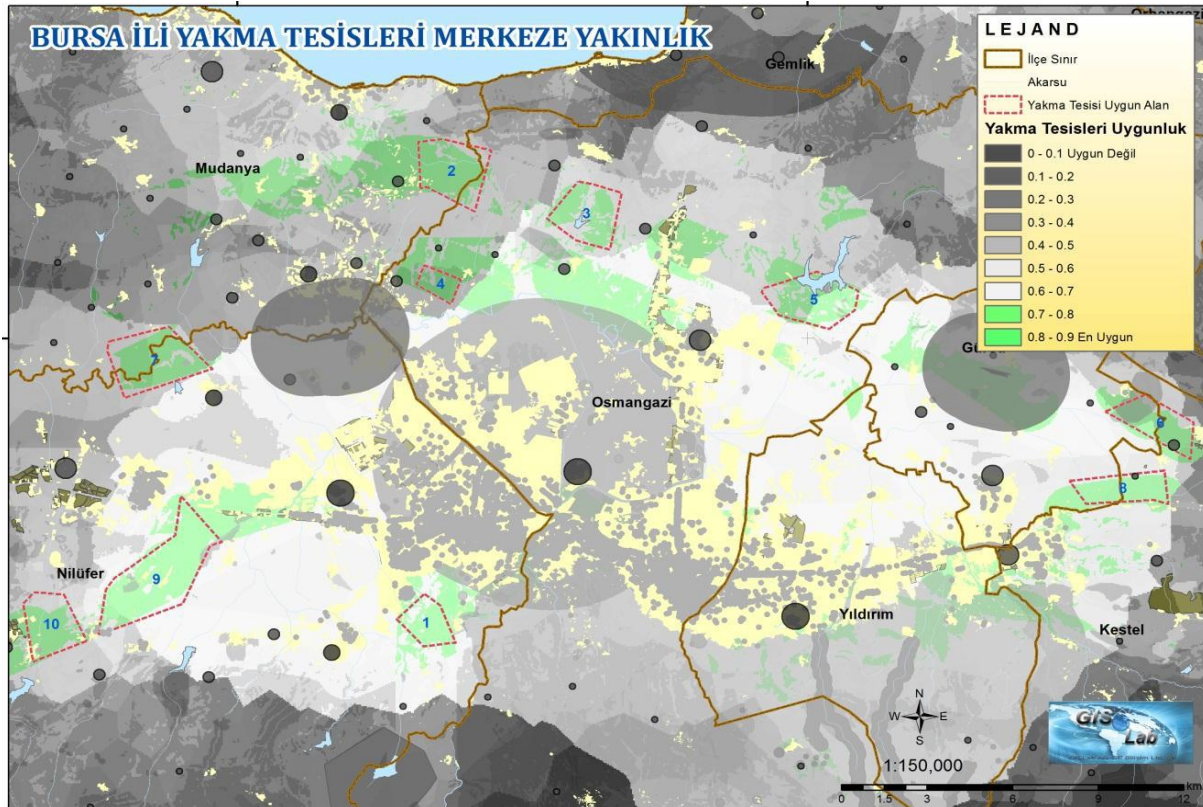
Yakma tesis alanları için uygun yerlerin tespit edilmesine yönelik yapılan çalışmada; akarsu, nüfus, eğitim, AKKS, arazi kullanımı, hidroloji, altyapı flora-fauna ve turizm katmanları kullanılmıştır.

Yakma tesisi alanların belirlenmesinde ÇKKV yöntemlerinden biri olan Basit Ağırlık Yöntemi kullanılarak uygun yerler tespit edilmiştir. Yer seçimi için kullanılan faktörler ve bu faktörlerin yer seçimine yaptığı etki değerlerini gösteren ağırlıklar Tablo 11-5'de gösterilmiştir.

Tablo 11-5 Yakma tesisleri yer seçimine etki eden faktörler ve faktör ağırlıkları

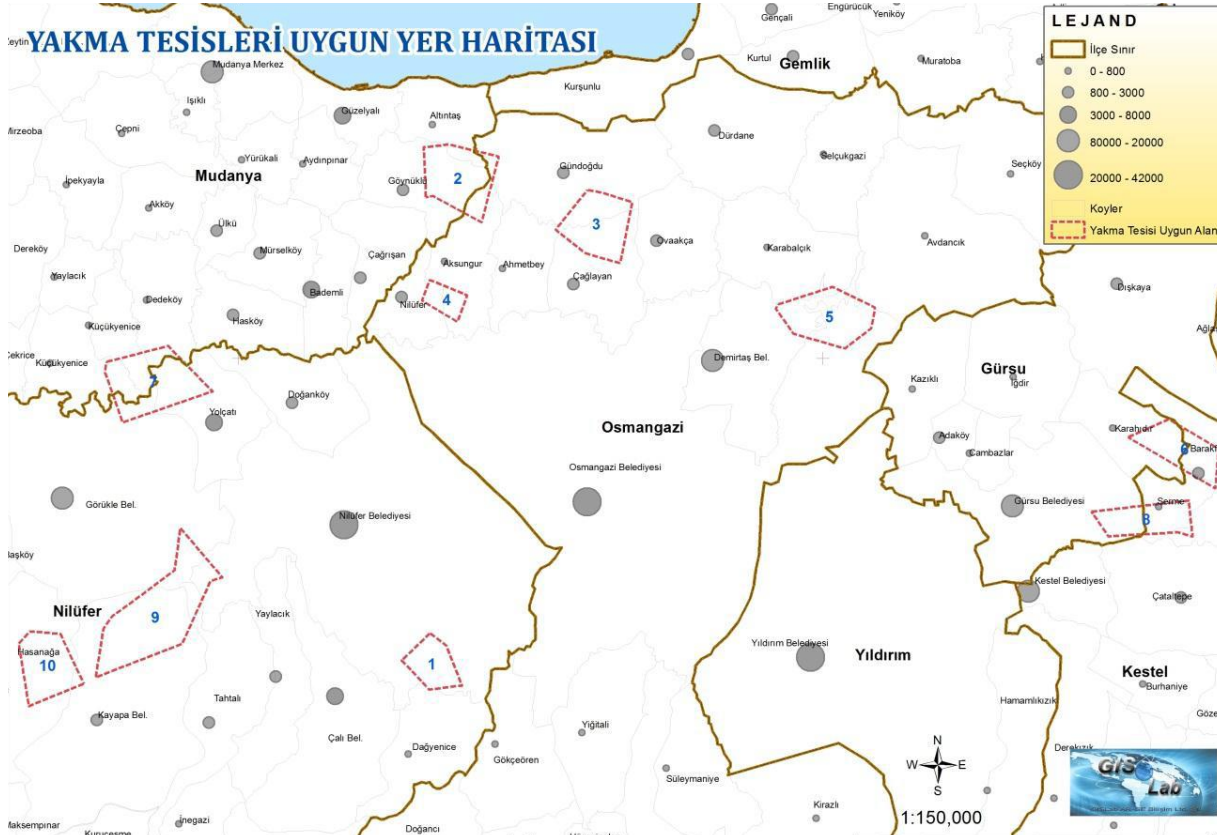
Faktör	Katman	Öncelik Sırası	Kriter
Akarsulardan uzak	Akarsu	1	1000m ve çevresi geçişi yasak
Baraj, göl vb.nin min 3km dışında	Baraj, göl, gölet	6	3000m ve çevresi geçişi yasak
Nüfus yoğunluğundan uzak	Nüfus	2	0-500_1 puan 500-2000_3 puan 2000-5000_3 puan 5000-10000_10 puan 10000-20000_10 puan
Altyapı tesislerinden uzak	Altyapı tesisleri	7	500m ve çevresi geçiş yasak
Eğimi %5 altında olan alanlar	Eğim (degree)	3	5000m ve çevresi geçişi yasak
AKKS (1,2,3,4 hariç)	AKKS	4	I. Sınıf_9 puan II. Sınıf_7 puan III. Sınıf_5 puan IV. Sınıf_5 puan
Tarım	Tarım	5	MKGA_10 puan ÖKGA_10 puan
Flora-fauna	Flora-fauna	8	5000m ve çevresi geçişi yasak
Turizm	Turizm	9	5000m ve çevresi geçişi yasak

Bursa İline ait uydu görüntüleri kullanılarak ve yerleşim merkezlerine yakınlık esas alınarak çalışma bölgesi belirlenmiştir (Şekil 11-11).



