



T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



Aksaray İli Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisleri

Ön Fizibilite Raporu



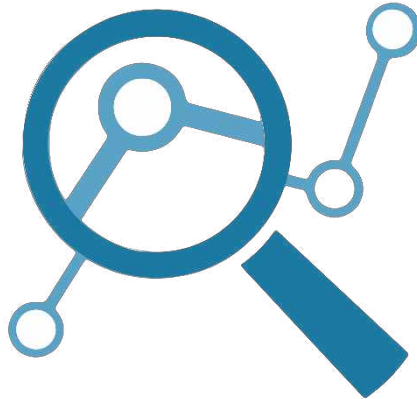


T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



Aksaray İli Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisleri

Ön Fizibilite Raporu



2020

E K İ M

RAPORUN KAPSAMI

Bu ön fizibilite raporu, tehlikeli/tehlikesiz ve özel işleme tabi atıkların fiziksel yöntemlerle geri kazanılması amacıyla Aksaray ilinde Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi kurulmasının uygunluğunu tespit etmek, yatırımcılarda yatırım fikri oluşturmak ve detaylı fizibilite çalışmalarına altlık oluşturmak üzere Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda faaliyet gösteren Ahiler Kalkınma Ajansı tarafından hazırlanmıştır.

HAKLAR BEYANI

Bu rapor, yalnızca ilgililere genel rehberlik etmesi amacıyla hazırlanmıştır. Raporda yer alan bilgi ve analizler raporun hazırlandığı zaman diliminde doğru ve güvenilir olduğuna inanılan kaynaklar ve bilgiler kullanılarak, yatırımcıları yönlendirme ve bilgilendirme amaçlı olarak yazılmıştır. Rapordaki bilgilerin değerlendirilmesi ve kullanılması sorumluluğu, doğrudan veya dolaylı olarak, bu rapora dayanarak yatırım kararı veren ya da finansman sağlayan şahıs ve kurumlara aittir. Bu rapordaki bilgilere dayanarak bir eylemde bulunan, eylemde bulunmayan veya karar alan kimselere karşı Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Ahiler Kalkınma Ajansı sorumlu tutulamaz.

Bu raporun tüm hakları Ahiler Kalkınma Ajansına aittir. Raporda yer alan görseller ile bilgiler telif hakkına tabi olabileceğinden, her ne koşulda olursa olsun, bu rapor hizmet gördüğü çerçevenin dışında kullanılamaz. Bu nedenle; Ahiler Kalkınma Ajansı'nın yazılı onayı olmadan raporun içeriği kısmen veya tamamen kopyalanamaz, elektronik, mekanik veya benzeri bir araçla herhangi bir şekilde basılamaz, çoğaltılamaz, fotokopi veya teksir edilemez, dağıtılamaz, kaynak gösterilmeden iktibas edilemez.

İÇİNDEKİLER

1. YATIRIMIN KÜNYESİ	8
2. EKONOMİK ANALİZ.....	10
2.1. Sektörün Tanımı	10
2.2. Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler	12
2.2.1. Yatırım Teşvik Sistemi	12
2.2.2. Diğer Destekler	17
2.3. Sektörün Profili	19
2.3.1. Sektörün Genel Yapısı	19
2.3.2. Sektörün Bağlantılı Olduğu Sektörler	37
2.3.3. Bölgelere Göre Yatırım Maliyeti	43
2.3.4. Dünya’da Sektörün Durumu.....	44
2.3.5. Ülkeler Bazında Durum Analizi	45
2.3.6. Türkiye’de Yasal Düzenlemeler.....	49
2.3.7. Türkiye ATY Potansiyeli.....	50
2.3.8. ATY’nin Çimento Fabrikalarında Enerjiye Dönüştürülmesi	51
2.4. Dış Ticaret ve Yurt İçi Talep	57
2.5. Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini	58
2.6. Girdi Piyasası.....	59
2.7. Pazar ve Satış Analizi	60
3. TEKNİK ANALİZ.....	61
3.1. Kuruluş Yeri Seçimi.....	61
3.1.1. Mevzuat Açısından Değerlendirme	61
3.1.2. Örnek ATY Tesisleri.....	63
3.1.3. Kütleli Yakma ve ATY Yakma Tesisleri Kıyaslaması	74
3.1.4. Aksaray’da ATY Tesisi Kurulumu.....	75
3.2. Üretim Teknolojisi	93
3.2.1. ATY Prosesi.....	93
3.2.2. ATY Üretim Aşamaları	97
3.3. İnsan Kaynakları	101

4.FİNANSAL ANALİZİ	111
4.1.Sabit Yatırım Tutarı	111
4.2.Yatırımın Geri Dönüş Süresi	117
5.ÇEVRESEL ve SOSYAL ETKİ ANALİZİ	122
5.1.ATY Tesisi İlgili Alınması Gerekli Tedbirler.....	122
5.2. Sosyal Çalışma Alanı	125
5.3.Projenin Faydaları	125
6.KAYNAKLAR	127

TABLULAR

Tablo 1. Yeni Teşvik Sistemi	12
Tablo 2 Bölgesel teşvik uygulamaları	14
Tablo 3. Aksaray için destekler	14
Tablo 4. 4.bölge destekleri	15
Tablo 5. Faiz destek oranları.....	16
Tablo 6. KOSGEB destekleri.....	18
Tablo 7. Yıllara göre evsel çöp miktarı	19
Tablo 8. Belediye atık göstergeleri	21
Tablo 9. Bertaraf/geri kazanım yöntemleri ve belediye atık miktarı	22
Tablo 10. İmalat sanayi kaynaklı atıklar	23
Tablo 11. Atık işleme yöntemine göre tehlikesiz atık miktarı.....	25
Tablo 12. Tesislerin faaliyet alanları doğrultusunda tehlikesiz atıklar.....	26
Tablo 13. Atık kodlarına göre tehlikesiz atık miktarları.....	27
Tablo 14. Atık işleme yöntemine göre tehlikeli atık miktarı	28
Tablo 15. Tesislerin faaliyet alanları doğrultusunda tehlikeli atık miktarları	29
Tablo 16. Atık kodlarına göre tehlikeli atık miktarları	31
Tablo 17. Tehlikeli özel atık ve tıbbi atık istatistikleri miktarları	32
Tablo 18. Piyasaya sürülen ambalaj ve ambalaj atık miktarları	33
Tablo 19. Farklı tesislerden elde edilen ilk yatırım ve işletme maliyetleri	41
Tablo 20. 250.000 ton/yıl kapasiteli yakma tesisi (x106 €).....	42
Tablo 21. AB üye ülkelerindeki atık tesisleri maliyetleri	43
Tablo 22. Avrupa'daki bazı evsel atık yakma tesisi maliyetleri.....	43
Tablo 23. Tesis kapasiteleri ve tahmini ilk yatırım maliyetleri.....	44
Tablo 24. Atık yönetimi sektörü yatırım ihtiyacı	44
Tablo 25. ATY için sınıflandırma sistemi	47
Tablo 26. ATY gruplandırması	48
Tablo 27. ATY hazırlama tesislerinde üretilecek yakıtın özellikleri.....	50
Tablo 28. ATY üretiminde kullanılan atıklar için ağır metal sınır değerleri.....	54

Tablo 29. ATY üretimi için kullanılan atıklar için genel kısıtlamalar.....	55
Tablo 30. Lisans alan ATY tesisleri listesi	56
Tablo 31. Aksaray’da lisans alan işletmeler.....	57
Tablo 32. Aksaray ATY tesisi GZFT analizi.....	60
Tablo 33. Kemerburgaz ATY tesisi ekipman maliyeti.....	63
Tablo 34. Çeşitli yakıtların özellikleri	74
Tablo 35. Farklı proseslerin maliyetleri.....	75
Tablo 36. Aksaray ilinde 2018 yılı ambalaj ve ambalaj atıkları istatistik sonuçları.....	77
Tablo 37. Atık yönetim uygulaması verilerine göre ildeki tehlikeli atık yönetimi	78
Tablo 38. Aksaray atık işleme ve miktarı	78
Tablo 39. Atık lastik özellikleri	80
Tablo 40. Aksaray için ÖTL miktarı	80
Tablo 41. Aksaray OSB atıksu arıtma tesis bilgileri	81
Tablo 42. Endüstriyel atık miktarları	82
Tablo 43. Aksaray İli ATY üretiminde kullanılacak atıklar	84
Tablo 44. İmalat sanayi atık göstergeleri.....	84
Tablo 45. Belediye atık miktarları	85
Tablo 46. Motorlu kara taşıt sayıları	85
Tablo 47. İmalat sanayi atıksu göstergeleri	86
Tablo 48. Aksaray atık projeksiyonu.....	86
Tablo 49. Aksaray ATY projeksiyonu	87
Tablo 50. Aksaray ÖTL projeksiyonu	87
Tablo 51. Aksaray ATY tesisi hammadde miktarları	88
Tablo 52. Proje iş-zaman planı.....	89
Tablo 53. Tesis işletme sermaye ihtiyacı.....	90
Tablo 54. Yıllık işletme giderleri toplamı	92
Tablo 55. Yatırım dönemi ihtiyaçları	92
Tablo 56. Yatırım dönemi ihtiyaçları-taşıma maliyetsiz.....	92
Tablo 57. Kentsel katı atık bileşenlerinin tipik ısıl değerleri.....	94

Tablo 58. Kentsel katı atık nem içeriği.....	95
Tablo 59. Aksaray köy ve şehir nüfusu.....	101
Tablo 60. Aksaray göç durumu	102
Tablo 61. Aksaray ve Türkiye Nüfus Projeksiyonu	102
Tablo 62. İl nüfusunun eğitim kademelerine göre dağılımı-I	103
Tablo 63. İl nüfusunun eğitim kademelerine göre dağılımı-II	104
Tablo 64. Çalışma çağındaki nüfusun genel nüfusa oranı	105
Tablo 65. Genç nüfus istatistikleri ve genel nüfusa oranı.....	107
Tablo 66. İlçe bazında eğitim durumu	108
Tablo 67. 9-16 ton/saat kapasiteli ATY tesis maliyetleri.....	111
Tablo 68. Aksaray ATY tesisi ilk kurulum maliyet dağılımı.....	112
Tablo 69. Tesis toplam kurulum maliyet kalemleri	113
Tablo 70. 10 ton/h kapasiteli ATY tesisi işletme giderleri.....	114
Tablo 71. Diğer işletme giderleri.....	115
Tablo 72. Tesis işletme giderleri.....	115
Tablo 73. ATY kar/zarar analizi	118
Tablo 74. ÖTL kar/zarar analizi	118
Tablo 75. Tesis basit geri ödeme süresi.....	119
Tablo 76. Diğer işletme giderleri-taşıma maliyetsiz	119
Tablo 77. ATY kar/zarar analizi-taşıma maliyetsiz.....	120
Tablo 78. ÖTL kar/zarar analizi-taşıma maliyetsiz.....	121
Tablo 79. Tesis basit geri ödeme süresi-taşıma maliyetsiz.....	121
Tablo 80. Senaryoların Karşılaştırması	122
Tablo 81. Yatırımın Geri Dönüş Süresi.....	122

ŞEKİLLER

Şekil 1. Bertaraf yöntemine göre dünya genelinde atığın yönetimi	20
Şekil 2. Bertaraf yöntemine göre Türkiye’de atığın yönetimi	20
Şekil 3. Tehlikesiz Atık Miktarının Atık İşleme Yöntemine Göre Dağılımı.....	26
Şekil 4. Toplam atık miktarının atık işleme yöntemine göre dağılımı	29
Şekil 5. Piyasaya sürülen ambalaj cinsleri.....	34
Şekil 6. Geçici faaliyet belgeli/lisanslı ambalaj atığı işleme tesis sayıları	34
Şekil 7. Ambalaj atığı yönetim planı hazırlanan belediye sayıları.....	35
Şekil 8. AB’de plastik türevli atıkların döngüsü	35
Şekil 9. Plastik yaşam döngüsü örneği.....	36
Şekil 10. ÖTL Yönetimi	37
Şekil 11. Evsel ATY Hazırlama için MBT Tesisi Akış Şeması.....	40
Şekil 12. Çimento tesislerinde alternatif yakıt kullanım miktarları	51
Şekil 13. 2017 yılı çimento sektörü ATY kullanım bilgileri.....	52
Şekil 14. ÖTL’nin fırına girmeden öncesi izlediği yol	53
Şekil 15. Türkiye evsel atıktan ATY üretim potansiyeli	58
Şekil 16. Çimento üretim fabrikası döner fırın.....	60
Şekil 17. ATY atık türü tablosu	62
Şekil 18. Tesis genel görünüşü	64
Şekil 20. Ara depolama bölümü	64
Şekil 21. Depolama bölümü genel görünüm.....	65
Şekil 22. İstiflenmiş atıklar.....	65
Şekil 23. Ambalaj atığı toplama bölümü akış şeması.....	66
Şekil 24. Ambalaj atığı toplama ayırma bölümü.....	66
Şekil 25. Atıktan türetilmiş yakıt bölümü akış şeması	67
Şekil 26. ATY bölümü gelen atık depolama alanı	67
Şekil 27. ATY birinci kırıcı bölümü.....	68
Şekil 28. ATY manyetik ayırıştırıcı.....	68
Şekil 29. Kömürcüoda tesisi vaziyet planı	69

Şekil 30. Kömürcüoda Tesisleri proses akım şeması	69
Şekil 31. Optik ayırıcı	70
Şekil 32. Sofya MBT tesisi	72
Şekil 33. EMAK Ano Liosia Tesisi	72
Şekil 34. New Earth Solutions, Avonmouth ATY üretimi tesisi.....	73
Şekil 35. New Earth Solutions, Avonmouth ATY paketleme ünitesi.....	73
Şekil 36. Deponi sahasındaki atık görünümü	76
Şekil 37. Deponi sahasındaki çöp karakterizasyonu.....	76
Şekil 38. Ömrünü tamamlamış lastikler	79
Şekil 39. Biyolojik kurutma sistemi akım şeması	93
Şekil 40. Evsel katı atıkların değerlendirilme süreci.....	96
Şekil 41. Tipik atık değerlendirme prosesin de kütle dengesi	96
Şekil 42. Örnek ATY üretim tesisi.....	98
Şekil 43. Döner tambur elekler.	99
Şekil 44. ATY tesisi benzer proses akışı	111

AKSARAY İLİ ATIKTAN TÜRETİLMİŞ YAKIT TESİSİ ÖN FİZİBİLİTE RAPORU

1. YATIRIMIN KÜNYESİ

Yatırım Konusu	Aksaray İli İçin Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi Ön Fizibilite Raporu	
Üretilecek Ürün/Hizmet	Atıktan Türetilmiş Yakıt (Alternatif Yakıt)	
Yatırım Yeri (İl – İlçe)	Adres: Erenler O.S.B. Mah. Recep Tayyip ERDOĞAN Blv. No:6,AKSARAY/TÜRKİYE Koordinatlar (38.266740, 33.999057)	
Tesisin Teknik Kapasitesi	67 ton/gün alternatif yakıt üretimi (61,5 ton/gün ATY üretimi, 5,5 ton/gün ÖTL)	
Sabit Yatırım Tutarı (\$)	1.948.071	
Yatırım Süresi	1 yıl	
Sektörün Kapasite Kullanım Oranı	%75	
İstihdam Kapasitesi	2 idari personel+10 işçi	
Yatırımın Geri Dönüş Süresi	17,86 yıl (II. Senaryo için 8,31 yıl)	
İlgili NACE Kodu (Rev. 3)	382101: Tehlikesiz Atıkların İslahı ve bertaraf edilmesi ve Bertarafı İçin Depolama alanlarının İşletilmesi 382201: Tehlikeli Atıkların İslahı ve bertaraf edilmesi (tehlikeli atıkların islahını yapan tesislerin işletilmesi, zararlı atıkların yok edilmesi için kullanılmış malların bertarafı vb. faaliyetler)(radyoaktif atıklar hariç)	
İlgili GTİP Numarası	EWL 19 12 10 HS Kodu 382510000	
Yatırımın Hedef Ülkesi	Tüm ülkeler	
	Doğrudan Etki	Dolaylı Etki
	Amaç 9: Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı, Amaç 11: Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar, Amaç 12: Sorumlu Üretim ve Tüketim,	
Diğer İlgili Hususlar	Özellikle fosil yakıtların kullanıldığı yakma prosesinde, alternatif yakıt olarak ATY kullanımı çevresel açıdan oldukça faydalı olacaktır. ATY üretimi atıktan enerji konseptinin gelişimine de olumlu katkı sağlayacak bir konudur.	

Subject of the Project	Feasibility Report of Residue Drived Fuel Plant For Aksaray Province	
Information about the Product/Service	Residue Derived Fuel (RDF) (Alternative Fuel)	
Investment Location (Province-District)	Adres: Erenler O.S.B. Mah. Recep Tayyip ERDOĞAN Blv. No:6 68220 AKSARAY/TÜRKİYE Coordinates (38.266740, 33.999057)	
Technical Capacity of the Facility	67 ton/day alternative fuel production (61,5 ton/day RDF& 5,5 ton/day tire derived fuels:TDF)	
Fixed Investment Cost (\$)	1.948.071	
Investment Period	1 year	
Economic Capacity Utilization Rate of the Sector	%75	
Employment Capacity	2 management personel+10 worker	
Payback Period of Investment	17,86 years (8,31 years for 2nd scenario)	
NACE Code of the Product/Service (Rev.3)	382101: Treatment Of Non-Hazardous Wastes And Disposal And Storage For Disposal Operation Of Areas 382201: Treatment Of Hazardous Wastes And Disposal (Dangerous Treatment Of Wastes Operation Of Facilities, Harmful For Disposal Of Waste Used Goods Disposal Etc. Activities) (Except Radioactive Wastes)	
Harmonized Code (HS) of the Product/Service	EWL 19 12 10, HS Code 382510000	
Target Country of Investment	All countries	
Impact of the Investment on Sustainable Development Goals	Direct Effect	Indirect Effect
	Goal 9: Industry, Innovation and Infrastructure, Goal 11: Sustainable Cities and Communities, Goal 12: Responsible Consumption and Production,	
Other Related Issues	Using RDF instead of fossil fuels especially in the combustion process, would be very beneficial in environmental terms. RDF production also contributes positively to the development of the concept of energy from waste.	

2. EKONOMİK ANALİZ

2.1. Sektörün Tanımı

Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği'nin Ek-3'ünde verilen özelliklere uygun, maddesel geri dönüşümü ekonomik olmayan ambalaj atıkları, belediye atıkları ve sanayiden kaynaklanan atıklardan üretilen yakma veya beraber yakma tesislerinde kullanılabilen atıktan türetilmiş yakıttır. "Yanabilir atıklar (atıktan türetilmiş yakıt)" (ATY) EWL 19 12 10 HS Kodu 382510000 ve 382101 nolu Tehlikesiz Atıkların Islahı Ve Bertaraf Edilmesi Ve Bertarafı İçin Depolama Alanlarının İşletilmesi, 382201 nolu Tehlikeli Atıkların Islahı Ve Bertaraf Edilmesi (Tehlikeli Atıkların Islahını Yapan Tesislerin İşletilmesi, Zararlı Atıkların Yok Edilmesi İçin Kullanılmış Malların Bertarafı Vb. Faaliyetler) (Radyoaktif Atıklar Hariç) NACE kodlu Çevrenin Korunması Yönünden Kontrol Altında Tutulan Atıkların İthalat Denetimi Tebliği (Ürün Güvenliği ve Denetimi: 2018/3) uyarınca Ek 1 olarak sunulan İthalat Uygunluk Denetimine Tabi Atıklar listesinde yer almaktadır.

ATY tesisi tek başına kurulan ve işletilen tesis olduğu gibi çoğunlukla atık işi ile ilgilenen işletmelerin bünyesinde kurulan atıkların ekonomiye kazandırıldığı tesislerdir. Sektör içinde ATY aslında ek yakıt üreten tesisler olarak da tanımlanmaktadır. Genellikle evsel çöpler ekseninde kurulan işletmelere son yıllarda üretimi gereği ATY'ye uygun atığı çıkan fabrikalarda kendi içlerinde ATY üretim tesisi kurarak bu sektöre adım atmışlardır. Bunun dışında ömrünü tamamlamış lastikler (ÖTL), karışık endüstriyel atıklar ve kurutulmuş arıtma çamurları ATY olarak sayılabilir.

Özetle tehlikeli/tehlikesiz ve özel işleme tabi atıkların fiziksel yöntemlerle geri kazanılması esasına dayanılarak kurulan bu ATY (hazırlama) tesisleri aslında yakma prosesi için alternatif bir hammadde sunmaktadırlar. Bu hammadde yada yakıt bir yanma prosesinde değerlendirilmektedir. ATY' nin avantaj ve dezavantajları ise (1,2):

Avantajları

- ✓ ATY yakıldığında linyite benzer bir kalorifik değere sahiptir.
- ✓ ATY üretilmesi sırasında farklı metodolojiler uygulanabilir.
- ✓ Çevresel emisyonlar açısından diğer yakıtlara göre daha iyidir.
- ✓ Sera gazı salınımı azaltımı açısından uygundur.
- ✓ Depolama sahalarının daha uzun süre kullanımına imkan verir.
- ✓ Kaynak kullanımını azaltır.
- ✓ İlk yatırım ve işletme maliyetlerinde azalmaya imkan verir.
- ✓ Kalorifik değere sahip olmayan malzemeler ayrıştırıldığı için proses sadece yanabilir maddeler girer.
- ✓ Stabil yanma sunacağı için yanma prosesi ihtiyacı olan havanın da uniform gelmesini sağlar.
- ✓ Depolanması ve talep edildiğinde yanma prosesinden değerlendirilmesi bir avantajdır.
- ✓ Karışık kâğıttan ve plastiklerden oluşan bir ATY'nin ısı değeri yüksek olacaktır.
- ✓ ATY peletleri yakıldığında toz ve kül gibi problemi kömüre göre az olduğundan tercih sebebi olabilir.

Dezavantajları

- ✓ Katı atık karışık olduğundan ayrıştırmak zordur.
- ✓ ATY tesisleri farklı içerikte atıkla çalıştıkları için dayanımları iyi olmalıdır.
- ✓ Proses boyunca birçok farklı ekipman ve teknoloji karışık atığı hammadde olarak kullanarak alternatif bir yakıt oluşturmaya çalışmaktadır bu sebeple enerji yoğun bir prosese sahiptir.
- ✓ Farklı tür atıkların geliyor olması ağır metalli atıkların da sisteme girişi söz konusu olabilir. Bu da çevresel risktir.
- ✓ ATY üretecek olan ön işleme tesisi yakma tesisine yakın bir yerde bulunuyorsa daha fazla alana ihtiyaç olacaktır.
- ✓ Geniş bir alan ihtiyacı söz konusudur.
- ✓ Ayrıştırma prosesi yüksek maliyetli olabilir.

- ✓ ATY yakıldığında kalan kül miktarı kalorifik değeri etkileyen bir husustur.

Bu noktada ATY'yi enerjiye dönüştüren işletmeler çimento fabrikalarıdır. Çimento endüstrisi enerji yoğun bir sektördür. Genel olarak 1 kg klinker üretmek için 840 kcal'e ihtiyaç vardır. Çimento sanayi, yüksek enerji ihtiyacı olan sektörler arasında yer almakta olup 1 ton çimentonun üretilmesi için yaklaşık olarak 10 milyon kJ/kg'lık enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır (3). Kömür, doğal gaz, yağ ve petrokok gibi enerji kaynakları, çimento fabrikalarında klinker üretimi esnasında kullanılan başlıca konvansiyonel yakıtlar arasında yer almakta ve bu yakıtlar için ayrılan bütçe işletme masraflarının %30-40'lık kısmına karşılık gelmektedir (4). Genellikle enerji kaynağı olarak ya petrokok yada linyit tercih edilir. Ortalama 1 ton çimento üretmek için 60 ile 130 kg arasında fuel-oil ya da kalorifik değeri buna yakın yakıt gereksinim duyulur. Ayrıca atık yağ, RDF, ömrünü tamamlamış lastik (ÖTL) alternatif yakıt olarak da kullanılır. Atık malzemenin alternatif yakıt olarak çimento fabrikalarındaki döner fırınlarda kullanılması, hem çimento üretiminde önemli bir gider kalemi olan yakıt kullanımının azaltılması ve yenilenemeyen fosil yakıtların korunması hem de çeşitli üretim ve kullanım aşamalarından sonra oluşan atıkların bertarafı için son derece önemlidir. Birçok ülke günümüzde alternatif yakıtları kullanarak ısı ihtiyacını buradan karşılamaktadır. Örneğin AB üye ülkelerde alternatif yakıt kullanım oranı işletme bazında %60-70 mertebelerindedir. AB çimento sektöründe ATY kullanım oranı toplam sarf edilen yakıtın %40-45'ini oluşturmaktadır. ATY'nin çimento işletmelerinde yakıt olarak kullanılmasına ilişkin ise Avrupa Adalet Divanı, atıkların çimento fırınlarında yakıt olarak kullanılmasını yakma değil, "geri kazanım" olarak sınıflamıştır. (Dava C-228/00 13 Şubat 2009 No.lu Mahkeme Kararı)

1998 yılında hazırlanan "Türkiye'de Atık Yönetimi Sektör Strateji Raporu'nda atıkların çimento fabrikalarında yakılması konusu gündeme getirilmiştir (5). Döner fırının normal işletme koşulları; reaktördeki malzeme (yatak) sıcaklığı 1.450 °C, gaz sıcaklığı 2.000 °C, 8 saniyenin üstünde uzun bir bekleme süresi ve yüksek bir atık oksijen yüzdesi sağlanarak elde edilir. Sayılan bu koşullar tehlikeli ve zararlı kimyasalların yakma yoluyla gideriminin gerektirdiği minimum şartları karşılamaktadır. Atıkların Ek Yakıt Olarak Kullanılmasında Uyulacak Genel Kurallar Hakkında Tebliğ (2005)'te belirtilen ek yakıt olarak kullanılmasına izin verilen atıklar;

- 1) Ömrünü tamamlamış lastikler
- 2) I ve II nci kategori atık yağlar
- 3) Boya çamurları
- 4) Solventler
- 5) Plastik atıklar
- 6) Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından uygun görülecek diğer atıklardır.

Çimento fabrikalarında atıkların ek yakıt olarak kullanılması için yapılan ilave yatırımların sanayici açısından avantajlı duruma geçebilmesi için düzenli ve istenilen kalitede atık akışı sağlanmalıdır. Zira Türkiye çimento üretim, tüketim ve ihracatında Dünya'da önde gelen ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB) ile yapılan görüşme neticesinde elde edilen verilere göre, Türkiye genelinde toplam 55 entegre fabrika, 22 öğütme tesisi faaliyet göstermektedir. TÇMB üyesi olan 50 entegre fabrika ve 16 öğütme tesisi bulunmaktadır. 55 çimento fabrikasının 35'inin, atıkları alternatif yakıt olarak kullanma lisansına sahip olduğu bilgisi alınmış olup 2008 yılında 88 bin ton olan alternatif yakıt kullanımının 2018 yılında 1 milyon tona ulaştığı TÇMB yetkilileri tarafından iletilmiştir. 2019 yılı verileri henüz Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) tarafından açıklanmadığı için bir rakama ulaşılamamıştır. Ancak TÇMB yetkililerince 2019 yılı ATY kullanım miktarının yaklaşık 900 ton civarında olacağı ifade edilmiştir.

Ülkemizdeki 55 adet çimento işletmesinden 35'inde alternatif yakıt kullanım lisansı vardır. Bu lisanslı işletmeler 2008 yılında 88.000 ton alternatif yakıt tüketirken, bu rakam 2018 yılında ise 1 milyon tona yaklaşmıştır. 1 milyon ton alternatif yakıt kullanımı, yaklaşık %7 termal ikame oranına karşılık

gelmektedir (bu oran 2010 yılında %1,73, 2012 yılında %2,89 iken günümüzde ise %7'ler mertebesindedir). AB'de aynı duruma bakılacak olursa ısı gücün ortalama olarak yaklaşık %44'ü (bazı tesislerde %100'e yakın) atıklardan karşılanmaktadır. Ülkemizde çimento fabrikalarının 2018 yılında kullandığı 1 milyon ton atık ile yaklaşık 600 bin ton ithal kömür tasarrufu sağlanmış ve yine yaklaşık 60 milyon \$ döviz ülkede kalmıştır (6).

Çimento sektörü ATY kullanıyor çünkü atık bertaraf ederken üretime zarar vermeden fosil yakıtlardan tasarruf sağlanırken atıklar 1.400°C sıcaklıkta tamamen yok edilir ve herhangi bir atık ve kül oluşmamaktadır. Böylece hem madde hem de enerji kazanımı sağlanmış oluyor. Ayrıca güvenli atık bertarafı yaparak atık depolama alanlarının azaltılması ile birlikte önemli bir toplumsal sorun da çözülmüş oluyor. Dolayısıyla ATY sektörü özellikle çimento fabrikalarının artan talebinin olması sebebiyle sürekli gelişen bir sektör olarak varlığını sürdürecektir.

2.2. Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler

2.2.1. Yatırım Teşvik Sistemi

Teşvik sistemi; genel, bölgesel, büyük ölçekli ve stratejik yatırımların teşviki uygulamalarından oluşmaktadır. Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararda Değişiklik Yapılmasına Dair Karar (Karar Sayısı: 2846) ile teşvik sisteminde 21.08.2020 tarihinde revize yapılmıştır. Yapılan değişikliklere göre bölge değişikliği yapılan iller aşağıdaki tabloda arasında Aksaray İli'nde olup daha önce 5.bölgedeyken 4.bölgeye geçirilmiştir.

Düzenlenecek teşvik belgeleri için asgari sabit yatırım tutarı 1 inci ve 2 nci bölgelerde 1 milyon TL, diğer bölgelerde 500 bin TL'dir. Ayrıca bu karar ve daha önceki kararlara istinaden imalat sanayiine yönelik (US-97 Kodu: 15-37) düzenlenen yatırım teşvik belgeleri kapsamında,

a) 1/1/2017 ile 31/12/2021 tarihleri arasında gerçekleştirilecek Bina-inşaat harcamalarında KDV iadesi,

b) 1/1/2017 ile 31/12/2022 tarihleri arasında gerçekleştirilecek yatırım harcamaları için Bölgesel ve stratejik teşvik uygulamaları kapsamında vergi indirim desteğinde uygulanacak yatırıma katkı oranları her bir bölgede geçerli olan yatırıma katkı oranına 15 puan ilave edilmek suretiyle, kurumlar vergisi veya gelir vergisi indirimi tüm bölgelerde yüzde yüz oranında ve yatırıma katkı tutarının yatırım döneminde yatırımcının diğer faaliyetlerinden elde ettiği kazançlarına uygulanacak oranı yüzde yüz olmak üzere teşvik belgesi üzerinde herhangi bir işlem yapılmaksızın uygulanır.

Faiz veya kâr payı desteği tutarı, bölge ayrımı olmaksızın AR-GE ve çevre yatırımlarında birmilyonsekizyüzbin Türk Lirasını, Teknoloji Odaklı Sanayi Hamlesi Programı kapsamında desteklenmesine karar verilen stratejik yatırımlarda sabit yatırım tutarının yüzde yirmisini aşmamak kaydıyla, diğer stratejik yatırımlarda ise sabit yatırım tutarının yüzde beşini aşmamak kaydıyla ellimilyon Türk Lirasını geçemez.

Tablo 1. Yeni Teşvik Sistemi

I	II	IV
Genel Teşvik Uygulamaları	Bölgesel Teşvik Uygulamaları	Stratejik Yatırımlar
KDV İstisnası	KDV İstisnası	KDV İstisnası

Gümrük Vergi Muafiyeti	Gümrük Vergi Muafiyeti	Gümrük Vergi Muafiyeti
Gelir Vergisi Stopajı	Vergi İndirimi	Vergi İndirimi
	Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği	Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği
	Yatırım Yeri Tahsisi	Yatırım Yeri Tahsisi
	Faiz Desteği	Faiz Desteği
		KDV İadesi

I. Genel Teşvik Sistemi

Genel Teşvik Sistemi çerçevesinde, yatırımların Teşvik Belgesi'ne bağlanabilmesi için sabit yatırım tutarının;

1. ve 2. Bölgelerde asgari 1.000.000 TL,
- 3., 4., 5. ve 6. Bölgelerde asgari 500.000 TL olması gerekmektedir.

Sabit Yatırım Tutarının Bileşenleri Nelerdir?

Sabit Yatırım Tutarı, arazi-arsa, bina-inşaat, makine ve teçhizat ile diğer yatırım harcamaları kalemlerinin toplamı olarak hesaplanmaktadır.

KDV İstisnası Desteğinin Mahiyeti Nedir?

25/10/1984 tarihli ve 3065 sayılı Katma Değer Vergisi Kanununa göre, teşvik belgesi alan yatırımcılara gerçekleştirecekleri makine ve teçhizat ithal ve yerli alımlarında KDV istisnası uygulanır. Aynı hüküm, teşvik belgesinin veya teşvik belgesi kapsamı makine ve teçhizatın devir işlemleri ile makine ve teçhizat listelerinde set, ünite, takım vb. olarak belirtilen malların kısmi teslimlerinde de uygulanır. Sabit yatırım tutarı beşyüzmilyon Türk Lirasının üzerindeki stratejik yatırımlar kapsamında yapılacak bina-inşaat harcamaları KDV iadesi yapılır.

Gümrük Vergisi Muafiyetinin Mahiyeti Nedir?

Teşvik belgesi olan yatırımcı yapacağı makine ve teçhizatın ithali, otomobil ve hafif ticarî araç yatırımlarında yatırım dönemi içerisinde kalmak kaydıyla monte edilmemiş haldeki aksam ve parçaların ithali, gemi ve elli metrenin üzerindeki yat inşa yatırımlarında tekne kabuğu ithali yürürlükteki İthalat Rejimi Kararı uyarınca gümrük vergisinden muaf tutulmaktadır.

Vergi İndirimi

Bölgesel teşvik uygulamaları kapsamında gerçekleştirilecek yatırımlarda, 5520 sayılı Kanunun 32/A maddesi uyarınca Aksaray için gelir veya kurumlar vergisi, öngörülen yatırıma katkı tutarına ulaşincaya kadar yatırıma katkı oranı %30, kurumlar vergisi veya gelir vergisi indirim oranı ise %70 olarak indirimli olarak uygulanır. Ayrıca sigorta primi işveren hissesi desteğinin sabit yatırım tutarına artırımlı oranı Aksaray'daki bir yatırım için %40 olacaktır.

II. Bölgesel Teşvik Uygulamaları

Bahsi geçen desteklerden faydalanabilecek sektörler ve bölgelerin asgari yatırım tutarları veya kapasiteleri US-97 kodlu liste bakanlıkça yayınlanmış olup her bölge için farklı teşvikler söz konusudur. Desteklerden faydalanabilecek sektör numaraları Aksaray için indirgenmiştir. Buna göre 48 kodlu Atık geri kazanım veya bertaraf tesisleri için Aksaray'da 500 bin TL'ye kadar olan yatırımlarda destek söz konusudur. Aksaray 5.Bölge'de yer aldığı için 48 kodlu Atık geri kazanım veya bertaraf tesisleri kapsamında kurulması planlanan ATY tesisi için teşvikler şu şekildedir;

- a) Gümrük vergisi muafiyeti.
- b) KDV istisnası.
- c) Vergi indirimi.
- ç) Sigorta primi işveren hissesi desteği.
- d) Yatırım yeri tahsis.
- e) Faiz desteği (3., 4., 5. ve 6. bölgelerdeki yatırımlar için).
- f) Gelir vergisi stopajı desteği (6. bölgede gerçekleştirilecek yatırımlar için).
- g) Sigorta primi desteği (6. bölgede gerçekleştirilecek yatırımlar için).

