

---

---

# ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

---

---



## SAMSUN, ORDU, GİRESUN, TRABZON, RİZE, ARTVİN, GÜMÜŞHANE VE BAYBURT İLLERİ BELEDİYE ATIKLARI İÇİN KARAKTERİZASYON TAYİNİ VE BERTARAF YÖNTEM ALTERNATİFLERİ

**Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK**  
(Çevre Yüksek Müh.)

**Doç. Dr. Ayşe KULEYİN**  
(Çevre Yüksek Müh.)

**Öğr. Gör. Hamdi ÖBEKCAN**  
(Çevre Yüksek Müh.)

**Hazırlanma Tarihi**

Mayıs 2017

## İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
TABLolar LİSTESİ .....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
1.GİRİŞ .....	1
2. ÇALIŞMANIN AMACI .....	2
3. ENTEGRE ATIK YÖNETİMİ .....	3
4. KATI ATIK BERTARAF YÖNTEMLERİ .....	5
4.1. Atık Minimizasyonu, Yeniden Kullanım, Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım .....	6
4.2. Kompostlaştırma .....	8
4.3. Termal Sistemler .....	10
4.3.1 Yakma .....	10
4.3.2. Piroliz ve Gazlaştırma .....	13
4.4. Düzenli Depolama.....	14
5. MATERYAL METOD .....	15
5.1. Belediye Atık karakterizasyonu .....	15
5.2. Su Muhtevası Analizi .....	16
5.3. Elementel Analizler.....	16
6. SAMSUN İLİ ATIK KARAKTERİZASYONU VE BERTARAF MODEL ARAŞTIRMALARI .....	17
6.1. Samsun İli Nüfus Verileri .....	17
6.2. Samsun İli Nüfus Projeksiyonu .....	18
6.3. Samsun İli Evsel Katı Atık Yönetimi.....	19
6.4. Samsun ili Katı Atık Miktar Projeksiyonu .....	22
6.5. Samsun ili Katı Atık Kompozisyonu .....	23
6.6. Değerlendirme .....	29
6.6.1. Atık Ayrıştırma .....	31
6.6.2. Atık Getirme Merkezi .....	32
6.6.3. Kompost Tesisi.....	32
6.6.4. Biyometanizasyon .....	34
6.6.5. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi.....	35
6.6.6. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma).....	35
6.6.7. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması .....	37
6.6.8. Aktarma Merkezi.....	37
6.7. Sonuç.....	38

<b>7.ORDU İLİ ATIK KARAKTERİZASYONU VE BERTARAF MODEL ARAŞTIRMALARI</b> .....	39
7.1. Ordu İli Nüfus Verileri.....	39
7.2. Ordu İli Nüfus Projeksiyonu .....	4040
7.3. Ordu İli Evsel Katı Atık Yönetimi .....	41
7.4. Ordu İli Katı Atık Miktar Projeksiyonu .....	42
7.5. Ordu ili Katı Atık Kompozisyonu .....	43
7.6. Değerlendirme .....	49
7.6.1. Atık Ayrıştırma .....	51
7.6.2. Atık Getirme Merkezi .....	51
7.6.3. Kompost Tesisi.....	52
7.6.4. Biyometanizasyon .....	54
7.6.5. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi.....	55
7.6.6. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma).....	55
7.6.7. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması .....	57
7.6.8. Aktarma Merkezi.....	57
7.7. Sonuç.....	58
<b>8. GİRESUN İLİ ATIK KARAKTERİZASYONU VE BERTARAF MODEL ARAŞTIRMALARI</b> .....	59
8.1. Giresun İli Nüfus Verileri .....	59
8.2. Giresun İli Nüfus Projeksiyonu.....	60
8.3. Giresun İli Evsel Katı Atık Yönetimi.....	611
8.4. Giresun İli Katı Atık Miktar Projeksiyonu.....	61
8.5. Giresun ili Katı Atık Kompozisyonu .....	62
8.6. Değerlendirme .....	68
8.6.1. Atık Ayrıştırma .....	70
8.6.2. Atık Getirme Merkezi .....	70
8.6.3. Kompost Tesisi.....	71
8.6.4. Biyometanizasyon .....	72
8.6.5. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi.....	73
8.6.6. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma).....	73
8.6.7. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması .....	74
8.6.8. Aktarma Merkezi.....	75
8.7. Sonuç.....	75
<b>9. TRABZON İLİ ATIK KARAKTERİZASYONU VE BERTARAF MODEL ARAŞTIRMALARI</b> .....	76
9.1. Trabzon İli Nüfus Verileri.....	76
9.2. Trabzon İli Nüfus Projeksiyonu .....	77

9.3. Trabzon İli Evsel Katı Atık Yönetimi .....	78
9.4.Trabzon İli Katı Atık Miktar Projeksiyonu .....	79
9.5. Trabzon ili Katı Atık Kompozisyonu .....	79
9.6. Değerlendirme .....	85
9.6.1. Atık Ayrıştırma .....	88
9.6.2. Atık Getirme Merkezi .....	88
9.6.3.Kompost Tesisi.....	89
9.6.4. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi.....	92
9.6.5. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma).....	92
9.6.6. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması .....	94
9.6.7. Aktarma Merkezi.....	94
9.7. Sonuç .....	94
<b>10. RİZE İLİ ATIK KARAKTERİZASYONU VE BERTARAF MODEL</b>	
<b>ARAŞTIRMALARI .....</b>	<b>95</b>
10.1. Rize İli Nüfus Verileri.....	95
10.2. Rize İli Nüfus Projeksiyonu .....	96
10.3. Rize İli Evsel Katı Atık Yönetimi .....	97
10.4. Rize ili Katı Atık Miktar Projeksiyonu .....	97
10.5. Rize ili Katı Atık Kompozisyonu .....	98
10.6. Değerlendirme .....	103
10.6.1. Atık Ayrıştırma .....	106
10.6.2. Atık Getirme Merkezi .....	106
10.6.3. Kompost Tesisi.....	106
10.6.4. Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Tesisi .....	109
10.6.5. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma).....	110
10.6.6. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması .....	112
10.6.7. Aktarma Merkezi.....	112
10.7. Sonuç .....	113
<b>11. ARTVİN İLİ ATIK KARAKTERİZASYONU VE BERTARAF MODEL</b>	
<b>ARAŞTIRMALARI .....</b>	<b>114</b>
11.1 Artvin İli Nüfus Verileri.....	114
11.2. Artvin İli Nüfus Projeksiyonu .....	115
11.3. Artvin ili Katı Atık Miktar Projeksiyonu .....	116
11.4. Artvin İli Evsel Katı Atık Yönetimi .....	116
11.5. Artvin ili Katı Atık Kompozisyonu .....	118
11.6. Değerlendirme .....	121
11.6.1. Atık Ayrıştırma .....	123
11.6.2. Atık Getirme Merkezi .....	124

11.6.3. Kompost Tesisi.....	124
11.6.4. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi.....	125
11.6.5. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma).....	126
11.6.6. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması .....	127
11.6.7. Aktarma Merkezi.....	127
11.7. Sonuç.....	128
<b>12. BAYBURT İLİ ATIK KARAKTERİZASYONU VE BERTARAF MODEL ARAŞTIRMALARI .....</b>	<b>129</b>
12.1. Bayburt İli Nüfus Verileri .....	129
12.2. Bayburt İli Nüfus Projeksiyonu.....	130
12.3. Bayburt İli Eysel Katı Atık Yönetimi .....	130
12.4. Bayburt ili Katı Atık Miktar Projeksiyonu.....	131
12.5. Bayburt ili Katı Atık Kompozisyonu .....	131
12.6. Değerlendirme .....	137
12.6.1. Atık Ayrıştırma .....	139
12.6.2. Atık Getirme Merkezi .....	139
12.6.3. Kompost Tesisi.....	140
12.6.4. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi.....	142
12.6.5. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma).....	142
12.6.6. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması .....	144
12.6.7. Aktarma Merkezi.....	144
12.7. Sonuç.....	145
<b>13. GÜMÜŞHANE İLİ ATIK KARAKTERİZASYONU VE BERTARAF MODEL ARAŞTIRMALARI .....</b>	<b>146</b>
13.1. Gümüşhane İli Nüfus Verileri .....	146
13.2. Gümüşhane İli Nüfus Projeksiyonu .....	147
13.3. Gümüşhane İli Eysel Katı Atık Yönetimi .....	148
13.4. Gümüşhane ili Katı Atık Miktar Projeksiyonu .....	148
13.5. Gümüşhane ili Katı Atık Kompozisyonu .....	149
13.6. Değerlendirme .....	153
13.6.1. Atık Ayrıştırma .....	155
13.6.2. Atık Getirme Merkezi .....	155
13.6.3. Kompost Tesisi.....	156
13.6.4. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi.....	157
13.6.5. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma).....	157
13.6.6. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması .....	159
13.6.7. Aktarma Merkezi.....	159
13.7. Sonuç.....	159

KAYNAKLAR.....	160
----------------	-----

## TABLULAR LİSTESİ

<b>Tablo [3.1]</b> Katı atık bertaraf sistemlerinin karşılaştırılması .....	4
<b>Tablo[4.1]</b> Yetkilendirilmiş kuruluşlar ve depozito sistemi uygulayan piyasaya sürenler 2017 yılından itibaren aşağıda verilen oranlarda malzeme bazlı ambalaj atığı geri dönüşüm hedefleri .....	7
<b>Tablo [4.2]</b> 2017 yılından itibaren ülke genelinde malzeme cinsine bakılmaksızın toplam geri dönüşüm ve geri kazanım oranları .....	8
<b>Tablo [4.3]</b> Belediye Atık Göstergeleri .....	14
<b>Tablo [5.1]</b> Atık karakterizasyonu için madde grupları .....	16
<b>Tablo [6.1]</b> Samsun İlçelerinin 2016 yılı nüfus verileri .....	17
<b>Tablo[6.2]:</b> Samsun ili yıllara göre nüfus dağılımı ve nüfus artış hızı tablosu.....	18
<b>Tablo [6-3]:</b> Samsun ili 2010-2014 dönemi göç istatistikleri .....	18
<b>Tablo [6.4]:</b> Samsun ili İller Bankası Yöntemine Göre Nüfus Projeksiyonu .....	19
<b>Tablo [6.5]:</b> Samsun ili Eysel Atık Projeksiyonu .....	23
<b>Tablo [6.6]:</b> Samsun İli 2016 Yaz Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	24
<b>Tablo [6.7]:</b> Samsun İli 2016 Sonbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	24
<b>Tablo [6.8]</b> Samsun İli 2017 Kış Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	25
<b>Tablo [6.9]</b> Samsun İli 2017 İlkbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	25
<b>Tablo [6.10]:</b> Samsun İli Atık Kompozisyonu.....	26
<b>Tablo [6.11]:</b> Samsun İli Atık Nem Değerleri.....	26
<b>Tablo [6.12]:</b> Samsun İli Yaz Numunesi Analiz Sonuçları .....	27
<b>Tablo [6.13]:</b> Samsun İli Sonbahar Numunesi Analiz Sonuçları .....	28
<b>Tablo [6.14]:</b> Samsun İli Kış Numunesi Analiz Sonuçları .....	28
<b>Tablo [6.15]:</b> Samsun İli İlkbahar Numunesi Analiz Sonuçları .....	29
<b>Tablo [6.16]:</b> Biyobozunur atık oranları .....	30
<b>Tablo [6.17]:</b> Ambalaj atık oranları .....	30
<b>Tablo [6.18]:</b> Enerji geri kazanımına uygun atık.....	30
<b>Tablo [6.19]:</b> Samsun ili Elementel Analiz Sonuçları Yıllık Ortalaması.....	33
<b>Tablo [6. 20]:</b> Samsun ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması.....	36
<b>Tablo [7.1]:</b> Ordu İlçelerinin 2016 yılı nüfus verileri .....	39
<b>Tablo[7.2]:</b> Ordu ili yıllara göre nüfus dağılımı ve nüfus artış hızı tablosu .....	40

<b>Tablo [7.3]:</b> Ordu ili 2008-2014 dönemi göç istatistikleri .....	40
<b>Tablo [7-4]:</b> Ordu ili İller Bankası Yöntemine Göre Nüfus Projeksiyonu.....	41
<b>Tablo [7.5]:</b> Ordu ili Evsel Atık Projeksiyonu .....	43
<b>Tablo [7.6]:</b> Ordu İli Yaz Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	44
<b>Tablo [7.7]:</b> Ordu İli Sonbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	44
<b>Tablo [7.8]:</b> Ordu İli Kış Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	45
<b>Tablo [7.9]:</b> Ordu İli İlkbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	45
<b>Tablo [7.10]:</b> Ordu İli Atık Kompozisyonu .....	46
<b>Tablo [7.11]:</b> Ordu İli Atık Nem Değerleri .....	46
<b>Tablo [7.12]:</b> Ordu İli Yaz Numunesi Analiz Sonuçları.....	47
<b>Tablo [7.13]:</b> Ordu İli Sonbahar Numunesi Analiz Sonuçları.....	47
<b>Tablo [7.14]:</b> Ordu İli Kış Numunesi Analiz Sonuçları.....	48
<b>Tablo [7.15]:</b> Ordu İli İlkbahar Numunesi Analiz Sonuçları .....	48
<b>Tablo [7.16]:</b> Biyobozunur atık oranları .....	50
<b>Tablo [7.17]:</b> Ambalaj atık oranları .....	50
<b>Tablo [7.18]:</b> Enerji geri kazanımına uygun atık.....	50
<b>Tablo [7.19]:</b> Ordu ili Elementel Analiz Sonuçları Yıllık Ortalaması .....	53
<b>Tablo [7.20]:</b> Ordu ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması .....	56
<b>Tablo [8.1]</b> Giresun İlçelerinin 2016 yılı nüfus verileri .....	59
<b>Tablo[8.2]:</b> Giresun ili yıllara göre nüfus dağılımı ve nüfus artış hızı tablosu .....	60
<b>Tablo [8.3]:</b> Giresun ili 2008-2014 dönemi göç istatistikleri.....	60
<b>Tablo [8.4]:</b> Giresun ili İller Bankası Yöntemine Göre Nüfus Projeksiyonu .....	61
<b>Tablo [8.5]:</b> Giresun ili Evsel Atık Projeksiyonu.....	62
<b>Tablo [8.6]</b> Giresun İli Yaz Dönemi Atık Karakterizasyonu.....	63
<b>Tablo [8.7]</b> Giresun İli Sonbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu.....	63
<b>Tablo [8.8]</b> Giresun İli Kış Dönemi Atık Karakterizasyonu.....	64
<b>Tablo [8.9]</b> Giresun İli İlkbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	64
<b>Tablo [8.10]:</b> Giresun İli Atık Kompozisyonu.....	65
<b>Tablo [8.11]:</b> Giresun İli Atık Nem Değerleri .....	65
<b>Tablo [8.12]:</b> Giresun İli Yaz Numunesi Analiz Sonuçları .....	66
<b>Tablo [8.13]:</b> Giresun İli Sonbahar Numunesi Analiz Sonuçları .....	66
<b>Tablo [8.14]:</b> Giresun İli Kış Numunesi Analiz Sonuçları .....	67



<b>Tablo [8-15]:</b> Giresun İli İlkbahar Numunesi Analiz Sonuçları .....	67
<b>Tablo [8.16]:</b> Biyobozunur atık oranları .....	69
<b>Tablo [8.17]:</b> Ambalaj atık oranları .....	69
<b>Tablo [8.18]:</b> Enerji geri kazanımına uygun atık.....	69
<b>Tablo [8.19]:</b> Giresun ili Elementel Analiz Sonuçları Yıllık Ortalaması .....	72
<b>Tablo [8.20]:</b> Giresun ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması .....	73
<b>Tablo [9.1]</b> Trabzon İlçelerinin 2016 yılı nüfus verileri .....	76
<b>Tablo[9.2]:</b> Trabzon ili yıllara göre nüfus dağılımı ve nüfus artış hızı tablosu .....	77
<b>Tablo [9.3]:</b> Trabzon ili 2008-2014 dönemi göç istatistikleri .....	77
<b>Tablo [9.4]:</b> Trabzon ili İller Bankası Yöntemine Göre Nüfus Projeksiyonu .....	78
<b>Tablo [9.5]:</b> Trabzon ili Eysel Atık Projeksiyonu .....	79
<b>Tablo [9.6]</b> Trabzon İli Yaz Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	80
<b>Tablo [9.7]</b> Trabzon İli Sonbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	81
<b>Tablo [9.8]:</b> Trabzon İli Kış Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	81
<b>Tablo [9.9]</b> Trabzon İli İlkbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	82
<b>Tablo [9.10]:</b> Trabzon İli Atık Kompozisyonu .....	82
<b>Tablo [9.11]:</b> Trabzon İli Atık Nem Değerleri .....	83
<b>Tablo [9.12]:</b> Trabzon İli Yaz Numunesi Analiz Sonuçları.....	83
<b>Tablo [9.13]:</b> Trabzon İli Sonbahar Numunesi Analiz Sonuçları.....	84
<b>Tablo [9.14]:</b> Trabzon İli Sonbahar Numunesi Analiz Sonuçları.....	84
<b>Tablo [9.15]:</b> Trabzon İli İlkbahar Numunesi Analiz Sonuçları .....	85
<b>Tablo [9.16]:</b> Biyobozunur atık oranları .....	86
<b>Tablo [9.17]:</b> Ambalaj atık oranları .....	86
<b>Tablo [9.18]:</b> Enerji geri kazanımına uygun atık.....	86
<b>Tablo [9.19]:</b> Trabzon ili Elementel Analiz Sonuçları Yıllık Ortalaması .....	89
<b>Tablo [9.20]</b> Trabzon ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması .....	92
<b>Tablo [10.1]:</b> Rize İlçelerinin 2016 yılı nüfus verileri.....	95
<b>Tablo[10.2]:</b> Rize ili yıllara göre nüfus dağılımı ve nüfus artış hızı tablosu .....	95
<b>Tablo [10.3]:</b> Rize ili 2010-2014 dönemi göç istatistikleri.....	96
<b>Tablo [10.4]:</b> Rize ili İller Bankası Yöntemine Göre Nüfus Projeksiyonu .....	96
<b>Tablo [10.5]:</b> Rize ili Eysel Atık Projeksiyonu .....	97
<b>Tablo [10.6]:</b> Rize İli 2016 Yaz Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	98

<b>Tablo [10.7]:</b> Rize İli 2016 Sonbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	99
<b>Tablo [10.8:]</b> Rize İli 2017 Kış Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	99
<b>Tablo [10.9]</b> Rize İli 2017 İlkbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu .....	100
<b>Tablo [10.10]:</b> Rize İli 2016-2017 yılı Atık Kompozisyonu .....	100
<b>Tablo [10.11]:</b> Rize İli 2016-2017 yılı Atık Nem Değerleri .....	1011
<b>Tablo [10.12]:</b> Rize İli 2016-Yaz Numunesi Analiz Sonuçları .....	101
<b>Tablo [10.13]:</b> Rize İli 2016 Sonbahar dönemi Numunesi Analiz Sonuçları .....	102
<b>Tablo [10.14]:</b> Rize İli Kış Numunesi Analiz Sonuçları .....	102
<b>Tablo [10.15]:</b> Rize İli İlkbahar Numunesi Analiz Sonuçları .....	103
<b>Tablo [10.16]:</b> Biyobozunur atık oranları .....	104
<b>Tablo [10.17]:</b> Ambalaj atık oranları .....	104
<b>Tablo [10.18]:</b> Enerji geri kazanımına uygun atık.....	104
<b>Tablo [10.19]:</b> Rize ili Elementel Analiz Sonuçları Yıllık Ortalaması .....	107
<b>Tablo [10.20]:</b> Rize ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması .....	110
<b>Tablo [11.1]</b> Artvin İlçelerinin 2016 yılı nüfus verileri .....	114
<b>Tablo[11.2]:</b> Artvin ili yıllara göre nüfus dağılımı ve nüfus artış hızı tablosu.....	115
<b>Tablo [11.3]:</b> Artvin ili 2014-2015 dönemi göç istatistikleri .....	115
<b>Tablo [11.4]:</b> Artvin ili İller Bankası Yöntemine Göre Nüfus Projeksiyonu .....	115
<b>Tablo [11.5]:</b> Artvin ili Eysel Atık Projeksiyonu .....	116
<b>Tablo [11.6]:</b> Artvin İli Atık Kompozisyonu .....	118
<b>Tablo [11.7]:</b> Artvin İli Atık Nem Değerleri.....	118
<b>Tablo [11.8]:</b> Artvin İli Yaz Numunesi Analiz Sonuçları .....	119
<b>Tablo [11.9]:</b> Artvin İli Sonbahar Numunesi Analiz Sonuçları .....	120
<b>Tablo [11.10]:</b> Artvin İli Kış Numunesi Analiz Sonuçları .....	120
<b>Tablo [11.11]:</b> Artvin İli İlkbahar Numunesi Analiz Sonuçları .....	121
<b>Tablo [11.12]:</b> Biyobozunur atık oranları .....	122
<b>Tablo [11.13]:</b> Ambalaj atık oranları .....	122
<b>Tablo [11.14]:</b> Enerji geri kazanımına uygun atık.....	122
<b>Tablo [11.15]:</b> Artvin ili Elementel Analiz Sonuçları Yıllık Ortalaması.....	124
<b>Tablo [11.16]:</b> Artvin ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması.....	126
<b>Tablo [12.1]</b> Bayburt İlçelerinin 2016 yılı nüfus verileri .....	129
<b>Tablo[12.2]:</b> Bayburt ili yıllara göre nüfus dağılımı ve nüfus artış hızı tablosu.....	129

<b>Tablo [12.3]:</b> Bayburt ili 2010-2014 dönemi göç istatistikleri.....	129
<b>Tablo [12.4]:</b> Bayburt ili İller Bankası Yöntemine Göre Nüfus Projeksiyonu .....	130
<b>Tablo [12.5]:</b> Bayburt ili Eysel Atık Projeksiyonu .....	131
<b>Tablo [12.6]:</b> Bayburt İli Yaz Dönemi Atık Kompozisyonu .....	132
<b>Tablo [12.7]:</b> Bayburt İli Sonbahar Dönemi Atık Kompozisyonu .....	132
<b>Tablo [12.8]:</b> Bayburt İli Kış Dönemi Atık Kompozisyonu .....	133
<b>Tablo [12.9]:</b> Bayburt İli İlkbahar Dönemi Atık Kompozisyonu.....	133
<b>Tablo [12.10]:</b> Bayburt İli Yıllık Ortalama Atık Kompozisyonu .....	134
<b>Tablo [12.11]:</b> Bayburt İli Atık Nem Değerleri.....	134
<b>Tablo [12.12]:</b> Bayburt İli Yaz Numunesi Analiz Sonuçları .....	135
<b>Tablo [12.13]:</b> Bayburt İli Sonbahar Numunesi Analiz Sonuçları .....	135
<b>Tablo [12.14]:</b> Bayburt İli Kış Numunesi Analiz Sonuçları .....	136
<b>Tablo [12.15]:</b> Bayburt İli İlkbahar Numunesi Analiz Sonuçları .....	136
<b>Tablo [12.16]:</b> Biyobozunur atık oranları .....	138
<b>Tablo [12.17]:</b> Ambalaj atık oranları .....	138
<b>Tablo [12.18]:</b> Enerji geri kazanımına uygun atık.....	138
<b>Tablo [12.19]:</b> Bayburt ili Elementel Analiz Sonuçları Yıllık Ortalaması.....	140
<b>Tablo [12.20]:</b> Bayburt ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması.....	143
<b>Tablo [13.1]</b> Gümüşhane İlçelerinin 2016 yılı nüfus verileri .....	146
<b>Tablo[13.2]:</b> Gümüşhane ili yıllara göre nüfus dağılımı ve nüfus artış hızı tablosu.....	146
<b>Tablo [13.3]:</b> Gümüşhane ili 2010-2014 dönemi göç istatistikleri.....	147
<b>Tablo [13.4]:</b> Gümüşhane ili İller Bankası Yöntemine Göre Nüfus Projeksiyonu .....	147
<b>Tablo [13.5]:</b> Gümüşhane ili Eysel Atık Projeksiyonu .....	149
<b>Tablo [13.6]:</b> Gümüşhane İli Atık Kompozisyonu.....	150
<b>Tablo [13.7]:</b> Gümüşhane İli Atık Nem Değerleri.....	150
<b>Tablo [13.8]:</b> Gümüşhane İli Yaz Numunesi Analiz Sonuçları .....	151
<b>Tablo [13.9]:</b> Gümüşhane İli Sonbahar Numunesi Analiz Sonuçları .....	151
<b>Tablo [13.10]:</b> Gümüşhane İli Kış Numunesi Analiz Sonuçları .....	152
<b>Tablo [13.11]:</b> Gümüşhane İli İlkbahar Numunesi Analiz Sonuçları.....	152
<b>Tablo [13.12]:</b> Biyobozunur atık oranları .....	154
<b>Tablo [13.13]:</b> Ambalaj atık oranları .....	154
<b>Tablo [13.14]:</b> Enerji Geri Kazanımına Uygun Atık .....	154

<b>Tablo [13.15]:</b> Gümüşhane ili Elementel Analiz Sonuçları Yıllık Ortalaması .....	156
<b>Tablo [13.16]:</b> Gümüşhane ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması .....	158

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil [4.1]</b> Atık Bertaraf Yöntemleri ve miktarı .....	15
<b>Şekil [6.1]</b> Samsun İli Ortalama Atık Kompozisyonu .....	29
<b>Şekil [7.1]</b> Ordu İli Ortalama Atık Kompozisyonu .....	49
<b>Şekil [8.1]</b> Giresun İli Ortalama Atık Kompozisyonu .....	68
<b>Şekil [9.1]</b> Trabzon İli Ortalama Atık Kompozisyonu.....	85
<b>Şekil [10.1]</b> Rize İli Ortalama Atık Kompozisyonu .....	103
<b>Şekil [11.1]</b> Artvin İli Ortalama Atık Kompozisyonu .....	121
<b>Şekil [12.1]</b> Bayburt İli Ortalama Atık Kompozisyonu .....	137
<b>Şekil [13.1]</b> Gümüşhane İli Ortalama Atık Kompozisyonu .....	153

## 1.GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı, endüstriyel gelişme ve kentleşme gibi olgular, Türkiye'nin de içinde yer aldığı gelişmekte olan ülke kentlerinde katı atık sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Bu sorunlar ise günümüze kadar kentlerde atık yönetiminde yaygın bir şekilde uygulanan toplama, taşıma ve depolamadan oluşan sistemin yetersiz kalmasına sebep olmuştur. Toplanması, taşınması ve bertaraf edilmesi ekonomik anlamda büyük yük olan ve toplum sağlığı açısından önemli olduğu kadar, aynı zamanda, uygun şekilde değerlendirilemediği takdirde kaybolan ekonomik bir değer de olan katı atıkların yönetiminde, toplanmasından bertarafına kadar olan süreçte gerçekleştirilecek tüm hizmetlerin maliyet ve sorumluluğu yerel yönetimlere düşmektedir.

Atık yönetimi, sistem yaklaşımıyla ele alınması gereken bir konudur. Sistem yaklaşımı; atık yönetiminin atık oluşumu, toplama, işleme ve uzaklaştırma gibi temel unsurları yanında enerji, çevre koruma, kaynakların korunması, verimlilik artışı, istihdam gibi konularla bütünlük içinde ele alınmasını gerektirir. Atık yönetiminde sistem yaklaşımı, katı atıkların sadece insan çevresinden uzaklaştırılmasını değil; çevre ve insan sağlığının korunarak geliştirilmesiyle birlikte ekonomik kalkınmanın sağlanmasına da olumlu katkılar sağlayacaktır.

Katı atık yönetimi kavramı, katı atıkların insan ve çevre sağlığı, ekonomi, mühendislik, kaynakların korunması, estetik ve diğer çevresel konularla ilgili biçimde toplumun üretim ve tüketim alışkanlıklarını da dikkate alarak atık miktarının kontrolü, toplama, biriktirme, taşıma-aktarma, işleme ve son uzaklaştırma aşamalarını kapsayan disiplin olarak tanımlanabilir.

Kentsel katı atık yönetim sisteminin etkinliği ve sürdürülebilirliği kent ve/veya ülke sistemiyle bütünleşmesine bağlıdır; diğer bir deyişle katı atık sorununa yönelik geliştirilen çözümler kent ya da ülkenin özelliklerine ne kadar uygun olursa o kadar başarılı yönetim gerçekleştirilebilir. Kentsel katı atık yönetimi: Klasik anlamda atık oluşumu, toplama, işleme-geri kazanım ve son uzaklaştırma aşamalarını kapsayan sistem bileşenlerinden oluşmaktadır. Günümüzde atık yönetimi üretim aşamasından başlamakta, tüketim ve son uzaklaştırmaya kadar ki aşamalarda en az atık oluşturan teknolojiler geliştirilerek entegre yönetim uygulanmaktadır.

Ülkemizde de katı atık sorunu entegre bir yönetim sistemi olarak ele alınmalı ve çözüm üretilmeye çalışılmalıdır.

## 2. ÇALIŞMANIN AMACI

Katı atıklar literatürde farklı şekillerde tanımlanmaktadır, Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde "katı atık", "üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddeler ve arıtma çamuru" olarak tanımlanmaktadır. Bir başka tanımlamada ise "katı atık" terimi "sahibinin istemediği ancak ekonomik değeri olan ve toplumun menfaati gereği toplanıp fen ve sanat kurallarına, bilimsel esaslara, mühendislik prensiplerine göre bertaraf edilmesi gereken katı şeyler" olarak tanımlanmıştır (Armağan ve diğ.,2006) Bir başka tanımlamada ise Palabıyık ve Altunbaş (2004), "evsel, ticari ve/veya endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan ve tüketicisi tarafından artık işe yaramadığı gerekçesiyle atılan, ancak, çevre ve insan sağlığı yanında diğer toplumsal yararları nedeniyle düzenli biçimde uzaklaştırılması gereken maddeler" demişlerdir. Sonuçta tanımlama nasıl olursa olsun katı atıklar toplum sağlığı ve hijyeni için düzenlenmesi ve yönetilmesi gereken atıklardır. TÜİK (2015) tarafından yapılan araştırmalara göre 2014 yılı için belediyelerde yaklaşık olarak 28 milyon ton atık toplanmıştır. Tüm belediyelere uygulanan 2014 yılı Belediye Atık İstatistikleri Anketi sonuçlarına göre 1396 belediyenin 1391'inde atık hizmeti verildiği tespit edilmiştir. Aynı anket sonuçlarına göre 2014 yılında belediyelerde toplanan kişi başı günlük ortalama atık miktarı 1,08 kg olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma kapsamında atık miktar hesaplamalarında TÜİK'in proje kapsamındaki iller için tespit ettiği kişi başına düşen atık miktarları esas alınmıştır (TÜİK, 2015). Atık yönetiminin sağlıklı ve doğru bir şekilde yapılabilmesi için öncelikle atık kompozisyonunun bilinmesi gereklidir. Ancak bu şekilde atığın ekonomik ve sürdürülebilir kalkınma açısından nasıl değerlendirileceği ve ne şekilde bertaraf edileceği kararı verilebilir. Bilindiği üzere atık karakterizasyonu atığın oluştuğu bölgenin sosyoekonomik gelişmişliği ile doğru orantılıdır. Atık karakterizasyon çalışmalarının yapılması ile atığın kompozisyonu tespit edilerek ne şekilde bir işleme tabi tutulması gerektiği konusunda fikir sahibi olunabilir.

Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize, Artvin, Bayburt ve Gümüşhane illeri için atık karakterizasyonunun ve diğer özelliklerinin belirlenmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Bu kapsamda bölgelerde sosyoekonomik özellikler dikkate alınarak numuneler alınmış, karakterizasyon özellikleri belirlenmiştir. Bölgeden alınan numunelerin nem içerikleri tarafımızdan belirlenmiş, elementel analiz ve kalorifik değer analizleri Tübitak tarafından gerçekleştirilmiştir.

### 3. ENTEGRE ATIK YÖNETİMİ

Çevre üzerinde büyük bir baskı oluşturan ve gün geçtikçe artan atık sorununun çözümü için tek bir yaklaşım yeterli değildir. Ancak tüm yöntemlerin kombinasyonu ile etkin bir atık yönetiminin sağlanmasıyla mümkündür. Uluslararası düzeyde kabul gören bu yaklaşım, “Entegre Atık Yönetimi” anlayışının benimsenmesine yol açmıştır.

Entegre atık yönetiminde, atık yönetiminin tüm unsurları bir bütün olarak değerlendirilerek hem çevresel hem de ekonomik açıdan sürdürülebilirliğin sağlanması amaçlanır. Bu çerçevede, entegre atık yönetiminin yalnızca tek bir atık türüne ya da tek bir kaynağa yönelik olması beklenemez. Entegre atık yönetimi hiyerarşisine göre; atık üretiminin ve atığın zararlılığının kaynağında önlenmesi ve azaltılması esas olup, atık üretiminin kaçınılmaz olduğu durumlarda tekrar kullanım, geri dönüşüm ve ikincil hammadde elde etme amaçlı diğer işlemler ile atığın geri kazanılması veya enerji kaynağı olarak kullanılması esastır. Entegre bir atık yönetim sisteminde olması gereken unsurlar aşağıda özetlenmiştir.

**Atık Önleme (Prevention):** Ürünlerin yeniden kullanılması veya kullanım ömürlerinin uzatılması ile atık miktarının azaltılması, ürün üretiminde zararlı maddelerin azaltımı ve üretilen atığın çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilmesine ilişkin herhangi bir madde ya da malzeme atık haline gelmeden önce alınacak tedbirlerdir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014).

**Atık Azaltım (Reduction):** Tasarım ve üretimde daha az hammadde kullanımı ve gereksiz tüketimin azaltılmasını kapsamaktadır.

**Yeniden kullanım (Reuse):** Ürünlerin ya da atık olmayan bileşenlerin tasarlandığı şekilde aynı amaçla kullanıldığı herhangi bir işlemi ifade eder.

**Geri dönüşüm (Recycling):** Enerji geri kazanımı ve yakıt olarak ya da dolgu yapmak üzere atıkların tekrar işlenmesi hariç olmak üzere, organik maddelerin tekrar işlenmesi dâhil atıkların işlenerek asıl kullanım amacı ya da diğer amaçlar doğrultusunda ürünlere, malzemelere ya da maddelere dönüştürüldüğü herhangi bir geri kazanım işlemi olarak tanımlanır.

**Geri kazanım (Recovery):** Piyasada ya da bir tesiste kullanılan maddelerin yerine ikame edilmek üzere atıkların faydalı bir amaç için kullanıma hazır hale getirilmesi işlemleridir.

**Enerji Geri Kazanımı:** Oksijensiz çürütme ve termal yöntemlerle yakıt, ısı ve elektrik geri kazanımıdır.



Katı atıkların entegre bir sistemle yönetilebilmesi için öncelikle mevcut durumun, atık karakterizasyonunun irdelenmesi gerekir. Miktarı, toplama ve taşıma şekilleri, bertaraf metodu, bölgenin sosyoekonomik durumu ve gelişmişlik düzeyi gibi pek çok parametre sistemin planlanabilmesi için önemli kilometre taşlarını oluşturmaktadır. Bunların bilinmesi atığın ekonomik ve sürdürülebilir kalkınma açısından nasıl değerlendirileceği ve ne şekilde bertaraf edileceğini ortaya koyar (Öztürk, 2005; İnternet 1).

**Tablo [3.1]** Katı atık bertaraf sistemlerinin karşılaştırılması (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014)

	Düzenli Depolama	Termal Sistemler	Biyolojik Sistemler
Maliyet	Düşük	Yüksek	Orta
Hacimsel Azalma	Düşük	Yüksek	Yükse
Çevresel Riskler	Yüksek	Orta	Düşük
İşletme Hassasiyeti	Kolay	Zor	Zor

Entegre katı atık yönetimi, bir yerleşim merkezinde oluşan atığın toplanması, ayrıştırılması, geri dönüştürülmesi, geri kazanılması ve nihai olarak bertaraf edilmesi faaliyetlerinin tek bir kuruluş tarafından gerçekleştirilmesidir. Entegre atık yönetiminde, atık yönetiminin tüm unsurları bir bütün olarak değerlendirilerek hem çevresel hem de ekonomik açıdan sürdürülebilirliğin sağlanması hedeflenir. Bu sistemin etkin olabilmesi için, bütüncül bir sistemin oluşturulması, bu faaliyetlerin ekonomik değer yaratması, hizmet verilen yerleşim merkezine göre faaliyetlerin esnek olması, yerleşim merkezleri bazında plan oluşturulması ve mahalli idareler, kamu ve özel sektörün tüm birikimlerinin sinerjisiyle, doğru orantılı büyüyen bir çevre sektörünün oluşturulması gerekmektedir (Erdem, 2008).

- Bütüncül bir sistem: Entegre atık yönetimi bir yerleşim merkezinde oluşan atığın bileşimini oluşturan bütün maddeleri ve üretim kaynaklarını kapsamalıdır.
- Ekonomik değer: Katı atık sisteminden sağlanabilecek ekonomik değerler, yeniden kullanılabilir malzeme, ambalaj atıklarının geri dönüşümü, enerji kazanımı, kompost ve benzeri kaynaklı ürünlerdir. Bunlardan temin edilecek gelir, piyasa şartları ve yapılacak yatırımın maliyeti ile orantılı olmalıdır.

- Esneklik: Entegre atık yönetim sistemi, çevresel, mekânsal ve atık özelliklerinde zamana bağlı olarak meydana gelebilecek çeşitli değişikliklere uyum sağlayabilecek esneklikte olmalıdır.
- Bölgesel planlılık: Planlamanın verimli olması, toplanacak atık miktarına dolayısıyla da nüfusa bağlıdır. Bu sebeple büyükşehirler dışındaki yerleşim alanları için bölgesel planlamalar yapılmalıdır (internet 2).

#### **4. KATI ATIK BERTARAF YÖNTEMLERİ**

Dünya genelinde katı atıkların bertarafında gerek termal teknolojiler (yakma, gazifikasyon, piroliz, plazma teknolojisi) gerek atığın bozuşması esasına dayanan kompostlaştırma, biyometanizasyon gibi biyolojik sistemler gerekse de düzenli depolama sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bertaraf yöntemi seçiminde en önemli unsur ise maliyet olduğu göze çarpmaktadır. Bugün gazifikasyon, piroliz gibi yüksek maliyetli sistemler gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılmasına karşın gelişmekte olan ülkelerde daha çok düzenli depola yapıldığı görülmektedir. Bertaraf sistemi seçiminde bir diğer unsur ise yer sıkıntısıdır. Avrupa Ülkelerinden bazılarının düzenli depolama için yeterli alanları bulunmadığından yakma gibi atığın hacmini minimum seviyeye indirecek olan sistemler tercih edilmektedir. Hangi sistem kullanılırsa kullanılsın kalan bir miktar atığın düzenli depolamaya gitmesi kaçınılmaz olmaktadır. Katı atık depolama alanları, katı atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek bir şekilde çevremizden uzaklaştırılması için yapılan özel depolama sahalarıdır. Gerek ekonomikliği gerekse de işletme kolaylığı nedeniyle dünyada en yaygın olarak kullanılan metottur.

Ancak AB tarafından yayınlanan Düzenli depolama direktifinde düzenli depolama sahalarına gönderilen biyolojik olarak ayrışabilen evsel katı atıkların miktarının azaltılmasına yönelik hedefler konulmuştur. Bunlar 1995 yılında evsel katı atıklarının %80'ninden fazlasını düzenli depolayan üye devletlere, biyolojik olarak ayrıştırılabilen evsel katı atıkların azaltma hedefini:

- 2010 yılında, 1995 yılında oluşan biyolojik olarak ayrışabilen atıkların %75'i,
- 2013 yılında, 1995 yılında oluşan biyolojik olarak ayrışabilen atıkların %50'si,
- 2020 yılında, 1995 yılında oluşan biyolojik olarak ayrışabilen atıkların %35'i olarak belirlemiştir.

#### **4.1. Atık Minimizasyonu, Yeniden Kullanım, Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım**

Katı atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermelerini önlemek amacı ile toplanması, taşınması, yeniden kullanım, geri kazanım, geri dönüşüm gibi değerlendirme işlemlerini kapsayan yöntemler ile çevremizden uzaklaştırılması için kullanılan yöntemlerin tümü Katı Atık Yönetimi olarak adlandırılmaktadır.

Atık yönetiminin temel hedefi olan atık minimizasyonunu, atık üretiminin önlenmesi veya azaltılması, üretilen atığın kalitesinin artırılması, zararlarının indirgenmesi; geri dönüşümün, yeniden kullanımın ve geri kazanımın özendirilmesi şeklinde tanımlayabiliriz. Üretim sırasında atığın oluşumu önlenemiyorsa, arıtılacak/bertaraf edilecek atık miktarını mümkün olduğunca en aza indirmek için 'geri dönüşüm' ve 'yeniden kullanım' gibi yöntemler uygulanmalıdır.

Bugün hemen her şey kâğıt, plastik, cam ve metal ambalaj içinde satılmaktadır. Ambalaj, katı atık miktarını sürekli artırırken, bu maddelerin depolanması, toplanması ve boşaltımı için kullanılan depolama gereçleri, toplama araçlarının yatırım-işletme-bakım giderleri, işçilik maliyetleri de her geçen gün artmaktadır. Belediyeler bugün bütçelerinin üçte birini temizlik hizmetlerine harcamakta ve sonuçta her tüketim, onun atıklarının çevreye zarar vermesini önlemek için yeni bir tüketimi de beraberinde getirmektedir.

Bu nedenle özellikle son dönemlerde çöpün azaltılması üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu anlayış, atıkların çevreye zarar vermesini önlemek için kullanılan yöntemlerden çok daha basit yöntemler gerektirmektedir.

Cam, metal, plastik ve kâğıt/karton gibi değerlendirilebilir ambalaj atıklarının fiziksel ve kimyasal işlemlerden geçirildikten sonra ikinci bir hammadde olarak üretim sürecine sokulmasına "Geri Dönüşüm" denir.

Katı atıklar içinde değerlendirilebilir olanların, ayrı toplanması, cinslerine göre ayrılması, fiziksel veya kimyasal ya da biyolojik işlemlerle ikincil hammaddeye, tarım girdisine dönüştürülmesi ve enerji elde etmek için yakılması şeklindeki faaliyetlerin tümü ise geri kazanım olarak adlandırılır.

Geri kazanımın 5 temel basamağı vardır. Bunlar;

1. Kaynakta ayırma: Değerlendirilebilir atıklar çöpe dökülmeden kaynakta ayrılarak biriktirilir

2. Ayrı toplama: Çöpe atılmak üzere olan atıklar, geri kazanılabilirliğine göre ayrı ayrı toplanmalıdır. Ayrı ayrı toplama işlemi bina içinde geri kazanım torbaları ile yapılabildiği gibi, bina içlerinde özel kutularda, cadde kenarlarında konteyner ile yapılabilir.
3. Sınıflandırma: Kaynakta ayrı toplanan materyaller cam, plastik, metal, kâğıt olarak sınıflandırılır.
4. Değerlendirme: Temiz olarak ayrılan materyaller kimyasal ve fiziksel olarak değişime uğrayarak yeni bir ürün olarak elde edilmesi
5. Ekonomiye Kazandırma: Geri dönüştürülen yeni ürünün ekonomiye kazandırılması. Geri dönüştürülmüş ürünlerin satın alınması için gerekli sübvansiyonların sağlanması ve teşvik edilmesi.

Geri dönüşüm/kazanım miktarı entegre katı atık sisteminin verimini gösteren en önemli parametrelerdir. Katı atıkları geri kazanma oranı, geri kazanım hedeflerinin doğru konulmasına ve bu hedeflere uygun sistemin oluşturulmasına bağlıdır. Geri kazanım programında her şeyden önce hedeflerin belirlenmesi gerekir. Bu hedefleri ortaya koyarken gerçekçi olunmalıdır.

Geri kazanımın hedefleri şu şekilde özetlenebilir: • kaynak koruma, • çevre koruma, • enerji kazanımı, • yer tasarrufu.

Evsel nitelikli katı atıkların önemli bir yüzdesini oluşturan ambalaj atıklarının geri dönüşünün sağlanması amacıyla gerek AB direktifinden gerekse de Ambalaj atığı kontrol direktifinde belirli hedefler verilmiştir. Ambalaj atıkları kontrol yönetmeliği taslağında 2017 ve diğer yıllar için verilen hedefler aşağıda tablo 2 ve 3 de gösterilmektedir (Ambalaj atıkları yönetmelik taslağı, Madde 19 (2) ve (3), 2017)

**Tablo [4.1]** Yetkilendirilmiş kuruluşlar ve depozito sistemi uygulayan piyasaya sürenler 2017 yılından itibaren aşağıda verilen oranlarda malzeme bazlı ambalaj atığı geri dönüşüm hedefleri

Yıllar	Malzeme bazlı geri dönüşüm oranı (Yeniden kullanıma hazırlama dahil) (%)				
	Cam	Plastik	Metal	Kâğıt/Karton	Ahşap
2017	52	52	52	54	9
2018	52	52	52	56	11
2019	52	52	52	58	13
2020 ve sonraki yıllar	52	52	52	60	15

**Tablo [4.2]** 2017 yılından itibaren ülke genelinde malzeme cinsine bakılmaksızın toplam geri dönüşüm ve geri kazanım oranları

Yıllar	Toplam geri kazanım oranı (%)	Toplam geri dönüşüm oranı (%)
2017	54	52
2018	56	52
2019	58	52
2020 ve sonraki yıllar	60	55

#### 4.2. Kompostlaştırma

Organik atıklar, katı atık muhtevasında en önemli yüzdeyi oluşturan atıklardır. Bu atıkların kaynağında ayrı toplanması, bu atıklardan elde edilen gerek kompost gerek biyometanizasyon gibi biyolojik işlemde önemli rol oynamaktadır. Çevresel olarak bakıldığında kompostlama sistemi organik maddenin bertarafında en uygun yöntem olarak göze çarpmaktadır. Organik maddelerin kompostlanması hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde yaygın bir bertaraf yöntemidir (Öztürk ve diğ., 2015). Bugün dünya geneline baktığımızda sayısız kompost tesisinin var olduğunu görmekteyiz. Kompost tesisinde üretilen ürün kalitesi, tesisin işletme koşulları ve sistemin verimliliğinin yanı sıra tesise giren atığın kompozisyonuna bağlı olarak değiştiği bilinen bir gerçektir. Giren atığın plastik, cam, metal gibi ürünleri içermesi kompostun kalitesini düşürmektedir (Öztürk ve diğ., 2015). Bu gün gelişmiş ülkeler kompostu, organik maddeleri dahi ayırarak yapma eğilimindedirler. Özellikle mutfak atıkları ve bahçe atıklarının birbirine karışmadan kompostlaştırma çalışmaları devam etmektedir. Organik atıkların ayrı toplanması organik atıkların değerlendirilmesinde kullanılan diğer bir sistem olan biyometanizasyonda da önemlidir. Bu sistemde salt organik madde girdisi sağlanarak biyogaz elde edilmesi amaçlanır. Bu vesileyle organik maddenin bozuşmasını ve doğal mikrobiyal parçalanmanı engelleyecek yabancı materyaller istenmemektedir.

Kompostlaştırma, katı atıklardaki ayrışabilir (parçalanabilir) organik bileşenlerin (yiyecek atıkları, kâğıt ve bahçe atıklarının bir kısmı) kontrollü şartlar altında humus veya benzeri nitelikteki ürüne dönüştürüldüğü biyokimyasal ayrıştırma sürecidir.

Kompostlaştırma ile başlıca aşağıdaki hedeflere ulaşılması beklenir:

- Biyolojik olarak ayrışabilir organik maddelerin, kararlı bir ürüne dönüştürülmesi ve atık hacminin azaltılması,

- Katı atık içinde bulunabilecek patojen, sinek yumurtası vb. istenmeyen organizmaların yok edilmesi,
- Mevcut veya oluşabilecek koku probleminin ortadan kaldırılması,
- Maksimum makro nütrient (N, P, K) ve mikro besi elementleri (Zn) içeriğinin muhafaza edilmesi,
- Gübre değeri olan ve toprak şartlandırıcısı olarak kullanılabilir bir ürün elde edilmesi

Havali kompostlaştırma prosesinde aktif olan başlıca mikroorganizmalar: çok çeşitli türde bakteriler, mantarlar ve aktinomisetlerdir. Ayrıca, maya mantarları ve protozoalar da görülebilir. Bu mikroorganizmaların hepsi, farklı zamanlarda aktif olup oksijen ve sıcaklığa bağlı olarak fizyolojik koşulların değişimini gösterirler. Oksijen gereksinimleri ile ilgili olarak mikroorganizmalar, mutlak havali (aerobik) ve fakültatif mikroorganizmalar olarak karakterize edilebilirler. Kompostlama süreci başlamadan önce bekletilen atık yığınlarında anaerobik koşullar ortaya çıkmaktadır. Bu atık yığnında metan oluşan metan oksijence bol yüzeyle temasa geçtiğinde metanı okside ederek karbondioksite dönüştürür (Lou ve Nair,2009). Kompostlama sürecinde hemen hemen hiç metan gazı oluşmaz ve bu sera etkisi için kompostlama prosesinin bir avantajıdır. Bakteriler, kolay ayrışan organik maddeleri kısa sürede parçalayarak ısı çıkışına sebep olurlar. Mantarlar, organik maddeleri indirgeyip vitamin, antibiyotik v.s. üreterek bakterileri imha edebilirler. Mantarlar, maya ve aktinomisetler selüloz, yağ, lignin ve reçine gibi bileşikler daha uzun bir sürede parçalarlar.

Olgun ve kullanılmaya hazır kompostta patojen mikroorganizmalar yok olmuştur. Patojenlerin ölümü, kompostlaştırmada iç sıcaklığın 60-70°C' ye yükselmesi ve bazı mikroorganizmaların antibiyotik salgılamasından kaynaklanmaktadır.

Kompostlama prosesi yığın kompostlama ve reaktör tipi kompostlama sistemleri ile gerçekleştirilmektedir. Bu iki sistem için tükettikleri enerji miktarında farklılıklar mevcuttur. Yığın halinde kompost yapılan sistemlerde 0,071MJ/kg enerji tüketimi olurken, reaktör tipi kompost sistemlerinde bu enerji kullanımı 0,198MJ/kg'dır (Lou ve Nair.,2009).

1 ton evsel çöpten yaklaşık 250 kg kompost, 150 kg su buharı ve gazlar, 600 kg geri kazanabilecek maddeler ve işe yaramayan deponiye gidecek maddeler oluşur.