Şekil 11-11 Bursa ili yakma tesisi çalışma bölgesi

Konumsal bir problem olan yakma tesisi yer seçimi işleminde kullanılacak faktörlere karşılık gelen her bir veri seti raster veri formatına dönüştürülmüş ve bir sınıflandırma sürecine tabi tutulmuştur. Bu aşamadan sonra her bir faktöre karşılık gelen veriler ve bu veriler içinde yakma tesisleri için uygun olabilecek alanlar ve uygun olmayacak alanlar tespit edilmiştir. Bu işlemin ardından faktör ağırlıkları da analiz sürecine dahil edilerek sonuç maliyet yüzeyi haritası oluşturulmuştur. Maliyet haritası üzerinden uygun alanlar belirlenmiştir. Bursa İli için yerleşim merkezinden alternatif depolama alanlarına yakın olan 10 adet yakma tesisi alanı tespit edilmiştir. Yakma tesisleri için uygun alanların istatistiksel değerlendirilmesi Tablo 11-12'de gösterilmektedir.

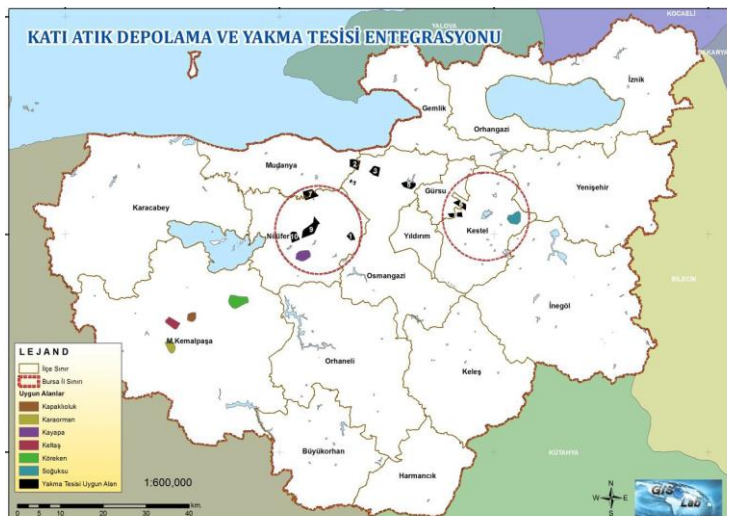


Şekil 11-12 Yakma Tesisleri için uygun yer haritası

11.5 Entegre Katı Atık Tesisi Yer Seçimi Sonucu

Entegre katı atık yer seçiminde analizler sonucunda belirlenen 58 adet MBT, 10 adet yakma tesisi ve 6 adet katı atık depolama sahası için uygun alanlar değerlendirilmiştir. Yakma, MBT ve düzenli depolama tesislerini içeren entegre katı atık tesisi yeri için Kayapa ve Soğuksu mevkinde yer alan alanlarının uygun olduğu önerilmektedir. Yapılan yer seçimi analizleri sonucunda uygun olarak önerilen alanlar Şekil 11-13'te kırmızı renk ile işaretlenmiş ve aşağıda verilmiştir

1. Kayapa(Kuruçeşme) – Nilüfer
2. Soğuksu – Kestel



Şekil 11-13 Katı atık depolama ve yakma tesisleri entegrasyonu

11.6 Güney Yakası Katı Atık Aktarma İstasyonu Yer Seçimi

Bursa İli güneyinde kalan Orhaneli, Keles, Büyükorhan ve Harmancık ilçelerindeki (Şekil 11-14) katı atıkların toplanarak, belirlenecek bir istasyona taşınması planlanmaktadır. Bu çalışmadaki temel amaç üç ilçe için uygun Katı Atık Aktarma İstasyonu (KAAİ) yer seçiminin yapılmasıdır. Analizlerde iki öngörü mevcuttur. Bunlar;

- Orhaneli ve Keles ilçeleri günlük 24 ton atık üretirken, Büyükorhan ve Harmancık ilçeleri günlük 7'şer ton atık üretmektedir. Atık miktarı yoğunluğu ve yüzey şekillerinin durumu nedeniyle planlanan Aktarma İstasyonunun Orhaneli ilçe merkezine yakın olması uygun olacaktır.



Şekil 11-14 Bursa İli Orhaneli, Büyükorhan, Keles ve Harmancık ilçelerinin konumu

11.6.1 Kullanılan Yaklaşım

İlk aşamada KAAİ'lerin yer seçimine etki eden faktörler için detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Elde edilen genel bilgiler (literatür özeti) şu şekildedir;

- 1) Çöplerin kaynaktan (ev ve işyerleri) toplanmasından bertaraf tesisine kadar olan mesafe 24-30 km'den uzaksa çöp taşıma maliyetini minimize etmek ve çöp toplama araçlarının kullanımını maksimize seviyeye çıkarmak için transfer istasyonu yapılmaktadır. Transfer istasyonları, hizmetin seri olarak yürümesi için çöplerin ağırlıklı olarak olduğu merkezi yerlere yapılmalıdır.

Transfer istasyonu yapılacak yerde, çevresel yerleşim kriterleri çok önemlidir. Bunlar; arazi kullanımı, yer altı su kaynağı, ekoloji, görünürlük, trafik ve topografya'dır.

Transfer istasyonlarının yapılacağı yerlerin;

Ana arterlere kolay giriş çıkış yapılacak alanlardan seçilmesi gerekmektedir. Atık toplama veriminin en yüksek seviyede olması için kurulacak transfer istasyonunun atık toplama güzergâhının merkezi bir noktası olması gerekir. Bu tesislerin atık toplama güzergâhından yaklaşık 15-20 km'den daha uzakta olması tercih edilmez.

- 2) *Halk sağlığı ve çevre için uygun alanlar olmalı,
Geri dönüşüm tesislerinin kurulmasına elverişli alanlar olmalı (geniş alanlar),
Çöp toplama güzergâhıyla merkezi mahal arasında ilişki olmalı,
Transfer istasyonu kapasitesi yeterli olmalı,
Katı atık hizmeti verilen alan belli olmalı,
Genişleme kapasitesi olmalı,
Bölgelere ayrılmış tahsisler ihtiyaçları karşılamalı,
Çöp kamyonları trafikle uyumlu olmalı,
Atığın toplanmasında kullanılan araçların tipleri ve özellikleri belirlenmeli,
Araçların sıraya girme ve park etme imkânı mümkün olmalı,*
- 3) *Çevresel etkiler, sosyo-ekonomik çevreye olan etkiler (yerleşim alanlarına uzaklık, rekreasyon alanlarına uzaklık, tarihi ve kültürel alanlar üzerindeki etkisi, tarım ve ormana etkileri, rüzgar yönü...)
Doğal çevreye olan etkiler (doğal koruma alanı, alandaki yaşam türlerinin değeri, doğal park veya koruma alanı...)
İnşaat ve faaliyet kriterleri, altyapı olanaklarına uzaklık (katı atık yönetim tesis alanlarına uzaklık, atık su arıtma tesisine uzaklık, elektrik bağlantısı)
Proje alanının durumu (genişleme imkânı, geçirgenliği)
Atık taşıma (tren yolu bağlantısı, trafiğe etkileri, alternatif ile karşılaştırma)
İdari durum (belediye sınırı içerisindeki yeri, yerel halk tarafından kabul edilmesi)*
- 4) *Meskûn yerlerde planlanan aktarma istasyonları kapalı olarak inşa edilebilmekte, açık olarak inşa edilecek KAAİ'ler meskûn yerlerden en az 1000 m uzaklıkta konumlandırılmalıdır.
Aktarma istasyonlarının yer seçimi yapılırken;
Çöp üretilen alanların mümkün olduğunca ağırlık merkezinde olması,
İkinci derece önemli ve tali yollara yakın olduğu kadar ana karayoluna da kolay ulaşılabilir konumda olması,
Çevreyi ve halkı olumsuz olarak en az etkileyecek konumda olması,
İnşaat ve işletmenin en ekonomik olduğu yerde kurulması*

Bu bilgiler doğrultusunda, KAAİ yer seçimine etki eden faktörler ve ağırlıkları Tablo 11-6'daki gibi oluşturulmuştur.