Aksaray'da 500.000 TL bedelli ATY tesis yatırımı yapılması halinde teşvikler aşağıdaki olacaktır;

Tablo 2 Bölgesel teşvik uygulamaları

Yatırıma katkı oranı (%)	Kurumlar vergisi veya gelir vergisi indirim oranı (%)	İşletme / Yatırım Döneminde Uygulanacak Yatırıma Katkı Oranı (%)	
		Yatırım Dönemi	İşletme Dönemi
30	70	50	50

Tablo 3. Aksaray için destekler

Açıklama	Aksaray için
Yatırım Tutarı (TL)	500.000
Vergi İndirimi (%)	30
Yatırıma Katkı Oranı (%)	70
İndirilebilecek Vergi Tutarı (TL)	150.000

Yatırım Döneminde %50'si (TL)	75.000
İşletme Döneminde %50'si (TL)	75.000
Yatırıma katkı tutarına ulaşıncaya kadar uygulanacak kurumlar /gelir vergisi oranı:	4%
	(indirilecek vergi oranı: %16)

Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği

Bölgesel teşvik uygulamaları kapsamında desteklenen yatırımlardan, teşvik belgesinde kayıtlı istihdamı aşmamak kaydıyla;

- Yeni yatırımlarda, teşvik belgesinden faydalanılarak yapılan yatırımlar,
- Diğer yatırım cinslerinde, yatırımın tamamlanmasını müteakip, yatırıma başlama tarihinden önceki son altı aylık dönemde (mevsimsel özellik taşıyan yatırımlarda bir önceki yıla ait mevsimsel istihdam ortalamaları dikkate alınır) Sosyal Güvenlik Kurumuna verilen aylık prim ve hizmet belgesinde bildirilen ortalama işçi sayısına teşvik belgesi kapsamında gerçekleşen yatırımla ilave edilen, istihdam için ödenmesi gereken sigorta primi işveren hissesinin asgari ücrete tekabül eden kısmı Ekonomi Bakanlığı bütçesinden karşılanır.

Ayrıca gerçekleştirilecek olan yatırımın organize sanayi bölgesinde (OSB) veya aynı sektörde faaliyet gösteren en az beş gerçek veya tüzel kişinin ortağı olduğu yatırımcı tarafından gerçekleştirilmesi durumlarında sigorta primi işveren hissesi desteği açısından buldukları bölgenin bir alt bölgesinde sağlanan oran ve sürelerde yararlandırılabilir. Bölgesel teşvik uygulamalarınca uygulama süresi ve oranları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 4. 4.bölge destekleri

Bölgeler	01/01/2016 tarihinden itibaren başlanılan yatırımlar	Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteğinin Sabit Yatırım Tutarına Oranı (%)
4	6 yıl	25

İşveren hissesine ait primlerin karşılanabilmesi için işverenlerin çalıştırdıkları sigortalılarla ilgili olarak 5510 sayılı Kanun uyarınca aylık prim ve hizmet belgelerini yasal süresi içerisinde Sosyal Güvenlik Kurumuna vermesi ve sigortalıların tamamına ait sigorta primlerinin sigortalı hissesine isabet eden tutar ile Ekonomi Bakanlığınca karşılanmayan işveren hissesine ait tutarı ödemiş olması gerekir. İşveren tarafından ödenmesi gereken primlerin geç ödenmesi halinde, Bakanlıktan Sosyal Güvenlik Kurumuna yapılacak ödemenin gecikmesinden kaynaklanan gecikme zammı işverenden tahsil edilir.

Faiz Desteği

Bölgesel teşvik uygulamaları ve stratejik yatırımlar ile AR-GE ve çevre yatırımları kapsamında desteklenen yatırımlar için bankalardan kullanılacak en az bir yıl vadeli yatırım kredilerinin teşvik belgesinde kayıtlı sabit yatırım tutarının %70'ine kadar olan kısmı için ödenecek faizin veya kâr payının;

Tablo 5. Faiz destek oranları

Bölgeler	Destek Oranı		Azami Destek Tutarı (Bin TL)
	TL Cinsi Kredi	Döviz Cinsi Kredi	
IV	4	1	1.200

- IV. bölgede yapılacak bölgesel yatırımlar için Türk Lirası cinsi kredilerde dört puanı, döviz kredileri ve dövize endeksli kredilerde bir puanı,

Ekonomi Bakanlığınca da uygun görülmesi halinde azami ilk beş yıl için ödenmek kaydıyla bütçe kaynaklarından karşılanabilir. Bölgesel teşvik uygulamaları kapsamında yapılacak yatırımlarda proje bazında sağlanacak faiz desteği tutarları 3'üncü, 4'üncü, 5 inci ve 6 ncı bölgelerde sırasıyla beşyüzbin, altıyüzbin, yediyüzbin ve dokuzyüzbin Türk Lirasını geçemez.

KDV İstisnası

9/5/2020 tarihli ve 31112 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar Gereğince

KDV istisnası ve iadesi MADDE 10- (1) (Değişik:RG-22/2/2017-29987) 25/10/1984 tarihli ve 3065 sayılı Katma Değer Vergisi Kanunu gereğince, teşvik belgesini haiz yatırımcılara teşvik belgesi kapsamında yapılacak makine ve teçhizat ithal ve yerli teslimleri ile belge kapsamındaki yazılım ve gayri maddi hak satış ve kiralama ları KDV'den istisna edilebilir. Aynı hüküm, teşvik belgesinin veya teşvik belgesi kapsamı makine ve teçhizatın devir işlemleri ile makine ve teçhizat listelerinde set, ünite, takım vb. olarak belirtilen malların kısmi teslimlerinde de uygulanır. (2) Sabit yatırım tutarı beşyüzmilyon Türk Lirasının üzerindeki stratejik yatırımlar kapsamında yapılacak bina-inşaat harcamaları KDV iadesinden yararlandırılabilir.

17/4/1957 tarihli ve 6948 sayılı Sanayi Sicili Kanunu'na göre sanayi sicil belgesini haiz mükelleflerce münhasıran imalat sanayiinde veya 26/6/2001 tarihli ve 4691 sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu, 28/2/2008 tarihli ve 5746 sayılı Araştırma, Geliştirme ve Tasarım Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun ve 3/7/2014 tarihli ve 6550 sayılı Araştırma Altyapılarının Desteklenmesine Dair Kanun kapsamında faaliyette bulunan mükelleflerce münhasıran Ar-Ge, yenilik ve tasarım faaliyetlerinde, kullanılmak üzere, anılan makine ve teçhizatlar alımlarında katma değer vergisinden müstesna olma imkanı vardır.

Bu kapsamda yapılan teslimler nedeniyle, telimi yapan mükelleflerce yüklenilen katma değer vergileri, vergiye tabi işlemler üzerinden hesaplanan vergiden indirilecek, indirim yoluyla telafi edilemeyen vergiler ise, Katma Değer Vergisi Kanunu'nun 32'nci maddesi hükmü uyarınca, istisna kapsamında işlem yapan mükellefin talebi üzerine iade edilecektir.

İstisna kapsamında alınan makine ve teçhizatın, teslim tarihini takip eden takvim yılının başından itibaren üç yıl içinde; imalat sanayii veya Ar-Ge, yenilik ve tasarım faaliyetleri dışında kullanılması veya elden çıkarılması hallerinde, zamanında alınmayan katma değer vergisi alıcıdan, vergi ziyai cezası uygulanarak gecikme faizi ile birlikte tahsil edilecektir.

İmalat sanayiinde kullanılmak üzere iktisap edilen ve yukarıda belirtilen madde hükümlerinden yararlanılabilecek makine ve teçhizatı tespite Bakanlar Kurulu (halen Cumhurbaşkanı), uygulamaya ilişkin usul ve esasları belirlemeye Maliye Bakanlığı yetkilidir.

5 Mayıs 2018 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanan 2018/11674 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile sanayi sicil belgesini haiz mükelleflerce münhasıran imalat sanayiinde kullanılmak üzere alınacak yeni makine ve teçhizat listesi yayınlanmıştır. Anılan listelerdeki makine ve teçhizat için yukarıda açıklanan düzenlemeden yararlanılabilecektir. İstisna "yeni" makine ve teçhizat teslimlerine tanındığından, istisna kapsamında teslimine konu edilecek makine ve teçhizatın kullanılmamış olması gerekmektedir. Diğer taraftan, makine ve teçhizatın aksam, parça, aksesuar ve teferruatları istisna kapsamında değerlendirilmeyecektir. İstisna kapsamında makine ve teçhizat satın almak isteyen mükellefler, sanayi sicil belgelerini ibraz ederek, alacakları makine ve teçhizatı imalat sanayiinde kullanacaklarına dair beyanlarıyla birlikte, KDV yönünden bağlı oldukları vergi dairesine başvuracaklardır. Bu başvuruyla birlikte istisna kapsamında alınacak makine ve teçhizat listesi elektronik ortamda sisteme girilecektir. İlgili vergi dairesi tarafından gerekli kontroller yapıldıktan sonra şartları sağlayanlara elektronik olarak sisteme girilen makine ve teçhizatla sınırlı olmak üzere istisna belgesi verilecektir. Vergi dairesinden alınan istisna belgesinin alıcı tarafından onaylanmış bir örneği alıcılar tarafından satıcılara verilecek ve bu belge satıcılar tarafından 213 sayılı Kanun'un muhafaza ve ibraz hükümlerine uygun olarak saklanacaktır.

Söz konusu istisna belgesi kapsamında satış yapan mükellef düzenlediği faturada makine ve teçhizatın cinsi ile birlikte GTİP numarasını da belirtecektir. Satıcı, istisna belgesi ekinin ilgili bölümünü fatura tarihi, numarası, mal miktarı ve tutarını belirtmek suretiyle onaylayacak ve bir örneğini alacaktır. Teslim gerçekleştiğinde alıcı ve satıcı alım/satım bilgilerini elektronik ortamda sisteme gireceklerdir. İstisna kapsamındaki makine ve teçhizatın ithalat yoluyla temin edilmesi halinde söz konusu belge, ilgili gümrük idaresine ibraz edilecek ve istisna belgesindeki istisna kapsamında ithal edilen makine ve teçhizata ilişkin bölüm doldurulduktan sonra ilgili gümrük idaresi tarafından onaylanacaktır. Bu istisna kapsamında KDV hesaplanmayan teslimler, KDV beyannamesinde yer alan "İstisnalar-Diğer İade Hakkı Doğuran İşlemler" kulakçığının, "Tam İstisna Kapsamına Giren İşlemler" tablosunda 332 kod numaralı satır aracılığıyla beyan edilecektir. Bu satırın "Teslim ve Hizmet Tutarı" sütununa istisnaya konu teslimlerin KDV hariç tutarı, "Yüklenilen KDV" sütununa bu teslimlere ilişkin alım ve giderlere ait belgelerde gösterilen toplam KDV tutarı yazılacaktır. İade talep etmek istemeyen mükellefler, "Yüklenilen KDV" sütununa "0" yazmalıdır. İstisna kapsamında mal alan mükellefler, istisna belgesinin bittiği tarih itibarıyla istisna belgesini vergi dairesine ibraz ederek kapatılmak zorundadır (7).

9/5/2020 tarihli ve 31112 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar Gereğince Teşvik belgesi müracaatları, tebliğle belirlenecek bilgi ve belgelerle Bakanlığa yapılır. Ancak, genel ve bölgesel teşvik uygulamaları kapsamında yer alan ve sabit yatırım tutarı onmilyon Türk Lirasını aşmayan, tebliğle belirlenecek yatırımlar için yatırımcının tercihine bağlı olarak yatırımın yapılacağı yerdeki yerel birimlere de müracaat edilebilir. Yatırım Teşvik Belgesi başvuruları bu tarihten itibaren E-TUYS (Elektronik Teşvik Uygulama ve Yabancı Sermaye Bilgi Sistemi) üzerinden Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na yapılmaktadır.

Yatırımların bu karar kapsamındaki destek unsurlarından yararlanabilmesi için, makroekonomik programlar ve arz-talep dengesi dikkate alınarak yapılacak sektörel, malî ve teknik değerlendirmeler çerçevesinde projenin uygun görülmesi ve teşvik belgesi düzenlenmesi gerekir. Teşvik belgesi düzenlenmesine ilişkin müracaat tarihinden önce gerçekleştirilmiş bulunan yatırım harcamaları teşvik belgesi kapsamına alınmaz. Finansal kiralama yöntemiyle gerçekleştirilecek yatırımlar için finansal kiralama şirketi adına ayrı bir teşvik belgesi düzenlenmez.

2.2.2. Diğer Destekler

Yatırım konusu ile ilgili olarak diğer destekler KOSGEB kaynaklı birtakım destekler olabilir. Bunlar **İleri Girişimci Destek Programı** kapsamında aşağıda tanımlanmış destekler olarak sunulmaktadır.

Tablo 6. KOSGEB destekleri

Destek Unsuru	Destek Tutarı	
Kuruluş Desteği	Gerçek kişi işletme 5.000 TL	
	Sermaye şirketi işletme 10.000 TL	
Makine, Teçhizat ve Yazılım Desteği*	Düşük orta-düşük teknoloji seviyesinde faaliyet gösteren işletmelere 100.000TL,	
	Orta-yüksek teknoloji seviyesinde faaliyet gösteren işletmelere 200.000TL,	
	Yüksek teknoloji seviyesinde faaliyet gösteren işletmelere 300.000TL,	
Mentörlük, danışmanlık ve işletme koçluğu desteği	10.000 TL	
Performans Desteği**	Birinci Performans Dönemi***	İkinci Performans Dönemi***
	- 180-539 gün ise 5.000 TL	- 360-1079 gün ise 5.000 TL
	- 540-1079 gün ise 10.000 TL	- 1080-1439 gün ise 15.000 TL
	- 1080 ve üstü gün ise 20.000 TL	- 1440 ve üstü gün ise 20.000 TL
Sertifika Desteği	5.000 TL	

* Destek oranı %75 'tir. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığınca 13/09/2014 tarih ve 29118 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanan SGM 2014/35 sayılı Yerli Malı Tebliği'ne uygun olarak alınmış ve güncel yerli malı belgesi ile tefrik edilmesi durumunda, destek oranına %15 ilave edilir.

** Her performans dönemi bir yılı kapsar. Sosyal Güvenlik Kurumu 4(a) kapsamındaki tüm personel için hesaplanan prim gün sayısı toplamı esas alınır.

*** Girişimcinin; genç, kadın, engelli, gazi veya birinci derecede şehit yakını olması durumunda her bir performans döneminde belirlenen tutarlara 5.000 TL eklenir.

2.3. Sektörün Profili

2.3.1. Sektörün Genel Yapısı

Plastik, kağıt/karton atıkları, arıtma çamurları, ambalaj atıkları, tekstil atıkları, atık ahşap/odun, evsel ve ticari atıkların yüksek kalorifik fraksiyonu, gıda/bitki atıkları, atık yağlar, kullanılmış solventler v.b. ATY üretiminde kullanılacak atıklardır (8,9). Bu materyallerin toplanması aşamasında en önemli atık kaynağı evsel çöplerdir. Belediyeler tarafından düzenli olarak toplanan evsel çöpler içerisinde bahsi geçen birçok geri dönüştürülebilir veya dönüştürülemez malzemeyi ihtiva etmektedir. Bu sebeple öncelikle evsel atıklara yönelik bir analiz yapılması ATY potansiyeli açısından önem arz etmektedir. Ülke genelinde toplanan evsel atık miktarının yıllara göre dağılımı aşağıda Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Yıllara göre evsel çöp miktarı

Yıllar	Çöp Miktarı (ton/yıl)
2001	25.133.698
2002	25.373.135
2003	26.117.538
2004	25.013.521
2006	25.279.973
2008	24.360.856
2010	25.276.695
2012	25.844.575
2014	28.010.720
2016	31.583.553
2018	32.209.219

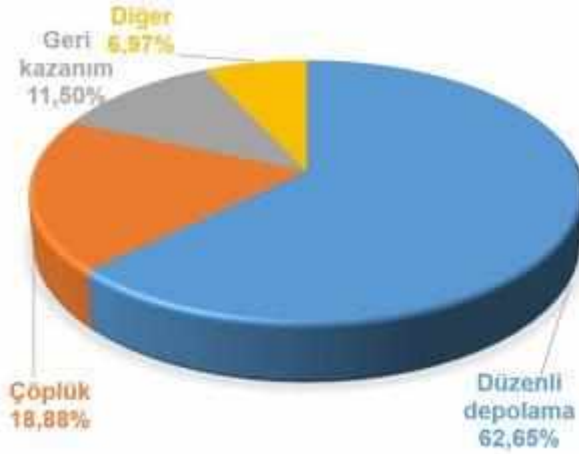
Ülkemiz hem oluşan atık miktarı bakımından hem de atığın kompozisyonundaki organik atık kompozisyonu bakımından geliri daha yüksek olan ülkelerle benzeşmektedir. Gelirimize oranla daha çok tükettiğimizi, tükettiklerimizin de yüksek oranda ambalaj atığı içerdiğini söylemek mümkün görünmektedir. Küresel ölçekte meydana gelen yıllık 2,2 milyar ton atığın neredeyse %60'ının açığa dökme ve vahşi depolama gibi ilkel yöntemlerle bertaraf edilmesi, okyanuslardaki atık adalarının önemli bir gerekçesi olduğu düşünülmektedir.

Şekil 1. Bertaraf yöntemine göre dünya genelinde atığın yönetimi



Ülkemizde de yaklaşık %25 oranında kontrolsüz depolama ve açığa dökme gibi yöntemlerin tercih edilmesi üzerinde düşünmeli, bütüncül, kapsayıcı eylemler hayata geçirmelidir.

Şekil 2. Bertaraf yöntemine göre Türkiye’de atığın yönetimi



Atığın tekrar ekonomiye kazandırarak döngü içerisinde tutmalı, alıcı ortama yani su kaynaklarına ve toprağa atıkların yıkıcı tesirinden korurken, hammadde gereksinimini azaltılmalıdır (10). Türkiye’de atıkların toplanmasında belediyeler görevli olup, toplanan atıklar düzenli depolama alanlarına taşınmaktadır. Toplanan atıklara ait özellikler Tablo 8’de verilmiştir. Ancak atıkların büyük bir çoğunluğu deponi alanlarına götürülse de bir miktar atık bu alanlara götürülmek yerine farklı şekilde bertaraf edilmektedir. Bertaraf/geri kazanım yöntemleri ve evsel atık miktarları ise Tablo 9’da verilmiştir. Tabloya göre Türkiye’de kişi başı atık miktarı ise 1,16 kg/kişi.gün’dür.

Tablo 8. Belediye atık göstergeleri

Belediye atık göstergeleri	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018
Türkiye nüfusu	70.586.256	70.586.256	73.722.988	75.627.384	77.695.904	79.814.871	82.003.882
Toplam belediye sayısı	3.225	3.225	2.950	2.950	1.396	1.397	1.399
Toplam belediye nüfusu	58.581.515	58.581.515	61.571.332	63.743.047	72.505.107	74.911.343	76.888.607
Atık hizmeti veren belediye sayısı	3.115	3.129	2.879	2.894	1.391	1.390	1.395
Atık hizmeti verilen belediye nüfusu	57.451.562	57.800.347	60.946.131	63.105.474	70.843.913	73.854.880	75.952.539
Atık hizmeti verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	98,1	98,7	99,0	99,0	97,7	98,6	98,8
Oluşan belediye atık miktarı (Bin ton/yıl)	30.082	28.454	29.733	30.786	31.230	33.763	34.533
Toplanan belediye atık miktarı (Bin ton/yıl)	25.280	24.361	25.277	25.845	28.011	31.584	32.209
Kişi başı ortalama atık miktarı (kg/kişi-gün)	1,21	1,15	1,14	1,12	1,08	1,17	1,16

Tablo 9. Bertaraf/geri kazanım yöntemleri ve belediye atık miktarı

Yıllar	2006		2008		2010		2012		2014		2016		2018	
	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%
Bertaraf ve geri kazanım yöntemi (bin ton/yıl)														
Toplanan belediye atık miktarı-toplam	25.280	100,0	24.361	100,0	25.277	100,0	25.845	100,0	28.011	100,0	31.584	100,0	32.209	100,0
Belediye çöplüğüne gönderilen	14.941	59,1	12.678	52,0	11.001	43,5	9.771	37,8	9.936	35,5	9.095	28,8	6.521	20,2
Düzenli depolama tesisine gönderilen	9.428	37,3	10.947	44,9	13.747	54,4	15.484	59,9	17.807	63,6	19.338	61,2	21.644	67,2
Açıkta yakılan	247	1,0	239	1,0	134	0,5	105	0,4	4	0,01	10	0,032	6	0,019
Dereye ve göle dökülen	70	0,3	48	0,2	44	0,2	33	0,1	16	0,06	1	0,002	1	0,002
Gömülen	144	0,6	100	0,4	34	0,1	94	0,4	7	0,02	7	0,021	2	0,006
Diğer bertaraf yöntemleri ⁽¹⁾	195	0,8	73	0,3	122	0,5	202	0,8	114	0,41	41	0,130	65	0,20
Kompost tesisine gönderilen	255	1,0	276	1,1	194	0,8	155	0,6	126	0,4	146	0,5	123	0,38
Diğer geri kazanım tesislerine gönderilen ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.946	9,3	3.848	11,9

(1) Açıkta yakarak, gömerek, dereye ve araziye dökerek yapılan bertarafı kapsamaktadır.

(2) Belediyeler tarafından ayrı toplanarak geri kazanım tesislerine gönderilen cam, metal, kağıt, plastik vb. atıklar ile biyogaz ve kompost tesislerine gönderilen diğer atıkları kapsamaktadır.

2018 yılında 32.209.000 ton evsel çöp toplanmış olup bunun %67,2'lik kısmı düzenli depolama alanlarına sevk edilmiştir. %20,2'lik kısmı ise belediye çöplüğünde depolanmıştır. Evsel çöplerin yanında üretimden ve sanayiden kaynaklanan atıkların da olduğu ve bunların tehlikeli ve tehlikesiz atık olarak ikiye ayrıldığını ifade etmekte yarar var. Yıllara içerisinde artan sanayi kuruluşları ortaya çıkan atık miktarlarını da artırmıştır. 2012 yılında 806 bin ton olan tehlikeli atık miktarı 2018 yılında 3.677 bin ton olarak kayıtlara geçmiştir. Bu atıkların miktarları ise Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. İmalat sanayi kaynaklı atıklar

İmalat sanayi atık göstergeleri	2012		2014		2016		2018	
	Tehlikeli	Tehlikesiz	Tehlikeli	Tehlikesiz	Tehlikeli	Tehlikesiz	Tehlikeli	Tehlikesiz
Oluşan atık miktarı (bin ton/yıl)	806	13.614	1.008	14.725	1.194	15.072	3.677	19.204
Tesis bünyesinde geri kazanılan	5	712	3	854	6	1.926	1	2.099
Satılan/Lisanslı firmalara gönderilen	309	5.938	590	6.510	847	8.111	1.187	11.922
Dolgu malzemesi olarak kullanılan	-	212	-	138	-	116	0	93
Berberer yakma (ko-insinerasyon)/Yakma tesisinde yakılan	55	105	45	157	47	426	45	421
Belediye/OSB tarafından toplanan	c	c	c	c	c	c	4	1.020
Düzenli depolama tesislerine gönderilen	c	c	c	c	c	c	2.436	2.358

İşyeri sahasında depolanan	10	1.546	c	c	1	1.857	4	1.253
Diğer yöntemlerle bertaraf edilen ⁽¹⁾	0	154	0	16	0	22	0	38

C: gizli veri, -bilgi yok

(1) Açıkta yakılan, sulu ortama boşaltılan, pasa sahasında depolanan, araziye atılan vb. atıkları içermektedir.

Tehlikesiz Atık İstatistikleri

Atık Yönetimi Yönetmeliği (AYY) kapsamında tehlikesiz atıkların bildirim, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Entegre Çevre Bilgi Sistemi Atık Yönetim Uygulaması/Atık Beyan Sistemi (TABS) üzerinden düzenli olarak yıllık yapılmaktadır. Burada toplanan bilgiler sayesinde yıllık olarak envanter çıkarılabilmektedir. TABS'da yer alan tehlikesiz atık verisi, atıkların üretildiği ortamdan alınan/beyan edilen verileri içermektedir. Bu sistem sayesinde atıklar üretildikleri yerlerden nihai bertaraf/geri kazanım noktalarına kadar tüm süreçleri boyunca izlenebilmektedir. TABS kullanıcıları, atık üreticileri; faaliyetleri sonucu atık oluşumuna neden olan kişi, kurum, kuruluş ve işletme ve/veya atığın bileşiminde veya yapısında bir değişikliğe neden olacak ön işlem, karıştırma veya diğer işlemleri yapan herhangi bir gerçek ve/veya tüzel kişiler (sanayi tesisleri, hastaneler gibi); olarak kabul edilmektedir. Beyan formunun ilk bölümünde tesisin faaliyet alanı, kapasitesi ve çalışan sayılarını içeren tesis bilgileri kayıt altına alınmaktadır. Tesise bir kod verilmek istendiğinde ise Eurostat'a ait NACE Rev.2 ekonomik faaliyet sınıflandırma kodu kullanılmaktadır. İkinci bölümde AYY ekindeki Atık Listesinde verilen atık kodları ana bileşen olarak kullanılmıştır. Beyanda tesiste üretilen her bir atık kodu için; miktar, ölçü birimi, atığın işlem gördüğü yer (tesis dışı-ihracat ve stok) bilgisi, atık işleme yöntemi (geri kazanım/bertaraf yöntemi – AYY Ek-2 A ve Ek-2 B) ve Bakanlıktan geçici faaliyet belgesi/ çevre izin lisans belgesine sahip atık işleme tesisi bilgisi alınmaktadır. 2018 yılında ülke genelinde 16.326 adet tesis tarafından tehlikesiz atık beyan formu doldurulmuştur. 2018 yılı için Türkiye genelinde Tehlikesiz Atık Miktarı toplamı 15.068.633 ton olarak belirlenmiştir (Bu istatistiki bilgilere atık listesi madenlerin aranması, çıkarılması, işlenmesi, fiziki ve kimyasal işleme tabi tutulması sırasında ortaya çıkan atıklar (01 kodlu) ve belediye atıkları dahil edilmemiştir) (11).

2018 yılı verileri uyarınca 9.749.190 ton atığın işleme tesislerinde değerlendirilmek üzere yollandığı ayrıca 3.211.222 ton atığın ise bertaraf edilmek üzere çeşitli tesislere yollandığı ifade edilebilir. Yıllık itibarıyla tesiste stok olarak tutulan tehlikesiz atık miktarı 1.899.421 ton, ihraç edilen tehlikesiz atık miktarı ise 208.800 ton olarak gerçekleşmiştir (Tablo 11).

Tablo 11. Atık işleme yöntemine göre tehlikesiz atık miktarı

Geri Kazanım	Bertaraf	Stok	İhracat	Toplam (Ton)
9.749.190	3.211.222	1.899.421	208.800	15.068.633

Geri kazanım: AYY'de ifade edilen geri kazanım yöntemlerinden birisi uygulanan tesise yollanan atığın miktarı

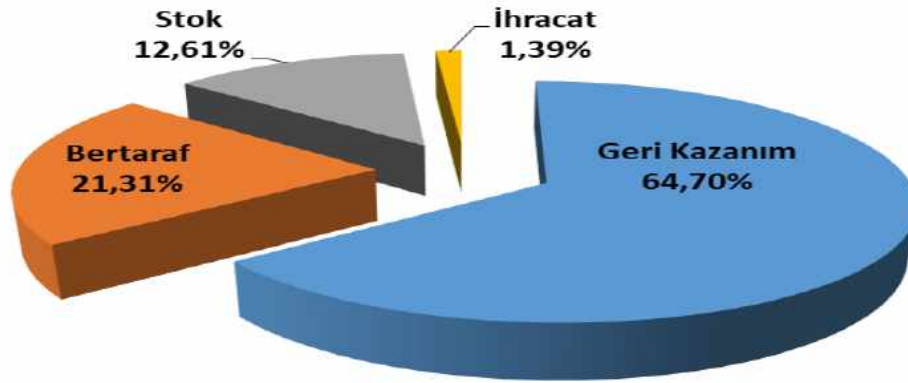
Bertaraf: AYY'de ifade edilen bertaraf yöntemlerinden birisi uygulanan tesise yollanan atığın miktarı

Stok: İşletme yılı bitiminde stokta kalan atık miktarı

İhracat: İhraç kaydı ile tesisten gönderilen atık miktarı

2018 yılında beyan edilen tehlikesiz atığın %64,70'i geri kazanılmak üzere atık işleme tesislerine, %21,31'i bertaraf edilmek üzere düzenli depolama ve yakma tesislerine gönderilmiştir (Şekil 3).

Şekil 3. Tehlikesiz Atık Miktarının Atık İşleme Yöntemine Göre Dağılımı



Tesislerin Faaliyet Alanları Doğrultusunda Tehlikesiz Atık Miktarları

TABS'a yapılan beyanlar doğrultusunda en çok tehlikesiz atık oluşturan 10 sektör ve toplam tehlikesiz atık miktarları aşağıdaki tabloda verilmektedir. Sektör bilgisi için NACE Rev.2 altılı ekonomik faaliyet sınıflaması kullanılmıştır. 2018 yılında 81 adet NACE bölüm kodunda faaliyet gösteren tesisler beyan gerçekleştirilmiştir. En yüksek atık oluşumunun 3.185.300 ton ile imalat sektörü/Ana metal sanayii bölümünde yer alan tesislere ait olduğu görülmektedir. En yüksek tehlikesiz atık oluştuğu beyan edilen 10 faaliyet, toplam tehlikesiz atık miktarının %87'sini oluşturmaktadır (Tablo 12).

Tablo 12. Tesislerin faaliyet alanları doğrultusunda tehlikesiz atıklar

Sıra	NACE				Atık Miktarı (ton)
	Kısım	Kısım Başlık Tanımı	Bölüm Kodu	Bölüm Kodu Tanımı	
1	C	İmalat	24	Ana metal sanayii	3.185.300
2	D	Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı	35	Elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi üretimi ve dağıtımı	2.843.435
3	C	İmalat	20	Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı	1.500.550
4	C	İmalat	29	Motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı	970.654
5	C	İmalat	17	Kağıt ve kağıt ürünlerin imalatı	875.799

6	C	İmalat	10	Gıda ürünleri imalatı	819.914
7	C	İmalat	23	Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı	671.345
8	E	Su temini, kanalizasyon, atık yönetimi ve iyileştirme faaliyetleri	37	Kanalizasyon	612.719
9	C	İmalat	25	Fabrikasyon metal ürünleri imalatı	561.275
10	C	İmalat	13	Tekstil ürünlerinin imalatı	432.424

Atık Kodlarına Göre Tehlikesiz Atık Miktarları

2018 yılında beyan edilen atıklar içerisinde ilk 10 sırada yer alanları Tablo 13'te sunulmuştur. 2018 yılında 256 atık kodunda beyan gerçekleştirilmiştir. En yüksek tehlikesiz atık beyanı yapılan 10 atık kodu, toplam beyanın %64'ünün oluşturmaktadır (Tablo 13) (11).

Tablo 13. Atık kodlarına göre tehlikesiz atık miktarları

Atık Kodu	Atık Kodu Tanımı	Atık Miktarı (ton)
100102	Uçucu kömür külü	1.809.796
100202	İşlenmemiş cüruf	1.505.056
100101	10 01 04'ün altındaki kazan tozu hariç) dip külü, cüruf ve kazan tozu	820.024
190814	19 08 13 dışındaki endüstriyel atıksuyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan çamurlar	804.964
120102	Demir metal toz ve parçacıklar	737.014
200140	Metaller	643.701
190805	Kentsel atıksuyun arıtılmasından kaynaklanan çamurlar	623.613
120101	Demir metal çapakları ve talaşları	619.530

100210	Haddehane tufalı	468.966
200101	Kâğıt ve karton	388.826

Tehlikeli Atık İstatistikleri

Atık Yönetimi Yönetmeliği (AYY) kapsamında tehlikeli atıkların bildirim, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Entegre Çevre Bilgi Sistemi Atık Yönetim Uygulaması/Atık Beyan Sistemi (TABS) üzerinden düzenli olarak yıllık yapılmaktadır. Burada toplanan bilgiler sayesinde yıllık olarak envanter çıkarılabilmektedir. TABS'da yer alan tehlikeli atık verisi, atıkların üretildiği ortamdan alınan/beyan edilen verileri içermektedir. Bu sistem sayesinde atıklar üretildikleri yerlerden nihai bertaraf/geri kazanım noktalarına kadar tüm süreçleri boyunca izlenebilmektedir. TABS kullanıcıları, atık üreticileri; faaliyetleri sonucu atık oluşumuna neden olan kişi, kurum, kuruluş ve işletme ve/veya atığın bileşiminde veya yapısında bir değişikliğe neden olacak ön işlem, karıştırma veya diğer işlemleri yapan herhangi bir gerçek ve/veya tüzel kişiler (sanayi tesisleri, hastaneler gibi); olarak kabul edilmektedir.

Beyan formunun ilk bölümünde tesisin faaliyet alanı, kapasitesi ve çalışan sayılarını içeren tesis bilgileri kayıt altına alınmaktadır. Tesisin faaliyet alanını belirlemede Eurostat tarafından oluşturulan Altılı Ekonomik Faaliyet Sınıflaması-NACE Rev.2 altılı ekonomik faaliyet sınıflandırma kodu kullanılmaktadır.

İkinci bölümde AYY ekindeki Atık Listesinde verilen atık kodları ana bileşen olarak kullanılmıştır. Beyanda tesiste üretilen her bir atık kodu için; miktar, ölçü birimi, atığın işlem gördüğü yer (tesis dışı- ihracat ve stok) bilgisi, atık işleme yöntemi (geri kazanım/bertaraf yöntemi – AYY Ek-2 A ve Ek-2 B) ve Bakanlıktan geçici faaliyet belgesi/ çevre izin lisans belgesine sahip atık işleme tesisi bilgisi alınmaktadır.

Ülkemizde 2018 yılında 66.478 adet tesis atık beyan formu doldurulmuş olup bu beyanlara dayalı olarak 1.513.624 ton tehlikeli atık belirlenmiştir.