Kompostlaştırma sonucu oluşan maddeye **kompost** adı verilir. Kompost humusa benzeyen yarı kararlı bir ürün olup daha çok toprak iyileştirici madde olarak kullanılmaktadır. Kompost, gübre değildir. Gübre, toprağa bitkilerin gelişmesi için gerekli besin maddesi

kazandırırken kompost, toprağın (zeminin) yapısal düzenini sağlar. Kompostlama final ürününü, pH, C/N oranı ve elektrik iletkenliğine göre sınıflandırılabilir (Kazemi ve diğ.,2016). Kompostlama prosesinde uygun olmayan C/N oranı mikrobiyolojik faaliyeti sınırlandırır ve olgun olmayan ürün ortaya çıkmasına neden olur. Kompost toprak iyileştirici olarak kullanılır ve toprak erozyonunu azaltır, toprak yapısını ve verimliliğini geliştirir, su tutma kapasitesini ve süresini artırır ve toprağın makro ve mikro elementlerinin tamirini yapabilmektedir (Wei ve diğ.,2017). Ancak kompost içerisinde belli oranlarda Azot, Fosfor, Potasyum (N, P, K) ilavesi ile üstün kalitede gübre eldesi mümkün olabilmektedir. Elde edilen bu gübrenin tarım alanlarına yararı tüm yapay gübrelerden daha fazladır. Ayrıca ham maddesinin doğal nitelik taşıması nedeni ile tarımsal alanlarda üretilen ürünlerde yapay tat sorunu ortadan kalkar.

### **4.3. Termal Sistemler**

#### **4.3.1 Yakma**

Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak % 70-90 arasında kütleli azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir. Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır (Öztürk ve diğ., 2015). Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle entegre olmak zorundadır. Kütleli yakma sistemi doğrudan belediye atığı ile beslenebilir. Atığın yanma kalitesini artırmak için ön işleme tabi tutulur ve katı atığın yanma süresi diğer katı atıklar için gerekenden daha fazla zaman alır (Lombardi ve diğ.,2015). Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı için emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır (Öztürk ve diğ., 2015). Yakma tesisleri enerji geri kazanımıyla fosil yakıtlardan elde edilen enerji işlemleri sırasında oluşacak emisyon değerlerinden ve düzenli depolama alanlarından oluşacak CO<sub>2</sub> ve CH<sub>4</sub> miktarlarından daha az salınım yapabilmektedir (Abd Kadir ve diğ.,2013). Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufta düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Genel olarak, yakma tesisleri aşağıdaki birimlerden oluşmaktadır.

- Atık Kabulü
- Ön işlem – Depolama
- Atık Yükleme (Hazneye atığın alınması)

- Yakma İşlemi
- Baca Gazının Soğutulması
- Baca Gazının Arıtılması
- Baca Gazının Deşarjı
- Katı ve Sıvı Yanma Atıklarının Arıtılması ve Bertarafı

Kentsel katı atık bunkerin içerisine 0,25-0,35 m<sup>3</sup> yoğunluğunda olmalıdır. Katı atığın yakmadan önce düzgün şartlar altında depolanması gerekmektedir. Katı atık yakıldığı zaman ortalama olarak 1 ton katı atıktan 700 kg baca gazı oluşabilmektedir. Bu değer aynı zamanda katı atık yakma tesislerinde hava kalitesi için tasarım ve işletme kriterlerinin dikkatle ele alınması anlamına gelmektedir (Öztürk ve diğ., 2015). Yakma teknolojileri, birçok araştırmacının yapmış oldukları çalışmalara göre düzenli depolama tesislerinin üretmiş olduğu CO<sub>2</sub> miktarından daha az emisyon değerlerine sahiptir.

Dünya genelinde kütleli atık yakma teknolojisi ile kentsel katı atığın bertarafının maliyeti 80-120\$/ton atık civarındadır. Hane başına yaklaşık yılda 1,2-1,5 ton atık üreten bir aile için yıllık katı atık yakma tesisi maliyeti 120\$-150\$ arasında değişeceği varsayıldığında, bu maliyetin yüksek olduğu gözükmemektedir. Kentsel katı atık yönetimi için transfer, depolama gibi maliyetlerinden dikkate alındığı düşünülürse yıllık bertaraf için maliyetin yukarıya çıkacağı açıktır (Öztürk ve diğ., 2015). Öbür taraftan, biyobozunur maddenin varlığı atık yakma sisteminde temel rol oynamaktadır. Atık yakma işlemi önemli bir atık miktarı ve hacminde azaltma prosesi olmasına rağmen, atıktan enerji kazanımı ve elde edilen ekonomik kazanımlar ile diğer önemli yan alanlara da hizmet etmektedir (Pirota ve diğ.,2013). Küçük şehirler için katı atık yakma tesisleri elektrik enerjisi talebini, atıksu arıtma tesisi enerji ihtiyacını ya da diğer tesislerin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilmektedir.

Atık yakma tesislerinde, atıkların geri dönüşümünü ve enerji üretimini sağlamak ve aynı zamanda çevreye olan olumsuz etkileri en aza indirmek için aşağıdaki hususlar öncelikle göz önünde bulundurulmalıdır.

- Atıkların ön ayırmaya tabi tutulması.
- Yakma tesisinde baca gazı temizleme sisteminin kurulması.
- Yakma tesisinde enerji tasarrufu ve elde edilen ısının kullanımı için yöntemler uygulanması.



- Yakma sonucu ortaya çıkan maddelerin (cüruf, kül) başka sanayi tesislerinde kullanılması.

**Katı atıkların yakılması genellikle aşağıdaki durumlar için uygulanır:**

1.Yakmada hacim ve ağırlık azaltma oranının yüksek olması nedeniyle depolama yeri sıkıntısının çekildiği metropollerde,

2.Nihai ürünün stabilize edilmesinin gerekli olduğu durumlarda (hastane çöpleri gibi),

3.İsıl değeri yüksek katı atıklardan enerji üretiminin söz konusu olması halinde yakma uygulanır.

Katı atık bertaraf yöntemi seçiminde en temel unsur katı atık özelliğidir. Katı atıklardaki;

-nem,

-ısı değeri,

-organik ve inorganik madde yakmayı etkileyen en önemli parametrelerdir.

Nemin yüksek oluşu, tutuşmayı engeller ve ısı değeri düşürür. Yüksek kül içeriği; hacim azalmasını düşürür, yanma zorluğu çıkartır ve ısı değeri düşürür.

Pratikte yakma sistemlerinde hiçbir zaman stokiyometrik yanma gerçekleşmez. Tam yanmanın olabilmesi için mutlaka aşırı hava gereklidir (özellikle karışımı ve türbülansı sağlamak için). Bu aşırı havanın kullanımı yanma sıcaklığını ve baca gazı ürünlerinin bileşimini etkiler. Aşırı hava artarken baca gazındaki O<sub>2</sub> içeriği artar, yanma sıcaklığı azalır. Yakma tesislerinde koku meydana getiren yüksek moleküllü organik maddelerin termik olarak parçalanabilmesi için sıcaklığın 800°C'nin üstünde, tehlikeli bileşiklerin (dioksinler, uçucu organik maddeler) oluşmaması için de sıcaklığın 1000 °C'nin üstünde olması gerekir.

Yanma 5 kademeyle gerçekleşir:

1)Kuruma: Çöpü oluşturan maddelerin sıcaklığı, içlerindeki su tamamen buharlaştırılmadan 100°C'nin üzerine çıkartılamaz. Bir tanenin yüzeyi tarafından alınan ısı miktarı, tanenin özgül iletkenliğine ve sıcaklık farkına bağlıdır. Aynı hacme sahip taneler arasında yüzeyi daha fazla olan taneler daha fazla ısı enerjisi alırlar ve daha çabuk kururlar. Bu nedenle katı atıkları yakmada kuruma süresi; atıkların özgül yüzey alanına, tane boyutuna, nemine ve diğer özelliklerine bağlı olarak 1 dakikadan 2 saate kadar büyük sınırlar arasında değişir. Kurutma, yanma hacminde oluşmuş alevden gelen radyasyonla veya ızgaradan gönderilen ısınmış havayla gerçekleştirilir.

2) Gazlaşma: Bu aşamada sıcaklık 200-600°C arasında olup yanabilir maddeler uçucu bileşenlere ve tespit edilmiş karbona çevrilir. Uçucu bileşenler ızgaraların altından veya üstünden olmak üzere yanma odasına verilen hava ile karışarak bir gaz akımı halinde hareket eder ve bu gazlardan yanıcı olanlar yanar.

3)Tutuşma: Yanma odasındaki uçucu gazlar alevle tutuşur.

4)Karbonun gazlaşması: Yanabilir organik maddelerden uçucu gazlar uzaklaştıktan sonra geri kalan tespit edilmiş karbon oksijenle yanarak CO<sub>2</sub> oluşur.

5)Bakiye karbonun yanması

#### **4.3.2. Piroliz ve Gazlaştırma**

Piroliz ve gazlaştırmanın her ikisinde de, katı atıklar gaz, sıvı ve katı yakıt şekline dönüştürülürler. İkisi arasındaki temel fark, pirolizdeki reaksiyonlar endotermiktir, dolayısıyla dışarıdan bir ısı kaynağı kullanır ve O<sub>2</sub> olmadığı durumlarda meydana gelen reaksiyondur. Gazlaştırma da ise katı atıkların kısmi yanması için oksijen veya hava kullanılır ve oluşan ısı sistem için yeterli olur.

Gazlaştırmadaki prosesler ise ekzotermiktir. Organik maddelerin çoğu termal olarak stabil olmadığı için, O<sub>2</sub> siz ortamda bunlar ısıtılarak termal parçalanmaya uğratılırlar ve gaz, sıvı ve katı fraksiyonlara ayrılır.

Piroliz sonucunda oluşan ürünler:

Gaz Kısım: H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub> ve diğer gazları içeren gaz ürün,

Sıvı Kısım: Su, katran, yağ, asetik asit, aseton, metil alkol ve kompleks hidrokarbonlar,

Katı Kısım: Saf karbon ve inert maddeyi içeren kömür oluşur.

Oluşan sıvı ürün işlendiğinde fuel-oil eşdeğeri yakıt eldesi mümkündür.

Pirolizde oluşan ürünlerin miktar ve kalitesi;

**1.**Katı atığın özelliğine

**2.**Ulaşılan sıcaklık derecesine

**3.**Isıtma hızına bağlıdır.

Pirolizde, katı atıklarda hem kimyasal hem de fiziksel değişimler meydana gelir. Organik maddeler kimyasal değişimlerle ayrışır ve sekonder ürünler oluştururlar. Sıcaklık arttıkça sekonder ürünler basitleşir ve hidrojen zengin hale gelir. Piroliz sonucu oluşan sıvı ürünlerin

piyasa değeri oldukça yüksektir, fakat bunların ayrılıp saflaştırılması oldukça pahalı bir işlemdir. Piroliz yöntemi, petrol fraksiyonlarından ve kömürden kok, kok gazı üretmek için yaygın kullanılan bir endüstriyel prosestir. Buna karşılık katı atıkların pirolizi pek yaygın değildir. Çünkü bu sistemler oldukça komplekstir ve çeşitli işletme problemleri vardır.

#### 4.4. Düzenli Depolama

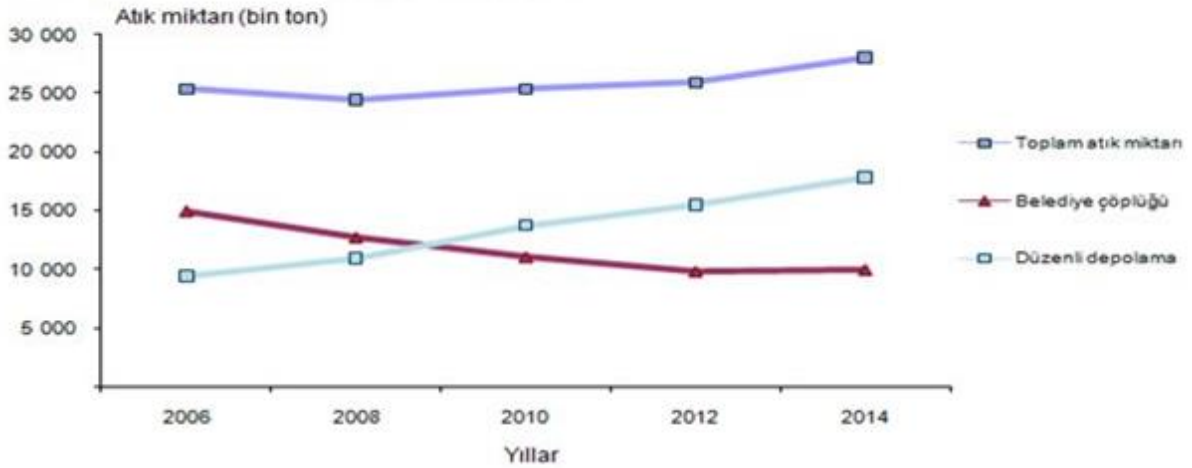
Düzenli depolama projeleri hem evsel hem de tehlikeli ve tıbbi atıkların bertarafı için kullanılan etkin bir yöntemdir. Bu atıklar düzenli depolanırken ayrıştırılmalı ve her atık türü aynı tesiste olsa da farklı bölmelerde depolanmalıdır. En ekonomik yatırım ve işletme maliyetine sahip olması, miktarına göre kapasitesinin kolaylıkla artırılabilmesi, kapatılan arazinin nihai imha metodu olması nedeniyle ülkemizin şartlarına en uygun bertaraf yöntemidir. 2014 yılı Belediye Atık İstatistikleri Anketi sonuçlarına göre atık toplama ve taşıma hizmeti verilen belediyelerde toplanan 28 milyon ton atığın, %63,5'i düzenli depolama tesislerine, %35,5'i belediye çöplüklerine, %0,5'i kompost tesislerine gönderilmiş, %0,5'i ise diğer yöntemler ile bertaraf edilmiştir.

TÜİK Belediye Atık göstergelerine göre 2006-2014 yılları arasında atık bertaraf yöntemleri ve atık miktarları aşağıda Tablo 4.3'de verilmiştir.

**Tablo [4.3]** Belediye Atık Göstergeleri (TÜİK, 2015)

	2006	2008	2010	2012	2014
Toplam Belediye Sayısı	3225	3225	2950	2950	1396
Atık Hizmeti verilen Belediye sayısı	3115	3129	2879	2894	1391
Toplanan Belediye Atık miktarı (*10 <sup>3</sup> ton/yıl)	25280	24361	25277	25845	28011
Kişi başı ortalama atık miktarı (kg/kişi.gün)	1,21	1,15	1,14	1,12	1,08
Atık Bertaraf Yöntemleri (*10 <sup>3</sup> ton/yıl)	<b>2006</b>	<b>2008</b>	<b>2010</b>	<b>2012</b>	<b>2014</b>
Vahşi depolama sahasına gönderilen	14941	12678	11001	9771	9936
Düzenli depolama sahasına gönderilen	9428	10947	13747	15484	17807
Kompostlama	255	276	194	155	126
Açıkta yakma	247	239	134	105	4
Dereye veya diğer su ortamına atma	10	48	44	33	16
Gömme	144	100	34	94	7
Diğer	195	73	122	202	114

**Atık bertaraf yöntemleri ve miktarı, 2006-2014**



**Şekil [4.1] Atık Bertaraf Yöntemleri ve miktarı (TÜİK, 2015)**

## 5. MATERYAL METOD

### 5.1. Belediye Atık karakterizasyonu

Katı atık analizi yapılacak ilde oluşan katı atıkları temsil edici bir numune alabilmek için ilin farklı noktalarından (Çarşı ve gelir seviyesine göre; yüksek, düşük ve orta) alınan atıklar analizin yapılacağı alana getirilir. Daha önce belirlenen bölgelerden alınan atıklar kürekler yardımı ile karıştırılır ve yaklaşık 4 parçaya bölünür. Her bir parçanın en az 25-30 kg olmasına dikkat edilir. Bu parçalardan bir tanesi alınarak analiz gerçekleştirilir.

Analiz için düz bir zemin tercih edilir, zemin üzerine plastik bir örtü serilerek elek altına inen malzemeler burada toplanır. Elek üstünde malzemeler aşağıdaki Tablo 5’de verilen madde grupları için analiz edilir. Her bir madde grubunu koyacak (darası bilinen) plastik kovalar alanda bulundurulur. Koruyucu ekipman (eldiven, önlük, maske vb.) giymiş elemanlar tarafından analiz gerçekleştirilir. Ayıklama esnasında kapalı poşetler yırtılarak açılıp içlerindeki maddeler dahil oldukları madde rubuna ilave edilir. Islak olan yiyecek atıkları sona bırakılarak ayıklama tamamlanır. Madde grupları tartılarak yüzdeler hesaplanır.

**Tablo [5.1]** Atık karakterizasyonu için madde grupları

<b>Atık Bileşeni</b>	<b>İçerik</b>
Mutfak Atıkları	Yemek artıkları, Sebze, Meyve vb.
Kâğıt	Gazete, Dergi, Defter
Karton	Süt Kutusu, Meyve suyu Kutusu, tetrapak
Hacimli Karton	Karton kutular
Plastik	Tüm plastikler
Naylon Poşet	Poşet torba
Cam	Cam şişe, bardak, kavanoz
Metal	Teneke kutu, alüminyum kutu, vb.
Park Bahçe Atıkları	Dal, ağaç parçası, çim
Diğer Yanmayanlar	Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.
Diğer Yanabilenler	Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.

## 5.2. Su Muhtevası Analizi

Alanda karakterizasyon çalışmaları esnasında 1-1,5 kg civarında karışık numune alınarak laboratuvara kargo ile gönderildi. Laboratuvara ulaşır ulaşmaz önce tartıldı sonra 103-105 °C ısıtılmış etüvde 24 saat bekletildi. Oda sıcaklığına getirilen örnek tartılarak aradaki farktan su muhtevası değeri hesaplandı.

$$\text{Su muhtevası (\%)} = (a-b/a) * 100$$

a: örneğin başlangıç kütlesi

b: örneğin kuruduktan sonraki kütlesi

## 5.3. Elementel Analizler

Katı atık numunesinde karbon, azot ve fosfor analizi ve alt, üst kalorifik analizi yapılmak üzere Tübitak ile iletişime geçilmiştir. 60 °C de kurutulmuş ve öğütülmüş örnek istenmesi üzerine alandan laboratuvara getirilen numune kurutulup, öğütülerek Tübitak'a gönderilmiş ve analizler Tübitak tarafından gerçekleştirilmiştir.

## 6. SAMSUN İLİ ATIK KARAKTERİZASYONU VE BERTARAF MODEL ARAŞTIRMALARI

### 6.1. Samsun İli Nüfus Verileri

Samsun nüfusu 2016 yılına göre 1.295.927'tür. Bu nüfus, 640.699 erkek ve 655.228 kadından oluşmaktadır. Yüzde olarak ise: %49,44 erkek, %50,56 kadındır. Bu nüfusun %100'ü değişen Büyükşehir Kanunu sebebiyle şehir ve ilçe merkezlerinde yaşamaktadır. Yüzölçümü 9.352 km<sup>2</sup> olan Samsun ilinde kilometrekareye 139 insan düşmektedir. Samsun nüfus yoğunluğu 139 kişi/km<sup>2</sup>'dir. İl nüfusu 1927-2017 dönemi arasında sürekli artış göstermiştir. Şehir özellikle Karadeniz bölgesinde göç alan bir il olduğu için nüfusun ilerleyen zamanda da artması beklenmektedir.

Samsun'da nüfusun %60'ı 4 adet ilçede (İlkadım, Atakum, Bafra ve Çarşamba) yaşamakta olup, Atakum ve İlkadım ilçeleri merkez ilçelerdir (Tablo 6-1). İl, 2010-2011 yıllarındaki nüfus azalış hızından sonra büyümeye başlamış ve son 3 yılda nüfusu artmaya başlamıştır. İl, nüfus büyüklüğü açısından 2015 yılına göre 16. sıradadır. Samsun Karadeniz Bölgesinin en kalabalık ve en gelişmiş şehri özelliğini elinde bulundurmaktadır. Buna rağmen yıllara göre göç istatistiklerine bakıldığında son iki yılda azalmasına karşılık daha çok göç verdiği gözlenmektedir. Samsun ilinin, 2010-2014 döneminde aldığı ve verdiği göç istatistikleri Tablo [6-3]'de görülmektedir.

**Tablo [6.1]** Samsun İlçelerinin 2016 yılı nüfus verileri (TÜİK, 2017)

İlçe	İlçe Nüfusu	Genel Nüfus Yüzdesi
İlkadım	325.666	%25,13
Atakum	181.302	%13,99
Bafra	141.552	%10,92
Çarşamba	137.739	%10,63
Vezirköprü	97.023	%7,49
Canik	98.323	%7,59
Terme	71.577	%5,52
Tekkeköy	50.149	%3,87
Havza	40.892	%3,16
Alaçam	25.863	%2,00
19 Mayıs	24.826	%1,92
Ayvacık	20.178	%1,56
Kavak	20.112	%1,55
Salıpazarı	18.714	%1,44
Asarcık	16.997	%1,31
Ladik	16.390	%1,26
Yakakent	8.624	%0,67

**Tablo [6.2]:**Samsun ili yıllara göre nüfus dağılımı ve nüfus artış hızı tablosu

Yıllar	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Samsun Nüfus Verisi	1.233.677	1.250.076	1.252.693	1.251.729	1.251.722	1.261.810	1.269.989	1.279.884	1.295.927
Nüfus Artış Hızı	%0,38	%1,33	%0,21	%-0,08	%-0,00	%0,81	%0,65	%0,78	%1,25

Samsun ili genelde göç alan il durumundadır. Samsun ilinin, 2010-2014 döneminde aldığı ve verdiği göç istatistikleri Tablo [6-3]'de görülmektedir.

**Tablo [6-3]** Samsun ili 2010-2014 dönemi göç istatistikleri

Yıl	SAMSUN NÜFUSU	ALDIĞI GÖÇ	VERDİĞİ GÖÇ	NET GÖÇ	NET GÖÇ HIZI (%)
2014	1.269.989	41.057	44.519	-3.462	-2,73
2013	1.261.810	38.644	42.504	-3.860	-3,06
2012	1.251.722	32.249	41.561	-9.312	-7,44
2011	1.251.729	35.103	43.408	-8.305	-6,63
2010	1.252.693	35.418	44.825	-9.407	-7,51

## 6.2. Samsun İli Nüfus Projeksiyonu

Bir yerleşim yerinde oluşan katı atık miktarının, o yerleşim yerinin nüfusuna bağlı olarak değişim göstermesi nedeniyle öngörülen katı atık yönetiminin uygulanabilirliğinin devamı için geleceğe yönelik nüfus projeksiyonunun dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Gelecek yıllarda oluşacak katı atık miktarının belirlenmesinde temel oluşturacak nüfus değerlerinin belirlenmesinde birçok metot uygulanabilmektedir. Geçmiş yılların nüfus verileri için kaynak olarak TÜİK nüfus verileri kullanılmıştır. Bu çalışmada gelecek nüfus tahminleri İller Bankası metotları ile hesaplanmıştır. Nüfus hesabı için sabit artış yöntemi kullanılarak (nüfus artış hızı 1 alınmıştır) 20 yıl için nüfus değerleri hesaplanmıştır.

**Tablo [6.4]:** Samsun ili İller Bankası Yöntemine Göre Nüfus Projeksiyonu

Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI (KİŞİ)	Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI (KİŞİ)
2017	1.308.886	2028	1.460.283
2018	1.321.975	2029	1.474.886
2019	1.335.195	2030	1.489.635
2020	1.348.547	2031	1.504.531
2021	1.362.032	2032	1.519.576
2022	1.375.653	2033	1.534.772
2023	1.389.409	2034	1.550.120
2024	1.403.303	2035	1.565.621
2025	1.417.336	2036	1.581.277
2026	1.431.510	2037	1.597.090
2027	1.445.825	2038	1.613.061

### 6.3. Samsun İli Evsel Katı Atık Yönetimi

Samsun ilinde üretilen belediye atıkları Samsun belediyesi yönetimindedir. Samsun Belediyesi, Belediye atıklarının tamamına yakınına yakınını toplamaktadır. İl genelinde yapılmış ve faal halde 2 adet aktarma istasyonu bulunmaktadır. İl genelinde toplanan atığın büyük çoğunluğu Samsun Büyükşehir Düzenli Depolama alanında küçük bir bölümü ise Çarşamba Belediyesi Düzenli Depolama Sahasında bertaraf edilmektedir.

Samsun ili katı atıkların yönetimi 4 bölge olarak planlanmaktadır.

**Merkez Bölgesi:** İlkadım, Canik, Atakum, Tekkeköy

- İlkadım'da 1 adet Merkez Katı Atık Düzenli Depolama Sahası mevcuttur.

Merkez bölgesi katı atıkları Merkez Düzenli Depolama Sahasında bertaraf edilmektedir. Canik ilçesinde ise bir adet rehabilite edilmiş ve kapatılmış vahşi çöp depolama sahası bulunmaktadır.

**Doğu Bölgesi:** Terme, Salıpazarı, Ayvacık, Çarşamba

- Terme'de 1 adet rehabilite edilmekte olan vahşi çöp döküm alanı mevcuttur.
- Salıpazarı'nda rehabilite edilmiş 1 adet vahşi çöp sahası mevcuttur.

Doğu bölgesinde oluşan katı atıklar Çarşamba Düzenli Katı Atık Depolama Sahasında bertaraf edilmektedir.

**Batı Bölgesi:** Yakakent, Alaçam, Bafra, Ondokuzmayıs

- Bafra'da 1 adet rehabilite edilmekte olan vahşi çöp döküm alanı mevcuttur.



- Ondokuzmayıs'ta 1 adet belediyenin kendi imkânları ile yapmış olduğu transfer sahası mevcuttur.

Bafra Atıksu arıtma tesisi içerisinde 01.06.2015 tarihinde transfer istasyonu işletmeye alınmıştır. Bafra Transfer istasyonunda toplanan Batı bölgesi katı atıkları, Merkez Düzenli Depolama Sahasında bertaraf edilmektedir.

#### **Güney Bölgesi: Vezirköprü, Havza, Ladik, Kavak, Asarcık**

- Vezirköprü'de 3 adet vahşi deponi alanı
- Havza'da 1 adet rehabilite edilmiş, 1 adet halen kullanımda olan vahşi çöp döküm alanı
- Ladik'te 1 adet vahşi döküm alanı
- Kavak'ta 1 adet vahşi döküm alanı
- Asarcık'ta 1 adet vahşi döküm alanı

Kavak Transfer istasyonu 01.06.2015 tarihinde işletmeye alınarak, Güney bölgesi katı atıkları, Merkez Düzenli Depolama Sahasında bertaraf edilmektedir.

Güney Bölgesi Katı atıklarının daha verimli bir şekilde transferi için Havza Bekdiğin ve Vezirköprü Tepeören mevkiğinde transfer istasyonları planlanmaktadır.

Sonuç olarak Samsun il sınırları içerisinde;

- 8 adet vahşi çöp döküm alanı
- 3 adet rehabilite edilmiş
- 2 adet rehabilitasyonu devam eden

2 adet düzenli katı atık sahası mevcuttur.

#### **Samsun Büyükşehir Düzenli Depolama Sahası**

Samsun Katı Atık Düzenli Depolama Sahası şehir merkezine yaklaşık 10 km uzaklıktadır. Saha 5,6 hektarlık toplam lot alanı olan birinci etap, 4 hektarlık toplam lot alanı olan ikinci etap, 6,9 hektarlık toplam lot alanı olan üçüncü etap olmak üzere 3 lottan oluşmaktadır. Sahada 2008 Mayıs ayından itibaren atık depolama işlemi yapılmaktadır. 2015 yılında sahada toplam 234.474 ton atık bertaraf edilmiştir. 2008 tarihinden 2015 sonuna kadar bertaraf edilen atık miktarı 1.445.596 ton olarak gerçekleşmiştir.

Mevcut durum dışında 6360 sayılı yasa gereği 4 merkez ilçeden oluşan Samsun Büyükşehir Belediyesi, 17 merkez ilçeye ulaşmıştır. Bu yasa ile birlikte, 2015 yılı içerisinde Kavak Bölgesi'nde (Havza, Kavak, Vezirköprü, Ladik, Asarcık) ve Bafra Bölgesi'nde (Yakakent, Alaçam, Bafra, Ondokuz Mayıs) Katı Atık Aktarma İstasyonları kurularak bu istasyonlardan gelecek katı atıkların Samsun Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Düzenli Depolama Tesisinde bertaraf edilmesi sağlanmıştır

Merkez düzenli depolama sahasındaki mevcut üniteler;

- Tıbbi atık sterilizasyon tesisi
- Biyogaz üretim tesisi
- Metan gazı enerji çevrim santrali
- Ön ayıklama tesisi
- Sızıntı suyu arıtma tesisi

#### **Tıbbi atık sterilizasyon tesisi**

Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi; Otoklav ünitesi, parçalayıcı, yakıt/su tankları ve soğuk hava deposundan oluşan bir tesistir. Sterilizasyon Ünitesi (Otoklav) ATHİSA Çev. Sağ. Hiz. San. Ve Tic. Ltd. Şti. (Portekiz firması) tarafından kurulmuştur ve 4 Ağustos 2008 tarihinde hizmete girmiştir. Otoklavın kapasitesi 450 kg/saat 'tir (3942 ton/yıl).

#### **Biyogaz üretim tesisi**

Sahaya dökülen organik atık miktarını azaltarak depolama sahasının ömrünü uzatmayı ve fazla sızıntı suyunu da bertaraf ederek gaz verimini arttırmayı ve gazın elektrik santralini beslemesini hedefleyen bir Biyogaz tesisi, Bakanlık ve ilgili kurumlardan gerekli izinlerin alınarak yapılmıştır. Tesise günde yaklaşık 90 ton organik atık ve sızıntı suyu alınarak gaz üretimine başlanmıştır.

#### **Metan gazı enerji çevrim santrali**

Elektrik üretimine 9 Mart 2012 tarihinde başlanmış olup 2013 sonu itibariyle üretilmiş olan elektrik miktarı yaklaşık 19.063 MW'dir. 4 Eylül 2013 tarihinde 1,24 MWh kapasiteli bir makine daha kurulmuş ve üretime başlanmıştır. 2013-2014 arasında üretim 25.706 MWh olarak gerçekleşmiştir. 27 Eylül 2014 tarihinde 2\*1,24 MWh kapasiteli iki makine daha kurularak toplam 5 makine ile tesisin toplam kurulu gücü 2014 yılında 6 MWh'e çıkmıştır.

## **Ön ayıklama tesisi**

Metan Gazından Elektrik Üretim Tesisi işletimi kapsamında gaz kalitesinin arttırılabilmesi ve biyogaz tesisi öncesi atık kompozisyonunun daha net saptanabilmesi için geçici bir Ambalaj Ayırıştırma ve Analiz Tesisi kurulmuş ve işletilmektedir. Tesise gelen toplam atık ve ayrıştırılan geri dönüşüm atığı dikkate alındığında geri dönüşebilir atık oranı %4 civarındadır.

Samsun ili sınırları içerisinde 2009 yılı verileri ile Çevre ve Orman bakanlığından izin almış 3 adet toplama ayırma tesisi bulunmaktadır:

### **Çarşamba Düzenli Katı Atık Depolama Sahası**

Çarşamba Katı Atık Düzenli Depolama Sahası ilçe merkezine yaklaşık 4 km uzaklıktadır. Saha 2,3 hektarlık toplam lot alanı olan birinci etap, 2,5 hektarlık toplam lot alanı olan ikinci etapta oluşmaktadır. Sahada 2010 Haziran ayından itibaren atık depolama işlemi yapılmaktadır. 2015 yılında sahada toplam 49.640 ton atık bertaraf edilmiştir. Çarşamba Katı Atık Düzenli Depolama sahasında Terme, Çarşamba, Ayvacık, Salıpazarı ilçelerinde oluşan katı atıklar bertaraf edilmektedir.

### **6.4. Samsun ili Katı Atık Miktar Projeksiyonu**

Samsun (Merkez)de 2014 yılı TÜİK verileri dikkate alınarak yapılan katı atık projeksiyon hesaplamalarında kullanılan kişi başına günlük katı atık üretimi miktar 0.93 (kg/kişi\*gün) olarak belirtilmiştir. Yıllık katı atık miktar artışı %3 olacağı düşünülerek atık miktar projeksiyonu yapılmıştır.

**Tablo [6.5]: Samsun ili Evsel Atık Projeksiyonu**

“

Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI	Kişi Başına Düşen Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	Ton/yıl
2017	1.308.886	1,02	487.298,3
2018	1.321.975	1,05	506.646,9
2019	1.335.195	1,08	526.333,9
2020	1.348.547	1,11	546.363,8
2021	1.362.032	1,14	566.741,5
2022	1.375.653	1,18	592.493,7
2023	1.389.409	1,21	613.632,5
2024	1.403.303	1,25	640.257
2025	1.417.336	1,29	667.352,7
2026	1.431.510	1,33	694.926,5
2027	1.445.825	1,37	722.984,8
2028	1.460.283	1,41	751.534,6
2029	1.474.886	1,45	780.583,4
2030	1.489.635	1,49	810.138
2031	1.504.531	1,53	840.205,3
2032	1.519.576	1,57	870.793
2033	1.534.772	1,62	907.510,7
2034	1.550.120	1,67	944.875,6
2035	1.565.621	1,72	982.896,9
2036	1.581.277	1,77	1.021.584
2037	1.597.090	1,82	1.060.947
2038	1.613.061	1,87	1.100.995
		TOPLAM	16.637.095

### 6.5. Samsun ili Katı Atık Kompozisyonu

Katı atık karakterizasyonu mevsime, bölgeye, sosyo-ekonomik duruma göre değişiklik göstermektedir. Samsun İli katı atık karakterizasyonu belirlenirken mevsimsel değişimler göz önüne alınmış ve yılda 4 kez her mevsimi temsil edecek şekilde bölgeye gidilmiş ve analiz yapılmıştır. Samsun sosyo ekonomik yönden il bazında farklılıklar gösteren büyük bir ildir. Karakterizasyon çalışmaları için düzenli depolama tesisine gelen İlkadım, Canik, Atakum ve Bafra Aktarma merkezinden gelen atıklar içerisinde tesadüfi örnekleme ile numune alınmış, karıştırıldıktan sonra 4'e ayrılmış ve yaklaşık 25-30 kg numune alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmede yıl ortalama sonuçları kullanılmıştır.

**Tablo [6.6]:** Samsun İli 2016 Yaz Dönemi Atık Karakterizasyonu

Atık Bileşeni (YAZ)	İlkadım %	Atakum %	Canik %	Bafra Aktarma %	YAZ DÖNEMİ ORT. %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	55,78	53,12	55,94	62,83	<b>56,92</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	10,18	7,87	6,84	8,47	<b>8,34</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	1,45	1,27	0,62	3,98	<b>1,83</b>
Hacimli Karton	0	0	0	0	<b>0</b>
Plastik,	6,87	16,83	9,32	5,13	<b>9,54</b>
Naylon Poşet	5,74	1,91	5,28	4,37	<b>4,33</b>
Cam	5,12	6,54	6	1,59	<b>4,81</b>
Metal	1,45	3,79	3,88	2,38	<b>2,87</b>
Park Bahçe Atıkları	0	0	0	0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	2,91	2,23	2,8	4,14	<b>3,02</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	10,5	6,44	9,32	7,11	<b>8,34</b>
TOPLAM	100	100	100	100	<b>100</b>

**Tablo [6.7]:** Samsun İli 2016 Sonbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu

Atık Bileşeni (SONBAHAR)	İlkadım %	Atakum %	Canik %	Bafra Aktarma %	SONBAHAR ORT. %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	55,9	58,55	42,58	59,32	<b>54,09</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	2,71	9,73	4,99	13,23	<b>7,67</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	0,68	4,23	2,25	4,5	<b>2,91</b>
Hacimli Karton	0	0	13,96	0	<b>3,49</b>
Plastik	17,08	10,26	14,89	12,33	<b>13,64</b>
Naylon Poşet	0	0	0	0	<b>0</b>
Cam	2,65	1,14	9,38	3,51	<b>4,17</b>
Metal	4,33	5,7	3,58	1,8	<b>3,85</b>
Park Bahçe Atıkları	0	0	0	0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	6,15	3,35	2,41	1,8	<b>3,43</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	10,5	7,04	5,96	3,51	<b>6,75</b>
TOPLAM	100	100		100	<b>100</b>

**Tablo [6.8]** Samsun İli 2017 Kış Dönemi Atık Karakterizasyonu

Atık Bileşeni (KİŞ)	İlkadım %	Atakum %	Canik %	Bafra Aktarma %	KİŞ ORT. %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	50,34	46,68	54,07	53,23	<b>51,08</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	5,55	4,68	3,37	3,71	<b>4,33</b>
Karton (Süt, Meyvesuyu Kutusu vb.)	8,75	3,38	8,31	4,87	<b>6,33</b>
Hacimli Karton	1,05	0,49	2,66	0,65	<b>1,21</b>
Plastik	5,73	4,96	4,05	3,77	<b>4,63</b>
Naylon Poşet	6,28	8,34	6,67	7,35	<b>7,16</b>
Cam	1,34	4	1,33	1,72	<b>2,09</b>
Metal	1,79	6,83	1,55	1,01	<b>2,79</b>
Park Bahçe Atıkları	0	0	0	0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	13,42	3,45	3,26	6,9	<b>6,76</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	5,75	17,19	14,73	16,79	<b>13,62</b>
TOPLAM	100	100	100	100	<b>100</b>

**Tablo [6.9]** Samsun İli 2017 İlkbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu

Atık Bileşeni (İLKBAHAR)	İlkadım %	Atakum %	Canik %	Bafra Aktarma %	İLKBAHAR ORT. %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	62,62	62,03	56,45	66,24	<b>61,835</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	4,14	7,49	6,71	3,17	<b>5,3775</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu vb. )	1,29	5,06	3,07	10,5	<b>4,98</b>
Hacimli Karton	0	0	0	0	<b>0</b>
Plastik	3,54	7,28	5	3,59	<b>4,8525</b>
Naylon Poşet	6,36	5,01	3,79	3,5	<b>4,665</b>
Cam	2,33	2,25	1,86	1,01	<b>1,8625</b>
Metal	1,09	0,85	1,28	0,92	<b>1,035</b>
Park Bahçe Atıkları	0	0	0	0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	2,59	1,56	12,63	1,97	<b>4,6875</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	16,04	8,47	9,21	9,1	<b>10,705</b>
TOPLAM	100	100	100	100	<b>100</b>

**Tablo [6.10]:** Samsun İli Atık Kompozisyonu

Atık Bileşeni	YAZ %	SONBAHAR %	KIŞ %	İLKBAHAR %	ORTALAMA %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	56,92	54,09	51,08	61,835	<b>55,98</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	8,34	7,67	4,33	5,3775	<b>6,43</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu vb.)	1,83	2,91	6,33	4,98	<b>4,01</b>
Hacimli Karton	0	3,49	1,21	0	<b>1,18</b>
Plastik	9,54	13,64	4,63	4,8525	<b>8,17</b>
Naylon Poşet	4,33	0	7,16	4,665	<b>4,04</b>
Cam	4,81	4,17	2,09	1,8625	<b>3,23</b>
Metal	2,87	3,85	2,79	1,035	<b>2,64</b>
Park Bahçe Atıkları	0	0	0	0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	3,02	3,43	6,76	4,6875	<b>4,47</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	8,34	6,75	13,62	10,705	<b>9,85</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Samsun ili için karakterizasyon belirleme çalışmaları esnasında su muhtevası içeriğini saptamak için numune alınmış, kargo ile OMÜ Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümüne gönderilmiş ve 105 °C de 24 saat bekleme ile çöp içerisindeki su muhtevası belirlenmiştir. Mevsimsel değişimler ve yıl ortalaması Tablo 6.11’de sunulmuştur.

**Tablo [6.11]:** Samsun İli Atık Nem Değerleri

	YAZ %	SONBAHAR%	KIŞ %	İLKBAHAR %
İlkadım	%49,80	%72,93	%57,98	%65,13
Atakum	%41,00	%60,96	%58,93	%69,98
Canik	%54,55	%70,86	%70,58	%67,31
Bafra	%49,83	%70,95	%76,55	%64,59
<b>ORTALAMA</b>	<b>%48,80</b>	<b>%68,90</b>	<b>%66,01</b>	<b>%66,75</b>
<b>İL BAZINDA YIL ORTALAMASI: %62,61</b>				

Samsun ili için karakterizasyon belirleme çalışmaları esnasında analizi yapılan bölgeden alınan organik maddenin alt ve üst kalorifik değerini belirlemek ayrıca karbon, azot ve fosfor içeriğini test edebilmek için ayrıca numune alınmış ve kargo ile OMÜ Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümüne gönderilmiştir. Laboratuvarımıza gönderilen örnek, Tübitak-MAM’a gönderilmeden önce 60 °C’de 3 gün boyunca kurutulmuş ve boyut küçültülmesi yapılmıştır.

**Tablo [6.12]:** Samsun İli Yaz Numunesi Analiz Sonuçları

YAZ			
Parametre / Örnek	Eysel Katı Atık (Çöp)		Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. %)	0,26		Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1</sup>	43,3		ASTM D 5373 - 14
Hidrojen (%) <sup>1</sup>	5,37		
Azot (%) <sup>1</sup>	2,04		
Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,36		
Kül (%) <sup>1</sup>	20,3		ASTM E 1755-01(Reapp.2007)
Oksijen (%) <sup>1</sup>	28,63		ASTM D 3176 - 15
Parametre / Örnek	Ön İşlem Görmüş Örnekte	Kuru Örnekte	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1</sup>	6,14	---	ASTM D 7582-15
Kül (%) <sup>1</sup>	19,06	20,3	ASTM E 1755-01 (Reapp.2007)
Uçucu Madde (%) <sup>1</sup>	65,03	69,57	ASTM D 7582-15
Sabit Karbon (%) <sup>1</sup>	9,62	10,13	ASTM D 3172-13
Toplam Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,34	0,36	ASTM D 4239-14
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	3380	3637	ASTM D 5865-13 ISO 1928-09
Üst Isıl Değer(cal/g) <sup>1</sup>	3658	3897	ASTM D 5865-13



**Tablo [6.13]:** Samsun İli Sonbahar Numunesi Analiz Sonuçları

SONBAHAR				
Parametre / Örnek	Evsel Katı Atık (Çöp)			Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	1992			Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1</sup>	44,7			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1</sup>	5,72			
Azot (%) <sup>1</sup>	1,78			
Parametre / Örnek	Ön İşlem Görmüş Örnekte	Hava Kuru Bazda	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1</sup>	10,64	4,73	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1</sup>	9,68	10,32	10,83	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1</sup>	65,05	69,36	72,79	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,15	0,16	0,17	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	3421	3684	3894	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	3731	3978	4176	EN 14918-2009 E

**Tablo [6.14]:** Samsun İli Kış Numunesi Analiz Sonuçları

KIŞ				
Parametre / Örnek	Evsel Katı Atık (Çöp)			Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	4588			Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1</sup>	41,58			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1</sup>	5,50			
Azot (%) <sup>1</sup>	2,91			
Parametre / Örnek	Ön İşlem Görmüş Örnekte	Hava Kuru Bazda	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1</sup>	3,9	2,43	--	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1</sup>	26,23	26,63	27,29	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1</sup>	66,60	67,63	69,31	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,40	0,41	0,42	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	3497	3559	3661	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	3779	3837	3932	EN 14918-2009 E

**Tablo [6.15]:** Samsun İli İlkbahar Numunesi Analiz Sonuçları

İLKBAHAR			
Parametre / Örnek	Eysel Katı Atık (Çöp)		Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	3476		Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1</sup>	44,04		CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1</sup>	5,86		
Azot (%) <sup>1</sup>	3,04		
Parametre / Örnek	Ön İşlem Görmüş Örnekte	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1</sup>	4,24	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1</sup>	13,64	14,24	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1</sup>	71,06	74,19	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,23	0,24	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	3689	3877	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	3989	4166	EN 14918-2009 E

## 6.6. Değerlendirme

Temmuz 2016-Nisan 2017 ayları arasında dört mevsimi kapsayan şekilde yapılan karakterizasyon çalışmaları Tablo 6.10'da sunulmuştur. Mevsimlerin ortalaması ise yıllık ortalama kompozisyon olarak Şekil 6.1'de verilmektedir.



**Şekil [6.1]** Samsun İli Ortalama Atık Kompozisyonu

Atıkların karakterizasyonu yapılırken, ayrı ele alınması gereken 3 ana başlık vardır: Biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atıklar. Biyobozunur atıklar, biyolojik süreçlerle mikroorganizmalar veya enzimleri tarafından ayrıştırılabilen atıklara verilen isimdir. Geri kazanılabilir atıklar, ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılan atıklar olarak ikiye ayrılır.

Biyobozunur faktör, atık içerisindeki biyoparçalanabilir kısmı ifade etmektedir. Örneğin, mutfak atıklarının biyobozunur faktörü 1,0'dir. Bu değer mutfak atıklarının %100 parçalanabilir olduğunu ifade etmektedir. Kâğıt atıklarının %40'ünün biyobozunur olduğu, %60'ünün ise geri kazanılabilir atık olduğu kabul edilmiştir. Plastik atıkların ise %70'inin geri kazanılabilir olduğu, %30'unun ise enerji kazanmada kullanılabileceği öngörülmektedir. Cam atıkların ise %90'ının geri kazanılabilir olduğu %10'unun inert olduğu düşünülmektedir.

Biyobozunur atıklar için Tablo 6.16'da ambalaj atıkları için Tablo 6.17'de, enerji geri kazanımına uygun atıklar için Tablo-6.18'de, düzenlenmiştir.

**Tablo [6.16]:** Biyobozunur atık oranları

<b>BİYOBOZUNUR ATIKLAR</b>	
<b>Mutfak Atıkları</b>	55,98
<b>Kâğıt+Karton+ Hacimli karton</b>	4,65
<b>Park-BahçeAtıkları</b>	0
<b>DiğerYanabilir</b>	9,85
<b>TOPLAM</b>	70,48

**Tablo [6.17]:** Ambalaj atık oranları

<b>AMBALAJ ATIKLARI</b>	
<b>Kâğıt-Karton+Hacimli Karton</b>	6,97
<b>Plastik+Naylon</b>	8,55
<b>Cam</b>	2,91
<b>Metaller</b>	2,64
<b>TOPLAM</b>	<b>21,07</b>

**Tablo [6.18]:** Enerji geri kazanımına uygun atık

<b>ENERJİ</b>	
<b>Plastik+Naylon</b>	3,66
<b>Diğer Yanabilir</b>	9,85
<b>TOPLAM</b>	13,51

Atığın içinde en yüksek yüzdeye sahip kısım olan biyobozunur atıklar, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişiklik göstermesi ile azalma eğilimindedir. Aynı sebepten dolayı ambalaj atıklarının yüzdesel dağılımında ise artış beklenmektedir. Bertaraf değerlendirmesi yapılırken bu durum göz önüne alınmalıdır. Toplanan atıkların bir bölümü Çarşamba Düzenli Depolama Sahasına gitse de henüz transfer istasyonu faaliyette olmayan ilçeler vardır, bu ilçelerin atıkları da alana geldiğinde mevcut alanın atıkları karşılayabilmesinin zor olacağı görülmektedir. Bu durumda öncelikle geri kazanım çalışmalarının etkili bir şekilde arttırılarak devam ettirilmesine, alternatif bertaraf yöntemlerinin değerlendirilmesine ve yeni depolama alanları planlanmasına ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir.

İl genelinde toplanan atığın büyük çoğunluğu Samsun Büyükşehir Düzenli Depolama alanında küçük bir bölümü ise Çarşamba Belediyesi Düzenli Depolama Sahasında bertaraf edilmektedir. Samsun Büyükşehir Düzenli Depolama alanı 2.775.000 ton atık kapasiteli 16 ha bir alandır ve 2015 verilerine göre alana 1.211.076,8 ton atık depolanmıştır. Yani 2016 yılından itibaren 1.563.924 ton atığı alabilecek kapasiteye sahiptir. 2017 yılı için öngörülen katı atık miktarı 1.356.677 ton iken bu miktarın 2038'de 3.091.545,24 tona ulaşması beklenmektedir. Kümülatif olarak 2017 yılından 2038 yılına kadar toplanacak olan çöp miktarı toplamda 62.756.082,88 ton olarak öngörülmektedir.

Samsun'da lisanslı ve Geçici Faaliyet Belgesi 37.940,84 ton/yıl kapasiteli bir ambalaj atığı geri kazanım tesisi, lisanslı ve geçici faaliyet belgesi 235.421 ton/yıl kapasiteli ambalaj atığı toplama ve ayırma tesisi bulunmaktadır. Samsun ilinde Geçici Faaliyet Belgesi ve lisanslı tesislerinin kurulu kapasitesi il genelinde toplanması beklenen ambalaj atığı miktarının oldukça üzerinde olup 2038 yılına kadar yapılmış olan projeksiyona göre, yeni ambalaj atığı toplama ayırma tesisine ihtiyaç duyulmamaktadır. Bununla birlikte toplanan bu atıkların değerlendirilmesi konusunda tesisler yeterli değildir, toplanan atıkların şehirde değerlendirilmesi için yeni tesisler kurulmalıdır.

#### **6.6.1. Atık Ayrıştırma**

Samsun İl'inde günde ortalama 780 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden büyük boyutlu bir ayırma tesisi kurulması gerekecektir. Samsun İli merkezi ve bütün ilçelerinde geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrıştırılması oturtulmalı ve ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması % ilk yıllarda %50 sonraki yıllarda %90 oranlarına ulaştırılmalıdır.

Yerleşim yerlerinde Atık Getirme Merkezlerinin kurulması ve bu işlemin 2038 yılına kadar tamamlanması tamamlanmalıdır. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı toplama ayırma tesislerinde ayrıştırılması sağlanmalıdır.

### **6.6.2. Atık Getirme Merkezi**

Atık getirme merkezleri; geri kazanılabilir atıkların diğer atıklarla karıştırılmadan kaynağında ayrı toplanmasını sağlamak ve bu nitelikteki atıkların geri kazanım ve/veya bertarafa gönderilmek üzere bırakılabileceği yerlerdir. Teknik özellikler bakımından atık getirme merkezlerinin erişilebilir olması, zeminlerinin sızdırmaz olması, yönlendirici işaretlerin bulunması, yangın tedbirlerinin alınması, atıkların ayrı ve uygun biriktirme ekipmanlarında toplanması, yağ kontaminasyonu için adsorban ve çözücü malzemelerin bulunması gibi kriterleri sağlaması gerekmektedir.