Tablo 11-6 KAAİ yer seçimine etki eden faktörler ve ağırlık değerleri

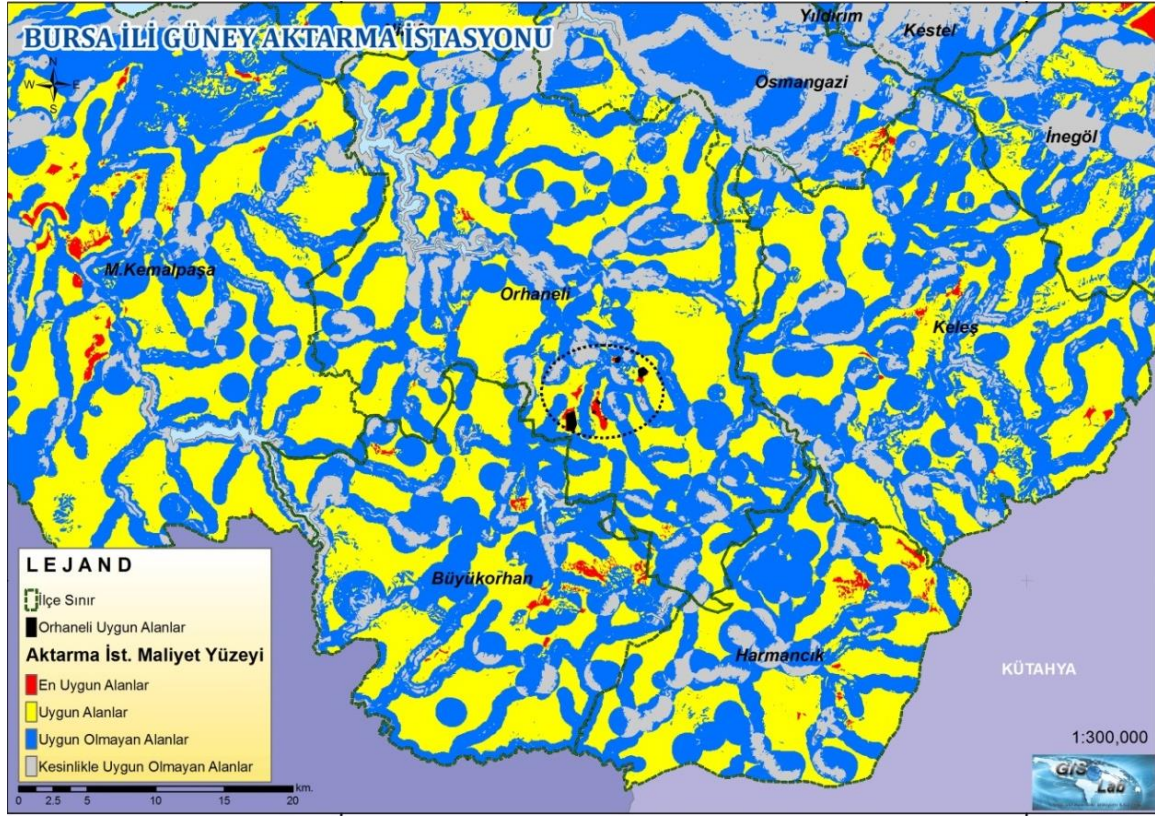
KRİTER	ARALIKLAR	PUAN
Akarsu	100,200,300,400,500 m	9,7,6,5,3,1
Göl	500 m	Yasak
Eşyükselti	0-5,5-10,10-20,20-30, >30	1,3,5,7,9
Fay Hattı	1000 m	Yasak
Altyapı	200 m	Yasak
Koruma Alanı	1000 m	Yasak
Turistik Yer	500 m	Yasak
AKK	1,2,3,4,5,6,7,8	8,7,6,5,4,3,2,1
Heyelan	1000 m	Yasak
Flora Fauna	500 m	Yasak
Nüfus	Analiz sonrasında manuel	
Yol	Analiz sonrasında manuel	

Bursa ili güney bölgesi için yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda ve yapılan analizler sonucunda KAAİ'ler için uygun yerler belirlenmiştir. Uygunluk değerleri dört sınıfa ayrılmıştır. Harita üzerinde gösterilen kırmızı alanlar en uygun alanlar olup, gri renkte gösterilen alanlar kesinlikle uygun olmayan alanları göstermektedir (Şekil 11-15).

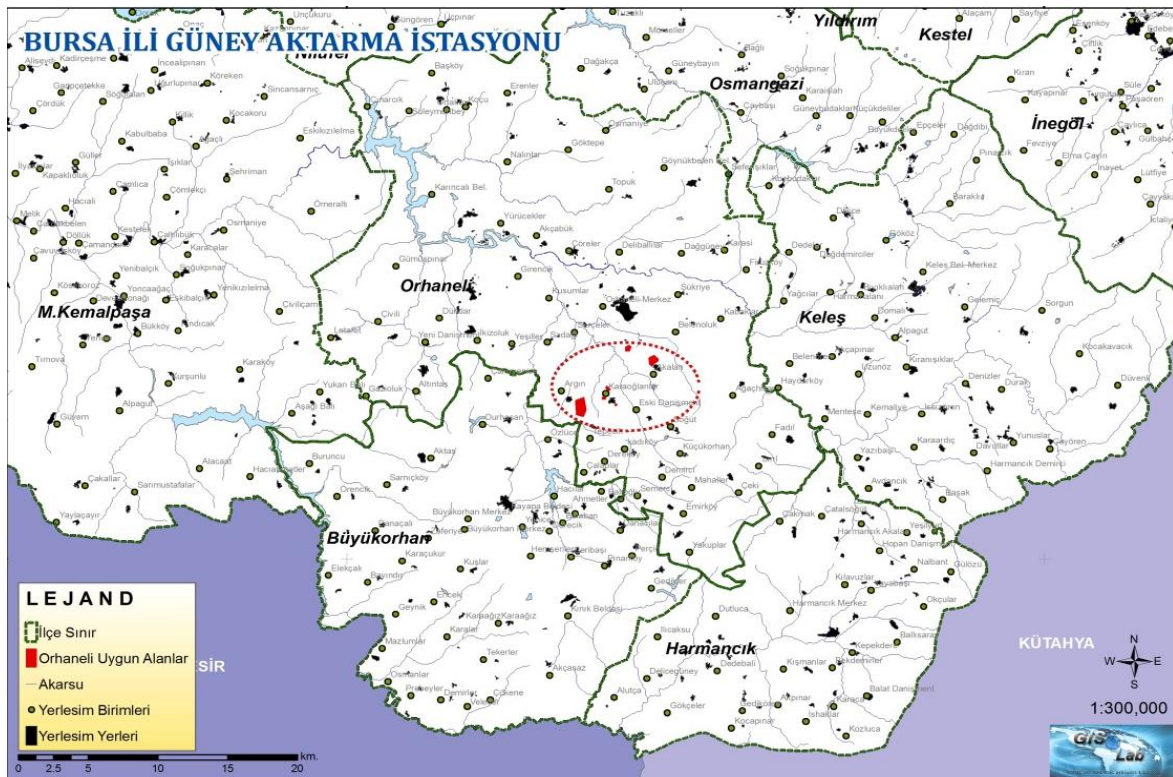
Orhaneli ilçesi için uygun olan kırmızı alanların üzerinden (Şekil 11-15'de siyah kesikli daire ile gösterilen alan) nüfus, yol, topografya (DEM üzerinden), akarsu, yerleşim, hidroloji, turizm, koruma alanları ve mevcut uydu görüntüleri kullanılarak görsel değerlendirmeler ve irdelemeler yapılmış, bu alanlar içinde de en uygun 6 alan tespit edilmiştir.

Orhaneli ilçesi KAAİ'ler için belirlenen uygun alanların yerleşim haritası Şekil 11-16'da, uydu görüntüsü üzerindeki mevcut konumları ise Şekil 11-17'de gösterilmiştir.

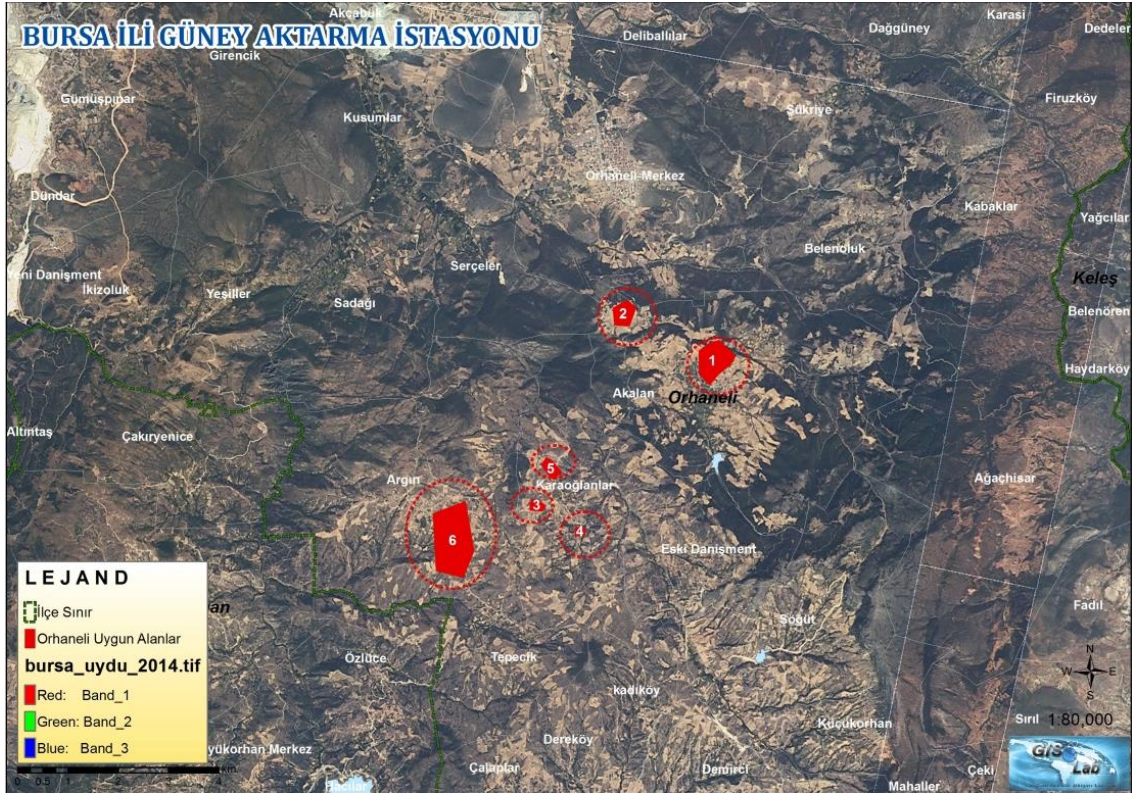
Ayrıca uygun yerlerin alansal büyüklükleri Şekil 11-18'de gösterilmiştir.