Atık İşleme Yöntemine Göre Tehlikeli Atık Miktarı Türkiye Dağılımı

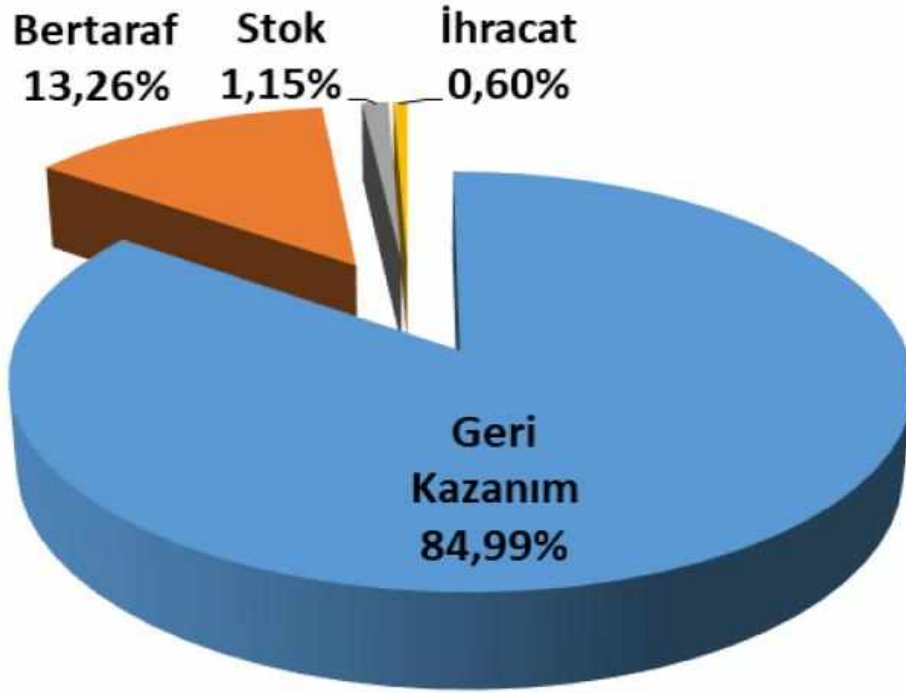
2018 yılı verilerine göre geri kazanım amacıyla değerlendirilen atık miktarı 1.286.363 ton, bertaraf amacıyla değerlendirilen atık miktarı ise 200.767 ton'dur (11). İşletme yılı sonu itibariyle stokta kalan tehlikeli atık miktarı 17.434 ton, ihraç edilen tehlikeli atık miktarı ise 9.060 ton olarak gerçekleşmiştir (Tablo 14).

Tablo 14. Atık işleme yöntemine göre tehlikeli atık miktarı

Yıl	Geri Kazanım	Bertaraf	Stok	İhracat	Toplam (Ton)
2014	1.033.598	314.826	58.225	6.571	1.413.220
2015	1.129.088	167.222	53.251	7.779	1.357.340
2016	1.089.809	222.263	40.933	10.222	1.363.227
2017	1.190.764	209.930	13.673	10.678	1.425.045
2018	1.286.363	200.767	17.434	9.060	1.513.624

2018 yılında beyan edilen tehlikeli atığın %84,99'u atık işleme tesisinde geri kazanıma sokulurken %13,26'sı bertaraf maksadıyla sterilizasyon, düzenli depolama ve yakma tesislerine gönderilmiştir. Bununla birlikte %1,15'i stok, %0,60'ı ise ihracat olarak kaydedilmiştir.

Şekil 4. Toplam atık miktarının atık işleme yöntemine göre dağılımı



Tesislerin Faaliyet Alanları Doğrultusunda Tehlikeli Atık Miktarları

Sektörel analiz doğrultusunda en çok atık oluşturan ilk 10 sektör ve bunların ürettikleri atık miktarları Tablo 15'te verilmiştir. Sektör bilgisi için NACE Rev.2 altılı ekonomik faaliyet sınıflaması kullanılmıştır. Tablodan görüldüğü üzere imalat sektörü/ana metal sanayi 360.824 ton atık üretmiştir (11).

Tablo 15. Tesislerin faaliyet alanları doğrultusunda tehlikeli atık miktarları

Sıra No	NACE				Atık Miktarı (ton)
	Kısım	Kısım Başlık Tanımı	Bölüm Kodu	Bölüm Kodu Tanımı	
1	C	İmalat	24	Ana metal sanayii	360.824
2	C	İmalat	20	Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı	122.368
3	Q	İnsan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri	86	İnsan sağlığı hizmetleri	110.742

4	D	Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı	35	Elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi üretimi ve dağıtımı	105.165
5	C	İmalat	29	Motorlu karataşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı	100.768
6	E	Su temini; kanalizasyon, atık yönetimi ve iyileştirme faaliyetleri	38	Atığın toplanması, ıslahı ve bertarafı faaliyetleri; maddelerin geri kazanımı	89.672
7	C	İmalat	25	Fabrikasyon metal ürünleri imalatı (makine ve teçhizat hariç)	84.681
8	C	İmalat	28	Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipmanlar	52.764
9	E	Su temini; kanalizasyon, atık yönetimi ve iyileştirme faaliyetleri	37	Kanalizasyon	45.586
10	C	İmalat	27	Elektrikli teçhizat imalatı	39.308

Atık Kodlarına Göre Tehlikeli Atık Miktarlar

2018 yılında beyan edilen atıklar içerisinde ilk 10 sırada yer alanları Tablo 16'da sunulmuştur.

Tabloda verildiği gibi en yüksek miktar "Demir ve Çelik Endüstrisinden" kaynaklanan 100207 kodlu "Tehlikeli maddeler içeren gazların arıtımı sonucu ortaya çıkan katı atıklar"dır. Bunu sırası ile "Ambalaj Atıkları" başlığı altında yer alan 150110 atık kodlu "Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar" ve "İnsanlarda Doğum, Teşhis, Tedavi ya da Hastalık Önleme Çalışmalarından Kaynaklanan Atıklar" başlığı altında yer alan tıbbi atıklardan 180103 kodlu "Enfeksiyonu önlemek amacı ile toplanmaları ve bertarafı özel işleme tabi olan atıklar" başlığı altında yer alan tıbbi atıklar takip etmektedir. Atık kodu bazında en yüksek beyan gerçekleştirilen ilk 10 atık miktarı toplamı 871.657 ton olarak tespit edilmiştir.

Tablo 16. Atık kodlarına göre tehlikeli atık miktarları

Atık Kodu	Atık Kodu Tanımı	Atık Miktarı (ton)
100207	Tehlikeli maddeler içeren gazların arıtımı sonucu ortaya çıkan katı atıklar	285.734
150110	Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	106.573
180103	Enfeksiyonu önlemek amacı ile toplanmaları ve bertarafı özel işleme tabi olan atıklar	103.453
120120	Tehlikeli maddeler içeren öğütme parçaları ve öğütme maddeleri	97.707
190813	Endüstriyel atık suyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	80.543
150202	Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler	58.696
110105	Sıyırma asitleri (parlatma asitleri)	48.573
130508	Kum odacığından ve yağ/su ayırıcılarından çıkan karışık atıklar	31.562
190811	Endüstriyel atıksuyun biyolojik arıtılmasından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	30.062
160601	Kurşunlu piller ve akümülatörler	28.755

Tehlikeli Özel Atık ve Tıbbi Atık İstatistikleri

2015, 2016, 2017 ve 2018 yıllarında Atık Beyan Sistemine beyan edilen tehlikeli özellikteki atık yağ, bitkisel atık yağ, atık pil ve akümülatörler, atık elektrikli ve elektronik eşyalar ile tıbbi atık miktarları aşağıdaki tabloda yer almaktadır (11).

Tablo 17. Tehlikeli özel atık ve tıbbi atık istatistikleri miktarları

Yıllar	Miktar (ton/yıl)				
	Atık Yağ	Bitkisel Atık Yağ	Pil-Akü	Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar (AEEE)	Tıbbi Atık
2013	68.236	4.022	13.488	4.911	71.173
2014	61.335	7.234	11.982	6.817	83.190
2015	60.906	12.958	17.282	11.596	113.857
2016	68.895	17.070	16.908	23.027	98.376
2017	66.442	16.043	23.684	19.224	98.729
2018	70.130	13.170	29.598	23.365	107.400

Özel atık grubunda bulunan tehlikeli atık kodları:

Atık yağ grubundaki atık kodları (Atık Motor Yağ-Atık Endüstriyel Yağ): 08 03 19 / 12 01 06 / 12 01 07 / 12 01 10 / 12 01 12/

13 01 01 / 13 01 09 / 13 01 10 / 13 01 11 / 13 01 12 / 13 01 13 / 13 02 04 / 13 02 05 / 13 02 06 / 13 02 07 / 13 02 08 / 13 03 01 /

13 03 06 / 13 03 07 / 13 03 08 / 13 03 09 / 13 03 10 / 13 05 06 / 19 02 07 / 19 08 10

Bitkisel atık yağ grubundaki atık kodları: 20 01 26

Pil ve Akümülatör grubundaki kodları: 16 06 01 / 16 06 02 / 16 06 03 / 16 06 06 / 20 01 33

AEEE grubundaki atık kodları: 16 02 11 / 16 02 13 / 16 02 15 / 20 01 23 / 20 01 35

Tıbbi atık grubundaki atık kodları: 18 01 01 / 18 01 02 / 18 01 03 / 18 01 06 / 18 02 01 / 18 02 02 / 18 02 05

Ambalaj ve Ambalaj Atıkları

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı-Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü-Sıfır Atık ve Atık İşleme Dairesi Başkanlığı-Sıfır Atık ve Ambalaj Atıkları Yönetimi Şube Müdürlüğü tarafından hazırlanan 27.02.2020 tarihli 15 nolu bülten uyarınca Ambalaj Atıklarının Kontrolü (AAK) Yönetmeliği kapsamında ambalaj ve ambalaj atıklarına ilişkin envanterin oluşturulması amacıyla Bakanlık tarafından "Ambalaj Bilgi Sistemi" oluşturulmuştur. Sistem kullanıcıları; Bakanlık, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri, ambalaj üreticileri, tedarikçiler, ürününü ambalajlı olarak piyasaya süren işletmeler, ambalaj atığı toplama ayırma, geri dönüşüm ve geri kazanım tesisleri, yetkilendirilmiş kuruluşlar ve belediyelerdir. Tablo 18'de bilgi

sistemine girişi yapılan ambalaj üretim miktarı ile kullanım sonrası tekrar geri kazanılan ambalaj miktarlarına ait veriler sunulmuştur.

Tablo 18. Piyasaya sürülen ambalaj ve ambalaj atık miktarları

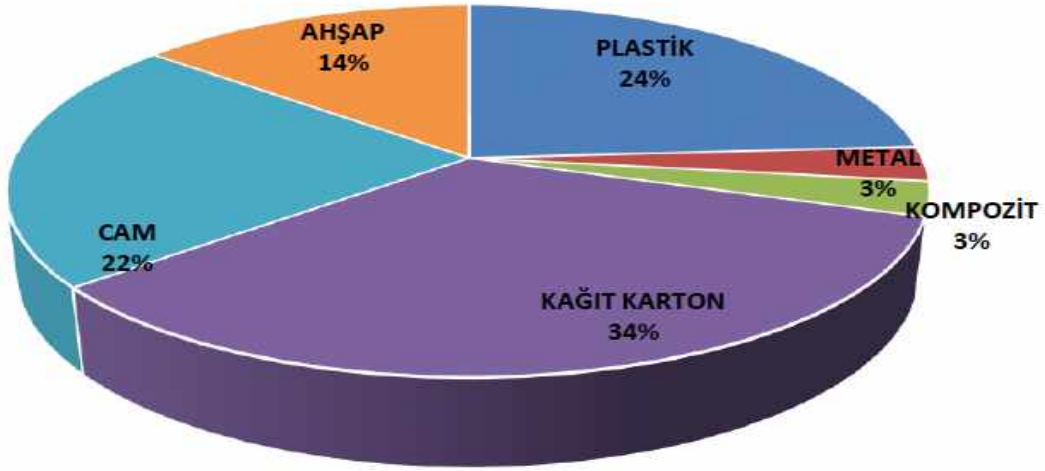
Atık Kodu	Cinsi	Üretilen Ambalaj (ton)	Piyasaya Sürülen (ton)	B-1 ¹ Kapsamında		B-2 ² Kapsamında Piyasaya Sürülen (ton)	C ³ Kapsamında Temin Edilen (ton)
				Geri Kazanılan (ton)	Gerçekleşen Geri Kazanım Oranı (%)		
15.01.2002	Plastik	4.099.951	943.567	590.923	63	98.240	20.317
15.01.2004	Metal	179.438	130.981	89.488	68	82.284	6.307
15.01.2005	Kompozit	102.636	96.773	62.110	64	21.629	0
15.01.2001	Kâğıt Karton	2.529.403	1.314.154	1.227.249	93	17.164	11.805
15.01.2007	Cam	955.721	860.239	234.699	27	40.021	120.063
15.01.2003	Ahşap	1.070.084	547.681	171.048	31	4.952	85.935
	Toplam	8.937.232	3.893.396	2.375.518	61	264.289	244.427

1: B-1: Bertarafı AAK Yönetmeliği çerçevesinde gerçekleştirilen ambalajlar

2: B-2: Bertarafı AAK Yönetmeliği dışındaki mevzuat çerçevesinde gerçekleştirilen ambalajlar

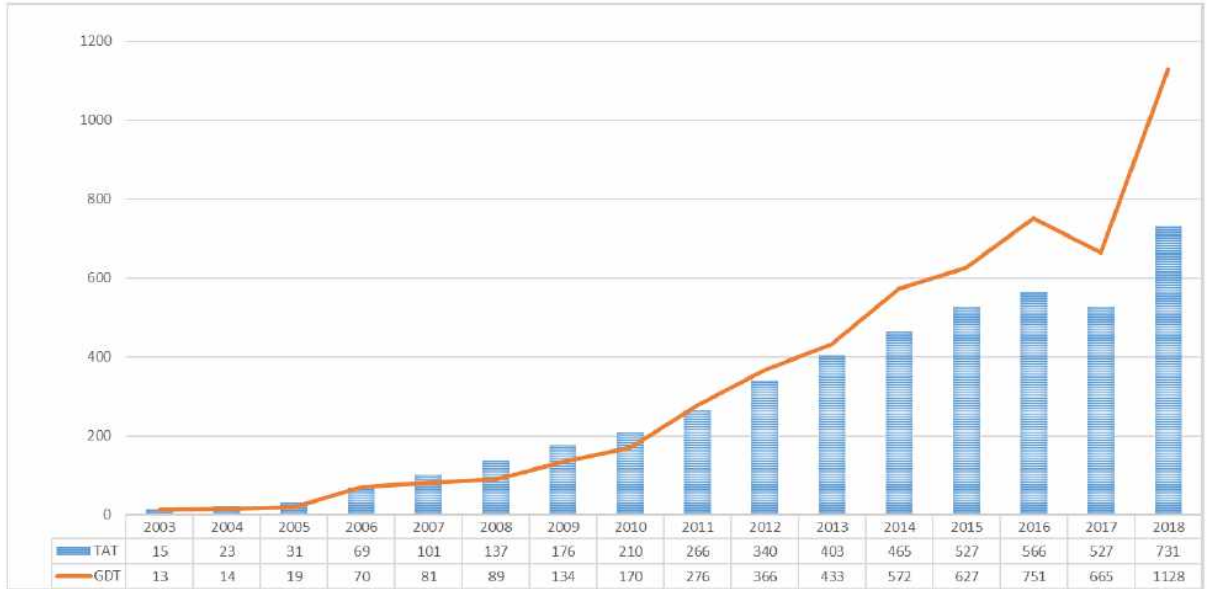
3: C: AAK Yönetmeliği kapsamında depozitolu olarak piyasaya sürülen ambalajlar

Şekil 5. Piyasaya sürülen ambalaj cinsleri



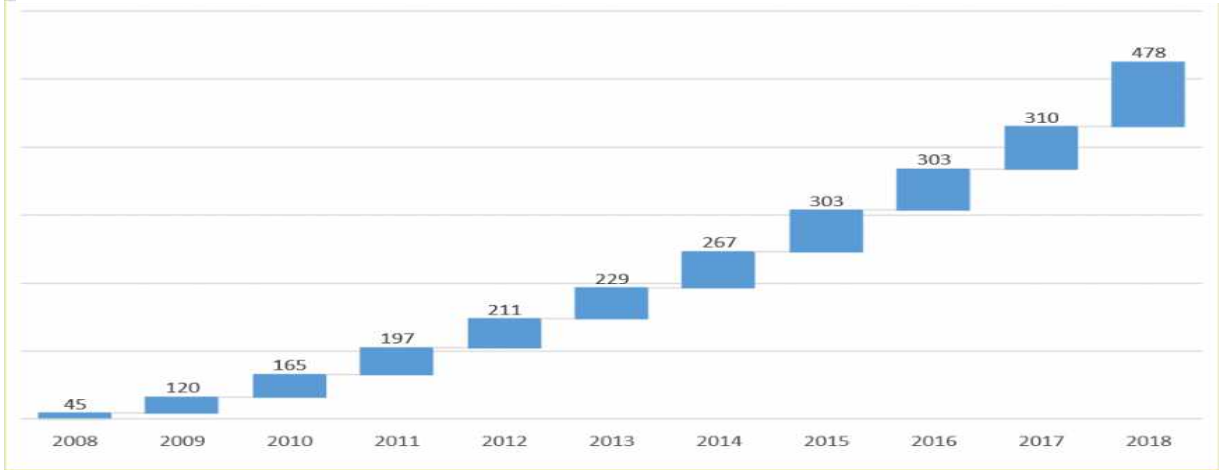
2003 yılından itibaren ilgili yönetmelik uyarınca ambalaj atığı toplama-ayırma tesisleri ve geri dönüşüm tesisleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığında lisans almalıdırlar. Bahsi geçen lisansa sahip tesisler Şekil 6'da verilmektedir. 2012 yılında toplama ayırma tesis (TAT) sayısı 340 adet ve geri dönüşüm tesis (GDT) sayısı ise 366 adet iken 2018 yılında 731 adet TAT ve 1128 adet GDT tesisi vardır.

Şekil 6. Geçici faaliyet belgeli/lisanslı ambalaj atığı işleme tesis sayıları



Ambalaj atıklarını toplamak veya toplatmak belediyelerin sorumluluğundadır. 2008 yılında başlatılan bir çalışma sayesinde, ambalaj atıklarına dair yönetim planı formatı doğrultusunda planlarını hazırlayarak Bakanlığa sunan ve planı uygun bulunan belediye sayıları Şekil 7'de yer almaktadır.

Şekil 7. Ambalaj atığı yönetim planı hazırlanan belediye sayıları

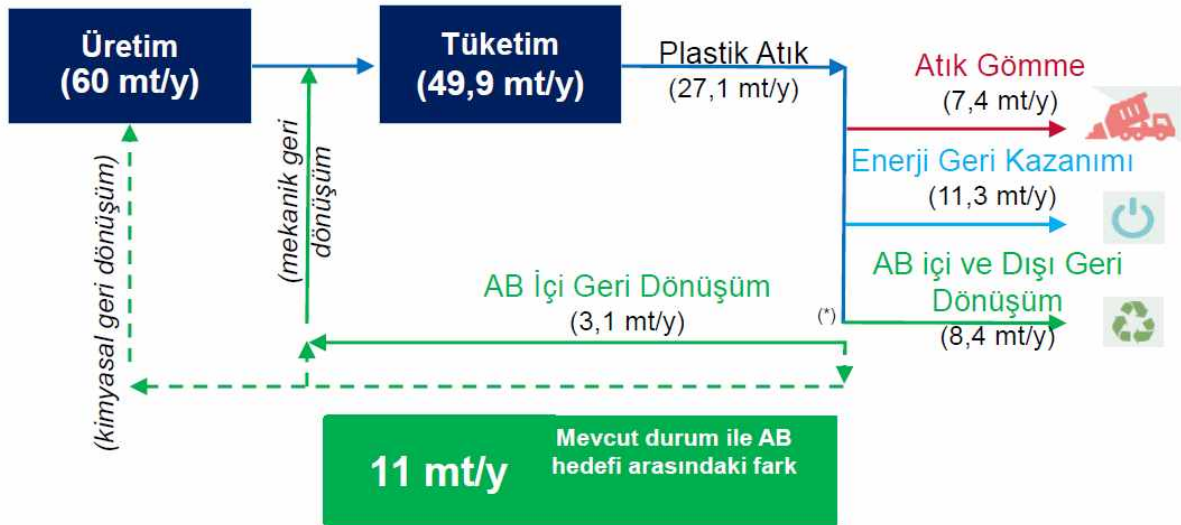


AB Plastik Atık Yönetimi

AB ülkelerinde 25,8 milyon ton/yıl plastik atık çıkmaktadır. Bu atıkların yaklaşık %30'u geri dönüşüm için toplanmaktadır. Geri kalan kısmı ise Avrupa dışı ülkelere ihraç edilmektedir. Aynı zamanda, plastiğin katı atık sahasına gömülme ve yakılma oranları da yüksektir (sırasıyla %31 ve %39). Geri dönüştürülmüş plastik talebi, AB'deki toplam plastik talebinin %6'sı kadardır. 2030 itibariyle, AB'de alınan karar gereğince piyasaya sürülen plastik ambalajlar, geri dönüştürülerek ekonomiye kazandırılacaktır. Ayrıca Avrupa'da üretilen plastik atığın yarısından fazlası geri dönüştürülecektir. Yine 2030 itibariyle ayırma ve geri dönüştürme kapasitesi, 2015'e kıyasla dört kat artmış olacaktır.

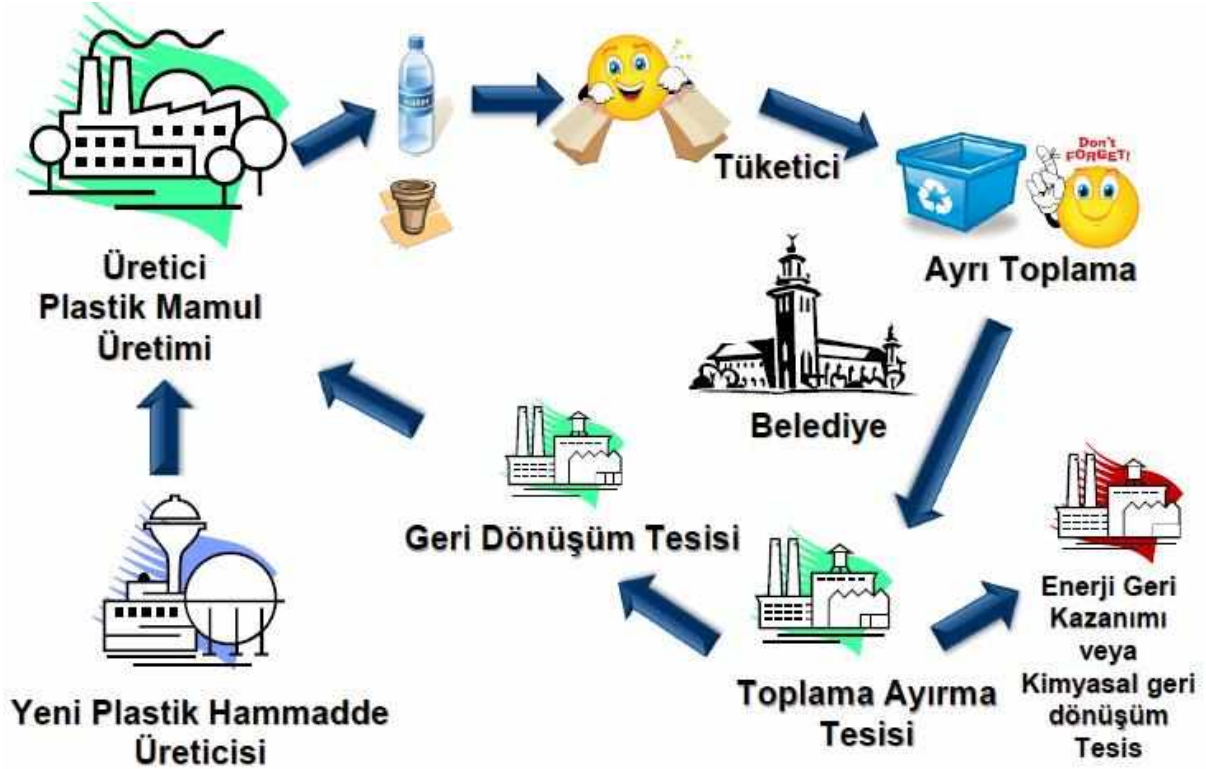
Avrupa Komisyonun aldığı karar göre 2025 yılı itibariyle 10 milyon ton geri dönüştürülmüş plastiğin yarı mamül yada hammadde olarak üretim prosesine katılması ve ürüne dönüştürülmesi zorunludur. Hızlı ve somut sonuç elde edilebilmesi amacıyla hem kamu hem özel sektörü hedef alan kampanya ile aktörleri anlamlı hedefler koymaya davet etmektedir. Aşağıdaki Şekil 8'de plastik türevli atıkların üretimden bertaraf analizi verilmiştir (12).

Şekil 8. AB'de plastik türevli atıkların döngüsü



Türkiye’de ürünlerin %47’si plastik malzeme ile ambalajlanıyor ve tüm ambalaj atıkların %20’si plastiklerden oluşuyor. Plastik ürünlerin kullanım ömrü sonunda tercih edilen yöntem mekanik geri dönüşüm olmakla birlikte bunun ekonomik maliyeti, enerji tüketimi ve çevreye etkisi dikkate alınmalıdır. Şekil 9’da örnek bir yaşam döngü analizi sunulmuştur. Plastik türevli ürün üretildikten sonra kullanılıp atıldıktan sonra mümkünse geri dönüşüm prosesine dahil edilip tekrar yarı mamul yada hammadde olarak üretime dahil edilebilir. Mekanik geri dönüşüm prosesi sayesinde plastikleri öğütme, yıkama, ayırma, kurutma ve yeniden parçacık haline getirme ve birleştirme gibi mekanik süreçlerle geri kazanarak yeni plastik ürünle dönüştürebilecek malzemeler elde edilebilir. Ancak geri dönüşümü mümkün olmayan plastik türevli atıklar için ATY üretimi söz konusu olabilir (13).

Şekil 9. Plastik yaşam döngüsü örneği

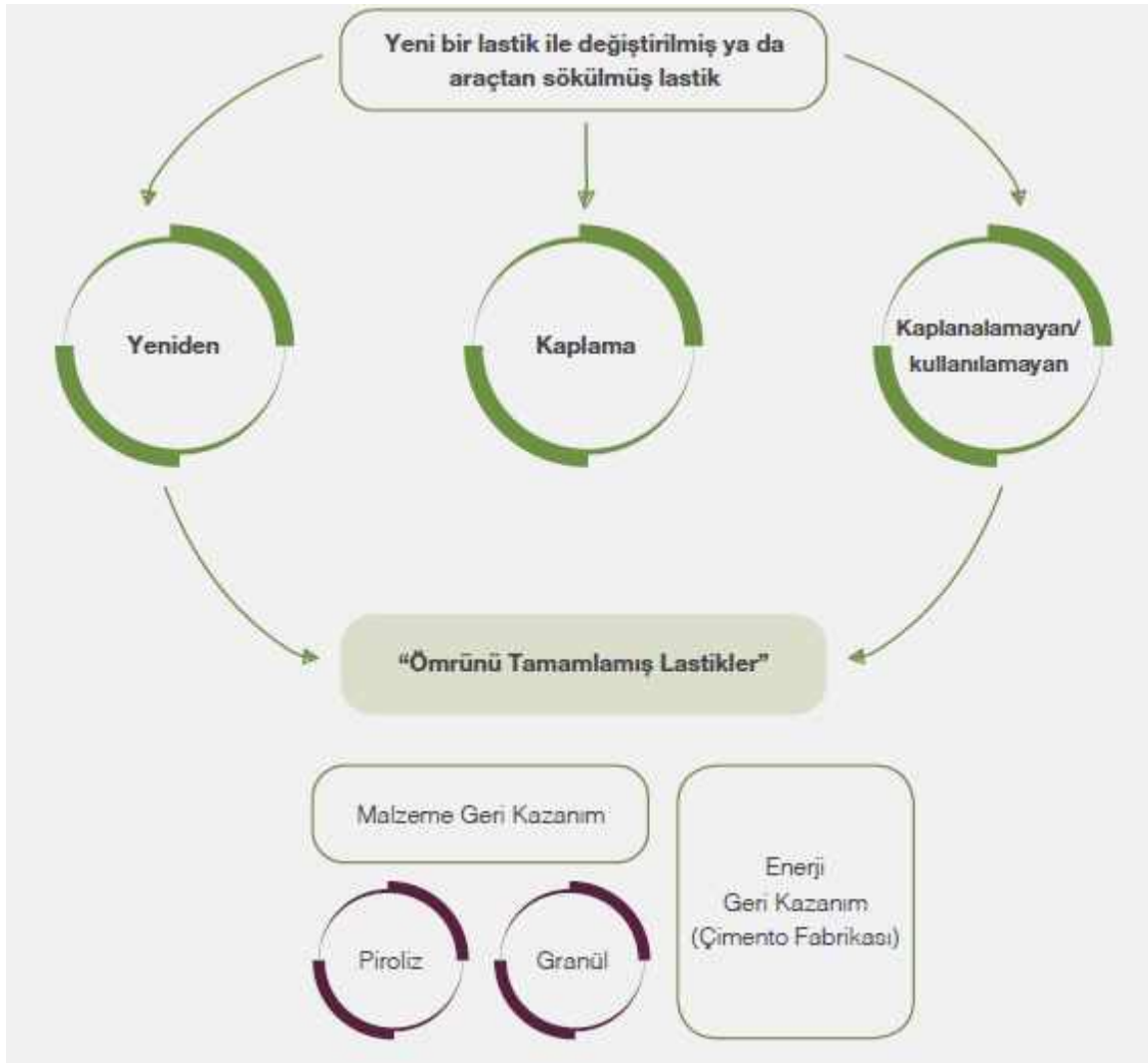


Türkiye’de geri dönüştürülen plastikler enerjide yılda 10.500 GWh tasarruf 17 milyar litre su ve 1,9 milyar kg CO₂ tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca yıllık olarak yaklaşık 3 milyon plastik ambalaj malzemesi üretimi yapılan ülkemizde, 1 ton plastik ambalaj üretiminde 14 kWh elektrik enerjisi tüketilmektedir. 3 milyon ton plastik ambalaj için ise 44,8 milyon kWh enerji tüketilmektedir. Aynı miktardaki kağıt ambalaj içinse 4,5 kat yani 202 milyon kWh elektrik tüketimi söz konusudur (14).

Ömrünü Tamamlamış Lastikler

Ömrünü tamamlamış lastikler (ÖTL), faydalı ömrünü tamamlayan lastik, araçtan sökülüp orijinal veya kaplanmış, bir daha tekrardan kullanılmayacak biçimde olan ve/veya üretim sırasında hatalı olarak üretilen lastikleri kapsamaktadır. Türkiye’de lastik üretiminde büyük paya sahip 5 lastik üreticisi (Brisa, Continental, Goodyear, Michelin ve Pirelli) 2007 yılında bir araya gelerek yetkilendirilmiş kuruluş olan Lastik Sanayicileri Derneği İktisadi İşletmesini (LASDER) kurmuştur. Kaplama yapılmak suretiyle bazı lastikler tekrar kullanılabilirken tekrar kullanma durumu olmayan ve ticari ömrünü tamamlamış lastiklerin geri kazanım tesislerinde enerji üretimine sokulması mümkündür. Şekil 10’da ÖTL yönetimi şematik olarak gösterilmektedir (15).

Şekil 10. ÖTL Yönetimi



Türkiye’de atık lastik alanında tek yetkili kuruluş Lastik Sanayicileri Derneği İktisadi İşletmesi (LASDER)’dir. LASDER ile yapılan görüşmeler neticesinde elde edilen verilere göre Türkiye’de her yıl 300.000 tonun üzerinde lastik satışı olup, bunun %70-80’i ÖTL olarak geri dönmektedir. Toplanan ÖTL miktarı ise 2018’de 200.234 ton iken 2019’da 177.611 tona gerilemiş olduğu bilgisi edinilmiştir.

2.3.2. Sektörün Bağlantılı Olduğu Sektörler

Genellikle atık sektöründe faaliyette bulunan işletmeler, ATY ile ilgili gerekli izin ve üretim lisanslarını almak yoluyla ATY üretimine başlamışlardır. İştirak alanı;

- Tehlikeli-Tehlikesiz Atık Geri Kazanımı,
- Tehlikeli -Tehlikesiz Atık Toplama Ayırma,
- Tehlikeli-Tehlikesiz Atık Ara Depolama Tesisi,
- Çamur Susuzlaştırma,
- Atık Madeni Yağ Geri Kazanım Ünitesi,
- Atıksulardan Metal Geri Kazanımı Ünitesi,
- Atıksu Arıtma Tesisi ve Sosyal Alanlardan Oluşan Atık Geri Kazanım Tesisi
- Ambalaj Atığı Toplama Ayrıştırma ve Geri Kazanımı,
- Atık Akü Geçici Depolama,

- Ömrünü Tamamlamış Lastik Geçici Depolama,
- Elektrikli ve Elektronik Atık Geri Kazanımı,

bu ve benzeri olan işletmeler halihazırda atıkla ilgilendikleri için ATY işine de girmektedirler. Ülkemizin çevre politikası, ulusal çevre stratejisinin gerçekleştirilmesi ile gelecek kuşakların temel gereksinimlerinin sağlandığı, doğal kaynakların sürdürülebilir kalkınma yaklaşımıyla yönetildiği sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkı gözetmektedir.

AB üyesi ülkelerde atık yönetimi için kirleten öder prensibini göz önünde bulundurarak en iyi uygulamaların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Üretim esnasında yarı mamul yada hammaddeye rahat erişim ve bu sayede ürün girdi maliyetlerini azaltmak için lastiklerin geri kazanımına önem verilmektedir. Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği, Kompost Tebliği ve Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Tebliği ile belediye atıklarının geri kazanımına öncelik verilmesi döngüsel ekonomi yaklaşımı ile örtüşmektedir. Ulusal atık yönetimi ve eylem planı aşağıda belirtilen maddeler dikkate alınarak oluşturulmuştur:

- Kaynakta ayrıştırma yoluyla toplam verimin artırılması ve yaygınlaştırılması,
- Belediye atıkları ve ambalaj atıkları içerisinde geri kazanım miktarının artırılması,
- Belediye ve ambalaj atıkları yönetimi için bölgesel bazda geri kazanım ve bertaraf yöntemlerinin belirlenmesi ve ilgili tesis kapasitelerinin ortaya konması,
- Düzensiz döküm/depolama yerine düzenli depolamaya tüm illerin geçirilmesi,
- Tıbbi atık yönetimi ile ilgili tesis ihtiyaçlarının belirlenmesi
- Tehlikeli atıkların yönetimi için ön işlem, geri kazanım ve bertaraf tesis ihtiyaçlarının ortaya konması ve yatırım yapılacak bölgelerin belirlenmesi
- Atık yönetimi için yatırım ihtiyaçlarının ortaya konması ve finansman kaynaklarının belirlenmesi

2023 yılı için önerilen sürdürülebilir atık yönetim planlaması aşağıda belirtilen hedefler kapsamında hazırlanmıştır (15).

Orta ve Uzun Vade Hedefler

- 2023 yılı itibariyle; üretilen atıkların geri kazanım oranı %35, düzenli depolamaya giden oran ise %65 olacaktır.
- Düzensiz/vahşi depolama alanlarının rehabilite edilmesi ve inşaat yıkıntı atıkları ve hafriyat toprağı yönetiminin düzenlenmesi
- Özel atıklara yönelik çalışmalarla toplama ve geri kazanım oranını arttırmak
- Tehlikeli atıkların geri kazanım ve bertarafı için ilave tesis yatırımlarının artırılmasını sağlamak

Atık yönetim modellerinin oluşturulmasında illerin atık miktarları, demografik yapıları, coğrafi özellikleri, sosyo-ekonomik durumları, turizm sektörünün varlığı, tarım ve orman alanlarının yoğunluğu ve hayvancılık faaliyetlerine yönelik özellikler dikkate alınarak, ülkemiz 7 coğrafi bölge üzerinden 15 alt bölgeye ayrılmıştır. Her bir alt bölge ise atık miktarı yoğunluklarına göre 1. Bölge, 2. Bölge ve 3. Bölge olarak tanımlanmıştır. Buna göre Aksaray, İç Anadolu Bölgesi'nde 2. Bölgede yer almıştır (15).