Bu amaçla Atık Getirme Merkezi Tebliği 31 Aralık 2014 tarih ve 29222 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu merkezler mevcut toplama sistemlerini desteklemek üzere bilinçli tüketicilerin geri kazanılabilir atıklarını bırakabilecekleri yerler olarak tasarlanmaktadır. Tebliğe göre Samsun İli II. Kademe Belediye olarak tanımlanmakta ve 2017 yılı sonuna kadar Atık Getirme merkezlerinin kurulumunun tamamlanması gerekmektedir. İlçe belediyeleri bazında kurulması gereken toplam tesis sayısı 17 dir.

### **6.6.3. Kompost Tesisi**

İl genelinde açığa çıkan ve depolama sahasında bertaraf edilmelerine izin verilmeyen biyobozunabilir atıkların geri kazanımları amacıyla kompost üretiminde kullanımları öngörülmüştür. 2017 yılında Samsun İlinde yılda 341.109 ton biyobozunabilir atık üretileceği hesaplanmıştır. Bu atığın %35'inin depolamaya ve geri kalan kısmının kompost tesisine gönderilmesi durumunda 221.721 ton/yıl kapasiteye sahip bir kompost tesisi kurmak gerekmektedir. Tamamı kompost haline getirilmek istenildiğinde 341.109 ton/yıl kapasiteli bir kompost tesisine ihtiyaç duyulacaktır.

Samsun İli için bölgenin iklimi de dikkate alındığında kapalı bir kompost tesisi kurmak uygun olacaktır. Kapalı kompost tesisi ilk yatırım maliyeti €230/yıl.ton ve işletme masrafı €9 olarak alındığında önerilen kompost tesisinin ilk yatırım maliyeti €75900000 ve işletme maliyeti €2970000/yıl olacaktır.

Organik esaslı katı atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılması suretiyle üretilen ve toprak iyileştirici olarak kullanılan kompostun ilk yatırım ve işletme maliyeti oldukça fazladır.

Ayrıca, 08.06.2010 tarih ve 27605 sayılı Resmi Gazete 'de yayınlanmış olan "Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirilenmiş Sahalara Dair Yönetmelik" te arıtma tesisi çamurunun fazla miktarda ağır metal içermesi nedeniyle tarım arazilerinde kompost olarak kullanılamayacağı belirtilmiştir. Bu nedenle arıtma tesisi çamuru karıştırılmış atık kompost olarak hazırlansa bile tarım arazisinde kullanılamayacak demektir; ya da katı atıktan tarımda kullanılacak kompost üretilmek isteniliyorsa katı atığa atıksu arıtma tesisi çamuru karıştırmamak ve organik maddeyi de kaynağında ayrı toplamak gerekmektedir.

Kompostlama yapabilmek için atık içeriğindeki Karbon Azot ve Fosfor değerlerine bakmak gerekir. Tübitak MAM'a yaptırılan analizler yukarıda tablolar halinde verilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise aşağıda Tablo 6.19'da verilmektedir. Kompost tesisinin iyi işletilebilmesi için C/N/P oranının 300/5/1 olması gerekmektedir. Aşağıda tablodaki değerleri oranladığımızda 136/7,6/1 bulunmaktadır. Bu değerler azot fazla olsa da kompostlama yapabilmek için uygundur.

**Tablo [6.19]:** Samsun ili Elementel Analiz Sonuçları Yıllık Ortalaması

	%
%Karbon	43,41
%Azot	2,44
%Fosfor	0,32

Samsun ili için atık karakteristiğine bakıldığı zaman organik madde oranının ortalama değerler içerisinde olduğu söylenebilir. Organik madde miktarının fazla olması atığın biyolojik olarak bozunabilirliğinden yararlanılarak hem toprak iyileştirici hem de enerji kazanımı için farklı kompost sistemlerinin kurulmasının uygun olduğu anlamına gelmektedir. Üretilen katı atık, düzgün sıkıştırma oranlarında bekletilip, iyi bir ayırma-parçalama sürecinden geçirildiği takdirde organik maddenin bertarafında kompost tesisi kurulması faydalı olacaktır. Atık içerisinde toplam biyobozunur atık oranı toplam atığın %70,48'ine tekabül etmektedir. Eğer düzenli işletilen bir düzenli depolama sistemi benimsenirse, düzenli depolama sahasına inşa edilecek havalı reaktör kompost ile arazi için gerekli olan örtü malzemesi de kompost prosesinden elde edilmiş olacaktır. Aynı şekilde kompost sisteminde oluşan su da yine düzenli depolama tesisi üzerine tekrardan mikrobiyolojik faaliyetin hızlandırılması için kullanılabilir.

Kompost sistemleri işletilmesi bakımında birçok parametrenin en uygun şartlar altında tutulması gereken proseslerden birisidir. Kompostlama işlemine sıcaklık, pH, dane boyutu, su

muhtevası, havalandırma (Oksijen konsantrasyonu), karıştırma gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında C/N/P oranı ve atığın ortalama su muhtevası (%62,6) kompostlama yapmak için uygun düzeydedir. Samsun ili düzenli depolama tesisine ve uygun alana sahip bir ildir. Bu durum göz önüne alındığında reaktör tipi bir kompost sisteminin düzgün depolama tesisi içerisinde kurulması uygun olacaktır ve atık yönetiminde önemli rol oynayabilir. Özellikle Samsun ilinin Karadeniz bölgesindeki en büyük kent olma özelliği, gelişime açık olması atık miktarının da doğru orantılı olarak artacağı anlamına gelmektedir. Bu şartlar göz önüne alındığında düzenli depolama tesisi içerisine yapılacak bir kompost tesisi aynı zamanda arazinin örtü malzeme ihtiyacını da karşılayacaktır ve kurulması uygun alternatifler arasındadır.

#### **6.6.4. Biyometanizasyon**

Katı atığın içindeki organik maddelerin oksijensiz ortamda (anaerobik) çürütüldüğü ve bu esnada biyogazın üretildiği işleme biyometanizasyon adı verilmektedir. Bu işlem için önce katı atığı tamburdan geçirerek içindeki inert maddeler (kum, çakıl ve kül) ayrılır, geri kalan atık içinden plastik, kâğıt, cam ve metal ayrılır. Ayırma işleminden çıkan atığın çoğu organik maddedir. Bu organik atık parçalanarak boyutu 0-30 mm boyuta indirgenir. Parçalanmış organik atık bir dengeleme havuzuna boşaltılır ve su ile 1/3 (katı/su) oranında karıştırılır. Su-atık karışımı daha sonra anaerobik biyometanizasyon tesisine nakledilir. Karışım burada genel olarak 60 günlük bir bekleme süresi ile bekletilir. Bu durum oldukça büyük biyometanizasyon (biyogaz) tesisi inşa etmeyi gerektirmektedir. Biyometanizasyon tesislerinde karşılaşılan diğer bir problem tesisten dışarı atılan su-atık karışımının nasıl bertaraf edileceğidir. Karışım separatörden geçirildikten sonra organik kısımdan kaliteli organik gübre üretmek mümkündür (katı atığa arıtma tesisi çamuru karıştırılmamışsa), ayrılan su tekrar biyogaz tesisinde kullanılabilir.

Şehirlerin katı atığından bu yolla biyogaz üretmek için çok büyük hacimli biyogaz tesislerine ihtiyaç vardır. Bu nedenle genel olarak katı atık düzenli depolama tesisi içine döşenen gaz drenaj boruları ile çekilen gazdan enerji üretme yolu seçilmektedir. Bu şekilde hem çöp depolama sahasında patlamaya karşı önlem alınmış olur, hem küresel ısınma potansiyeli yüksek olan metan gazının (karbondioksit göre metanın küresel ısınma potansiyeli 23 kat daha fazladır ve yakılarak metanın küresel ısınmaya etkisi 1/23'e indirilmiş olur) küresel ısınma

etkisi azaltılmış olur ve hem de metan yakılarak enerji üretilir. Samsun düzenli depolama sahasında alandan çekilen biyogaz elektrik enerjisine dönüştürülerek değerlendirilmektedir.

Samsun Büyükşehir Belediyesi Düzenli depolama sahasında Avdan Enerjinin kurmuş olduğu 1800 m<sup>3</sup> hacme sahip biyometanizasyon tesisi mevcuttur. Bu tesis Samsun BB sınırları içinde toplanan katı atığın içindeki organik atıkların küçük bir kısmını (20 ton/gün) kullanabilmektedir. Katı atık düzenli depolama sahasına her gün yaklaşık 400 ton biyobozunabilir atık geldiği düşünülürse, bu atığın tamamı için yaklaşık 36 000 m<sup>3</sup>'lük bir biyometanizasyon tesisine ihtiyaç olacaktır. Tamamı olmasa bile biyobozunur atıkların bir bölümünün bu yolla bertarafı ve hem enerji hem de madde geri azanımı mümkün olabilecektir. Bu tesislerin kapasitesinin artırılması hem atık miktarının azaltılması hem de atığın enerjiye dönüşmesi açısından faydalı olacaktır.

#### **6.6.5. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi**

Atıktan türetilmiş yakıt (ATY) üretimi yanabilir organik atıkların biyokurutma veya sıcak hava ile kurutulması esasına dayanmaktadır. Biyokurutma esnasında çevreye çok fazla koku yayılması gibi bir problem vardır. Bu nedenle en uygun olan atığın sıcak hava ile kurutulmasıdır. Bunun için de çimento fabrikası veya termik santral gibi bir tesise ihtiyaç vardır. Samsun'un avantajı İl sınırları içinde Ladik ve Kavak çimento fabrikalarının bulunmasıdır. Ladik Çimento Fabrikası atık yakma iznine sahiptir. Kavak'ta ise atık yakma lisansı yoktur. Bu yakma tesislerinin birinin veya ikisinin sahası içine kurulacak bir ATY tesisinde atıklar kurutulduktan sonra tesis içinde ek yakıt olarak kullanılabilir.

#### **6.6.6. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma)**

TÜBİTAK-MAM tarafından yapılan analizlerde Rize İli atıklarının alt ve üst kalorifik değerlerinin yıllık ortalaması aşağıda tabloda verilmiştir. TÜBİTAK analizleri yapabilmek için ön işlem görmüş numune istemektedir. Bu nedenle analiz için 60 °C de 3 gün süre ile kurutulmuş ve parçalanmış numune analize gönderilmiştir. Tabloda orijinal örnek olarak belirtilen örnek ön işlem görmüş örnektir. Yaş olarak gönderildiğinde alt ve üst ısıl değerleri oldukça düşüktür. Yapmış olduğumuz bir çalışmada nemli katı atığın alt kalorifik değeri 1800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu durum nemli katı atığın kurutulması gerektiğini göstermektedir. Tablo 6.20'de görüldüğü gibi kuru katı atığın alt kalorifik değeri 4000 kcal/kg'a yakın ölçülmüştür.



**Tablo [6. 20]:** Samsun ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması

	kcal/kg	
	Ön İşlem Görmüş Örnek	Kuru Örnek
Alt Isıl değer	3497	3767
Üst Isıl Değer	3789	4042

Yakma işlemleri gerçekleştirilmesi için atığın ön işlem görmesi gerekmektedir. Atığın nem oranı %60 civarındadır. Yaş atığın ısı değerleri yakma sistemlerinin verimli olması için yeterli durumda değildir. Bunun için ek enerji ihtiyacı mutlaka gerekli olacaktır. Atık ön işlemden geçirilerek yakma tesisine alınması gerekecektir. Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak %70-90 arasında kütleli azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir.

Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle uyum sağlamak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufta düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Atık teorik olarak ne kadar fazla organik madde içeriyorsa yanmak için o kadar uygundur. Samsun açısından atığın karakteristiği incelendiğinde organik madde miktarı toplam atığın %70,48'e karşılık gelmektedir. Bu değer yakma tesisi için oldukça elverişlidir. Katı atığın yakılmadan önce neminin giderilmesi gerekmektedir. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak işletilmesi zor ve kalifiye personel ihtiyacı vardır. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak birçok işlemin bir arada kontrol edilmesi gereken sistemlerdir. Katı atık 700-800 °C'de tamamen yanıp küle/cürufa dönüşebilmektedir. Katı atık yakma tesisleri için müsaade edilen sıcaklık maksimum 1000° C'dir. Katı atıklara yakma işleminin verimli olması için iyi planlanmış ve oturmuş entegre atık yönetim sisteminin mevcut olması gerekmektedir.

Samsun ili için atık miktarındaki yüksek nem oranı, atığın yaş alt ve üst ısı değerlerinin istenilen miktarda olmaması öncelikle atığa ön işlem gerekliliğini beraberinde getirmektedir. Üretilen

atık miktarının nemi, düzenli depolama tesisi içerisindeki mevcut depo gazından elektrik dönüşümü yapan tesisinin sıcak baca gazı ile kovulabileceği öngörülmektedir. Kurulacak bir atık yakma tesisi için gerekli atık miktarı Samsun ili için mevcut ve ilerleyen yıllar içinde uygun durumda olacaktır.

Samsun ili için hali hazırda oturmuş bir katı atık yönetim sistemi mevcuttur. Katı atık yakma tesisleri entegre katı atık yöntemleri ile verimli olabilecek ve diğer katı atık yönetim sistemleri ile bütünleştirilebilecek bir sistemdir. Samsun ili için kurulacak bir katı atık yakma sistemi ile enerji kazanımı elde etmek, aynı zamanda saha içerisindeki biyometanizasyon sisteminden elde edilen elektrik enerjisine ek olacaktır.

Bu koşullarda kütleli atık yakma sistemi kurulması uygun alternatifler arasında düşünülmesi gereken bir sistem olmasına karşılık yakma sıcaklığının dioksin ve furan oluşmasına imkân vermesinden ve işletimi çok masraflı olacağından dolayı önerilmemiştir.

#### **6.6.7. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması**

Terme, Çarşamba, Salıpazarı ve Ayvacık ilçeleri hariç, Samsun merkezi ile birlikte diğer ilçelerin katı atığının depolandığı toplam alanı 16 ha olan Samsun Katı Atık Düzenli Depolama yeri mevcuttur. Terme, Çarşamba, Salıpazarı ve Ayvacık ilçeleri ise katı atıklarını Çarşamba İlçesi sınırları içinde yer alan ve 6 ha'lık yüzey alanına sahip Çarşamba Katı Atık Düzenli Depolama sahasında depolamaktadırlar. Çarşamba Katı Atık Düzenli Depolama sahasının önümüzdeki 7 yıl daha hizmet verebilmesi için tesise ek 1 lot daha ilave edilmesi gerekmektedir.

Kaynakta ayırma Samsun'un merkez ilçeleri için oturtulmaya çalışılmakta ve özellikle İlkadım İlçesinin bu konuda oldukça başarılı olduğu gözlenmektedir. Atakum ilçesinde ise sistem tam oturmamış olduğu ilçede ambalaj atıklarının tesiste kurulu durumda bulunan ayırma tesisinde ayrılacağı görüşü hakimdir. Canik ilçesinde ise kayda değer bir çalışma yoktur. Kaynakta ayırma gerçekleştirilmediği takdirde mevcut depolama sahasının hesaplanan süreden önce dolacağı düşünülmektedir. Alternatif yöntemler hayata geçirilse bile yeni bir depolama sahasına mutlaka ihtiyaç duyulacaktır.

#### **6.6.8. Aktarma Merkezi**

Samsun ilinde 2 adet katı atık aktarma merkezi mevcuttur. Bunlardan birincisi Kavak'ta yer almakta ve Asarcık, Havza, Kavak, Ladik ve Vezirköprü ilçelerinin katı atığı toplanmakta, diğer ise Bafra'da yer almakta Alaçam, Bafra, Yakakent ve 19 Mayıs ilçelerinin katı atığını

toplamakta ve daha sonra da katı atıklar bu merkezlerden Samsun Katı Atık Düzenli Depolama Tesisine nakledilmektedir. Kavak Aktarma Merkezinde 2016 yılında günde ortalama 190,1 ton ve Bafra Aktarma Merkezinde 2016 yılında günde ortalama 198,2 ton katı atık toplanmıştır.

### **6.7. Sonuç**

Samsun İli katı atıkları için yapılan değerlendirme sonucu, öncelikli olarak İlde entegre bir atık yönetim sistemi tam olarak oluşturulmalıdır. Atığın ağırlıkça %30'u ambalaj atığı olsa da bu değer hacim olarak oldukça fazladır. Kaynakta ayırma sistemi ile öncelikle geri kazanılabilen atıkların ayrıştırılması ve ekonomiye kazandırılması gerekmektedir. Bunun için de ilde var olan lisanslı atık toplama tesisleri desteklenmeli ve daha fazla atık işleme tesislerinin kurulması sağlanmalıdır. Özellikle nakliye dolayısı ile cam atıklar toplanmamakta ve değerlendirilmemektedir. Bölgede yakın bir yerde cam işleme tesisi kurulu olması cam atıkların da etkili bir şekilde toplanmasını sağlayacaktır. Geri kalan atıklar içerisinde organik atıkların mümkün olduğunca kompostlaştırılması özellikle şu an kurulu olan biyometanizasyon tesislerinin kapasitelerinin artırılması sağlanmalı ve atık gazlaştırılarak hacim azalması ve enerji kazanılması gerçekleştirilmelidir. Değerlendirilemeyen atıklardan yanabilir nitelikte olanlar yakında kurulu bulunan çimento fabrikalarında ek yakıt olarak değerlendirilmeli kullanılmayan diğer kısımların ise düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesi uygun olacaktır.

## 7.ORDU İLİ ATIK KARAKTERİZASYONU VE BERTARAF MODEL ARAŞTIRMALARI

### 7.1. Ordu İli Nüfus Verileri

Ordu nüfusu 2016 yılına göre 750.588'dir. Bu nüfus, 376.243 erkek ve 374.345 kadından oluşmaktadır. Yüzde olarak ise: %50,13 erkek, %49,87 kadındır. Bu nüfusun %100'ü değişen Büyükşehir Kanunu sebebiyle şehir ve ilçe merkezlerinde yaşamaktadır. Yüzölçümü 5.952 km<sup>2</sup> olan Ordu ilinde kilometrekareye 126 insan düşmektedir. Ordu nüfus yoğunluğu 126/km<sup>2</sup>'dir

Ordu'da nüfusun yaklaşık %60'ı 3 adet ilçede (Altınordu, Ünye ve Fatsa) yaşamakta olup, Altınordu ilçesi merkez ilçedir. İl, 2010-2011 yıllarındaki nüfus azalış hızından sonra 2012 de büyümeye başlamış ancak 2013 yılında tekrar düşüş kaydetmiştir. İl, nüfus büyüklüğü açısından Türkiye'nin 30. ilidir.

Ordu'nun ilçelere göre nüfus dağılımları ve yerleşim nüfuslarının toplam nüfusa oranları Samsun'da nüfusun %60'ı 4 adet ilçede (İlkadım, Atakum, Bafra ve Çarşamba) yaşamakta olup, Atakum ve İlkadım ilçeleri merkez ilçelerdir (Tablo 6-1). İl, 2010-2011 yıllarındaki nüfus azalış hızından sonra büyümeye başlamış ve son 3 yılda nüfusu artmaya başlamıştır. İl, nüfus büyüklüğü açısından 2015 yılına göre 16. sıradadır. Samsun Karadeniz Bölgesinin en kalabalık ve en gelişmiş şehri özelliğini elinde bulundurmaktadır. Buna rağmen yıllara göre göç istatistiklerine bakıldığında son iki yılda azalmasına karşılık daha çok göç verdiği gözlenmektedir. Samsun ilinin, 2010-2014 döneminde aldığı ve verdiği göç istatistikleri Tablo [6-3]'de görülmektedir.

**Tablo [ ]**'de gösterilmiştir.

**Tablo [7.1]:** Ordu ilçelerinin 2016 yılı nüfus verileri (TÜİK, 2017)

İlçe	İlçe Nüfusu	Genel Nüfus Yüzdesi
Altınordu	205.396	%27,36
Ünye	122.597	%16,33
Fatsa	114.940	%15,31
Perşembe	32.242	%4,30
Kumru	31.065	%4,14
Korgan	30.877	%4,11
Gölköy	30.325	%4,04
Aybastı	29.388	%3,92
Akkuş	24.820	%3,31

Ulubey	19.306	%2,57
Mesudiye	16.689	%2,22
İkizce	16.201	%2,16
Gürgentepe	14.092	%1,88
Çatalpınar	13.580	%1,81
Çaybaşı	13.310	%1,77
Kabataş	10.492	%1,40
Çamaş	9.020	%1,20
Kabadüz	8.273	%1,10
Gülyalı	7.975	%1,06
<b>TOPLAM</b>	<b>750.588</b>	<b>%100</b>

**Tablo [7.2]:** Ordu ili yıllara göre nüfus dağılımı ve nüfus artış hızı tablosu

Yıllar	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ordu Nüfus Verisi	719.278	723.507	719.183	714.390	741.371	731.452	724.268	728.949	750.588
Nüfus Artış Hızı	%0.54	%0.59	%-0.60	%-0.67	%3,78	%-1.34	%-0.98	%0,65	%2,97

Ordu ilinin, 2010-2014 döneminde aldığı ve verdiği göç istatistikleri Tablo [7.3]'de görülmektedir.

**Tablo [7.3]:** Ordu ili 2008-2014 dönemi göç istatistikleri

Yıl	ORDU NÜFUSU	ALDIĞI GÖÇ	VERDİĞİ GÖÇ	NET GÖÇ	NET GÖÇ HIZI (‰)
<b>2014</b>	724.268	28.555	39.937	-11.382	-15,71
<b>2013</b>	731.452	30.792	46.332	-15.540	-21,24
<b>2012</b>	741.371	48.240	26.595	21.645	29,19
<b>2011</b>	714.390	23.963	34.472	-10.509	-14,71
<b>2010</b>	719.183	27.896	36.241	-8.345	-11,60

## 7.2. Ordu İli Nüfus Projeksiyonu

Bir yerleşim yerinde oluşan katı atık miktarının, o yerleşim yerinin nüfusuna bağlı olarak değişim göstermesi nedeniyle öngörülen katı atık yönetiminin uygulanabilirliğinin devamı için geleceğe yönelik nüfus projeksiyonunun dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Gelecek yıllarda oluşacak katı atık miktarının belirlenmesinde temel oluşturacak nüfus değerlerinin belirlenmesinde birçok metot uygulanabilmektedir. Geçmiş yılların nüfus verileri için kaynak olarak TÜİK nüfus verileri kullanılmıştır. Bu çalışmada gelecek nüfus tahminleri İller Bankası metotları ile hesaplanmıştır. Nüfus artış hızı değişken olması nedeni ile nüfus

hesabında sabit artış yöntemi kullanılarak (nüfus artış hızı 1 alınmıştır) 20 yıl için nüfus değerleri hesaplanmıştır.

**Tablo [7-4]:** Ordu ili İller Bankası Yöntemine Göre Nüfus Projeksiyonu

Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI (KİŞİ)	Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI (KİŞİ)
2017	758.094	2028	845.781
2018	765.675	2029	854.239
2019	773.332	2030	862.782
2020	781.065	2031	871.409
2021	788.876	2032	880.123
2022	796.764	2033	888.925
2023	804.732	2034	897.814
2024	812.779	2035	906.792
2025	820.907	2036	915.860
2026	829.116	2037	925.019
2027	837.407	2038	934.269

### 7.3. Ordu İli Evsel Katı Atık Yönetimi

Ordu ilinde üretilen belediye atıkları Ordu Büyükşehir Belediyesi yönetimindedir. Ordu Belediyesi, Belediye atıklarının yaklaşık %80'inin toplamaktadır. Çaybaşı İlçesi Göksu köyü mevkiinde katı atık düzenli depolama sahasının bir lotunun inşası tamamlanmış fakat ÇED aşamasında mahkemenin almış olduğu yürütmeyi durdurma kararı neticesinde kullanıma geçilememiştir. İl genelinde 9 noktada düzensiz depolama yapılmaktadır. Tüm ilçeler atıklarını kontrolsüz şekilde düzensiz depolama sahalarında bertaraf etmektedir. 2015 yılı verilerine göre; ilçelerden Ordu Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde 468 ton/gün katı atık toplanmış ve vahşi depolama sahalarına gönderilmiştir.

Ordu İli için katı atık sorununu çözmek üzere Ünye İlçesi Eskikızılcakese Mahallesi Yukarıköy mevkiinde büyükşehir Belediyesi tarafından “Entegre Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Transfer istasyonu” kurulmasına yönelik çalışmalar yapılmış ve proje hazırlanmıştır.

Planlanan projede; Mekanik Ayırma Tesisinde, kaynağında ayrı toplanan atıkların işlenmesi, bu atıklarda yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir maddelerin fiziksel özelliklerine göre ayrılması, boyutlarının küçültülmesi/parçalanması ve eleme işlemleri yapılarak geri kazanılması düşünülmüştür. Burada kazanılan geri kazanılabilir atıkların lisanslı firmalar ile değerlendirilmesi planlanmıştır. Biyobozunur atıkların ise Biyokurutma tesisinde aerobik bozunma esnasında ortaya çıkan ısı ile kurutulması ve homojenizasyonu planlanmaktadır. Kuruma işlemi sonrasında ise elenerek 80 mm elek üzeri kalorifik değeri yüksek olan atıkların Ünye Çimento Fabrikasına gönderilmesi planlanmıştır. (Entegre biyokurutma, Mekanik Ayırma ve Transfer İstasyonu Ön Fizibilite Raporu, 2016) **Bu proje kapsamında biyokurutma tesisi kurulmuş ancak işletilememiştir ve şu an kapalı durumdadır.**

**Mevcut durumda;** Ordu ilinde günlük olarak ilçe belediyelerince toplanan belediye atıkları Karapınar Mahallesi Muhsin Tercan Sokak Altınordu/ORDU adresinde bulunan Ordu Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Ayrıştırma Tesisine götürülmektedir. Ordu Katı Atık Ayrıştırma Tesisini Nisan ayı itibari ile Can Geri Dönüşüm Tesisine ile sözleşme süresinin bitmesinden dolayı Ordu Büyükşehir Belediyesi tarafından işletilmektedir. Tesis işleme kapasitesi 220 ton/gün'dür. Atıklar tesiste ayırma işlemine tabi tutulduktan sonra kalan atık içerisinde yüksek kalorifik değere sahip olanlar ayrılarak 5 cm' lik parçalar haline getirildikten sonra Ünye Çimento Tesisine 'ne alternatif yakıt olarak gönderilmektedir.

İl merkezindeki çöp alanı ve atık depolama sorunu büyük ilçelerde de özellikle Ünye, Fatsa ilçelerinde de aynı durumdadır.

Fatsa İlçesi'nde bir adet faal bir tane de kapatılmış düzensiz depolama alanı mevcuttur. Kapatılmış düzensiz depolama alanı Fatsa'dan Samsun'a giden yol üzerindedir, 25 yıl kullanılmış ve 2012 yılında kapatılmıştır. Sahanın alanı yaklaşık 6 hektardır. Islah edilmiştir. Şu an faal olan düzensiz depolama alanı ise; Kumru yolu üzerinde, Ayazlı 'da eski bir taş ocağındadır, kent merkezine 9 km mesafededir. 2012 yılından bu yana kullanılmaktadır.

Ordu'nun diğer büyük ilçesi olan Ünye ilçesinde düzensiz depolama alanı Gocuklu Mahallesi, Akçay Mevkii'nde, nehir ve deniz kenarındadır; atıklar kıyı şeridinde hiçbir ön işleme tabi tutulmadan yığılmaktadır. Alan kent merkezine 10 km mesafededir, devlet arazisidir. İkizce ve Çaybaşı Belediyeleri hâlihazırda bu sahayı kullanmaktadır.

Diğer küçük ilçelerde atıklar genellikle dere yatakları ve vadi tabanlarına rastgele bırakılmaktadır.

#### 7.4. Ordu İli Katı Atık Miktar Projeksiyonu

Ordu için 2014 yılı TÜİK verileri dikkate alınarak yapılan katı atık projeksiyon hesaplamalarında kullanılan kişi başına günlük katı atık üretimi miktar 0,80 (kg/kişi\*gün) olarak belirtilmiştir. Yıllık katı atık miktar artışı %3 olacağı düşünülerek atık miktar projeksiyonu yapılmıştır.

**Tablo [7.5]:** Ordu ili Evsel Atık Projeksiyonu

Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI	Kişi Başına Düşen Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	Ton/yıl
2017	758.094	0,87	240732,75
2018	765.675	0,90	251524,24
2019	773.332	0,93	262507,55
2020	781.065	0,96	273685,18
2021	788.876	0,99	285060,34
2022	796.764	1,02	296635,24
2023	804.732	1,05	308413,54
2024	812.779	1,08	320397,48
2025	820.907	1,11	332590,47
2026	829.116	1,14	344995,17
2027	837.407	1,17	357614,66
2028	845.781	1,21	373539,18
2029	854.239	1,25	389746,54
2030	862.782	1,29	406240,90
2031	871.409	1,33	423025,50
2032	880.123	1,37	440105,51
2033	888.925	1,41	457485,25
2034	897.814	1,45	475168,06
2035	906.792	1,49	493158,83
2036	915.860	1,53	511462,02
2037	925.019	1,58	533458,46
2038	934.269	1,63	555843,34
		TOPLAM	8333390,20

#### 7.5. Ordu ili Katı Atık Kompozisyonu

Katı atık karakterizasyonu mevsime, bölgeye, sosyo ekonomik duruma göre değişiklik göstermektedir. Ordu İli katı atık karakterizasyonu belirlenirken mevsimsel değişimler göz önüne alınmış ve yılda 4 kez her mevsimi temsil edecek şekilde bölgeye gidilmiş ve analiz



yapılmıştır. Ordu sosyo-ekonomik yönden Yüksek gelir düzeyli yerleşim yeri olarak Akyazı Mahallesi, orta gelir düzeyli yerleşim yeri olarak Karşıyaka Mahallesi ve düşük gelir düzeyli yerleşim yeri olarak Bucak Mahallesi ve Çarşı bölgesinden numune alınarak karakterizasyon yapılmıştır.

Karakterizasyon çalışmaları aktarma istasyonu alanında gerçekleştirilmiş, belirlenen bölgelerden alana getirilen katı atıklardan tesadüfi örnekleme ile numune alınmış, karıştırıldıktan sonra 4'e ayrılmış ve yaklaşık 25-30 kg numune alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. Mevsimsel ve tüm yıl ortalaması Tablolar halinde sunulmuştur. Değerlendirmede yıl ortalama sonuçları kullanılmıştır.

**Tablo [7.6]: Ordu İli Yaz Dönemi Atık Karakterizasyonu**

Atık Bileşeni (YAZ)	Yüksek gelir %	Orta Gelir %	Düşük Gelir %	Çarşı Bölgesi %	YAZ DÖNEMİ ORT. %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	50,78	65,18	78,0	72,16	<b>66,52</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	3,88	3,34	1,91	1,40	<b>2,63</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	0,84	0,68	0,14	1,83	<b>0,87</b>
Hacimli Karton	3,36	0,00	1,91	2,44	<b>1,93</b>
Plastik, Naylon	14,88	7,05	10,73	13,00	<b>11,41</b>
Cam	12,61	8,54	3,88	1,47	<b>6,63</b>
Metal	1,29	4,51	0,42	1,34	<b>1,89</b>
Park Bahçe Atıkları	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	3,88	1,36	0,00	0,00	<b>1,31</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	8,47	9,34	3,05	6,35	<b>6,80</b>
TOPLAM	100	100	100		<b>100</b>

**Tablo [7.7]: Ordu İli Sonbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu**

Atık Bileşeni (SONBAHAR)	Yüksek gelir %	Orta Gelir %	Düşük Gelir %	Çarşı Bölgesi %	SONBAHAR DÖNEMİ ORT. %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	62,33%	61,33%	61,18%	64,39%	<b>62,31%</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	5,70%	1,04%	4,77%	3,67%	<b>3,80%</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	3,42%	6,41%	1,22%	1,20%	<b>3,06%</b>
Hacimli Karton	2,21%	6,38%	0,00%	0,00%	<b>2,15%</b>

Plastik	6,99%	10,00%	8,42%	17,41%	<b>10,71%</b>
Cam	0,00%	2,05%	9,61%	6,48%	<b>4,53%</b>
Metal	0,95%	4,16%	2,70%	0,66%	<b>2,12%</b>
Park Bahçe Atıkları	2,21%	8,63%	0,00%	0,00%	<b>2,71%</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	0,00%	0,00%	6,02%	6,19%	<b>3,05%</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	16,19%	0,00%	6,08%	0,00%	<b>5,57%</b>
TOPLAM	100	100			<b>100</b>

**Tablo [7.8]:** Ordu İli Kış Dönemi Atık Karakterizasyonu

Atık Bileşeni (KIŞ)	Yüksek gelir %	Orta Gelir %	Düşük Gelir %	Çarşı Bölgesi %	<b>KIŞ DÖNEMİ ORT. %</b>
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	64,9	68,91	74,62	26,35	<b>58,69</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	4,54	4,63	4,49	28,68	<b>10,58</b>
Karton (Süt, Meyve suyu Kutusu)	5,72	0	5,13	17,14	<b>6,99</b>
Hacimli Karton	0	1,9	0	0	<b>0,50</b>
Plastik, Naylon	10,49	8,98	6,56	13,56	<b>9,89</b>
Cam	12,59	7,34	6,51	13,54	<b>10,00</b>
Metal	0	0	2,24	0,73	<b>0,74</b>
Park Bahçe Atıkları	0	0	0	0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	0	0	0	0	<b>0</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	1,76	8,24	0,45	0	<b>2,61</b>
TOPLAM	100	100	100	100	<b>100</b>

**Tablo [7.9]:** Ordu İli İlkbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu

Atık Bileşeni (İLKBAHAR)	Yüksek gelir %	Orta Gelir %	Düşük Gelir %	Çarşı Bölgesi %	<b>İLKBAHAR DÖNEM ORT. %</b>
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	64,00%	73,50%	78,00%	71,12%	<b>71,66</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	1,99%	0,75%	0,34%	10,45%	<b>3,4</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	3,33%	0,58%	1,54%	1,52%	<b>1,66</b>
Hacimli Karton	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	<b>0</b>
Plastik, Naylon	9,52%	8,28%	6,42%	10,64%	<b>8,75</b>

Cam	2,12%	13,29%	2,52%	2,95%	<b>5,22</b>
Metal	1,25%	0,00%	2,36%	0,62%	<b>1,07</b>
Park Bahçe Atıkları	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	<b>0</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	17,78%	3,60%	8,82%	2,71%	<b>8,24</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tablo [7.10]:** Ordu İli Atık Kompozisyonu

<b>Atık Bileşeni</b>	<b>YAZ %</b>	<b>SONBAHAR %</b>	<b>KIŞ %</b>	<b>İLKBAHAR %</b>	<b>ORTALAMA %</b>
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	66,52	62,31	58,69	71,66	<b>64,8</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	2,63	3,80	10,58	3,4	<b>5,10</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	0,87	3,06	6,99	1,66	<b>3,14</b>
Hacimli Karton	1,93	2,15	0,50	0	<b>1,14</b>
Plastik, Naylon	11,41	10,71	9,89	8,75	<b>10,19</b>
Cam	6,63	4,53	10,00	5,22	<b>6,59</b>
Metal	1,89	2,12	0,74	1,07	<b>1,46</b>
Park Bahçe Atıkları	0	2,71	0	0	<b>0,68</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	1,31	3,05	0	0	<b>1,09</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	6,80	5,57	2,61	8,24	<b>5,81</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Ordu ili için karakterizasyon belirleme çalışmaları esnasında nem içeriğini saptamak için numune alınmış, kargo ile OMÜ Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümüne gönderilmiş ve 105 °C de 24 saat bekleme ile çöp içerisindeki nem miktarı belirlenmiştir. Mevsimsel değişimler ve yıl ortalaması Tablo 7.11’de sunulmuştur.

**Tablo [7.11]:** Ordu İli Atık Nem Değerleri

	<b>YAZ %</b>	<b>SONBAHAR%</b>	<b>KIŞ %</b>	<b>İLKBAHAR %</b>
Yüksek Gelir	%69,72	%44,90	%54,68	%60,57
Orta Gelir	%64,22	%57,17	%56,32	%73,00
Düşük Gelir	%68,74	%59,70	%62,78	%77,83
Çarşı Böl.	%62,66	%45,56	%47,87	%66,55
<b>ORTALAMA</b>	<b>%66,34</b>	<b>%51,84</b>	<b>%55,41</b>	<b>%69,49</b>

**İL BAZINDA YIL ORTALAMASI: 60,77**

**Tablo [7.12]:** Ordu İli Yaz Numunesi Analiz Sonuçları

YAZ			
Parametre / Örnek	Ordu Eysel Katı Atık (Çöp)		Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. %)	0,2016		Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>11</sup>	37,89		ASTM D 5373 - 14
Hidrojen (%) <sup>11</sup>	5,1		
Azot (%) <sup>11</sup>	1,19		
Kükürt (%) <sup>11</sup>	0,22		
Kül (%) <sup>11</sup>	24,8		ASTM E 1755-01(Reapp.2007)
Oksijen (%) <sup>11</sup>	30,85		ASTM D 3176 - 15
Parametre / Örnek	Orijinal Örnekte	Kuru Örnekte	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>11</sup>	36,66	---	ASTM D 7582-15
Kül (%) <sup>11</sup>	15,71	24,8	ASTM E 1755-01 (Reapp.2007)
Uçucu Madde (%) <sup>11</sup>	41,83	66,04	ASTM D 7582-15
Sabit Karbon (%) <sup>11</sup>	5,8	9,16	ASTM D 3172-13
Toplam Kükürt (%) <sup>11</sup>	0,14	0,22	ASTM D 4239-14
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>11</sup>	2602	2848	ASTM D 5865-13 ISO 1928-09
Üst Isıl Değer(cal/g) <sup>11</sup>	2948	3075	ASTM D 5865-13

**Tablo [7.13]:** Ordu İli Sonbahar Numunesi Analiz Sonuçları

SONBAHAR			
Parametre / Örnek	Ordu Eysel Katı Atık (Çöp)		Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	2294		Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>11</sup>	46,18		CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>11</sup>	6,05		
Azot (%) <sup>11</sup>	2,16		

Parametre / Örnek	Orijinal Bazda	Hava Kuru Bazda	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1</sup>	16,38	8,11	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1</sup>	8,81	9,68	10,53	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1</sup>	63,61	69,9	76,07	EN 15148-2009 E
Sabit Karbon (%) <sup>1</sup>	0	0	0	---
Toplam Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,12	0,13	0,14	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	3435	3829	4215	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	3774	4147	4513	EN 14918-2009 E

**Tablo [7.14]:** Ordu İli Kış Numunesi Analiz Sonuçları

KİŞ				
Parametre / Örnek	Ordu Evsel Katı Atık (Çöp)			Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	2955			Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1</sup>	48,35			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1</sup>	6,76			
Azot (%) <sup>1</sup>	2,27			
Parametre / Örnek	Orijinal Bazda	Hava Kuru Bazda	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1</sup>	5,00	3,91	--	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1</sup>	5,78	5,85	6,09	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1</sup>	73,46	74,30	77,32	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,24	0,24	0,25	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	4124	4178	4376	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	4468	4519	4703	EN 14918-2009 E

**Tablo [7.15]:** Ordu İli İlkbahar Numunesi Analiz Sonuçları

İLKBAHAR				
Parametre / Örnek	Evsel Katı Atık (Çöp)			Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	4596			Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1</sup>	45,37			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1</sup>	6,2			
Azot (%) <sup>1</sup>	2,63			
Parametre / Örnek	Ön İşlem Görmüş Örnekte	Hava Kuru Bazda	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1</sup>	3,89	3,88	---	EN 14774-3:2009 E

Kül (%) <sup>1</sup>	10,8	10,8	11,24	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1</sup>	72,98	73	75,94	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,25	0,25	0,26	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	3999	4000	4183	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	4314	4315	4488	EN 14918-2009 E

## 7.6. Değerlendirme

Temmuz 2016- Nisan 2017 ayları arasında dört mevsimi kapsayan şekilde yapılan karakterizasyon çalışmaları Tablo 7.10'da sunulmuştur. Mevsimlerin ortalaması ise yıllık ortalama kompozisyon olarak Şekil 7.1'de verilmektedir.



**Şekil [7.1]** Ordu İli Ortalama Atık Kompozisyonu

Atıkların karakterizasyonu yapılırken, ayrı ele alınması gereken 3 ana başlık vardır: Biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atıklar. Biyobozunur atıklar, biyolojik süreçlerle mikroorganizmalar veya enzimleri tarafından ayrıştırılabilen atıklara verilen isimdir. Geri kazanılabilir atıklar, ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılan atıklar olarak ikiye ayrılır.

Biyobozunur faktör, atık içerisindeki biyoparçalanabilir kısmı ifade etmektedir. Örneğin, mutfak atıklarının biyobozunur faktörü 1,0'dir. Bu değer mutfak atıklarının %100 parçalanabilir

olduğunu ifade etmektedir. Kâğıt atıklarının %40'ünün biyobozunur olduğu, %60'ünün ise geri kazanılabilir atık olduğu kabul edilmiştir. Plastik atıkların ise %70'inin geri kazanılabilir olduğu, %30'unun ise enerji kazanmada kullanılabileceği öngörülmektedir. Cam atıkların ise %90'ünün geri kazanılabilir olduğu %10'unun inert olduğu düşünülmektedir.

Biyobozunur atıklar için Tablo 7.16'da, ambalaj atıkları için Tablo 7.17'de, enerji geri kazanımına uygun atıklar için Tablo 7.18'de, düzenlenmiştir.

**Tablo [7.16]:** Biyobozunur atık oranları

<b>BİYOBOZUNUR ATIKLAR</b>	
<b>MutfakAtıkları</b>	64,80
<b>Kâğıt+Karton+ Hacimli karton</b>	3,75
<b>Park-BahçeAtıkları</b>	0,68
<b>DiğerYanabilir</b>	5,80
<b>TOPLAM</b>	75,03

**Tablo [7.17]:** Ambalaj atık oranları

<b>AMBALAJ ATIKLARI</b>	
<b>Kâğıt-Karton+Hacimli Karton</b>	5,63
<b>Plastik+Naylon</b>	7,13
<b>Cam</b>	5,93
<b>Metaller</b>	1,45
<b>TOPLAM</b>	<b>20,14</b>

**Tablo [7.18]:** Enerji geri kazanımına uygun atık

<b>ENERJİ</b>	
<b>Plastik+Naylon</b>	3,06
<b>Diğer Yanabilir</b>	5,80
<b>TOPLAM</b>	8,86

Atığın içinde en yüksek yüzdeye sahip kısım olan biyobozunur atıklar, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişiklik göstermesi ile azalma eğilimindedir. Aynı sebepten dolayı ambalaj atıklarının yüzdesel dağılımında ise artış beklenmektedir. Bertaraf değerlendirmesi yapılırken bu durum göz önüne alınmalıdır.

Ordu ilinde merkez ilçelerle birlikte toplam 19 ilçe mevcuttur. İl genelinde üretilen atıkların yaklaşık %70'i toplanarak vahşi depolama sahalarına gönderilmektedir. 19 ilçede 3 adet orta ile büyük arası ve 20 adet küçük düzensiz depolama sahası bulunmaktadır. Dört adet de kapatılmış düzensiz depolama sahası mevcuttur. Bu sahaların üzeri toprak örtü ile örtülmekte ve ilaçlanmaktadır. İlde yakma ve kompost tesisi bulunmamaktadır. Ordu ilinde düzenli depolama tesisi bulunmamaktadır. Atıklar ayırma işlemine tabi tutulduktan sonra kalan atık içerisinde yüksek kalorifik değere sahip olanlar ayrılarak 5 cm' lik parçalar haline getirildikten sonra Ünye Çimento Tesisi'ne alternatif yakıt olarak gönderilmektedir.

Tablo [7.6]'de yapılan katı atık projeksiyonuna göre 2017 yılı için öngörülen katı atık miktarı 240.732,7 ton iken bu miktarın 2038'de 555.843,3 tona ulaşması beklenmektedir. Kümülatif olarak 2017 yılından 2038 yılına kadar toplanacak olan çöp miktarı 8.333.390 ton olarak öngörülmektedir. Ordu ilinde mevcut düzenli depolama tesisi bulunmamaktadır. Bu durumda ilin atıklarını bertaraf edecek entegre bir atık yönetim sisteminin yürürlüğe konması ve en kısa sürede öncelikle düzenli depolama tesisi planlanması ve geri kazanma çalışmalarının yapılarak atık yönetimi planlanmalıdır.

Ordu il sınırlarında oluşan ambalaj atıkları için herhangi bir Ambalaj Atığı Geri Kazanım Tesisi bulunmamaktadır. Ambalaj atıklarına yönelik kaynakta ayırma ve geri kazanma ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ordu İli için yapılan karakterizasyon çalışmasında toplam ambalaj atığı oranı toplamda %20 civarındadır. Tablo 7.5' de yapılan projeksiyonda 2017 yılı 240.732,7 ton atığın 48.146 tonunun ambalaj atığı olacağı düşünülmektedir.

Ordu İli için evsel atığın içerisindeki ambalaj atıklarının ve organik atıkların ayrıştırılması ve işlenmesi için düşünülen sistemler ise aşağıdadır.

#### **7.6.1. Atık Ayrıştırma**

Ordu İl'inde günde (kaynakta ayrılmış ambalaj atıkları için) ortalama 130 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden büyük boyutlu bir ayırma tesisi gerekecektir. Bu tesisin şehir merkezine yakın olması işletme maliyetini düşürecektir.

Ordu İli merkezi ve bütün ilçelerinde geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrıştırılması oturtulmalı ve ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması yüzdesi ilk yıllarda %50 sonraki yıllarda %90 oranlarına ulaştırılmalıdır.



Yerleşim yerlerinde Atık Getirme Merkezlerinin kurulması ve bu işlemin 2023 yılına kadar tamamlanmalıdır. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı toplama ayırma tesislerinde ayrıştırılması sağlanmalıdır.

### **7.6.2. Atık Getirme Merkezi**

Atık getirme merkezleri; geri kazanılabilir atıkların diğer atıklarla karıştırılmadan kaynağında ayrı toplanmasını sağlamak ve bu nitelikteki atıkların geri kazanım ve/veya bertarafa gönderilmek üzere bırakılabileceği yerlerdir. Teknik özellikler bakımından atık getirme merkezlerinin erişilebilir olması, zeminlerinin sızdırmaz olması, yönlendirici işaretlerin bulunması, yangın tedbirlerinin alınması, atıkların ayrı ve uygun biriktirme ekipmanlarında toplanması, yağ kontaminasyonu için adsorban ve çözücü malzemelerin bulunması gibi kriterleri sağlaması gerekmektedir.

Bu amaçla Atık Getirme Merkezi Tebliği 31 Aralık 2014 tarih ve 29222 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu merkezler mevcut toplama sistemlerini desteklemek üzere bilinçli tüketicilerin geri kazanılabilir atıklarını bırakabilecekleri yerler olarak tasarlanmaktadır. Tebliğe göre Ordu İli III. Kademe Belediye olarak tanımlanmakta ve 2018 yılı sonuna kadar Atık Getirme Merkezlerinin kurulumunun tamamlanması gerekmektedir. İlçe belediyeleri bazında kurulması gereken toplam tesis sayısı 19 dur.

### **7.6.3. Kompost Tesisi**

İl genelinde açığa çıkan ve depolama sahasında bertaraf edilmelerine izin verilmeyen biyobozunabilir atıkların geri kazanımları amacıyla kompost üretiminde kullanımları öngörülmüştür. 2017 yılında Ordu İlinde yılda 180.621 ton biyobozunabilir atık üretileceği hesaplanmıştır (yaklaşık %75'inin biyobozunur atık olduğu düşünülmektedir) Bu atığın %50'sinin depolamaya ve geri kalan kısmının kompost tesisine gönderilmesi durumunda 90.311 ton/yıl kapasiteye sahip bir kompost tesisi kurmak gerekmektedir. Tamamı kompost haline getirilmek istenildiğinde 180.621 ton/yıl kapasiteli bir kompost tesisine ihtiyaç duyulacaktır.

Ordu İli için 500 ton/gün kapasiteli ve bölgenin iklimi de dikkate alındığında kapalı bir kompost tesisi kurmak uygun olacaktır. Kapalı kompost tesisi ilk yatırım maliyeti €230/yıl.ton ve işletme masrafı €9 olarak alındığında önerilen kompost tesisinin ilk yatırım maliyeti €46935870 ve işletme maliyeti €1836621/yıl olacaktır.

Organik esaslı katı atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılması suretiyle üretilen ve toprak iyileştirici olarak kullanılan kompostun ilk yatırım ve işletme maliyeti oldukça fazladır. Ayrıca, 08.06.2010 tarih ve 27605 sayılı Resmî Gazete 'de yayınlanmış olan "Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik" te arıtma tesisi çamurunun fazla miktarda ağır metal içermesi nedeniyle tarım arazilerinde kompost olarak kullanılamayacağı belirtilmiştir. Bu nedenle arıtma tesisi çamuru karıştırılmış atık kompost olarak hazırlansa bile tarım arazisinde kullanılamayacak demektir; ya da katı atıktan tarımda kullanılacak kompost üretilmek isteniliyorsa katı atığa atıksu arıtma tesisi çamuru karıştırmamak gerekmektedir.

Kompostlama yapabilmek için atık içeriğindeki Karbon Azot ve Fosfor değerlerine bakmak gerekir. Tübitak MAM'a yaptırılan analizler yukarıda tablolar halinde verilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise aşağıda Tablo 13'de verilmektedir. Kompost tesisinin iyi işletilebilmesi için C/N/P oranının 300/5/1 olması gerekmektedir. Aşağıda tablodaki değerleri oranladığımızda 148/6,87/1 bulunmaktadır. Bu değerler karbon ilavesi ile kompostlama yapabilmek için uygundur.

**Tablo [7.19]:** Ordu ili Elementel Analiz Sonuçları Yıllık Ortalaması

	%
%Karbon	44,45
%Azot	2,06
%Fosfor	0,30

Kompost sistemleri işletilmesi bakımında birçok parametrenin en uygun şartlar altında tutulması gereken proseslerden birisidir. Kompostlama işlemine sıcaklık, pH, dane boyutu, su muhtevası, havalandırma (Oksijen konsantrasyonu), karıştırma gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında C/N/P oranı uygun gözükmesine rağmen atığın ortalama su muhtevası %69 civarındadır ve kompostlama yapmak için uygun düzeyin üzerindedir. Çok az nem kompost sürecini yavaşlatırken çok fazla nem anaerobik şartların oluşmasını ve koku problemine yol açmaktadır. Ordu ili için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan veriler ışığında yıllık ortalama sıcaklığın 14,4 °C dir. Kompostlama sisteminin düzgün işletilmesi için sıcaklığın istenilen düzeyde tutulabilmesi gerekmektedir. Ordu ili ortalama sıcaklık ve kış aylarının çok soğuk geçmemesi bakımından kompostlama prosesi için uygun iklim şartlarını taşımaktadır.