Şekil 11-15 Bursa İli güney bölgesi katı atık aktarma istasyonları uygunluk haritası



Şekil 11-16 Orhaneli İlçesi KAAİ için uygun yerlerin yerleşim birimlerine göre konumları



Şekil 11-17 Orhaneli İlçesi KAAİ için uygun yerlerin uydu görüntüsü üzerinde konumları

FID	Shape *	Id	Area	Alan_hekt
0	Polygon	1	415292	42
1	Polygon	2	180787	18
2	Polygon	3	61800	6
3	Polygon	4	37543	4
4	Polygon	5	98745	10
5	Polygon	6	960970	96

Şekil 11-18 Orhaneli İlçesi KAAİ için uygun yerlerin (6 adet) alanları

11.6.2 Sonuç

Yukarıda açıklanan analiz süreçlerinin sonucunda, Orhaneli İlçesinde KAAİ yapılabilmesi için 6 adet uygun alan belirlenmiştir.

Bunların ikisi (1 ve 2 numaralı alanlar) Akalan köyü sınırları içinde, Orhaneli ilçesinin güney kısmında ilçe merkezine yaklaşık 3,5 km. mesafededir.

Uygun alanların üçü (3, 4 ve 5 numaralı alanlar) Karaoğlanlar köyü sınırları içinde, Orhaneli ilçesinin güney batı kısmında ilçe merkezine yaklaşık 7 km. mesafededir.

Uygun alanların biri (6 numaralı alanlar) Argın köyü sınırları içinde, Orhaneli ilçesinin güney batı kısmında ilçe merkezine yaklaşık 9 km. mesafededir (Mesafeler kuş uçuşu olarak alınmıştır).

Yukarıda bahsedilen öngörülerde de belirtildiği üzere, günlük katı atık yoğunluğu ve ulaşımının diğer üç ilçeye göre daha iyi olması nedeniyle aktarma istasyonu planlaması Orhaneli ilçesinde düşünülmüştür.

Sonuç olarak bu altı alan, aktarma istasyonu yapılması için uygun alanlar olarak belirlenmiştir.

11.7 Keles İlçesi için Uygun Katı Atık Taşıma Yerinin Belirlenmesi

Bursa İli güneyinde Keles, Orhaneli, Büyükorhan ve Harmancık İlçeleri mevcuttur. 24 tonu Keles ilçesinden olmak üzere, bu dört ilçede günde yaklaşık olarak 62 ton katı atık üretilmektedir. Keles ilçesinden toplanan bu atıkların, ekonomik, çevresel, sosyal, teknik ve sürdürülebilirlik açısından en uygun maliyetle nereye taşınmasının daha uygun olacağı tespit edilmelidir.

Bursa ili aktarma istasyonu ya da mevcut depolama tesislerinin konumlarının gösterildiği harita (Şekil 11-19) incelendiğinde iki seçeneğin daha uygun olduğu görülmektedir. Birinci seçenek, Keles ilçesi atıklarının İnegöl ilçesinde bulunan Düzenli Depolama Tesisine (DDT) gönderilmesi, ikinci seçenek Orhaneli ilçesinde yapılması Planlanan Aktarma İstasyonuna (PAİ) gönderilmesidir.



Şekil 11-19 Bursa ili güney ilçeleri için PAİ konumu

11.7.1 Amaç

Keles ilçesinde toplanan günlük yaklaşık 24 tonluk atığın taşınmasında; İnegöl İlçesi Düzenli Depolama Tesisi (DDT), Orhaneli İlçesi'nde kurulması Planlanan Aktarma İstasyonu (PAİ) seçeneklerinden en uygun olanının tespit edilmesidir. Bu tespitlerin yapılmasında ekonomik, çevresel, sosyolojik, teknik ve sürdürülebilirlik faktörleri değerlendirilmelidir.

11.7.2 Kullanılan Yaklaşım

Yukarıda belirtilen amaç için dört farklı analiz yapılması hedeflenmiştir. Bu analizler;

1. İnegöl DDT ve Orhaneli PAİ ile atıkları alınacak Keles ilçesi arasındaki en **optimum güzergahların tespit edilmesi ve mesafe analizleri**
2. İnegöl DDT ve Orhaneli PAİ ile atıkları alınacak Keles ilçesi arasındaki en **optimum güzergahların eğim ve topografya analizleri**
3. İnegöl DDT ve Orhaneli PAİ ile atıkları alınacak Keles ilçesi arasındaki en **optimum güzergahların yakıt analizleri**
4. İnegöl DDT ve Orhaneli PAİ ile atıkları alınacak Keles ilçesi arasındaki en **optimum güzergahların baki analizleri**

Analiz 1

İnegöl DDT ve Orhaneli PAİ ile atıkları alınacak Keles ilçesi arasındaki en optimum güzergahların tespit edilmesi ve mesafe analizleri

Keles İlçesinden İnegöl DDT arasındaki uzaklık **56,39 km**, Keles İlçesinden Orhaneli PAİ arasındaki uzaklık **35,72 km** olarak tespit edilmiştir. Güzergâh tespitinde güncel uydu görüntüleri üzerinden ana yol güzergâhları belirlenmiş ve mevcut yol katmanını üzerinde güncelleştirmeler yapılmıştır. Güzergâhlar Şekil 11-20 ve Şekil 11-21'de gösterilmektedir.

Keles – Orhaneli Güzergahı; Keles ilçesinden başlayarak, Alpagut, Akçapınar, Belenören, Kabaklar ve Belenoluk köylerinden geçmekte ve Orhaneli ilçesinde sona ermektedir.

Keles – İnegöl Güzergahı; Keles ilçesinden başlayarak, Sorgun, Çayyaka ve İsaören köylerinden geçmekte ve İnegöl ilçesinde sona ermektedir.



Şekil 11-20 Keles ilçesinden PAİ ve DDT'lere olan güzergâhlar ve mesafeler



Şekil 11-21 Keles İlçesinden PAİ ve DDT'lere olan güzergâhların topografik durumu

Analiz 2

İnegöl DDT ve Orhanlı PAİ ile atıkları alınacak Keles ilçesi arasındaki en optimum güzergâhların eğim ve topografya analizleri

Yapılan ikinci analizde iki farklı güzergâh için eğim ve topografya analizleri gerçekleştirilmiştir. İl genelinde raster tabanlı eğim haritaları oluşturulmuş ve güzergâh üzerindeki her pikselin yükseklik ve eğim değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler yol güzergâhına aktarılmış ve analizler gerçekleştirilmiştir.

Keles – Orhanlı güzergâhı 35,7 km uzunluğunda 410 m minimum yüksekliklere kadar inip, 1080m maksimum yüksekliklere kadar tırmanmaktadır. Güzergâhın ortalama 788m. yükseklikten seyrettiği tespit edilmiştir. Minimum eğimi %0, maksimum eğimi ise %88'dir. Ortalama eğim değeri ise %8,5'dir

Keles – İnegöl güzergâhı 56,4 km uzunluğunda 275m minimum yüksekliklere kadar inip, 1373m maksimum yüksekliklere kadar tırmanmaktadır. Güzergâhın ortalama 801m yükseklikten seyrettiği tespit edilmiştir. Minimum eğimi %0, maksimum eğimi ise %110'dur. Ortalama eğim değeri ise %6,7'dir

Analiz 3

İnegöl DDT ve Orhanlı PAİ ile atıkları alınacak Keles ilçesi arasındaki en optimum güzergâhların yakıt analizleri

Eğim değerleri üzerinden 10 ton yük taşıyan bir kamyon için (asfalt zemin, herhangi bir durma/kalkma bilgisi olmadan) mesafeye bağlı olarak yakıt analizleri gerçekleştirilmiştir.