İhtiyaç Duyulan Tesis Kapasiteleri

2023 yılı atık yönetimindeki öncelikli hedefler arasında atık miktarını düşürmek, kaynakta ayrıştırılmış bir biçimde toplama yapmak, geri kazanılan atık miktarını artırmak ve depolama yapılan atık miktarının azaltılmasıdır. Ayrıca düzensiz depolama alanlarının kapatılarak düzenli depolamaya geçişin hızlandırılması atıkların çevresel kirliliklerini de ortadan kaldıracaktır. Genel olarak diğer belediyelere göre gelirleri nispeten daha yüksek ve atık yönetiminde deneyimli olan Büyükşehir belediyelerinin yer aldığı alt bölgelerde, atık yönteminde işlemleri zor ve yatırım maliyeti yüksek olan termal ve biyolojik yöntemler planlanmıştır. Düzenli depolama sahası olmayan ya da yeni geçiş yapan il belediyelerinin bulunduğu alt bölgelerde ise sadece düzenli depolama planlanmıştır. Termal tesis ve biyolojik yöntem yatırımlarının yüksek kapasite de planlandığı bölgeler Marmara 1.Bölge, Ege 1. Bölge, ve İç Anadolu 1. Bölgedir. İç Anadolu için 2023 yılı ihtiyaçları aşağıdaki şekilde olacağı öngörülmüştür.

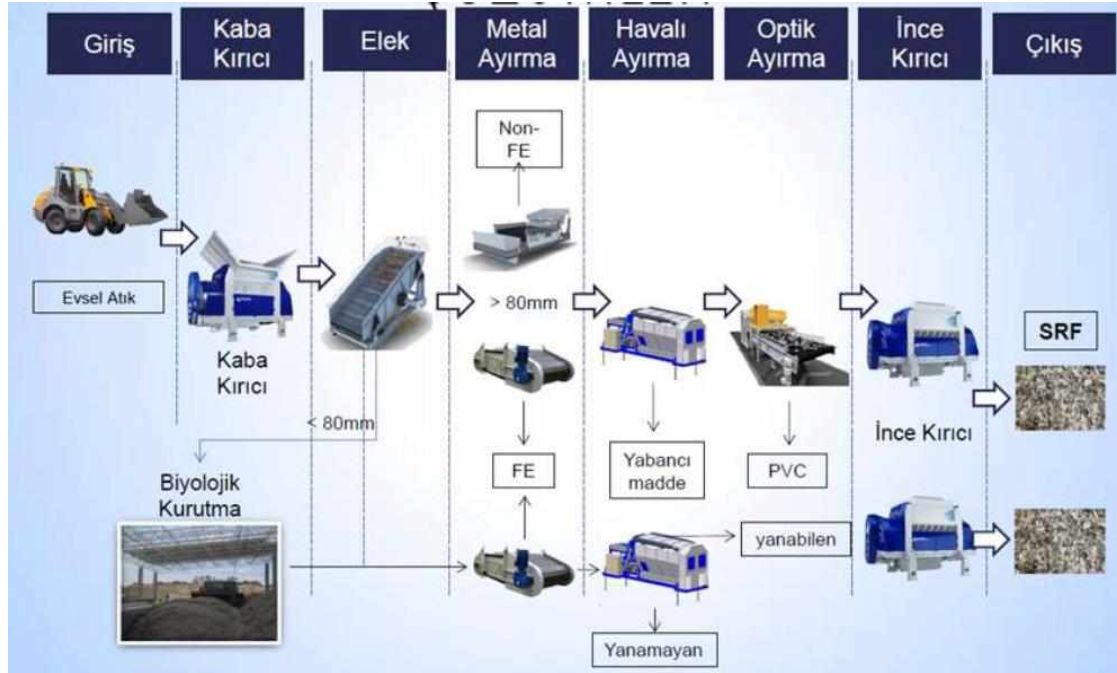
İç Anadolu Bölgesi, arazi kullanım şartları, tarımsal alan dağılımı ve büyükşehir merkez yoğunlukları dikkate alınarak 2 alt bölgeden oluşmaktadır.

- Bölgede kurulu tesis kapasitesi yaklaşık 1.400 ton MBT ve 274 ton termal proses olmak üzere toplam kurulu kapasite 1.474 ton/gün'dür.
- 2023 yılında oluşması beklenen atık miktarı yaklaşık 13.511 ton/gün'dür. İç Anadolu Bölgesi'nde oluşması beklenen atık miktarı Türkiye de oluşması beklenen atık miktarının %15'ine tekabül etmektedir.
- Kaynağında ayrı toplanmış belediye atıkları için 1. Bölgeye 350 ton/gün, 2. Bölgeye 450 ton/gün olmak üzere toplam 800 ton/gün kapasiteli biyolojik proses planlanmıştır.
- Karışık olarak toplanmış belediye atıkları için mevcut kurulu kapasiteye ilave olarak 1. Bölgeye 620 ton/gün, 2. Bölgeye 400 ton/gün olmak üzere 1.020 ton/gün kapasiteli MBT kurulması planlanmıştır. 2023 yılında bölgede toplam 2.420 ton/gün kapasiteli MBT tesisi kurulu olacaktır. Biyobozunur atık azaltımı için MBT Tesislerinin kompost prosesi ile sonlandırılması gerekmektedir.
- Karışık olarak toplanmış belediye atıkların için 1. Bölgeye 776 ton/gün kapasiteli yakma tesisi kurulması planlanmıştır. 2023 yılında bölgede toplam 1.050 ton/gün kapasiteli yakma tesisi kurulu olacaktır.
- İç Anadolu bölgesinde yer alan düzensiz döküm alanlarının rehabilite edilerek diğer yöntemlerle bertaraf edilmeyen atıkların düzenli depolama yöntemiyle bertarafı sağlanacaktır.
- 2023 yılı için İç Anadolu Bölgesi'nde oluşan toplam atığın %6'sı biyolojik proses, %17'si MBT, %7'si termal proses ve %65'i düzenli depolama yöntemleri ile geri kazanımı ve bertaraf edilmesi planlanmıştır (15).

Mekanik Biyolojik Arıtma

Mekanik biyolojik arıtma (MBT), belediye katı atık depolama sahası içinde, karışık belediye katı atıklarının mekanik olarak ayrıştırılması ve organik kısımların biyolojik işlem görmesi sonucunda evsel ATY hazırlama tesisidir. Evsel ATY hazırlamak için kullanılan MBT tesisine ait akış aşağıda verilmiştir (16).

Şekil 11. Evsel ATY Hazırlama için MBT Tesisi Akış Şeması



AB’de MBT yaygın olarak atık proseslerinde kullanılmaktadır. MBT tesislerinde ayırma prosesi, biyolojik olarak parçalanabilir ve yüksek ısıl oranlarına sahip atık ayırmanın yapıldığı prosestir. Kuru stabilizasyon prosesi, atıkların kurutulması için kompostlama sürecindeki ısıyı kullanma ve ısıl değerini artırarak atıktan türetilmiş yakıt üretilen prosestir. Ayırma prosesi içeren tesisler Hollanda’da yaygındır. İngiltere’de planlanan bazı entegre tesislerde de ayırma prosesi planlanmıştır. Bununla beraber stabilize edilmiş biyoatıkların yönetimi farklı olarak planlanmıştır. Kuru stabilizasyon prosesi içeren MBT ise Almanya, Avusturya ve Polonya gibi farklı AB ülkelerinde yaygındır. Almanya’da kaynakta geri dönüştürülebilir ve organik atıkların ayrı toplanması oranları çok yüksek olup, üretilen yaklaşık 50 milyon ton katı atık içindeki geri dönüştürülebilir atıklar olan kağıt, cam ve ambalaj atıkları yüksek oranda geri kazanılmakta, mutfak ve bahçe atıkları gibi organik atıklardan ise kompost üretilmektedir. Ayrı toplanmayan atıklar ise Yakma Tesisleri veya Mekanik Biyolojik İşleme Tesislerine gönderilmektedir. Ön işlemden geçmeyen atıkların deponi alanlarında depolanması yasaklanmıştır. Halihazırda 45 adet olan Mekanik Biyolojik İşleme Tesislerinin kapasitesi yaklaşık 5,5 milyon ton’dur (17). Çöp yakma tesisi külleri, MBT tesisinden çıkan inert atıkları ve geri dönüşümü mümkün olmayan atıklar ise deponi sahalarında depolanmaktadır. Böylelikle çok daha az deponi sahasına ihtiyaç olmaktadır.

Polonya’da kamunun büyük desteği ile 2022 Ulusal Atık Yönetim Planı hazırlanmıştır. Söz konusu planda 2025 yılında düzenli depolama oranı %10’dan az olacaktır. Belediye katı atıklarının %30’undan fazlası yakma (İnsineratör) tesislerinde yakılması ve elektrik üretilmesi durumunda, söz konusu yakma tesisleri hiçbir kamu fonu, çevre fonu ve AB fonundan yararlanamayacaktır. Ayrıca alt ısıl değeri 1.500 kcal/kg üstünde katı atıkların depolanması yasaklanmıştır. Konutlardan 4 €/kişi * ay katı atık toplama bedeli alınarak belediyeler, MBT tesislerine 40 €/ton bertaraf ücreti ödemektedirler. Bu sayede 2025 yılı hedeflerine ulaşmayı planlamaktalar. Ayrıca MBT tesisleri için bazı maliyetler Tablo 19’da aşağıda verilmiştir (18).

Tablo 19. Farklı tesislerden elde edilen ilk yatırım ve işletme maliyetleri

Kapasite, ton/yıl	Teknoloji	İlk yatırım maliyeti, milyon €	İlk yatırım maliyeti, €/ton/yıl	İşletme Maliyeti, €/ton
25.000	MBT	12.2	488	24 - 81
60.000	MBT	13.5	225	24 - 81
100.000	MBT	56	560	
120.000	MBT	42	350	55
200.000	MBT	40.5	203	24 - 81

(19)

Yakma

Belediye çöp/atıklarının yakma prosesi ile bertarafı yönteminde tesisinin maliyetlerini etkileyen unsurlar şu şekildedir;

- Tesis (kapasite) kullanım oranı
- Tesisin kurulacağı yerdeki arazi maliyeti
- Baca gazının istenen emisyon değerlerine göre arıtılması
- Kül atıklarının yönetimi ve boşaltımı/yeniden kullanımı. (Atıklar düzenli depolanmayacak ise taban külü alternatif hammadde kullanılabilir. Uçucu küller için oluşan maliyetler farklı yaklaşımlar ve boşaltım öncesi arıtmayla ilgili mevzuat nedeniyle ve aynı zamanda bertaraf yapılacak saha nedeniyle büyük ölçüde farklılaşmaktadır.)
- Geri kazanılan enerjinin verimliliği ve sağlanan enerji için elde edilen gelir, (Sağlanan enerjinin birim fiyatıyla ısı ve elektrik için elde edilen gelirlerin alınıp alınmadığı net maliyetleri belirler).
- Eğer varsa metallerin çöpten ayrıştırılması ve geri kazanımı,
- Yakma işlemi üzerindeki vergiler, olarak sıralanmaktadır.

250.000 ton/yıl kapasiteli tesisin detaylandırılmış maliyet dağılımı Tablo 20'de verilmiştir (20).

Tablo 20. 250.000 ton/yıl kapasiteli yakma tesisi (x106 €)

Plan/Proje	3.5
Makine/ekipman	70
Diğer Ekipman	28
Elektrik	18
Altyapı	14
İnşaat	7
Toplam Yatırım Maliyeti	140
Ana Yatırım Değeri	14
Personel	4
Bakım	3
Yönetim	0.5
Enerji	3
Atık bertarafı	3.5
Diğer	1
Toplam İşletme Maliyeti	29
Yaklaşık İşletme Maliyeti	115 €/t

Tablo 21 ise AB üye ülkelerindeki farklı tesislere ait bazı işletme maliyet farklılıklarını göstermektedir. Bu tablodaki farklılıklar ya maliyetlerin raporlanmasında ya da maliyetlerin uygulama ve bölgesel farklılıklarından kaynaklanmaktadır.

Farklılıkların bazı sebepleri aşağıda verilmiştir:

- Anlaşmaların doğası ve süresi (risk dağılımını ve belirli bir gelir akışıyla kesinlik dâhilinde planlanan projenin ömrünü belirlediğinden dolayı)
- Hava kirliliği denetimi için kullanılan işletme kuralları ve teknolojiler: Tarihsel olarak Hollanda ve Almanya gibi ülkeler (2000/76/EC) Yakma Direktifinin gerektirdiğinden daha sıkı standartları getirmişlerdir. Bunlar seçici katalitik indirgeme (SCR) ve daha önceki dönemlere kullanılan ıslak/yarı-ıslak temizleyicileri zorunlu kılmışlardır. Bazı ülkelerde seçici olmayan katalitik indirgeme (SCNR) muhtemelen kuru temizleyicilerle birlikte kullanılmaktadır. SCR ve SNCR prosesi maliyetleri sırasıyla 75,12 € ve 70,69 €'dur.
- Danimarka'da yakma vergisi oldukça yüksektir. Bununla beraber maliyet düşük olarak beyan edilmiştir. Maliyet vergi ile beraber düşünüldüğünde vergi olmayan ülkelerdeki maliyetlerle benzer olmaktadır.

Tablo 21. AB üye ülkelerindeki atık tesisleri maliyetleri

Ülke Adı	Vergi Öncesi Net Gelir	Vergi (Enerji Geri Kazanımı Tesisler için)	Enerji Geliri (kWh)	Kül Artım Maliyeti
Avustralya-AU	326 € – 60.000 ton/yıl 159 € – 150.000 ton/yıl 97 € – 300.000 ton/yıl		Elektrik 0,036 € Isı 0,018 €	Curuf 63 €/t Baca gazı kalıntıları 363 €/t
Belçika-BE	71-75 € – 150.000 ton/yıl	12,7 €/t	Elektrik 0,025 €	-
Danimarka-DK	30-45 €/t	44 €/t	Elektrik 0,05 €	Curuf 34 €/t Baca gazı kalıntıları 134 €/t
Almanya-GE	250 € – (50.000 t/y ve altı) 105 € – 200.000 t/y 65 € – 600.000 t/y		Elektrik 0,046 €	Curuf 28,1 €/t Baca gazı kalıntıları 255,6 €/t
Hollanda-NL	71-110* €/t (VVAV) 70-134* €/t (OWAM)		Elektrik 0,05 € (est.)	
İspanya-SP	34-56 €/t		Elektrik 0,036 €	
İsveç-SW	21-53 €/t		Elektrik 0,03 € Isı 0,02 €	
İngiltere-UK	69 € – 100.000 ton/yıl 47 € – 200.000 ton/yıl		Elektrik 0,032 €	Curuf geri kazanımı Baca gazı kalıntıları 90 €/t

*Bertaraf ücreti, (20)

Tablo 22'de bazı ülkeler için yakma tesisine ait yatırım maliyeti tesisin kapasitesi ve yakma ücretleri ile birlikte verilmiştir. Tesislerin ilk yatırım maliyetleri farklılık göstermiştir.

Tablo 22. Avrupa'daki bazı evsel atık yakma tesisi maliyetleri

	TESİS ADI				
	Avi-Amsterdam	Asm Brescia	Trea Bresigau	Tridel Lausanne	Bkb Hannover
Yeri	Amsterdam-Hollanda	Brescia-İtalya	Freiburg-Almanya	Lausanne-İsviçre	Hannover-Almanya
Hat Sayısı	4+2	2+1	1	2	2
Kapasite	1.400.000 t/y	480.000 t/y	132.000 t/y	156.000 t/y	280.000 t/y
Maliyet	450+370 Mil €	175 Mil €	83 Mil €	220 Mil €	100 Mil €
Bertaraf Ücreti	60 €/ton	50-65 €/t	-	114 €/t	-

2.3.3. Bölgelere Göre Yatırım Maliyeti

Türkiye'de bölgelere göre 2023 yılına kadar yapılması öngörülen yatırım maliyetleri aşağıda verilmiştir. Bahsi geçen bölgede oluşabilecek atık miktarı üzerinden hesaplama yapılmıştır.

- Marmara bölgesinde 5.420 ton/gün termal, 360 ton/gün kompost, 3.600 ton/gün MBT, 310 ton/gün Biyometanizasyon tesisi,
- Ege bölgesinde 1.350 ton/gün termal, 635 ton/gün kompost, 1.250 ton/gün MBT, 400 ton/gün Biyometanizasyon tesisi,
- Akdeniz bölgesinde 720 ton/gün kompost, 1.970 ton/gün MBT, 460 ton/gün Biyometanizasyon tesisi,
- İç Anadolu bölgesinde 1.050 ton/gün termal, 800 ton/gün kompost, 2.420 ton/gün MBT tesisi,

- Karadeniz bölgesinde 500 ton/gün termal, 255 ton/gün kompost, 600 ton/gün MBT tesisi,
- Güneydoğu Anadolu bölgesinde 180 ton/gün kompost, 1.360 ton/gün MBT tesisi,
- Doğu Anadolu bölgesinde 55 ton/gün kompost, 300 ton/gün MBT tesisi düşünülmüştür.

2016-2023 Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı stratejileri kapsamında belirlenen hedeflere uyum için gerekli tesis kapasitesi ve tahmini ilk yatırım maliyeti Tablo 23'te özetlenmiştir. Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı kapsamında belirlenen tesislere ait yatırım maliyeti teknoloji seçimine bağlı olarak değişmektedir.

Tablo 23. Tesis kapasiteleri ve tahmini ilk yatırım maliyetleri

Gerekli Tesisler	Gerekli Kapasite Ton/Gün	Birim Yatırım Maliyeti (€/Ton)		Tesis Bazında Yatırım Aralığı (Milyon €)	
MGT	12.509	25	50	114,1 €	228,3 €
Biyolojik Prosesler	4.050	75	200	110,9 €	295,6 €
Mekanik Biyolojik Prosesler	7.250	100	150	264,6 €	396,9 €
Termal Prosesler	8.046	300	450	881,0 €	1321,6 €
Düzenli Depolama	67.732	15	25	370,8 €	618,1 €
GEREKEN TOPLAM YATIRIM MİKTARI (€)				1.741,5 €	2.860,5 €

AB Çevre Mevzuatı gereği Avrupa Birliği Entegre Çevre Uyum Stratejisi (UÇES) Belgesi 2014-2016 yılları arasında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı koordinasyonunda, ilgili kurum ve kuruluşlarının katılımı ile güncellenmiştir. Bu belgede yer verilen uyumluluk sağlanması yönünde gerekli olduğu belirtilen atık yönetimi sektörü önlemlerinin yatırım ihtiyaçları açısından ATY hazırlama tesislerinin kurulumu için 2016-2022 yılları için 204 milyon €'luk bir yatırım ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir. Yani Bakanlık ATY tesislerinin ülke genelinde artması yönünde görüşü üstelik AB Çevre Uyum Stratejisi Belgesinde yer vermiştir (21).

Tablo 24. Atık yönetimi sektörü yatırım ihtiyacı

Atık Yönetimi Sektörü Önlemlerinin Yatırım İhtiyaçları	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Hazırlama Tesislerinin Kurulumu (Milyon €)	24	24	24	24	36	36	36

2.3.4. Dünya'da Sektörün Durumu

Avrupa Birliği, 2 Temmuz 2014'de Atıkların Düzenli Depolanması Direktifindeki atık hedefleri ve 2008/98/AT sayılı Atık Direktifi ile 94/62/AT sayılı Ambalaj ve Ambalaj Atığı Direktifindeki geri dönüşüm ve atık ile ilgili diğer hedefleri gözden geçirmek için bir kanun teklifi yayınlamıştır. Buna göre AB'deki ülkeler plastik, metal, cam, kağıt, biyolojik olarak parçalanabilir atık gibi geri dönüştürülebilir atıkların tehlikesiz atık düzenli depolama sahalarında düzenli depolanma oranını kademeli olarak azaltarak %25'e indirmeyi hedeflemektedir. Buna göre 2030 itibarıyla belediye atıklarının yeniden kullanım ve geri dönüşüm hedeflerinin %65'e yükseltilmesi, belediye atıklarının düzenli depolanmasının kademeli olarak azaltılarak %10'a indirilmesi ve ambalaj atıklarının geri dönüşümünün artırılması hedeflenmektedir (22). Bu sayede kalorifik değeri yüksek olan atıklar ATY üretim prosesine yönlendirilecektir.

AB direktiflerinden atık yönetimine ilişkin düzenlemeler aşağıda sıralanmıştır: (23)

- Atıkların Sevkiyatına İlişkin Tüzük (EC/1013/2006),
- Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Direktifi (94/62/EC),
- Düzenli Depolama Direktifi (99/31/EC),
- Ömrünü Tamamlamış Araçlar Direktifi (2000/53/EC),
- Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya Direktifi (WEEE) (2012/19/EU),
- Elektrikli ve Elektronik Eşyalarda Bazı Zararlı Maddelerin Kullanımının Sınırlandırılmasına ilişkin Direktif (RoHS) (2011/65/EU),
- Pil ve Akümülatörlere İlişkin Direktif (2006/66/EC),
- Maden Atıklarının Yönetimine İlişkin Direktif (2006/21/EC),
- Arıtma Çamurlarının Tarımda Kullanılmasına İlişkin Direktif (86/278/EEC),
- PCB/PCT'lerin Bertarafına İlişkin Direktif (96/59/EC),
- Kalıcı Organik Kirleticilere İlişkin Tüzük (EC/850/2004),
- Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (2010/75/EU),
- Atık Yakma Direktifi (2000/76/EC).

Avrupa Birliği direktifleri içerisinde ATY ile ilgili düzenlemeler aşağıda verilmiştir:

- Enerji geri kazanımı için birlikte yakmada emisyon limitlerini belirleyen Atık Yakma Direktifi (2000/76/EC).
- İç elektrik pazarında yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrikte promosyon ile ilgili direktif (2001/77/EC)
- Kentsel katı atık tesislerinden elde edilen ATY'nin tehlikeli atıkla birlikte yakılması ile ilgili hükümler bulunan Atık Yakma Direktifi (2000/76/EC) (CEC 2000)

Ayrıca, atık yönetimine ilişkin direktifleri tamamlayıcı nitelikte olan Eko-tasarım Direktifi (2009/125/EC), Kimyasalların Kaydı, Değerlendirmesi, İzni ve Kısıtlanması Hakkında Avrupa Parlamentosu ve Konsey Tüzüğü (REACH) (1907/2006/EC) gibi düzenlemeler bulunmaktadır.

Avrupa Birliği İstatistik Kuruluşu Eurostat'ın verilerine göre AB 27 ülkelerinde 2008'de üretilen 2,5 milyar ton atığın yarısı düzenli depolama sahalarında depolanmıştır. Diğer yarısı ise geri kazanıma tabi tutulmuş, yada geri dönüştürülerek ekonomiye kazandırılmış veya yakılmıştır. AB'de üretilen yaklaşık 2,5 milyar ton atığın 1,150 milyon tonunu temel geri dönüştürülebilirler (kağıt ve karton, plastik, demir ve çelik, alüminyum, bakır ve nikel, değerli metaller, diğer metaller, cam, elektronik atıklar, inşaat ve yıkıntı atıkları) oluşturmaktadır. Bu miktarın 680 milyon tonu geri dönüştürülmektedir. 1,150 milyon ton atık miktarından inşaat ve yıkıntı atıklarının miktarı çıkarıldığında geriye 230 milyon ton atık kalmaktadır. Bunun ise 130 milyon tonu geri dönüştürülmektedir. Bu maddelerin geri dönüştürülmesiyle elde edilen gelir miktarı 2004-2008 arasında iki katına çıkarak 60,3 milyar € olmuştur. 2000 yılından itibaren AB dışına ihraç edilen geri dönüştürülebilir maddelerde artış görülmektedir. Şu anda kağıt, plastik, metal atıklarında ihracat hacmi, AB içi ticaret hacminden daha büyüktür (24).

AB ülkelerinde 2003 yılında kişi başı evsel çöp miktarı 514 kg/kişi.yıl iken bu rakam 2012 yılında ise 492 kg/kişi.yıl olarak gerçekleşmiştir. 2020 yılında ise bu rakamın 225 kg/kişi.yıl olması beklenmektedir (25,26).

2.3.5. Ülkeler Bazında Durum Analizi

Atıkların değerlendirilmesi aşamasında ATY üretimi özellikle Avusturya, Almanya, Hollanda gibi ülkelerde yoğun olarak uygulanmaktadır. ATY tercihi ise kalorifik değeri yüksek, stabil bir yanmaya uygun, depolanması, taşınması kolay bir alternatif yakıt olması sebebiyledir. Burada konvansiyonel yakıtlara göre daha az kirletici etkisi olması da önemli bir tercih unsudur (27).

Almanya 2005 yılından itibaren düzenli depolamayı yasakladığı için atıklar farklı şekillerde değerlendirilmektedir. MBT tesisleri bu sebeple tercih edilmekte ve buradan çıkan ATY'ler farklı proseslerde kullanılmaktadır. Özellikle termik santraller ve çimento fabrikaları ATY için 30-50 €/ton

ödeme yapmaktadırlar. Bu rakam kalorifik değer ve bölgeye göre değişebiliyor. ATY'nin önünü açan bir diğer gelişme Almanya'da güç üretim santrallerinde linyit kullanımını azaltmaya gitmesi oldu. Bunun yansıması olarak çimento sektörü konvansiyonel yakıtın %54'ünü ATY ile karşıladı. Bu rakam Hollanda'da %80'lere varmıştır. Hatta bazı Almanya'daki çimento fabrikaları fosil kaynaklı yakıt kullanımını bırakmıştır.

Polanya'da ise evsel çöplerin %20'lik kısmı ATY olarak dönüştürülmekte ve bu ATY çimento sektörüne yakıt olarak kullanılmaktadır. Bunu gerçekleştirebilmek için atık yönetimi ile ilgili vergi ve yönetmelikleri katı bir şekilde uyguladılar. Bunun yanında AB uyumu gereği atık yönetimi uygulamalarında ATY üretimi gibi alternatif metotlar geliştirdiler. Sektörün gelişmesine en büyük destek ise çimento fabrikalarının atık yönetim firmalarını ATY üretimi konusunda teşvik etmeleri ile olmuştur. Hatta bazı yerlerde ATY üretim tesisi ortaklaşa kurularak bu teşvik aynı zamanda maddi desteğe de dönüşmüştür.

Bu sayede Polanya'da şu an çimento sektörü konvansiyonel yakıtı yerine %60 oranında hatta bazı fabrikalar %85'e kadar alternatif yakıt kullanmaktadır. Bu alternatif yakıtın kaynağı ise çoğunlukla evsel çöpler, bir kısmı arıtma çamurları ve ÖTL'dir. Polonya'da 1,5-2 milyon ton/yıl arası çıkan çöp çimento tesislerinde alternatif yakıt olarak kullanılmaktadır. Bazı çimento fabrikaları kendi ATY tesislerini kurarak, maliyetleri aşağıya çekmeye çalışmaktadırlar. 2016 yılı verileri uyarınca 1 ton kömür yerine ATY kullanımı sayesinde 2,5 milyon ton CO₂ daha az salınmıştır. Bu da ATY'nin çevresel katkısıdır.

Japonya'da duruma bakılacak olursa coğrafik alan kısıtı nedeniyle her zaman yakma prosesi ön plandadır. 2015 yılında 43 milyon ton evsel çöpün %81'ı yakılmıştır. Japonya'da 2015 yılında 644 bin ton ATY üretilmiştir. Üretilen ATY'ler ise çimento ve kağıt endüstrisinde kojenerasyon tesislerinde yakılarak enerjiye dönüştürülmüştür (22).

İngiltere'de 2018 yılında 3,13 milyon ton olan ATY ihracatı, 2019 yılında 2,71 milyon ton'a gerilemiş olup %13,5 düşüş göstermiştir. 2019 yılında gerçekleşen ihracat rakamlarına göre Hollanda (%11,2), İsveç (%6,9), Almanya (%22,8), Norveç (%28,8), Danimarka (%20) ve diğer (%10,3) olarak gerçekleşmiştir. Ocak 2020'de £ 85-95 olarak değişen ATY ton fiyatına Hollanda hükümeti ilave olarak ATY tonu başına € 32 ilave vergi koymuştur. Böylelikle Hollanda pazarında ATY maliyetinde ciddi bir artış söz konusu olacaktır. İngiltere'de çöplerin kabul sahalarında depolanması MBT tesisinde işlenerek ATY olmasından daha maliyetlidir. Deponi sahasında çöp depolama maliyeti £60/ton iken şu an £100/ton civarındadır. Dolayısıyla ATY üretim maliyeti £100'a kadar kabul edilebilir ve karlı bir iş olarak görülmektedir (28).

Diğer taraftan deponi sahalarına giden çöp miktarının azalması, ATY üretiminin daha cazip hale gelmesi ve ATY'nin ihracatının daha karlı olması İngiltere ATY sektörünü olumlu etkileyen parametrelerdir. Ancak atıktan enerji üreten tesislerin sayısının artması sebebiyle iç pazarda da ATY talebi artış göstermektedir. Burada bir arz talep dengesinin kurulması söz konusudur ancak iç pazardaki ATY satış bedeli, ihracatın altında kaldığı sürece İngiltere'deki ATY üreticileri ihracata daha sıcak bakacaklardır (29).

Hindistan, dünya çimento üretiminde Çin'den sonra en büyük aktör olup 501,86 milyon ton üretim yapmaktadır. 2017 yılında 297,71 milyon ton çimento üretimi için 400 milyon ton hammadde ve 28 milyon ton kömür kullanılmıştır. Kullanılan kömürün %30'u ithal kömürdür. Fosil yakıtlara ikame olabilecek alternatif yakıt kullanımı ise Hindistan'da %4 civarındadır. Ancak 2050 yılına kadar %25'e kadar alternatif yakıt kullanımına geçilmesi hedeflenmiştir. Hindistan'da evsel çöpten elde edilen ATY'nin çimento fırınlarında kullanımı yaygınlaştırılmaya çalışılmaktadır. Buna en büyük destek çimento üreticileri birliği vermekte olup alternatif yakıtın çimento üretiminde kullanım oranı 2010'da %1, 2016'da %3 iken 2050'de bunun %25 olması hedefleri mevcuttur. Enerji üretimi sırasında kullanılan 10.000 kcal/kg kalorifik değere sahip yağ için \$469/ton öderken, 3.500 kcal/kg kalorifik değerdeki ATY içinse bu bedel sadece \$23/ton'dur. ATY'nin yakma prosesinde kül ve emisyonlar açısından olumsuz bir yan mevcuttur (22).

İsrail'in Tel Aviv şehrinde 2015 yılında faaliyet geçen ATY üretim tesisi 21.000 m² alanda kurulu olup 540.000 ton/yıl endüstriyel ve evsel çöpün karışık halde işlenmektedir. Atık ilk olarak mekanik ayrıştırmaya tabii tutulmaktadır. Burada öncelikle kapalı poşet, torba veya ambalajlarda olan atıklar ambalaj açıcı yardımıyla açılır. Atıklar sonrasında 0-60/90 mm, 60/90-300 mm ve daha büyük parçalar olmak üzere büyüklüklerine göre ayrıştırılır. Hava ayırıcıya gelen atıklar burada bir ayrıştırma daha görürler. Sonrasında metal ayrıştırma işlemine giren atıklar RDF için değerli olan kalorifik değeri yüksek olan kağıt, PVC ve PET diğer atıklardan ayrıştırılır. İşe yaramayan atıklar ise balya makinesi yardımıyla depolanıp tesisten uzaklaştırılmaktadır. Tesiste, 160.000 ton/yıl ATY üretimi, 20.000 ton/yıl tekrar kullanılabilir durumda kağıt ve karton geri dönüşümü yapılmaktadır (30).

Ürdün'de yapılan bir çalışmada, evsel atıklardan oluşan ATY'nin biyolojik kurutma teknolojisi kullanılarak kurutulması ve çimento fabrikalarında kullanılan fosil kökenli yakıt yerine kullanılması araştırılmıştır. Bu kapsamda elde edilen verilere şu şekilde sıralanmıştır;

- Günlük fırın üretim miktarı 4.000 ton/gün'dür (24 saat).
- Toplam işletme saati sayısı 7.200 saat/yıldır.
- Günlük petrokok tüketimi 381 ton/gün, bu da 15.9 kg/saate eşittir.
- Toplam enerji tüketimi 715 kcal/kg.
- Klinker aşaması için toplam enerji tüketimi 46 kWh/h'dir.
- Petkokun kalorifik değeri 8.000 kcal/kg'a eşittir.
- 1 ton petrokok şu anda 150 \$'A mal oluyor.
- 1 ton ATY'nin üretim maliyetinin \$24,24/ton olacağı tahmin edilmektedir.
- ATY'nin kalorifik değeri 3.500–4.000 kcal/kg'dır.
- 1 kg petkok'un %70'i CO₂ olarak atmosfere salınır.
- 1 ton CO₂'nin emisyon maliyetinin 15 \$ olacağı tahmin edilmektedir.
- ATY kullanan tesisin enerji verimliliğinin %97 olduğu tahmin edilmektedir.

Tehlikeli olmayan endüstriyel atıklardan üretilen 3.800 kcal/kg değerindeki ATY'nin çimento endüstrisi tarafından kullanıldığı ve satış fiyatının yaklaşık €18/ton olduğu ifade edilmektedir. Bu değer, yalnızca beklenen ısı değişim oranı artışından dolayı değil, daha yüksek oranda alternatif yakıt kullanımının yanı sıra işletme ve yatırım maliyetlerinin azalmasına da bağlı olarak giderek daha karlı hale gelme potansiyeli barındırmaktadır (31). AB'de, 2006'dan bu yana yürürlükte olan ve UNI CEN / TS 15357–15747 normlarında olmak üzere 30 farklı teknik belgede kentsel katı atıklarından elde edilen yakıtların sınıflandırmasıyla ilgili çalışmalar detaylı olarak anlatılmaktadır. Bu 30 farklı belge atıktan türetilmiş yakıtlarının tüm tanımlarını, özelliklerini, ilgili parametreleri ve analitik yöntemleriyle birlikte örnekleme yöntemlerini ortaya koymaktadır (32). Ülkemiz özelinde ise ATY'nin nasıl hazırlanacağı ve hazırlama tesislerinde bulunması gereken minimum şartların neler olduğuna dair teknik, idari ve uyulması gereken kurallar Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği ile ortaya konulmuştur.