Ordu ve Giresun illeri atık karakteri ve iklim özellikleri bakımından birbirine çok benzer yapıdadır. Bölgedeki ulaşım koşulları oldukça elverişlidir. İki ilin birbirine çok yakın olması ulaşım maliyetini minimuma indirebilecek koşulları sunmaktadır. Bu şartları bir arada bulundurmaları ve üretilen katı atık madde miktarı içinde organik madde oranının çok fazla olması ortak olarak kullanılması düşünülecek bir düzenli depolama alanı içerisinde kompost tesisinin kurulması ekonomik olarak ayrı ayrı kurulacak kompost tesislerinden çok daha uygun olacaktır.

Kompost sistemlerinde nem miktarının %60 üzerine çıkmaması istenmektedir. Kompost sistemleri içerisinde nem miktarının artması sonucunda anaerobik şartların oluşup, oksijenin moleküller arasındaki aktarım hızı yavaşlar ve koku problemi ortaya çıkmaktadır. Ordu ilinde üretilen katı atığın kompost yapılabilmesinin gerekli şartlarını hemen hemen yerine getirdiği söylenebilir. Kompostlama sistemlerine atığın yüklenmeden önce çok iyi bir ayırımdan geçmesi gerekmektedir. Özellikle ortalama dane boyutu 3-5 cm aralında olmalıdır. Kompost sistemleri atık arıtma sistemleri arasında gelişmiş ve işletilmesi bilgi isteyen sistemlerdir. Bu yüzden kompost tesisi kurulacak ise, kalifiye eleman ihtiyacı da kendiliğinden ortaya çıkacaktır. Çünkü, kompost sistemi işletilirken birçok parametrenin kontrol edilmesi gerekmektedir. C/N oranının 20:1 altına düşmesi ortamdaki azotun amonyak formuna dönüşmesine sebep olacaktır. Bu sebepten dolayı sistemi işletecek personel ya da personeller atık karışımını iyi ayarlamak zorundadırlar. Ordu ili atık karakteristiğine bakıldığında azot miktarının biraz fazla olduğu göze çarpmaktadır. Bu atık karışımı için dikkatli davranılması anlamına gelmektedir.

Ordu ili için organik katı madde miktarının fazla olması, atık karakteristiğinde çok fazla değişim olmayacağına öngörülmesi göz önüne alındığında ordu ili için kurulacak bir kompostlama tesisi uygun olacaktır.

#### **7.6.4. Biyometanizasyon**

Katı atığın içindeki organik maddelerin oksijensiz ortamda (anaerobik) çürütüldüğü ve bu esnada biyogazın üretildiği işleme biyometanizasyon adı verilmektedir. Bu işlem için önce katı atığı tamburdan geçirerek içindeki inert maddeler (kum, çakıl ve kül) ayrılır, geri kalan atık içinden plastik, kâğıt, cam ve metal ayrılır. Ayırma işleminden çıkan atığın çoğu organik maddedir. Bu organik atık parçalanarak boyutu 0-30 mm boyuta indirgenir. Parçalanmış organik atık bir dengeleme havuzuna boşaltılır ve su ile 1/3 (katı/su) oranında karıştırılır. Su-atık karışımı daha sonra anaerobik biyometanizasyon tesisine nakledilir. Karışım burada genel

olarak 60 günlük bir bekletme süresi ile bekletilir. Bu durum devasa büyüklükte biyometanizasyon (biyogaz) tesisi inşa etmeyi gerektirmektedir. Biyometanizasyon tesislerinde karşılaşılan diğer bir problem tesisten dışarı atılan su-atık karışımının nasıl bertaraf edileceğidir. Karışım separatörden geçirildikten sonra organik kısmından kaliteli organik gübre üretmek mümkündür (katı atığa arıtma tesisi çamuru karıştırılmamışsa), ayrılan su tekrar biyogaz tesisinde kullanılabilir.

Şehirlerin katı atığından bu yolla biyogaz üretmek için çok büyük hacimli biyogaz tesislerine ihtiyaç vardır. Bu nedenle genel olarak katı atık düzenli depolama tesisi içine döşenen gaz drenaj boruları ile çekilen gazdan enerji üretme yolu seçilmektedir. Bu şekilde hem çöp depolama sahasında patlamaya karşı önlem alınmış olur, hem küresel ısınma potansiyeli yüksek olan metan gazının (karbondioksit göre metanın küresel ısınma potansiyeli 23 kat daha fazladır ve yakılarak metanın küresel ısınmaya etkisi 1/23'e indirilmiş olur) küresel ısınma etkisi azaltılmış olur ve hem de metan yakılarak enerji üretilir.

Örnek olarak Samsun-Avdan Enerjinin Samsun katı atık düzenli depolama sahasına kurmuş olduğu 1800 m<sup>3</sup> hacme sahip biyometanizasyon tesisi verilebilir. Bu tesis Samsun BB sınırları içinde toplanan katı atığın içindeki organik atıkların çok az bir kısmını (20 ton/gün) kullanabilmektedir. Katı atık düzenli depolama sahasına her gün yaklaşık 400 ton biyobozunabilir atık geldiği düşünülürse, bu atığın tamamı için yaklaşık 36 000 m<sup>3</sup>'lük bir biyometanizasyon tesisine ihtiyaç olacaktır. Tamamı olmasa bile biyobozunur atıkların bir bölümünün bu yolla bertarafı ve hem enerji hem de madde geri kazanımı mümkün olabilecektir.

#### **7.6.5. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi**

Katı atıktan ATY elde etmek için atığın alt kalorifik değerinin 2500 kcal/kg olması gerekmektedir. Bu nedenle katı atığın kalorifik değerini düşüren neminin azaltılması gerekmektedir. Bu işlem bir başka yakıt yakarak elde edilen ısıyı katı atığı kurutmaktan ziyade var olan bir ısıyı kullanarak atığı kurutmak daha ekonomik olacaktır. Örneğin, bir çimento fabrikasının veya termik santralin atık ısısını kullanarak katı atığı kurutmak ve bu yolla ATY üretmek daha uygun olacaktır.

Ordu İli civarında ATY üretiminin gerçekleştirildiği lisanslı tesis veya tesisler mevcut değildir. Fakat toplanan katı atıktan geri dönüştürülebilir maddeler ve inert maddeler ayrıştırıldıktan sonra geri kalan kısmın ATY kapsamında değerlendirilmesi ve Ünye Çimento Fabrikasında yakılması mümkündür.

### 7.6.6. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma)

TÜBİTAK-MAM tarafından yapılan analizlerde Ordu İli atıklarının alt ve üst kalorifik değerlerinin yıllık ortalaması aşağıda tabloda verilmiştir. TÜBİTAK analizleri yapabilmek için ön işlem görmüş numune istemektedir. Bu nedenle analiz için 60 °C de 3 gün süre ile kurutulmuş ve parçalanmış numune analize gönderilmiştir. Tabloda orijinal örnek olarak belirtilen örnek ön işlem görmüş örnektir. Yaş olarak gönderildiğinde alt ve üst ısıl değerleri oldukça düşüktür. Yapmış olduğumuz bir çalışmada nemli katı atığın alt kalorifik değeri 1800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu durum nemli katı atığın kurutulması gerektiğini göstermektedir. Tablo 7-20’de görüldüğü gibi kuru katı atığın alt kalorifik değeri 4000 kcal/kg’a yakındır.

**Tablo [7.20]:** Ordu ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması

	kcal/kg	
	Orijinal Örnek	Kuru Örnek
Alt Isıl değer	3540	3809
Üst Isıl Değer	3876	4194

Nemi alınmış katı atığın alt kalorifik değeri atığın yakılabilmesi için uygundur. Ancak atığın ön işlem görmesi gerekmektedir. Ordu İli katı atıklarının nem oranı %60’dır. Yaş atığın ısıl değerleri yakma sistemlerinin verimli olması için yeterli durumda değildir. Bunun için ek enerji ihtiyacı mutlaka gerekli olacaktır. Atık ön işlemden geçirilerek yakma tesisine alınması gerekecektir.

Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak %70-90 arasında kütleli azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir. Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle entegre olmak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı için emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufta düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Atık teorik olarak ne kadar fazla organik madde içeriyorsa yanmak için o kadar uygundur. Ordu açısından atığın karakteristiği incelendiğinde organik madde miktarı toplam atığın % 64,80’ine

karşılık gelmektedir. Bu değer yakma tesisi için oldukça elverişlidir. Katı atığın yakılmadan önce neminin giderilmesi gerekmektedir. Bunun için atık ön işlemden geçirilir. Kentsel katı atığın yakılması prosesinin verimli hale dönüştürülmesi için yakma tesislerinin şehir merkezine yakın yerlere kurulması daha uygun olacaktır. Katı atığın neminin uzaklaştırılması işlemi için bir enerji gerekmektedir. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak işletilmesi zordur ve kalifiye personel ihtiyacı vardır. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak birçok işlemin bir arada kontrol edilmesi gereken sistemlerdir. Katı atık 700-800 °C'de tamamen yanıp küle/cürufa dönüşebilmektedir. Katı atık yakma tesisleri için müsaade edilen sıcaklık maksimum 1000° C'dir. Katı atıklara yakma işleminin verimli olması için iyi planlanmış ve oturmuş entegre atık yönetim sisteminin mevcut olması gerekmektedir.

Ordu ili için öncelikle uygun bir depolama alanının bulunması öncelikli olarak atık yönetimi içerisinde düşünülmesi gereken bir durumdur. Atığın çok fazla nem içermesi atığın yanabilmesi için ön işlem yapılmasını gerektirmektedir. Ayrıca tüm şartlar göz önüne alındığında Ordu, Giresun, Trabzon illerinin lokasyon olarak birbirine çok yakın olması Ordu için ayrı bir yakma tesisinin kurulmasını ekonomik olmaktan çıkaracaktır. Tüm şartlar değerlendirildiğinde Ordu ili için katı atık yakma tesisi uygun değildir ve önerilmemiştir.

#### **7.6.7. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması**

Ordu İl'inde henüz bir katı atık düzenli depolama sahası mevcut değildir. Hâlihazırda katı atıklar İl genelindeki katı atık düzensiz depolama sahasına boşaltılmaktadır. İlde yakma ve kompost tesisi bulunmamaktadır. Daha önce kullanılan dört adet katı atık düzensiz depolama sahası kapatılmış ve üzeri toprak ile örtülmüş vaziyettedir. Bu nedenle Ordu İli için yeterli büyüklükte bir entegre katı atık bertaraf sistemi kurmak gerekmektedir.

2017-2038 yılları arasında Ordu İli genelinde üretilecek toplam 8333390 ton katı atığı alabilecek kapasitede bir katı atık düzenli depolama sahası inşa etmek gerekecektir.

#### **7.6.8. Aktarma Merkezi**

Ordu İl'inde şu anda hiçbir aktarma istasyonu mevcut değildir. İl için bir katı atık düzenli depolama sahası inşa edildiğinde ilçeler için aktarma istasyonları da inşa edilmesi gerekecektir. Ordu İli dağlık ve ilçelerin dağlık olması nedeniyle birden fazla aktarma istasyonu yapmak gerekecektir. Bu aktarma istasyonlarının yerlerini belirleyecek faktörlerden biri düzenli depolama yerinin yerleşim yerlerine göre pozisyonu olacaktır. Burada ilçelerin birbirine yakınlığı ve yol bağlantı durumu göz önüne alınarak aktarma istasyonlarının yerleri

belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre Ordu'nun ilçeleri 4 (dört) gruba ayrılmıştır ve bu grubun her biri için bir aktarma istasyonu inşası önerilmektedir. Birinci grup: Ünye, İkizce, Çaybaşı, Akkuş ve Kumru, ikinci grup: Fatsa, Çamaş, Çatalpınar, Gürgentepe, Kabataş ve Korgan, üçüncü grup: Mesudiye, Gököy, Aybastı, Kabadüz ve Ulubey ve dördüncü grup: Altınordu/Ordu-merkezi, Perşembe ve Gülyalı.

## **7.7. Sonuç**

Ordu İli katı atıkları için yapılan değerlendirme sonucu, öncelikli olarak İlde entegre bir atık yönetim sistemi oluşturulmalıdır. Bu sistem öncelikle kaynaktan ayırma ile geri kazanılabilen atıkların ayrıştırılması ve ekonomiye kazandırılması gerekmektedir. Bunun için de ilde lisanslı atık toplama ve işleme tesislerinin kurulmalıdır. Geri kalan atıklar içerisinde organik atıkların mümkün olduğunca kompostlaştırılması sağlanmalıdır. Ünye çimento fabrikası ile anlaşma sağlandığı takdirde atıktan yakıt türetilerek çimento fabrikasında yakılabilir. Tüm bunların sonucunda arta kalan değerlendirilemeyen atıkların da düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesi uygun olacaktır.

## **8. GİRESUN İLİ ATIK KARAKTERİZASYONU VE BERTARAF MODEL ARAŞTIRMALARI**

### **8.1. Giresun İli Nüfus Verileri**

Giresun nüfusu 2016 yılına göre 444.467'dir. Bu nüfus, 220.414 erkek ve 224.053 kadından oluşmaktadır. Yüzde olarak ise: %49,59 erkek, %50,41 kadındır. Giresun ilinde 2015-2016 yılı arasında nüfus artış hızı yüzde 4,17; nüfus yoğunluğu 65 kişi/km<sup>2</sup>'dir. 2015 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) verilerine göre nüfus büyüklüğü bakımından Türkiye'nin 45. kenti olma özelliği taşımaktadır.

Giresun ilinin nüfus verileri incelendiğinde; nüfusun kabaca %53'ünün şehir merkezlerinde yaşadığı görülmekte olup, ülke ortalaması olan %92'nin altındadır. Bu durum ilin sanayi ve turizm açısından gelişmekte olduğunu göstermektedir. 1980 yılında şehir nüfusunun oranının sadece %19 olduğu düşünüldüğünde ülke genelindeki köyden şehre göçün ilde de hızlı gerçekleştiği görülmektedir. İlde nüfusu 100.00'den büyük merkez ilçeden sonra diğer tek büyük yerleşim Balançak'tır. Merkez ilçe ve Balançak'ın nüfus toplamı ilin %45'ine denk gelmektedir.

Giresun'un ilçelere göre nüfus dağılımları ve yerleşim nüfuslarının toplam nüfusa oranları Samsun'da nüfusun %60'ı 4 adet ilçede (İlkadım, Atakum, Bafra ve Çarşamba) yaşamakta olup, Atakum ve İlkadım ilçeleri merkez ilçelerdir (Tablo 6-1). İl, 2010-2011 yıllarındaki nüfus azalış hızından sonra büyümeye başlamış ve son 3 yılda nüfusu artmaya başlamıştır. İl, nüfus büyüklüğü açısından 2015 yılına göre 16. sıradadır. Samsun Karadeniz Bölgesinin en kalabalık ve en gelişmiş şehri özelliğini elinde bulundurmaktadır. Buna rağmen yıllara göre göç istatistiklerine bakıldığında son iki yılda azalmasına karşılık daha çok göç verdiği



gözlenmektedir. Samsun ilinin, 2010-2014 döneminde aldığı ve verdiği göç istatistikleri Tablo [6-3]'de görülmektedir.

**Tablo [7]** de gösterilmiştir.

**Tablo [8.1]** Giresun İlçelerinin 2016 yılı nüfus verileri (TÜİK, 2017)

İlçe	İlçe Nüfusu	Genel Nüfus Yüzdesi
Alucra	13.753	%3,09
Bulancak	64.176	%14,44
Dereli	22.840	%5,14
Doğankent	6.239	%1,40
Espiye	34.866	%7,84
Eynesil	12.853	%2,89
Görece	31.886	%7,17
Güce	8.396	%1,89
Keşap	20.286	%4,56
Giresun/Merkez	135.144	% 30,41
Piraziz	13.011	%2,93
Tirebolu	31.171	%7,01
Yağlıdere	16.219	%3,65
Çamoluk	5.767	%1,30
Çanakçı	6.660	%1,50
Şebinkarahisar	21.200	%4,77
TOPLAM	444.467	%100

**Tablo [8.2]:** Giresun ili yıllara göre nüfus dağılımı ve nüfus artış hızı tablosu

Yıllar	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Giresun Nüfus Verisi	421766	421860	419256	419498	419555	425007	429984	426686	444467
Nüfus Artış Hızı	%1.01	%0.02	%-0.62	%0.06	%0.01	%1.30	%1.17	%-0.77	%4,17

Giresun ilinin 2010-2014 döneminde aldığı ve verdiği göç istatistikleri Tablo [8.3]'de görülmektedir.

**Tablo [8.3]:** Giresun ili 2008-2014 dönemi göç istatistikleri

Yıl	GİRESUN NÜFUSU	ALDIĞI GÖÇ	VERDİĞİ GÖÇ	NET GÖÇ	NET GÖÇ HIZI (%)
2014	429984	26.857	23.620	3.237	7,53
2013	425007	23.453	20.170	3.283	7,72
2012	419555	18.027	17.861	166	0,39

<b>2011</b>	<b>419498</b>	17.058	19.346	-2.288	-5,45
<b>2010</b>	<b>419256</b>	17.474	20.514	-3.040	-7,25

## 8.2. Giresun İli Nüfus Projeksiyonu

Bir yerleşim yerinde oluşan katı atık miktarının, o yerleşim yerinin nüfusuna bağlı olarak değişim göstermesi nedeniyle öngörülen katı atık yönetiminin uygulanabilirliğinin devamı için geleceğe yönelik nüfus projeksiyonunun dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Gelecek yıllarda oluşacak katı atık miktarının belirlenmesinde temel oluşturacak nüfus değerlerinin belirlenmesinde birçok metod uygulanabilmektedir. Geçmiş yılların nüfus verileri için kaynak olarak TÜİK nüfus verileri kullanılmıştır. Bu çalışmada gelecek nüfus tahminleri İller Bankası metodları ile hesaplanmıştır. Nüfus artış hızı değişken olması nedeni ile nüfus hesabında sabit artış yöntemi kullanılarak (nüfus artış hızı 1 alınmıştır) 20 yıl için nüfus değerleri hesaplanmıştır.

**Tablo [8.4]:** Giresun ili İller Bankası Yöntemine Göre Nüfus Projeksiyonu

<b>Yıllar</b>	<b>İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI (KİŞİ)</b>	<b>Yıllar</b>	<b>İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI (KİŞİ)</b>
2017	444.467	2028	495.878
2018	448.912	2029	500.837
2019	453.401	2030	505.845
2020	457.935	2031	510.903
2021	462.514	2032	516.012
2022	467.139	2033	521.173
2023	471.811	2034	526.384
2024	476.529	2035	531.648
2025	481.294	2036	536.965
2026	486.107	2037	542.334
2027	490.968	2038	547.758

## 8.3. Giresun İli Evsel Katı Atık Yönetimi

Giresun'da katı atıklarla ilgili hemen hemen tüm yerleşim birimlerinde sorunlar yaşanmaktadır. Bununla ilgili olarak Giresun İli Katı Sıvı Atık ve İçme Suları Birliği (GİRKASIÇ-BİR) oluşturulmuş ve Görele İlçesi Çavuşlu Mevkiinde katı atık deponi alanı oluşturulmuştur. Katı Atık Bertaraf tesisi 26.10.2015 tarihinden itibaren belediye atıkları kabul etmeye başlamıştır. Ancak Şubat 2016 tarihi itibari ile çalışmamaktadır. Giresun ilinde konutlardan, ticari yerlerden, kurum ve kuruluşlardan toplanan katı atıklar, konteynırlarda biriktirilmekte, çöp araçları vasıtasıyla vahşi depolama alanlarına taşınmaktadır. Vahşi depolama alanları olarak boş arazi, dere ve deniz kenarları kullanılmaktadır.

#### 8.4. Giresun İli Katı Atık Miktar Projeksiyonu

Giresun için 2014 yılı TÜİK verileri dikkate alınarak yapılan katı atık projeksiyon hesaplamalarında kullanılan kişi başına günlük katı atık üretimi miktar 1,12 (kg/kişi\*gün) olarak belirtilmiştir. Yıllık katı atık miktar artışı %3 olacağı düşünülerek atık miktar projeksiyonu yapılmıştır.

**Tablo [8.5]:** Giresun ili Evsel Atık Projeksiyonu

Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI	Kişi Başına Düşen Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	Ton/yıl
2017	444.467	1,22	197.921,16
2018	448.912	1,26	206.454,63
2019	453.401	1,30	215.138,78
2020	457.935	1,34	223.976,01
2021	462.514	1,38	232.968,30
2022	467.139	1,42	242.118,14
2023	471.811	1,46	251.428,08
2024	476.529	1,50	260.899,63
2025	481.294	1,55	272.292,08
2026	486.107	1,60	283.886,49
2027	490.968	1,65	295.685,48
2028	495.878	1,70	307.692,30
2029	500.837	1,75	319.909,63
2030	505.845	1,80	332.340,17
2031	510.903	1,85	344.987,25

2032	516.012	1,90	357.854,32
2033	521.173	1,96	372.847,16
2034	526.384	2,02	388.102,92
2035	531.648	2,08	403.627,16
2036	536.965	2,14	419.423,36
2037	542.334	2,20	435.494,20
2038	547.758	2,27	453.844,89
		TOPLAM	6.818.892,14

### 8.5. Giresun İli Katı Atık Kompozisyonu

Katı atık karakterizasyonu mevsime, bölgeye, sosyo ekonomik duruma göre değişiklik göstermektedir. Giresun İli katı atık karakterizasyonu belirlenirken mevsimsel değişimler göz önüne alınmış ve yılda 4 kez her mevsimi temsil edecek şekilde bölgeye gidilmiş ve analiz yapılmıştır. Giresun sosyo ekonomik yönden Yüksek gelir düzeyli yerleşim yeri olarak Teyyaredüzü Mahallesinden, orta gelir düzeyli yerleşim yeri olarak Abacıbüğü Mahallesinden ve düşük gelir düzeyli yerleşim yeri olarak Yeni Mahalleden, Çarşı için ise Osmaniye Mahallesinden numune alınarak karakterizasyon yapılmıştır.

Karakterizasyon çalışmaları aktarma istasyonu alanında gerçekleştirilmiş, belirlenen bölgelerden alana getirilen katı atıklardan tesadüfi örnekleme ile numune alınmış, karıştırıldıktan sonra 4'e ayrılmış ve yaklaşık 25-30 kg numune alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. Mevsimsel ve tüm yıl ortalaması Tablolar halinde sunulmuştur. Değerlendirmede yıl ortalama sonuçları kullanılmıştır.

**Tablo [8.6]** Giresun İli Yaz Dönemi Atık Karakterizasyonu

Atık Bileşeni (YAZ)	Yüksek gelir %	Orta Gelir %	Düşük Gelir %	Çarşı Bölgesi %	YAZ DÖNEMİ ORT. %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	53,91	62,96	64,82	50,48	<b>58,04</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	3,23	2,06	3,75	5,86	<b>3,73</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	4,87	2,67	3,16	5,90	<b>4,15</b>
Hacimli Karton	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Plastik, Naylon	11,16	4,94	6,52	9,08	<b>7,93</b>
Cam	8,17	1,23	4,35	9,29	<b>5,76</b>
Metal	1,78	0,62	0,40	0,61	<b>0,85</b>
Park Bahçe Atıkları	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	9,59	13,17	9,09	10,10	<b>10,49</b>

Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	7,29	12,35	7,91	8,68	<b>9,05</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		<b>100</b>

**Tablo [8.7]** Giresun İli Sonbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu

Atık Bileşeni (SONBAHAR)	Yüksek gelir %	Orta Gelir %	Düşük Gelir %	Çarşı Bölgesi %	<b>SONBAHAR DÖNEMİ ORT. %</b>
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	60,31	69,89	41,38	53,15	<b>56,18</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	12,98	3,73	4,59	10,67	<b>7,99</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	7,80	3,94	3,30	2,18	<b>4,30</b>
Hacimli Karton	3,58	0,00	0,00	0,00	<b>0,89</b>
Plastik, Naylon	4,39	11,86	17,84	9,85	<b>10,98</b>
Cam	0,78	0,00	15,07	8,09	<b>5,98</b>
Metal	2,00	0,55	1,94	2,69	<b>1,80</b>
Park Bahçe Atıkları	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	4,66	4,24	5,89	4,17	<b>4,74</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	3,50	5,80	10,01	9,18	<b>7,12</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>	<b>100</b>			<b>100</b>

**Tablo [8.8]** Giresun İli Kış Dönemi Atık Karakterizasyonu

Atık Bileşeni (KIŞ)	Yüksek gelir %	Orta Gelir %	Düşük Gelir %	Çarşı Bölgesi %	<b>KIŞ DÖNEMİ ORT. %</b>
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	30,90	46,26	45,39	38,50	<b>40,26</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	18,56	0,90	2,71	8,38	<b>7,64</b>
Karton (Süt, Meyve suyu Kutusu)	12,73	12,44	2,24	13,49	<b>10,23</b>
Hacimli Karton	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Plastik, Naylon	9,67	13,8	9,18	10,04	<b>10,67</b>
Cam	0,74	5,41	0,77	8,89	<b>3,95</b>
Metal	5,87	0,45	0,58	1,42	<b>2,08</b>
Park Bahçe Atıkları	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	9,79	12,62	27,06	5,31	<b>13,70</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	11,75	8,12	12,06	13,97	<b>11,47</b>

TOPLAM	100	100	100	100	<b>100</b>
--------	-----	-----	-----	-----	------------

Tablo [8.9] Giresun İli İlkbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu

Atık Bileşeni (İLKBAHAR)	Yüksek gelir %	Orta Gelir %	Düşük Gelir %	Çarşı Bölgesi %	<b>İLKBAHAR DÖNEM ORT. %</b>
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	58,98%	64,06%	72,59%	70,81%	<b>66,61</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	3,57%	3,59%	2,80%	3,17%	<b>3,28</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	6,27%	3,48%	3,45%	2,50%	<b>3,93</b>
Hacimli Karton	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	<b>0</b>
Plastik, Naylon	11,47%	20,17%	8,58%	7,76%	<b>11,99</b>
Cam	3,89%	4,14%	7,29%	2,56%	<b>4,47</b>
Metal	2,80%	0,36%	0,92%	1,02%	<b>1,28</b>
Park Bahçe Atıkları	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	0,00%	0,00%	0,00%	3,28%	<b>0,82</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	13,02%	4,20%	4,37%	8,90%	<b>7,62</b>
TOPLAM	100	100	100	100	<b>100</b>

Tablo [8.10]: Giresun İli Atık Kompozisyonu

Atık Bileşeni	YAZ %	SONBAHAR %	KIŞ %	İLKBAHAR %	ORTALAMA %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	58,04	56,18	40,26	66,61	<b>55,28</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	3,73	7,99	7,64	3,28	<b>5,66</b>
Karton (Süt Kutusu Meyvesuyu Kutusu)	4,15	4,30	10,23	3,93	<b>5,65</b>
Hacimli Karton	0,00	0,89	0,00	0	<b>0,22</b>
Plastik, Naylon	7,93	10,98	10,67	11,99	<b>10,39</b>
Cam	5,76	5,98	3,95	4,47	<b>5,04</b>
Metal	0,85	1,80	2,08	1,28	<b>1,5</b>
Park Bahçe Atıkları	0,00	0,00	0,00	0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	10,49	4,74	13,70	0,82	<b>7,44</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	9,05	7,12	11,47	7,62	<b>8,82</b>
TOPLAM	100	100	100	100	<b>100</b>

Giresun ili için karakterizasyon belirleme çalışmaları esnasında analizi yapılan bölgeden alınan organik maddenin nem içeriğini saptamak için numune alınmış, kargo ile OMÜ Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümüne gönderilmiş ve 105 °C de 24 saat bekletme ile çöp içerisindeki nem miktarı belirlenmiştir. Mevsimsel değişimler ve yıl ortalaması Tablo 8.11’de sunulmuştur.

**Tablo [8.11]:** Giresun İli Atık Nem Değerleri

	<b>YAZ %</b>	<b>SONBAHAR%</b>	<b>KIŞ %</b>	<b>İLKBAHAR %</b>
Yüksek Gelir	%52,19	%70,73	%72,13	%79,04
Orta Gelir	%64,20	%52,61	%71,77	%50,34
Düşük Gelir	%75,63	%60,06	%76,63	%76,70
Çarşı Böl.	%70,33	%67,53	%67,16	%72,75
<b>ORTALAMA</b>	<b>%65,59</b>	<b>%62,74</b>	<b>%71,92</b>	<b>%69,71</b>
<b>İL BAZINDA YIL ORTALAMASI: 67,49</b>				

Giresun ili için karakterizasyon belirleme çalışmaları esnasında analizi yapılan bölgeden alınan organik maddenin alt ve üst kalorifik değerini belirlemek ayrıca karbon, azot ve fosfor içeriğini test edebilmek için ayrıca numune alınmış ve kargo ile OMÜ Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümüne gönderilmiştir. Laboratuvarımıza gönderilen örnek, Tübitak-MAM’a gönderilmeden önce 60 °C’de 3 gün boyunca kurutulmuş ve boyut küçültülmesi yapılmıştır.

**Tablo [8.12]:** Giresun İli Yaz Numunesi Analiz Sonuçları

YAZ			
<b>Parametre / Örnek</b>	<b>Evsel Katı Atık (Çöp)</b>		<b>Analiz Yöntemleri</b>
Toplam Fosfor (T.P. %)	0,253		Yaş yakma (iç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1</sup>	44,01		ASTM D 5373 - 14
Hidrojen (%) <sup>1</sup>	5,41		
Azot (%) <sup>1</sup>	2,49		
Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,07		
Kül (%) <sup>1</sup>	13,47		ASTM E 1755-01(Reapp.2007)
Oksijen (%) <sup>1</sup>	34,55		ASTM D 3176 - 15
<b>Parametre / Örnek</b>	<b>Ön İşlem görmüş Örnekte</b>	<b>Kuru Örnekte</b>	<b>Analiz Yöntemleri</b>
Nem (%) <sup>1</sup>	14,7	---	ASTM D 7582-15
Kül (%) <sup>1</sup>	11,49	13,47	ASTM E 1755-01 (Reapp.2007)
Uçucu Madde (%) <sup>1</sup>	64,35	75,44	ASTM D 7582-15

Sabit Karbon (%) <sup>1)</sup>	9,46	11,09	ASTM D 3172-13
Toplam Kükürt (%) <sup>1)</sup>	0,06	0,07	ASTM D 4239-14
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	3114	3746	ASTM D 5865-13 ISO 1928-09
Üst Isıl Değer(cal/g) <sup>1)</sup>	3430	4021	ASTM D 5865-13

**Tablo [8.13]:** Giresun İli Sonbahar Numunesi Analiz Sonuçları

SONBAHAR				
Parametre / Örnek	Eysel Katı Atık (Çöp)			Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	1350			Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1)</sup>	47,39			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1)</sup>	5,84			
Azot (%) <sup>1)</sup>	1,57			
Parametre / Örnek	Ön İşlem görmüş Örnekte	Hava Kuru Bazda	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1)</sup>	27,88	15,43	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1)</sup>	8,67	10,17	12,02	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1)</sup>	55,62	65,23	77,13	EN 15148-2009 E
Sabit Karbon (%) <sup>1)</sup>	0	0	0	---
Toplam Kükürt (%) <sup>1)</sup>	0,29	0,34	0,4	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	2941	3544	4291	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	3302	3872	4578	EN 14918-2009 E

**Tablo [8.14]:** Giresun İli Kış Numunesi Analiz Sonuçları

KIŞ				
Parametre / Örnek	Eysel Katı Atık (Çöp)			Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	3040			Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1)</sup>	34,41			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1)</sup>	4,16			
Azot (%) <sup>1)</sup>	2,03			
Parametre / Örnek	Ön İşlem görmüş Örnekte	Hava Kuru Bazda	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1)</sup>	3,56	2,59	--	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1)</sup>	41,04	41,46	42,56	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1)</sup>	63,86	64,50	66,21	EN 15148-2009 E



Toplam Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,28	0,28	0,29	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	2365	2394	2473	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	2382	2608	2677	EN 14918-2009 E

**Tablo [8-15]:** Giresun İli İlkbahar Numunesi Analiz Sonuçları

İLKBAHAR				
Parametre / Örnek	Evsel Katı Atık (Çöp)			Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	2115			Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1</sup>	46,56			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1</sup>	6,11			
Azot (%) <sup>1</sup>	2,36			
Parametre / Örnek	Ön İşlem Görmüş Örnekte	Hava Kuru Bazda	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1</sup>	4,57	3,55	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1</sup>	7,88	7,96	8,25	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1</sup>	72,62	73,40	76,09	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,13	0,13	0,13	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	3966	4014	4182	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	4278	4323	4482	EN 14918-2009 E

## 8.6. Değerlendirme

Temmuz 2016- Nisan 2017 ayları arasında dört mevsimi kapsayan şekilde yapılan karakterizasyon çalışmaları Tablo 8.10'da sunulmuştur. Mevsimlerin ortalaması ise yıllık ortalama kompozisyon olarak Şekil 8.1'de verilmektedir.



**Şekil [8.1]** Giresun İli Ortalama Atık Kompozisyonu

Atıkların karakterizasyonu yapılırken, ayrı ele alınması gereken 3 ana başlık vardır: Biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atıklar. Biyobozunur atıklar, biyolojik süreçlerle mikroorganizmalar veya enzimleri tarafından ayrıştırılabilen atıklara verilen isimdir. Geri kazanılabilir atıklar, ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılan atıklar olarak ikiye ayrılır.

Biyobozunur faktör, atık içerisindeki biyoparçalanabilir kısmı ifade etmektedir. Örneğin, mutfak atıklarının biyobozunur faktörü 1,0'dir. Bu değer mutfak atıklarının %100 parçalanabilir olduğunu ifade etmektedir. Kâğıt atıklarının %40'ünün biyobozunur olduğu, %60'ünün ise geri kazanılabilir atık olduğu kabul edilmiştir. Plastik atıkların ise %70'inin geri kazanılabilir olduğu, %30'unun ise enerji kazanmada kullanılabileceği öngörülmektedir. Cam atıkların ise %90'ının geri kazanılabilir olduğu %10'unun inert olduğu düşünülmektedir.

Biyobozunur atıklar için Tablo 8.16'da ambalaj atıkları için Tablo 8.17'de, enerji geri kazanımına uygun atıklar için Tablo-8.18'de, düzenlenmiştir.

**Tablo [8.16]:** Biyobozunur atık oranları

<b>BİYOBOZUNUR ATIKLAR</b>	
<b>Mutfak Atıkları</b>	55,28
<b>Kâğıt+Karton+ Hacimli karton</b>	4,61
<b>Park-Bahçe Atıkları</b>	0

<b>Diğer Yanabilir</b>	<b>8,82</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>68,71</b>

**Tablo [8.17]:** Ambalaj atık oranları

<b>AMBALAJ ATIKLARI</b>	
<b>Kâğıt-Karton+Hacimli Karton</b>	<b>6,92</b>
<b>Plastik+Naylon</b>	<b>7,27</b>
<b>Cam</b>	<b>4,54</b>
<b>Metaller</b>	<b>1,50</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>20,23</b>

**Tablo [8.18]:** Enerji geri kazanımına uygun atık

<b>ENERJİ</b>	
<b>Plastik+Naylon</b>	<b>3,12</b>
<b>Diğer Yanabilir</b>	<b>8,82</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>11,94</b>

Atığın içinde en yüksek yüzdeye sahip kısım olan biyobozunur atıklar, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişiklik göstermesi ile azalma eğilimindedir. Aynı sebepten dolayı ambalaj atıklarının yüzdesel dağılımında ise artış beklenmektedir. Bertaraf değerlendirmesi yapılırken bu durum göz önüne alınmalıdır.

Giresun İlinde düzenli depolama tesisi bulunmamaktadır. İl Merkezinde toplanan atıklar vahşi depolama alanlarına terkedilmektedir. Tablo [8.10]'de yapılan katı atık projeksiyonuna göre 2017 yılı için öngörülen katı atık miktarı 197921,16 ton iken bu miktarın 2038'de 453844,89 tona ulaşması beklenmektedir. Kümülatif olarak 2017 yılından 2038 yılına kadar toplanacak olan çöp miktarı 6.818.892,14 ton olarak öngörülmektedir. Giresun ilinde mevcut düzenli depolama tesisi bulunmamaktadır. Bu durumda ilin atıklarını bertaraf edecek entegre bir atık yönetim sisteminin yürürlüğe konması ve en kısa sürede öncelikle düzenli depolama tesisi planlanması ve geri kazanma çalışmalarının yapılarak atık yönetimi planlanmalıdır.

Giresun il sınırlarında oluşan ambalaj atıkları için herhangi bir Ambalaj Atığı Geri Kazanım Tesisi bulunmamaktadır. Ambalaj atıklarına yönelik kaynakta ayırma ve geri kazanma ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Giresun İli için yapılan karakterizasyon çalışmasında toplam ambalaj atığı oranı toplamda %20,23 civarındadır. Tablo 8.5' de yapılan projeksiyonda 2017 yılı 197921,16 ton atığın 40.040 tonu ambalaj atığı olacağı düşünülmektedir. Giresun İli

için evsel atığın içerisindeki ambalaj atıklarının ve organik atıkların ayrıştırılması ve işlenmesi için düşünülen sistemler ise aşağıdadır.

#### **8.6.1. Atık Ayrıştırma**

Giresun İl'inde ambalaj atıkları kaynağında ayrıldığı takdirde günde ortalama 110 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden büyük boyutlu bir ayırma tesisi gerekecektir. Bu tesisin Giresun il sınırları içerisinde olması nakliye yönünden daha ekonomik olacaktır. Giresun İli merkezi ve bütün ilçelerinde geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrıştırılması oturtulmalı ve ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması yüzdesi ilk yıllarda %50 sonraki yıllarda %90 oranlarına ulaştırılmalıdır.

Yerleşim yerlerinde Atık Getirme Merkezlerinin kurulması ve bu işlemin 2023 yılına kadar tamamlanmalıdır. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı toplama ayırma tesislerinde ayrıştırılması sağlanmalıdır.

#### **8.6.2. Atık Getirme Merkezi**

Atık getirme merkezleri; geri kazanılabilir atıkların diğer atıklarla karıştırılmadan kaynağında ayrı toplanmasını sağlamak ve bu nitelikteki atıkların geri kazanım ve/veya bertarafa gönderilmek üzere bırakılabileceği yerlerdir. Teknik özellikler bakımından atık getirme merkezlerinin erişilebilir olması, zeminlerinin sızdırmaz olması, yönlendirici işaretlerin bulunması, yangın tedbirlerinin alınması, atıkların ayrı ve uygun biriktirme ekipmanlarında toplanması, yağ kontaminasyonu için adsorban ve çözücü malzemelerin bulunması gibi kriterleri sağlaması gerekmektedir.

Bu amaçla Atık Getirme Merkezi Tebliği 31 Aralık 2014 tarih ve 29222 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu merkezler mevcut toplama sistemlerini desteklemek üzere bilinçli tüketicilerin geri kazanılabilir atıklarını bırakabilecekleri yerler olarak tasarlanmaktadır. . Tebliğe göre Giresun İli III. Kademe Belediye olarak tanımlanmakta ve 2018 yılı sonuna kadar Atık Getirme Merkezlerinin kurulumunun tamamlanması gerekmektedir. İlçe belediyeleri bazında kurulması gereken toplam tesis sayısı 16 dır.

#### **8.6.3. Kompost Tesisi**

İl genelinde açığa çıkan ve depolama sahasında bertaraf edilmelerine izin verilmeyen biyobozunabilir atıkların geri kazanımları amacıyla kompost üretiminde kullanımları öngörülmüştür. 2017 yılında Giresun İlinde yılda 197.921 ton atık içerisinde 135.992 ton biyobozunabilir atık üretileceği hesaplanmıştır. Bu atığın %50'sinin kompost tesisinde

değerlendirilmesi durumunda 67.996 ton/yıl kapasiteye sahip bir tesis kurmak gerekmektedir. Tamamı kompost haline getirilmek istenildiğinde 135.992 ton/yıl kapasiteli bir kompost tesisine ihtiyaç duyulacaktır. Yıl bazında biyobozunur atık miktarı takip edilerek tesis kapasitesi arttırılabilir.

Organik esaslı katı atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılması suretiyle üretilen ve toprak iyileştirici olarak kullanılan kompostun ilk yatırım ve işletme maliyeti oldukça fazladır. Ayrıca, 08.06.2010 tarih ve 27605 sayılı Resmî Gazete 'de yayınlanmış olan "Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik" te arıtma tesisi çamurunun fazla miktarda ağır metal içermesi nedeniyle tarım arazilerinde kompost olarak kullanılamayacağı belirtilmiştir. Bu nedenle katı atıktan tarımda kullanılacak kompost üretilmek isteniliyorsa katı atığa atıksu arıtma tesisi çamuru karıştırmamak gerekmektedir.

Kompost sistemleri işletilmesi bakımında birçok parametrenin en uygun şartlar altında tutulması gereken proseslerden birisidir. Kompostlama işlemine sıcaklık, pH, dane boyutu, su muhtevası, havalandırma (Oksijen konsantrasyonu), karıştırma gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında C/N/P oranı uygun gözükmesine rağmen atığın ortalama su muhtevası kompostlama yapmak için uygun düzeyin üzerindedir. Çok az nem kompost sürecini yavaşlatırken çok fazla nem anaerobik şartların oluşmasını ve koku problemine yol açmaktadır. Giresun ili için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan veriler ışığında yıllık ortalama sıcaklığın 14,3 °C dir. Kompostlama sisteminin düzgün işletilmesi için sıcaklığın istenilen düzeyde tutulabilmesi gerekmektedir. Giresun ili ortalama sıcaklık ve kış aylarının çok soğuk geçmemesi bakımından kompostlama prosesi için uygun iklim şartlarını taşımaktadır.

Kompostlama yapabilmek için atık içeriğindeki Karbon Azot ve Fosfor değerlerine bakmak gerekir. Tübitak MAM'a yaptırılan analizler yukarıda tablolar halinde verilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise aşağıda Tablo 13'de verilmektedir. Kompost tesisinin iyi işletilebilmesi için C/N/P oranının 300/5/1 olması gerekmektedir. Aşağıda tablodaki değerleri oranladığımızda 191/9,33/1 bulunmaktadır. Bu değerler azot miktarı fazla olsa da kompostlama yapabilmek için uygundur. Kompost sistemleri kurulması uygun olacaktır.

**Tablo [8.19]:** Giresun ili Elementel Analiz Sonuçları Yıllık Ortalaması

	%
%Karbon	43,09
%Azot	2,11

%Fosfor	0,226
---------	-------

#### 8.6.4. Biyometanizasyon

Katı atığın içindeki organik maddelerin oksijensiz ortamda (anaerobik) çürütüldüğü ve bu esnada biyogazın üretildiği işleme biyometanizasyon adı verilmektedir. Bu işlem için önce katı atığı tamburdan geçirerek içindeki inert maddeler (kum, çakıl ve kül) ayrılır, geri kalan atık içinden plastik, kâğıt, cam ve metal ayrılır. Ayırma işleminden çıkan atığın çoğu organik maddedir. Bu organik atık parçalanarak boyutu 0-30 mm boyuta indirgenir. Parçalanmış organik atık bir dengeleme havuzuna boşaltılır ve su ile 1/3 (katı/su) oranında karıştırılır. Su-atık karışımı daha sonra anaerobik biyometanizasyon tesisine nakledilir. Karışım burada genel olarak 60 günlük bir bekletme süresi ile bekletilir. Bu durum devasa büyüklükte biyometanizasyon (biyogaz) tesisi inşa etmeyi gerektirmektedir. Biyometanizasyon tesislerinde karşılaşılan diğer bir problem tesisten dışarı atılan su-atık karışımının nasıl bertaraf edileceğidir. Karışım separatörden geçirildikten sonra organik kısımdan kaliteli organik gübre üretmek mümkündür (katı atığa arıtma tesisi çamuru karıştırılmamışsa), ayrılan su tekrar biyogaz tesisinde kullanılabilir.

Genel olarak katı atık düzenli depolama tesisi içine döşenen gaz drenaj boruları ile çekilen gazdan enerji üretme yolu seçilmektedir. Bu şekilde hem çöp depolama sahasında patlamaya karşı önlem alınmış olur, hem küresel ısınma potansiyeli yüksek olan metan gazının (karbondioksit göre metanın küresel ısınma potansiyeli 23 kat daha fazladır ve yakılarak metanın küresel ısınmaya etkisi 1/23'e indirilmiş olur) küresel ısınma etkisi azaltılmış olur ve hem de metan yakılarak enerji üretilir.

Örnek olarak Samsun-Avdan Enerjinin Samsun katı atık düzenli depolama sahasına kurmuş olduğu 1800 m<sup>3</sup> hacme sahip biyometanizasyon tesisi verilebilir. Bu tesis Samsun BB sınırları içinde toplanan katı atığın içindeki organik atıkların çok az bir kısmını (20 ton/gün) kullanabilmektedir. Katı atık düzenli depolama sahasına her gün yaklaşık 400 ton biyobozunabilir atık geldiği düşünülürse, bu atığın tamamı için yaklaşık 36.000 m<sup>3</sup>'lük bir biyometanizasyon tesisine ihtiyaç olacaktır. Tamamı olmasa bile biyobozunur atıkların bir bölümünün bu yolla bertarafı ve hem enerji hem de madde geri kazanımı mümkün olabilecektir.

#### 8.6.5. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi

Atıktan türetilmiş yakıt (ATY) üretmek için önce katı atıklar 250-300 mm boyuta getirilir ve sonra içindeki metal ve organik atıklar ayrıştırılır. İnce kırıcıdan geçirilen organik atıklar (0-

30mm) özellikle çimento fabrikalarında ilave yakıt olarak kullanılabilir. Giresun İli civarında ATY üretiminin gerçekleştirildiği lisanslı tesis veya tesisler mevcut değildir. ATY üretilse bile bu yakıtı Giresun'da yakabilecek tesis mevcut değildir. Bu nedenle ilden kaynaklanan yanabilir özelliğe sahip atıkların ATY kapsamında değerlendirilebileceği bir tesisi planlamak bu aşamada önerilmemektedir.

#### 8.6.6. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma)

TÜBİTAK-MAM tarafından yapılan analizlerde Giresun İli atıklarının alt ve üst kalorifik değerlerinin yıllık ortalaması aşağıda tabloda verilmiştir. TÜBİTAK analizleri yapabilmek için ön işlem görmüş numune istemektedir. Bu nedenle analiz için 60 °C de 3 gün süre ile kurutulmuş ve parçalanmış numune analize gönderilmiştir. Tabloda orijinal örnek olarak belirtilen örnek ön işlem görmüş örnektir. Yaş olarak gönderildiğinde alt ve üst ısıl değerleri oldukça düşüktür. Yapmış olduğumuz bir çalışmada nemli katı atığın alt kalorifik değeri 1800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu durum nemli katı atığın kurutulması gerektiğini göstermektedir. Tablo 19'da görüldüğü gibi kuru katı atığın alt kalorifik değeri 4000 kcal/kg'a yakın ölçülmüştür.

Nemi alınmış katı atığın alt kalorifik değeri atığın yakılabilmesi için uygundur. Ancak atığın ön işlem görmesi gerekmektedir. Giresun İli katı atıklarının nem oranı %70'e yakındır. Yaş atığın ısıl değerleri yakma sistemlerinin verimli olması için yeterli durumda değildir. Bunun için ek enerji ihtiyacı mutlaka gerekli olacaktır. Atık ön işleminden geçirilerek yakma tesisine alınması gerekecektir.

**Tablo [8.20]:** Giresun ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması

	kcal/kg	
	Ön İşlem görmüş örnek	Kuru Örnek
Alt Isıl değer	3104	3673
Üst Isıl Değer	3348	3946

Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak %70-90 arasında kütleli azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir. Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle entegre olmak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı için emisyon

değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufta düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Atık teorik olarak ne kadar fazla organik madde içeriyorsa yanmak için o kadar uygundur. Giresun İli açısından atığın karakteristiği incelendiğinde organik madde miktarı toplam atığın %75,63'üne karşılık gelmektedir. Bu değer yakma tesisi için oldukça elverişlidir. Ancak bu değer içerisinde geri kazanılması mümkün olan Kâğıt atıkları da mevcuttur. Ayrıca, katı atığın yakılmadan önce neminin azaltılması gerekmektedir. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak işletilmesi zordur ve kalifiye personel ihtiyacı vardır. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak birçok işlemin bir arada kontrol edilmesi gereken sistemlerdir. Katı atık 700-800 °C'de tamamen yanıp küle/cürufa dönüşebilmektedir. Katı atık yakma tesisleri için müsaade edilen sıcaklık maksimum 1000° C'dir. Bu sıcaklıkta dioksin ve furan gazları problemi ortaya çıkması muhtemel olacaktır. Katı atıklara yakma işleminin verimli olması için iyi planlanmış ve oturmuş entegre atık yönetim sisteminin mevcut olması gerekmektedir. Mevcut durumda Giresun ili için yakma sistemi önerilmemiştir.

#### **8.6.7.Düzenli Depolama Tesis Kurulması**

Giresun İlinde kullanımda olan bir katı atık düzenli depolama tesisi mevcut değildir. Görele İlçesi Çavuşlu Beldesi sınırları içinde ve Giresun-Trabzon sahil yolundan 1 km. içeride konumlandırılmış bir katı atık düzenleme tesisi inşa edilmiştir. Tesis 179.287,63 m<sup>2</sup> yüzölçümü sahiptir ve bu alanın 10 ha'lık kısmına 3 ayrı lotta depolama alanlarının hücreler halinde inşa/işletilmesi planlanmıştır. Proje aşamasında Düzenli depolama sahasının kullanım ömrü 16 yıl ve depolama kapasitesi 1.720.000 m<sup>3</sup> olarak projelendirilmiştir. Fakat tesisin kullanımı Mahkeme kararı ile durdurulmuş vaziyettedir. Bu nedenle Giresun İli için atıkların bertaraf edileceği entegre bir atık yönetim sisteminin yürürlüğe konması ve en kısa sürede öncelikle düzenli depolama tesisi planlanması ve geri kazanma çalışmalarının yapılarak atık yönetimi planlanması gerekmektedir.

Çavuşlu Beldesi sınırları içinde kullanılmakta olan bir katı atık depolama tesisine modern olmayan usullerle katı atık depolanmasına ve bu tesisin önümüzdeki 10-15 yıl boyunca hizmet verebilecek kapasitede olmasına rağmen Giresun İli için bir Entegre Katı Atık Bertaraf Sistemi geliştirmek gerekmektedir. 2017-2038 yılları arası için toplam 6.818.892,14 ton katı atığı depolayabilecek özellikte olması gerekmektedir.