Keles – Orhaneli güzergâhında **18,4 km yokuş yukarı eğimli yol, 5,1 km düz yol, 12,2 km de yokuş aşağı eğimli yol** bulunmaktadır. 10 ton yük taşıyan standart özelliklerdeki bir kamyonun bu güzergah üzerindeki tek yön (Keles ilçesinden Orhaneli ilçesine yüklü gidiş) **yakıt miktarı 14,31 lt.** dir. Yakıt hesabı, yabancı literatür üzerinden erişilen “kamyonların eğimli yollarda yakıt miktarı” bilgilerinden derlenmiş olup, yaklaşık değerleri göstermektedir (Şekil 11-22).

OrhaneliEgim									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
ORHANELİ									
1	Uzunluk	Ortalama Eğim	Yakıt (km'de)	Toplam Yakıt		Yokuş Yukarı	18.4 km		
2	6.5703	-88	1.8	0.011826586		Düz (%0Eğim)	5.1 km.		
4	7.0459	-67	1.3	0.00915971		Yokuş Aşağı	12.2 km.		
5	4.2101	-56	1	0.00421015					
6	0.7237	-56	1	0.000723702		Toplam	35.7 km.		
7	2.6784	-54	1	0.0026784					
8	10.0688	-54	1	0.010068825		Yakıt	14.31 lt		
9	0.8202	-53	1	0.000820224					
10	4.5590	-53	1	0.004558993					
11	11.8853	-48	0.9	0.010696754					
12	4.9288	-47	0.9	0.004435902					
13	17.2570	-47	0.9	0.015531339					
14	6.0177	-45	0.9	0.005415965					
15	5.8788	-44	0.9	0.005290945		5.8788			
16	3.0660	-41	0.9	0.002759397		3.0660			
17	4.6242	-40	0.9	0.004161802		4.6242			
18	4.8233	-40	0.9	0.004340985		4.8233			
19	1.7112	-40	0.8	0.001368935		1.7112			
20	20.2981	-40	0.8	0.016238444		20.2981			
21	1.1413	-40	0.8	0.000913039		1.1413			
22	4.6753	-39	0.8	0.003740268		4.6753			
23	5.1302	-39	0.8	0.004104126		5.1302			

Şekil 11-22 Keles – Orhaneli güzergâhında 10 ton yüklü kamyonun yakıt analizi

Keles – İnegöl güzergâhında **17,7 km yokuş yukarı eğimli yol, 14,3km düz yol, 24,4 km de yokuş aşağı eğimli yol** bulunmaktadır. 10 ton yük taşıyan standart özelliklerdeki bir kamyonun bu güzergah üzerindeki tek yön (Keles ilçesinden İnegöl ilçesine yüklü gidiş) **yakıt miktarı 19,80 lt.** dir. Yakıt hesabı, yabancı literatür üzerinden erişilen “kamyonların eğimli yollarda yakıt miktarı” bilgilerinden derlenmiş olup, yaklaşık değerleri göstermektedir (Şekil 11-23).

inegolegim									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
İNEGÖL									
1	Uzunluk	Ortalama Eğim	Yakıt (km'de)	Toplam yakıt		Yokuş Yukarı	17.7 km		
2	1.2479	-116	2.0000	0.002495795		Düz (%0Eğim)	14.3 km.		
4	6.4661	-108	2.0000	0.012932222		Yokuş Aşağı	24.4 km.		
5	3.6579	-94	1.8000	0.006584288					
6	3.2160	-91	1.8000	0.005788834		Toplam	56.4 km.		
7	7.9306	-89	1.8000	0.014275149					
8	3.5626	-84	1.8000	0.006412703		Yakıt	19.8 lt		
9	5.7204	-79	1.5000	0.008580624					
10	9.5514	-68	1.3000	0.012416827		9.551405192			
11	2.1774	-65	1.3000	0.002830593		2.177379497			
12	5.6206	-64	1.3000	0.007306783		5.620602022			
13	0.5711	-64	1.3000	0.000742431		0.57110089			
14	9.6381	-64	1.3000	0.012529516		9.638089596			
15	6.1449	-64	1.3000	0.007988323		6.144863473			
16	15.0916	-62	1.3000	0.019619053		15.09157934			
17		-62	1.3000	0					
18	1.9161	-61	1.3000	0.002490993		1.916148694			
19	5.8275	-61	1.3000	0.007575689		5.827453313			
20	1.8466	-61	1.3000	0.002400609		1.846621958			
21	11.7011	-60	1.3000	0.015211493		11.70114821			
22	5.8417	-56	1.0000	0.005841666		5.841666426			

Şekil 11-23 Keles – İnegöl güzergâhında 10 ton yüklü kamyonun yakıt analizi

Analiz 4

İnegöl DDT ve Orhaneli PAİ ile atıkları alınacak Keles ilçesi arasındaki en optimum güzergahların baki analizleri

Güzergâhların özellikle kış mevsiminde soğuk, buzlanma, don olaylarına hassasiyeti irdelenmiştir. Güney, güneydoğu ve batı yönleri daha sıcak ve ılık; kuzey, kuzeydoğu ve doğu yönleri ise daha soğuk ve nemli bölgelerdir. Güzergâhlara ait yön ve mesafe bilgileri aşağıda verilmiştir.

Keles – Orhaneli Güzergâhı

Baki	Sayı	Toplam Uzunluk
Batı	81	3422,04
Doğu	41	2819,50
Düz	82	3912,59
Güney	71	4069,58
Güneybatı	88	5924,46
Güneydoğu	42	2730,65
Kuzey	97	5187,98
Kuzeybatı	75	5036,03
Kuzeydoğu	40	2614,92
		35,7 km

Keles – İnegöl Güzergâhı

Baki Yon	Sayı	Toplam Uzunluk
Bati	99	6180,96
Dogu	76	5353,08
Duz	101	8965,90
Guney	94	4608,42
GuneyBati	95	5901,77
GuneyDogu	109	7676,05
Kuzey	138	8115,70
KuzeyBati	83	6838,48
KuzeyDogu	58	2738,38
		56,4 km

Yapılan analizlerde; Keles-Orhaneli güzergâhında 10,2 km sıcak ve güneşli alan varken, Keles-İnegöl güzergâhında 23,8 km sıcak ve güneşli olabilecek alan mevcuttur. Yani Keles-İnegöl güzergâhı, Keles-Orhaneli güzergâhına göre soğuk, buzlanma ve don tehlikelerine karşın çok daha ekonomik (özellikle kış aylarında karlı ve buzlu yolların temizlenmesinden dolayı ortaya çıkacak ekonomik yük ve güzergâhın baki ve eğim değerlerinden dolayı yapılacak bakım ve onarım çalışmalarının getireceği ekonomik yük bakımından daha uygundur) ve sürdürülebilir bir güzergâhtır.