EN 15359:2011 Solid recovered fuels. Specifications and classes dokümanında verilen metodolojiye göre ATY'nin özellikleri ve sınıflandırılması her parametre için beş sınıftan oluşmaktadır. Parametreler teknik (Kül içeriği, Klor içeriği ve yığın yoğunluğu), ekonomik (net kalorifik değer, nem içeriği ve biokütle içeriği), ve çevresel (kadmiyum, civa ve toplam ağır metal içeriği) olmak üzere 3 kategoriye ayrılmıştır. Sınıflandırma sınır değerleri her bir parametre CEN/TS 15359'e uygun olarak Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25. ATY için sınıflandırma sistemi

Özellikler	Birim	Sınıf 1	Sınıf 2	Sınıf 3	Sınıf 4	Sınıf 5
Toplam ağır metaller (ag)	mg/MJ	≤15	≤30	≤50	≤100	≤190
Civa (Hg) (kb)	mg/MJ	≤0,02	≤0,03	≤0,06	-	-

Kadmiyum (Cd) (ag)	mg/MJ	≤0,1	≤0,3	≤1,0	≤5,0	≤7,5
Klor içeriği (kb)	%wt/wt	≤0,2	≤0,6	≤0,8	-	-
Net kalorifik değer (ag)	MJ/kg	≥25	≥20	≥15	≥10	≥6,5
Kül içeriği (kb)	%wt/wt	≤10	≤20	≤30	≤40	<50
Yığın yoğunluğu (ag)	kg/m ³	>650	≥450	≥350	≥250	≥100
Nem içeriği	%wt/wt	≤10	≤15	≤20	≤30	<40
Biyokütle içeriği (ag)	%	≥90	≥80	≥60	≥50	<50

ag: alındığı gibi, kb: kuru bazda

AB'e göre, ATY üretiminde 13 Mart 2002'de yayınlanmış ve CEN/TC343'e göre geliştirilmiş EN15359 standardı uygulanırsa elde edilen yakıt, "atıktan türetilmiş katı yakıt" (ATKY) olmasının yanında bu yakıt standart ve kontrol edilebilir kalitede olacaktır (33). Yapılan çeşitli bilimsel araştırmalar ATY'nin diğer mevcut yakıtlara göre daha az sabit karbon ve daha çok uçucu madde içerdiğini ifade etmektedir (34,35). Ayrıca evsel katı atıkların endüstriyel atıklarla karıştırılması sonucu klor içeriğinin azaltılabileceği de tespit edilen bir diğer husustur (36). ASTM E856-83 (2006)'ya göre atıktan türetilmiş yakıt, 7 başlıkta sınıflandırılır. Bu başlıklar Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26. ATY gruplandırması

ATY Sınıfı	Formu
ATY1	Atık formunda kullanılan atıklar
ATY2	Demirli metal ayrımı yapılarak ya da yapılmadan işlenen kaba partikül büyüklüğüne sahip atıklar (Ağırlıkça %95'i 6 nolu elek aralığından geçen, kaba ATY)
ATY3	Metal, cam ve diğer inorganik maddelerden ayrıştırılmış ufalanmış atıklar (Ağırlıkça %95'i 2 nolu elek aralığından geçen atıklar)
ATY4	Toz formuna dönüştürülmüş yanabilir atıklar (Ağırlıkça %95'i 10 nolu elek aralığından geçen atıklar, toz ATY)
ATY5	Pelet, yumru veya briket formuna yoğunlaştırılmış yanabilir atıklar (Yoğunlaştırılmış ATY)
ATY6	Sıvı yakıt haline dönüştürülmüş yanabilir atıklar (ATY bulamacı)
ATY7	Gaz yakıt haline dönüştürülmüş yanabilir atıklar (ATY singaz)

2.3.6. Türkiye’de Yasal Düzenlemeler

Atık yönetimi ile ilgili olarak 05.07.2008 tarih ve 26927 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik” mevcuttur. Bu yönetmelik, AB’de yürürlükte olan 2008/98/EC sayılı Atık Çerçeve Yönergesi’nin belirli hükümlerini iç hukuka aktarmıştır. Bunun dışında Türkiye’de atık yönetimi alanını düzenleyen hükümler içeren ve 2008/98/EC sayılı AB Atık Çerçeve Yönergesi’nin belirli yönlerini ilgilendiren ve Çevre Kanunu uyarınca yürürlükte bulunan diğer ulusal mevzuatlar aşağıda verilmiştir:

- Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (R.G. 14.03.1991, No 20814)
- Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (R.G. 06.06.2008, No. 26898)
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (R.G. 13.02.2008, No.26786)
- Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (R.G. 25.01.2017, No.29959)
- Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (R.G. 14.03.2005, No.25755)
- Ambalaj ve ambalaj atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (R.G.24.06.2007, No: 26562)
- Atık pil ve akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği (R.G.23.12.2014, No. 29214)
- Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği (R.G. 30.07.2008, No.26952)
- Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik (R.G. 08.06.2010, No.27605)
- Hafriyat Toprağı, İnşaat Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (R.G. 18.03.2004, No. 25406)
- Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (R.G. 20.12.2014, No. 29211)
- Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik R.G. 06.10.2010, No 27721)
- Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik (R.G.26.03.2010, No 27533)

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik uyarınca, ülkemizde yönetmeliğin yürürlüğe girmesinden itibaren 5 yıl içerisinde depolanacak olan biyobozunur atık miktarı, 2005 yılında üretilen toplam biyobozunur atık miktarının ağırlıkça %75’ ine, 8 yıl içinde %50’ sine ve 15 yıl içinde ise %35’ine indirilmesi hedeflenmiştir.

Endüstriyel atıklar dışında evsel atıkların toplanması, taşınması ve bertaraf edilmesi belediyelerin görev alanında yer almaktadır. Ancak büyükşehir teşkilatı bulunan şehirlerde çöplerin geçici depolanması, toplanması ve bertaraf etme tesislerine taşınması görevleri ilçe belediyelerine, geri kazanma, düzenli depolama, yakma, kompost vs. metotlardan bir veya birkaçının uygulandığı bertaraf etme tesisinin yapımı ve işletilmesi ise Büyükşehir Belediyesine aittir (27).

Ülkemizde ATY ile ilgili düzenlemeler incelendiğinde 2010 yılına kadar ATY üretiminin bir yönetmeliğe bağlı olarak yapılmadığı görülmektedir. 06/10/2010 tarih ve 27721 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik” ile atıkların yakma tesislerinde bertaraf edilmesi ve beraber yakma tesislerinde ek yakıt olarak kullanılmasına ilişkin esasların düzenlendiği görülmektedir. Üretilen atık miktarının azaltılabilmesi için ve bazı endüstriyel atıkların ise yakıt olarak kullanımı yöntemiyle atık minimizasyonu hedeflenmiştir. Bu maksatla “Atıktan Üretilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği” 20.06.2014 tarihinde, 29036 Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Yönetmelikte ATY hazırlanması ve kullanılması, ATY tesisi teknik özellikleri, ATY üretiminde kullanılacak atık özellikleri ve diğer uyulması gereken kurallar düzenlenmiştir. Tebliğin uygulanması sırasında karşılaşılan sorunların aşılması ve yürürlüğe giren diğer atık mevzuatı ile uyumun artırılması amacıyla Tebliğ metninde düzenlemeler yapılarak 13/04/2017 tarihli ve 30037 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yenilenmiş haliyle yürürlüğe girmiştir. Ayrıca, beraber yakma tesislerinde atıkların yakılmasına yönelik olan %40 şartı 2000/76/EC sayılı Atık Yakma Direktifi ile uyumlu olarak sadece tehlikeli atıklar için olacak şekilde değiştirilmiştir. Bu durumun çimento fabrikalarında atıktan enerji elde edilmesinde kullanımı artıracığı ve düzenli depolanan atık miktarında azalma sağlayacağı düşünülmektedir (27).

Ülkemizde ATY için belirlenen değerler ise Tebliğ’de sınıflandırma yerine ilgili parametreler için sınır değerler üzerinden verilmiştir (Tablo 27). Ülkemizde üretilen ATY’nin ekonomik açıdan değerli olabilmesi için bu sınır değerlere göre, tane boyu 50 mm’den düşük olması, nem oranının da %35’in

altında olması ve kalorifik değeri 2500 kcal/kg'dan daha yüksek olması sağlanmalıdır. Yakıldıktan sonra meydana gelebilecek çevre açısından olumsuz etkilerin önüne geçebilmek için de civa 330 µg/MJ'den, solvent içeriğinin de %15'ten, klor içeriği %1'den, ağır metal toplamı 2.500 mg/MJ'den ve PCB 50 ppm'den düşük olması gerekmektedir.

Tablo 27. ATY hazırlama tesislerinde üretilecek yakıtın özellikleri

Parametre	Sınır Değer
Tane boyutu, mm	<50
Nem oranı, %	<35
Kalorifik değer, kcal/kg	>2500
Hg, µg/MJ	<330
Solvent içeriği, %	<15
Klor İçeriği, %	<1
Ağır metal toplamı, mg/MJ	<2500
PCB, ppm	<50

Sınıflandırmada birçok parametre olmasına karşın, üretilen ATY'nin pazarlanmasında 3 temel parametrenin önem kazandığı görülmektedir. ATY üretilmesi sonrasında yakma prosesinde değerlendirilmek üzere işletmelere satışı gerçekleştirilmektedir. Bu noktada satış rakamı ATY'nin kalorik değeri ile orantılıdır. Bir diğer parametre ise klor muhteviyatıdır. Bu istenen bir durum değildir. Ağır metal içermesi ise ATY için bir diğer önemli parametredir. ATY'nin gerçek kalitesini belirleyen bu üç özellik o ATY'nin iyi olup olmadığını belirlemektedir. (NCV: yakıt olarak temel özellik, Cl: potansiyel korozyon etkileri, Hg: çevresel kalite)

2.3.7. Türkiye ATY Potansiyeli

Konuyla ilgili olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Sıfır Atık ve Atık İşleme Daire Başkanlığı ve Atık İşleme Dairesi Başkanlığı Evsel Atıklar Proje Şube Müdürlüğü ile görüşmeler yapılmıştır. Ülke genelinde kurulu olan ATY tesisleri ile ilgili envanterin olmadığı özellikle ticari işletmelerin bu bilgileri paylaşmadıkları bilgisi alınmıştır. Bakanlık tarafından edinilen bilgi ATY lisansı alan işletmelerin listesi olmuştur. Diğer taraftan Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB), TAYÇED Tüm Atık ve Çevre Yönetimi Derneği, LASDER/Lastik Sanayicileri Derneği, İZAYDAŞ gibi kurumlarla irtibata geçilmiş konuyla ilgili uzman kişilerle görüşmelere yapılarak görüşleri sorulmuştur. TÇMB yetkililerinden alınan bilgilere göre 2020 yılı itibarıyla Beraber Yakma Lisansına sahip 35 tesis için tespiti yapılan değer ise %6 oranında yakıtın ATY'den sağlandığıdır.

Ancak bunun yanında bazı işletmelerde atığa yakınlık ve müsaitlik durumuna göre bu rakam %25'lere kadar çıkabilmektedir (37).

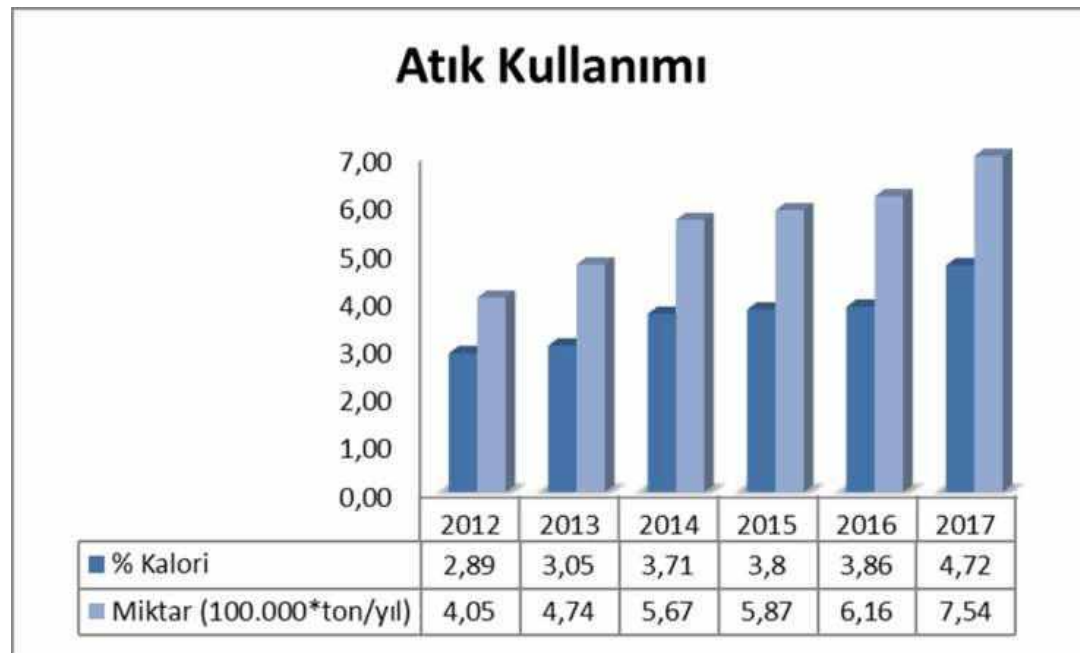
Ülkemiz genelinde, 2008, 2012,2013 ve 2018 yıllarında sırasıyla 88.000 ton, 157.557 ton, 179.935 ton ve 1 milyon ton ATY alternatif yakıt olarak yakılmıştır (37). Bu artışa rağmen halen daha gerçek potansiyelin kullanılmadığı ifade edilebilir. Zira AB ülkelerindeki çimento fabrikalarında ise ısı gücün ortalama olarak yaklaşık %44'ü (bazı tesislerde %100'e yakın) atıklardan karşılanmaktadır (6).

Çimento fabrikalarında 7 milyon ton belediye atığından elde edilen Eysel ATY'nin yakılabileceği ve bu sayede 3 milyon ton fosil yakıt ithalatının önüne geçilerek yıllık 1,7 milyon ton CO₂ azaltımı ve %80 belediye atığı azaltımının sağlanabileceği belirtilmiştir (37). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2016 yılında ülkemizde 31.583.553 ton kentsel katı atık toplanmıştır. Eğer bu miktarın ATY olarak kullanılabilir kısmı ayrılrsa ve değerlendirilse idi, 7.895.888 ton ek yakıt kazanılabildi. Kurutma sonrası bu rakam, bir miktar düşse de yine oldukça yüksek miktarda ATY elde edilecektir. Çimento fabrikalarının bulunduğu illerde ATY uygulamalarının yaygınlaştırılması yerinde olacaktır. Çimento sektöründe ikincil yakıt olarak ömrünü tamamlamış lastik, atık yağlar, kâğıt ve plastik atıkları, solventler, arıtma çamurları, kompost, prina, ahşap atıkları kullanılabilir.

2.3.8. ATY'nin Çimento Fabrikalarında Enerjiye Dönüştürülmesi

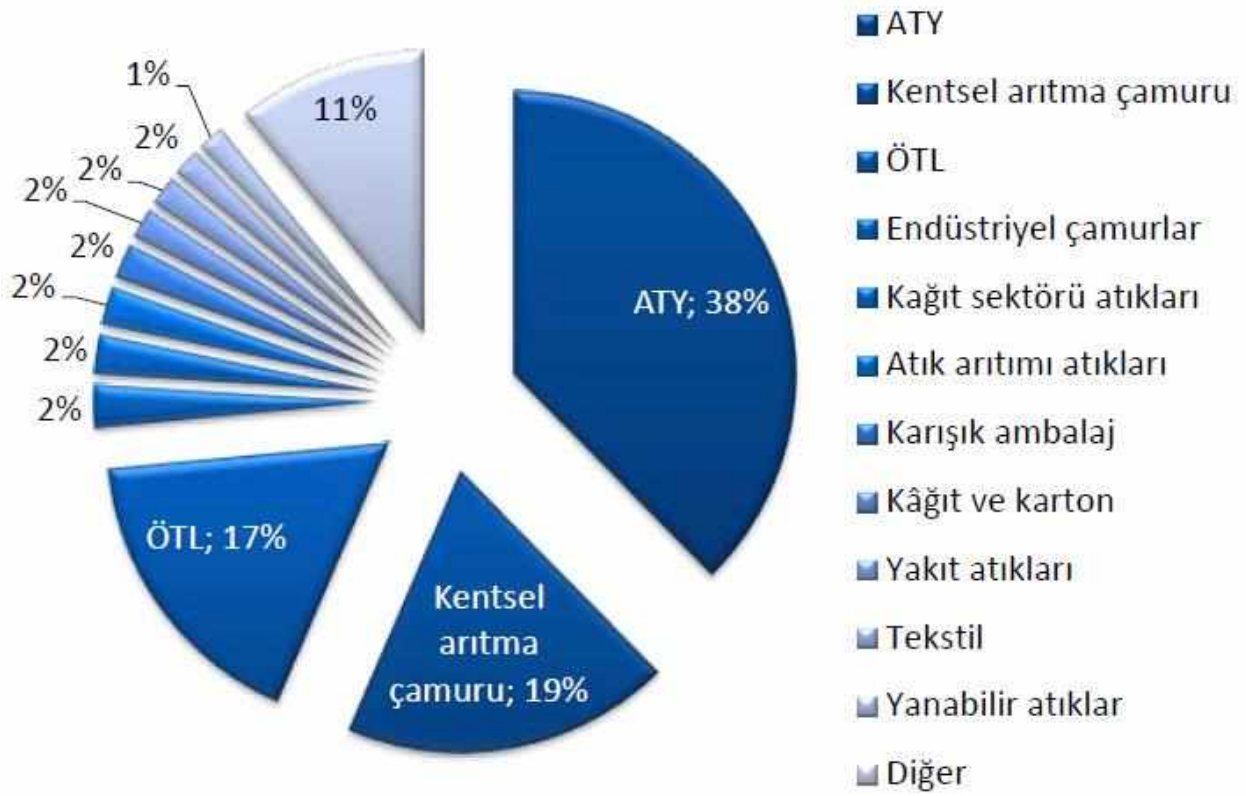
Avrupa'da 1. Dünya'da ise 4. Konumda bulunan çimento sektöründe Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB) verilerine göre yıllık 87 milyon klinker imalatı yapılmaktadır. Ülke potansiyeli açısından bakıldığında yaklaşık 7.7 milyon ton evsel ATY (191210 kodlu) geri kazanım potansiyeli vardır. Bu kullanıma girerse 3 Milyon tona yakın kömür veya benzeri katı yakıtın ithalatında tasarruf sağlanabilir. Diğer taraftan fosil yakıtlardan kaynaklanacak yıllık 1,7 milyon ton CO₂ tasarrufu yani CO₂ emisyonlarının %7 oranında azaltımı yapılabilir. Bir diğer olumlu durum ise Düzenli Depolama sahalarının kapladığı alanın azalacak olmasıdır (18). Türkiye'de 2017 yılında yaklaşık 800 bin ton olan alternatif yakıt kullanım oranı söz konusu iken bu miktar her geçen sene artış göstermiştir. 2019 yılı verileri henüz Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) tarafından açıklanmadığı için bir rakama ulaşamamıştır. Ancak TÇMB yetkililerince 2019 yılı ATY kullanım miktarının yaklaşık 900 bin ton/yıl civarında olacağı ifade edilmiştir (Bu rakamın 2020 yılında Covid nedeniyle daha düşük olması beklendiği de ifade edilmiştir). Alternatif yakıt kullanımı 2012-2017 yılları arası dağılımı Şekil 12'de verilmiştir.

Şekil 12. Çimento tesislerinde alternatif yakıt kullanım miktarları



2017 yılı verilerine daha detaylıca bakmak gerekirse 754.000 ton alternatif yakıt çimento fabrikalarında kullanılmış olup %4,72 termal ikame sağlanmıştır. Dolayısıyla 400 bin ton kömür ithal edilmemiş ve 45 milyon \$ bu sayede ülke içinde kalmıştır. Kullanılan atıkların dağılımı aşağıdaki grafikte sunulmuştur (38).

Şekil 13. 2017 yılı çimento sektörü ATY kullanım bilgileri



Bu noktada çimento sektöründen bir örnek vermek gerekirse;

Çimsa Eskişehir Çimento Fabrikası'nda 2012 yılında 10 Milyon \$'lık yatırımla Eskişehir Hot Disc ve atık hazırlama tesisi hayata geçirilmiştir. Bu kapsamda 6.000 m²'lik bir ATY Hazırlama Tesisi ve 1.500 m²'lik ÖTL Stok Sahası yapılmıştır. ATY üretmek için hazırlama tesisinde kullanılan alternatif yakıtlar kontamine atıklar (yağ, mürekkep gibi atıklar ile kirlenmiş ambalajlar, kağıtlar, plastikler, elbiseler, koruyucu eldiven, tekstil malzemeleri.....) ve tehlikesiz atıklar (endüstriyel atıklar) olarak sayılabilir. 2016 yılında, Eskişehir Fabrikası 2. fırınında 18,2 futbol sahası hacminde, 58.503 ton atık yakılarak, ısı enerjisinin %33 lük bölümünü atıklardan karşılanmıştır. Çimsa alternatif yakıt kullanımını artırma ve sera gazı azaltmaya yönelik hedefleri uyarınca 2018 yılı tüm Çimsa işletmelerinde gri üretim alternatif yakıt birlikte yakma oranı %6,8'dir (39).

Türkiye'de 200.000 ton/yıl ömrünü tamamlamış lastik (ÖTL) vardır. Kalorifik değeri yüksek, evsel çöp yada endüstriyel atıklara göre çok daha kolay bir prosesle alternatif yakıtla dönüştürülebilir. Ömrünü tamamlamış lastikler enerji üretiminden kullanılabilirler. Türkiye'de ÖTL'lerin yakıt olarak kullanıldığı 35 adet çimento fabrikası Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca Atık Yakma ve Birlikte Yakma için Çevre İzin ve Lisans Belgesi almıştır. 2012 yılında 52.000 ton ömrünü tamamlamış lastik çimento fabrikalarında yakılmıştır (38). ÖTL'nin çimento fabrikasında fırına girmeden önceki yolculuğu Şekil 14'te verilmiştir.

Şekil 14. ÖTL'nin fırına girmeden öncesi izlediği yol



Atıklar, yakma tesislerinde yakıldığında yanlış sıcaklık uygulamaları sonucu dioksin ve furan gibi zararlı gazların oluşma ihtimali söz konusudur. Çimento fabrikalarındaki yanma ortamında 1.450 °C'nin üzerinde malzeme sıcaklığı, 1.800 °C alev sıcaklığına ulaşılmaktadır dolayısıyla içeri beslenen her yakıt/atık için en uygun yanma koşulları halihazırda mevcuttur. Malzemeler fırında 12-15 saniye 1.200 °C'nin üzerinde sıcaklığa, 5-6 saniye ise 1.800 °C'nin üzerinde sıcaklığa ulaşmaktadır. Bu sıcaklıklarda organik bileşenler tamamıyla parçalanmaktadır. Yine bu sıcaklıklarda dioksin ve furan gibi tehlikeli gazlar oluşmamaktadır. Asidik gazlar, SO₂ ve HCl, kirece bağlanarak etkisiz hale getirilmekte, ağır metaller ise klinker yapısına bağlanmaktadır.

Çimento üretimi sırasında en önemli çevresel sorun atmosfere verilen kirletici gaz emisyonlarıdır. Yüksek miktarlarda oluşan emisyonların başında azot oksitler (NO_x), ve toz gelir. SO₂ proses esnasında hammaddedeki CaO ve CaCO ile reaksiyona girerek ürünün bünyesinde bağlanır; çimento fabrikalarından çevreye yayılan SO₂ emisyonu ile ilgili yönetmeliklerce verilen sınır değerler aşılmaz. Bu durum özellikle çimento üretiminde yüksek kükürt ve kül muhtevalı kömürlerin kullanımına olanak verir. İzlenmesi gereken diğer emisyonlar karbonmonoksit (CO), Toplam Organik Karbon (TOC) ve Uçucu Organik Bileşikler (VOC), Poliklorlu dibenzo-para-dioksinler (PCDD), poliklorludibenzofuranlar (PCDF), Hidroklorik Asit (HCl), Hisroflorik Asit (HF) ve ağır metallerdir. Toplam Organik Karbon (TOC) ve Uçucu Organik Bileşikler (VOC) çimento hammaddelerinden, yakıttan ve kullanılan ek yakıtlardan kaynaklanabilir. Yanma sürecinde uçucu organik bileşiklerin (VOC) oluşumu genellikle ortamdaki oksijen konsantrasyonuyla ilgilidir. Çimento fırınlarında normal sabit koşullar altında gazların fırında uzun süre kalmasından, yüksek sıcaklıktan ve oksijen fazlalığından dolayı TOC ve VOC emisyonları düşük olacaktır. Konsantrasyonlar fırını ilk çalıştırma anında veya döngünün bozulması esnasında artabilmektedir (39). Uçucu organik bileşik emisyonları, hammaddenin kademeli olarak giriş yapması sırasında, sürecin ilk adımlarında (ön ısıtma süreci) ve ön kireçlemede hammadde ısındıkça oluşabilmektedir. Organik maddeler 400 ila 600°C arasında değişen sıcaklıklarda salınabilmektedir. Ancak organik maddelerin bozunması için gerekli 1.200°C yüksek sıcaklıktaki proses koşulları ve döner fırın içerisindeki uzun bekleme süresi organik maddelerin tamamen parçalanmasını sağlamaktadır. Çimento fırınlarından çıkan çıkış gazının uçucu organik bileşik içeriği tipik olarak 10 ila 100 mg/Nm³ arasındadır (40,41).

Türkiye’de çimento döner fırınlarından çıkan emisyonları sınırlandıran yönetmelikler, 06.10.2010 tarihli 27721 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik (Değişiklik tarihi: 07.04.2017, R.G No 30031) ve 03.07.2009 tarihli 27277 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (Değişiklik tarihi: 20.12.2014, R.G. No 29211)’ dir. Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik’te toz, HCl, HF, NO_x, Cd+Tl, Hg, Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn, PCDD ve PCDF, SO₂ ve TOK parametreleri yer almaktadır. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği’nde ise parameter sınır değerleri tekil olarak verilmiştir. Çimento fabrikalarında ATY değerlendirilmesi durumunda, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği’nin Kontrolü yönetmeliği hükümleri geçerlidir ve CO, NO, SOX, HCl, HF, PM, TOC parametreleri açısından değerlendirilir.

Daha önce de ifade edildiği üzere çimento prosesinde yakma sırasında yakıtta klor içeriği %1’in altında olmalıdır. Klor yüzdesi artışı demek betondaki basınç dayanımında düşüş demek ki bu istenmez.

Ancak buna rağmen ATY’nin kömürle birlikte yakılması durumunda kirlenici emisyonların azaldığı tespit edilmiştir (37,41). Dioksin ve furan, kentsel katı atığın içerisinde bulunan beyazlatılmış kağıt ürünleri (kahve filtreleri, hijyenik mendil, ped, süt kutuları) dolayısıyla eser oranda bulunabilir veya yanma sırasında oluşabilir. Çimentoda ağır metal, başlıca çimentoyu oluşturan hammaddelerden, ikinci sırada ise yakıt ve ek yakıttan etkilenir. Yapılan çalışmalarda uygun atık kompozisyonu seçilmesi durumunda çimentoda yüksek metal konsantrasyonuna rastlanmadığı belirlenmiştir (43). “Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammade Tebliği” ne göre, ATY üretiminde kullanılacak atıkların içerebileceği maksimum kabul edilebilir metal sınır değerleri Tablo 28’da, diğer kısıtlamalar Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 28. ATY üretiminde kullanılan atıklar için ağır metal sınır değerleri

Element		Sınır değeri [mg/kg]
Kurşun	Pb	<600
Kadmium	Cd	<10
Krom	Cr	<400
Bakır	Cu	<500
Nikel	Ni	<300
Çinko	Zn	<4.000

Tablo 29. ATY üretimi için kullanılan atıklar için genel kısıtlamalar

Parametre	Sınır Değer
Halojenli Organik bileşikler	Kilo başına maks. %1
Yetersiz parçalanabilir Halojenli organik bileşikler (PCB gibi)	Maks. 50 mg / kg
Solvent içeriği (PAH veya VOC'ler)	%15 altında
Parlama noktası	55°C üzerinde

Baca gazındaki CO, HCl, HF, HBr, HI, NO_x, SO_x, VOC, PCDD, PCDF, PCB ve ağır metaller materyal kompozisyonu ve işletme şartlarından oldukça etkilenir. Yüksek yanma sıcaklığı, uçucu metalleri kısmen veya tamamen buharlaştırır ve bu bileşenler baca gazı ve küle aktarılır (44). Bir diğer dikkat edilmesi gereken nokta ATY yakılması ile oluşan kül içeriğidir (44). Küldeki materyaller ve kirlilik potansiyeli, baz/asit oranı, sülfür oranı, toplam alkaliler, Na₂O oranı, kirlenme oranı gibi çeşitli indislerle ölçülür (45).

Aksaray'da Lisanslı İşletmeler

ATY sektörü gelişmekte olan bir sektör olup konu hakkında yapılan incelemelerde özellikle tesisleşme ve tesis kapasiteleri ile ilgili bilgi, envanter yada kaydı ulaşılamamıştır. Ancak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından lisanslama yapılan işletmelerin takibi (46) yapılabilmektedir. Tüm ülkede ATY üretimi başlığıyla üretim lisansı almış toplamda 41 adet işletme vardır. Bu işletmelerin tam listesi ek olarak verilmiş olup bazıları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 30. Lisans alan ATY tesisleri listesi

Sıra No	İşletme Adı	Tesis İli	Lisans Konuları	Onay Tarihi	Sertifika Süresi
1	Aşuroğulları Endüstriyel Atık Sanayi Ve Ticaret Limited Şirketi	Manisa	Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Hazırlama Tesisi,	09.07.2020	09.07.2025
2	Parola Geri Dönüşüm Enerji Üretim Limited Şirketi	Manisa	Tehlikeli Atık Geri Kazanım, Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Hazırlama Tesisi,	26.06.2020	24.06.2025
3	Serhat Atık Geri Kazanım Madencilik Enerji Üretim Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	Ankara	Ambalaj Atığı Geri Kazanım Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Hazırlama Tesisi, Ambalaj Atığı Toplama ve Ayırma Tip 3,	08.06.2020	09.06.2025
4	Turyam Geri Kazanım Atıktan Türetilmiş Yakıt Depolama Lojistik Petrol Ürünleri İnşaat Medikal Turizm Sanayi Ve Ticaret Limited Şirketi	Mersin	Tehlikeli Atık Geri Kazanım Tehlikesiz Atık Geri Kazanım, Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya İşleme, Atık Ara Depolama, Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Hazırlama Tesisi,	04.03.2020	04.03.2025
5	Haşimoğlu Çevre Entegre Atık Yönetimi Geri Dönüşüm Madencilik Taşımacılık İnşaat Gıda Turizm Tekstil Otomotiv Petrol Isıtma Soğutma Doğalgaz Sistemleri Ticaret Ve Sanayi Anonim Şirketi	Mardin	Tehlikeli Atık Geri Kazanım Tehlikesiz Atık Geri Kazanım, Ömrünü Tamamlamış Lastik Geri Kazanım, Ambalaj Atığı Geri Kazanım, Ömrünü Tamamlamış Araç Geçici Depolama, Tanker Temizleme, Hurda Metal /ÖTA İşleme, Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya İşleme, PCB Arındırma, Atık Ara Depolama, Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Hazırlama Tesisi, Ambalaj Atığı Toplama ve Ayırma Tip 3,	08.07.2020	16.12.2024
6	Bursa Çimento Fabrikası A.Ş.	Bursa	Atık Yakma ve Beraber Yakma Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Hazırlama Tesisi,	11.05.2020	09.12.2024
7	Yeşilenerji Bertaraf Geri Kazanım Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Sakarya	Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Hazırlama Tesisi,	15.11.2019	15.11.2024

Diğer bir alternatif yakıt olan ÖTL ile ilgili de lisans almış işletmeler bu rapora ek olarak sunulmuştur. Son olarak Aksaray'da Bakanlıktan lisans almış işletmelerin listesi bu rapora ek olarak verilmiştir. Aksaray'da faaliyette olan işletmelere örnek bazıları aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Aksaray'da lisanslı işletmelerin lisans konuları arasında

- Tehlikesiz Atık Geri Kazanım, Ambalaj Atığı Geri Kazanım,
- Atık Yağ Geri Kazanım
- Tehlikeli Atık Geri Kazanım
- Tehlikesiz Atık Geri Kazanım, Atık Pil ve Akümülatör Geri Kazanım,
- Ambalaj Atığı Geri Kazanım
- Biyobozunur Atık İşleme- Biyometanizasyon

ancak Bakanlık sistemi uyarınca Aksaray'da ATY veya ÖTL ile ilgili lisans almış bir işletme mevcut değildir.

Tablo 31. Aksaray'da lisans alan işletmeler

No	İşletme Adı	İşletme Adres	Lisans Konuları
1	Polytechsan Plastik Ürünleri Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Aksaray, Erenler Osb Mahallesi, 13. Sokak, No: 16-0, Merkez, Türkiye	Tehlikesiz Atık Geri Kazanım, Ambalaj Atığı Geri Kazanım,
2	Alkım Çelik Betonarme Madencilik İnşaat Sanayi Ve Ticaret Limited Şirketi	Ekecik Yeni Köyü Mevkii- Aksaray	
3	Aksaray Konak Geri Dönüşüm San. Ltd. Şti. Organize Şubesi	Aksaray, Erenler Osb Mahallesi, 3. Sokak, No: 16-, Merkez, Türkiye	Tehlikesiz Atık Geri Kazanım Ambalaj Atığı Geri Kazanım,
4	Orsan Araç Sistemleri Anonim Şirketi	Aksaray, Erenler Osb Mahallesi, 26 Sokak, No: 2-1, Merkez, Türkiye	
5	Yapılcanlar Tohumculuk Hayvancılık San.Tic.Ltd.Şti. - Biyogaz Şubesi	Kutlu Köyü, Atatürk Mekii, Yapılcanlar Tohumculuk Ve Hayvancılık Ltd. Şti. Sok. No:2, Merkez / AKSARAY	Biyobozunur Atık İşleme - Biyometanizasyon

2.4. Dış Ticaret ve Yurt İçi Talep

Sektör yeni oluşmakta olmasına rağmen konuyla ilgili mevzuatların halihazırda uygulamada olması sebebiyle sektörde ATY kullanımı artış trendine devam ettirmektedir. Ancak söz konusu atık özellikle de

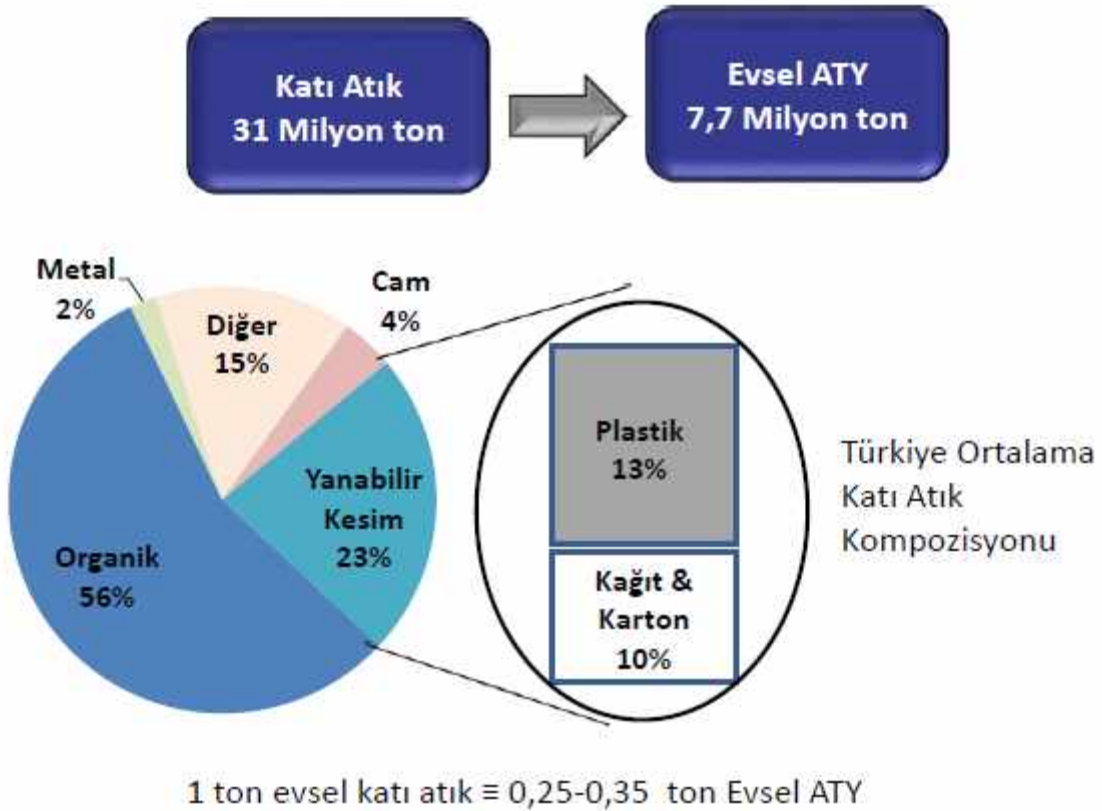
endüstriyel atık olduğu için özellikle işletmeler, kendi envanter bilgilerini paylaşmak istememektedirler. Sektörün büyük oyuncularında olan çimento üretim tesislerinin birçoğu kendi ATY tesislerini kurmuşlardır. ATY konusunda ithalat ve ihracat söz konusu değildir. Ancak fosil kaynaklı yakıt maliyeti, çimento üretim trendi ve piyasa durumuna bağlı olarak ÖTL kullanımı söz konusudur. ÖTL ithalatı Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği uyarınca yasaktır.