### **8.6.8. Aktarma Merkezi**

Giresun ilinde şu anda hiçbir aktarma istasyonu mevcut değildir. İl için bir katı atık düzenli depolama sahası inşa edildiğinde ilçeler için aktarma istasyonları da inşa edilmesi gerekecektir. Giresun ilindeki ilçelerin nüfusları düşüktür, fakat ilin dağlık ve ilçelerin dağınık olması nedeniyle birden fazla aktarma istasyonu yapmak gerekecektir. Bu aktarma istasyonlarının yerlerini belirleyecek faktörlerden biri düzenli depolama yerinin yerleşim yerlerine göre pozisyonu olacaktır. Burada ilçelerin birbirine yakınlığı ve yol bağlantı durumu göz önüne alınarak aktarma istasyonlarının yerleri belirlenmiştir. Buna göre Bulancak, Giresun-merkez, Piraziz ve Keşap ilçeleri için bir adet, Espiye, Yağlıdere, Güce, Tirebolu ve Doğankent ilçeleri için bir adet, Görele, Eynesil ve Çanakçı ilçeleri için bir adet ve Dereli, Şebinkarahisar, Alucra ve Çamoluk ilçeleri için bir adet olmak üzere toplam dört (4) adet aktarma istasyonu inşa etmek uygun olacaktır.

### **8.7. Sonuç**

Giresun İli katı atıkları için yapılan değerlendirme sonucu, öncelikli olarak İlde entegre bir atık yönetim sistemi oluşturulmalıdır. Bu sistem öncelikle kaynakta ayırma ile geri kazanılabilen atıkların ayrıştırılması ve ekonomiye kazandırılması gerekmektedir. Bunun için de ilde lisanslı atık toplama ve işleme tesislerinin kurulmalıdır. Geri kalan atıklar içerisinde organik atıkların mümkün olduğunca kompostlaştırılması sağlanmalıdır. Değerlendirilemeyen atıkların da düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesi uygun olacaktır.

## **9. TRABZON İLİ ATIK KARAKTERİZASYONU VE BERTARAF MODEL ARAŞTIRMALARI**

### **9.1. Trabzon İli Nüfus Verileri**

Trabzon nüfusu 2016 yılına göre 779.379'dir. Bu nüfusun %100'ü değişen Büyükşehir Kanunu sebebiyle şehir ve ilçe merkezlerinde yaşamaktadır. Bu nüfus, 385.009 erkek ve 394.370 kadından oluşmaktadır. Yüzde olarak ise: %49,40 erkek, %50,60 kadındır. Trabzon ilinde 2015-2016 yılı arasında nüfus artış hızı binde 1,43; nüfus yoğunluğu 167 kişi/km<sup>2</sup>'dir. Trabzon'da nüfusun yarıya yakını Ortahisar (Merkez) ilçesinde ve yarıdan fazlası Ortahisar ile Akçaabat ilçelerinde yaşamaktadır. İl, 2010 yılından itibaren eksi büyüme hızıyla genel

itibarıyla göç veren bir il olmasına karşılık, 2013 yılından itibaren nüfus artışı sağlanmıştır. İl, nüfus büyüklüğü açısından 2015 yılına göre 28. sıradadır.

Trabzon'un ilçelere göre nüfus dağılımları ve yerleşim nüfuslarının toplam nüfusa oranları Tablo 9.1'de verilmiştir.

**Tablo [9.1]** Trabzon İlçelerinin 2016 yılı nüfus verileri (TÜİK, 2017)

İlçe	İlçe Nüfusu	Genel Nüfus Yüzdesi
Ortahisar	327.701	% 42,05
Akçaabat	119.463	% 15,33
Araklı	47.334	% 6,07
Of	40.914	% 5,25
Yomra	36.365	% 4,67
Arsin	27.712	% 3,56
Vakfıkebir	26.788	% 3,44
Sürmene	25.833	% 3,31
Maçka	23.357	% 3,00
Beşikdüzü	21.666	% 2,78
Çarşıbaşı	15.149	% 1,94
Tonya	14.471	% 1,86
Düzköy	14.059	% 1,80
Çaykara	12.672	% 1,63
Şalpazarı	10.978	% 1,41
Hayrat	6.923	% 0,89
Köprübaşı	4.444	% 0,57
Dernekpazarı	3.550	% 0,46
<b>TOPLAM</b>	<b>779.379</b>	<b>%100</b>

**Tablo [9.2]:** Trabzon ili yıllara göre nüfus dağılımı ve nüfus artış hızı tablosu

Yıllar	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Trabzon	748.982	765.127	763.714	757.353	757.898	758.237	766.782	768.417	779.379
Nüfus Artış Hızı	%1,14	%2,16	% -0,18	% -0,83	%0,07	%0,04	%1,13	%0,21	%1,43

Trabzon ilinin, 2010-2014 döneminde aldığı ve verdiği göç istatistikleri Tablo 9.3'de görülmektedir.

**Tablo [9.3]:** Trabzon ili 2008-2014 dönemi göç istatistikleri

Yıl	TRABZON NÜFUSU	ALDIĞI GÖÇ	VERDİĞİ GÖÇ	NET GÖÇ	NET GÖÇ HIZI (%)
2014	766.782	31.847	29.741	2.106	2,75
2013	758.237	25.115	29.988	-4.873	-6,43
2012	757.898	21.864	25.478	-3.614	-4,77
2011	757.353	24.858	38.446	-13.588	-17,94
2010	763.714	29.130	36.546	-7.416	-9,71

## 9.2.Trabzon İli Nüfus Projeksiyonu

Bir yerleşim yerinde oluşan katı atık miktarının, o yerleşim yerinin nüfusuna bağlı olarak değişim göstermesi nedeniyle öngörülen katı atık yönetiminin uygulanabilirliğinin devamı için geleceğe yönelik nüfus projeksiyonunun dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Gelecek yıllarda oluşacak katı atık miktarının belirlenmesinde temel oluşturacak nüfus değerlerinin belirlenmesinde birçok metot uygulanabilmektedir. Geçmiş yılların nüfus verileri için kaynak olarak TÜİK nüfus verileri kullanılmıştır. Bu çalışmada gelecek nüfus tahminleri İller Bankası metotları ile hesaplanmıştır. Nüfus artış hızı değişken olması nedeni ile nüfus hesabında sabit artış yöntemi kullanılarak (nüfus artış hızı 1 alınmıştır) 20 yıl için nüfus değerleri hesaplanmıştır.

**Tablo [9.4]:** Trabzon ili İller Bankası Yöntemine Göre Nüfus Projeksiyonu

Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI (KİŞİ)	Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI (KİŞİ)
2017	787.173	2028	878.224
2018	795.045	2029	887.006
2019	802.995	2030	895.876
2020	811.025	2031	904.835
2021	819.135	2032	913.883
2022	827.327	2033	923.022
2023	835.600	2034	932.252

2024	843.956	2035	941.575
2025	852.395	2036	950.990
2026	860.919	2037	960.500
2027	869.528	2038	970.105

### 9.3. Trabzon İli Evsel Katı Atık Yönetimi

Trabzon İl genelindeki bütün İlçe Belediyeleri ile Büyükşehir Belediyesi Trabzon ve Trabzon İlleri Katı Atık Birliği (Trab-Ri-Kab) ne üyedir. Belediyeler kendi mücavir alanları içerisinde topladıkları belediye atıkları Birliğe ait transfer istasyonlarına kadar taşımakla yükümlüdürler.

Birlik kuruluş aşamasında Trabzon'a bağlı 21 belediye ve Trabzon iline bağlı 4 belediye ile Trabzon Özel idaresinde oluşan 25 mahalli İdare biriminden oluşmakta idi. Birliğin genişleme projesi doğrultusunda Trabzon iline ait tüm belediyeler ile Trabzon iline ait 11 belediye ve Trabzon Özel İdaresi olmak üzere birlik üye sayısı 88 'e ulaşmıştır. Birliğe bağlı 3 aktarma istasyonu kurulmuştur. Trabzon Deliklitaş Aktarma İstasyonu, Of Akatarma İstasyonu ve Çarşıbaşı Aktarma İstasyonu. Günlük toplanan çöpün %60'ı Trabzon Aktarma İstasyonundan taşınırken %30 Of Aktarma İstasyonundan %10'u ise Çarşıbaşı Aktarma istasyonundan taşınmaktadır.

Trabzon ilinde bütün belediye atığı belediyeler tarafından toplanmış ve Birliğe ait aktarma istasyonlarına getirilerek bertaraf edilmek üzere Sürmene İlçesi, Çamburnu Mahallesi Kutlular Mevkii'nde bulunan düzenli depolama sahasına ulaştırılmaktadır. Trabzon ilinde Kutlular düzenli depolama sahasının işletmeye açılmasıyla birlikte eski vahşi döküm sahaları rehabilite edilerek kapatılmıştır.

### 9.4.Trabzon İli Katı Atık Miktar Projeksiyonu

Trabzon için 2014 yılı TÜİK verileri dikkate alınarak yapılan katı atık projeksiyon hesaplamalarında kullanılan kişi başına günlük katı atık üretimi miktar 0,67 (kg/kişi\*gün) olarak belirtilmiştir. Yıllık katı atık miktar artışı %3 olacağı düşünülerek atık miktar projeksiyonu yapılmıştır.

**Tablo [9.5]:** Trabzon ili Evsel Atık Projeksiyonu

Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI	Kişi Başına Düşen Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	Ton/yıl
2017	787.173	0,73	209.742,25
2018	795.045	0,75	217.643,57
2019	802.995	0,77	225.681,75
2020	811.025	0,79	233.859,06
2021	819.135	0,81	242.177,26
2022	827.327	0,83	250.638,71
2023	835.600	0,86	262.294,84
2024	843.956	0,88	271.078,67
2025	852.395	0,91	283.123,00
2026	860.919	0,94	295.381,31
2027	869.528	0,97	307.856,39
2028	878.224	1,00	320.551,76
2029	887.006	1,03	333.469,96
2030	895.876	1,06	346.614,42
2031	904.835	1,09	359.988,61
2032	913.883	1,12	373.595,37
2033	923.022	1,15	387.438,48
2034	932.252	1,18	401.520,94
2035	941.575	1,22	419.283,35
2036	950.990	1,26	437.360,30
2037	960.500	1,30	455.757,25
2038	970.105	1,34	474.478,36
		TOPLAM	7.109.535,54

### 9.5. Trabzon ili Katı Atık Kompozisyonu

Katı atık karakterizasyonu mevsime, bölgeye, sosyo ekonomik duruma göre değişiklik göstermektedir. Trabzon İli katı atık karakterizasyonu belirlenirken mevsimsel değişimler göz önüne alınmış ve yılda 4 kez her mevsimi temsil edecek şekilde bölgeye gidilmiş ve analiz yapılmıştır. Trabzon sosyo ekonomik yönden Yüksek gelir düzeyli yerleşim yeri olarak Beşirli Mahallesinden, orta gelir düzeyli yerleşim yeri olarak Pelitli Mahallesinden ve düşük gelir düzeyli yerleşim yeri olarak Yeşilova-Uğurlu Mahallesinden numune alınarak karakterizasyon yapılmıştır.

Karakterizasyon çalışmaları aktarma istasyonu alanında gerçekleştirilmiş, belirlenen bölgelerden alana getirilen katı atıklardan tesadüfi örnekleme ile numune alınmış, karıştırıldıktan sonra 4'e ayrılmış ve yaklaşık 25-30 kg numune alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. Mevsimsel ve tüm yıl ortalaması Tablolar halinde sunulmuştur. Değerlendirmede yıl ortalama sonuçları kullanılmıştır.

**Tablo [9.6]** Trabzon İli Yaz Dönemi Atık Karakterizasyonu

Atık Bileşeni (YAZ)	Yüksek gelir % Beşirli	Orta Gelir % Pelitli	Düşük Gelir % Yeşilova	YAZ DÖNEMİ ORT. %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	%55.3	%61.2	%49.2	<b>55.23</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	%0.83	%0.4	%3.8	<b>1.68</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	%4.5	%5.3	%4.2	<b>4.67</b>
Hacimli Karton	%7.3	%5.7	%5.1	<b>6.03</b>
Plastik, Naylon	%3.2	%4.9	%3.1	<b>3.73</b>
Cam	%2.4	%3.1	%9.4	<b>4.97</b>
Metal	%3.27	%3.1	%1.1	<b>2.49</b>
Park Bahçe Atıkları	%1.8	%0	%3.0	<b>1.60</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	%12.1	%9.0	%14.0	<b>11.70</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	%9.3	%7.3	%7.1	<b>7.90</b>
TOPLAM	100	100	100	<b>100</b>

**Tablo [9.7]** Trabzon İli Sonbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu

Atık Bileşeni (SONBAHAR)	Yüksek gelir % Beşirli	Orta Gelir % Pelitli	Düşük Gelir % Yeşilova	SONBAHAR ORT. %
Mutfak Atıkları (Yemek, Sebze Meyve vb.)	%52.7	%64.5	%53.1	<b>56,77</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	%4.4	%2.5	%3.9	<b>3,6</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	%4.3	%6.4	%5	<b>5,23</b>
Hacimli Karton	%4.5	%5.6	%3.6	<b>4,57</b>

Plastik	%6.1	%4.5	%2.6	<b>4,4</b>
Naylon Poşet	%4.9	%3.2	%4.9	<b>4,3</b>
Cam	%1.8	%5.3	%7.9	<b>5</b>
Metal	%1.3	%0	%0	<b>0,46</b>
Park Bahçe Atıkları	%0	%0	%0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	%11.1	%4.6	%10.4	<b>8,7</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	%8.9	%3.4	%8.6	<b>6,97</b>
TOPLAM	100	100		<b>100</b>

**Tablo [9.8]:** Trabzon İli Kış Dönemi Atık Karakterizasyonu

Atık Bileşeni (KİŞ)	Yüksek gelir % Beşirli	Orta Gelir % Pelitli	Düşük Gelir % Yeşilova	<b>KİŞ ORT. %</b>
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	%51,1	%63,2	%52,7	<b>55,67</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	%3,7	%2,4	%5,8	<b>3,97</b>
Karton (Süt, Meyve suyu Kutusu)	%4,2	%2,7	%3,5	<b>3,47</b>
Hacimli Karton	%3,3	%3,3	%2,6	<b>3,07</b>
Plastik	%4,1	%2,6	%2,1	<b>2,93</b>
Naylon Poşet	%4,0	%2,4	%5,5	<b>3,97</b>
Cam	%5,2	%2,8	%6,1	<b>4,7</b>
Metal	%3,4	%2,0	%1,2	<b>2,2</b>
Park Bahçe Atıkları	%0,82	%0	%0	<b>0,27</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	%12,1	%10,3	%12,0	<b>11,47</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	%8,1	%8,3	%8,5	<b>8,3</b>
TOPLAM	100	100	100	<b>100</b>

**Tablo [9.9]** Trabzon İli İlkbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu

Atık Bileşeni (İLKBAHAR)	Yüksek gelir % Beşirli	Orta Gelir % Pelitli	Düşük Gelir % Yeşilova	<b>İLKBAHAR ORT. %</b>
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	%61,0	%67,3	%55,3	<b>61,4</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	%5,0	%1,9	%6,1	<b>4,33</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	%2,8	%2,5	%3,2	<b>2,83</b>
Hacimli Karton	%2,0	%2,7	%4,0	<b>2,9</b>

Plastik	%3,1	%1,8	%1,8	<b>2,24</b>
Naylon Poşet	%1,0	%2,2	%2,8	<b>2,0</b>
Cam	%2,9	%2,8	%3,7	<b>3,13</b>
Metal	%3,3	%1,7	%2,8	<b>2,6</b>
Park Bahçe Atıkları	%0	%0	%0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	%10,1	%9,1	%10,2	<b>9,8</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	%8,8	%7,4	%10,1	<b>8,77</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>%100</b>	<b>100</b>

**Tablo [9.10]:** Trabzon İli Atık Kompozisyonu

<b>Atık Bileşeni</b>	<b>YAZ %</b>	<b>SONBAHAR %</b>	<b>KIŞ %</b>	<b>İLKBAHAR %</b>	<b>ORTALAMA %</b>
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	55,23	56,77	55,67	61,4	<b>57,27</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	1,68	3,6	3,97	4,33	<b>3,4</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	4,67	5,23	3,47	2,83	<b>4,05</b>
Hacimli Karton	6,03	4,57	3,07	2,9	<b>4,14</b>
Plastik	3,73	4,4	2,93	2,24	<b>3,32</b>
Naylon Poşet	0	4,3	3,97	2,0	<b>2,56</b>
Cam	4,97	5	4,7	3,13	<b>4,45</b>
Metal	2,49	0,46	2,2	2,6	<b>1,94</b>
Park Bahçe Atıkları	1,60	0	0,27	0	<b>0,47</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	11,70	8,7	11,47	9,8	<b>10,42</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	7,90	6,97	8,3	8,77	<b>7,98</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Trabzon ili için karakterizasyon belirleme çalışmaları esnasında nem içeriğini saptamak için numune alınmış, kargo ile OMÜ Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümüne gönderilmiş ve 105 °C de 24 saat bekleme ile çöp içerisindeki nem miktarı belirlenmiştir. Mevsimsel değişimler ve yıl ortalaması Tablo 9.11’de sunulmuştur.

**Tablo [9.11]:** Trabzon İli Atık Nem Değerleri

	<b>YAZ %</b>	<b>SONBAHAR%</b>	<b>KIŞ %</b>	<b>İLKBAHAR %</b>
Yüksek Gelir	%80,50	%81,94	%61,76	%75,51
Orta Gelir	%79,98	%72,10	%61,70	%64,21
Düşük Gelir	%52,26	%73,44	%69,24	%77,51
<b>ORTALAMA</b>	<b>%70,91</b>	<b>%75,83</b>	<b>%64,23</b>	<b>%72,41</b>
<b>İL BAZINDA YIL ORTALAMASI: 70,85</b>				



Trabzon ili için karakterizasyon belirleme çalışmaları esnasında analizi yapılan bölgeden alınan organik maddenin alt ve üst kalorifik değerini belirlemek ayrıca karbon, azot ve fosfor içeriğini test edebilmek için ayrıca numune alınmış ve kargo ile OMÜ Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümüne gönderilmiştir. Laboratuvarımıza gönderilen örnek, Tübitak-MAM'a gönderilmeden önce 60°C'de 3 gün boyunca kurutulmuş ve boyut küçültülmesi yapılmıştır.

**Tablo [9.12]: Trabzon İli Yaz Numunesi Analiz Sonuçları**

YAZ			
Parametre / Örnek	Trabzon Evsel Katı Atık (Çöp)		Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. %)	0,32		Yaş yakma (iç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1)</sup>	48,2		ASTM D 5373 - 14
Hidrojen (%) <sup>1)</sup>	6,21		
Azot (%) <sup>1)</sup>	2,97		
Kükürt (%) <sup>1)</sup>	0,11		
Kül (%) <sup>1)</sup>	4,59		ASTM E 1755-01(Reapp.2007)
Oksijen (%) <sup>1)</sup>	37,93		ASTM D 3176 - 15
Parametre / Örnek	Ön İşlem görmüş Örnekte	Kuru Örnekte	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1)</sup>	4,72	---	ASTM D 7582-15
Kül (%) <sup>1)</sup>	4,36	4,58	ASTM E 1755-01 (Reapp.2007)
Uçucu Madde (%) <sup>1)</sup>	74,63	78,32	ASTM D 7582-15
Sabit Karbon (%) <sup>1)</sup>	16,29	17,1	ASTM D 3172-13
Toplam Kükürt (%) <sup>1)</sup>	0,1	0,11	ASTM D 4239-14
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	4098	4328	ASTM D 5865-13 ISO 1928-09
Üst Isıl Değer(cal/g) <sup>1)</sup>	4404	4622	ASTM D 5865-13

**Tablo [9.13]: Trabzon İli Sonbahar Numunesi Analiz Sonuçları**

SONBAHAR				
Parametre / Örnek	Evsel Katı Atık (Çöp)		Analiz Yöntemleri	
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	1405		Yaş yakma (iç metot D.13.Y.01.76)	
Karbon (%) <sup>1)</sup>	45,62		CEN/TS 15104:2005 E	
Hidrojen (%) <sup>1)</sup>	5,27			
Azot (%) <sup>1)</sup>	1,18			
Parametre / Örnek	Ön İşlem görmüş Örnekte	Hava Kuru Bazda	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri

Nem (%) <sup>1'</sup>	7,63	3,83	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1'</sup>	6,35	6,61	6,87	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1'</sup>	65,82	68,53	71,26	EN 15148-2009 E
Sabit Karbon (%) <sup>1'</sup>	0	0	0	---
Toplam Kükürt (%) <sup>1'</sup>	0,13	0,14	0,15	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1'</sup>	3480	3646	3813	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1'</sup>	3761	3916	4072	EN 14918-2009 E

**Tablo [9.14]:** Trabzon İli Sonbahar Numunesi Analiz Sonuçları

KIŞ				
Parametre / Örnek	Eysel Katı Atık (Çöp)			Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	2613			Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1'</sup>	46,73			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1'</sup>	6,11			
Azot (%) <sup>1'</sup>	2,49			
Parametre / Örnek	Ön İşlem görmüş Örnekte	Hava Kuru Bazda	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1'</sup>	5,26	3,40	--	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1'</sup>	10,99	11,21	11,60	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1'</sup>	71,7	73,12	75,68	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>1'</sup>	0,21	0,21	0,22	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1'</sup>	3738	3822	3976	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1'</sup>	4051	4131	4276	EN 14918-2009 E

**Tablo [9.15]:** Trabzon İli İlkbahar Numunesi Analiz Sonuçları

İLKBAHAR				
Parametre / Örnek	Eysel Katı Atık (Çöp)			Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	3233			Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1'</sup>	44,53			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1'</sup>	5,97			
Azot (%) <sup>1'</sup>	2,17			

Parametre / Örnek	Ön İşlem Görmüş Örnekte	Hava Kuru Bazda	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1'</sup>	4,03	3,98	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1'</sup>	7,32	7,33	7,63	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1'</sup>	73,54	73,58	76,63	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>1'</sup>	0,12	0,12	0,13	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1'</sup>	3691	3693	3869	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1'</sup>	3995	3997	4162	EN 14918-2009 E

## 9.6. Değerlendirme

Temmuz 2016- Nisan 2017 ayları arasında dört mevsimi kapsayan şekilde yapılan karakterizasyon çalışmaları Tablo 9.10'da sunulmuştur. Mevsimlerin ortalaması ise yıllık ortalama kompozisyon olarak Şekil 9.1'de verilmektedir.



Şekil [9.1] Trabzon İli Ortalama Atık Kompozisyonu

Atıkların karakterizasyonu yapılırken, ayrı ele alınması gereken 3 ana başlık vardır: Biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atıklar. Biyobozunur atıklar, biyolojik süreçlerle mikroorganizmalar veya enzimleri tarafından ayrıştırılabilen atıklara verilen isimdir. Geri kazanılabilir atıklar, ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılan atıklar olarak ikiye ayrılır.

Biyobozunur faktör, atık içerisindeki biyoparçalanabilir kısmı ifade etmektedir. Örneğin, mutfak atıklarının biyobozunur faktörü 1,0'dir. Bu değer mutfak atıklarının %100 parçalanabilir

olduğunu ifade etmektedir. Kâğıt atıklarının %40'ünün biyobozunur olduğu, %60'ünün ise geri kazanılabilir atık olduğu kabul edilmiştir. Plastik atıkların ise %70'ünün geri kazanılabilir olduğu, %30'unun ise enerji kazanmada kullanılabileceği öngörülmektedir. Cam atıkların ise %90'ının geri kazanılabilir olduğu %10'unun inert olduğu düşünülmektedir. Biyobozunur atıklar için Tablo 9.16'da, ambalaj atıkları için Tablo 9.17'de, enerji geri kazanımına uygun atıklar için Tablo-9.18'de, düzenlenmiştir.

**Tablo [9.16]:** Biyobozunur atık oranları

<b>BİYOBOZUNUR ATIKLAR</b>	
<b>MutfakAtıkları</b>	57,27
<b>Kâğıt+Karton+ Hacimli karton</b>	4,64
<b>Park-BahçeAtıkları</b>	0,47
<b>DiğerYanabilir</b>	7,98
<b>TOPLAM</b>	<b>70,36</b>

**Tablo [9.17]:** Ambalaj atık oranları

<b>AMBALAJ ATIKLARI</b>	
<b>Kâğıt-Karton+Hacimli Karton</b>	6,95
<b>Plastik+Naylon</b>	4,12
<b>Cam</b>	4,01
<b>Metaller</b>	1,94
<b>TOPLAM</b>	<b>17,02</b>

**Tablo [9.18]:** Enerji geri kazanımına uygun atık

<b>ENERJİ</b>	
<b>Plastik+Naylon</b>	1,76
<b>Diğer Yanabilir</b>	7,98
<b>TOPLAM</b>	<b>9,74</b>

Atığın içinde en yüksek yüzdeye sahip kısım olan biyobozunur atıklar, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişiklik göstermesi ile azalma eğilimindedir. Aynı sebepten dolayı ambalaj atıklarının yüzdesel dağılımında ise artış beklenmektedir. Bertaraf değerlendirmesi yapılırken bu durum göz önüne alınmalıdır.

Trabzon İli genelinde oluşan katı atığın büyük çoğunluğu toplanarak düzenli depolama alanına gönderilmektedir. 2016 yılında 199.140,7 ton atık toplanarak Sürmene-Çamburnu Kutlular

mevkiindeki katı atık düzenli depolama sahasında depolanmıştır. Mevcut sahada 2-3 yıl daha depolama yapılması planlanmakta olup, bu sırada yeni saha inşası tamamlanması düşünülmektedir.

Trabzon İl genelindeki bütün İlçe Belediyeleri ile Büyükşehir Belediyesi Trabzon ve Trabzon İlleri Katı Atık Birliğine (Trab-Ri-Kab) üyedir. Belediyeler kendi mücavir alanları içerisinde topladıkları belediye atıkları Birliğe ait transfer istasyonlarına kadar taşımakla yükümlüdürler. Birliğe bağlı 3 aktarma istasyonu kurulmuştur. Trabzon Deliklitaş Aktarma İstasyonu, Of Akatarma İstasyonu ve Çarşıbaşı Aktarma İstasyonu. Günlük toplanan çöpün %60'ı Trabzon Aktarma İstasyonundan taşınırken %30 Of Aktarma İstasyonundan %10'u ise Çarşıbaşı Aktarma istasyonundan taşınmaktadır.

Tablo-9.5'de yapılan katı atık projeksiyonuna göre 2017 yılı için öngörülen katı atık miktarı 209.742,25 iken bu miktarın 2038'de 474.478,35 tona ulaşması beklenmektedir. Kümülatif olarak 2017 yılından 2038 yılına kadar toplanacak olan çöp miktarı 7.109.535,54 ton olarak öngörülmektedir. Trabzon ilinde düzenli depolama tesisi mevcuttur. Ancak depolama sahası bir kaç yıl sonra dolacaktır. Bu nedenle ilin atıklarını bertaraf edecek entegre bir atık yönetim sisteminin yürürlüğe konması ve en kısa sürede öncelikle kaynaktan ayırma ve geri kazanma çalışmalarının yapılarak alana gönderilecek atık miktarını azaltma yoluna gidilmelidir. Aksi takdirde yeni yapılacak depolama sahası da planlanandan önce dolacaktır.

Trabzon ilinde mevcut katı atık düzenli depolama sahasının dolmak üzere olmasından dolayı yeni bir katı atık düzenli depolama sahasının inşasının hızla gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Trabzon ilinde Kutlular düzenli depolama sahasının işletmeye açılmasıyla birlikte eski vahşi döküm sahaları rehabilite edilerek kapatılmıştır. Bugün itibarıyla Trabzon ilinde vahşi döküm sahası bulunmamaktadır.

Trabzon İli için yapılan karakterizasyon çalışmasında toplam ambalaj atığı oranı toplamda %17 civarındadır. Tablo 9.5' de yapılan projeksiyonda 2017 yılı 209.742,25 ton atığın 35.656 tonu ambalaj atığı olacağı düşünülmektedir. Mevcut kapasite 2017 yılı oluşabilecek ambalaj atığı miktarını bile toplayamayacak ve değerlendiremeyecek durumdadır. Dolayısıyla Trabzon ili için 2038 yılına kadar oluşabilecek ambalaj atığı miktarını toplayıp değerlendirebilecek kapasitede tesislere ihtiyaç vardır.

Trabzon İli için evsel atığın içerisindeki ambalaj atıklarının ve organik atıkların ayrıştırılması ve işlenmesi için düşünülen sistemler ise aşağıdadır.

#### **9.6.1. Atık Ayrıştırma**

Trabzon İl'inde kaynakta ayırma günde ortalama 100 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden büyük boyutlu bir ayırma tesisi kurulmalıdır. Bu tesisin Trabzon il sınırları içerisinde olması nakliye yönünden daha ekonomik olacaktır.

Trabzon İli merkezi ve bütün ilçelerinde geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrıştırılması oturtulmalı ve ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması yüzdesi ilk yıllarda %50 sonraki yıllarda %90 oranlarına ulaştırılmalıdır.

Yerleşim yerlerinde Atık Getirme Merkezlerinin kurulması ve bu işlemin 2038 yılına kadar tamamlanmalıdır. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı toplama ayırma tesislerinde ayrıştırılması sağlanmalıdır.

#### **9.6.2. Atık Getirme Merkezi**

Atık getirme merkezleri; geri kazanılabilir atıkların diğer atıklarla karıştırılmadan kaynağında ayrı toplanmasını sağlamak ve bu nitelikteki atıkların geri kazanım ve/veya bertarafa gönderilmek üzere bırakılabileceği yerlerdir. Teknik özellikler bakımından atık getirme merkezlerinin erişilebilir olması, zeminlerinin sızdırmaz olması, yönlendirici işaretlerin bulunması, yangın tedbirlerinin alınması, atıkların ayrı ve uygun biriktirme ekipmanlarında toplanması, yağ kontaminasyonu için adsorban ve çözücü malzemelerin bulunması gibi kriterleri sağlaması gerekmektedir.

Bu amaçla Atık Getirme Merkezi Tebliği 31 Aralık 2014 tarih ve 29222 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu merkezler mevcut toplama sistemlerini desteklemek üzere bilinçli tüketicilerin geri kazanılabilir atıklarını bırakabilecekleri yerler olarak tasarlanmaktadır. Tebliğe göre Trabzon İli II. Kademe Belediye olarak tanımlanmakta ve 2017 yılı sonuna kadar Atık Getirme Merkezlerinin kurulumunun tamamlanması gerekmektedir.

#### **9.6.3. Kompost Tesisi**

İl genelinde açığa çıkan ve depolama sahasında bertaraf edilmelerine izin verilmeyen biyobozunabilir atıkların geri kazanımları amacıyla kompost üretiminde kullanımları öngörülmüştür. 2017 yılında Trabzon İlinde yılda 147.574 ton biyobozunabilir atık üretileceği hesaplanmıştır. Bu atığın %50'sinin kompost tesisinde değerlendirilmesi durumunda 73.787

ton/yıl kapasiteye sahip bir tesis kurmak gerekmektedir. Tamamı kompost haline getirilmek istenildiğinde 147.574 ton/yıl kapasiteli bir kompost tesisine ihtiyaç duyulacaktır.

Trabzon İli için 400 ton/gün kapasiteli ve bölgenin iklimi de dikkate alındığında kapalı bir kompost tesisi kurmak uygun olacaktır.

Organik esaslı katı atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılması suretiyle üretilen ve toprak iyileştirici olarak kullanılan kompostun ilk yatırım ve işletme maliyeti oldukça fazladır. Ayrıca, 08.06.2010 tarih ve 27605 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanmış olan “Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik” te arıtma tesisi çamurunun fazla miktarda ağır metal içermesi nedeniyle tarım arazilerinde kompost olarak kullanılamayacağı belirtilmiştir. Bu nedenle arıtma tesisi çamuru karıştırılmış atık kompost olarak hazırlansa bile tarım arazisinde kullanılamayacak demektir; ya da katı atıktan tarımda kullanılacak kompost üretilmek isteniliyorsa katı atığa atıksu arıtma tesisi çamuru karıştırmamak gerekmektedir.

Kompostlama yapabilmek için atık içeriğindeki Karbon Azot ve Fosfor değerlerine bakmak gerekir. Tübitak MAM’a yaptırılan analizler yukarıda tablolar halinde verilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise aşağıda Tablo 13’de verilmektedir. Kompost tesisinin iyi işletilebilmesi için C/N/P oranının 300/5/1 olması gerekmektedir. Aşağıda tablodaki değerleri oranladığımızda 178/8,46/1 bulunmaktadır. Bu değerler azot miktarı fazla olsa da kompostlama yapabilmek için uygundur.

**Tablo [9.19]:** Trabzon ili Elementel Analiz Sonuçları Yıllık Ortalaması

	%
%Karbon	46,27
%Azot	2,20
%Fosfor	0,26

Trabzon ili için atık karakteristiğine bakıldığı zaman organik madde oranının çok yüksek değerde olduğu görülmektedir. Organik madde miktarının fazla olması atığın biyolojik olarak bozunabilirliğinden yararlanılarak hem toprak iyileştirici hem de enerji kazanımı için farklı kompost sistemlerinin kurulmasının uygun olduğu anlamına gelmektedir. Üretilen katı atık, düzgün sıkıştırma oranlarında bekletilip, iyi bir ayırma-parçalama sürecinden geçirildiği takdirde organik maddenin bertarafında kompost tesisi kurulması faydalı olacaktır. Atık içerisinde toplam biyobozunur atık oranı toplam atığın %70,36’sına tekabül etmektedir. Eğer

düzenli işletilen bir düzenli depolama sistemi benimsenirse, düzenli depolama sahasına inşaa edilecek havalı kompost ile arazi için gerekli olan örtü malzemesi de kompost prosesinden elde edilmiş olacaktır. Aynı şekilde kompost sisteminde oluşan su da yine düzenli depolama tesisi üzerine tekrardan mikrobiyolojik faaliyetin hızlandırılması için kullanılabilir.

Kompost sistemleri işletilmesi bakımında birçok parametrenin en uygun şartlar altında tutulması gereken proseslerden birisidir. Kompostlama işlemine sıcaklık, pH, dane boyutu, su muhtevası, havalandırma (Oksijen konsantrasyonu), karıştırma gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında C/N/P oranı ve atığın ortalama su muhtevası (%70,85) kompostlama yapmak için uygun düzeydedir. Ancak, Trabzon ili için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan veriler ışığında yıllık ortalama sıcaklığın 14,7 °C olduğu göz önüne alındığında, iklim olarak soğuk bir iklim olmadığı ve kompostlama sisteminin işletilmesinde sistemin kendi enerjisini sahadan çekilecek gazın yakılarak enerji dönüştürülmesiyle rahatlıkla karşılayabileceği düşünülmektedir. Kompostlama sisteminin düzgün işletilmesi için sıcaklığın istenilen düzeyde tutulabilmesi gerekmektedir. Trabzon ili için işletmeye alınacak hem düzenli depolama sahasının hem de düzenli depolama sahası ile entegre olacak kompost sistemleri için dikkat edilmesi gereken en önemli parametrelerden birisi oluşacak sızıntı suyunun ve atığın içerdiği su muhtevasıdır. Trabzon ili için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan veriler neticesinde ortalama yağışlı gün sayısının 143,7 gün/yıl olduğu belirtilmiştir. Bu sonuç uygulanacak atık arıtma sistemlerinin yağmur suyu drenaj ekipmanlarının iyi bir şekilde tasarlanması gerekliliğini göstermektedir.

Kompost sistemlerinde nem miktarının %60 üzerine çıkmaması istenmektedir. Kompost sistemleri içerisinde nem miktarının artması sonucunda anaerobik şartların oluşup, oksijenin moleküller arasındaki aktarım hızı yavaşlar ve koku problemi ortaya çıkmaktadır. Kompostlama sistemlerine atığın yüklenmeden önce çok iyi bir ayırımdan geçmesi gerekmektedir. Özellikle ortalama dane boyutu 3-5 cm aralında olmalıdır. Kompost sistemleri atık arıtma sistemleri arasında gelişmiş ve işletilmesi bilgi isteyen sistemlerdir. Bu yüzden kompost tesisi kurulacak ise, kalifiye eleman ihtiyacı da kendiliğinden ortaya çıkacaktır. Çünkü, kompost sistemi işletilirken birçok parametrenin kontrol edilmesi gerekmektedir. C/N oranının 20:1 altına düşmesi ortamdaki azotun amonyak formuna dönüşmesine sebep olacaktır. Bu sebepten dolayı sistemi işletecek personel ya da personeller atık karışımını iyi ayarlamak



zorundadırlar. Trabzon ili atık karakteristiğine bakıldığında azot miktarının biraz fazla olduğu göze çarpmaktadır. Bu atık karışımı için dikkatli davranılması anlamına gelmektedir.

Trabzon İlinin evsel atığı havasız kompost sistemi için de atık karakteristiği müsaittir. Atık içerisindeki besin maddesi oranları atığın fermantasyonu için yeterlidir. Reaktör tipi bir havasız kompost sistemi kurulması durumunda havalı sistemlere göre işletme sıcaklığı biraz daha düşük olacaktır. Fakat havasız sistemler oksijen gereksinimi olmamasına rağmen işletme sıcaklığı konusunda çok hassas sistemlerdir. Ortalama 25-35 ° C değerleri ortamdaki mikrobik faaliyetin sürekliliği açısından önemlidir. Trabzon ili genel olarak soğuk olmayan bir iklime sahiptir. Trabzon ili için kurulacak bir havasız kompost reaktör için ek olarak ısıtma sistemleri ya da sistemin ürettiği gazın yakılarak kendi ısıtmasını sağlaması gerekmektedir. Bu enerji ihtiyacı düzenli depolama tesisinde oluşacak depo gazının yakılarak ısıtma sistemlerine uygulanması ile rahatlıkla karşılanabilecektir.

Trabzon ili için günlük üretilen organik madde miktarı 2017 yılı için 321 ton/gün 2038'de ise 2017 rakamının yaklaşık olarak 2 katına ulaşacağı öngörülmektedir. Bu organik atık parçalanarak boyutu 0-30 mm boyuta indirgenir. Parçalanmış organik atık bir dengeleme havuzuna boşaltılır ve su ile 1/3 (katı/su) oranında karıştırılır. Su-atık karışımı daha sonra anaerobik biyometanizasyon tesisine nakledilir. Karışım burada genel olarak 60 günlük bir bekleme süresi ile bekletilir. Bu durum devasa büyüklükte biyometanizasyon (biyogaz) tesisi inşa etmeyi gerektirmektedir. Biyometanizasyon tesislerinde karşılaşılan diğer bir problem tesisten dışarı atılan su-atık karışımının nasıl bertaraf edileceğidir. Karışım separatörden geçirildikten sonra organik kısmından kaliteli organik gübre üretmek mümkündür (katı atığa arıtma tesisi çamuru karıştırılmamışsa), ayrılan su tekrar biyogaz tesisinde kullanılabilir.

Şehirlerin katı atığından bu yolla biyogaz üretmek için çok büyük hacimli biyogaz tesislerine ihtiyaç vardır. Trabzon ili için düşünülen havasız bir kompost tesisinin günlük biyobozunur madde miktarı göz önüne alındığında yaklaşık 36 000 m<sup>3</sup>'lük bir kapasiteye ihtiyacı olacaktır. Örnek olarak Samsun-Avdan Enerjinin Samsun katı atık düzenli depolama sahasına kurmuş olduğu 1800 m<sup>3</sup> hacme sahip biyometanizasyon tesisi verilebilir. Bu tesis Samsun BB sınırları içinde toplanan katı atığın içindeki organik atıkların çok az bir kısmını (20 ton/gün) kullanabilmektedir.

Trabzon ili için öncelikle düzenli depolama sahasının belirlenmesi gerekmektedir. Düzenli depolama sahasının tam olarak işletilmeye başlaması ile kurulacak bir biyometanizasyon

(Havasız Kompost) tesisi organik maddenin arıtılması ve atıktan enerji kazanımı için uygun olacaktır. Aynı zamanda aerobik kompost sistemi kurulması durumunda atıksı arıtma çamuru sisteme karıştırılmamak şartı ile arazi için gerekli olan toprak örtüsü ve organik atığın minimuma indirilmesi sağlanmış ve sistemin kullanılması da uygun olacaktır. Trabzon ili için hem havalı hem de havasız kompost tesisi kurulması uygun olacaktır ve önerilmiştir.

#### 9.6.4. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi

Atıktan türetilmiş yakıt (ATY) üretmek için önce katı atıklar 250-300 mm boyuta getirilir ve sonra içindeki metal ve organik atıklar ayrıştırılır. İnce kırıcıdan geçirilen organik atıklar (0-30mm) özellikle çimento fabrikalarında ilave yakıt olarak kullanılabilir. Trabzon İli civarında ATY üretiminin gerçekleştirildiği lisanslı tesis veya tesisler mevcut değildir. ATY üretilse bile bu yakıtı Trabzon'da yakabilecek tesis mevcut değildir. Bu nedenle ilden kaynaklanan yanabilir özelliğe sahip atıkların ATY kapsamında değerlendirilebileceği bir tesisi planlamak bu aşamada önerilmemektedir.

#### 9.6.5. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma)

Tübitak MAM tarafından yapılan analizlerde Trabzon ili atıklarının alt ve üst ısıl değerlerinin yıllık ortalaması aşağıda tabloda verilmiştir. Tübitak analizleri yapabilmek için ön işlem görmüş numune istemektedir. Bu nedenle analiz için 60 °C de 3 gün süre ile kurutulmuş ve parçalanmış numune analize gönderilmiştir. Tabloda orijinal örnek olarak belirtilen örnek ön işlem görmüş örnektir. Yaş olarak gönderildiğinde alt ve üst ısıl değerleri oldukça düşüktür. Yapmış olduğumuz bir çalışmada nemli katı atığın alt kalorifik değeri 1800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu durum nemli katı atığın kurutulması gerektiğini göstermektedir. Tablo 9.20'de görüldüğü gibi kuru katı atığın alt kalorifik değeri 4000 kcal/kg üzerinde ölçülmüştür.

**Tablo [9.20]** Trabzon ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması

	kcal/kg	
	Ön İşlem görmüş örnek	Kuru Örnek
Alt Isıl değer	3752	3997
Üst Isıl Değer	4053	4283

Nemi alınmış katı atığın alt kalorifik değeri atığın yakılabilmesi için uygundur. Ancak atığın ön işlem görmesi gerekmektedir. Trabzon İli katı atıklarının nem oranı %70 civarındadır. Yaş atığın ısıl değerleri yakma sistemlerinin verimli olması için yeterli durumda değildir. Bunun için ek

enerji ihtiyacı mutlaka gerekli olacaktır. Atık ön işlemden geçirilerek yakma tesisine alınması gerekecektir.

Atığın üst kalorifik değeri atığın yakılabilmesi için uygundur. Ancak atığın ön işlem görmesi gerekmektedir. Atığın nem oranı %70 civarındadır. Yaş atığın ısı değerleri yakma sistemlerinin verimli olması için yeterli durumda değildir. Bunun için ek enerji ihtiyacı mutlaka gerekli olacaktır. Atık ön işlemden geçirilerek yakma tesisine alınması gerekecektir.

Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak %70-90 arasında kütleli azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir. Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle uyum sağlamak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı için emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufta düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Atık teorik olarak ne kadar fazla organik madde içeriyorsa yanmak için o kadar uygundur. Trabzon açısından atığın karakteristiği incelendiğinde organik madde miktarı toplam atığın %77,31'ine karşılık gelmektedir. Bu değer yakma tesisi için oldukça elverişlidir. Katı atığın yakılmadan önce neminin kovulması gerekmektedir. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak işletilmesi zordur ve kalifiye personel ihtiyacı vardır. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak birçok işlemin bir arada kontrol edilmesi gereken sistemlerdir. Katı atık 700-800 °C'de tamamen yanıp küle/cürufa dönüşebilmektedir. Katı atık yakma tesisleri için müsaade edilen sıcaklık maksimum 1000° C'dir. Katı atıklara yakma işleminin verimli olması için iyi planlanmış ve oturmuş entegre atık yönetim sisteminin mevcut olması gerekmektedir.

Trabzon ili için atık miktarındaki yüksek nem oranı, atığın yaş alt ve üst ısı değerlerinin istenilen miktarda olmaması ve kütleli atık yakma teknolojilerinin maliyet açısından ekonomik olmamasından dolayı katı atık yakma tesisi önerilmemektedir.

#### **9.6.6. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması**

Trabzon ve Trabzon illerinin katı atıklarının depolandığı Sürmene-Çamburnu katı atık düzenli depolama sahasının 2-3 yıllık bir kapasitesi kalmıştır. Bu nedenle Trabzon İli için

ivedilikle bir katı atık düzenli depolama sahası bulunması ve gerekli yasal ve inşaat faaliyetlerinin tamamlanması gerekmektedir.

Trabzon İli için bir Entegre Katı Atık Bertaraf Sistemi geliştirmek gerekmektedir. 2017-2038 yılları arasında il genelinde toplam üretilecek 7.109.535,54 ton katı atığı alabilecek kapasitede bir katı atık düzenli depolama sahası inşa etmek gerekecektir.

#### **9.6.7. Aktarma Merkezi**

Trabzon'da 3 katı atık aktarma istasyonu bulunmaktadır. Bunlar; Deliklitaş Aktarma İstasyonu, Of Aktarma İstasyonu ve Çarşıbaşı Aktarma İstasyonu dur. Günlük toplanan çöpün %60'ı Trabzon Aktarma İstasyonundan taşınırken %30'u Of Aktarma İstasyonundan %10'u ise Çarşıbaşı Aktarma istasyonundan taşınmaktadır. Bu aktarma istasyonlarını modernize etmek ve kapasitesi yetersiz ise ya kapasitesini artırmak ya da yenisini inşa etmek gerekmektedir.

#### **9.7. Sonuç**

Trabzon İli katı atıkları için yapılan değerlendirme sonucu, öncelikli olarak İilde entegre bir atık yönetim sistemi oluşturulmalıdır. Bu sistem öncelikle kaynaktan ayırma ile geri kazanılabilen atıkların ayrıştırılması ve ekonomiye kazandırılması gerekmektedir. Bunun için de ilde lisanslı atık toplama ve işleme tesislerinin kurulmalıdır. Geri kalan atıklar içerisinde organik atıkların mümkün olduğunca kompostlaştırılması sağlanmalıdır. Değerlendirilemeyen atıkların da düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesi uygun olacaktır.

## **10. RİZE İLİ ATIK KARAKTERİZASYONU VE BERTARAF MODEL ARAŞTIRMALARI**

### **10.1. Rize İli Nüfus Verileri**

Rize nüfusu 2016 yılına göre 331.048'dir. Bu nüfus, 164.727 erkek ve 166.321 kadından oluşmaktadır. Yüzde olarak ise: %49,76 erkek, %50,24 kadındır. Yüzölçümü 3919 km<sup>2</sup> olan Rize ilinde kilometrekareye 84 insan düşmektedir. Rize nüfus yoğunluğu 84/km<sup>2</sup>'dir.

Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) verilerine göre Rize ilinin toplam nüfusunun yaklaşık %44'ü merkez ilçede ikamet etmekte iken, %25'i Ardeşen ve Çayeli, geri kalan %31'i ise diğer 9 ilçeye dağılmaktadır (Tablo 10.1).

Rize'nin ilçelere göre nüfus dağılımları ve yerleşim nüfuslarının toplam nüfusa oranları Tablo 10.1'de verilmiştir.

**Tablo [10.1]:** Rize İlçelerinin 2016 yılı nüfus verileri (TÜİK, 2017)

İlçe	İlçe Nüfusu	Genel Nüfus Yüzdesi
ARDEŞEN	40.669	% 12,28
ÇAMLIHEMŞİN	6.141	% 1,86
ÇAYELİ	42,022	% 12,69
DEREPAZARI	7,765	% 2,35
FINDIKLI	15,972	% 4,82
GÜNEYSU	13.956	% 4,22
HEMŞİN	2.163	% 0,65
İKİZDERE	5.596	% 1,69
İYİDERE	8.657	% 2,62
KALKANDERE	11,907	% 3,60
MERKEZ	145,739	% 44,02
PAZAR	30.461	% 9,20
TOPLAM	331,048	%100

**Tablo[10.2]:** Rize ili yıllara göre nüfus dağılımı ve nüfus artış hızı tablosu

Yıllar	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rize Nüfus	319.41	319.56	319.63	323.01	324.15	328.20	329.77	328.97	331,04
Nüfus Artış	%1.00	%0.05	%0.02	%1.06	%0.35	%1.25	%0.48	%-0.24	%0,63

2012 yılına kadar ekonomik nedenlerden dolayı Rize ili genelde göç veren il durumundadır. Rize İl'inin 2010-2014 döneminde aldığı ve verdiği göç istatistikleri Tablo [10.3]'de görülmektedir.

**Tablo [10.3]:** Rize ili 2010-2014 dönemi göç istatistikleri

Yıl	RİZE NÜFUSU	ALDIĞI GÖÇ	VERDİĞİ GÖÇ	NET GÖÇ	NET GÖÇ HIZI (‰)
2014	329.779	17.311	17.932	-621	-1,88
2013	328.205	16.842	15.859	983	2,99
2012	324.152	12.315	13.856	-1.541	-4,75

<b>2011</b>	323.012	14.558	14.560	-2	-0,000006
<b>2010</b>	319.637	13.070	14.819	-1.749	-5,47

### 10.2. Rize İli Nüfus Projeksiyonu

Bir yerleşim yerinde oluşan katı atık miktarının, o yerleşim yerinin nüfusuna bağlı olarak değişim göstermesi nedeniyle öngörülen katı atık yönetiminin uygulanabilirliğinin devamı için geleceğe yönelik nüfus projeksiyonunun dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Gelecek yıllarda oluşacak katı atık miktarının belirlenmesinde temel oluşturacak nüfus değerlerinin belirlenmesinde birçok metod uygulanabilmektedir. Geçmiş yılların nüfus verileri için kaynak olarak TÜİK nüfus verileri kullanılmıştır. Bu çalışmada gelecek nüfus tahminleri İller Bankası metotları ile hesaplanmıştır. Nüfus artış hızı düşük olması nedeni ile nüfus hesabında sabit artış yöntemi kullanılarak (nüfus artış hızı 1 alınmıştır) 20 yıl için nüfus değerleri hesaplanmıştır.