11.8 Bursa İli Hafriyat Alanları Uygunluk Analizleri

11.8.1 Yer Seçimine Etki Eden Faktörler

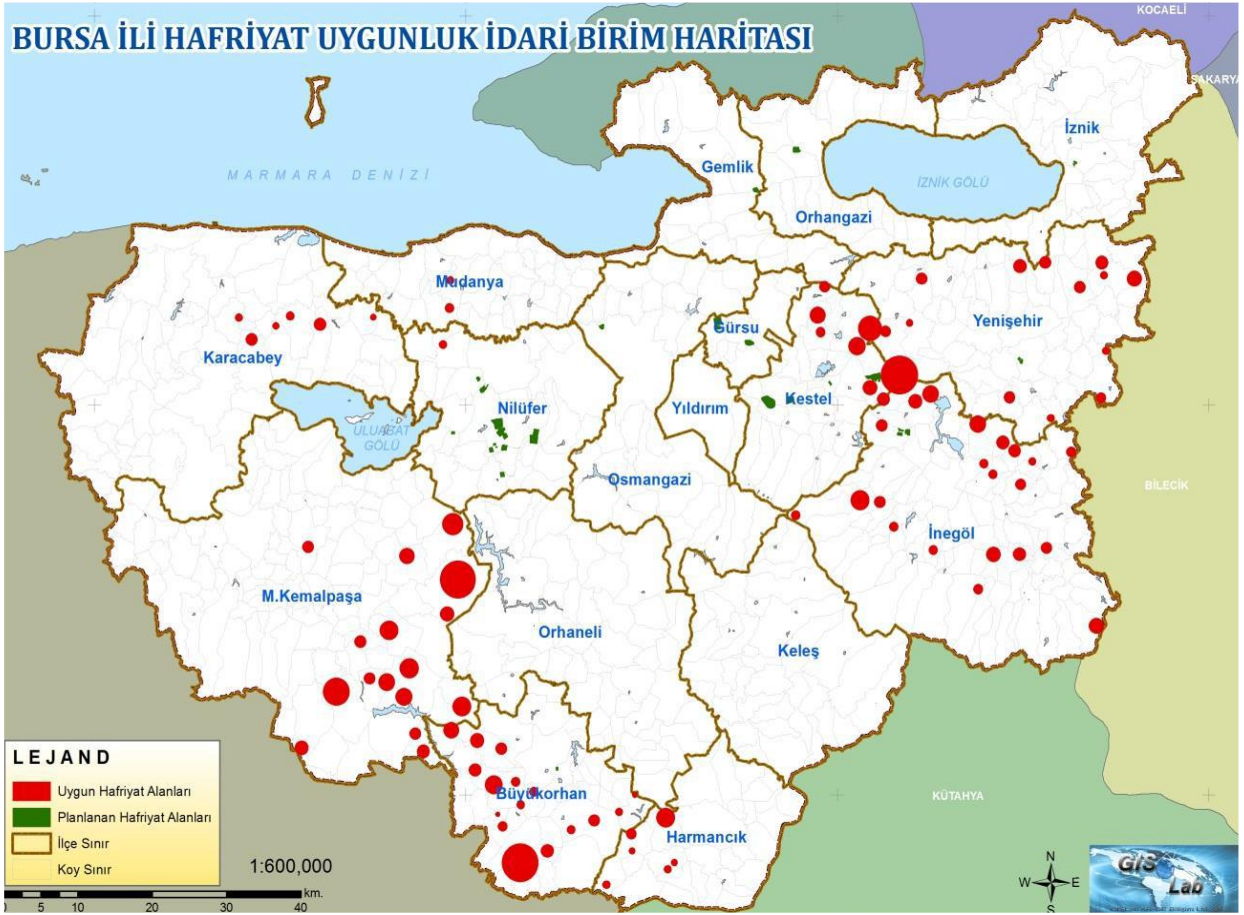
Hafriyat alanları için uygun yerlerin tespit edilmesine yönelik yapılan çalışmada, akarsu, baraj/göl, altyapı, arazi kullanım, nüfus, eğim, flora-fauna ve turizm katmanları kullanılmıştır. Hafriyat alanlarının belirlenmesi için gerçekleştirilen analizlerde ÇKKV yöntemlerinden Basit Ağırlık Yönetimi'nden faydalanılmıştır. Yer seçimi için kullanılan faktörler ve bu faktörlerin yer seçimine yaptığı etki değerlerini gösteren ağırlıklar Tablo 11-7'de gösterilmiştir.

Tablo 11-7 Hafriyat alanlarının yer seçimine etki eden faktörler ve faktör ağırlıkları

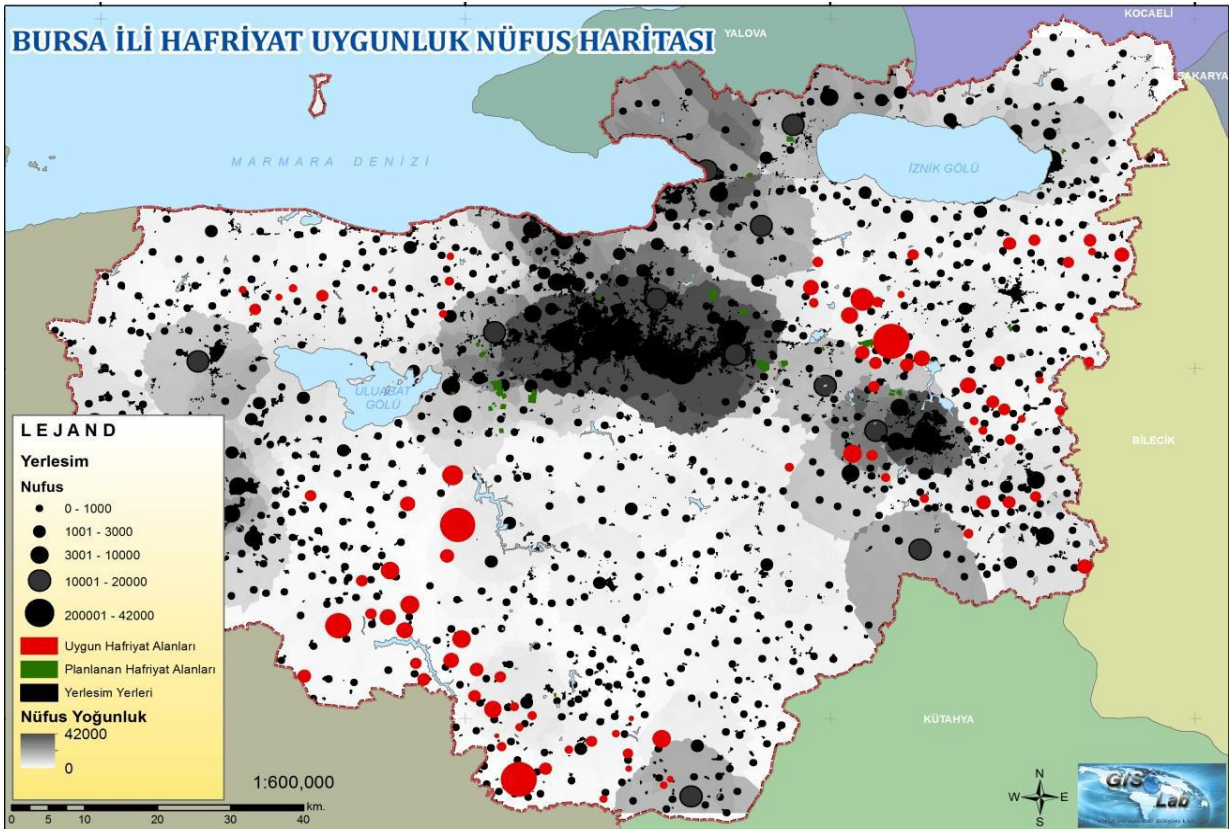
Faktör	Katman	Öncelik Sırası	Kriter
Akarsulardan uzak	Akarsu	1	1000m ve çevresi geçişi yasak
Baraj, göl vb.nin min. 3km dışında	Baraj, göl, gölet	6	3000m ve çevresi geçişi yasak
Nüfus yoğunluğundan uzak	Nüfus	2	0-500_1 puan 500-2000_3 puan 2000-5000_3 puan 5000-10000_10 puan 10000-20000_10 puan
Altyapı tesislerinden uzak	Altyapı tesisleri	7	500m ve çevresi geçiş yasak
Eğimi %5 altında olan alanlar	Eğim (degree)	3	5000m ve çevresi geçişi yasak
AKKS (1,2,3,4 hariç)	AKKS	4	I.Sınıf_ 9 puan II.Sınıf_7 puan III. Sınıf_5 puan IV. Sınıf_5 puan
Tarım	Tarım	5	MKGA_10 puan ÖKGA_10 puan
Flora-fauna	Flora-fauna	8	5000m ve çevresi geçişi yasak
Turizm	Turizm	9	5000m ve çevresi geçişi yasak