2.5. Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini

Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği verilerine göre, 2017 yılı itibarıyla çimento üretiminde yakıtın ortalama yaklaşık %6'sı ATY'den karşılanmaktadır. Ancak bu rakama %40'lara kadar çıkarılabilme potansiyeli vardır ki AB'de görülen uygulama bu şekildedir. Diğer taraftan Türkiye'de yılda yaklaşık 200.000 ton ömrünü tamamlamış lastik (ÖTL) atığı oluşmaktadır. Gerek ÖTL gerekse diğer atıklardan kaynaklanan ATY'nin toplam yıllık miktarına bakılacak olursa çimento sektörünün alternatif yakıt potansiyeli halen daha doldurulamamıştır. Zira Avrupa Birliği ülkelerindeki çimento fabrikalarında ise ısı gücün ortalama olarak yaklaşık %44'ü (bazı tesislerde %100'e yakın) atıklardan karşılanmaktadır (6). Dolayısıyla ATY açısından alınacak yol olduğu ifade edilebilir. Mevcut atıkların alternatif yakıt olarak kullanımı ve bunun tam kapasite olarak çimento fabrikalarında değerlendirilmesi söz konusudur. Sektörün kat edeceği mesafe oldukça uzundur.

Türkiye' deki yıllık 31 milyon ton evsel atıktan elde edilebilecek ATY potansiyelinin 8 milyon ton/yıl aralığında olduğu tahmin edilmektedir. Ancak, ciddi miktarlarda ATY üretimini sağlayabilmek için, tüm evsel atıkların ATY tesislerine yönlendirilmesi gerekmektedir. Evsel çöplerin kompozisyonu ve ATY üretim potansiyeli Şekil 15'te tanımlanmıştır.

Şekil 15. Türkiye evsel atıktan ATY üretim potansiyeli



ATY sektörünün önünde iki büyük engel mevcuttur. Bir tanesi atık üreticilerinin mevcut atıkları ATY üretim prosesleri yerine farklı mecralara yönlendirmesi ve bir diğeri ise yakma proseslerine birlikte yakmanın serbest olması ve ATY için kalitesine göre ücret ödenmesidir. ATY yakma prosesi öncesinde herhangi bir ön hazırlığa gerek duymaksızın beslenebilmektedir.

Yakma tesislerinin bir meblağ ödemeye istekli olmalarının temin edilememesi durumunda, yakma tesislerinin atık üreticilerinin ödediği ATY maliyetini, atık bertaraf bedellerine yansıtması riski ortaya çıkacaktır. Türkiye’de ATY tesisi genellikle çimento işletmeleri kendi bünyelerinde kurdukları firmalarla sürdürürken, asıl işleri atık yönetimi olup ATY üretimi yapan birkaç işletmeden bahsedilebilir. Bunlar;

- RDF Kontamine
- Ekolojik Enerji
- Beysu Atık Yönetimi
- GEP Yeşil Enerji Üretim Teknolojileri A.Ş. (21.500 ton ATY kapasitesi)
- Tuzla Deri OSB Geri Dönüşüm A.Ş. (26.880 ton ATY kapasiteli)
- Ekolojik Enerji A.Ş. Kartepe Entegre Atık Yönetimi (64.000 ton ATY kapasiteli)
- Ekolojik Enerji A.Ş. Eskişehir Tesisi (61.650 ton ATY kapasiteli)
- Bursa Entegre Enerji
- Hexagon katı atık yönetimi
- İSTAÇ
- Süreko İstanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi
- ITC Entegre Katı Atık Yönetim Sistemleri

şeklinde sayılabilir. Çözüm Endüstriyel Atık İşleme Sanayi ve Ticaret Anonim şirketi gibi BAŞTAŞ Çimento’nun ATY üretim şirketi olan kuruluşlarda sektörde varlıklarını sürdürmektedirler.

2.6. Girdi Piyasası

Belediyeler tarafından toplanan ve düzenli deponi alanlarına getirilen evsel çöpler, Mekanik ve Biyolojik Ön İşlem Tesisleri kurularak (MBT-Mechanical Biological Treatment), ön işlem ve otomatik ayrıştırma yapılarak ATY (Atıktan Türetilmiş Yakıt) üretilmekte, bu yakıtlar çimento sektörü gibi büyük yakma tesislerinde enerji geri kazanımı amacı ile kullanılabilir. Ayrıca, Belediyelere ve/veya sanayi tesislerine ait olan atık su arıtma tesisinde açığa çıkan arıtma çamurları gibi birçok tehlikeli ve tehlikesiz atık, gerek lisanslanmış oldukları gerekse yakma proseslerinin uygun olması sebebiyle çimento sektöründe enerji üretiminde alternatif yakıt olarak kullanılabilir. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından “Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik” kapsamında atık yakma lisansı alan çimento fabrikaları yine Bakanlık tarafından belirtilmiş olan atıkları üretim aşamasında alternatif yakıt kaynağı olarak kullanabilmektedir. Çimento sektöründe genelde alternatif yakıt olarak ömrünün tamamlamış lastikler, endüstriyel atık plastikler, kontamine atıklar, evsel arıtma çamuru, ağartma toprağı, atık yağ, sintine atıkları, belediye atıklarından türetilmiş yakıt (ATY) kullanılmaktadır. Çimento sektöründe ikincil yakıt olarak kullanılmış lastik, atık yağlar, plastikler, kâğıt atıkları, solventler, kimyasallar, arıtma ve boya çamurları, ahşap parçaları, hayvan yemi ve kemik unu; kabuk, çekirdek, kompost, prina, şist yağı, odun talaşı ve tozu kullanılmaktadır (47). Atıkların ek yakıt olarak kullanılmakta olduğu döner fırın kullanan bir çimento tesisinin görüntüsü Şekil 16’da verilmiştir.

Şekil 16. Çimento üretim fabrikası döner fırın



2.7. Pazar ve Satış Analizi

Aksaray gibi OSB'si olan, sanayisi belli seviyede gelişmiş olan bir İl'de ATY üretim tesisi kurulumu özellikle de atık potansiyeli uygunsa doğru bir yatırım olabilir. Ancak bu noktada her ticari ürün gibi satış kanalı olması, pazarın olması yatırım kararı verirken önemli bir husustur. ATY sektörü müşteri olarak çimento fabrikalarının başı çektiği bir sektör olup, birçok çimento işletmesi kendi ATY tesislerini kurmuşlardır. Bu da ATY sektörü açısından girişimcilerin önündeki en büyük tehdit olarak görülebilir.

Aksaray özelinde bir durum değerlendirmesi yapılacak olursa;

Tablo 32. Aksaray ATY tesisi GZFT analizi

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler	Fırsatlar	Tehditler
G1-Güçlü sanayi	Z1-İl'de ATY yakma lisanslı firma olmaması	F1-Enrerjide dışa bağımlı olmamız	T1-Diğer İl'lerdeki potansiyel ATY üretim yatırımları
G2-Yatırıma açık bir İl olması	Z2-ATY taşıma maliyeti	F2-Büyüyen bir ekonomide enerjinin gündemini hep koruması	T2-Pazarda halihazırda rekabet eden işletmeler
G3-İl genelinde yatırım kararı alma refleksinin iyi olması	Z3-Çevresel açıdan riskli bir atık üretim yöntemi olması	F3-İthalatın yasak olması	T3-Olası global kriz
G4-Karayolu üzerinde kurulu stratejik coğrafi konumda olması	Z4-Sektörün henüz yeni bir sektör oluşu	F4-Yüksek teknoloji gereksinimi yoktur	T4-Üretim maliyetlerinde artış olması
G5-OSB'nin varlığı	Z5-	F5-Üniversite'nin varlığı	T5-ATY fiyatını alıcının belirlemesi

G6-Mercedes-Benz, G6-Sütaş, Doğuş Çay, Eroğlu, Kaya Giyim, Borsan Panel Radyatör, Keskinkılıç Özel Şeker Fabrikası, Polytech Plastik, Çift Kartal, İmer L&T ve Brisa Lastik firmasının varlığı	Z6-	F6-	T6-
--	-----	-----	-----

3. TEKNİK ANALİZ

3.1. Kuruluş Yeri Seçimi

3.1.1. Mevzuat Açısından Değerlendirme

Türkiye' de konuyla ilgili iki adet mevzuat yayımlanmıştır. Bunlar;

- Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği 20.06.2014 tarihli ve 29036 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır.
- Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ 23.12.2014 tarihli ve 29214 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır.

ATY tesisi kurulumunda 20.06.2014 tarih ve 29036 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanan Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği mevcuttur. Bu tebliğ ATY tesisi, kurulumu ve deneme işletmesine dair bilgiler sunmaktadır.

Ayrıca T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan ATY tesisi için lisans başvurusuna dair adımlar aşağıda verilmiştir. 29/4/2009 tarihli ve 27214 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Çevre Kanununca Alınması Gereken İzin ve Lisanslar Hakkında Yönetmelikte düzenlenen lisansa göre Çevre Lisansı alınması şarttır. Bununla ilgili süreç aşağıda tanımlanmıştır.

Çevre Lisansı Başvurusunda Bulunacak İşletmelerin Sağlaması Gereken Fiziki Şartlar ve işletmede sağlanması zorunlu şartlar aşağıdaki şekliyle yönetmelikte verilmiştir. Tesisin Adı, Adresi, Çevre Lisansının Konusu, İnceleme Tarihi gibi bilgilerin işlendiği ve yönetmelik uyarınca da belirtilen temin edilecek atık türüne ait bir tablo doldurulması zorunludur.

Şekil 17. ATY atık türü tablosu

İşletmede Elde Edilecek ATY için Temin Edilecek Atık Türü					
Belediye Atıkları (Tehlikesiz Atıklar)	<input type="radio"/>	Karışık Atık (Belediye + Endüstriden Kaynaklanan Tehlikeli ve/veya Tehlikesiz Atıklar)	<input type="radio"/>	Tehlikeli Atıklar	<input type="radio"/>
Aşağıdaki Ekipmanlar Bulunmalıdır		Aşağıdaki Ekipmanlar Bulunmalıdır		Aşağıdaki Ekipmanlar Bulunmalıdır	
Poşet parçalayıcı döner elek	<input type="radio"/>	Bunker (iç veya dış karıştırmalı)	<input type="radio"/>	Bunker (iç veya dış karıştırmalı)	<input type="radio"/>
Kaba Kırıcı (Ön parçalama)	<input type="radio"/>	Poşet parçalayıcı döner elek ¹	<input type="radio"/>	Kaba Kırıcı (Ön parçalama)	<input type="radio"/>
Manyetik ayırıcı	<input type="radio"/>	Kaba Kırıcı (Ön parçalama)	<input type="radio"/>	Manyetik ayırıcı	<input type="radio"/>
Ayırıcı (Balistik, Havalı veya Eddy akımlı vb.)	<input type="radio"/>	Manyetik ayırıcı	<input type="radio"/>	Ayırıcı (Balistik, Havalı veya Eddy akımlı vb.)	<input type="radio"/>
İnce Kırıcı (Son parçalama)	<input type="radio"/>	Ayırıcı (Balistik, Havalı veya Eddy akımlı vb.)	<input type="radio"/>	İnce Kırıcı (Son parçalama)	<input type="radio"/>
Kurutucu ^{1,2}	<input type="radio"/>	İnce Kırıcı (Son parçalama)	<input type="radio"/>	Kurutucu ^{1,2}	<input type="radio"/>
Konveyör	<input type="radio"/>	Kurutucu ^{1,2}	<input type="radio"/>	Konveyör	<input type="radio"/>
Vibrasyon cute ¹	<input type="radio"/>	Konveyör	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
		Vibrasyon cute ¹	<input type="radio"/>		

(1) İhtiyaç duyulması halinde kullanılır.

(2) Atığın %65'ten fazla sulu/nemli olması halinde tesiste bulunması zorunludur.

3.1.2. Örnek ATY Tesisleri

Kemberburgaz ATY Tesis

İstanbul Büyükşehir Belediyesi İSTAÇ tarafından Kemberburgaz' da kurulu olan ATY Tesis 3.100 m² kapalı alana sahip olup, beton zeminde çelik konstrüksiyondan yapılmış bir yapıya sahiptir. Tesiste kompost ve geri kazanım tesisinden çıkan atıklardan ATY üretilmektedir. Kompost ve Geri Kazanım Tesisine günde yaklaşık 700 ton atık gelmektedir. Tesise gelen katı atıklar, eleklerle verilerek 80 mm altı organik kabul edilen malzeme, fermantasyon ünitesine kompostlaştırma amacıyla gönderilmekte, 80 mm üzeri kalan malzeme ise geri kazanım ünitesine gönderilmektedir. Bu atıklar geri kazanım bantlarına alınarak içerisindeki geri dönüştürülebilir plastik, metal, kâğıt vb. malzemeler ayıklanmakta tekrar ekonomiye kazandırılmaktadır. Bu atıklardan yaklaşık 200 ton kompost elde edilmektedir. Geri kazanım sonrası ATY üretimi için kalan kısımdaki plastik türevli malzeme oranı %27 olup ATY tesisine günde ortalama 300 ton gelmekte ve bu atıklardan, yaklaşık 80 tonundan sadece plastik türevli ATY elde edilebilmektedir. ATY tesisi inşaatı yaklaşık maliyeti 750.000-850.000 €'dur. Tesis elektrik işlerinin maliyeti ise yaklaşık 200.000-250.000 €'dur.

Tablo 33. Kemberburgaz ATY tesisi ekipman maliyeti

Ekipman	Maliyet
Kaba kırıcı (ön parçalayıcı)	240-400.000 €
Son parçalayıcı	225-500.000 €
Konveyörler	750-2.000 €/m
Toplam	0,6-1 milyon €

Kemberburgaz örneğinde olduğu gibi 300 ton/gün atık işleme (109.500 ton/yıl) kapasiteli bir ATY tesisi toplam yatırım maliyeti 1,5-2,1 milyon € arasında gerçekleşmiştir.

Tuzla Deri OSB Geri Dönüşüm A.Ş. Tesis

Tesis, İstanbul İli, Tuzla İlçesi, Aydın Köyü, Deri Organize Sanayi Bölgesinde toplam, 4.500 m² yüzölçümlü alan üzerinde, 3.780 m² yüzölçümlü kapalı alanda yer almaktadır. İşletmede, Tehlikeli Atık Ara Depolama, Ambalaj Atıkları Toplama Ayırma ve Atıktan Üretilmiş Yakıt Hazırlama birimlerinden oluşmaktadır, Tehlikeli Atık Ara Depolama, Ambalaj Atığı Toplama Ayırma, Tehlikeli Atık Geri Kazanımı ve Tehlikesiz Atık Geri Kazanımı konuları için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından verilen 11.11.2013 tarih ve B.09.0.ÇED.0.10.01.00-150//3582 sayılı Geçici Faaliyet Belgesi'ne sahiptir. Ambalaj atık işleme kapasitesi 18.240 ton/yıl ve ATY üretim kapasitesi ise 26.880 ton/yıl'dır.

Tesis faaliyet alanları:

- Tehlikeli Atık Ara Depolama
- Ambalaj Atığı Toplama Ayırma
- Atıktan Üretilmiş Yakıt Hazırlama (ATY)
- Tehlikeli Atık / Tehlikesiz Atık Lojistik Hizmetleri

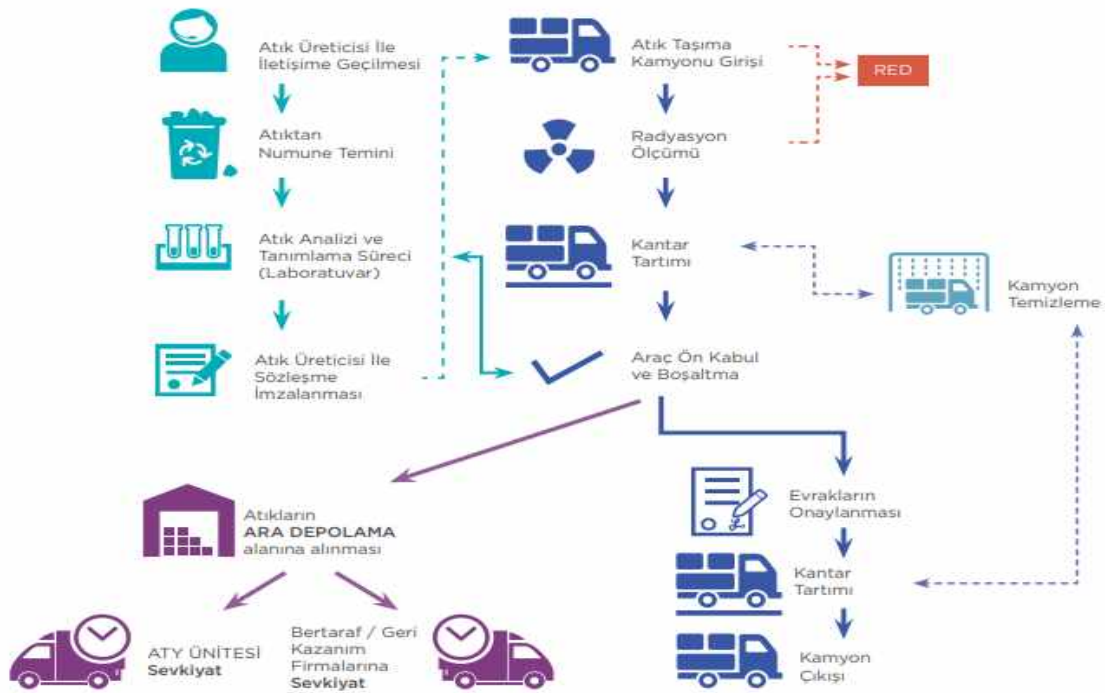
Şekil 18. Tesis genel görünüşü



Ara depolama bölümü

Bu bölümde fabrikalardan alınan tehlikeli kimyasal atıklar kullanılmak veya bertaraf edilmek üzere gönderilmeden önce uygun biçimde depolanarak saklanır. Ara depolamada atıklar belli bir süre depolanmaktadır. Bu bölüm sayesinde atıklar üretildikleri ortamlardan alınarak risksiz bir şekilde ara depolamada gerektiği kadar bekletilebilmektedir. Şekil 20'de ara depolama bölümünün akış şeması verilmiştir.

Şekil 19. Ara depolama bölümü



Şekil 20. Depolama bölümü genel görünüm



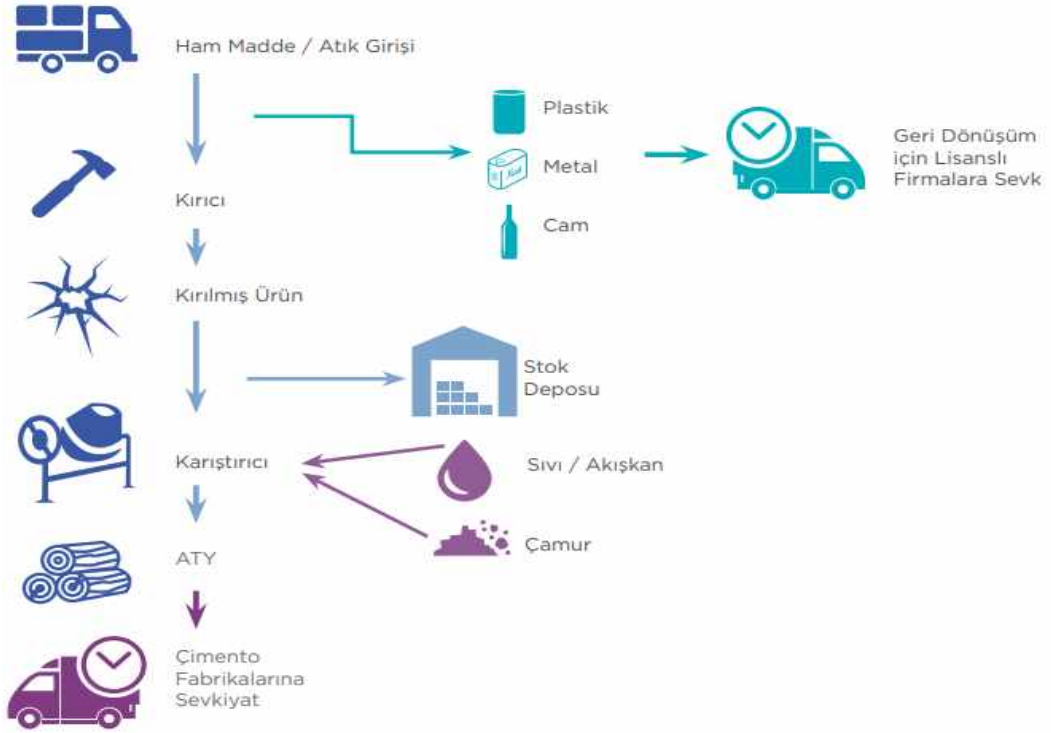
Şekil 21. İstiflenmiş atıklar



Ambalaj atığı toplama ayırma bölümü

Bu bölümde çeşitli fabrikalardan gelen ambalaj atıklarından çalışanlar tarafından uygun olanlar ayrılır. Geri dönüşüme uygun olan ambalaj atıkları preslenerek geri dönüşüm tesislerine gönderilir. Bu istasyonda karışık halde gelen atıklar ayrıştırmaya tabi tutulmak yoluyla plastik, metal, cam ve kağıt türevi farklı segmentlere ayrıştırılırlar. Buradan sonra ise ayrıştırılan lisans sahibi geri dönüşümcü firmalara teslim edilirler. Bu sayede atıklar yan ürün yada ikincil kalite hammadde olarak değerlendirilmek mümkün olmaktadır. Şekil 23'te ambalaj atığı toplama-ayırma bölümünün akış şeması verilmiştir.

Şekil 22. Ambalaj atığı toplama bölümü akış şeması



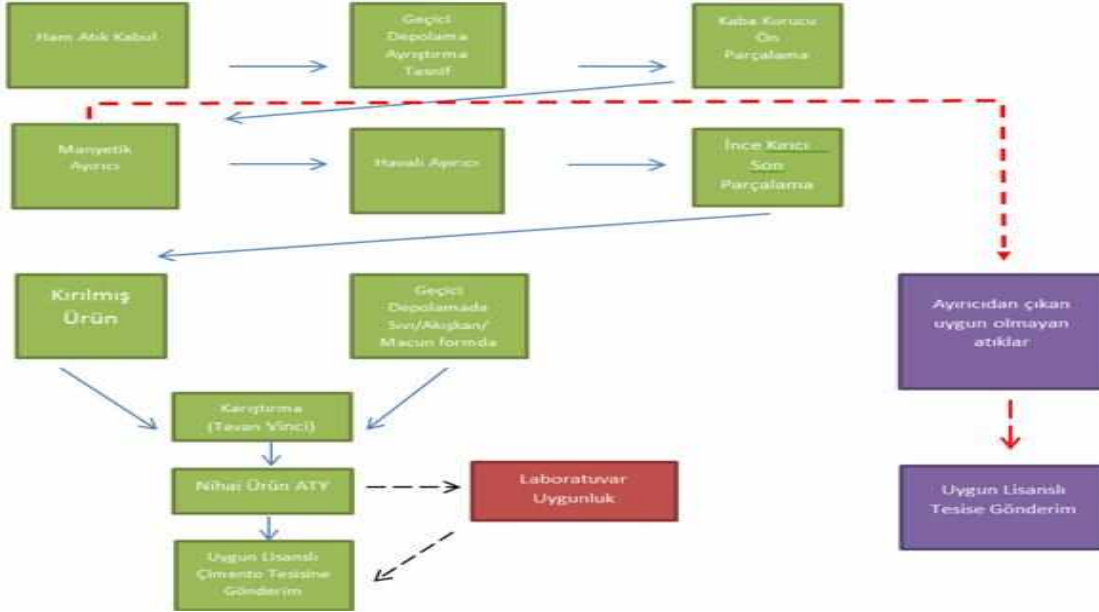
Şekil 23. Ambalaj atığı toplama ayırma bölümü



ATY bölümü

Atıktan türetilmiş yakıtın resmi bir tanımlaması mevcut değildir ve ülkeden ülkeye farklı şekillerde dile getirilmiştir. Atıktan türetilmiş yakıtlar, evsel veya endüstriyel olabilir. Geri dönüşümü mümkün olan kısım ayrıldıktan sonra geri kalan kısım yanabilir durumda ve kalorifik potansiyeli yüksek ise yakıt olarak kullanılır. Elde edilen bu yakıt genellikle çimento fabrikalarında alternatif enerji kaynağı olarak değerlendirilir. Şekil 25'te ATY bölümünün işleyiş akış şemasıyla gösterilmiştir (48,49).

Şekil 24. Atıktan türetilmiş yakıt bölümü akış şeması



Şekil 25. ATY bölümü gelen atık depolama alanı



Şekil 26. ATY birinci kırıcı bölümü

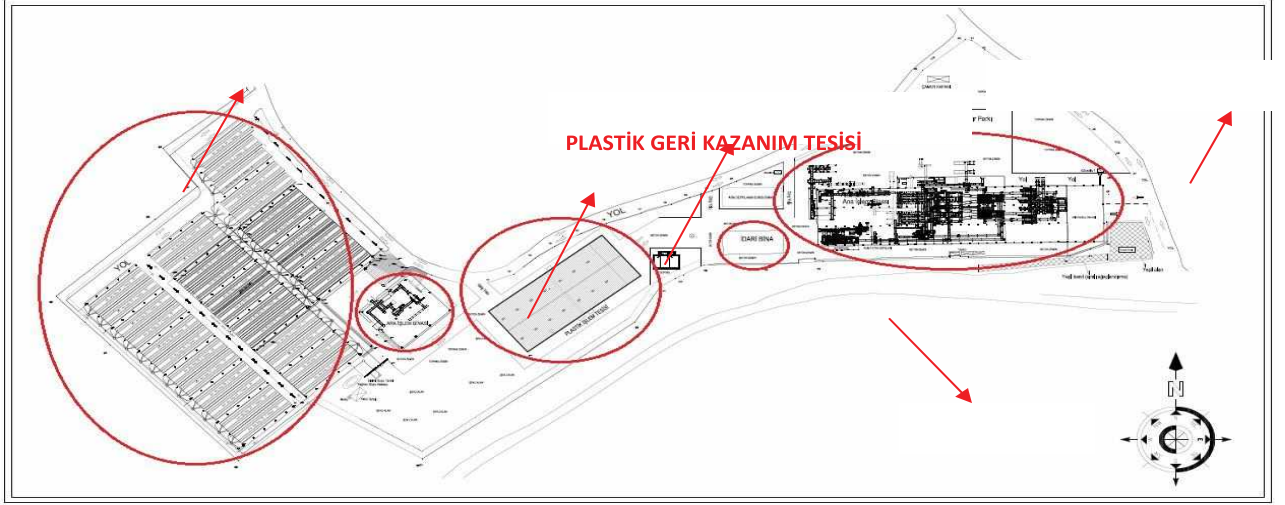


Şekil 27. ATY manyetik ayırıcısı

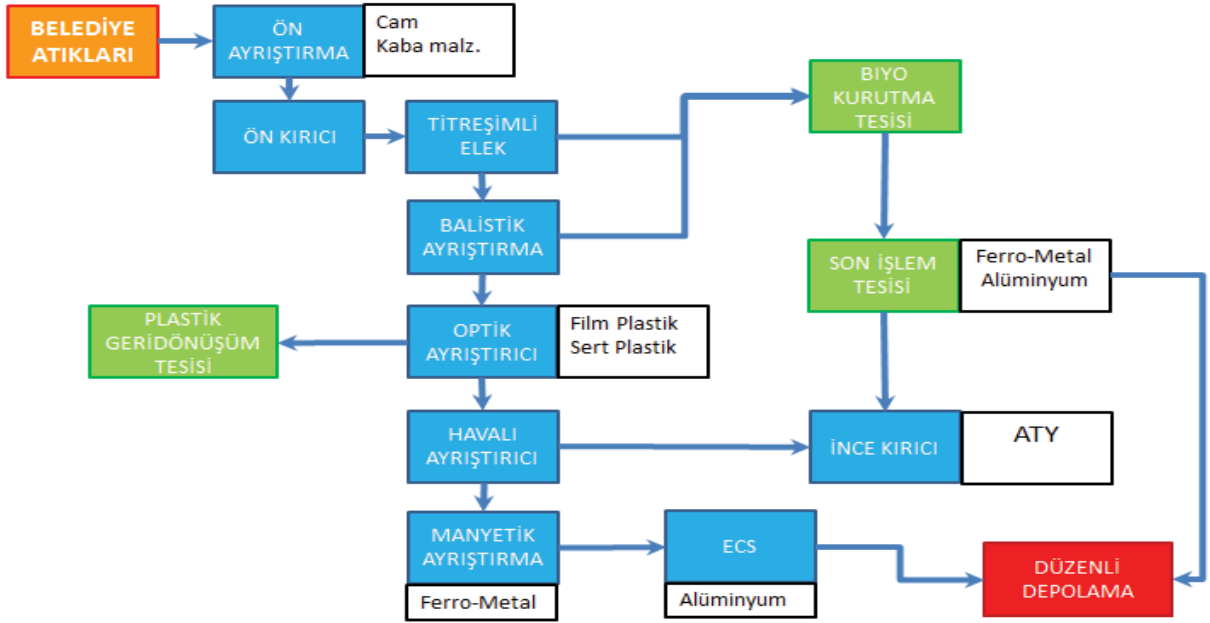


İBB' ye ait bir diğer tesis ise Kömürcüoda işletmesidir. Burası farklı bölümlerden oluşmaktadır. Bunlar arasında idari bina, ön işlem tesisi, kurutma tesisi, son işlem, plastik geri kazanım ve ATY tesisi olarak sayılabilir (1). Kömürcüoda Tesisleri genel vaziyet planı ve proses akım şeması sırasıyla Şekil 29 ve Şekil 30'da verilmektedir.

Şekil 28. Kömürcüoda tesisi vaziyet planı



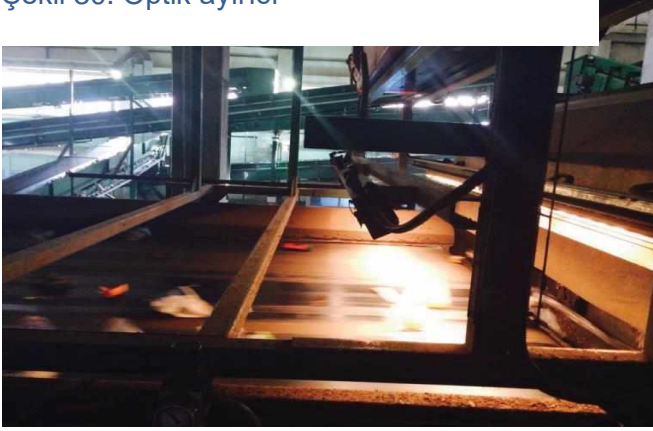
Şekil 29. Kömürcüoda Tesisleri proses akım şeması



Mekanik Ön İşlem Tesisi (Ambalaj Atıkları Toplama ve Ayırma)

Atıklara sahaya getirildikten sonra ekskavatör yardımıyla taşıyıcı bantlara dökülür. İl aşamada kaba ve sisteme girmesi istenmeyen malzemeler ayrıştırılır. Uygun malzemeler ise bir sonraki aşama olan kıyıcıya giderler. Ön kırıcıda parça boyutu 300 x 300 mm olacak şekilde parçalanana malzemeler sonrasında, 2 adet sarsak elekten geçirilip, 80 x 80 mm dane boyutundan küçük olan atıklar Biyokurutma Tesisine gönderilir. Sarsak elekten geçirilmiş, 80 x 80 mm dane boyutundan büyük olan atıklar, balistik ayrıştırıcıdan geçirilir. Balistik ayrıştırıcıya giren atıklar üç boyutlu, iki boyutlu ve 70 x 70 mm dane boyutundan küçük malzemeler olarak üç gruba ayrılır. Üç boyutlu malzemelerin içerisinde bulunan plastikler (PET, PE, PP, PS, PVC) yakın kızılötesi teknolojisi ile çalışan otomatik ayrıştırıcılar (Şekil 31) vasıtasıyla ayrıştırılmaktadır. 4 adet otomatik ayrıştırıcı ile bu plastiklerin içerisinde sırasıyla PET, PE, PP ve PS ürünleri ayrılmakta ve sonrasında plastik balyalama presinde balyalanmaktadır.

Şekil 30. Optik ayırıcı



Balistik ayrıştırıcıdan hemen sonra plastikleri ayrıştırılmış üç boyutlu malzemeler havalı ayrıştırıcıya girer. Düşük yoğunluklu hafif malzemeler ATY üretilmek üzere yakıt hazırlama hattından seck edilirken yüksek yoğunluklu ağır malzemeler ise önce manyetik ayrıştırıcıdan geçirilerek demir içerikli ürünler ayrıştırılır; sonrasında demir dışı metal ayrıştırıcısı ile alüminyum vb. demir dışı metal ürünler geri kazanılır. Ayrıştırılan bu demir ve alüminyum ürünler demir balya presi ve alüminyum balya presinde balyalanır. İçerisinden demir ve alüminyum ürünleri alınmış atıklar düzenli depolama sahasına gönderilir. Balistik ayrıştırıcıdan çıkan iki boyutlu malzemeler, 4 hat üzerinden toplam 8 adet otomatik ayrıştırıcıdan geçirilerek film plastikleri ve kâğıt/karton ayrıştırılır. Atıklar önce 2 adet kaba kırıcıdan geçirilip 110 mm boyutlarına getirilir. Nem değeri oldukça yüksek olan bu malzeme kurutulmak üzere Biyo-kurutma Tesisine gönderilir. Balistik ayrıştırıcıdan çıkan 70 mm dane boyutundan küçük ağırlıklı olarak biyo-bozunur malzeme içeren fraksiyon Biyo-kurutma Tesisine gönderilir.