**Tablo [10.4]:** Rize ili İller Bankası Yöntemine Göre Nüfus Projeksiyonu

Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI (Kişi)	Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI (Kişi)
2017	334.358	2028	373.033
2018	337.702	2029	376.764
2019	341.079	2030	380.531
2020	344.490	2031	384.336
2021	347.935	2032	388.180
2022	351.414	2033	392.062
2023	354.928	2034	395.982
2024	358.478	2035	399.942
2025	362.062	2036	403.941
2026	365.683	2037	407.981
2027	369.340	2038	412.061

### 10.3. Rize İli Evsel Katı Atık Yönetimi

İl genelinde belediyeler ve bağlı köylerde atık toplama ve bertaraf işlemleri belediyeler ve İl Özel İdare tarafından gerçekleştirilmektedir. İlde düzenli depolama tesisi bulunmamaktadır. Rize İli genelinde katı atıklar TRABRİKAB'a üye belediyeler tarafından Trabzon'un Sürmene İlçesi Çamburnu Mahallesiinde bulunan düzenli depolama sahasına götürülmektedir. Ardeşen, Fındıklı ve Pazar Belediyeleri ise kendi bölgelerindeki düzensiz

depolama sahalarını kullanmakta ve Hemşin Belediyesi ile birlikte Çamlıhemşin Belediyesi de atıklarını Pazar Belediyesi düzensiz depolama sahasına transfer ederek bertarafını sağlamaktadır. İlde, TRABRİKAB'a üye belediyeler tarafından 1 Adet Rize Merkez ve 1 adette Of Eskipazar'da olmak üzere toplam 2 adet aktarma istasyonu kullanılmaktadır.

#### 10.4. Rize ili Katı Atık Miktar Projeksiyonu

Rize (Merkez)de 2014 yılı TÜİK verileri dikkate alınarak yapılan katı atık projeksiyon hesaplamalarında kullanılan kişi başına günlük katı atık üretimi miktar 0,97 (kg/kişi\*gün) olarak belirtilmiştir. Yıllık atık miktar artışı %3 olacak şekilde atık miktar projeksiyonu yapılmıştır.

**Tablo [10.5]: Rize ili Eysel Atık Projeksiyonu**

Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI	Kişi Başına Düşen Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	Ton/yıl
2017	173.754	1,06	129363,3
2018	175.492	1,09	134354,8
2019	177.247	1,12	139433,1
2020	179.019	1,16	145857
2021	180.809	1,19	151125,5
2022	182.618	1,23	157767,4
2023	184.444	1,27	164527
2024	186.288	1,31	171406
2025	188.151	1,35	178406,2
2026	190.033	1,39	185529,2
2027	191.933	1,43	192776,9
2028	193.852	1,47	200150,9
2029	195.791	1,51	207653,2
2030	197.749	1,55	215285,5
2031	199.726	1,60	224452,5
2032	201.723	1,65	233781,3
2033	203.741	1,70	243274,2
2034	205.778	1,75	252933,6
2035	207.836	1,80	262761,9
2036	209.914	1,85	272761,5
2037	212.013	1,90	282934,7
2038	214.133	1,96	294788,2
TOPLAM			4441324

#### 10.5. Rize ili Katı Atık Kompozisyonu

Katı atık karakterizasyonu mevsime, bölgeye, sosyo ekonomik duruma göre değişiklik göstermektedir. Rize İli katı atık karakterizasyonu belirlenirken mevsimsel değişimler göz önüne alınmış ve yılda 4 kez her mevsimi temsil edecek şekilde bölgeye gidilmiş ve analiz yapılmıştır. Rize sosyo ekonomik yönden il bazında benzerlik gösteren küçük bir il olmasına

rağmen ilde, merkez (çarşı) bölgesinden, Yüksek gelir düzeyli yerleşim yeri olarak Fener Mahallesinden, orta gelir düzeyli yerleşim yeri olarak Yeniköy Mahallesinden ve düşük gelir düzeyli yerleşim yeri olarak Tophane Mahallesinden numune alınarak karakterizasyon yapılmıştır.

Karakterizasyon çalışmaları aktarma istasyonu alanında gerçekleştirilmiş, belirlenen bölgelerden alana getirilen katı atıklardan tesadüfi örnekleme ile numune alınmış, karıştırıldıktan sonra 4'e ayrılmış ve yaklaşık 25-30 kg numune alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. Mevsimsel ve tüm yıl ortalaması Tablolar halinde sunulmuştur. Değerlendirmede yıl ortalama sonuçları kullanılmıştır.

**Tablo [10.6]:** Rize İli 2016 Yaz Dönemi Atık Karakterizasyonu

Atık Bileşeni (YAZ)	Yüksek gelir %	Orta Gelir %	Düşük Gelir %	ÇARŞI Merkez %	YAZ DÖNEMİ ORT. %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	74,9	69,4	70,4	70	<b>71,2</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	2,9	1,8	2,1	1,4	<b>2</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	3,2	2,7	4,9	6	<b>4,2</b>
Hacimli Karton	1,1	2,3	1	1,1	<b>1,4</b>
Plastik,	2,4	4,4	4,4	7,2	<b>4,6</b>
Naylon Poşet	7,4	11,2	7,4	5,7	<b>7,9</b>
Cam	3,6	4,2	4,9	4,4	<b>4,3</b>
Metal	1	1,1	1,5	0,3	<b>1</b>
Park Bahçe Atıkları	0	0	0	0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	1,3	1,8	2,1	2,2	<b>1,8</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	2,2	1,1	1,3	1,7	<b>1,6</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tablo [10.7]:** Rize İli 2016 Sonbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu

Atık Bileşeni (SONBAHAR)	Yüksek gelir %	Orta Gelir %	Düşük Gelir %	ÇARŞI Merkez %	SONBAHAR ORT. %
Mutfak Atıkları (Yemek, Sebze Meyve vb.)	59,7	66,1	58,1	62	<b>61,48</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	2,3	6,7	5,3	2,2	<b>4,12</b>



Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	4,5	4,2	3,1	5,3	<b>4,28</b>
Hacimli Karton	4,8	3,3	2,7	4,2	<b>3,75</b>
Plastik	3,2	3,4	5,8	2,7	<b>3,78</b>
Naylon Poşet	4,2	3	2,1	2	<b>2,82</b>
Cam	4,2	3,7	3	4	<b>3,72</b>
Metal	1,1	2,4	1,7	1,5	<b>1,67</b>
Park Bahçe Atıkları	0	0	0	0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	9	1,9	8,8	7,6	<b>6,83</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	7	5,3	9,4	8,5	<b>7,55</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		<b>100</b>	<b>100</b>

**Tablo [10.8:] Rize İli 2017 Kış Dönemi Atık Karakterizasyonu**

Atık Bileşeni (KIŞ)	Yüksek gelir %	Orta Gelir %	Düşük Gelir %	ÇARŞI Merkez %	<b>KIŞ ORT. %</b>
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	60.1	59	60.8	67.2	<b>61,77</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	1.7	5.3	6.4	2.1	<b>3,87</b>
Karton (Süt, Meyve suyu Kutusu)	3.4	4.2	4.3	2.9	<b>3,70</b>
Hacimli Karton	4.1	3.7	2.1	3.4	<b>3,32</b>
Plastik	2.2	5.4	3.9	3.7	<b>3,80</b>
Naylon Poşet	3.9	1.5	2.1	2.8	<b>2,57</b>
Cam	2.4	3.7	2.2	1.9	<b>2,55</b>
Metal	0.9	1.2	0.6	0	<b>0,68</b>
Park Bahçe Atıkları	0	0	0	0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	12.4	9.2	10.9	8.7	<b>10,30</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	8.9	6.8	6.7	7.3	<b>7,42</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tablo [10.9] Rize İli 2017 İlkbahar Dönemi Atık Karakterizasyonu**

Atık Bileşeni (İLKBAHAR)	Yüksek gelir %	Orta Gelir %	Düşük Gelir %	ÇARŞI Merkez %	<b>İLKBAHAR ORT. %</b>
Mutfak Atıkları (Yemek, Sebze Meyve vb.)	70,1	63,3	55,2	67,0	<b>63,9</b>

Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	2,1	3,8	6,8	1,7	<b>3,6</b>
Karton(Süt Kutusu Meyvesuyu Kutusu)	2,9	4,1	4,7	3,5	<b>3,8</b>
Hacimli Karton	2,7	2,2	3,0	2,8	<b>2,68</b>
Plastik	3,0	4,1	2,1	2,3	<b>2,88</b>
Naylon Poşet	0,3	0,4	5,0	2,9	<b>2,15</b>
Cam	2,4	5,0	2,8	1,3	<b>2,87</b>
Metal	0	0,7	0	0	<b>0,17</b>
Park Bahçe Atıkları	0	0	0	0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar(Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	9,4	10,3	11,3	9,1	<b>10,02</b>
Diğer Yanabilenler(Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	7,1	6,1	9,1	9,4	<b>7,93</b>
TOPLAM	100	100	100	100	<b>100</b>

**Tablo [10.10]:** Rize İli 2016-2017 yılı Atık Kompozisyonu

Atık Bileşeni	YAZ %	SONBAHAR %	KIŞ %	İLKBAHAR %	ORTALAMA %
Mutfak Atıkları(Yemek Sebze Meyve vb.)	71,2	61,48	61,77	63,9	<b>64,58</b>
Kâğıt(Gazete Dergi Defter)	2	4,12	3,87	3,6	<b>3,40</b>
Karton(Süt Kutusu Meyvesuyu Kutusu)	4,2	4,28	3,70	3,8	<b>4,00</b>
Hacimli Karton	1,4	3,75	3,32	2,68	<b>2,78</b>
Plastik	4,6	3,78	3,80	2,88	<b>3,77</b>
Naylon Poşet	7,9	2,82	2,57	2,15	<b>3,86</b>
Cam	4,3	3,72	2,55	2,87	<b>3,36</b>
Metal	1	1,67	0,68	0,17	<b>0,88</b>
Park Bahçe Atıkları	0	0	0	0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar(Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	1,8	6,83	10,30	10,02	<b>7,24</b>
Diğer Yanabilenler(Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	1,6	7,55	7,42	7,93	<b>6,13</b>
TOPLAM	100	100	100	100	<b>100</b>

Rize ili için karakterizasyon belirleme çalışmaları esnasında analizi yapılan bölgeden alınan organik maddenin nem içeriğini saptamak için numune alınmış, kargo ile OMÜ Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümüne gönderilmiş ve 105 °C de 24 saat bekletme ile çöp içindeki nem miktarı belirlenmiştir. Mevsimsel değişimler ve yıl ortalaması Tablo 10.11’de sunulmuştur.

**Tablo [10.11]:** Rize İli 2016-2017 yılı Atık Nem Değerleri

	YAZ %	SONBAHAR%	KIŞ %	İLKBAHAR %
--	-------	-----------	-------	------------

Yüksek Gelir	%72,80	%45,29	%71,94	%73,64
Orta Gelir	%70,64	%76,70	%67,73	%67,87
Düşük Gelir	%77,69	%79,92	%58,96	%79,11
Çarşı Böl.	%61,12	%67,94	%63,24	%68,82
<b>ORTALAMA</b>	<b>%70,56</b>	<b>%67,39</b>	<b>%65,47</b>	<b>%72,36</b>
<b>İL BAZINDA YIL ORTALAMASI: 68,94</b>				

Rize ili için karakterizasyon belirleme çalışmaları esnasında analizi yapılan bölgeden alınan organik maddenin alt ve üst kalorifik değerini belirlemek ayrıca karbon, azot ve fosfor içeriğini test edebilmek için ayrıca numune alınmış ve kargo ile OMÜ Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümüne gönderilmiştir. Laboratuvarımıza gönderilen örnek, Tübitak-MAM'a gönderilmeden önce 60 °C'de 3 gün boyunca kurutulmuş ve boyut küçültülmesi yapılmıştır.

**Tablo [10.12]:** Rize İli 2016-Yaz Numunesi Analiz Sonuçları

YAZ			
Parametre / Örnek	Evsel Katı Atık (Çöp)		Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (%)	0,28		Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1</sup>	39,57		ASTM D 5373 - 14
Hidrojen(%) <sup>1</sup>	5		
Azot (%) <sup>1</sup>	2,02		
Kükürt(%) <sup>1</sup>	0,12		
Kül (%) <sup>1</sup>	21,57		ASTM E 1755-01(Reapp.2007)
Oksijen (%) <sup>1</sup>	31,72		ASTM D 3176 - 15
Parametre / Örnek	Ön işlem görmüş Örnekte	Kuru Örnekte	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1</sup>	6,3	---	ASTM D 7582-15
Kül (%) <sup>1</sup>	20,21	21,57	ASTM E 1755-01 (Reapp.2007)
Uçucu Madde (%) <sup>1</sup>	68,21	72,79	ASTM D 7582-15
Sabit Karbon (%) <sup>1</sup>	5,28	5,64	ASTM D 3172-13
Toplam Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,11	0,12	ASTM D 4239-14
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	3193	3445	ASTM D 5865-13 ISO 1928-09
Üst Isıl Değer(cal/g) <sup>1</sup>	3478	3712	ASTM D 5865-13

**Tablo [10.13]:** Rize İli 2016 Sonbahar dönemi Numunesi Analiz Sonuçları

SONBAHAR		
Parametre / Örnek	Evsel Katı Atık (Çöp)	Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	1515	Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1</sup>	46,99	

Hidrojen(%) <sup>11</sup>	6,05			CEN/TS 15104:2005 E
Azot (%) <sup>11</sup>	2,07			
<b>Parametre / Örnek</b>	<b>Ön İşlem görmüş Örnekte</b>	<b>Hava Kuru Bazda</b>	<b>Kuru Bazda</b>	<b>Analiz Yöntemleri</b>
Nem (%) <sup>11</sup>	15,5	5,82	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>11</sup>	11,26	12,55	13,32	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>11</sup>	63,87	71,19	75,59	EN 15148-2009 E
Sabit Karbon (%) <sup>11</sup>	0	0	0	---
Toplam Kükürt (%) <sup>11</sup>	0,13	0,15	0,16	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>11</sup>	3477	3938	4215	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>11</sup>	3814	4250	4513	EN 14918-2009 E

**Tablo [10.14]:** Rize İli Kış Numunesi Analiz Sonuçları

KİŞ				
<b>Parametre / Örnek</b>	<b>Evsel Katı Atık (Çöp)</b>			<b>Analiz Yöntemleri</b>
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	2492			Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>11</sup>	53,61			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen(%) <sup>11</sup>	7,37			
Azot (%) <sup>11</sup>	2,35			
<b>Parametre / Örnek</b>	<b>Ön İşlem görmüş Örnekte</b>	<b>Hava Kuru Bazda</b>	<b>Kuru Bazda</b>	<b>Analiz Yöntemleri</b>
Nem (%) <sup>11</sup>	4,62	2,65	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>11</sup>	7,63	7,79	8,0	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>11</sup>	77,26	78,85	81,0	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>11</sup>	0,23	0,23	0,24	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>11</sup>	4822	4994	5145	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>11</sup>	5263	5361	5507	EN 14918-2009 E

**Tablo [10.15]:** Rize İli İlkbahar Numunesi Analiz Sonuçları

İLKBAHAR				
<b>Parametre / Örnek</b>	<b>Evsel Katı Atık (Çöp)</b>			<b>Analiz Yöntemleri</b>
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	2748			Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>11</sup>	43,87			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen(%) <sup>11</sup>	5,59			

Parametre / Örnek	Ön İşlem Görmüş Örnekte	Hava Kuru Bazda	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri
Azot (%) <sup>1'</sup>	3,02			
Nem (%) <sup>1'</sup>	4,15	3,97	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1'</sup>	11,30	11,33	11,79	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1'</sup>	71,21	71,35	74,29	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>1'</sup>	0,31	0,31	0,33	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1'</sup>	3631	3639	3812	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1'</sup>	3917	3925	4087	EN 14918-2009 E

## 10.6. Değerlendirme

Temmuz 2016-Nisan 2017 ayları arasında dört mevsimi kapsayan şekilde yapılan karakterizasyon çalışmaları Tablo 10.10'da sunulmuştur. Mevsimlerin ortalaması ise yıllık ortalama kompozisyon olarak Şekil 10.1'de verilmektedir.



Şekil [10.1] Rize İli Ortalama Atık Kompozisyonu

Atıkların karakterizasyonu yapılırken, ayrı ele alınması gereken 3 ana başlık vardır: Biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atıklar. Biyobozunur atıklar, biyolojik süreçlerle mikroorganizmalar veya enzimleri tarafından ayrıştırılabilen atıklara verilen isimdir. Geri kazanılabilir atıklar, ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılan atıklar olarak ikiye ayrılır.

Biyobozunur faktör, atık içerisindeki biyoparçalanabilir kısmı ifade etmektedir. Örneğin, mutfak atıklarının biyobozunur faktörü 1,0'dir. Bu değer mutfak atıklarının %100 parçalanabilir

olduğunu ifade etmektedir. Kâğıt atıklarının %40'ünün biyobozunur olduğu, %60'ünün ise geri kazanılabilir atık olduğu kabul edilmiştir. Plastik atıkların ise %70'ünün geri kazanılabilir olduğu, %30'unun ise enerji kazanmada kullanılabileceği öngörülmektedir. Cam atıkların ise %90'ünün geri kazanılabilir olduğu %10'unun inert olduğu düşünülmektedir.

Biyobozunur atıklar Tablo 10.16'de, ambalaj atıkları için Tablo 10.17 ve enerji geri kazanımına uygun atıklar Tablo 10.18'de düzenlenmiştir.

**Tablo [10.16]:** Biyobozunur atık oranları

<b>BİYOBOZUNUR ATIKLAR</b>	
<b>MutfakAtıkları</b>	64,58
<b>Kâğıt+Karton+ Hacimlikarton</b>	4,07
<b>Park-BahçeAtıkları</b>	0
<b>DiğerYanabilir</b>	6,13
<b>TOPLAM</b>	<b>74,78</b>

**Tablo [10.17]:** Ambalaj atık oranları

<b>AMBALAJ ATIKLARI</b>	
<b>Kâğıt- Karton+HacimliKarton</b>	6,11
<b>Plastik+Naylon</b>	5,34
<b>Cam</b>	3,02
<b>Metaller</b>	0,88
<b>TOPLAM</b>	<b>15,35</b>

**Tablo [10.18]:** Enerji geri kazanımına uygun atık

<b>ENERJİ</b>	
<b>Plastik+Naylon</b>	2,29
<b>Diğer Yanabilir</b>	6,13
<b>TOPLAM</b>	<b>8,42</b>

Atığın içinde en yüksek yüzdeye sahip kısım olan biyobozunur atıklar, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişiklik göstermesi ile azalma eğilimindedir. Aynı sebepten dolayı ambalaj atıklarının yüzdesel dağılımında ise artış beklenmektedir. Bertaraf değerlendirmesi yapılırken bu durum göz önüne alınmalıdır.

İl genelinde belediyeler ve bağlı köylerde atık toplama ve bertaraf işlemleri belediyeler ve İl Özel İdare tarafından gerçekleştirilmektedir. İlde düzenli depolama tesisi bulunmamaktadır.

KAÇKARBİR'e üye belediyeler tarafından toplanan belediye atıkları düzensiz depolama yöntemi ile bertaraf edilirken, TRABRİKAB'a üye belediyelere ait atıklar Sürmene Çamburnu'ndaki düzenli depolama tesisinde bertaraf edilmektedir. Bu amaçla üye belediyeler atıklarını Rize Merkez ve Of Eskipazar'da bulunan transfer istasyonlarına taşımaktadır.

Tablo-10.5'de yapılan katı atık projeksiyonuna göre 2017 yılı için öngörülen katı atık miktarı 129.363,3 ton iken bu miktarın 2038'de 294.788,2 tona ulaşması beklenmektedir. Kümülatif olarak 2017 yılından 2038 yılına kadar toplanacak olan çöp miktarı 4.441.324 ton olarak öngörülmektedir. Rize ilinde düzenli depolama tesisi bulunmamaktadır. Bu durumda ilin atıklarını bertaraf edecek entegre bir atık yönetim sisteminin yürürlüğe konması ve en kısa sürede öncelikle kaynakta ayırma ve geri kazanma çalışmalarının yapılarak alana gönderilecek atık miktarını azaltma yoluna gidilmelidir.

Rize ilinde lisanslı 7.220 ton/yıl kapasiteli iki ambalaj atığı toplama ve ayırma tesisi bulunmaktadır. Rize İli için yapılan karakterizasyon çalışmasında toplam ambalaj atığı oranı toplamda %15 civarındadır. Tablo 10.5' de yapılan projeksiyonda 2017 yılı 129.363,3 ton atığın 19.857 tonu ambalaj atığı olacağı düşünülmektedir. Mevcut kapasite 2017 yılı oluşabilecek ambalaj atığı miktarını bile toplayamayacak ve değerlendiremeyecek durumdadır. Dolayısı ile Rize ili için 2038 yılına kadar oluşabilecek ambalaj atığı miktarını toplayıp değerlendirebilecek kapasitede tesislere ihtiyaç vardır.

Rize İli için evsel atığın içerisindeki ambalaj atıklarının ve organik atıkların ayrıştırılması ve işlenmesi için düşünülen sistemler ise aşağıdadır.

#### **10.6.1. Atık Ayrıştırma**

Rize İl'inde günde ortalama 55 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden küçük boyutlu bir ayırma tesisi yeterli olacaktır. Bu tesisin Rize il sınırları içerisinde olması nakliye yönünden daha ekonomik olacaktır.

Rize İli merkezi ve bütün ilçelerinde geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrıştırılması oturtulmalı ve ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması yüzdesi ilk yıllarda %50 sonraki yıllarda %90 oranlarına ulaştırılmalıdır.

Yerleşim yerlerinde Atık Getirme Merkezlerinin kurulması ve bu işlemin 2023 yılına kadar tamamlanması tamamlanmalıdır. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı toplama ayırma tesislerinde ayrıştırılması sağlanmalıdır.

#### **10.6.2. Atık Getirme Merkezi**

Atık getirme merkezleri; geri kazanılabilir atıkların diğer atıklarla karıştırılmadan kaynağında ayrı toplanmasını sağlamak ve bu nitelikteki atıkların geri kazanım ve/veya bertarafa gönderilmek üzere bırakılabileceği yerlerdir. Teknik özellikler bakımından atık getirme merkezlerinin erişilebilir olması, zeminlerinin sızdırmaz olması, yönlendirici işaretlerin bulunması, yangın tedbirlerinin alınması, atıkların ayrı ve uygun biriktirme ekipmanlarında toplanması, yağ kontaminasyonu için adsorban ve çözücü malzemelerin bulunması gibi kriterleri sağlaması gerekmektedir.

Bu amaçla Atık Getirme Merkezi Tebliği 31 Aralık 2014 tarih ve 29222 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu merkezler mevcut toplama sistemlerini desteklemek üzere bilinçli tüketicilerin geri kazanılabilir atıklarını bırakabilecekleri yerler olarak tasarlanmaktadır. Tebliğe göre Rize İli II. Kademe Belediye olarak tanımlanmakta ve 2017 yılı sonuna kadar Atık Getirme Merkezlerinin kurulumunun tamamlanması gerekmektedir. İlçe belediyeleri bazında kurulması gereken toplam tesis sayısı 12 dir.

#### **10.6.3. Kompost Tesisi**

İl genelinde açığa çıkan ve depolama sahasında bertaraf edilmelerine izin verilmeyen biyobozunabilir atıkların geri kazanımları amacıyla kompost üretiminde kullanımları öngörülmüştür. 2017 yılında Rize İlinde yılda 96.349 ton biyobozunabilir atık üretileceği hesaplanmıştır. Bu atığın %50’sinin kompost tesisinde değerlendirilmesi durumunda 48.175 ton/yıl kapasiteye sahip bir tesis kurmak gerekmektedir. Tamamı kompost haline getirilmek istenildiğinde 96.349 ton/yıl kapasiteli bir kompost tesisine ihtiyaç duyulacaktır.

Kompostlama yapabilmek için atık içeriğindeki karbon, azot ve fosfor değerlerine bakmak gerekir. TÜBİTAK-MAM’a yaptırılan analizler yukarıda tablolar halinde verilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise aşağıda Tablo 10.19’da verilmektedir. Kompost tesisinin iyi işletilebilmesi için C/N/P oranınının 300/5/1 olması gerekmektedir. Aşağıda tablodaki değerleri oranladığımızda 192/9,88/1 bulunmaktadır. Bu değerler azot miktarı fazla olsa da kompostlama yapabilmek için uygundur.

**Tablo [10.19]:** Rize ili Elementel Analiz Sonuçları Yıllık Ortalaması



Element	%
Karbon	46,01
Azot	2,37
Fosfor	0,24

Rize ili için atık karakteristiğine bakıldığı zaman organik madde oranının çok yüksek değerde olduğu görülmektedir. Organik madde miktarının fazla olması atığın biyolojik olarak bozunabilirliğinden yararlanılarak hem toprak iyileştirici hem de enerji kazanımı için farklı kompost sistemlerinin kurulmasının uygun olduğu anlamına gelmektedir. Üretilen katı atık, düzgün sıkıştırma oranlarında bekletilip, iyi bir ayırma-parçalama sürecinden geçirildiği takdirde organik maddenin bertarafında kompost tesisi kurulması faydalı olacaktır. Atık içerisinde toplam biyobozunur atık oranı toplam atığın %75'ine tekabül etmektedir. Eğer iyi işletilen bir düzenli depolama sistemi benimsenirse, düzenli depolama sahasına inşa edilecek havalı kompost ile arazi için gerekli olan örtü malzemesi de kompost prosesinden elde edilmiş olacaktır. Aynı şekilde kompost sisteminde oluşan su da yine düzenli depolama tesisi üzerine tekrardan mikrobiyolojik faaliyetin hızlandırılması için kullanılabilir.

Kompost sistemleri işletilmesi bakımında birçok parametrenin en uygun şartlar altında tutulması gereken proseslerden birisidir. Kompostlama işlemine sıcaklık, pH, dane boyutu, su muhtevası, havalandırma (Oksijen konsantrasyonu), karıştırma gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında C/N/P oranı ve atığın ortalama su muhtevası (%69) kompostlama yapmak için uygun düzeydedir. Ancak, Rize İli için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan veriler ışığında yıllık ortalama sıcaklığın 14,3 °C olduğu göz önüne alındığında, iklim olarak soğuk bir iklim olmadığı ve kompostlama sisteminin işletilmesinde sistemin kendi enerjisini sahadan çekilecek gazın yakılarak enerji dönüştürülmesiyle rahatlıkla karşılayabileceği düşünülmektedir. Kompostlama sisteminin düzgün işletilmesi için sıcaklığın istenilen düzeyde tutulabilmesi gerekmektedir. Rize ili için işletmeye alınacak hem düzenli depolama sahasının hem de düzenli depolama sahası ile entegre olacak kompost sistemleri için dikkat edilmesi gereken en önemli parametrelerden birisi oluşacak sızıntı suyunun ve atığın içerdiği su muhtevasıdır. Rize ili için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan veriler neticesinde ortalama yağışlı gün sayısının 172,5 gün/yıl olduğu belirtilmiştir. Bu sonuç uygulanacak atık arıtma sistemlerinin yağmur suyu drenaj ekipmanlarının iyi bir şekilde tasarlanması gerekliliğini göstermektedir.

Kompost sistemlerinde nem miktarının % 60 üzerine çıkmaması istenmektedir. Kompost sistemleri içerisinde nem miktarının artması sonucunda anaerobik şartların oluşup, oksijenin moleküller arasındaki aktarım hızı yavaşlar ve koku problemi ortaya çıkmaktadır. Kompostlama sistemlerine atığın yüklenmeden önce çok iyi bir ayırımdan geçmesi gerekmektedir. Özellikle ortalama dane boyutu 3-5 cm aralında olmalıdır. Kompost sistemleri atık arıtma sistemleri arasında gelişmiş ve işletilmesi bilgi isteyen sistemlerdir. Bu yüzden kompost tesisi kurulacak ise, kalifiye eleman ihtiyacı da kendiliğinden ortaya çıkacaktır. Çünkü, kompost sistemi işletilirken birçok parametrenin kontrol edilmesi gerekmektedir. C/N oranının 20:1 altına düşmesi ortamdaki azotun amonyak formuna dönüşmesine sebep olacaktır. Bu sebepten dolayı sistemi işletecek personel ya da personeller atık karışımını iyi ayarlamak zorundadırlar. Rize ili atık karakteristiğine bakıldığında azot miktarının biraz fazla olduğu göze çarpmaktadır. Bu atık karışımı için dikkatli davranılması anlamına gelmektedir.

Havasız kompost sistemi için de atık karakteristiği müsaittir. Atık içerisindeki besin maddesi oranları atığın fermantasyonu için yeterlidir. Reaktör tipi bir havasız kompost sistemi kurulması durumunda havalı sistemlere göre işletme sıcaklığı biraz daha düşük olacaktır. Fakat havasız sistemler oksijen gereksinimi olmamasına rağmen işletme sıcaklığı konusunda çok hassas sistemlerdir. Ortalama 25-35 °C değerleri ortamdaki mikrobik faaliyetin sürekliliği açısından önemlidir. Rize ili genel olarak soğuk olmayan bir iklime sahiptir. Rize ili için kurulacak bir havasız kompost reaktör için ek olarak ısıtma sistemleri ya da sistemin ürettiği gazın yakılarak kendi ısıtmasını sağlaması gerekmektedir. Bu enerji ihtiyacı düzenli depolama tesisinde oluşacak depo gazının yakılarak ısıtma sistemlerine uygulanması ile rahatlıkla karşılanabilecektir.

Rize ili için günlük üretilen organik madde miktarı 226 ton/gün olarak öngörülmektedir. Bu organik atık parçalanarak boyutu 0-30 mm boyuta indirgenir. Parçalanmış organik atık bir dengeleme havuzuna boşaltılır ve su ile 1/3 (katı/su) oranında karıştırılır. Su-atık karışımı daha sonra anaerobik biyometanizasyon tesisine nakledilir. Karışım burada genel olarak 60 günlük bir bekleme süresi ile bekletilir. Bu durum devasa büyüklükte biyometanizasyon (biyogaz) tesisi inşa etmeyi gerektirmektedir. Biyometanizasyon tesislerinde karşılaşılan diğer bir problem tesisten dışarı atılan su-atık karışımının nasıl bertaraf edileceğidir. Karışım separatörden geçirildikten sonra organik kısımdan kaliteli organik gübre üretmek

mümkündür (katı atığa arıtma tesisi çamuru karıştırılmamışsa), ayrılan su tekrar biyogaz tesisinde kullanılabilir.

Şehirlerin katı atığından bu yolla biyogaz üretmek için çok büyük hacimli biyogaz tesislerine ihtiyaç vardır. Rize İl'inin organik katı atığından biyogaz elde etmek istenildiğinde yaklaşık 26.000 m<sup>3</sup>lük bir biyogaz tesisi kurmak gerekecektir. Örneğin, Samsun-Avdan Enerjinin Samsun katı atık düzenli depolama sahasına kurmuş olduğu 1800 m<sup>3</sup> hacme sahip biyogaz tesisinde günde ancak 20 ton organik atık kullanılabilir.

Bu nedenle genel olarak katı atık düzenli depolama tesisi içine döşenen gaz drenaj boruları ile çekilen gazdan enerji üretme yolu seçilmektedir. Bu şekilde hem çöp depolama sahasında patlamaya karşı önlem alınmış, hem küresel ısınma potansiyeli yüksek olan metan gazının (karbondioksit göre metanın küresel ısınma potansiyeli 23 kat daha fazladır ve yakılarak metanın küresel ısınmaya etkisi 1/23'e indirilmiş olur) küresel ısınma etkisi azaltılmış ve hem de metan yakılarak enerji üretilmiş olur.

Rize İli katı atığının azot, fosfor ve karbon içerikleri kompost üretimi için uygundur. İlin ikliminin yağışlı olması kompost üretimi için bir dezavantaj olarak görülse bile bu durum kapalı bir kompost tesisi inşa edilerek elimine edilebilir. Dolayısıyla Rize için bir kompost tesisi kurmak uygundur ve önerilir.

#### **10.6.4. Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Tesisi**

Katı atıktan ATY elde etmek için atığın alt kalorifik değerinin 2500 kcal/kg olması gerekmektedir. Bu nedenle katı atığın kalorifik değerini düşüren neminin azaltılması gerekmektedir. Bu işlem bir başka yakıt yakarak elde edilen ısıyı katı atığı kurutmaktan ziyade var olan bir ısıyı kullanarak atığı kurutmak daha ekonomik olacaktır. Örneğin, bir çimento fabrikasının veya termik santralin atık ısını kullanarak katı atığı kurutmak ve bu yolla ATY üretmek daha uygun olacaktır. Rize İli civarında atık ısı kullanılabilecek bir tesis olmadığından Rize için ATY önerilmemiştir.

#### **10.6.5. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma)**

TÜBİTAK-MAM tarafından yapılan analizlerde Rize İli atıklarının alt ve üst kalorifik değerlerinin yıllık ortalaması aşağıda tabloda verilmiştir. TÜBİTAK analizleri yapabilmek için ön işlem görmüş numune istemektedir. Bu nedenle analiz için 60 °C de 3 gün süre ile kurutulmuş ve parçalanmış numune analize gönderilmiştir. Tabloda orijinal örnek olarak belirtilen örnek ön işlem görmüş örnektir. Yaş olarak gönderildiğinde alt ve üst ısı değerleri oldukça düşüktür.

Yapmış olduğumuz bir çalışmada nemli katı atığın alt kalorifik değeri 1800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu durum nemli katı atığın kurutulması gerektiğini göstermektedir. Tablo 10.20’de görüldüğü gibi kuru katı atığın alt kalorifik değeri 4000 kcal/kg üzerinde ölçülmüştür.

**Tablo [10.20]:** Rize ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması

	kcal/kg	
	Ön işlem görmüş örnek	Kuru Örnek
Alt Isıl değer	3781	4154
Üst Isıl Değer	4118	4455

Nemi alınmış katı atığın alt kalorifik değeri atığın yakılabilmesi için uygundur. Ancak atığın ön işlem görmesi gerekmektedir. Rize İli katı atıklarının nem oranı % 70’e yakındır. Yaş atığın ısı değerleri yakma sistemlerinin verimli olması için yeterli durumda değildir. Bunun için ek enerji ihtiyacı mutlaka gerekli olacaktır. Atık ön işlemde geçirilerek yakma tesisine alınması gerekecektir.

Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak %70-90 arasında kütle azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir. Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle entegre olmak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı için emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufu düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Genel olarak, yakma tesisleri aşağıdaki birimlerden oluşmaktadır.

- Atık Kabulü
- Ön işlem – Depolama
- Atık Yükleme (Hazneye atığın alınması)
- Yakma İşlemi
- Baca Gazının Soğutulması
- Baca Gazının Arıtılması

- Baca Gazının Deşarjı
- Katı ve Sıvı Yanma Atıklarının Arıtılması ve Bertarafı

Kentsel katı atık bunkerin içerisine 0,25-0,35 m<sup>3</sup> yoğunluğunda olmalıdır. Katı atığın yakmadan önce düzgün şartlar altında depolanması gerekmektedir. Katı atık yakıldığı zaman ortalama olarak 1 ton katı atıktan 700 kg baca gazı oluşabilmektedir. Bu değer aynı zamanda katı atık yakma tesislerinde hava kalitesi için tasarım ve işletme kriterlerinin dikkatle ele alınması anlamına gelmektedir.

Dünya genelinde kütleli atık yakma teknolojisi ile kentsel katı atığın bertarafının maliyeti 80-120\$/ton atık civarındadır. Hane başına yaklaşık yılda 1,2-1,5 ton atık üreten bir aile için yıllık katı atık yakma tesisi maliyeti 120\$-150\$ arasında değişeceği varsayıldığında, bu maliyetin yüksek olduğu gözükmektedir. Kentsel katı atık yönetimi için transfer, depolama gibi maliyetlerinden dikkate alındığı düşünülürse yıllık bertaraf için maliyetin yukarılara çıkacağı açıktır.

Rize ili için yakma tesisin senelik işletme maliyeti 50 000 tonluk atığın yakma tesisinde bertaraf edildiği düşünülürse, yıllık ortalama ton başına 100\$/ton atık bertaraf maliyeti kabul edilirse yaklaşık 5 000 000\$'lık bir işletme maliyeti olacaktır. Eğer Rize ili için yıllık 50 000 ton/yıl atığın bertarafında ısı ve elektrik geri kazanımı yapılırsa elde edilecek elektrik enerjisinin yıllık geri kazanım bedeli;

2017 yılı için: Alt ısı değeri  $\geq 6$  MJ ( 1423 kcal/kg) olan 50 000 ton atıktan elde edilecek elektrik enerjisi miktarı 25 000 000kWsa dir.

2017 yılı için: Enerji geri kazanım bedeli, 25 000 000 kW/sa x 24 x 365 x ( 0,13-0,07)\$/kWsa x 0,5 ~ 10 950 000 \$/yıl olarak tahmin edilmektedir.

Atık teorik olarak ne kadar fazla organik madde içeriyorsa yanmak için o kadar uygundur. Rize ili açısından atığın karakteristiği incelendiğinde organik madde miktarı toplam atığın %80,89'una karşılık gelmektedir. Bu değer yakma tesisi için oldukça elverişlidir. Ancak bu değer içerisinde geri kazanılması mümkün olan kâğıt atıkları da mevcuttur. Ayrıca, katı atığın yakılmadan önce neminin azaltılması gerekmektedir. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak işletilmesi zordur ve kalifiye personel ihtiyacı vardır. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak birçok işlemin bir arada kontrol edilmesi gereken sistemlerdir. Katı atık 700-800 °C'de tamamen yanıp küle/cürufa dönüşebilmektedir. Katı atık yakma tesisleri için müsaade edilen

sıcaklık maksimum 1000° C'dir. Katı atıklara yakma işleminin verimli olması için iyi planlanmış ve oturmuş entegre atık yönetim sisteminin mevcut olması gerekmektedir. Mevcut durumda Rize ili için yakma sistemi önerilmemiştir.

#### **10.6.6. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması**

Rize ilinde kullanımda olan bir katı atık düzenli depolama tesisi mevcut değildir. Rize/merkezi ile ilin batı kesiminde kalan ilçeler katı atıklarını Rize-merkez ve Of-Eskipazar aktarma istasyonlarına ve oradan da Sürmene-Çamburnu katı atık düzenli depolama tesisine göndermektedirler. İlin doğusunda kalan ilçelerin katı atığı KAÇKARBİR tarafından toplanmakta ve düzensiz depolama sahasına gönderilmektedir. Rize İl'inin katı atığının toplanacağı, uygun aktarma istasyonları aracılığı ile inşa edilecek bir katı atık düzenli depolama sahasına gönderilmesi gerekmektedir. İlin doğusundaki ilçelerin katı atıklarını vahşi depolama şeklinde bertaraf etmeleri, batısında kalan ilçelerin ise katı atıklarını gönderdikleri Sürmene-Çamburnu katı atık düzenli depolama sahasının dolmak üzere olmasından dolayı Rize İli için bir entegre atık yönetim projesinin devreye sokulması önemli görülmektedir.

Planlanan katı atık düzenli depolama sahası inşası olmasına rağmen Rize İli için bir Entegre Katı Atık Bertaraf Sistemi geliştirmek gerekmektedir. 2017-2038 yılları arasında il genelinde toplam üretilecek 4.441.324 ton katı atığı alabilecek kapasitede bir katı atık düzenli depolama sahası inşa etmek gerekecektir.

#### **10.6.7. Aktarma Merkezi**

Rize İl merkezinde ve Of-Eskipazar da olmak üzere iki adet katı atık aktarma istasyonu mevcuttur. Buralara getirilen atıklar Sürmene-Çamburnu katı atık düzenli depolama sahasına nakledilmektedir. İl için bir katı atık düzenli depolama sahası inşa edildiğinde ilçeler için aktarma istasyonları da inşa edilmesi gerekecektir. Bu aktarma istasyonlarının yerlerini belirleyecek faktörlerden biri düzenli depolama yerinin yerleşim yerlerine göre pozisyonu olacaktır. Burada Rize il merkezinin doğusunda kalan ilçeler için bir adet ve batısında kalan ilçeler için bir adet olmak üzere toplam iki atık aktarma istasyonunun yapılması uygun olacaktır.

#### **10.7. Sonuç**

Rize İli katı atıkları için yapılan değerlendirme sonucu, öncelikli olarak İlde entegre bir atık yönetim sistemi oluşturulmalıdır. Bu sistem öncelikle kaynakta ayırma ile geri kazanılabilen atıkların ayrıştırılması ve ekonomiye kazandırılması gerekmektedir. Bunun için

de ilde lisanslı atık toplama ve işleme tesislerinin kurulmalıdır. Geri kalan atıklar içerisinde organik atıkların mümkün olduğunca kompostlaştırılması sağlanmalıdır. Değerlendirilemeyen atıkların da düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesi uygun olacaktır.

## **11. ARTVİN İLİ ATIK KARAKTERİZASYONU VE BERTARAF MODEL ARAŞTIRMALARI**

### **11.1 Artvin İli Nüfus Verileri**

Artvin nüfusu 2016 yılına göre 168.068 kişidir. Bu nüfus, 84.597 erkek ve 83.471 kadından oluşmaktadır. Yüzde olarak ise: %50,33 erkek, %49,67 kadındır. Yüzölçümü 7.359 km<sup>2</sup> olan Artvin ilinde kilometrekareye 23 insan düşmektedir. Artvin nüfus yoğunluğu 23/km<sup>2</sup>'dir. İl nüfusu 1927-1980 dönemi arasında sürekli artış gösterirken bu tarihten itibaren nüfus miktarı sürekli azalış göstermiştir. Bunun temel nedeni ekonomik nedenlerden yapılan il dışına göçlerdir.

Artvin'in yıllık nüfus artış hızı, 2016 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) verilerine göre son 5 yılda azalma eğiliminde olup, Türkiye ortalamasının altındadır. Nüfus büyüklüğü bakımından Türkiye'nin 75. Kentidir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2016). Artvin ilinin 2015 yılı nüfus verileri incelendiğinde; nüfusun % 59'unun şehir merkezlerinde yaşadığı görülmektedir. Türkiye'de 1980 yılında şehir nüfusunun oranının sadece % 22 olduğu düşünüldüğünde şehirleşme hızının artmasına bağlı olarak plansız kentleşmenin oluşturduğu sorunların coğrafyanın da etkisiyle nispeten az olduğu görülmektedir. İlde merkez ilçeden sonra diğer büyük yerleşim Hopa'dır, nüfus bakımından en az olan ilçe ise Murgul'dur. Artvin'in ilçelere göre nüfus dağılımları ve yerleşim nüfuslarının toplam nüfusa oranları Tablo 11.1'de verilmiştir. Tablo ve birlikte incelendiğinde, merkez ve kıyı şeridinde ulaşımın nispeten daha iyi olduğu yerleşimlerde şehir nüfusunun fazla olduğu; daha içerilerde yer alan yerleşimlerde kırsal nüfusun baskın olduğu görülmektedir. Bu durum katı atık yönetimi açısından dikkate alınması gereken bir husustur.

**Tablo [11.1]** Artvin ilçelerinin 2016 yılı nüfus verileri (TÜİK, 2017)

İlçe	İlçe Nüfusu	Genel Nüfus Yüzdesi
Ardanuç	10.744	%6,39
Arhavi	20.533	%12,22
Borçka	22.036	%13,11
Hopa	35.406	%21,07
Merkez	34.626	%20,60
Murgul	6.987	%4,16
Yusufeli	20.592	%12,25
Şavşat	17.144	%10,20
TOPLAM	168.068	%100

Tablo 11.1'e göre Artvin'de nüfusun %41'i Hopa ve Merkez ilçelerinde yaşamaktadır.

**Tablo [11.2]:** Artvin ili yıllara göre nüfus dağılımı ve nüfus artış hızı tablosu

Yıllar	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Artvin Nüfus Verisi	16658	165580	164759	166394	167082	169334	169674	168370	168068
Nüfus Artış Hızı	%-0,90	% -0.60	% 0.21	% -0.50	% 0.41	% 1.35	% 0.20	% -0.77	% -0.18

Ekonomik nedenlerden dolayı Artvin ili genelde göç veren il durumundadır. Artvin ilinin, 2010-2014 döneminde aldığı ve verdiği göç istatistikleri Tablo 11.3'de görülmektedir.

**Tablo [11.3]:** Artvin ili 2014-2015 dönemi göç istatistikleri

Yıl	ARTVIN NÜFUSU	ALDIĞI GÖÇ	VERDİĞİ GÖÇ	NET GÖÇ	NET GÖÇ HIZI (%)
-----	---------------	------------	-------------	---------	------------------



2014	169674	9.551	10.187	-636	-3,74
2013	169334	10.053	8.644	1.409	+8,30
2012	167082	7.286	7.612	-326	-1,95
2011	166394	7.948	7.948	0	0
2010	164759	7.115	7.988	-873	-5,30

### 11.2. Artvin İli Nüfus Projeksiyonu

Bir yerleşim yerinde oluşan katı atık miktarının, o yerleşim yerinin nüfusuna bağlı olarak değişim göstermesi nedeniyle öngörülen katı atık yönetiminin uygulanabilirliğinin devamı için geleceğe yönelik nüfus projeksiyonunun dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Gelecek yıllarda oluşacak katı atık miktarının belirlenmesinde temel oluşturacak nüfus değerlerinin belirlenmesinde birçok metot uygulanabilmektedir. Geçmiş yılların nüfus verileri için kaynak olarak TÜİK nüfus verileri kullanılmıştır. Bu çalışmada gelecek nüfus tahminleri İller Bankası metotları ile hesaplanmıştır. Nüfus azalma eğiliminde olması nedeni ile sabit artış yöntemi kullanılarak (nüfus artış hızı 1 alınmıştır) 20 yıl için nüfus değerleri hesaplanmıştır.

**Tablo [11.4]:** Artvin ili İller Bankası Yöntemine Göre Nüfus Projeksiyonu

Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI (KİŞİ)	Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI (KİŞİ)
2017	171754,2	2028	191620,8
2018	173471,8	2029	193537
2019	175206,5	2030	195472,3
2020	176958,6	2031	197427,1
2021	178728,1	2032	199401,3
2022	180515,4	2033	201395,4
2023	182320,6	2034	203409,3
2024	184143,8	2035	205443,4
2025	185985,2	2036	207497,8
2026	187845,1	2037	209572,8
2027	189723,5	2038	211668,5

### 11.3. Artvin ili Katı Atık Miktar Projeksiyonu

Artvin (Merkez)de 2012 yılı TÜİK verileri dikkate alınarak yapılan katı atık projeksiyon hesaplamalarında kullanılan kişi başına günlük katı atık üretimi miktar 0.85 (kg/kişi\*gün) olarak belirtilmiştir. Yıllık katı atık miktar artışı %3 olacağı düşünülerek atık miktar projeksiyonu yapılmıştır.

**Tablo [11.5]:** Artvin ili Eysel Atık Projeksiyonu

Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI	Kişi Başına Düşen Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	Ton/yıl
2017	171754,2	1,09	68332,42
2018	173471,8	1,13	71548,43
2019	175206,5	1,16	74182,43
2020	176958,6	1,19	76861,95
2021	178728,1	1,23	80240,00
2022	180515,4	1,26	83019,04
2023	182320,6	1,30	86511,12
2024	184143,8	1,33	89392,60
2025	185985,2	1,37	93001,91
2026	187845,1	1,41	96674,47
2027	189723,5	1,45	100411,18
2028	191620,8	1,49	104212,95
2029	193537,0	1,53	108080,72
2030	195472,3	1,57	112015,43
2031	197427,1	1,62	116738,62
2032	199401,3	1,67	121545,08
2033	201395,4	1,72	126436,00
2034	203409,3	1,77	131412,58
2035	205443,4	1,82	136476,05
2036	207497,8	1,87	141627,64
2037	209572,8	1,93	147633,56
2038	211668,5	1,99	153745,44
		TOLAM	2.449.192,14

#### 11.4. Artvin İli Evsel Katı Atık Yönetimi

Artvin ilinde üretilen evsel katı atıklar Çoruh Kalkınma Birliği (ÇOKAB) ve Kaçkar İtfaiye Mezbahane ve Katı Atık Birliği (KAÇKARBİR) tarafından yönetilmektedir. İlde mevcut durumda düzenli katı atık depolama tesisi bulunmamakta olup, tüm ilçe belediyeleri katı atıklarını düzensiz depolama yöntemi ile bertaraf etmektedir. Artvin-Rize İli Yerel Yönetimleri Katı Atık Tesisleri Yapma ve İşletme Birliği (ARRİKAB) ise 2016 yılında fes edilmiştir. ÇOKAB düzenli depolama sahasının Erzurum İli Oltu İlçesinde tahmini olarak 2018 yılında faaliyete başlaması planlanmakta olup, KAÇKARBİR için de ARRİKAB kapsamında belirlenen arazinin kullanılması için çalışmalar devam etmektedir.

İl genelinde oluşan evsel katı atıklar toplanarak düzensiz olarak depolanmaktadır. İlde aktarma istasyonu mevcut değildir. ÇOKAB ya da KAÇKARBİR tarafından planlanmış aktarma istasyonu

da bulunmamaktadır. Mevcut durumda tüm Belediyeler atıklarını kendi imkânları ile toplamakta/toplatmakta ve kendi bölgelerindeki düzensiz depolama sahalarına taşımaktadır.

Katı atık problemini çözmek için Artvin ili merkez ve ilçe belediyeleri ÇOKAB' a (Çoruh Kalkınma Birliği) üye olmuştur. ÇOKAB' ın Erzurum İli, Oltu İlçesinde yapmayı planladığı katı atık bertaraf tesisi hizmete girdiğinde tüm katı atıklar buraya gönderilecektir. Tesisin ÇED Süreci Erzurum Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğünün ÇED Gereklidir Kararı vermesine müteakip Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmeye başlanmıştır. ÇED Süreci nihai olduktan sonra tesis kurularak işletmeye alınacak ve mevcut sahaların rehabilite edilmesi düşünülmektedir.

### **Mevcut Katı Atıklar İçin Kullanılan Vahşi Depolama Sahaları**

Artvin (Merkez) de mevcut katı atık yönetim sistemindeki biriktirme, toplama ve taşıma işlemleri ile kontrolü sağlanan katı atıklar 2015 yılına kadar Artvin Merkez Fıstıklı Köyü yakınlarında vahşi depolama yapılırken 2015 yılı ocak ayı itibariyle Artvin (Merkez) Hamamlı Köyü sınırlarında depolanmaya başlamıştır. Fıstıklı Köyü sınırlarında bulunan eski depolama sahasında herhangi bir rehabilite çalışması yapılmamış olup bu konuda birtakım projelerin uygulanması planlanmaktadır.

Eski ve yeni vahşi depolama sahalarının çevresel açıdan ciddi olumsuz etkiler doğurduğu ve doğuracağı düşünülmektedir. Uygunsuz bir şekilde depolanmakta olan atıklardan kaynaklanan sızıntı suları ve tehlikeli atıklardan kaynaklanabilecek zararlı bileşenler sebebiyle toprak kirliliği ve bunların yer altı sularına karışması sonucunda su kirliliği oluşması muhtemeldir. Bununla birlikte bu sahaların yüksek eğimli ve yüzeysel su kaynağının kenarında olması sebebiyle su kirliliğine neden olması kaçınılmazdır. Oluşan atıkların vahşi depolanması sonucu oluşacak koku problemleri ve görüntü kirliliğinin önüne geçilmesi mümkün görünmemektedir. Bunların yanı sıra depolama alanlarında oluşacak gaz için herhangi bir toplama sistemi olmadığından yangın çıkma ve patlama olma olasılığının çok yüksek olduğu düşünülmektedir.