11.8.2 Çalışma Alanının Belirlenmesi

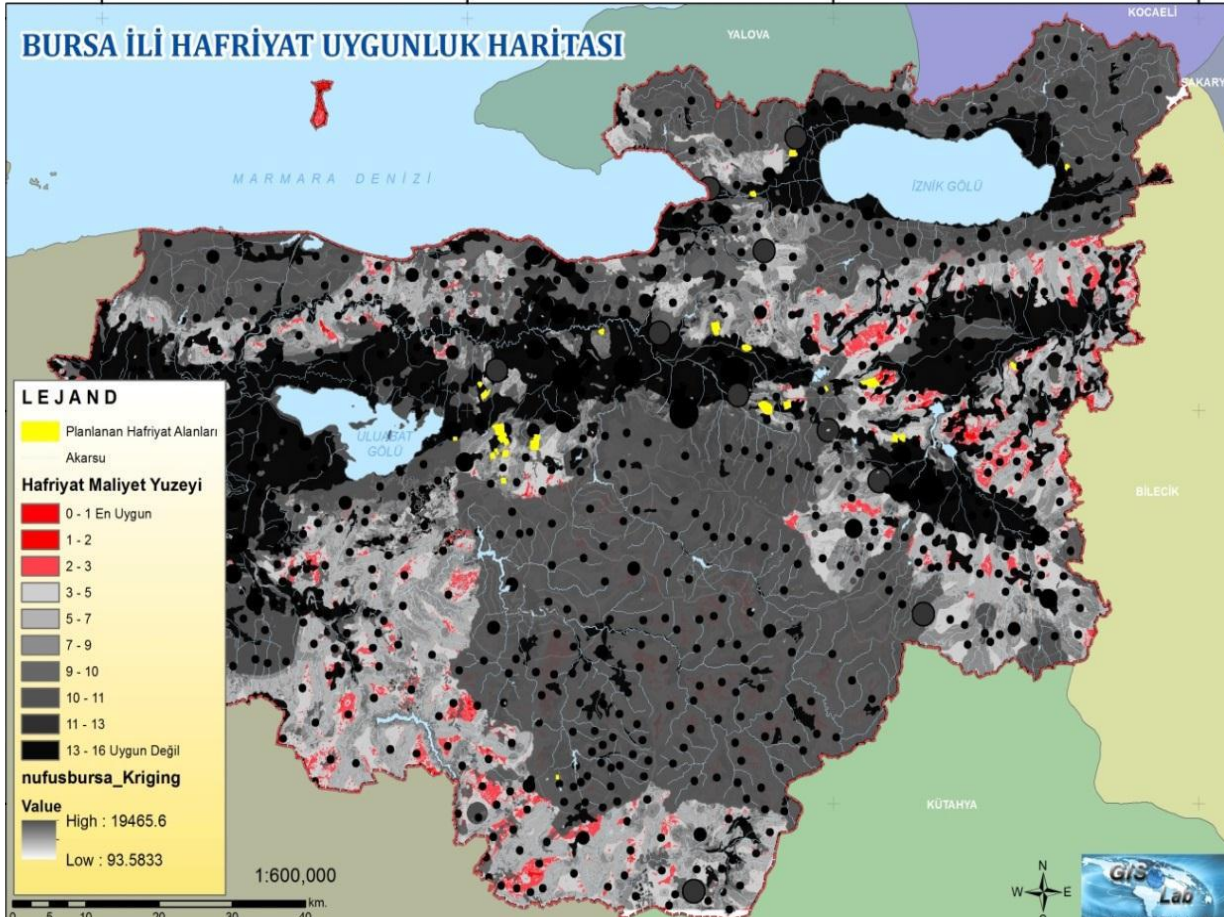
Hafriyat sahalarına ait uygun yerlerin seçilmesinde yapılan analizlerde, yerleşim yerlerinden uzak bölgeler seçilmiştir. İdari birim haritası üzerinde bu alanlar gösterilmiştir (Şekil 11-24). Akarsudan uzaklığı en az 1 km olan alanlar, anayola yakın olan alanlar, eğimi %5'den büyük olan alanlar (oldukça düz alanlar), arazi kullanımı açısından ormanlık olmayan alanlar, toprak kalitesi düşük olan alanlar, ekili ve dikili tarım yapılmayan alanlar, altyapı tesislerinden 500 m uzak alanlar seçilmiştir. Yerleşim bölgelerine uzaklık faktöründe, idari birimleri 2014 yılı nüfuslarına göre, kriging analizleri ile oluşturulan nüfus yoğunluk haritaları kullanılmış ve bu haritalar üzerinde öncelikle yoğun yerleşim olarak görülmeyen alanlar tercih edilmiştir (Şekil 11-25) ve yapılan analizler sonucunda Bursa iline ait hafriyat uygunluk haritası üretilmiştir (Şekil 11-26).



Şekil 11-24 Bursa ili hafriyat alanları uygunluk idari birim haritası



Şekil 11-25 Bursa ili hafriyat alanları uygunluk nüfus haritası



Şekil 11-26 Bursa ili hafriyat alanları uygunluk haritası

Bursa ili için yerleşim merkezinden alternatif katı atık depolama alanlarına yakın olan 89 adet hafriyat alanı tespit edilmiştir (Tablo 11-8).

Tablo 11-8 Hafriyat alanları için uygun alanların istatistiksel değerlendirilmesi

Harfiyat Uygun Alanları	Uygun Yerler		Değerlendirme Kriterleri			
	İlçe adı	Mahalle adı	Akarsulara Ortalama Uzaklık (m)	Anayollara Ortalama Uzaklık (m)	Yerleşim Alanlarına Uzaklık (m)	Ortalama Eğim (%)
0	Karacabey	Subaşı	468	0	173	8.07603
1	Karacabey	Canbaz	646	0	1362	9.711
2	Karacabey	Harmanlı	468	4	1385	5.17985
3	Karacabey	Kırlakpınar	51	318	114	11.8336
4	Karacabey	Muratlı	55	613	962	10.1195
5	Nilüfer	Çaylı	1206	1518	465	8.96773
6	Mudanya	Yaman	853	0	672	9.22562
7	Mudanya	Hançerli	61	6351	769	8.76749
8	Karacabey	Hayırlar	845	547	1405	6.03941
9	Mustafakemalpaşa	Kapaklıoluk	293	72	138	15.5222
10	Mustafakemalpaşa	Kızılelma	0	0	1610	9.28687
11	Mustafakemalpaşa	Ömeralti	227	0	0	11.4039
12	Mustafakemalpaşa	Karakoy	318	0	127	14.7516
13	Mustafakemalpaşa	Karakoy	564	482	863	17.44109
14	Mustafakemalpaşa	Karakoy	0	0	467	12.2672
15	Mustafakemalpaşa	Yukarıbalı	429	0	708	12.5718
16	Mustafakemalpaşa	Sogucak	1220	0	2403	9.88641
17	Mustafakemalpaşa	Alpagut	0	0	413	10.2411
18	Mustafakemalpaşa	Sogukpınar	212	0	0	14.7204
19	Mustafakemalpaşa	Alacaat	494	2	79	13.602
20	Büyükorhan	Sarnickoy	226	0	1140	11.4539
21	Büyükorhan	Buruncuk	121	0	217	13.8677
22	Mustafakemalpaşa	Sehriman	316	0	711	13.1828
23	Mustafakemalpaşa	Ömeralti	418	861	235	17.8724
24	Mustafakemalpaşa	Yoncaagac	972	0	390	12.7279
25	Mustafakemalpaşa	Kursunlu	427	0	77	17.36210
26	Mustafakemalpaşa	Hacimehmetler	585	0	56	14.4934
27	Büyükorhan	Danacalı	929	0	461	18.5404
28	Büyükorhan	Sarnickoy	355	0	927	14.6631
29	Büyükorhan	Zaferiye	557	398	269	17.7865
30	Büyükorhan	Danacalı	956	0	271	13.7494
31	Büyükorhan	Demirler	0	0	0	15.8581
32	Büyükorhan	Kınık	787	0	101	11.8974

Harfiyat Uygun Alanları	Uygun Yerler		Değerlendirme Kriterleri			
	İlçe adı	Mahalle adı	Akarsulara Ortalama Uzaklık (m)	Anayollara Ortalama Uzaklık (m)	Yerleşim Alanlarına Uzaklık (m)	Ortalama Eğim (%)
33	Büyükorhan	Kuşlar	878	210	324	13.8651
34	Büyükorhan	Kuşlar	949	0	934	16.5163
35	Büyükorhan	Geynik	677	32	1599	11.7206
36	Büyükorhan	Geynik	772	0	823	13.1687
37	Büyükorhan	Tekerler	425	0	401	15.5253
38	Büyükorhan	Gedikler	417	1205	678	15.0357
39	Büyükorhan	Gedikler	135	0	1543	12.554
40	Harmancık	Dutluca	124	0	252	14.6967
41	Harmancık	Dedebali	1740	498	623	12.7088
42	Harmancık	Dedebali	107	0	1058	9.90733
43	Harmancık	Ilıcaksu	1022	512	745	11.745
44	Harmancık	Alutca	511	0	40	13.4471
45	Harmancık	Ilıcaksu	471	8	246	9.80299
46	Büyükorhan	Kınık	937	167	1070	11.4118
47	Kestel	Gölcük	0	88	515	14.7993
48	Kestel	Kayacık	36	799	450	13.6743
49	Yenisehir	Selimiye	344	27	427	14.1317
50	Yenisehir	Marmaracık	2154	0	900	10.5592
51	İnegol	Karagolet	0	0	7	4.73953
52	İnegol	Sungurpasa	914	0	562	8.34081
53	Kestel	Yagmurlu	894	0	166	11.6511
54	Kestel	Soguksu	687	0	745	15.1974
55	Kestel	Gölcük	1010	0	1079	15.137
56	Yenisehir	Celebi	46	0	232	9.53634
57	Yenisehir	Kızılkoy	38	514	1511	7.45026
58	Yenisehir	Alaylı	820	628	1074	13.6858
59	Yenisehir	Kozdere	774	0	465	16.6588
60	İnegol	Sipali	867	0	87	8.94258
61	İnegol	Fındıklı	389	0	502	7.39193
62	İnegol	Tokus	139	0	691	7.8093
63	Yenisehir	Cicekozu	786	972	274	10.0949
64	Yenisehir	Gökcesu	511	1324	1544	7.94633
65	Yenisehir	Toprakdere	817	266	1503	7.69306