Biyo-kurutma Tesis (Membran Örtülü Açık Kompostlaştırma)

Balistik ayrıştırıcıda ayrılan 70 mm dane boyutundan küçük biyo-bozunur fraksiyon ve Mekanik Ön İşlem Tesisinin yakıt hazırlama bölümünde kaba kırıcıdan geçirilip 110 mm boyutlarına getirilmiş malzeme kamyonlarla Biyo-kurutma Tesisine taşınır. Bu malzemeler belli oranlarda karıştırılarak kurutma işlemine tabi tutulur. Biyo-kurutma Tesis, beton zemin içerisinde homojen havalandırma sağlanması için yerleştirilmiş havalandırma kanalları bulunan atık kurutma havuzlarından oluşur. Bu havuzlarda, yığınlardan kaynaklanan sızıntı sularının toplanması için sızıntı suyu kanalları bulunur. Kurutma işlemine tabi tutulacak organik ağırlıklı malzeme kurutma havuzlarına yığınlar şeklinde serilir. Bu havuzlar nano teknoloji ile üretilmiş membran örtü ile kapatılarak kurutma işlemi başlatılır. Bu özel membran sayesinde ısı içeride tutulurken, buharın dışarı atılmasına izin verilmekte ve dış ortamdaki

yağmur ve nem içeri alınmamaktadır. Dışardan herhangi bir ilave ısı verilmez atık kendi ısısını üretir. Homojen bir kuruma sağlanabilmesi için belirli aralıklarla harmanlanarak alt üst edilir, özel bir iş makinesi ile karıştırılır.

Son İşlem Tesisi (Atıktan Türetilmiş Yakıt Üretimi)

Biyo-kurutma Tesisi'nde nem oranı %20'nin altına getirilen mazlemeler Son İşlem Tesisi'nin taşıyıcı banta dökülür. Malzeme önce 8 mm x 8 mm flip flop elekten geçirilir. Elek üstü malzemeler manyetik ayırıcıdan geçirilip içerisindeki demir ürünleri alınır ve buradan atıklar havalı ayırıştırıcıya beslenir. Havalı ayırıştırıcıdan çıkan düşük yoğunluklu malzemeler ince kırıcılardan geçirilip ATY üretimi gerçekleştirilir. Havalı ayırıştırıcıdan çıkan yüksek yoğunluklu ağır malzemeler otomatik ayırıştırıcıya beslenir ve içerisindeki plastikler geri kazanılır. Üretilen ATY ya paketlenip balyalı olarak yada dökme olarak depolanır. Buradan müşteri talebi doğrultusunda istenilen formatta yükleme ve sevkiyat yapılır.

Plastik Geri Kazanım Tesisi

Plastik Geri Kazanım Tesisi 1,2 ton/saat plastik malzeme işleme kapasitesine sahiptir. Plastik malzemeler Mekanik Ön İşlem Tesisi'nden dağınık veya balyalanmış olarak gelir. Dağınık gelen plastikler mini ekskavatorlarla ilk işlem yeri olan kırıcıya beslenir. Balyalı olan plastikler ise konveyör yardımıyla giyotin kesme işlemi sonrasında kırıcıya beslenir. Kırıcının sabit bıçak ve döner bıçakları tesise beslenen plastik malzemeleri parçalar. Malzeme boyutu kırıcıda bulunan elek aralığına göre boyutlandırılır. Bu işlem kuru olarak gerçekleştirilir. Turbo-yıkama kırıcıdan çıkan plastik malzemeleri yıkayan ilk ünitedir. Turbo-yıkamadan çıktıktan sonra çökertme tankına doğru gelen plastik malzemeler burada pedallar sayesinde santrifüjlere beslenir. Bu esnada yabancı maddeler dibe çöker. Burada merkezkaç kuvvetiyle durulanan plastik malzemeler hemen altlarında bulunan preslere düşer. Presler, plastik malzemenin helezonlarla ilerleyerek sıkılmasını sağlar. Plastikler, fanla kurutma santrifüjüne aktarılır. Burada nozullardan üflenen su ile yıkanan malzeme 1.750 devir hızla dönerek 3 mm çapındaki eleklerden son kalan tozları da atarak temizlenir ve kurutulur. Başka bir fan ile ısıtıcı borularda dolaşan plastikler agromele beslenir. Agromelde sürtünme kuvvetiyle hacmen küçülen ve 80 °C'ye ulaşan plastikler hızlıca atılan soğuk su ile sertleşir. Ekstrüderde sonsuz vida ile taşınarak 8 ile 10 noktada rezistanslar vasıtasıyla plastiğin cinsine göre ısı uygulanarak plastik eriyik hale getirilir. Ana hatlarıyla ekstrüzyon; beslenme, sıkıştırma ve dışarıya eriyik malzemenin çıkmasıyla son bulur. Çıkış sırasında su kullanılarak plastikler katı hale getirilir ve bıçaklar vasıtasıyla granül şekli verilir.

Sofya MBT, Bulgaristan

Tesis, Sadinata bölgesinde 410.000 ton/yıl kapasiteye sahiptir. Senede 310 gün işletilen tesis, 105 kişilik ekibiyle sırasıyla mekanik/manuel ayırıştırma, organik atıkların biyolojik arıtımı ve ATY üretim ünitelerinden oluşmaktadır. Günlük atık işleme kapasitesi 1.320 ton'dur. ATY üretimi yanında, MBT tesisi sayesinde mekanik/manuel ayırıştırma, biyolojik arıtma gibi ünitelerde mevcuttur. MBT'de işlenen atık evsel atıklardan ve mağaza, dükkân, AVM ve fabrikalardan gelen endüstriyel atıklardan oluşmaktadır. ATY üretim miktarı 154.000 ton/yıl olup tesisten düzenli depolamaya ise 114.000 ton/yıl atık gitmektedir. 5.000 ton/yıl metal, 6.000 ton/yıl plastik ve 3.000 ton/yıl kağıt geri dönüştürülmektedir. İlk yatırım maliyeti \$143,4 milyon olan tesisin, atık işleme maliyeti ise \$40.77/ton'dur. Bu tesisin yatırım bedelinin %84'ü, European Investment Bank (EIB) tarafından atık yönetim projesi kapsamında karşılanmıştır (50).

Şekil 31. Sofya MBT tesisi



EMAK Ano Liosia, Yunanistan

Kurulum maliyeti € 64.4 milyon olan bu işletme, 400.000 ton/yıl maksimum kapasiteli 178.000 m2 toplam alana kurulu 14 binadan oluşan ve 2004 yılında işletmeye alınan Avrupa'nın en büyük MBT tesisidir. Günde 800 ton kentsel katı atık ve 50 ton yeşil atık işlenmektedir. Tesis; kabul ünitesi, mekanik ayırma, kompostlaştırma, çevresel kirlilik kontrol ünitelerinden oluşmaktadır. Tesise 400.000 ton/yıl evsel çöp, 40.000 ton/yıl dal-budak atıkları, 85.000 ton/yıl arıtma çamuru girerken, 110.000 ton/yıl ATY, 100.000 ton/yıl atık ve 100.000 ton/yıl kompost çıkmaktadır (50).

Şekil 32. EMAK Ano Liosia Tesisi



New Earth Solutions, Avonmouth, Bristol, İngiltere

2011 yılı Eylül ayında işletmeye alınan tesis, New Earth'ün beşinci ve en büyük tesisidir. 200.000 ton/yıl kapasiteli tesise, öncelikle evsel atıklar daha sonra benzer kompozisyona sahip endüstriyel atıklar gönderilmiştir. Tesiste metal ve plastikler ayrılmakta, organik atıklar ise aerobik proses ile (biyostabilizasyon) işlenmektedir. Atık fraksiyonunda geri dönüştürülebilir malzeme yok ise ATY

(atıktan türetilmiş yakıt) üretilmekte ve gemi yolu ile Avrupa'ya gönderilmektedir. Tesiste, 13 MW elektrik üretimi kapasitesine sahip enerji geri kazanım tesisi planlanmıştır. Tesiste üretilen elektrik enerjisi Bristol bölgesindeki 25.000 hanenin ihtiyacını karşılayacak kadardır (50).

Şekil 33. New Earth Solutions, Avonmouth ATY üretimi tesisi



Şekil 34. New Earth Solutions, Avonmouth ATY paketlenme ünitesi



5.2.7. Lübeck, Almanya

2007 yılında faaliyete geçen, 30 milyon € bedelle yapılan tesiste 100.000 ton/yıl evsel çöp mekanik ayrıştırma ve sonrasında anaerobik fermantasyon ile değerlendirilmektedir. Proses sonucunda çıkan ATY ise elektrik ve ısı üretimi yaparak çevreye ve işletmelere bölgesel ısıtma hattıyla sıcak su verebilen Neumönster isimli yakındaki bir enerji üretim santraline yollanmaktadır. Tesis girdi ve çıktı kütle dengesi açısından bakıldığında; 100.000 ton karışık çöpe karşılık 2.500 ton geri dönüşüm malzeme, 6.000 ton

geri dönüşümü olmayan metal, 48.000 ton ATY, 28.000 ton deponi sahasına gömülen kısım ve 500 m³/h metan gazı eldesi olmaktadır.

3.1.3. Kütlesel Yakma ve ATY Yakma Tesisleri Kıyaslaması

Atıkların yakılmasında iki farklı tesis türü söz konusudur. Bunlar I. kütlesel yakma tesisleri ve II. ATY beslenebilen tesislerdir. Birinci grup tesislerde evsel atıklar bir işleme tutulmadan direkt olarak yakmaya alınır. ATY yakabilen tesislerde ise tüm inert maddeler, yakma prosesine girmeden önce ayıklanır ve böylece yanabilir kısmın hacmi düşürülür. ATY, döner bir atık besleme ünitesine beslenir ve yakma odasına ızgaralar vasıtasıyla iletilir. ATY yakılan prosesin avantajı ise sürekli aynı kalitede yakıtın sağlanabilmesidir. Böylelikle yanma için gerekli olan fazla hava miktarı azaltılmış olur. ATY sistemleri için gerekli fazla hava miktarı yaklaşık %50 (stokiyometrik gereksinimlerin üzerinde) civarında olmasına karşılık, kütlesel yakma tesislerinde bu miktar %100 civarındadır. ATY tesisleri, kütlesel yakma tesislerine göre daha avantajlı olmalarına rağmen, birçok işletme problemi vardır. Katı atığın işlenmesi çok kolay değildir ve ATY tesisleri korozyon ve aşınma sorunlarına maruz kalırlar. Ancak, ATY tesisleri ile gerekli olan yanma havası miktarı oldukça azalır ve emisyon kontrolünün maliyeti düşer.

Geri dönüşüm çalışmalarının bir sonucu olarak elde edilen, karışık kâğıttan (ve plastiklerden) oluşan bir ATY değerli bir yakıt kaynağı olarak kullanılmaktadır. Karışık kâğıt atıkların ısı değeri, yüksek miktarda kül içeriğine rağmen 16.700 kJ/kg'dır. Sadece karışık kâğıt atıkları değil başka ikincil yakıtlar da yakma prosesinde kullanılabilir (Tablo 34).

Tablo 34. Çeşitli yakıtların özellikleri

Yakıt	Nem, %	Isıl değer, kJ/kg	Kül, %
Ağaç kabuğu ve talaş	55	7330	2
Karton kutu	5	16660	3,6
Halı ve kilim parçaları	1	26910	22,1
Linyit kömürü	35	13460	5
Ömrünü tamamlamış lastik	1	37590	1,8
Ağaç yongaları	38	12135	0,2

ATY'nin diğer atıklara göre en büyük avantajı depolanabilmesi ve depo edildiği yerde diğer atık formlarına göre daha az emisyon ve çevre kirliliğine sebebiyet vermesidir. Tablo 35'de çeşitli atık değerlendirme tesislerinin yatırım maliyetleri mevcut.

Tablo 35. Farklı proseslerin maliyetleri

Sistem	Bileşenler	Maliyet (\$/ton kapasite.gün)
Yakma		
Kütlesel yakma	Atık kabul, fırın, kazan, enerji geri kazanımı, baca gazı arıtma sistemi	80-120.000
Atıktan türetilmiş yakıt (ATY) üretimi	Çöpten üretilmiş yakıt (poşet, kâğıt vs.) işlenmiş kentsel katı atıktan ayrılan atık kaynaklı yakıt	20-30.000
Düzenli depolama		
Karışık depolama	Çift tabakalı geomembran taban kaplama, deponi gazı tesisi olan sahaya karışık çöp depolama	25-40.000
Tek tip depolama	Çift tabakalı geomembran taban kaplama, deponi gazı tesisi olan sahaya tek tip çöp depolama	10-25.000
Kompost		
Yığın şeklinde	Park bahçe atıklarının yığın şeklinde kompostlanması	10-20.000
Reaktörde	Karışık atıkların işlendikten sonra kalan organik atıkların beton zeminli bir binada reaktörde kompostlanması	25-50.000

3.1.4. Aksaray'da ATY Tesisi Kurulumu

Aksaray'da ATY üretimine uygun atıklar için bir proje çalışması gerçekleştirmiştir. AHİKA tarafından desteklenen bu proje kapsamında elde edilen veriler neticesinde bir ATY tesisi kurulumu için tüm gerekenler ve şartlar belirlenmiştir.

Aksaray Atık Potansiyeli

İl genelinde ATY üretiminde uygun olabilen atıkların tespiti yapılmıştır. İl genelindeki atık potansiyeli çıkarılırken Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü ÇED ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü ve Çevre Yönetimi ve Denetimi Şube Müdürlüğü, Aksaray OSB Atıksu Arıtma Tesisi, Aksaray Belediyesi Temizlik

İşleri Müdürlüğü ile irtibata geçilmiştir. Alınan bilgi ve belgeler uyarınca Aksaray İli atık potansiyeli çıkarılmaya çalışılmıştır. Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından verilen geribildirimde atıklarla ilgili güncel verilerin derleme çalışmalarının devam ettiği (Aksaray İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu çalışmalarının devam ettiği, çalışma tamamlandıktan sonra Bakanlık onayına sunulacağı) ifade edilmiştir. Erişilebilen verilerden elde edilen sonuçlar bu bölümde sunulmuştur.

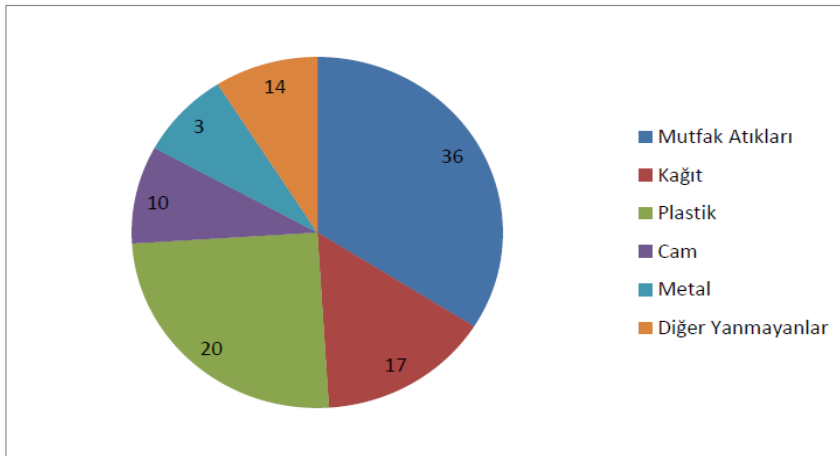
Evsel Çöp

Aksaray Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi Somuncu Baba Mah. (109. Cadde) adresinde olup 108.000 m² lik alanda 910.000 m³ kapasiteli katı atık depolama sahasına yaz aylarında 281 ton/gün, kış aylarında ise 258 ton/gün evsel çöp gelmektedir (50). Aksaray Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü ile yapılan görüşmede edinilen bilgilere göre Aksaray'da toplanan evsel katı atık miktarı 2020 Temmuz ayı ortalaması 289 ton/gün iken 2019 yılı ortalama değeri ise 259 ton/gün civarında olduğu öğrenilmiştir. Evsel çöpler bu depolama alanına getirilmekte ve burada düzenli depolama yapılmaktadır. Deponi sahasından çıkan biyogaz ise elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Ocak 2015'te 1.200 kW kapasitede çöp gazından elektrik enerjisi üretimi başlamıştır. 2018 yılından itibaren sıfır atık yönetimi kapsamında bazı kurum ve kuruluşlarda atıklar ayrı olarak toplanmaktadır (52).

Şekil 35. Deponi sahasındaki atık görünümü



Şekil 36. Deponi sahasındaki çöp karakterizasyonu



Katı atık düzenli deponi sahasına gelen çöpün yaz ve kış 93-101 ton/gün'lük kısmı mutfak atıklarından oluşmaktadır. ATY üretimi için atık seçimi için en önemli kriter kalorifik değer olduğundan buna uygun malzemeler çöpten seçilmelidir (52). Ayrıca deponi sahalarında gaz üretim tesisleri kurulu olduğundan buraya depolanacak atıkların ayrıştırma tesisinden geçirilip, ATY/SRF üretimine yönlendirilmesi gaz tesisini işleten özel kuruluşlar tarafından karar verilecek bir süreç olmaktadır. Üretilen biyogaz için de sonuç olarak atık ihtiyacı olduğundan deponi sahası yerine farklı bir üretim için gelen atıkların sevki bu noktada problem olabilir.

Ambalaj Atıkları

Aksaray'da faaliyette olan "Lisanslı Ambalaj Atığı Toplama Ayırma Tesisi 6 adet, Geri Dönüşüm Tesisi 12 adettir. Aksaray'da onaylı ambalaj atık yönetim planı sayısı 1 adettir. "Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği" kapsamında, İl'de Piyasaya Süren İşletme Sayısı 130, Ambalaj Üreticisi Sayısı 6, Tedarikçi Sayısı 2 adettir (52).

Tablo 36. Aksaray ilinde 2018 yılı ambalaj ve ambalaj atıkları istatistik sonuçları

Ambalaj Cinsi	Toplanan Ambalaj Atığı Miktarı (kg/yıl)	Geri Kazanılan Ambalaj Atığı Miktarı (kg/yıl)
Plastik	158.050	590.270
Metal	3280	0
Kompozit	0	0
Kağıt Karton	795.756	432.740
Cam	400	0
Ahşap	1.658,553	1.547,191
Karışık	2.689,938	0
Toplam	53.059,777	2.570,201

Tehlikeli Atıklar

2017 yılı için geri kazanım, bertaraf, stok olarak il genelinde toplamda 2.576 ton tehlikeli atık bulunmaktadır. İl'de iki adet lisans almış ve bir adet geçici faaliyet belgesi almış olmak üzere toplam üç adet tehlikeli atık geri dönüşüm tesisi bulunmaktadır (52).

Tablo 37. Atık yönetim uygulaması verilerine göre ildeki tehlikeli atık yönetimi

Yıl	Geri Kazanım (kg/yıl)	Bertaraf (kg/yıl)	Tesis İçi (kg/yıl)	Stok (kg/yıl)	İhracat (kg/yıl)	Toplam (kg /yıl)
2016	2.159.023	262.044	0	32.253	10.250	2.463.570
2017	2.265.380	301.486	0	9.019	0	2.575.885

Tehlikeli Atık Beyan Sistemi'ne veri girişi yaparak bilgilendirme yapan işletmelerin beyan ettikleri yöntemlere ve işlenen atıkların miktarlarına dair veriler Tablo 38'de sunulmaktadır.

Tablo 38. Aksaray atık işleme ve miktarı

Atık İşleme Yöntem Kodu	Atık İşleme Açıklaması	Miktar (kg/yıl)
R1	Enerji üretimi için yakıt olarak veya başka şekillerde kullanma	340.333
R4	Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/geri dönüşümü	22.800
R2	Solvent (çözücü) ıslahı/yeniden üretimi	5.490
R9	Kullanılmış yağların yeniden rafine edilmesi veya diğer tekrar kullanımları	115.299
R12	Atıkların R1 ile R11 arasındaki işlemlerden herhangi birine tabi tutulmak üzere değişimi	1.397,79
R13	R1 ile R12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar atıkların stoklanması (atığın üretildiği alan içinde geçici depolama, toplama hariç)	169.635
R3	Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı/geri dönüşümü (kompost ve diğer biyolojik dönüşüm prosesleri dahil)	245.434
D5	Özel mühendislik gerektiren toprağın altında veya üstünde düzenli depolama (çevreden ve her biri ayrı olarak izole edilmiş ve örtülmüş hücresel depolama ve benzeri)	275.807

D9	D1 ile D12 arasında verilen işlemlerden herhangi biri ile bertaraf edilen nihai bileşiklere veya karışımlara uygulanan ve bu ekin başka bir yerinde ifade edilmeyen fiziksel-kimyasal işlemler (örn:buharlaştırma, kurutma, kalsinasyon ve benzeri)	636.612
D10	Yakma (karada)	15.508

Ömrünü Tamamlamış Lastikler (ÖTL)

Her yıl Türkiye'de yaklaşık olarak 180-200.000 ton civarında ÖTL çıktığı tahmin edilmektedir. ÖTL'nin ülke ekonomisine geri kazandırılması gerek ekonomik gerekse çevresel açıdan oldukça önem arz etmektedir. %90'dan fazlası organik olan atık lastiklerin sağladıkları kalorifik değer 6.500-8.500 kcal/kg arasındadır. Kauçuk oranı yaklaşık %45, Zn oranı yaklaşık %2, kükürt oranı yaklaşık 1% dir. Olduğu gibi yani bir işleme tabii tutulmadan tek başına yakılması oldukça zordur. Ancak ÖTL içerisinde yüksek sıcaklık bölgesinin olduğu yanma prosesinde daha kolay yanabilmektedir. Bu tarz fırınlara sahip işletmeler ise çimento üretim tesisleri, kireç-alçı fabrikalarıdır. Diğer taraftan bu tarz işletmeler istedikleri takdirde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan ÖTL/ATY yakabilmek için lisans alabilmektedirler. 1 ton ÖTL, 1 ton iyi kalitede kömür, ya da 0,7 ton fueloil ile eşdeğerdir. 1 ton ÖTL yakılması sonucunda doğaya 647 kilo karbon dioksit salınımı olur.

Şekil 37. Ömrünü tamamlamış lastikler



Lastik orijinal hali ile yanma prosesine alınmayacağı için öncelikle parçacık boyutu ufaltılmalıdır. Bunun için 5-10 cm boyutlarına kadar parçalanma safhası olacaktır. Bu sayede, depo etmek, taşımak ve yanma prosesine stabil besleme yapabilmek mümkündür. Özetle, parçalama işlemi karşılıklı dönen iki adet mile lastiklerin atılması işlemidir. Ancak ilk önce lastikteki çelik tel ayrıştırılır. Atık lastikler ön parçalayıcıda 5 cm boyutunda kesildikten sonra, çapı 10 mm'den daha küçük olan granül haline getirilmektedir. Granül oluştuktan sonra, manyetik bir sistem yardımıyla kalorifik değeri olmayan tüm malzemeler ayrıştırılır (53). İl'de "Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği" kapsamında bir adet geçici depolama alanı mevcuttur. 2018 yılı verileri uyarınca 852 ton ÖTL bertaraf edilmiştir. Ancak yıllık olarak yaklaşık

200.000 ton atık lastik çıkmaktadır (54). Tüm ülkedeki 23.170.769 adet aracın 126.017 adeti Aksaray'dadır. Aksaray'daki araçların türlerine göre dağılımı incelendiğinde;

65.254 otomobil, 1.416 minibüs, 1.379 otobüs, 17.820 kamyonet, 6.328 kamyon, 13.538 motosiklet, 19.906 traktör ve 376 özel amaçlı araç şeklindedir (55). Lastiklerin yapısında; doğal kauçuk, yapay kauçuk, karbon siyahı, çelik, bez kuşak ve çeşitli dolgu maddeleri içerir (%15 oranında bulunan çelik tel dikkate alınmamıştır). Tablo 39 uyarınca 8 kg'lık bir otomobil lastiği için 6,8 kg'lık ÖTL imalatı olacaktır (56).

Tablo 39. Atık lastik özellikleri

Lastik içeriği	Toplam Ağırlıktaki Miktarı (%)	Bir Lastik için Değer (kg)
Doğal kauçuk	14	1,12
Yapay kauçuk	27	2,16
Karbon siyahı	28	2,24
Bez kuşak ve dolgu malzemeleri	16	1,28

Tablo 40'da ise Aksaray'da bulunan araçlara göre ÖTL miktarı hesabı verilmiştir. Mevcut duruma göre Aksaray'daki otomobilin tüm araçların içerisindeki yüzdesi %51,94'dür. Bu orana göre yapılan hesaplamada Aksaray için 1.780 ton/yıl ÖTL kaynaklı yakıt üretimi hesaplanmıştır. Eğer diğer Aksaray'daki tüm araçların otomobil olduğu kabul edilirse ÖTL kaynaklı yakıt miktarı 3.500 ton/yıl olacaktır. Otomobil sayısının fazla olması, otomobil lastiğinin kamyon ve otobüs lastiğine göre daha kolay bir şekilde parçacık boyutunun ufaltılması ve içerisindeki çelik telin daha az olması sebeplerinden ötürü otomobil lastikleri ÖTL üretiminde tercih edilmektedir. Zira Kamyon lastiği büyük ve teli kalın olduğu için önce teli çıkarılır sonra ise 5-10 cm ebatlarındaki parçalara ayrılır. Sonra depolanarak yakma prosesi için sevk edilir. Otomobil lastiğinde ise talebe göre tel alınmadan yakmaya alınabilir.

Ancak İl genelinde 60.359 adet otomobil haricinde taşıt olduğu düşünülürse diğer araç lastiklerinin de ÖTL üretiminde kullanılabilmesi ile Aksaray için potansiyelin daha fazla olacağı ifade edilebilir.

Tablo 40. Aksaray için ÖTL miktarı

a	b	$c=a*b*4/100$	d	$e=d*c/1000$
Aksaray Araç Adeti	Otomobil Yüzdesi (%)	Toplanabilir Lastik Miktarı (adet)	Bir Lastikten Çıkan ÖTL Ağırlığı (kg)	Toplam ÖTL Ağırlığı (ton/yıl)
126.017	51,94	261.813	6,80	1.780

Mevcut durum analizinin sonucunda Aksaray için ÖTL miktarı olarak 2.000 ton/yıl (5,5 ton/gün) alınmıştır. Çimento fabrikaları ÖTL için 30-40 €/ton arasında ücret ödemektedirler. Kalorifik değeri yüksek olduğu için ithal kırpıntı/parça ÖTL kullanımı da söz konusudur. ÖTL içinse 5,5 ton/gün üretim yapılabilir. ÖTL'nin üretim prosesi ATY kadar zor olmayıp, ATY tesisi bünyesinde hazırlanabilir.

Aritma Çamuru

Aritma çamurlarının bertarafı için aşağıda verilen uygulamalar mevcuttur;

- Düzenli Depolama
- Toprakta Kullanım
- Yakma

Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (1991, 2005) Madde 28 Aritma Çamurunun Evsel Katı Atıklarla Birlikte Depolanması; Aritma çamurunun depolanabilmesi için içinde bulunan nem muhtevasının %65 olması gerekir. Ancak depolandığı yerde koku yayılması bir sorun teşkil etmeyecekse o zaman nem içeriği %75'e kadar çıkabilir. Çamurun düz bir arazide depo edilmesi işlemi, üzerine toprak serilmesi ile yapılmaktadır. Sadece susuzlaştırılmış çamurlar (katı madde içeriği %15'ten büyük ya da eşit) arazide depolanabilir. Katı madde içeriği %15'ten küçük olan çamurlar akışkan olduğu için depolanamaz. Eğer çamurun arazide depolanması tek seçenekse, arıtma tesisinde çamur susuzlaştırma işleminin yapılması gerekir. Düşük katı madde içerikli çamurlar (katı madde içeriği %3'ten küçük) ancak katı atıklarla birlikte arazide depolanabilir.

Toprakta Kullanım; Aritma çamurlarının içeriğindeki besin elementleri ve organik maddeler çamurun düşük kaliteli bir gübre ya da toprak iyileştirici olarak kullanımını mümkün kılar. Eğer çamur içerisinde toprak için bir kirlenici içermiyorsa toprakta kullanım sayesinde geri dönüşüm sağlanmış olacaktır. Ayrıca kolay ve uygulanabilir bir yöntemdir. Ancak uzun vadede toprağın tuzluluğunu artırabilir. Toprak uygulaması sayesinde çamurdaki fosfor ve azot gibi besleyiciler ile kısmen de organik maddelerin toprağa geçişi sağlanarak toprak iyileştirilir. Aritma çamurlarının yakıt ya da ek yakıt olarak kullanılma sebebi arıtma çamurunun kalorifik değerinin yüksek olması ancak kuru ve stabil halde çamurun sağlanabilmesi önemlidir. Kuru bir çamur için 2.000-5.000 kcal/kg arasında değişebilir. Aritma çamurlarının yakılarak bertarafında yanma işlemi sonunda kütle %85- 90 oranında azalır. Ancak bu durumda yakma sırasında oluşan baca gazlarının kontrolü gerekmektedir. Aritma çamurlarının en son bertaraf yöntemi olarak uygulanan yakma yöntemi Avrupa'da arıtma çamurlarının toplam kütlelerinin yaklaşık %15 kadarına uygulanmaktadır. Bu uygulamada arıtma çamurları ya tek başlarına ya da diğer atıklarla birlikte yakılmaktadır (62). Aksaray OSB yetkilileri ile yapılan görüşmeler neticesinde OSB içerisinde farklı kapasitelerde 6 adet atıksu arıtma tesisi (AAT) bulunduğu öğrenilmiştir. Bunlara ait bilgiler Tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 41. Aksaray OSB atıksu arıtma tesis bilgileri

Tesis Adı	Mevcut Durumu	Kapasitesi (m ³ /gün)	AAT Türü	AAT Çamur Miktarı (ton/gün)
OSB AAT	Faal	1.500	Fiz.+Kim.+	4
Eroğlu Giyim	Faal	1.000	Biyolojik	1

Sütaş A.Ş.	Faal	3.500	Biyolojik	0,4
Dentaş A.Ş.	Faal	60	Fiz.+Kim+.	0,16
Karakaya 86	Faal	22,5	Kimyasal+	0,01
Brissa A.Ş.	Faal	150	Fiz.+Kim+.	0,9

Tablodan görüleceği üzere yaklaşık 6,5 ton/gün arıtma çamuru potansiyeli bulunmaktadır (52).

Tehlikeli Atıklar

ATY üretimi için uygun olan diğer bir atık türü de tehlikeli atıklardır. Aksaray'da tehlikeli atık beyan sistemine kayıtlı tesislerden elde edilen veriler doğrultusunda halihazırda geri kazanım, bertaraf, stok olarak toplamda 2.576 ton tehlikeli atık bulunmaktadır (52). Ayrıca Aksaray İli için yapılan önceki çalışmalarda tespit edilen tehlikeli atık miktarları da aşağıda sunulmuştur (51).

Tablo 42. Endüstriyel atık miktarları

Atık Kodu	Açıklama	Miktar (kg/yıl)
20106	Ayrı toplanmış ve saha dışında işlem görecektir hayvan dışkı, idrar ve tezek (ve bunlarla temas etmiş saman dâhil), akan sızılar	36.425.480
150103	Ahşap ambalaj	3.980.230
20304	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler	2.106.500
150101	Kâğıt ve karton ambalaj	1.247.467
20103	Bitki dokusu atıkları	1.018.920
40222	İşlenmiş tekstil elyafı atıkları	813.325
20502	İşletme sahası içerisindeki atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	591.500
150102	Plastik ambalaj	490.618
30307	Atık kâğıt ve kartonun hamur haline getirilmesi sırasında mekanik olarak ayrılan ıskartalar	436.070

150106	Karışık ambalaj	291.150
80113	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernik çamurları	266.610
150110	Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine	235.304
190813	Endüstriyel atık suyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	219.180
191204	Plastik ve lastik	214.150
80117	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve verniğin sökülmesinden kaynaklanan atıklar	171.018
150202	Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler	152.082
	Toplam	48.659.604

Endüstriyel atıklar içerisinde farklı kodlarda atıklar mevcuttur. Bu atıkların farklı alanlarda değerlendirilmesi de söz konusudur. Dolayısıyla bu tabloda verilen değerlerin %70'lik bir kısmının ATY üretimine yönlendirilebileceği kabulü yapılmıştır.

Aksaray Atık Potansiyeli

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı-Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Aksaray İl Çevre Müdürlüğü, Aksaray Belediyesi ve sektör kuruluşları ile yapılan görüşmelerden elde edilen veriler ışığında farklı yıllara ait (2017,2018 ve 2019) atık beyanlarından elde edilen veriler analiz edilerek atıktan türetilmiş yakıtların uygunlukları değerlendirilmiştir. Bu sayede Aksaray OSB içerisinde kurulacak bir atıktan türetilmiş yakıt (ATY) tesisinin bölgeden hangi tür atıkları ne kadarlık miktarda temin edebileceğine yönelik değerlendirmelere yer verilmiştir. 2017 verilerine göre Aksaray İl Çevre Müdürlüğü'ne 87 farklı kod ile atık beyanı gerçekleştirilmiştir. Bu atıkların toplam miktarı yıllık 61.431 tondur. Hem tehlikeli hem de tehlikesiz atıkları içeren bu miktar atık içerisinde ATY üretimine uygun olan 49.125 ton olarak kaydedilmiştir (51,52). Özetle; Aksaray' da kullanılabilecek halihazırda bulunan ve ATY üretimine en uygun atıklar Tablo 43'te verilmiştir.

Tablo 43. Aksaray İli ATY üretiminde kullanılacak atıklar

Atık Cinsi	Miktarı (ton/yıl)
Evsel çöp	94.535
Aritma çamuru	2.373
Ambalaj atıkları	2.500
Tehlikeli atıklar	2.500
Endüstriyel atıklar	34.061

Tablo 45'te tespit edilen atıklardan evsel çöp için SRF-Solid Recovered Fuel yapımı söz konusudur. Çimento fabrikaları SRF için bedelsiz alım yada düşük bir meblağ ödemeyi tercih etmektedirler. Çünkü bunlar tehlikesiz atık olduklarından bertarafı yada başka bir yerde kullanımları mümkündür.

Atık Projeksiyonu

İşletmenin sürekliliği açısından hammaddenin ilk kapasite değerine uygun bir biçimde sürekli olarak devamlılığı önemlidir. Özellikle atıklara dayalı bir işletme için bu durum daha önemlidir. Eğer atık devamlılığı sekteye uğrarsa ise o zaman üretimin durması mümkündür. Bu sebeple tespiti yapılan atık miktarlarının yıllar içerisinde değişimlerine dair projeksiyon analizi yapılmıştır.

Bunun için TÜİK'ten alınan imalat sanayi atıkları (2010-2018), belediye atıkları (2001-2018), trafikteki motorlu kara taşıt sayıları, imalat sanayi atıksu göstergeleri ve bunların yıllara göre değişim oranları aşağıda Tablo 44, 45, 46, 47 ve 48'de verilmiştir.