### **11.5. Artvin ili Katı Atık Kompozisyonu**

Katı atık karakterizasyonu mevsime, bölgeye, sosyo ekonomik duruma göre değişiklik göstermektedir. Artvin İli katı atık karakterizasyonu belirlenirken mevsimsel değişimler göz önüne alınmış ve yılda 4 kez her mevsimi temsil edecek şekilde bölgeye gidilmiş ve analiz yapılmıştır. Artvin sosyo ekonomik yönden il bazında benzerlik gösteren küçük bir ildir. Arazi yapısından ve trafikte sorun yaratmamak için çöp toplama işlemi gece yapılmakta ve çöpler

vahşi depolama alanına getirilmektedir. Karakterizasyon çalışmaları vahşi depolama alanında il genelinde toplanan çöp içerisinde tesadüfi örnekleme ile alınmış, karıştırıldıktan sonra 4'e ayrılmış ve yaklaşık 25-30 kg numune alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. Mevsimsel ve tüm yıl ortalaması Tablo 11.6'da sunulmuştur. Değerlendirmede yıl ortalama sonuçları kullanılmıştır.

**Tablo [11.6]: Artvin İli Atık Kompozisyonu**

Atık Bileşeni	YAZ %	SONBAHAR %	KIŞ %	İLKBAHAR %	ORTALAMA %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	40,71	66,02	39,85	47,08	<b>48,42</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	15,02	6,80	8,53	7,80	<b>9,54</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	7,50	0	8,71	6,95	<b>5,79</b>
Hacimli Karton	0	0	4,67	3,61	<b>2,07</b>
Plastik	6,76	8,16	6,97	7,94	<b>7,46</b>
Naylon Poşet	8,51	8,29	8,07	9,36	<b>8,56</b>
Cam	8,74	2,26	4,31	2,90	<b>4,55</b>
Metal	0,87	3,80	3,22	2,45	<b>1,42</b>
Park Bahçe Atıkları	0	0	0	0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	1,75	0	4,13	3,48	<b>2,34</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	0	4,67	11,53	8,43	<b>6,16</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Artvin ili için karakterizasyon belirleme çalışmaları esnasında nem içeriğini saptamak için numune alınmış, kargo ile OMÜ Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümüne gönderilmiş ve 105 °C de 24 saat bekleme ile çöp içerisindeki nem miktarı belirlenmiştir. Mevsimsel değişimler ve yıl ortalaması Tablo 11.7'de sunulmuştur.

**Tablo [11.7]: Artvin İli Atık Nem Değerleri**

	YAZ %	SONBAHAR %	KIŞ %	İLKBAHAR %	ORTALAMA %
%NEM	58,98	69,82	57,51	65,37	<b>62,92</b>

Artvin ili için karakterizasyon belirleme çalışmaları esnasında analizi yapılan bölgeden alınan organik maddenin alt ve üst kalorifik değerini belirlemek ayrıca karbon, azot ve fosfor içeriğini test edebilmek için ayrıca numune alınmış ve kargo ile OMÜ Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümüne gönderilmiştir. Laboratuvarımıza gönderilen örnek, Tübitak-MAM'a gönderilmeden önce 60 °C'de 3 gün boyunca kurutulmuş ve boyut küçültülmesi yapılmıştır.

**Tablo [11.8]:** Artvin İli Yaz Numunesi Analiz Sonuçları

YAZ			
Parametre / Örnek	ARTVİN Evsel Katı Atık (Çöp)		Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. %)	0,208		Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1'</sup>	42,57		ASTM D 5373 - 14
Hidrojen (%) <sup>1'</sup>	5,43		
Azot (%) <sup>1'</sup>	2,05		
Kükürt (%) <sup>1'</sup>	0,26		
Kül (%) <sup>1'</sup>	11,82		ASTM E 1755-01(Reapp.2007)
Oksijen (%) <sup>1'</sup>	37,87		ASTM D 3176 - 15
Parametre / Örnek	Ön İşlem görmüş Örnekte	Kuru Örnekte	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1'</sup>	7,44	---	ASTM D 7582-15
Kül (%) <sup>1'</sup>	10,94	11,82	ASTM E 1755-01 (Reapp.2007)
Uçucu Madde (%) <sup>1'</sup>	68,05	73,51	ASTM D 7582-15
Sabit Karbon (%) <sup>1'</sup>	13,57	14,67	ASTM D 3172-13
Toplam Kükürt (%) <sup>1'</sup>	0,24	0,26	ASTM D 4239-14
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1'</sup>	3382	3699	ASTM D 5865-13 ISO 1928-09
Üst Isıl Değer(cal/g) <sup>1'</sup>	3668	3963	ASTM D 5865-13

**Tablo [11.9]:** Artvin İli Sonbahar Numunesi Analiz Sonuçları

SONBAHAR		
Parametre / Örnek	ARTVİN Evsel Katı Atık (Çöp)	Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	1296	Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)

Karbon (%) <sup>1)</sup>	46,43			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1)</sup>	6,04			
Azot (%) <sup>1)</sup>	1,34			
<b>Parametre / Örnek</b>	<b>Ön İşlem görmüş Örnekte</b>	<b>Hava Kuru Bazda</b>	<b>Kuru Bazda</b>	<b>Analiz Yöntemleri</b>
Nem (%) <sup>1)</sup>	11,4	5,7	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1)</sup>	4,84	5,16	5,47	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1)</sup>	67,64	71,99	76,34	EN 15148-2009 E
Sabit Karbon (%) <sup>1)</sup>	0	0	0	---
Toplam Kükürt (%) <sup>1)</sup>	0,06	0,07	0,07	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	3492	3752	4012	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	3818	4064	4309	EN 14918-2009 E

**Tablo [11.10]:** Artvin İli Kış Numunesi Analiz Sonuçları

KİŞ				
<b>Parametre / Örnek</b>	<b>ARTVİN Evsel Katı Atık (Çöp)</b>			<b>Analiz Yöntemleri</b>
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	2366			Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1)</sup>	45,24			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1)</sup>	6,02			
Azot (%) <sup>1)</sup>	2,17			
<b>Parametre / Örnek</b>	<b>Ön İşlem görmüş Örnekte</b>	<b>Hava Kuru Bazda</b>	<b>Kuru Bazda</b>	<b>Analiz Yöntemleri</b>
Nem (%) <sup>1)</sup>	4,76	3,10	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1)</sup>	12,93	13,15	13,57	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1)</sup>	68,19	69,38	71,59	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>1)</sup>	0,21	0,22	0,22	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	3724	3799	3938	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	4033	4103	4234	EN 14918-2009 E

**Tablo [11.11]:** Artvin İli İlkbahar Numunesi Analiz Sonuçları

İLKBAHAR		
<b>Parametre / Örnek</b>	<b>Evsel Katı Atık (Çöp)</b>	<b>Analiz Yöntemleri</b>
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	2631	Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)

Karbon (%) <sup>1)</sup>	45,67			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1)</sup>	6,31			
Azot (%) <sup>1)</sup>	2,02			
<b>Parametre / Örnek</b>	<b>Ön İşlem Görmüş Örnekte</b>	<b>Hava Kuru Bazda</b>	<b>Kuru Bazda</b>	<b>Analiz Yöntemleri</b>
Nem (%) <sup>1)</sup>	6,33	3,75	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1)</sup>	7,08	7,28	7,56	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1)</sup>	72,58	74,58	77,49	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>1)</sup>	0,14	0,14	0,15	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	3801	3921	4095	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	4127	4240	4405	EN 14918-2009 E

### 11.6. Değerlendirme

Temmuz 2016-Nisan 2017 ayları arasında dört mevsimi kapsayan şekilde yapılan karakterizasyon çalışmaları Tablo 11.6'da sunulmuştur. Mevsimlerin ortalaması ise yıllık ortalama kompozisyon olarak Şekil 11.1'de verilmektedir.



Şekil [11.1] Artvin İli Ortalama Atık Kompozisyonu

Atıkların karakterizasyonu yapılırken, ayrı ele alınması gereken 3 ana başlık vardır: Biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atıklar. Biyobozunur atıklar, biyolojik süreçlerle mikroorganizmalar veya enzimleri tarafından ayrıştırılabilen atıklara verilen isimdir. Geri kazanılabilir atıklar, ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılan atıklar olarak ikiye ayrılır.

Biyobozunur faktör, atık içerisindeki biyoparçalanabilir kısmı ifade etmektedir. Örneğin, mutfak atıklarının biyobozunur faktörü 1,0'dir. Bu değer mutfak atıklarının %100 parçalanabilir

olduğunu ifade etmektedir. Kâğıt atıklarının %40'ünün biyobozunur olduğu, %60'ünün ise geri kazanılabilir atık olduğu kabul edilmiştir. Plastik atıkların ise %70'ünün geri kazanılabilir olduğu, %30'unun ise enerji kazanmada kullanılabileceği öngörülmektedir. Cam atıkların ise %90'ünün geri kazanılabilir olduğu %10'unun inert olduğu düşünülmektedir

Biyobozunur atıklar için Tablo 11.12'de, ambalaj atıkları için Tablo 11.13'de, enerji geri kazanımına uygun atıklar için Tablo-11.14'de, düzenlenmiştir.

**Tablo [11.12]:** Biyobozunur atık oranları

<b>BİYOBOZUNUR ATIKLAR</b>	
<b>Mutfak Atıkları</b>	48,42
<b>Kâğıt+Karton+ Hacimli karton</b>	6,96
<b>Park-BahçeAtıkları</b>	0
<b>DiğerYanabilir</b>	6,16
<b>TOPLAM</b>	<b>61,54</b>

**Tablo [11.13]:** Ambalaj atık oranları

<b>AMBALAJ ATIKLARI</b>	
<b>Kâğıt-Karton+Hacimli Karton</b>	10,44
<b>Plastik+Naylon</b>	11,21
<b>Cam</b>	4,10
<b>Metaller</b>	1,42
<b>TOPLAM</b>	<b>27,17</b>

**Tablo [11.14]:** Enerji geri kazanımına uygun atık

<b>ENERJİ</b>	
<b>Plastik+Naylon</b>	4,81
<b>Diğer Yanabilir</b>	6,16
<b>TOPLAM</b>	<b>10,97</b>

Atığın içinde en yüksek yüzdeye sahip kısım olan biyobozunur atıklar, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişiklik göstermesi ile azalma eğilimindedir. Aynı sebepten dolayı ambalaj atıklarının yüzdesel dağılımında ise artış beklenmektedir. Bertaraf değerlendirmesi yapılırken bu durum göz önüne alınmalıdır.

Artvin İlinde Düzenli Depolama Tesisi bulunmamaktadır. Tablo 11.5'de yapılan katı atık projeksiyonuna göre 2017 yılı için öngörülen katı atık miktarı 68.332,42 ton iken bu miktarın



2038'de 153.745,44 tona ulaşması beklenmektedir. Kümülatif olarak 2017 yılında 2038 yılına kadar toplanacak olan çöp miktarı 2.449.192,14 ton olarak öngörülmektedir. Bu durumda ilin atıklarını bertaraf edecek entegre bir atık yönetim sisteminin yürürlüğe konması ve en kısa sürede öncelikle düzenli depolamaya geçilmesi planlanmalıdır.

Artvin (Merkez) sınırlarında oluşan ambalaj atıkları için herhangi bir Ambalaj Atığı Geri Kazanım Tesisi bulunmamaktadır. 2015 İl Çevre Durum Raporunda 2014 yılı için 876,323 ton ambalaj atığı toplandığı raporlanmıştır. Artvin İli için yapılan karakterizasyon çalışmasında toplam ambalaj atığı oranı toplamda %27 civarındadır. Tablo 11.132'de yapılan projeksiyonda 2017 yılı 68.332,42 ton atığın 18.450 tonu ambalaj atığı olacağı düşünülmektedir. Değerlendirmede bulunan değerleri karşılayacak ambalaj atık toplama ve işleme tesislerinin kurulması ve işletilmesi sağlanmalıdır.

Artvin İli için evsel atığın içerisindeki ambalaj atıklarının ve organik atıkların ayrıştırılması ve işlenmesi için düşünülen sistemler ise aşağıdadır.

#### **11.6.1. Atık Ayrıştırma**

Artvin İl'inde günde ortalama 50 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden küçük boyutlu bir ayırma tesisi yeterli olacaktır. Bu tesisin kurulacak katı atık düzenli depolama tesisi alanında olması ilk yatırım maliyetini de düşürecektir.

Artvin İli merkezi ve bütün ilçelerinde geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrıştırılması oturtulmalı ve ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması % ilk yıllarda %50 sonraki yıllarda %90 oranlarına ulaştırılmalıdır.

Yerleşim yerlerinde Atık Getirme Merkezlerinin kurulması ve bu işlemin 2023 yılına kadar tamamlanması tamamlanmalıdır. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı toplama ayırma tesislerinde ayrıştırılması sağlanmalıdır.

#### **11.6.2. Atık Getirme Merkezi**

Atık getirme merkezleri; geri kazanılabilir atıkların diğer atıklarla karıştırılmadan kaynağında ayrı toplanmasını sağlamak ve bu nitelikteki atıkların geri kazanım ve/veya bertarafa gönderilmek üzere bırakılabileceği yerlerdir. Teknik özellikler bakımından atık getirme merkezlerinin erişilebilir olması, zeminlerinin sızdırmaz olması, yönlendirici işaretlerin bulunması, yangın tedbirlerinin alınması, atıkların ayrı ve uygun biriktirme ekipmanlarında

toplanması, yağ kontaminasyonu için adsorban ve çözücü malzemelerin bulunması gibi kriterleri sağlaması gerekmektedir.

Bu amaçla Atık Getirme Merkezi Tebliği 31 Aralık 2014 tarih ve 29222 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu merkezler mevcut toplama sistemlerini desteklemek üzere bilinçli tüketicilerin geri kazanılabilir atıklarını bırakabilecekleri yerler olarak tasarlanmaktadır. Tebliğe göre Artvin İli II. Kademe Belediye olarak tanımlanmakta ve 2017 yılı sonuna kadar Atık Getirme merkezlerinin kurulmasının tamamlanması gerekmektedir.

### 11.6.3. Kompost Tesisi

İl genelinde açığa çıkan ve depolama sahasında bertaraf edilmelerine izin verilmeyen biyobozunabilir atıkların geri kazanımları amacıyla kompost üretiminde kullanımları öngörülmüştür. 2017 yılında Artvin ilinde yılda 42.052 ton biyobozunabilir atık üretileceği hesaplanmıştır. Bu atığın tamamını kompost haline getirilmek istenildiğinde ilk yıllarda yaklaşık 40.000 ton/yıl kapasiteli bir kompost tesisine ihtiyaç duyulacaktır. Bu kapasite ileriki yıllarda artırılacaktır. Bölgenin iklimi düşünüldüğünde kapalı bir kompostlama tesisi kurmak daha uygun olacaktır.

Kompostlama yapabilmek için atık içeriğindeki Karbon Azot ve Fosfor değerlerine bakmak gerekir. Tübitak MAM’a yaptırılan analizler yukarıda tablolar halinde verilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise aşağıda Tablo 11.15’ de verilmektedir. Kompost tesisinin iyi işletilebilmesi için C/N/P oranının 300/5/1 olması gerekmektedir. Aşağıda tablodaki değerleri oranladığımızda 214/9,05/1 bulunmaktadır. Bu değerler azot değeri biraz yüksek olsa da kompostlama yapabilmek için uygundur.

**Tablo [11.15]:** Artvin ili Elementel Analiz Sonuçları Yıllık Ortalaması

	%
%Karbon	44,98
%Azot	1,90
%Fosfor	0,21

Artvin ili için atık karakteristiğine bakıldığı zaman organik madde oranının çok yüksek değerde olduğu söylenemez fakat ortalama değerler içerisindedir. Organik madde miktarının fazla olması atığın biyolojik olarak bozunabilirliğinden yararlanılarak hem toprak iyileştirici hem de enerji kazanımı için farklı kompost sistemlerinin kurulmasının uygun olduğu anlamına gelmektedir. Üretilen katı atık, düzgün sıkıştırma oranlarında bekletilip, iyi bir ayırma-

parçalama sürecinden geçirildiği takdirde organik maddenin bertarafında kompost tesisi kurulması faydalı olacaktır. Atık içerisinde toplam biyobozunur atık oranı toplam atığın %61,54'üne tekabül etmektedir. Eğer düzenli işletilen bir düzenli depolama sistemi benimsenirse, düzenli depolama sahasına inşa edilecek havalı reaktör kompost ile arazi için gerekli olan örtü malzemesi de kompost prosesinden elde edilmiş olacaktır. Aynı şekilde kompost sisteminde oluşan su da yine düzenli depolama tesisi üzerine tekrardan mikrobiyolojik faaliyetin hızlandırılması için kullanılabilir.

Kompost sistemleri işletilmesi bakımında birçok parametrenin en uygun şartlar altında tutulması gereken proseslerden birisidir. Kompostlama işlemine sıcaklık, pH, dane boyutu, su muhtevası, havalandırma (Oksijen konsantrasyonu), karıştırma gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında C/N/P oranı ve atığın ortalama su muhtevası (%62,92) kompostlama yapmak için uygun düzeydedir. Artvin ili coğrafi yapısına bakıldığında uygun alan eksikliği göze çarpmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında reaktör tipi bir kompost sistemi atık yönetiminde önemli rol oynayabilir. Fakat atık miktarının 2038 yılına kadar yapılan tahminlerine bakılarak atık miktarı ve nüfusun gelişmesi çok kısıtlı kalacaktır.

Kapalı kompost tesisi ilk yatırım maliyeti €230/yıl.ton ve işletme masrafı €9 olarak alındığında önerilen kompost tesisinin ilk yatırım maliyeti €11500000 ve işletme maliyeti €450 000/yıl olacaktır.

Fakat, yıllık toplanan katı atık miktarı düşük olduğu, kaynakta ayırma sistemi kurulmadığından Artvin İli için kompost tesisi kurulması ekonomik olmayacaktır ve önerilmemiştir.

#### **11.6.4. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi**

Katı atıktan ATY elde etmek için atığın alt kalorifik değerinin 2500 kcal/kg olması gerekmektedir. Bu nedenle katı atığın kalorifik değerini düşüren neminin azaltılması gerekmektedir. Bu işlem bir başka yakıt yakarak elde edilen ısıyı katı atığı kurutmaktan ziyade var olan bir ısıyı kullanarak atığı kurutmak daha ekonomik olacaktır. Örneğin, bir çimento fabrikasının veya termik santralin atık ısını kullanarak katı atığı kurutmak ve bu yolla ATY üretmek daha uygun olacaktır. Artvin İli civarında atık ısı kullanılabilecek bir tesis olmadığından Artvin için ATY önerilmemiştir.

#### **11.6.5. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma)**

TÜBİTAK-MAM tarafından yapılan analizlerde Artvin İli atıklarının alt ve üst kalorifik değerlerinin yıllık ortalaması aşağıda tabloda verilmiştir. TÜBİTAK analizleri yapabilmek için ön

işlem görmüş numune istemektedir. Bu nedenle analiz için 60 °C de 3 gün süre ile kurutulmuş ve parçalanmış numune analize gönderilmiştir. Tabloda orijinal örnek olarak belirtilen örnek ön işlem görmüş örnektir. Yaş olarak gönderildiğinde alt ve üst ısıl değerleri oldukça düşüktür. Yapmış olduğumuz bir çalışmada nemli katı atığın alt kalorifik değeri yaklaşık 1800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu durum nemli katı atığın kurutulması gerektiğini göstermektedir. Tablo 11.16'da görüldüğü gibi kuru katı atığın alt kalorifik değeri 4000 kcal/kg 'ye yakın ölçülmüştür.

**Tablo [11.16]:** Artvin ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması

	kcal/kg	
	Orijinal Örnek	Kuru Örnek
Alt Isıl değer	3600	3936
Üst Isıl Değer	3912	4228

Nemi alınmış katı atığın alt kalorifik değeri atığın yakılabilmesi için uygundur. Ancak atığın ön işlem görmesi gerekmektedir. Artvin İli katı atıklarının nem oranı %60 civarındadır. Yaş atığın ısıl değerleri yakma sistemlerinin verimli olması için yeterli durumda değildir. Bunun için ek enerji ihtiyacı mutlaka gerekli olacaktır. Atık ön işlemden geçirilerek yakma tesisine alınması gerekecektir.

Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak %70-90 arasında kütleli azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir.

Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle uyum sağlamak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı için emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufta düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Atık teorik olarak ne kadar fazla organik madde içeriyorsa yanmak için o kadar uygundur. Artvin açısından atığın karakteristiği incelendiğinde biyobozunur madde miktarı toplam atığın %61'i civarındadır. Bu değer yakma tesisi için elverişlidir. Ancak bu değer içerisinde geri

kazanılması mümkün olan kâğıt atıkları da mevcuttur. Ayrıca katı atığın yakılmadan önce neminin giderilmesi gerekmektedir. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak işletilmesi zor ve kalifiye personel ihtiyacı vardır. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak birçok işlemin bir arada kontrol edilmesi gereken sistemlerdir. Katı atık 700-800 °C'de tamamen yanıp küle/cürufa dönüşebilmektedir. Katı atık yakma tesisleri için müsaade edilen sıcaklık maksimum 1000° C'dir. Katı atıklara yakma işleminin verimli olması için iyi planlanmış ve oturmuş entegre atık yönetim sisteminin mevcut olması gerekmektedir.

Artvin ili için atık miktarındaki yüksek nem oranı, atığın yaş alt ve üst ısı değerlerinin istenilen miktarda olmaması, üretilen atık miktarının kurulacak bir atık yakma tesisi için istenilen düzeyde olmaması (50 000 ton/yıl dan az olması) ve kütleli atık yakma teknolojilerinin maliyet açısından ekonomik olmamasından dolayı katı atık yakma tesisi önerilmemektedir.

#### **11.6.6. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması**

Artvin ilinde kullanımda olan bir katı atık düzenli depolama tesisi mevcut değildir. Artvin İli için öncelikle Entegre Atık Yönetim Sistemi oluşturulmalı, Ambalaj atıkları kaynağında ayrıştırılmalı ve sonuçta kalan atık miktarını içerebilecek bir düzenli depolama sahası planlanmalıdır. Saha planlanırken en az 20 yıllık atık miktarını kabul edebilecek şekilde planlanmalıdır.

#### **11.6.7. Aktarma Merkezi**

Artvin ilinde şu anda hiçbir aktarma istasyonu mevcut değildir. İl için bir katı atık düzenli depolama sahası inşa edildiğinde ilçeler için aktarma istasyonları da inşa edilmesi gerekecektir. Artvin ilindeki ilçelerin nüfusları düşüktür, fakat ilin dağlık ve ilçelerin dağlık olması nedeniyle birden fazla aktarma istasyonu yapmak gerekecektir. Bu aktarma istasyonlarının yerlerini belirleyecek faktörlerden biri düzenli depolama yerinin yerleşim yerlerine göre pozisyonu olacaktır. Burada ilçelerin birbirine yakınlığı ve yol bağlantı durumu göz önüne alınarak; Hopa, Borçka, Murgul ve Arhavi ilçeleri için bir adet, Ardauç ve Artvin merkez için bir adet, Yusufeli İlçesi için ve Şavşat İlçesi için bir adet olmak üzere toplam 4 (dört adet) aktarma istasyonu kurmak gerekecektir.

#### **11.7. Sonuç**

Artvin İli katı atıkları için yapılan değerlendirme sonucu, öncelikli olarak İlde entegre bir atık yönetim sistemi oluşturulmalıdır. Bu sistem öncelikle kaynakta ayırma ile geri kazanılabilen atıkların ayrıştırılması ve ekonomiye kazandırılması gerekmektedir. Bunun için

de ilde lisanslı atık toplama ve işleme tesislerinin kurulmalıdır. Geri kalan değerlendirilemeyen atıkların da düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesi uygun olacaktır. Yakma ve kompostlama sistemleri veya atıktan yakıt üretilmesi önerilmemektedir.

## **12. BAYBURT İLİ ATIK KARAKTERİZASYONU VE BERTARAF MODEL ARAŞTIRMALARI**

### **12.1. Bayburt İli Nüfus Verileri**

Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) verilerine göre Bayburt ilinin 2016 yılı toplam nüfusu 90.154 olup; il nüfusunun yaklaşık %78'i merkez ilçede ikamet etmekte iken, geri kalan %22 ise diğer 2 ilçeye dağılmaktadır. Bayburt nüfusunun %51,23'ü erkek, %43,77'si kadındır. Bayburt ilinin toplam nüfusu, ülke nüfusunun yaklaşık %0,09'unu oluşturmaktadır.

Yüzölçümü 3.741 km<sup>2</sup> olan Bayburt ilinde kilometrekareye 24 insan düşmektedir. Bayburt nüfus yoğunluğu 24/km<sup>2</sup>'dir.

Bayburt'un ilçelere göre nüfus dağılımları ve yerleşim nüfuslarının toplam nüfusa oranları Tablo 12.1'de verilmiştir.

**Tablo [12.1]** Bayburt İlçelerinin 2016 yılı nüfus verileri (TÜİK, 2017)

İlçe	İlçe Nüfusu	Genel Nüfus Yüzdesi
Merkez	70.900	78,64
Aydıntepe	8.509	9,44
Demirözü	10.745	11,92
<b>TOPLAM</b>	<b>90.154</b>	<b>%100</b>

**Tablo [12.2]:** Bayburt ili yıllara göre nüfus dağılımı ve nüfus artış hızı tablosu

Yıllar	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Bayburt Nüfus	75675	74710	74412	76724	75797	75620	80607	78550	90154
Nüfus Artış Hızı	% -1.22	% -1.27	% -0.40	%3.01	% -1.22	% -0.23	% 6.18	% -2.61	%14,77

2015 yılına kadar ekonomik nedenlerden dolayı Bayburt ili genelde göç veren il durumundadır. Bayburt ilinin, 2010-2014 döneminde aldığı ve verdiği göç istatistikleri Tablo [12.3]'de görülmektedir.

**Tablo [12.3]:** Bayburt ili 2010-2014 dönemi göç istatistikleri

Yıl	BAYBURT NÜFUSU	ALDIĞI GÖÇ	VERDİĞİ GÖÇ	NET GÖÇ	NET GÖÇ HIZI (‰)
<b>2014</b>	2014	<b>80607</b>	8.912	5.583	3.329
<b>2013</b>	2013	<b>75620</b>	4.787	4.677	110
<b>2012</b>	2012	<b>75797</b>	3.664	4.085	-421
<b>2011</b>	2011	<b>76724</b>	3.997	4.570	-573
<b>2010</b>	2010	<b>74412</b>	3.984	4.780	-796

## 12.2. Bayburt İli Nüfus Projeksiyonu

Bir yerleşim yerinde oluşan katı atık miktarının, o yerleşim yerinin nüfusuna bağlı olarak değişim göstermesi nedeniyle öngörülen katı atık yönetiminin uygulanabilirliğinin devamı için geleceğe yönelik nüfus projeksiyonunun dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Gelecek yıllarda oluşacak katı atık miktarının belirlenmesinde temel oluşturacak nüfus değerlerinin belirlenmesinde birçok metot uygulanabilmektedir. Geçmiş yılların nüfus verileri

için kaynak olarak TÜİK nüfus verileri kullanılmıştır. Bu çalışmada gelecek nüfus tahminleri İller Bankası metotları ile hesaplanmıştır. Nüfus hesabında sabit artış yöntemi kullanılarak (nüfus artış hızı 1 alınmıştır) 20 yıl için nüfus değerleri hesaplanmıştır.

**Tablo [12.4]:** Bayburt ili İller Bankası Yöntemine Göre Nüfus Projeksiyonu

Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI (KİŞİ)	Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI (KİŞİ)
2017	91.056	2028	101.588
2018	91.966	2029	102.604
2019	92.886	2030	103.630
2020	93.815	2031	104.666
2021	94.753	2032	105.713
2022	95.700	2033	106.770
2023	96.657	2034	107.837
2024	97.624	2035	108.916
2025	98.600	2036	110.005
2026	99.586	2037	111.105
2027	100.582	2038	112.216

### 12.3. Bayburt İli Evsel Katı Atık Yönetimi

Bayburt ve Gümüşhane İlleri Katı Atık ve Tıbbi Atık Tesisleri Yapma ve İşletme Birliği (BAY-GÜ KAB) üyesi olan Bayburt ilinde üretilen Belediye Atıkları, belediye tarafından toplanarak, Taşkesen Beldesi yolu üzerinde, il merkezine 8 km mesafedeki, N 40° 17' 35.53" E 40° 11' 34.72" koordinatlarında bulunan katı atık düzenli depolama tesisinde bertaraf edilmektedir. Bayburt İli Yerel Yönetimler Katı Atık tesisleri Yapma ve İşletme Birliği 2008 yılında Bayburt Katı Atık Düzenli Depolama Alanını faaliyete geçirmiştir.

Merkez ilçe haricindeki Bayburt ilçelerinde oluşan atıklar, yerleşim yeri yakınında bulunan düzensiz depolama sahalarında bertaraf edilmektedir.

### 12.4. Bayburt ili Katı Atık Miktar Projeksiyonu

Bayburt (Merkez)de 2012 yılı TÜİK verileri dikkate alınarak yapılan katı atık projeksiyon hesaplamalarında kullanılan kişi başına günlük katı atık üretimi miktar 1,12 (kg/kişi\*gün) olarak belirtilmiştir. Yıllık katı atık miktar artışı %3 olacağı düşünülerek atık miktar projeksiyonu yapılmıştır.

**Tablo [12.5]:** Bayburt ili Evsel Atık Projeksiyonu



Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI	Kişi Başına Düşen Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	Ton/yıl
2017	91.056	1,27	42209,01
2018	91.966	1,31	43973,54
2019	92.886	1,35	45769,58
2020	93.815	1,39	47597,04
2021	94.753	1,43	49456,33
2022	95.700	1,47	51347,83
2023	96.657	1,51	53272,51
2024	97.624	1,55	55230,78
2025	98.600	1,60	57582,40
2026	99.586	1,65	59975,67
2027	100.582	1,70	62411,13
2028	101.588	1,75	64889,34
2029	102.604	1,80	67410,83
2030	103.630	1,85	69976,16
2031	104.666	1,90	72585,87
2032	105.713	1,96	75627,08
2033	106.770	2,02	78721,52
2034	107.837	2,08	81869,85
2035	108.916	2,14	85074,29
2036	110.005	2,20	88334,02
2037	111.105	2,27	92056,05
2038	112.216	2,33	95434,10
		TOPLAM	1.440.804,91

### 12.5. Bayburt İli Katı Atık Kompozisyonu

Katı atık karakterizasyonu mevsime, bölgeye, sosyo ekonomik duruma göre değişiklik göstermektedir. Bayburt İli katı atık karakterizasyonu belirlenirken mevsimsel değişimler göz önüne alınmış ve yılda 4 kez her mevsimi temsil edecek şekilde bölgeye gidilmiş ve analiz yapılmıştır. Bayburt sosyo ekonomik yönden il bazında benzerlik gösteren küçük bir il olmasına rağmen ilde sanayii bölgesinden, merkez (çarşı) bölgesinden ve gelir düzeyi düşük mahalle olarak Zahit mahallesinden ve gelir düzeyi yüksek mahalle olarak Esentepe Mahallesinden, örnek alınarak analiz edilmiştir. Karakterizasyon çalışmaları düzenli depolama alanında gerçekleştirilmiş belirlenen bölgelerden alana getirilen katı atıklardan tesadüfi örnekleme ile numune alınmış, karıştırıldıktan sonra 4'e ayrılmış ve yaklaşık 25-30 kg numune alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. Mevsimsel ve tüm yıl ortalaması Tablo 12.10'da sunulmuştur. Değerlendirmede yıl ortalama sonuçları kullanılmıştır.

**Tablo [12.6]:** Bayburt İli Yaz Dönemi Atık Kompozisyonu

Atık Bileşeni	YAZ %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	<b>60,07</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	<b>9,25</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	<b>0</b>
Hacimli Karton	<b>0</b>
Plastik	<b>4,69</b>
Naylon Poşet	<b>10,28</b>
Cam	<b>3,30</b>
Metal	<b>0,28</b>
Park Bahçe Atıkları	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	<b>3,35</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	<b>8,78</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>

**Tablo [12.7]:** Bayburt İli Sonbahar Dönemi Atık Kompozisyonu

Atık Bileşeni (SONBAHAR)	Yüksek gelir %	ÇARŞI Merkez %	Düşük Gelir %	SONBAHAR ORT. %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	56,24	31,13	73,34	<b>53,57</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	8,48	10,12	0,88	<b>6,49</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	0,39	4,51	0,28	<b>1,73</b>
Hacimli Karton	0	0,36	0	<b>0,12</b>
Plastik	10,32	1,67	1,97	<b>4,65</b>
Naylon Poşet	11,12	11,83	5,46	<b>9,47</b>
Cam	0,65	2,76	2,34	<b>1,92</b>
Metal	1,50	1,16	1,45	<b>1,37</b>
Park Bahçe Atıkları	0	1,82	0	<b>0,61</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	5,74	26,57	0	<b>10,77</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	5,56	8,07	14,28	<b>9,30</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tablo [12.8]:** Bayburt İli Kış Dönemi Atık Kompozisyonu

Atık Bileşeni (KIŞ)	Sanayi %	ÇARŞI Merkez %	Düşük Gelir %	Yüksek gelir %	KIŞ Ort. %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	57,71	55,32	62,00	55,47	<b>57,63</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	4,78	7,80	2,38	4,55	<b>4,88</b>

Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	7,17	7,02	4,89	7,92	<b>6,75</b>
Hacimli Karton	2,05	4,13	2,53	3,25	<b>2,99</b>
Plastik	4,76	4,86	3,86	3,82	<b>4,32</b>
Naylon Poşet	6,64	8,21	7,70	9,44	<b>8,00</b>
Cam	4,57	3,90	7,00	4,38	<b>4,97</b>
Metal	1,54	1,76	3,14	3,78	<b>2,55</b>
Park Bahçe Atıkları	0	0	0	0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	8,32	4,86	4,64	5,73	<b>5,88</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	2,46	2,14	1,86	1,66	<b>2,03</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tablo [12.9]:** Bayburt İli İlkbahar Dönemi Atık Kompozisyonu

Atık Bileşeni (İLKBAHAR)	Sanayi %	ÇARŞI Merkez %	Düşük Gelir %	Yüksek gelir %	<b>KİŞ Ort. %</b>
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	48,99	64,32	61,41	55,28	<b>57,50</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	5,78	4,83	3,38	4,23	<b>4,55</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	8,46	6,16	6,13	7,26	<b>7,00</b>
Hacimli Karton	1,51	2,91	1,38	2,42	<b>2,05</b>
Plastik	7,36	2,98	4,42	3,61	<b>4,59</b>
Naylon Poşet	8,59	5,87	8,65	8,58	<b>7,92</b>
Cam	5,67	3,98	5,98	5,50	<b>5,28</b>
Metal	3,30	2,47	2,16	3,30	<b>2,81</b>
Park Bahçe Atıkları	0	0	0	0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	6,50	4,85	3,93	7,07	<b>5,59</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	3,85	1,63	2,56	2,79	<b>2,69</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tablo [12.10]:** Bayburt İli Yıllık Ortalama Atık Kompozisyonu

Atık Bileşeni	YAZ %	SONBAHAR %	KİŞ %	İLKBAHAR %	YILLIK ORTALAMA %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	60,07	53,57	57,63	57,50	<b>57,19</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	9,25	6,49	4,88	4,55	<b>6,29</b>

Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	0	1,73	6,75	7,00	<b>3,87</b>
Hacimli Karton	0	0,12	2,99	2,05	<b>1,29</b>
Plastik	4,69	4,65	4,32	4,59	<b>4,56</b>
Naylon Poşet	10,28	9,47	8,00	7,92	<b>8,92</b>
Cam	3,30	1,92	4,97	5,28	<b>3,87</b>
Metal	0,28	1,37	2,55	2,81	<b>1,75</b>
Park Bahçe Atıkları	0	0,61	0	0	<b>0,15</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	3,35	10,77	5,88	5,59	<b>6,40</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	8,78	9,30	2,03	2,69	<b>5,70</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Bayburt ili için karakterizasyon belirleme çalışmaları esnasında nem içeriğini saptamak için numune alınmış, kargo ile OMÜ Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümüne gönderilmiş ve 105 °C de 24 saat bekleme ile çöp içindeki nem miktarı belirlenmiştir. Mevsimsel değişimler ve yıl ortalaması Tablo 12.11’de sunulmuştur.

**Tablo [12.11]:** Bayburt İli Atık Nem Değerleri

	<b>YAZ %</b>	<b>SONBAHAR%</b>	<b>KIŞ %</b>	<b>İLKBAHAR %</b>
Yüksek Gelir	--	%60,06	%58,22	%53,14
Düşük Gelir	--	%61,00	%42,99	%53,71
Çarşı Böl.	--	%60,11	%45,25	--
Sanayi	--	--	%43,25	%51,00
<b>ORTALAMA</b>	<b>%56,81</b>	<b>%60,39</b>	<b>%47,43</b>	<b>%52,62</b>
<b>İL BAZINDA YIL ORTALAMASI: 54,31</b>				

Bayburt ili için karakterizasyon belirleme çalışmaları esnasında analizi yapılan bölgeden alınan organik maddenin alt ve üst kalorifik değerini belirlemek ayrıca karbon, azot ve fosfor içeriğini test edebilmek için ayrıca numune alınmış ve kargo ile OMÜ Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümüne gönderilmiştir. Laboratuvarımıza gönderilen örnek, Tübitak-MAM’a gönderilmeden önce 60 °C’de 3 gün boyunca kurutulmuş ve boyut küçültülmesi yapılmıştır.

**Tablo [12.12]:** Bayburt İli Yaz Numunesi Analiz Sonuçları

YAZ		
<b>Parametre / Örnek</b>	<b>Evsel Katı Atık (Çöp)</b>	<b>Analiz Yöntemleri</b>
Toplam Fosfor (T.P. %)	0,24	Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)

Karbon (%) <sup>1)</sup>	44,55		ASTM D 5373 - 14
Hidrojen (%) <sup>1)</sup>	5,79		
Azot (%) <sup>1)</sup>	2,48		
Kükürt (%) <sup>1)</sup>	0,21		
Kül (%) <sup>1)</sup>	11,82		ASTM E 1755-01(Reapp.2007)
Oksijen (%) <sup>1)</sup>	37,87		ASTM D 3176 - 15
<b>Parametre / Örnek</b>	<b>Ön İşlem görmüş Örnekte</b>	<b>Kuru Örnekte</b>	<b>Analiz Yöntemleri</b>
Nem (%) <sup>1)</sup>	9,99	---	ASTM D 7582-15
Kül (%) <sup>1)</sup>	7,74	8,6	ASTM E 1755-01 (Reapp.2007)
Uçucu Madde (%) <sup>1)</sup>	69,24	76,92	ASTM D 7582-15
Sabit Karbon (%) <sup>1)</sup>	13,03	14,48	ASTM D 3172-13
Toplam Kükürt (%) <sup>1)</sup>	0,19	0,21	ASTM D 4239-14
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	3604	4065	ASTM D 5865-13 ISO 1928-09
Üst Isıl Değer(cal/g) <sup>1)</sup>	3916	4350	ASTM D 5865-13

**Tablo [12.13]:** Bayburt İli Sonbahar Numunesi Analiz Sonuçları

SONBAHAR				
Parametre / Örnek	Evsel Katı Atık (Çöp)			Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	1366			Yaş yakma (iç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1)</sup>	45,35			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1)</sup>	4,98			
Azot (%) <sup>1)</sup>	1,81			
Parametre / Örnek	Ön İşlem görmüş Örnekte	Hava Kuru Bazda	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1)</sup>	46,91	26,87	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1)</sup>	5,97	8,23	11,25	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1)</sup>	40,56	55,87	76,39	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>1)</sup>	0,09	0,13	0,17	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	1822	2718	3919	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	2210	3045	4164	EN 14918-2009 E

**Tablo [12.14]:** Bayburt İli Kış Numunesi Analiz Sonuçları

KIŞ		
Parametre / Örnek	Evsel Katı Atık (Çöp)	Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	2269	Yaş yakma (iç metot D.13.Y.01.76)

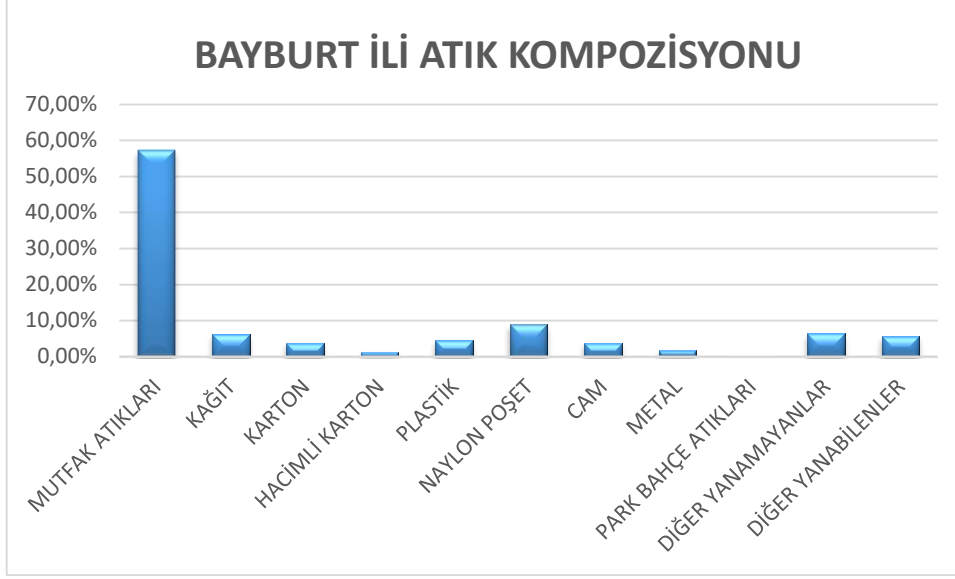
Karbon (%) <sup>1)</sup>	44,14			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1)</sup>	5,82			
Azot (%) <sup>1)</sup>	2,09			
<b>Parametre / Örnek</b>	<b>Ön İşlem görmüş Örnekte</b>	<b>Hava Kuru Bazda</b>	<b>Kuru Bazda</b>	<b>Analiz Yöntemleri</b>
Nem (%) <sup>1)</sup>	9,08	3,51	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1)</sup>	19,85	21,07	21,83	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1)</sup>	66,21	70,27	72,82	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>1)</sup>	0,18	0,19	0,19	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	3430	3674	3828	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	3740	3970	4114	EN 14918-2009 E

**Tablo [12.15]:** Bayburt İli İlkbahar Numunesi Analiz Sonuçları

İLKBAHAR				
<b>Parametre / Örnek</b>	<b>Evsel Katı Atık (Çöp)</b>			<b>Analiz Yöntemleri</b>
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	2169			Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1)</sup>	44,86			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1)</sup>	5,92			
Azot (%) <sup>1)</sup>	2,92			
<b>Parametre / Örnek</b>	<b>Ön İşlem Görmüş Örnekte</b>	<b>Hava Kuru Bazda</b>	<b>Kuru Bazda</b>	<b>Analiz Yöntemleri</b>
Nem (%) <sup>1)</sup>	4,71	3,35	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1)</sup>	15,74	15,97	16,52	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1)</sup>	73,25	74,30	76,87	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>1)</sup>	0,14	0,14	0,15	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	3947	4011	4169	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1)</sup>	4251	4311	4461	EN 14918-2009 E

## 12.6. Değerlendirme

Temmuz 2016- Nisan 2017 ayları arasında dört mevsimi kapsayan şekilde yapılan karakterizasyon çalışmaları Tablo 12.10'da sunulmuştur. Mevsimlerin ortalaması ise yıllık ortalama kompozisyon olarak Şekil 12.1'de verilmektedir.



**Şekil [12.1]** Bayburt İli Ortalama Atık Kompozisyonu

Atıkların karakterizasyonu yapılırken, ayrı ele alınması gereken 3 ana başlık vardır: Biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atıklar. Biyobozunur atıklar, biyolojik süreçlerle mikroorganizmalar veya enzimleri tarafından ayrıştırılabilen atıklara verilen isimdir. Geri kazanılabilir atıklar, ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılan atıklar olarak ikiye ayrılır.

Biyobozunur faktör, atık içerisindeki biyoparçalanabilir kısmı ifade etmektedir. Örneğin, mutfak atıklarının biyobozunur faktörü 1,0'dir. Bu değer mutfak atıklarının %100 parçalanabilir olduğunu ifade etmektedir. Kâğıt atıklarının %40'ının biyobozunur olduğu, %60'ının ise geri kazanılabilir atık olduğu kabul edilmiştir. Plastik atıkların ise %70'inin geri kazanılabilir olduğu, %30'unun ise enerji kazanmada kullanılabileceği öngörülmektedir. Cam atıkların ise %90'ının geri kazanılabilir olduğu %10'unun inert olduğu düşünülmektedir.

Biyobozunur atıklar için Tablo 12.16'da, ambalaj atıkları için Tablo 12.17'de, enerji geri kazanımına uygun atıklar için Tablo 12.18'de, düzenlenmiştir.

**Tablo [12.16]:** Biyobozunur atık oranları

<b>BİYOBOZUNUR ATIKLAR</b>	
<b>MutfakAtıkları</b>	57,19
<b>Kâğıt+Karton+ Hacimli karton</b>	4,58

<b>Park-BahçeAtıkları</b>	0,15
<b>DiğerYanabilir</b>	5,70
<b>TOPLAM</b>	<b>67,62</b>

**Tablo [12.17]** Ambalaj atık oranları

<b>AMBALAJ ATIKLARI</b>	
<b>Kâğıt-Karton+Hacimli Karton</b>	6,87
<b>Plastik+Naylon</b>	9,44
<b>Cam</b>	3,48
<b>Metaller</b>	1,75
<b>TOPLAM</b>	<b>21,55</b>

**Tablo [12.18]: Enerji geri kazanımına uygun atık**

<b>ENERJİ</b>	
<b>Plastik+Naylon</b>	4,04
<b>Diğer Yanabilir</b>	5,70
<b>TOPLAM</b>	<b>9,74</b>

Atığın içinde en yüksek yüzdeye sahip kısım olan biyobozunur atıklar, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişiklik göstermesi ile azalma eğilimindedir. Aynı sebepten dolayı ambalaj atıklarının yüzdesel dağılımında ise artış beklenmektedir. Bertaraf değerlendirmesi yapılırken bu durum göz önüne alınmalıdır.

Bayburt İlinde 2008 de faaliyete geçen düzenli depolama tesisi şu an vahşi depolama gibi kullanılmaktadır. Karakterizasyon çalışmaları için alana gidildiğinde sızıntı suyu arıtımı yapılmadığı, uygun şekilde üst örtü kullanılmadığı gözlenmiştir. Ayrıca düzgün sıkıştırma yapıldığı da düşünülmemektedir. Ayrıca alana sadece merkez ilçe atığı gelmekte ilçeler atıklarını vahşi depolama ile bertaraf etmektedirler.

Tablo-12.5’de yapılan katı atık projeksiyonuna göre 2017 yılı için öngörülen katı atık miktarı 42.209 ton iken bu miktarın 2038’de 95.434 tona ulaşması beklenmektedir. Kümülatif olarak 2017 yılından 2038 yılına kadar toplanacak olan çöp miktarı 1.440.805 ton olarak öngörülmektedir. Bu durumda ilin atıklarını bertaraf edecek entegre bir atık yönetim sisteminin yürürlüğe konması ve en kısa sürede öncelikle düzenli depolama tesisinin uygun bir şekilde işletilmeye alınması planlanmalıdır.



Bayburt (Merkez) sınırlarında oluşan ambalaj atıkları için herhangi bir Ambalaj Atığı Geri Kazanım Tesisi bulunmamaktadır. Bayburt İli için yapılan karakterizasyon çalışmasında toplam ambalaj atığı oranı toplamda %22 civarındadır. Tablo 12.5' de yapılan projeksiyonda 2017 yılı 42.209,01 ton atığın 9.286 tonu ambalaj atığı olacağı düşünülmektedir. Değerlendirmede bulunan değerleri karşılayacak ambalaj atık toplama ve işleme tesislerinin kurulması ve işletilmesi sağlanmalıdır.

Bayburt İli için evsel atığın içerisindeki ambalaj atıklarının ve organik atıkların ayrıştırılması ve işlenmesi için düşünülen sistemler ise aşağıdadır.

#### **12.6.1. Atık Ayrıştırma**

Bayburt İl'inde günde ortalama 25 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden küçük boyutlu bir ayırma tesisi yeterli olacaktır. Bu tesisin kurulu bulunan katı atık düzenli depolama tesisi alanında olması ilk yatırım maliyetini de düşürecektir.

Bayburt İli merkezi ve bütün ilçelerinde geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrıştırılması oturtulmalı ve ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması yüzdesi ilk yıllarda %50 sonraki yıllarda %90 oranlarına ulaştırılmalıdır.

Yerleşim yerlerinde Atık Getirme Merkezlerinin kurulması ve bu işlemin 2023 yılına kadar tamamlanması tamamlanmalıdır. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı toplama ayırma tesislerinde ayrıştırılması sağlanmalıdır.

#### **12.6.2. Atık Getirme Merkezi**

Atık getirme merkezleri; geri kazanılabilir atıkların diğer atıklarla karıştırılmadan kaynağında ayrı toplanmasını sağlamak ve bu nitelikteki atıkların geri kazanım ve/veya bertarafa gönderilmek üzere bırakılabileceği yerlerdir. Teknik özellikler bakımından atık getirme merkezlerinin erişilebilir olması, zeminlerinin sızdırmaz olması, yönlendirici işaretlerin bulunması, yangın tedbirlerinin alınması, atıkların ayrı ve uygun biriktirme ekipmanlarında toplanması, yağ kontaminasyonu için adsorban ve çözücü malzemelerin bulunması gibi kriterleri sağlaması gerekmektedir.

Bu amaçla Atık Getirme Merkezi Tebliği 31 Aralık 2014 tarih ve 29222 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu merkezler mevcut toplama sistemlerini desteklemek üzere bilinçli tüketicilerin geri kazanılabilir atıklarını bırakabilecekleri yerler olarak tasarlanmaktadır. Tebliğe göre Artvin İli III. Kademe Belediye olarak tanımlanmakta ve 2018

yılı sonuna kadar Atık Getirme merkezlerinin kurulmasının tamamlanması gerekmektedir. İlçe belediyeleri bazında kurulması gereken toplam tesis sayısı 3 dür.