Harfiyat Uygun Alanları	Uygun Yerler		Değerlendirme Kriterleri			
	İlçe adı	Mahalle adı	Akarsulara Ortalama Uzaklık (m)	Anayollara Ortalama Uzaklık (m)	Yerleşim Alanlarına Uzaklık (m)	Ortalama Eğim (%)
66	İnegöl	Domez	714	0	480	8.17064
67	İnegöl	Cavuskoy	620	0	187	9.43068
68	İnegöl	Sehitler	699	0	109	8.26581
69	Kestel	Kayack	588	0	804	14.9961
70	Yenisehir	Koyunhisar	2118	106	1163	10.8688
71	Kestel	Aglasan	66	111	2210	16.2828
72	İnegöl	Bayramsah	571	0	808	7.09652
73	İnegöl	Ihsaniye	868	1010	1523	11.3153
74	İnegöl	Kulaca	1008	0	409	8.65785
75	Yenisehir	Osmaniye	478	0	384	6.06957
76	Yenisehir	Terziler	1158	110	455	8.435427
77	Yenisehir	Terziler	1346	1014	1043	10.008
78	İnegöl	Kayapınar	428	0	0	13.4545
79	İnegöl	Kıran	929	2062	2663	20.841
80	İnegöl	Süpürtü	663	139	600	10.2091
81	İnegöl	Mezit	431	597	3	16.5748
82	İnegöl	Ozluce	943	0	496	18.5546
83	İnegöl	Asagıbalık	858	0	23	13.4951
84	İnegöl	Konurlar	573	308	848	12.2399
85	İnegöl	Eskikoy	772	0	455	12.0208
86	İnegöl	Doganyurdu	825	0	937	9.99349
87	İnegöl	Kayapınar	1170	0	1169	16.8809
88	İnegöl	Hayriye	624	0	2414	15.2975

KAYNAKLAR

1. Arazi İzleme Sistemi Arazi Örtüsü İstatistik Verileri, Orman ve Su İşleri Bakanlığı (<http://aris.ormansu.gov.tr>)
2. Bursa Eskişehir Bilecik Bölge Planı, (2014-2023)
3. 2030 yılı 1/100.000 Ölçekli Bursa İl Çevre Düzeni Planı, Doğal Yapı Sektörü Yerbilimleri Çalışma Grubu Sentez Raporu, 2013
4. T.C. Bursa Valiliği (<http://www.bursa.gov.tr>)
5. Bursa İli İdari Sınırlar Haritası-Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2014
6. Meteoroloji Genel Müdürlüğü <http://www.mgm.gov.tr>
Bursa İl Özel İdaresi <http://www.bursaozelidaresi.gov.tr>
7. 81 il Sanayi Durum Raporu, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2013
8. Seçilmiş Göstergelerle Bursa 2013, TÜİK
9. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Web Kurumsal Sitesi (<http://www.sanayi.gov.tr>)
10. Yıllık Faaliyet Raporu, TEDAŞ 2010
11. 2030 yılı 1/100.000 Ölçekli Bursa İl Çevre Düzeni Planı, Ulaşım Lojistik ve Teknik Altyapı Sektörü Analiz Raporu, 2013
12. 2030 yılı 1/100.000 Ölçekli Bursa İl Çevre Düzeni Planı, Bölgesel Analiz ve Değerlendirme Raporu, 2013
13. İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması (SEGE-2011)
14. Bursa Kentine Yönelik Göçlerin Gecekondulaşma Sürecine Etkileri: Uludağ Yamaçlarındaki Gecekondu, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi The Journal of International Social Research, 2010
15. Türkiye İstatistik Kurumu, 2014
16. Bursa İli Anket Çalışması Sonuçları, 2014
17. Bursa Büyükşehir Belediyesi Kantar Verileri
18. Katı Atık Yönetimi ve AB Uyumlu Uygulamaları, İSTAÇ Teknik Kitaplar Serisi 2, Prof. Dr. İzzet Öztürk, 2015
19. Bursa Büyükşehir Belediyesi Rehabilitasyon Çalışması, 2014
20. Ambalaj Atıkları Yönetimi El Kitabı, İSTAÇ Teknik Kitaplar Serisi 4-2015
21. Bursa Büyükşehir Belediyesi Broşürleri (Atık Yönetimi, Hafriyat Yönetim Sistemi)
22. Tehlikeli Atık İstatistikleri Bülteni (2013), ÇŞB
23. İl Çevre Durum Raporu Bursa (2014), ÇŞB
24. Department for Environment Food & Rural Affairs, Mechanical Biological Treatment of Municipal Solid Waste, 2013
25. European Investment Bank, Sofia Waste Phase II MBT Option Analysis – First Interim Report, Haziran 2011
26. Veolia Environmental Services, Woodlawn MBT Community Brochure
27. <http://www.epem.gr/>
28. Waste Management, Waste to Energy, Volume 4, K.Thome-Kozmiensky, S. Thiel, 2014 (syf 49-50)
29. Çevre Kanunu (2872)
30. Büyükşehir Belediyesi Kanunu (5216)
31. Belediye Kanunu (5393)
32. (ÇŞB, 2006).Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Katı Atık Ana Planı Nihai Rapor Cilt I, 2006

33. (ÇŞB, 2006).Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Katı Atık Ana Planı Nihai Rapor Cilt II, 2006
34. (ÇŞB, 2010). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Belediyeler için Entegre Katı Atık yönetim Planı Hazırlama Kılavuzu, Mart 2010.
35. (ÇŞB, 2008). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Atık Yönetimi Eylem Planı, Mayıs 2008.
36. (EHCIP, 2005). Envest Planners, Technical Assistance for Environmental Heavy-Cost Investment Planning Project, Report on Strategic Investment Planning for the Solid Waste Sector, (2005).Turkey.
37. (EU, 1994). European Union. (1994). Council Directive on Packaging Waste. Dated: 20.12.1994, 1994/62/EEC.
38. (EU, 1999). European Union. (1999). Council Directive on the Landfill of Waste. Dated: 26.04.1999, 1999/31/EEC.
39. (EU, 1991). European Commission Directive on Batteries and Accumulators Containing Certain Dangerous Substances. Dated: 18.03.1991, 1991/157/EEC.
40. (EU, 1975). European Commission Directive on the Disposal of Waste Oils. Dated: 16.06.1975, 1975/439/EEC.
41. (EU, 2000). European Commission Directive on End-of-life Vehicles. Dated: 18.09.2000, 2000/53/EEC.
42. (EU, 1991). European Commission Directive on Hazardous Waste. Dated: 12.12.1991, 1991/689/EEC.
43. (EU, 2002). European Commission Directive on Waste Electrical and Electronic Equipment. Dated: 27.11.2003, 2003/96/EEC.
44. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2010). Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, T.C. Resmi Gazetesi No: 27533, Tarih: 26.03.2010.
45. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2015). Atık Yönetim Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazetesi No: 29314, Tarih: 02.04.2015
46. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2005). Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazetesi No: 25883, Tarih: 22.07.2005.
47. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2010). Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik. T.C. Resmi Gazetesi No: 27721, Tarih: 06.10.2010
48. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2005). Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazetesi No: 25755, Tarih: 14.03.2005
49. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2007). Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazetesi No: 26562, Tarih: 24.06.2007.
50. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2004). Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazetesi No: 25569, Tarih: 31.08.2004.
51. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2004). Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazetesi No: 25569, Tarih: 31.08.2004.
52. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2008). Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazetesi No: 26952, Tarih: 30.07.2008.
53. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2005). Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazetesi No: 25791, Tarih: 19.04.2005.
54. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2009). Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmi Gazetesi No: 27448, Tarih: 30.12.2009.

55. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2004). Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazetesi No: 25406, Tarih: 18.03.2004.
56. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2007). Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenillerin Kontrolü Hakkındaki Yönetmelik T.C. Resmi Gazetesi No: 25406, Tarih: 18.03.2007.
57. (OTL, 2006). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2006). Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazetesi No: 26357, Tarih: 25.11.2006
58. (UNDP, 2014). World Urbanization Prospects: The 2012 Revision Population Database, Turkey,