### 12.6.3. Kompost Tesisi

İl genelinde açığa çıkan ve depolama sahasında bertaraf edilmelerine izin verilmeyen biyobozunabilir atıkların geri kazanımları amacıyla kompost üretiminde kullanımları öngörülmüştür. 2017 yılında Bayburt İlinde yılda 28.542 ton biyobozunabilir atık üretileceği hesaplanmıştır. Bu değer 2038'de 64.532 ton/yıla ulaşacaktır. Bu atığın tamamını kompost haline getirilmek istenildiğinde ilk yıllarda yaklaşık 30.000 ton/yıl yarısının komposlanabileceği düşünüldüğünde ise yaklaşık 15.000 ton/yıl kapasiteli bir kompost tesisine ihtiyaç duyulacaktır. Bu kapasite ileriki yıllarda artırılabilecektir.

Kompostlama yapabilmek için atık içeriğindeki Karbon Azot ve Fosfor değerlerine bakmak gerekir. Tübitak MAM'a yaptırılan analizler yukarıda tablolar halinde verilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise aşağıda Tablo 12.19'da verilmektedir. Kompost tesisinin iyi işletilebilmesi için C/N/P oranının 300/5/1 olması gerekmektedir. Aşağıda tablodaki değerleri oranladığımızda 213/11,1/1 bulunmaktadır. Bu değerler azot miktarı fazla olsa da kompostlama yapabilmek için uygundur.

**Tablo [12.19]:** Bayburt ili Elementel Analiz Sonuçları Yıllık Ortalaması

	%
%Karbon	44,73
%Azot	2,33
%Fosfor	0,21

Kompost sistemleri havalı ve havasız olarak iki sınıfta değerlendirilmektedir. Kompostlama sisteminin havalı ya da havasız işletilmesine karar vermek için ortamsal şartlar iyi bir şekilde ele alınmalıdır. Kompost sistemleri işletilmesi bakımında birçok parametrenin en uygun şartlar altında tutulması gereken proseslerden birisidir. Kompostlama işlemine sıcaklık, pH, dane boyutu, su muhtevası, havalandırma (Oksijen konsantrasyonu), karıştırma gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında C/N/P oranı ve atığın ortalama su muhtevası (%54,31) kompostlama yapmak için uygun düzeydedir. Ancak, Bayburt ili için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan veriler ışığında yıllık ortalama sıcaklığın 7 °C olduğu göz önüne alındığında kompostlama sistemi içerisindeki ortalama sıcaklığın (50-60 °C) çok altında kaldığı görülmektedir. Kompostlama sisteminin düzgün işletilmesi için sıcaklığın istenilen düzeyde

tutulabilmesi gerekmektedir. Sıcaklığı istenilen düzeyde tutmak için ek enerji harcanması gerekmektedir. Bu aynı zamanda maliyet olarak ta kompostlama sisteminin hem kurulum hem de işletme maliyetini artıracaktır. Özellikle kış aylarında il genelinde ki sıcaklık değerleri ortalama- 25°C civarlarında olduğu için sistemi ısıtmak için birim enerji miktarı artacaktır.

Bayburt ili içerisinde işletilmeye devam eden düzenli depolama sahasına atık sıkıştırımlı kamyonlar ile gelmekte ve doğrudan sahaya boşaltım yapılmaktadır. Düzenli depolama sahası vahşi depolama yöntemleri kullanılarak işletilmektedir. Atığın ne kadarının sıkıştırıldığına dair herhangi bir veri ya da bilgi mevcut değildir. Kompostlama sistemlerinde atık 0,5-0,6 ton/m<sup>3</sup> birim hacim ağırlığında tutulması gerekmektedir. Kompostlama sistemlerine atığın yüklenmeden önce çok iyi bir ayırımdan geçmesi gerekmektedir. Özellikle ortalama dane boyutu 3-5 cm aralında olmalıdır. Kompostlama sistemleri bilgi ve tecrübe ile işletilebilen sistemlerdir. Bayburt ili katı atık karakterizasyonu yapılırken saha içerisinde katı atık yönetim sistemleri hakkında bilgi ve tecrübesi olan kalifiye eleman olmadığı görülmüştür. Bir kompost ya da diğer gelişmiş atık bertaraf sistemleri önerilmesi durumunda önerilen bu sistemleri işletebilecek kalifiye eleman istihdamı gerekmektedir. Çünkü kompost sistemi işletilirken birçok parametrenin kontrol edilmesi gerekmektedir. C/N oranının 20:1 altına düşmesi ortamdaki azotun amonyak formuna dönüşmesine sebep olacaktır. Bu sebepten dolayı sistemi işletecek personel ya da personeller atık karışımını iyi ayarlamak zorundadırlar.

Havasız kompost sistemi için de atık karakteristiği müsaittir. Atık içerisindeki besin maddesi oranları atığın fermantasyonu için yeterlidir. Reaktör tipi bir havasız kompost sistemi kurulması durumunda havalı sistemlere göre işletme sıcaklığı biraz daha düşük olacaktır. Fakat havasız sistemler oksijen gereksinimi olmamasına rağmen işletme sıcaklığı konusunda çok hassas sistemlerdir. Ortalama 25-35 ° C değerleri ortamdaki mikrobik faaliyetin sürekliliği açısından önemlidir. Bayburt ili genel olarak soğuk bir iklime sahiptir. Bayburt ili için kurulacak bir havasız kompost reaktör için ek olarak ısıtma sistemleri ya da sistemin ürettiği gazın yakılarak kendi ısıtmasını sağlaması gerekmektedir. Bu değer iklim şartları göz önüne alındığında yaklaşık % 30'a kadar ulaşabilir. Atık miktarının yıllık olarak çok fazla olmaması, Bayburt ilinin nüfus projeksiyonuna ve sosyo-ekonomik yapısına bakıldığında gelişime sınırlı olması üretilecek atık miktarının da kurulacak bir havasız sistem için yetersiz kalacağını göstermektedir.

Bayburt iline atık karakterizasyonu için gidildiğinde, Gümüşhane ilinin ürettiği katı atığın Bayburt'taki düzenli depolama alanına getirildiği gözlemlenmiştir. Son karakterizasyon

aşamasına kadar atıklar beraber sahada depolanmaktaydılar. Bu beraberlik yeniden sağlandığı göz önüne alındığında, yıllık organik madde miktarı kurulacak bir havasız sistem için maliyet ve işletme açısından ekonomik düzeylere gelebilecektir. Yine havasız sistemler içinde önceden çok iyi bir ayırma ve parçalama sistemi kurulması gerekmektedir. Fakat yıllık toplanan katı atık miktarı düşük olduğu, kaynakta ayırma sistemi kurulmadığı ve iklim özelliklerinin kış aylarında uygun olmayacağından Bayburt İli için kompost tesisi kurulması ekonomik olmayacaktır ve önerilmemiştir.

#### 12.6.4. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi

Katı atıktan ATY elde etmek için atığın alt kalorifik değerinin 2500 kcal/kg olması gerekmektedir. Bu nedenle katı atığın kalorifik değerini düşüren neminin azaltılması gerekmektedir. Bu işlem bir başka yakıt yakarak elde edilen ısıyı katı atığı kurutmaktan ziyade var olan bir ısıyı kullanarak atığı kurutmak daha ekonomik olacaktır. Örneğin, bir çimento fabrikasının veya termik santralin atık ısını kullanarak katı atığı kurutmak ve bu yolla ATY üretmek daha uygun olacaktır. Bayburt İli civarında atık ısı kullanılabilir bir tesis olmadığından Bayburt için ATY önerilmemiştir.

#### 12.6.5. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma)

TÜBİTAK-MAM tarafından yapılan analizlerde Bayburt İli atıklarının alt ve üst kalorifik değerlerinin yıllık ortalaması aşağıda tabloda verilmiştir. TÜBİTAK analizleri yapabilmek için ön işlem görmüş numune istemektedir. Bu nedenle analiz için 60 °C de 3 gün süre ile kurutulmuş ve parçalanmış numune analize gönderilmiştir. Tabloda orijinal örnek olarak belirtilen örnek ön işlem görmüş örnektir. Yaş olarak gönderildiğinde alt ve üst ısı değerleri oldukça düşüktür. Yapmış olduğumuz bir çalışmada nemli katı atığın alt kalorifik değeri 1800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu durum nemli katı atığın kurutulması gerektiğini göstermektedir. Tablo 12.20’de görüldüğü gibi kuru katı atığın alt kalorifik değeri 4000 kcal/kg’a yakın ölçülmüştür.

**Tablo [12.20]:** Bayburt ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması

	kcal/kg	
	Ön işlem görmüş örnek	Kuru Örnek

Alt Isıl değer	3201	3995
Üst Isıl Değer	3529	4272

Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak %70-90 arasında kütleli azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir. Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle entegre olmak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı için emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufta düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Atık teorik olarak ne kadar fazla organik madde içeriyorsa yanmak için o kadar uygundur. Bayburt açısından atığın karakteristiği incelendiğinde organik madde miktarı toplam atığın %54,31'ine karşılık gelmektedir. Bu değer yakma tesisi için elverişlidir. Katı atığın yakılmadan önce neminin kovulması gerekmektedir. Bunun için atık ön işlemden geçirilir. Kentsel katı atığın yakılması prosesinin verimli hale dönüştürülmesi için yakma tesislerinin şehir merkezine yakın yerlere kurulması daha uygun olacaktır. Katı atığın neminin uzaklaştırılması işlemi için bir enerji gerekmektedir. Bu işlem için atık yakma tesisinin yakınlarında yakma teknolojisi kullanılan bir endüstriyel alan kullanılabilir. Bayburt merkezde ve civarında bu tür bir işletme olmaması yakma tesisinin birim maliyetini daha da artırmaktadır.

Katı atık yakma tesisleri teknik olarak işletilmesi zordur ve kalifiye personel ihtiyacı vardır. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak birçok işlemin bir arada kontrol edilmesi gereken sistemlerdir. Katı atık 700-800 °C'de tamamen yanıp küle/cürufa dönüşebilmektedir. Katı atık yakma tesisleri için müsaade edilen sıcaklık maksimum 1000° C'dir. Katı atıklara yakma işleminin verimli olması için iyi planlanmış ve oturmuş entegre atık yönetim sisteminin mevcut olması gerekmektedir. Bayburt ilinde düzenli depolama sahasının düzgün işletilmiyor olması ve oturmuş bir entegre atık yönetimlerinin var olmaması katı atık yakma prosesinin verimini ve uygunluğunu azaltmaktadır.

Bayburt ilinde üretilecek katı atık miktarı 2017 yılı için 42.200 ton/yıl olarak öngörülmüştür. Bu atık miktarı yakma tesisinin kurulumu ve işletilmesi için ekonomik değerler arasında değildir. Şehir için yapılan nüfus projeksiyonu ve doğru orantılı olarak gerçekleştirilen atık tahmin verilerine göre Bayburt ili için atık miktarı 2038 yılında 100.000 ton/yıla dahi ulaşamayacağı tahmin edilmektedir. Katı atık yakma tesislerinin ekonomik sınırlar içinde olması için yıllık 50.000 ton/yıl yanabilir atık miktarını her yıl sağlaması gerekmektedir. Yakma tesislerini işletecek kalifiye eleman ihtiyacı tıpkı kompostlama tesisleri içinde gerekmektedir. Bayburt ili düzenli depolama tesisine bahar dönemi katı atık karakterizasyon işlemi için gidildiğinde, tesisteki personelin yenilendiği ve bir Çevre Mühendisinin yeni istihdam edildiği görülmüştür. Böyle zayıf bir personel sayısı ile yakma tesisinin işletilmesi uygun olarak görülmemektedir.

Atık yakma tesislerinin işletilirken birçok parametrenin değerlendirilmesi göz önüne alınmaktadır. Bayburt için öncelikle düzgün bir atık yönetim sistemi oluşturulup, mevcut düzenli depolama sahasının işletilmesinin geliştirilmesi daha uygun olacaktır. Yakma sistemi uygun görülmemiştir ve önerilmemiştir.

#### **12.6.6. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması**

Bayburt İlinde öncelikle kullanımda olan mevcut katı atık düzenli depolama tesisini daha modern hale getirmek gerekmektedir. Fakat Bayburt İlinin ihtiyacı olan yeni bir katı atık düzenli depolama tesisidir.

Planlanan katı atık düzenli depolama sahası inşası olmasına rağmen Bayburt İli için bir Entegre Katı Atık Bertaraf Sistemi geliştirmek gerekmektedir. 2017-2038 yılları arasında il genelinde toplam üretilecek 1.440.805 ton katı atığı alabilecek kapasitede bir katı atık düzenli depolama sahası inşa etmek gerekecektir.

#### **12.6.7. Aktarma Merkezi**

Bayburt İl merkezi mevcut katı depolama sahasına çok uzak olmadığından diğer ilçelere katı atık aktarma istasyonu inşa etmek gerekmektedir.

Bayburt ilindeki ilçe sayısı az ve nüfusları düşüktür. Bu nedenle her bir ilçeye bir adet aktarma merkezi inşa etmek uygun olacaktır. Buna göre merkez harici iki adet ilçeye toplam 2 adet aktarma merkezi inşa edilmesi uygun olacaktır.

#### **12.7. Sonuç**

Bayburt İli katı atıkları için yapılan değerlendirme sonucu, öncelikli olarak İlde entegre bir atık yönetim sistemi oluşturulmalıdır. Bu sistem öncelikle kaynakta ayırma ile geri kazanılabilen atıkların ayrıştırılması ve ekonomiye kazandırılması gerekmektedir. Bunun için de ilde lisanslı atık toplama ve işleme tesislerinin kurulmalıdır. Geri kalan atıklar içerisinde değerlendirilemeyen atıkların da düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesi uygun olacaktır. Mevcut düzenli depolama sistemi vahşi depolama gibi işletilmektedir, öncelikle sistem rehabilite edilmeli ve düzenli depolama olarak işletilmelidir.

### **13. GÜMÜŞHANE İLİ ATIK KARAKTERİZASYONU VE BERTARAF MODEL ARAŞTIRMALARI**

### 13.1. Gümüşhane İli Nüfus Verileri

Gümüşhane nüfusu 2016 yılına göre 172034'dür. Bu nüfus, 87564 erkek ve 84470 kadından oluşmaktadır. Yüzde olarak ise: %50,90 erkek, %49,10 kadındır. Gümüşhane nüfus yoğunluğu 27/km<sup>2</sup>'dir. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) verilerine göre Gümüşhane ilinin toplam nüfusunun yaklaşık %34'i merkez ilçe ve %30'u Kelkit ilçesinde ikamet etmekte iken, geri kalan %36 diğer 4 ilçeye dağılmaktadır (Tablo13.1). Gümüşhane ili nüfusu, ülke nüfusunun yaklaşık %0,19'unu oluşturmaktadır.

Gümüşhane'nin ilçelere göre nüfus dağılımları ve yerleşim nüfuslarının toplam nüfusa oranları Tablo 13.1'de verilmiştir.

**Tablo [13.1]** Gümüşhane İlçelerinin 2016 yılı nüfus verileri (TÜİK, 2017)

İlçe	İlçe Nüfusu	Genel Nüfus Yüzdesi
Merkez	58.000	%33,71
Kelkit	51132	%29,72
Köse	7789	%4,53
Kürtün	15074	%8,76
Şiran	27116	%15,76
Torul	12923	%7,51
<b>TOPLAM</b>	<b>172.034</b>	<b>%100</b>

**Tablo [13.2]:** Gümüşhane ili yıllara göre nüfus dağılımı ve nüfus artış hızı tablosu

Yıllar	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Gümüşhane Nüfus Verisi	131.367	130.976	129.618	132.374	135.216	141.412	146.353	151.449	172.034
Nüfus Artış	%0.40	%-0.30	%-1.05	%2.08	%2.10	%4.38	%3.37	%3.36	%13,59

2010 yılına kadar ekonomik nedenlerden dolayı Gümüşhane ili genelde göç veren il durumundadır. 2010 yılından sonra nüfus artmaya başlamıştır. Gümüşhane ilinin, 2010-2014 döneminde aldığı ve verdiği göç istatistikleri Tablo [13.3]'de görülmektedir.

**Tablo [13.3]:** Gümüşhane ili 2010-2014 dönemi göç istatistikleri



Yıl	GÜMÜŞHANE NÜFUSU	ALDIĞI GÖÇ	VERDİĞİ GÖÇ	NET GÖÇ	NET GÖÇ HIZI (%)
2014	146353	18.811	16.071	2.740	18,72
2013	141412	16.677	11.162	5.515	39,00
2012	135216	11.166	9.001	2.165	16,01
2011	132374	10.426	8.988	1.438	10,86
2010	129618	8.848	10.128	-1.280	-9,88

### 13.2. Gümüşhane İli Nüfus Projeksiyonu

Bir yerleşim yerinde oluşan katı atık miktarının, o yerleşim yerinin nüfusuna bağlı olarak değişim göstermesi nedeniyle öngörülen katı atık yönetiminin uygulanabilirliğinin devamı için geleceğe yönelik nüfus projeksiyonunun dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Gelecek yıllarda oluşacak katı atık miktarının belirlenmesinde temel oluşturacak nüfus değerlerinin belirlenmesinde birçok metot uygulanabilmektedir. Geçmiş yılların nüfus verileri için kaynak olarak TÜİK nüfus verileri kullanılmıştır. Bu çalışmada gelecek nüfus tahminleri İller Bankası metotları ile hesaplanmıştır. Son dönemlerde ilde nüfus hızlı artış gösterse de nüfus hesabında sabit artış yöntemi kullanılarak (nüfus artış hızı 1 alınmıştır) 20 yıl için nüfus değerleri hesaplanmıştır.

**Tablo [13.4]:** Gümüşhane ili İller Bankası Yöntemine Göre Nüfus Projeksiyonu

Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI (Kişi)	Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI (Kişi)
2017	173.754	2028	193.852
2018	175.492	2029	195.791
2019	177.247	2030	197.749
2020	179.019	2031	199.726
2021	180.809	2032	201.723
2022	182.618	2033	203.741
2023	184.444	2034	205.778
2024	186.288	2035	207.836
2025	188.151	2036	209.914
2026	190.033	2037	212.013
2027	191.933	2038	214.133

### 13.3. Gümüşhane İli Evsel Katı Atık Yönetimi

Gümüşhane ilinde üretilen belediye atıkları Gümüşhane Belediyesi yönetimindedir. Gümüşhane ilinde Gümüşhane Yerel Yönetimler Birliği vardır. Birlik Gümüşhane ili ve tüm ilçelerini kapsamaktadır. Birlik kapsamında Gümüşhane il merkez ve Kelkit ilçesinde aktarma istasyonları kurulup katı atıklar Bayburt iline ait Katı atık düzenli depolama sahasına aktarılmaktadır. Gümüşhane il genelinde katı atıkların tamamının düzenli depolama alanına gelen kısmına oranı bilinmemektedir. Nisan ayı arazi çalışmalarında Bayburt ili ile çıkan anlaşmazlıktan dolayı Gümüşhane Belediyesinin atıklarını alana getirmedeği şehir merkezinden uzak bir noktaya vahşi depolama olarak bıraktığı hatta atıkları burada açık alanda yaktığı gözlemlenmiştir. Alandaki gözlemler aşağıda fotoğraflarda gösterilmektedir.



### 13.4. Gümüşhane İli Katı Atık Miktar Projeksiyonu

Gümüşhane (Merkez) de 2014 yılı TÜİK verileri dikkate alınarak yapılan katı atık projeksiyon hesaplamalarında kullanılan kişi başına günlük katı atık üretimi miktar 0,96 (kg/kişi\*gün) olarak belirtilmiştir. Yıllık katı atık miktar artışı %3 olacağı düşünülerek atık miktar projeksiyonu yapılmıştır.

**Tablo [13.5]:** Gümüşhane İli Eysel Atık Projeksiyonu

Yıllar	İLLER BANKASI YÖNTEMİ İLE NÜFUS HESABI	Kişi Başına Düşen Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	Ton/yıl
2017	173.754	1,06	67225,42
2018	175.492	1,09	69819,49
2019	177.247	1,12	72458,57
2020	179.019	1,16	75796,64
2021	180.809	1,19	78534,39
2022	182.618	1,23	81986,35
2023	184.444	1,27	85499,02
2024	186.288	1,31	89073,61
2025	188.151	1,35	92711,40
2026	190.033	1,39	96413,24
2027	191.933	1,43	100179,43
2028	193.852	1,47	104011,29
2029	195.791	1,51	107910,21
2030	197.749	1,55	111876,50
2031	199.726	1,60	116639,98
2032	201.723	1,65	121487,68
2033	203.741	1,70	126421,29
2034	205.778	1,75	131440,70
2035	207.836	1,80	136548,25
2036	209.914	1,85	141744,43
2037	212.013	1,90	147031,02
2038	214.133	1,96	153190,75
		TOPLAM	2.307.999,66

### 13.5. Gümüşhane İli Katı Atık Kompozisyonu

Katı atık karakterizasyonu mevsime, bölgeye, sosyo ekonomik duruma göre değişiklik göstermektedir. Gümüşhane İli katı atık karakterizasyonu belirlenirken mevsimsel değişimler göz önüne alınmış ve yılda 4 kez her mevsimi temsil edecek şekilde bölgeye gidilmiş ve analiz yapılmıştır. Gümüşhane sosyo ekonomik yönden il bazında benzerlik gösteren küçük bir il olduğundan, ili temsil edecek şekilde Bayburt çöp depolama alanına gelen atıktan temsili örnekleme ile numune alınmış ve karıştırıldıktan sonra 4'e ayrılmış ve yaklaşık 25-30 kg numune alınarak analiz edilmiştir. Son örnekleme de (ilkbahar sezonu) Gümüşhane vahşi depolama alanına gidilmiş ve buraya dökülen atık üzerinde analiz yapılmıştır. Mevsimsel ve tüm yıl ortalaması Tablo 13.6'da sunulmuştur. Değerlendirmede yıl ortalama sonuçları kullanılmıştır.

**Tablo [13.6]:** Gümüşhane İli Atık Kompozisyonu

Atık Bileşeni	YAZ %	SONBAHAR %	KIŞ %	İLKBAHAR %	ORTALAMA %
Mutfak Atıkları (Yemek Sebze Meyve vb.)	43,12	26,40	44,44	50,78	<b>41,19</b>
Kâğıt (Gazete Dergi Defter)	14,39	26,28	4,72	3,61	<b>12,25</b>
Karton (Süt Kutusu Meyve suyu Kutusu)	0	0	6,11	7,54	<b>3,41</b>
Hacimli Karton	0	0	3,86	5,55	<b>2,35</b>
Plastik	4,79	15,50	5,41	7,31	<b>8,25</b>
Naylon Poşet	12,29	16,67	7,56	6,36	<b>10,72</b>
Cam	4,81	1,27	4,40	3,72	<b>3,55</b>
Metal	0,79	0	3,37	2,70	<b>1,72</b>
Park Bahçe Atıkları	0	0	0	0	<b>0</b>
Diğer Yanmayanlar (Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.)	5,06	0	2,26	2,94	<b>2,56</b>
Diğer Yanabilenler (Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.)	14,75	13,88	17,86	9,48	<b>14,00</b>
TOPLAM	100	100	100	100	<b>100</b>

Gümüşhane ili için karakterizasyon belirleme çalışmaları esnasında nem içeriğini saptamak için numune alınmış, kargo ile OMÜ Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümüne gönderilmiş ve 105 °C de 24 saat bekleme ile çöp içerisindeki nem miktarı belirlenmiştir. Mevsimsel değişimler ve yıl ortalaması Tablo 13.7’de sunulmuştur.

**Tablo [13.7]:** Gümüşhane İli Atık Nem Değerleri

	YAZ %	SONBAHAR %	KIŞ %	İLKBAHAR %	ORTALAMA %
%NEM	76,44	53,83	60,33	%52,67	<b>%60,82</b>

Gümüşhane ili için karakterizasyon belirleme çalışmaları esnasında analizi yapılan bölgeden alınan organik maddenin alt ve üst kalorifik değerini belirlemek ayrıca karbon, azot ve fosfor içeriğini test edebilmek için ayrıca numune alınmış ve kargo ile OMÜ Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümüne gönderilmiştir. Laboratuvarımıza gönderilen örnek, Tübitak-MAM’a gönderilmeden önce 60 °C’de 3 gün boyunca kurutulmuş ve boyut küçültülmesi yapılmıştır.

**Tablo [13.8]:** Gümüşhane İli Yaz Numunesi Analiz Sonuçları

YAZ			
Parametre / Örnek	Gümüşhane Eysel Katı Atık (Çöp)		Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. %)	0,28		Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1</sup>	39,57		ASTM D 5373 - 14
Hidrojen (%) <sup>1</sup>	5		
Azot (%) <sup>1</sup>	2,02		
Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,12		
Kül (%) <sup>1</sup>	21,57		ASTM E 1755-01(Reapp.2007)
Oksijen (%) <sup>1</sup>	31,72		ASTM D 3176 - 15
Parametre / Örnek	Ön İşlem görmüş Örnekte	Kuru Örnekte	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1</sup>	6,3	---	ASTM D 7582-15
Kül (%) <sup>1</sup>	20,21	21,57	ASTM E 1755-01 (Reapp.2007)
Uçucu Madde (%) <sup>1</sup>	68,21	72,79	ASTM D 7582-15
Sabit Karbon (%) <sup>1</sup>	5,28	5,64	ASTM D 3172-13
Toplam Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,11	0,12	ASTM D 4239-14
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	3193	3445	ASTM D 5865-13 ISO 1928-09
Üst Isıl Değer(cal/g) <sup>1</sup>	3478	3712	ASTM D 5865-13

**Tablo [13.9]:** Gümüşhane İli Sonbahar Numunesi Analiz Sonuçları

SONBAHAR				
Parametre / Örnek	Eysel Katı Atık (Çöp)			Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	1515			Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1</sup>	46,99			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1</sup>	6,05			
Azot (%) <sup>1</sup>	2,07			
Parametre / Örnek	Ön İşlem görmüş Örnekte	Hava Kuru Bazda	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1</sup>	15,5	5,82	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1</sup>	11,26	12,55	13,32	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1</sup>	63,87	71,19	75,59	EN 15148-2009 E
Sabit Karbon (%) <sup>1</sup>	0	0	0	---
Toplam Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,13	0,15	0,16	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	3477	3938	4215	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	3814	4250	4513	EN 14918-2009 E

**Tablo [13.10]:** Gümüşhane İli Kış Numunesi Analiz Sonuçları

KİŞ				
Parametre / Örnek	Evsel Katı Atık (Çöp)			Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	2406			Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1</sup>	48,22			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1</sup>	6,62			
Azot (%) <sup>1</sup>	2,30			
Parametre / Örnek	Ön İşlem görmüş Örnekte	Hava Kuru Bazda	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1</sup>	5,26	2,34	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1</sup>	10,7	11,03	11,29	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1</sup>	72,13	74,35	76,13	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,21	0,22	0,22	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	4177	4323	4439	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	4514	4654	4765	EN 14918-2009 E

**Tablo [13.11]:** Gümüşhane İli İlkbahar Numunesi Analiz Sonuçları

İLKBAHAR				
Parametre / Örnek	Evsel Katı Atık (Çöp)			Analiz Yöntemleri
Toplam Fosfor (T.P. mg/kg)	1813			Yaş yakma (İç metot D.13.Y.01.76)
Karbon (%) <sup>1</sup>	43,04			CEN/TS 15104:2005 E
Hidrojen (%) <sup>1</sup>	5,26			
Azot (%) <sup>1</sup>	2,20			
Parametre / Örnek	Ön İşlem Görmüş Örnekte	Hava Kuru Bazda	Kuru Bazda	Analiz Yöntemleri
Nem (%) <sup>1</sup>	34,70	2,57	---	EN 14774-3:2009 E
Kül (%) <sup>1</sup>	18,17	27,11	27,82	EN 14775-2009 E
Uçucu Madde (%) <sup>1</sup>	47,68	71,14	73,02	EN 15148-2009 E
Toplam Kükürt (%) <sup>1</sup>	0,09	0,13	0,14	ASTM D 4239-14e2
Alt Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	2246	3622	3732	EN 14918-2009 E
Üst Isıl Değer (cal/g) <sup>1</sup>	2606	3888	3991	EN 14918-2009 E

### 13.6. Değerlendirme

Temmuz 2016- Nisan 2017 ayları arasında dört mevsimi kapsayan şekilde yapılan karakterizasyon çalışmaları Tablo 13.6'da sunulmuştur. Mevsimlerin ortalaması ise yıllık ortalama kompozisyon olarak Şekil 13.1'de verilmektedir.



Şekil [13.1] Gümüşhane İli Ortalama Atık Kompozisyonu

Atıkların karakterizasyonu yapılırken, ayrı ele alınması gereken 3 ana başlık vardır: Biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atıklar. Biyobozunur atıklar, biyolojik süreçlerle mikroorganizmalar veya enzimleri tarafından ayrıştırılabilen atıklara verilen isimdir. Geri kazanılabilir atıklar, ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılan atıklar olarak ikiye ayrılır.

Biyobozunur faktör, atık içerisindeki biyoparçalanabilir kısmı ifade etmektedir. Örneğin, mutfak atıklarının biyobozunur faktörü 1,0'dir. Bu değer mutfak atıklarının %100 parçalanabilir olduğunu ifade etmektedir. Kağıt atıklarının %40'ünün biyobozunur olduğu, %60'ünün ise geri kazanılabilir atık olduğu kabul edilmiştir. Plastik atıkların ise %70'inin geri kazanılabilir olduğu, %30'unun ise enerji kazanmada kullanılabileceği öngörülmektedir. Cam atıkların ise %90'ının geri kazanılabilir olduğu %10'unun inert olduğu düşünülmektedir.

Biyobozunur atıklar için Tablo 13.12'de, ambalaj atıkları için Tablo 13.13'de, enerji geri kazanımına uygun atıklar için Tablo-13.14'de, düzenlenmiştir.

**Tablo [13.12]:** Biyobozunur atık oranları

<b>BİYOBOZUNUR ATIKLAR</b>	
<b>MutfakAtıkları</b>	41,19
<b>Kâğıt+Karton+ Hacimli karton</b>	7,20
<b>Park-BahçeAtıkları</b>	0
<b>DiğerYanabilir</b>	13,99
<b>TOPLAM</b>	<b>62,38</b>

**Tablo [13.13]:** Ambalaj atık oranları

<b>AMBALAJ ATIKLARI</b>	
<b>Kâğıt-Karton+Hacimli Karton</b>	10,81
<b>Plastik+Naylon</b>	13,28
<b>Cam</b>	3,20
<b>Metaller</b>	1,72
<b>TOPLAM</b>	<b>29,01</b>

**Tablo [13.14]:** Enerji geri kazanımına uygun atık

<b>ENERJİ</b>	
<b>Plastik+Naylon</b>	5,69
<b>Diğer Yanabilir</b>	13,99
<b>TOPLAM</b>	<b>19,68</b>

Atığın içinde en yüksek yüzdeye sahip kısım olan biyobozunur atıklar, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişiklik göstermesi ile azalma eğilimindedir. Aynı sebepten dolayı ambalaj atıklarının yüzdesel dağılımında ise artış beklenmektedir. Bertaraf değerlendirmesi yapılırken bu durum göz önüne alınmalıdır.

Gümüşhane Belediyesi sorumluluk alanlarında toplanan çöp miktarı günlük 180 ton civarındadır. İlgili atıkların yönetimi Gümüşhane Yerel Yönetimler Birliğine bağlı katı atık aktarma istasyonları üzerinden Bayburt Belediye atıkları Düzenli Depolama Tesisine sevk edilmeye 2015 yılı sonu itibariyle başlamıştır. Ancak Nisan 2017 döneminde arazi çalışmaları sırasında atıkların Gümüşhane belediyesi sınırları içerisinde vahşi olarak depolandığı ve açıkta yakıldığı gözlemlenmiştir.

Tablo 13.5’de yapılan katı atık projeksiyonuna göre 2017 yılı için öngörülen katı atık miktarı 67.225 ton iken bu miktarın 2038’de 153.191 tona ulaşması beklenmektedir. Kümülatif olarak



2017 yılından 2038 yılına kadar toplanacak olan çöp miktarı 2.308.000 ton olarak öngörülmektedir. Bayburt ilinde bulunan mevcut depolama tesisi kapasitesi yeterli görülmektedir. Ancak kaynakta ayırma yapılmadığı, saha çalışmalarında düzgün sıkıştırma sağlanmadığı için sahanın zamanından önce dolacağı ve sahanın zaten vahşi depolama gibi işletildiği aşikârdır. Bu durumda ilin atıklarını bertaraf edecek entegre bir atık yönetim sisteminin yürürlüğe konması ve en kısa sürede öncelikle kaynakta ayırma ve geri kazanma çalışmalarının yapılarak alana gönderilecek atık miktarını azaltma yoluna gidilmelidir.

Gümüşhane (Merkez) sınırlarında oluşan ambalaj atıkları için herhangi bir Ambalaj Atığı Geri Kazanım Tesisi bulunmamaktadır. Gümüşhane İli için yapılan karakterizasyon çalışmasında toplam ambalaj atığı oranı toplamda %29 civarındadır. Tablo 13.5' de yapılan projeksiyonda 2017 yılı 67.225 ton atığın 19.495 tonu ambalaj atığı olacağı düşünülmektedir. Değerlendirmede bulunan değerleri karşılayacak ambalaj atık toplama ve işleme tesislerinin kurulması ve işletilmesi sağlanmalıdır.

Gümüşhane İli için evsel atığın içerisindeki ambalaj atıklarının ve organik atıkların ayrıştırılması ve işlenmesi için düşünülen sistemler ise aşağıdadır.

#### **13.6.1. Atık Ayrıştırma**

Gümüşhane İl'inde günde ortalama 50 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden küçük boyutlu bir ayırma tesisi yeterli olacaktır. Bu tesisin Gümüşhane il sınırları içerisinde olması nakliye yönünden daha ekonomik olacaktır.

Gümüşhane İli merkezi ve bütün ilçelerinde geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrıştırılması oturtulmalı ve ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması yüzdesi ilk yıllarda %50 sonraki yıllarda %90 oranlarına ulaştırılmalıdır.

Yerleşim yerlerinde Atık Getirme Merkezlerinin kurulması ve bu işlemin 2023 yılına kadar tamamlanması tamamlanmalıdır. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı toplama ayırma tesislerinde ayrıştırılması sağlanmalıdır.

#### **13.6.2. Atık Getirme Merkezi**

Atık getirme merkezleri; geri kazanılabilir atıkların diğer atıklarla karıştırılmadan kaynağında ayrı toplanmasını sağlamak ve bu nitelikteki atıkların geri kazanım ve/veya bertarafa gönderilmek üzere bırakılabileceği yerlerdir. Teknik özellikler bakımından atık getirme merkezlerinin erişilebilir olması, zeminlerinin sızdırmaz olması, yönlendirici işaretlerin bulunması, yangın tedbirlerinin alınması, atıkların ayrı ve uygun biriktirme ekipmanlarında

toplanması, yağ kontaminasyonu için adsorban ve çözücü malzemelerin bulunması gibi kriterleri sağlaması gerekmektedir.

Bu amaçla Atık Getirme Merkezi Tebliği 31 Aralık 2014 tarih ve 29222 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu merkezler mevcut toplama sistemlerini desteklemek üzere bilinçli tüketicilerin geri kazanılabilir atıklarını bırakabilecekleri yerler olarak tasarlanmaktadır. Tebliğe göre Gümüşhane İli III. Kademe Belediye olarak tanımlanmakta ve 2018 yılı sonuna kadar Atık Getirme merkezlerinin kurulmasının tamamlanması gerekmektedir. İlçe belediyeleri bazında kurulması gereken toplam tesis sayısı 6 dır.

### 13.6.3. Kompost Tesisi

İl genelinde açığa çıkan ve depolama sahasında bertaraf edilmelerine izin verilmeyen biyobozunabilir atıkların geri kazanımları amacıyla kompost üretiminde kullanımları öngörülmüştür. 2017 yılında Bayburt İlinde yılda 41.935 ton biyobozunabilir atık üretileceği hesaplanmıştır. Bu değer 2038'de 95.561 ton/yıla ulaşacaktır. Bu atığın tamamını kompost haline getirilmek istenildiğinde ilk yıllarda yaklaşık 40.000 ton/yıl yarısının komposlanabileceği düşünüldüğünde ise yaklaşık 20.000 ton/yıl kapasiteli bir kompost tesisine ihtiyaç duyulacaktır. Bu kapasite ileriki yıllarda artırılabilecektir.

Kompostlama yapabilmek için atık içeriğindeki Karbon Azot ve Fosfor değerlerine bakmak gerekir. Tübitak MAM'a yaptırılan analizler yukarıda tablolar halinde verilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise aşağıda Tablo 13.15'de verilmektedir. Kompost tesisinin iyi işletilebilmesi için C/N/P oranının 300/5/1 olması gerekmektedir. Aşağıda tablodaki değerleri oranladığımızda 212/10,23/1 bulunmaktadır. Bu değerler azot miktarı fazla olsa da kompostlama yapabilmek için uygundur.

**Tablo [13.15]:** Gümüşhane ili Elementel Analiz Sonuçları Yıllık Ortalaması

	%
%Karbon	44,46
%Azot	2,15
%Fosfor	0,21

Kompost sistemleri işletilmesi bakımında birçok parametrenin en uygun şartlar altında tutulması gereken proseslerden birisidir. Kompostlama işlemine sıcaklık, pH, dane boyutu, su muhtevası, havalandırma (Oksijen konsantrasyonu), karıştırma gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında C/N/P oranı ve atığın ortalama su muhtevası kompostlama

yapmak için uygun düzeydedir. Ancak, Gümüşhane ili için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan veriler ışığında yıllık ortalama sıcaklığın 9,7 °C olduğu göz önüne alındığında kompostlama sistemi için gerekli sıcaklığı sağlamak ek enerji ihtiyacını da beraberinde getirecektir. Kompostlama prosesi ortalama 50-60 °C sıcaklık değerleri arasında verimli bir katı atık bertaraf sistemidir. Kompostlama sisteminin düzgün işletilmesi için sıcaklığın istenilen düzeyde tutulabilmesi gerekmektedir. Bu aynı zamanda maliyet olarak ta kompostlama sisteminin hem kurulum hem de işletme maliyetini artıracaktır. Özellikle kış aylarında il genelinde ki sıcaklık değerleri ortalama – 4-5°C civarlarında olduğu için sistemi ısıtmak için birim enerji miktarı artacaktır.

Gümüşhane ili hali hazırda bir düzenli depolama alanına sahip değildir. Gümüşhane il merkezi coğrafi koşullarına göre düzlük alan üzerine kurulmamıştır. Gümüşhane il merkezinde üretilen katı atıklar 77 km uzaklıkta bulunan Bayburt il merkezinde kurulmuş düzenli depolama merkezine karayolu ile götürülmektedir. Gümüşhane merkezinde kurulması düşünülen bir kompost tesisi için öncelikle iyi bir ayırma tesisinin kurulması gerekmektedir. Kompost tesisinin Gümüşhane ili için uygun bir yatırım olarak düşünülmesi için yıllık üretilen atık miktarının yeterli seviyede olması gerekmektedir. Fakat yıllık toplanan katı atık miktarı düşük olduğu, kaynakta ayırma sistemi kurulmadığı ve iklim özelliklerinin kış aylarında uygun olmayacağından Gümüşhane İli için kompost tesisi kurulması ekonomik olmayacaktır ve önerilmemiştir.

#### **13.6.4. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi**

Katı atıktan ATY elde etmek için atığın alt kalorifik değerinin 2500 kcal/kg olması gerekmektedir. Bu nedenle katı atığın kalorifik değerini düşüren neminin azaltılması gerekmektedir. Bu işlem bir başka yakıt yakarak elde edilen ısıyı katı atığı kurutmaktan ziyade var olan bir ısıyı kullanarak atığı kurutmak daha ekonomik olacaktır. Örneğin, bir çimento fabrikasının veya termik santralin atık ısını kullanarak katı atığı kurutmak ve bu yolla ATY üretmek daha uygun olacaktır. Gümüşhane İli civarında atık ısı kullanılacak bir tesis olmadığından Gümüşhane için ATY önerilmemiştir.

#### **13.6.5. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma)**

TÜBİTAK-MAM tarafından yapılan analizlerde Gümüşhane İli atıklarının alt ve üst kalorifik değerlerinin yıllık ortalaması aşağıda tabloda verilmiştir. TÜBİTAK analizleri yapabilmek için ön işlem görmüş numune istemektedir. Bu nedenle analiz için 60 °C de 3 gün

süre ile kurutulmuş ve parçalanmış numune analize gönderilmiştir. Tabloda orijinal örnek olarak belirtilen örnek ön işlem görmüş örnektir. Yaş olarak gönderildiğinde alt ve üst ısı değerleri oldukça düşüktür. Yapmış olduğumuz bir çalışmada nemli katı atığın alt kalorifik değeri 1800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu durum nemli katı atığın kurutulması gerektiğini göstermektedir. Tablo 13.16'da görüldüğü gibi kuru katı atığın alt kalorifik değeri 4000 kcal/kg'a yakın ölçülmüştür.

**Tablo [13.16]:** Gümüşhane ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması

	Cal/g	
	Ön İşlem görmüş Örnek	Kuru Örnek
Alt Isıl Değer	3273	3861
Üst Isıl Değer	3603	4220

Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak %70-90 arasında kütleli azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir. Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle uyum sağlamak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı için emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufta düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Gümüşhane ili için yakma sisteminin kurulması öncelikle üretilen yıllık atık miktarı bakımından yetersiz kalacaktır. Aynı zamanda Gümüşhane ili şu anda düzenli depolama alanına sahip değildir. Yakma tesislerinin düzenli depolama alanları ile tam olarak entegre olması tavsiye edilmektedir. Genel olarak Gümüşhane ili atık karakteristiğine bakıldığı zaman, yakma tesisi için tavsiye edilen organik madde yüzdesi, yakıldığı zaman birim madde başına yüksek ısı değere sahip diğeri atık madde oranlarına sahiptir. Katı atık yakma tesislerinin ekonomik sınırlar içinde olması için yıllık 50.000 ton/yıl yanabilir atık miktarını her yıl sağlaması gerekmektedir. Gümüşhane ilinin 2017 yılında 67225,42 ton/yıl atık üreteceği öngörülmüştür. Bu atık miktarı yakma tesisi için yeterli görünse de mevcutta düzgün atık yönetim sisteminin

var olmayışı kurulacak yakma sisteminin işletilmesini zorlaştıracaktır. Gümüşhane için bir yakma tesisinin kurulması işletilmesi, kalifiye eleman ihtiyacı, uygun bir düzenli depolama alanı olmayışı ve maliyet açısından çok uygun olmadığından önerilmemiştir.

#### **13.6.6. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması**

Gümüşhane ilinde kullanımda olan bir katı atık düzenli depolama tesisi mevcut değildir. Bayburt ilindeki katı atık düzenli depolama sahasının kapasitesi de dikkate alındığında Gümüşhane İli için ayrı bir entegre katı atık bertaraf sistemi planlamak gerekmektedir. 2017-2038 yılları arasında il genelinde toplam üretilecek 2.308.000 ton katı atığı alabilecek kapasitede bir katı atık düzenli depolama sahası inşa etmek gerekecektir ya da Bayburt ili ile birlikte ortak bir saha kullanılması şeklinde bir düzenleme yapılabilir.

#### **13.6.7. Aktarma Merkezi**

Gümüşhane İl merkezinde ve Kelkit İlçesinde aktarma istasyonları bulunmaktadır. Bu istasyonlara getirilen atıklar Bayburt ilindeki katı atık depolama sahasına nakledilmektedir. Gümüşhane İli için ayrı bir katı atık düzenli depolama sahası planlandığında ilçeler için de aktarma istasyonları planlamak gerekecektir. Bu aktarma istasyonlarının yerlerini belirleyecek faktörlerden biri düzenli depolama yerinin yerleşim yerlerine göre pozisyonu olacaktır. Burada ilçelerin birbirine yakınlığı ve yol bağlantı durumu göz önüne alınarak aktarma istasyonlarının yerleri belirlenmiştir. Buna göre Şiran, Kelkit ve Köse İlçeleri için bir adet, Gümüşhane/merkez, Kürtün ve Torul ilçeleri için bir adet olmak üzere toplam 2 (iki adet) aktarma istasyonu kurmak gerekecektir.

#### **13.7. Sonuç**

Gümüşhane İli katı atıkları için yapılan değerlendirme sonucu, öncelikli olarak İlde entegre bir atık yönetim sistemi oluşturulmalıdır. Bu sistem öncelikle kaynakta ayırma ile geri kazanılabilen atıkların ayrıştırılması ve ekonomiye kazandırılması gerekmektedir. Bunun için de ilde lisanslı atık toplama ve işleme tesislerinin kurulmalıdır. Geri kalan atıklar içerisinde değerlendirilemeyen atıkların da düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesi uygun olacaktır. Gümüşhane ili için tek başına bir depolama tesisi kurulabileceği gibi Bayburt ili ile de ortak bir saha düşünülebilir.

## KAYNAKLAR

- Abd Kadir, S. S., Yin, C., Rosli Sulaiman, M., Chen, X., & El-Harbawi, M. (2013). Incineration of municipal solid waste in Malaysia: Salient issues, policies and waste-to-energy initiatives. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 24181-186.
- Armağan, B., Demir, İ., Demir, Ö. & Gök, N. (2006). Katı Atıkların Ekonomide Değerlendirilmesi, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 2006-23, İstanbul, s. 16. 5
- Erdem, M., Ercan, E., Ateş, E., Erdoğan D., (2008). AB Uyum Sürecinde Evsel Katı Atıkların Entegre Yönetimi, Kent Yönetimi, İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu“08 )
- Kazemi, K., Zhang, B., Lye, L., Cai, Q & Cao, T. (2016). Design of experiment (DOE) based screening of factors affecting municipal solid waste (MSW) composting, *Waste Management*, 58, 107-117
- Lidia Lombardi, Ennio Carnevale, Andrea Corti, (2015). A review of technologies and performances of thermal treatment systems for energy recovery from waste, *Waste Management*, Volume 37, Pages 26-44,
- Lou, X., & Nair, J. (2009). The impact of landfilling and composting on greenhouse gas emissions – A review. *Bioresource Technology*, 3792-3798.
- Oliveira, L. S., Oliveira, D. S., Bezerra, B. S., Silva Pereira, B., and Battistelle, R. G. (2017). Environmental analysis of organic waste treatment focusing on composting scenarios. *Journal Of Cleaner Production*, 155(1), 229-237.
- Öztürk, İ., Demir, İ., Özabalı, A. & Tezer, H. (2005). İstanbul İçin AB Çevre Mevzuatı İle Uyumlu Entegre Katı Atık Yönetimi Stratejik Planı
- Öztürk, İ., Arıkan, O., Altınbaş, M., Alp, K., Güven, H. (2015). Katı Atık Geri Dönüşüm Ve Arıtma Teknolojileri (El Kitabı). İstanbul Belediyeler Birliği.
- Palabıyık, H. & Altunbaş D. (2004). Kentsel Katı Atıklar ve Yönetimi, Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar, Editörler: Uğur Yıldırım–Mehmet C. Marin, Beta Basım Yayım, İstanbul, s. 105.
- Pirotta, F., Ferreira, E., & Bernardo, C. (2015). Energy recovery and impact on land use of Maltese municipal solid waste incineration. *Energy*, 491-11.
- TÜİK Belediye Atık İstatistikleri 2014, Sayı 18777
- Wei, Y., Li, J., Shi, D., Liu, G., Zhao, Y., & Shimaoka, T. (2017). Environmental challenges impeding the composting of biodegradable municipal solid waste: A critical review. *Resources, Conservation & Recycling*, 122, 51-65.

İnternet 1: <http://www.ebelediye.info/dosya/belediyelerde-kati-atik-yonetimi>

İnternet 2 <https://entegreatikyonetimi.wordpress.com/2016/10/02/entegre-atik-yonetimi-nedir/>

Ek: 1. Samsun Karakterizasyon Çalışmaları





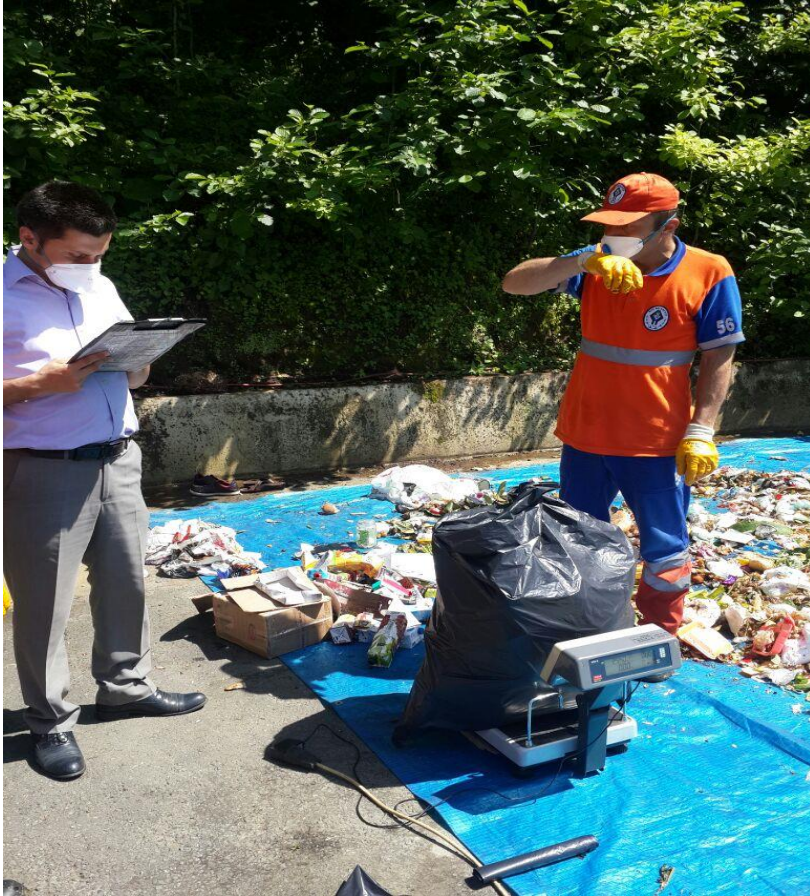
## Ek 2. Trabzon Karakterizasyon Çalışmaları



## Ek 3.Gümüşhane Karakterizasyon Çalışmaları



Ek. 4. Rize Atık karakterizasyon alışmaları



Ek.5 Artvin Karakterizasyon Çalışmaları



Ek. 6. Bayburt Karakterizasyon Çalışmaları