Tablo 44. İmalat sanayi atık göstergeleri

Gösterge/Yıl	2012	2014	2016	2018
	Oluşan atık miktarı (bin ton/yıl)			
Tehlikeli Atık	806	1.008	1.194	3.677
Değişim (%)		25,04	18,45	207,90
Tehlikesiz Atık	13.614	14.725	15.072	19.204
Değişim (%)		8,16	2,36	27,41

Tablo 45. Belediye atık miktarları

Yıllar	Çöp Miktarı (yıl)	Değişim (%)
2001	25.133.698	
2002	25.373.135	0,95
2003	26.117.538	2,93
2004	25.013.521	-4,23
2006	25.279.973	1,07
2008	24.360.856	-3,64
2010	25.276.695	3,76
2012	25.844.575	2,25
2014	28.010.720	8,38
2016	31.583.553	12,76
2018	32.209.219	1,98

Tablo 46. Motorlu kara taşıt sayıları

Yıl	Toplam	Değişim (%)
2010	15.095.603	
2011	16.089.528	6,58
2012	17.033.413	5,87
2013	17.939.447	5,32
2014	18.828.721	4,96

2015	19.994.472	6,19
2016	21.090.424	5,48
2017	22.218.945	5,35
2018	22.865.921	2,91
2019	23.156.975	1,27
2020 ⁽¹⁾	23.519.132	1,56

1) Haziran sonu itibariyle

Tablo 47. İmalat sanayi atıksu göstergeleri

Gösterge/Yıl	2010	2012	2014	2016	2018
Atıksu arıtma tesislerinde arıtılan atıksu miktarı (Bin m ³ /yıl)	244.497	239.647	244.112	285.035	332.391
Değişim (%)		-1,98	1,86	16,76	16,61

Tablo verileri uyarınca yıllara göre değişim oranları ortalaması sırasıyla; imalat sanayi atıkları için %43,49 Tehlikeli atıklar (2018 yılı verisi dikkate alınmamıştır), %12,64 Tehlikesiz atıklar, belediye atıkları için %26,21 trafikteki motorlu kara taşıt sayıları %4,55 ve endüstriyel atıksu arıtma tesislerinde arıtılan atıksu miktarı içinse %8,31'lik bir değişim gerçekleşmiştir.

Bu değişim oranlarına göre Aksaray için tespit edilen atıkların ve bu atıklardan elde edilecek ATY miktarlarının yıllara göre değişimi aşağıdaki gibi olması beklenmektedir.

Tablo 48. Aksaray atık projeksiyonu

Atık Cinsi	Miktarı (ton/yıl)	2021	2022	2023	2024	2025
Arıtma çamuru ¹	2.373	2.570	2.784	3.015	3.266	3.538
Ambalaj atıkları ²	2.500	2.816	3.172	3.573	4.025	4.534

Tehlikeli atıklar ³	2.500	3.587	5.148	7.386	10.599	15.209
Endüstriyel atıklar ⁴	34.061	38.368	43.219	48.683	54.838	61.772
Toplam	41.434	47.341	54.322	62.658	72.728	85.052

Kullanılan değişim oranları: 1) %8,31, 2&4) %12,64, 3) %43,49

Tablo 49. Aksaray ATY projeksiyonu

Atık Cinsi	ATY Miktarı (ton/gün)	2021	2022	2023	2024	2025
Arıtma çamuru	6,5	7,0	7,6	8,3	8,9	9,7
Ambalaj atıkları	7	7,9	8,9	10,0	11,3	12,7
Tehlikeli atıklar	6	8,6	12,4	17,7	25,4	36,5
Endüstriyel atıklar	42*	45,1	50,8	57,2	64,4	72,5
Toplam	61,5	69	80	93	110	131

(Endüstriyel atıklardan ATY üretiminde atığın özelliklerine göre ATY dönüşüm oranı %40-50 arasında değişiklik göstermektedir (57)).

ÖTL ile ilgili projeksiyon ise şu şekildedir;

Tablo 50. Aksaray ÖTL projeksiyonu

2020	2021	2022	2023	2024	2025	ÖTL Miktarı
2.000	2.091	2.186	2.286	2.390	2.498	(ton/yıl)
5,5	5,8	6,0	6,3	6,6	6,9	(ton/gün)

Kullanılan değişim oranı: %4,55

Üretilen ATY'nin genellikle evsel ve endüstriyel atıktan üretilmiş olmasına göre ısı enerjileri, Cl içerikleri ve nemleri farklılık gösterir. Evsel çöplerden elde edilen ATY (SRF-Solid Recovered Fuel) 3.000-3.500 kcal/kg enerji muhtevasına sahip iken, endüstriyel atıktan üretilen ATY'de (RDF- Refused Derived Fuel) ise yaklaşık 4.000-4.500 kcal/kg enerji içeriği bulunmaktadır. Buna su muhtevası (nem içeriği) açısından

da bakılacak olur ise SRF'de %20, RDF'de ise %10 civarındadır. ATY'yi kullanacak tesisin kullanım yerine ve amacına göre boyutlarda farklı üretimler de yapılabilmektedir. Evsel çöpün ATY potansiyeli endüstriyel atıklara göre (nem oranı yüksek, ayrıştırma maliyetinin yüksek olması vb.) olmadığı için yeni durumda Aksaray ATY tesisi potansiyeli aşağıdaki gibi olacaktır.

Tablo 51. Aksaray ATY tesisi hammadde miktarları

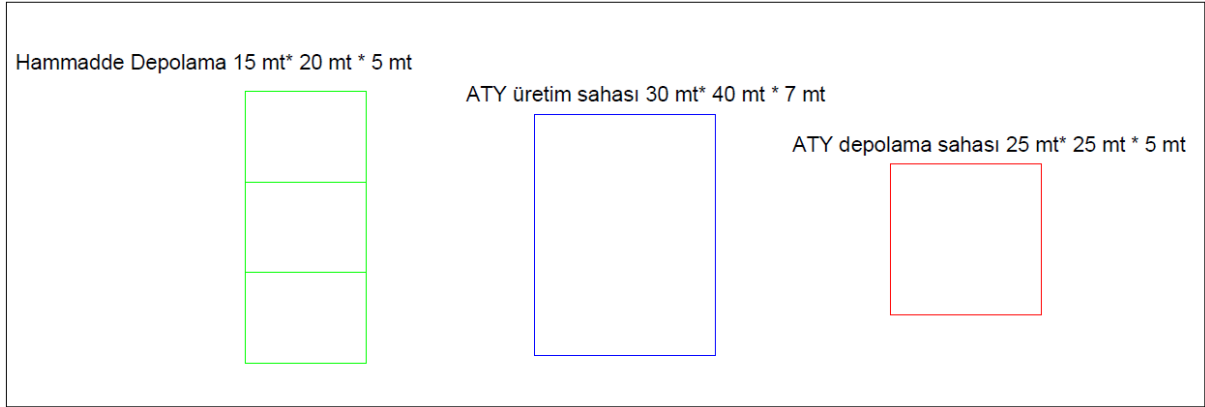
Atık Cinsi	Miktarı (ton/yıl)	ATY Miktarı (ton/gün)	Kalorifik Değer (kcal/kg)
Aritma çamuru	2.373	6,5	3.000
Ambalaj atıkları	2.500	7	4.760
Tehlikeli atıklar	2.500	6	2.320
Endüstriyel atıklar	34.061	42	2.620
Toplam	41.434	61,5	

Dolayısıyla yapılan çalışmalar neticesinde Aksaray için 61,5 ton/gün ATY üretimi yapılabilecek potansiyel mevcut olduğu tespit edilmiştir. Bu rakamlar uyarınca yeterli atık miktarının il genelinde olduğunu ve bir ve birden fazla ATY tesisi kurulabilmesi uygun görülmektedir. Bir tesis kurulumu için uygun hammadde miktarının belirlenmesi ideal kapasite tayini için önem arz etmektedir. İl genelinde yapılan araştırmalar sonucunda ATY tesisi kurulumu için yeteri kadar materyal ve/veya hammadde olduğu tespit edilmiştir.

ATY Tesisi Yeri

Kurulacak ATY tesisinin ana atık sağlayıcısı Aksaray OSB olacağı için (Adres: Recep Tayyip Erdoğan Blv. No:6 68220) bu lokasyonda ATY tesisini kurmak atık taşıma maliyeti açısından düşünüldüğünde ekonomik olacaktır. Ayrıca OSB içerisindeki yer almak; altyapı hizmetlerinden faydalanma, kesintisiz enerjiye erişim, üretilen atıklara yakın olma ve birlikte hareket etme kabiliyeti gibi birtakım avantajları da beraberinde getirmektedir. Diğer taraftan Aksaray OSB içerisinde kurulacak bir ATY tesisinin ihtiyacını karşılayacak düzeyde olacağını söylemek mümkündür. Aksaray OSB yetkilileri ile yapılan görüşmelerde boş parselin olduğu bilgisi alınmıştır. 192 ada nolu 7 parsel numaralı 3.641,47 m² veya 8013 ada nolu 11 parsel numaralı 4.999 m² gibi farklı alternatifler OSB içerisinde mevcut olduğu bilgisi OSB yetkililerince teyit edilmiştir. Parsel fiyatı ise 92 TL/m² olarak verilmiştir. ATY tesisi kurulacak olan sahada kapalı alan yüksekliği en az 6-8 m olan hangar tipi 30 m*40 m bir çelik konstrüksiyon yapı gerekmektedir. Ayrıca atıkların depolandığı alanlara ihtiyaç olacaktır. Bu da 15*20*5 m ebatlarında betonarme 3 adet oda şeklinde yapılabilir. Toplamda üç adet bu ebatlarda betonarme oda atık depolama için yeterli olacaktır. Çıkan ATY'nin depolanabilmesi içinse 25*25*5 m ebatlarında betonarme bir depolama sahası gerekmektedir. Dolayısıyla toplamda 3.000 m²'lik bir alan yeterli olacaktır.

Şekil 43. Tesis yerleşimi-taslak



Tesis C30/37 yüksek durabiliteli hazır beton kullanılarak oluşturulacak bu beton zemine oturturacaktır. Tesis bileşenleri ise siyah karbon çeliği, paslanmaz çelik (ihtiyaç olunan yerlerde) malzemeden imal edilecektir. Üretilen ATY, araçlara, yükleme bandı veya duruma göre iş makineleri ile yüklenerek alternatif yakıt olarak kullanılmak üzere 19 12 11 atık kodu ile ATY ve/veya atıkları ek yakıt olarak kullanan lisanslı firmalara (çimento fabrikaları, termik santraller, kireç üretim fırınları, demir çelik ve benzeri beraber yakma, yakma ve atıktan enerji üretim tesisleri) gönderilecektir. Diğer taraftan her ne kadar yoğun bir personel ihtiyacı olmasa da Aksaray Üniversite'sinin varlığı kalifiye eleman ihtiyacı açısından önemli bir avantajdır.

Proje İş-Zaman Planı

Tesis kurulumu ile ilgili tüm iş adımları ve bunların başlama-bitiş süreleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 52. Proje iş-zaman planı

Yapılacak işler	2021											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tesis projelendirme çalışması	■	■										
Saha işlerinin başlangıcı			■	■								
ÇED ve diğer yasal izinlerin alınması	■	■	■	■								
İnşaat izinleri	■	■	■	■	■	■						
İnşaat çalışmaları (Tesis Kurulumu)		■	■	■	■	■						
İşletmeye alma							■	■	■	■		

Sıcak-Soğuk devreye alma											
Tam kapasite faaliyete geçme											

Tesisin Ekonomik Analizi ve Değerlendirmeler

İşletme Sermayesi

Düşünülen yatırım projesi için ihtiyaç duyulan total sermaye tutarı; başlangıçta yapılan sabit sermaye yatırım miktarı ve işletme sermayesi için gereken maliyetin toplamına eşittir. Sabit sermaye yatırım bedeli; o tesisi ortaya çıkarabilmek için ihtiyaç olunan tüm kaynak ve hizmetlerin tamamına yapılan harcamaları kapsamaktadır. Bunlar; proje için gerekli arsanın alım bedeli, proje için harcanacak etüt-proje gideri, alınması gerekli olan tüm lisanslama bedelleri, inşaat-idari bina masrafları, tüm makina ve teçhizat giderleri, kurulum için gereken montaj giderleri, taşıma ve sigorta giderleri, taşıt alım/kira giderleri ve diğer giderler şeklinde sıralanabilir. İşletme sermayesi ise o işletmenin bir günlük tüm gerekli faaliyetlerini devam ettirebilmesine olanak sağlayan nakit ve benzeri varlıklar ile bir yıl içerisinde nakde dönüşebilecek varlıkların tümünü kapsamaktadır. Tablo 53'de ise detaylı olarak işletme giderler ve dolayısıyla ihtiyaç olunan işletme sermayesinin yıllara göre dağılımı sunulmuştur.

Tablo 53. Tesis işletme sermaye ihtiyacı

Genel Giderler/Yıllar	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Sabit İşletme Giderleri (€)										
Sigorta giderleri	1.750	1.925	2.118	2.329	2.562	2.818	3.100	3.410	3.751	4.126
Güvenlik	1.500	1.650	1.815	1.997	2.196	2.416	2.657	2.923	3.215	3.537
Genel yönetim giderleri	1.000	1.100	1.210	1.331	1.464	1.611	1.772	1.949	2.144	2.358
Sabit Masraflar Toplamı	4.250	4.675	5.143	5.657	6.222	6.845	7.529	8.282	9.110	10.021
Değişen İşletme Giderleri (€)										
Hammadde Taşıma (50 km)	14.043	14.746	15.483	16.257	17.070	17.923	18.819	19.760	20.748	21.786
ATY Taşıma Maliyeti (410 km)	113.690	119.375	125.343	131.610	138.191	145.100	152.355	159.973	167.972	176.371

Enerji	83.025	87.176	91.535	96.112	100.917	105.963	111.261	116.825	122.666	128.799
Su	500	525	551	579	608	638	670	704	739	776
Haberleşme, komünikasyon	850	893	937	984	1.033	1.085	1.139	1.196	1.256	1.319
Personel giderleri	8.400	8.820	9.261	9.724	10.210	10.721	11.257	11.820	12.411	13.031
Eğitim danışmanlık	1.500	1.575	1.654	1.736	1.823	1.914	2.010	2.111	2.216	2.327
Pazarlama, satış ve dağıtım	3.500	3.675	3.859	4.052	4.254	4.467	4.690	4.925	5.171	5.430
Müşavirlik hizmet alımı	2.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bakım-onarım	29.182	30.641	32.173	33.782	35.471	37.244	39.106	41.062	43.115	45.270
Beklenmeyen giderler	15.000	15.750	16.538	17.364	18.233	19.144	20.101	21.107	22.162	23.270
Değişen Masraflar Toplamı	272.190	283.175	297.333	312.200	327.810	344.201	361.411	379.481	398.455	418.378
Toplam	276.440	287.850	302.476	317.857	334.032	351.045	368.940	387.763	407.565	428.399

Sabit İşletme Giderleri yıllık %10, Değişen İşletme Giderleri yıllık %5 artış ile hesaplanmıştır.

Buna göre işletme giderleri yıllara göre dağılımı aşağıda verilmiştir.

Tablo 54. Yıllık işletme giderleri toplamı

Genel Giderler/Yıllar	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Sabit Masraflar Toplamı	4.250	4.675	5.143	5.657	6.222	6.845	7.529	8.282	9.110	10.021
Değişen Masraflar Toplamı	272.190	283.175	297.333	312.200	327.810	344.201	361.411	379.481	398.455	418.378
Toplam	276.440	287.850	302.476	317.857	334.032	351.045	368.940	387.763	407.565	428.399

Proje konusu yatırımın ilk yılında işletme sermayesi ile birlikte 1.834.931 € (I.senaryo için) ve 1.728.690 € (II.senaryo için) finansman ihtiyacı vardır. Toplam finansman ihtiyacı aşağıda tablolarda her iki opsiyon için verilmiştir. Bu ihtiyaç öz sermaye ve/veya kredi ile karşılanacaktır. Ancak kredi kuruluşları projenin kredibilitesinden daha çok işletmenin kredibilite durumunu değerlendirdikleri için tesisi kuran işletmenin tüzel kişiliği de ön plana çıkacaktır. Konuyla alakalı olarak proje finansman kaynakları bölümde detaylı bilgi verilmiştir.

Tablo 55. Yatırım dönemi ihtiyaçları

Finansman İhtiyacı	Toplam (€)
Sabit Yatırım Tutarı	1.650.908
Gelirler Toplamı	92.417
İşletme Sermayesi Yatırımı	276.440
Genel Yatırım Tutarı	1.834.931

Tablo 56. Yatırım dönemi ihtiyaçları-taşıma maliyetsiz

Finansman İhtiyacı	Toplam (€)
Sabit Yatırım Tutarı	1.650.908
Gelirler Toplamı	198.658
İşletme Sermayesi Yatırımı	162.750

Genel Yatırım Tutarı	1.615.000
----------------------	-----------

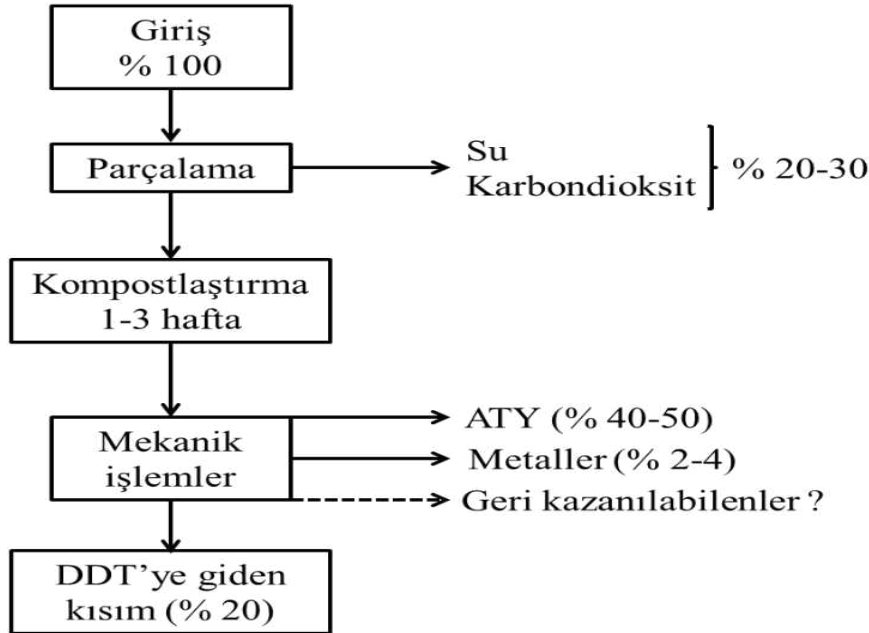
Bu duruma göre tesisin ilk yılında ihtiyacı olan yatırım tutarı 1,62-1,83 milyon € arasında değişebilir (ATY taşınma durumuna göre karlılık değişiklik gösterecektir). Tesisin basit geri ödeme hesabına göre yatırımın geri dönüş süresi

3.2. Üretim Teknolojisi

3.2.1. ATY Prosesi

Atık içerisinde nem kaçınılmaz bir durumdur. Bunun uzaklaştırılması için biyolojik kurutma prosesi devreye girmektedir. ATY üretimi için kurutma önemli bir basamaktır. Tipik bir biyolojik kurutma sistemi akım şeması Şekil 39'da verilmiştir.

Şekil 38. Biyolojik kurutma sistemi akım şeması



Bu aşamada, atığın daha kolay ve verimli bir şekilde ayrılması/parçalanması/tane boyutunun düşürülmesi için içerdiği nem ısı ile uzaklaştırılmaktadır. Bu sistemde mekanik ayırma, biyolojik arıtmadan sonra gerçekleştirilir. Biyo-kurutma prosesinde önce atık parçalanarak, biyo-kurutma tankına (hüresine) alınır. Mikrobiyolojik faaliyet ile ısı (reaksiyon ısı) üretimi için uygun şartları sağlamak amacıyla havanın atık içine iyice nüfuz etmesi amaçlanır. Ancak mikrobiyolojik faaliyet için de suya ihtiyaç duyulduğundan, atığın su muhtevası yaklaşık olarak %15-20 mertebesinde tutulmalıdır. Hava akımının proseste geri geri devir yoluyla kirli hava miktarının azaltılması da sağlanır. Son olarak atıkların kurutulması ile karışımın (atık kütlelerinin) kalorifik değeri artırılmış olur (1). Biyolojik kurutma yaklaşımının ilk amacı, bir yakma tesisi veya kütleli yakma bileşeni içeren endüstriyel tesisten daha düşük bedele, çimento fırınlarında yakılabilecek yüksek kaliteli ATY eldesidir. Nüfusu 1.000.000 kişi ve yıllık nüfus artış hızı %1,67 olan bir yerleşim yeri için kişi başı atık üretimi 1,14 kg/kişi-gün olup atık

bileşimi %40 biyoatık, %18 kâğıt/karton, %10 plastik, %10 cam, %5 metal, %10 ince kısım ve %7 diğer atıklar olarak verilmiştir (43).

Bu tarz atıklara ait ısı değerleri Tablo 57'de verilmiştir.

Tablo 57. Kentsel katı atık bileşenlerinin tipik ısı değerleri

Bileşen	Isıl değer kuru ağırlık (kJ/kg)
Gıda atıkları	4.640
Kâğıt	16.704
Karton	16.240
Plastikler	32.480
Tekstil atıkları	17.400
Kauçuk	23.200
Deri	17.400
Bahçe atıkları	6.496
Tahta	18.560
Cam	139
Demir içermeyen metaller	696
Demir içeren metaller	696
Toz, kül ve benzer yapıda diğer atıklar	6.960

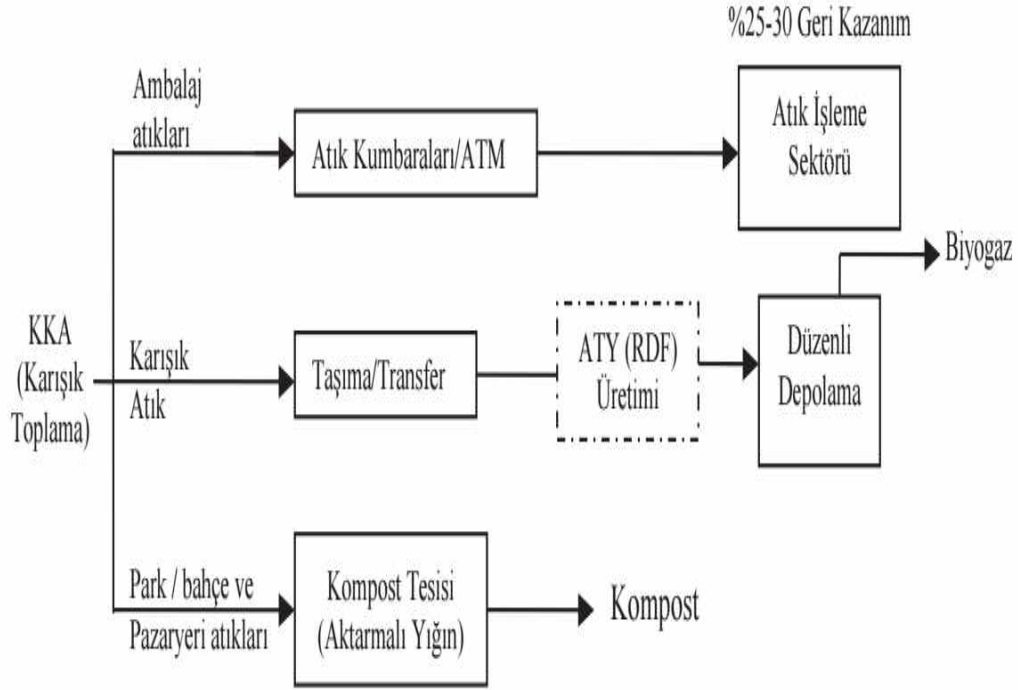
Atığın kompozisyonu analiz ile belirlenmeye çalışılır. Kentsel atık için nem oranları Tablo 58'de verilmiştir.

Tablo 58. Kentsel katı atık nem içeriği

Atık	Nem Değeri (%)
Gıda atıkları	70
Kâğıt	6
Karton	5
Plastikler	2
Tekstil atıkları	10
Deri	10
Bahçe atıkları	60
Cam	2
Demir içermeyen metaller	2
Demir içeren metaller	3

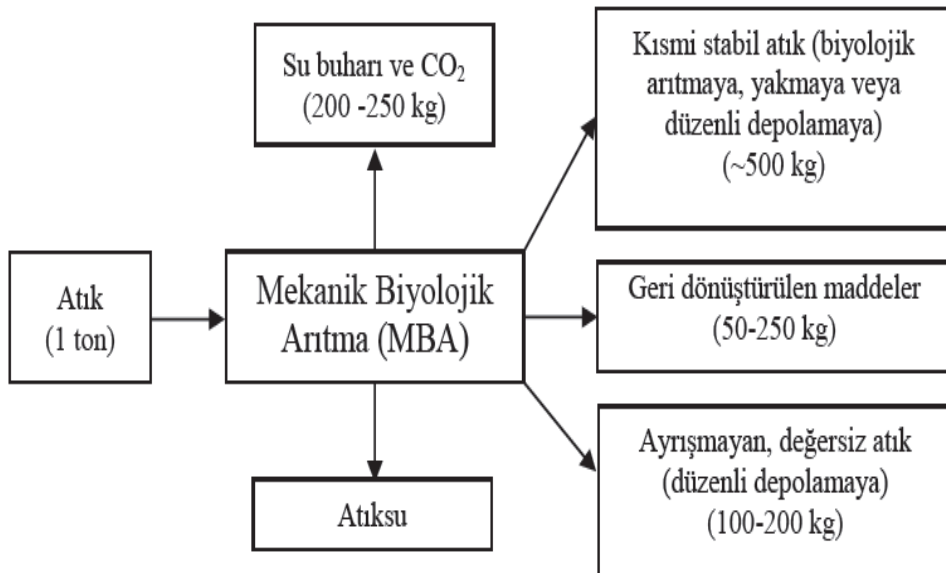
Ülkemizde gibi kaynağında ayrıştırma kültürü olmayan ülkelerde karışık toplanan evsel çöpün ayrıştırılması ve değerlendirilme süreci aşığıda Şekil 40' da verildiği gibidir.

Şekil 39. Evsel katı atıkların değerlendirilme süreci



Tipik atık değerlendirme prosesinde kütle dengesini oluşturan 1 ton atığın girişten itibaren dağılımı Şekil 41'de gösterilmiştir.

Şekil 40. Tipik atık değerlendirme prosesin de kütle dengesi



Parçacık boyutu düşürülen atığın eğer enerji üretimi amaçlı kullanılacaksa depolama yerine bir sonraki istasyona geçirilmesi sağlanır. Bu da mekanik eleme/ayırma prosesidir.

Bu aşama, boyut küçültme/parçalama, demirli ve demirsiz (demir dışı) metallerin ayrılması, ısı işlemler ve elemelerdir. Bu aşama sonrasında kalan atığın organik içeriği yüksekse anaerobik yada aerobik fermentasyon ile enerji eldesi sağlanabilir (43).

3.2.2. ATY Üretim Aşamaları

Yanma prosesi ve çalışma parametreleri kullanılacak atığın özelliklerine göre belirlenir. Örneğin evsel atıkları yakacak olan bir yakma prosesinde aşağıdaki özellikler aranır;

- i. Atık yakıtı hazırlamak için bir atık kullanılmışsa bunun türü,
 - ii. Alternatif yakıt için depolama tekniği,
 - iii. Yanma mahalline nasıl besleneceği,
 - iv. Yanma prosesinde kullanılan yakıt karışımı,
 - v. Yanmanın türü,
 - vi. Alternatif yakıtın depolandığı yerden yakma haznesine beslenme şekli,
 - vii. Bazı bileşen toleransları: Örneğin, klor içeriği <math><0,3</math> sıralanabilir.
- Bu maksatla kullanılacak katı atık yakıt türleri kategorileri aşağıdaki gibidir;

- i. Kentsel katı atıklardan (ağırlıklı olarak evsel atıklar),
- ii. Ticari, büyük hacimli atık, dökme evsel atık ve diğer atıkların karışımından,
- iii. Tek kuru atık kanalından veya seçilmiş homojen atık kanallarından,
- iv. Filtre pastası, çamurlar ve diğer ıslak atıklardan.

Bir diğer husus ise yakma prosesinin talep ettiği parçacık boyutudur. Alternatif yakıtın boyutu mutlaka yakma prosesi için uygun biçimde olmalıdır. Ayrıca temizleme prosesi, mekanik işleme ve ufalama yoluyla, malzemenin çöp içeriğini ve yabancı maddelerini ayrıştırılabilir. Böylece, su ve kül oranlarıyla oynayarak, farklı yakıt kalitesi aralığına ve yakıt verimliliğine ulaşmak mümkün hale gelir (1).

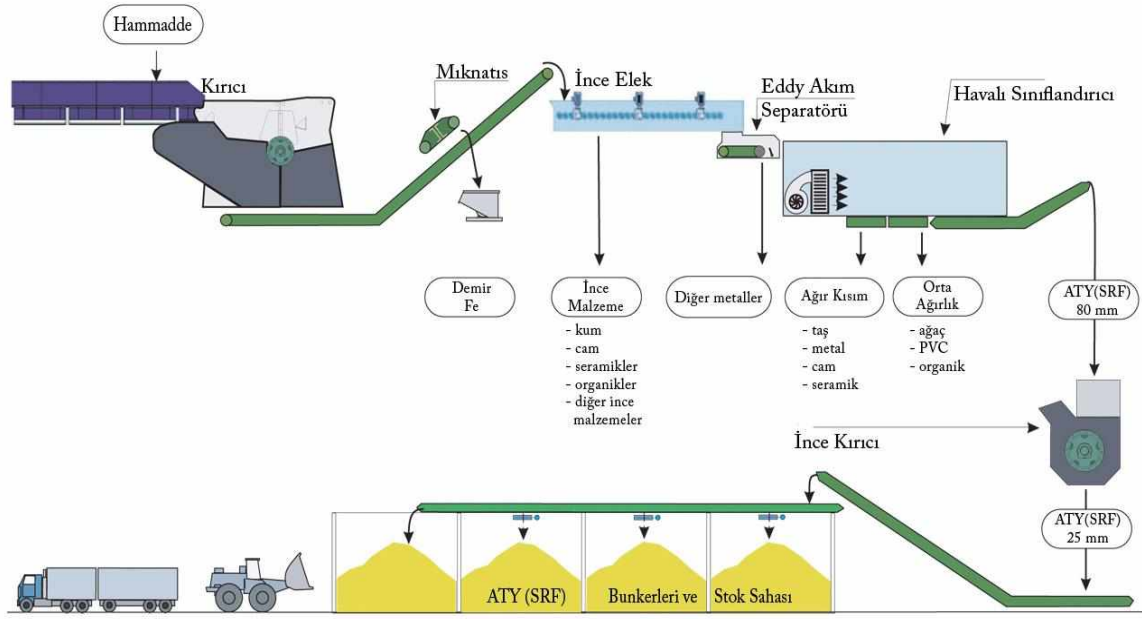
Buna göre aşamalar sırasıyla (23);

1. Katı atığı ayrıştırma (örneğin; evsel atık) ve ayıklama (niteliklerine göre sıralama) işleminden önce hacimli kısımları kırma ve parçalama,
2. Manyetik ayıklayıcı kullanma,
3. Karıştırma ve eleme işlemlerini kapalı alanlarda gerçekleştirme,
4. Son Parçalama
5. Kurutma ve granül haline getirme
6. ATY olarak depolama/paketleme

Tasnif etme ve ufalama, ayıklamanın etkin olması ve ısı işlemleri kolaylaştırmak için temel işlemlerdir. Boyut-küçültme, yüksek maliyetlerde çok enerji gerektirirse de proses gereği fiziksel olarak boyut küçültmek kaçınılmazdır. Plastik imalatından veya atık kâğıdın işlenmesinden gelen kırpıntı atıklar gibi kaynağında ayrılmış olarak gelen atıklardan ATY üretim prosesi daha kolaydır. ATY üreten ve

Bununla beraber bir diğer önemli husus, atık çıkartan ile bu atıktan yakıt elde etmeye çalışan taraflar arasında bir iletişim olması, atığın toplama usulünün bilinmesi veya üretilen atık yakıtın kalitesinde problem çıkaracak parçaların kaynağından ayrıştırılması, ATY'nin kalitesini değiştiren bir husustur. ATY üretim proses akışı aşağıda verilmiştir.

Şekil 41. Örnek ATY üretim tesisi.



Niteliklerine göre derecelendirme (ayıklama)

Karışık gelen malzemeden, sadece kalorifik değeri yüksek olanları ve zararsız olanların seçilmesidir. Böylece alternatif yakıt için elverişli malzemelerin seçimi sağlanmış olur. Kalorifik değeri olmayan malzemeler de böylelikle ayrıştırılmış olacaktır. Depolamaya gidecek malzeme miktarı da ciddi oranda düşürülmüş böylece depolama tesisi ömrü uzamış olacaktır. Bazı atık stratejileri sadece tepkimesiz malzemeleri ve metalleri ayırır ve aynı zamanda organik madde ve nem miktarlarını da düşürür. Geride kalan malzeme doğrudan ürünün içine gider ve böylece, kendiliğinden çöp doldurmaya gönderilecek malzeme miktarı azalmış olur (43).

Demirli metallerin ayrılması

Malzemenin akış yolunun tam üzerine ve konveyör bandının üstüne uzunlamasına olacak şekilde bir bant üstü manyetik ayıklayıcı koyarak ayrıştırma yapılabilir. Manyetik tamburlu ayıklayıcı veya manyetik tambur kullanarak malzemeyi tekrardan ayıklamak mümkündür. Çünkü küçük demir parçacıklar hala manyetik olmayan katmanın altında kalabilmektedir. Ancak bandın hızı ideal olmalı ki bant akan malzemenin yığılması ve yüksekliği çok olmamalıdır. Eğer sistemde manyetik tamburlu ayıklayıcı kullanılacaksa malzemeyi yukarıdan beslemek için gerekli düzenek kurulmalıdır.

Manyetik tamburlu ayıklayıcılarda yukarıdan beslemeli tasarımın avantajları; demirli parçalar doğrudan en yüksek manyetik alanla yüz yüze gelirler ve sonuç olarak ince taneli parçacıklar da ayıklanabilir. Diğer taraftan manyetik ayıklayıcılar genelde paslanmaz çelik malzemeleri ayıramazlar. Çünkü paslanmaz çelikler ya hiç manyetik değildir veya sadece çok az derecede olabilirler. Manyetik ayıklama yönteminin uygulanması, işlenecek atıkların türüne ve atık yakıtın talep edilen özelliklerine bağlıdır. Aşınmayı azaltmak için demirli (ve demir-dışı) metalleri ayıklamaya olan ihtiyaç, eğer ürünün gereken özellikleri için doğrudan bir ufalama gerekiyorsa yardımcı olacaktır. Demirli veya demir-dışı malzeme ayıklama ve/veya eleme yoluyla ince kısmın ayrılması, eğer kül miktarı sınırlandırılmışsa, yardımcı olacaktır. Yanma teknolojisi, katı atık yakıt içinde sadece çökeltme hızı düşük parçacıklara müsaade ediyorsa, havalı tasnif ekipmanları da gerekebilir (43).

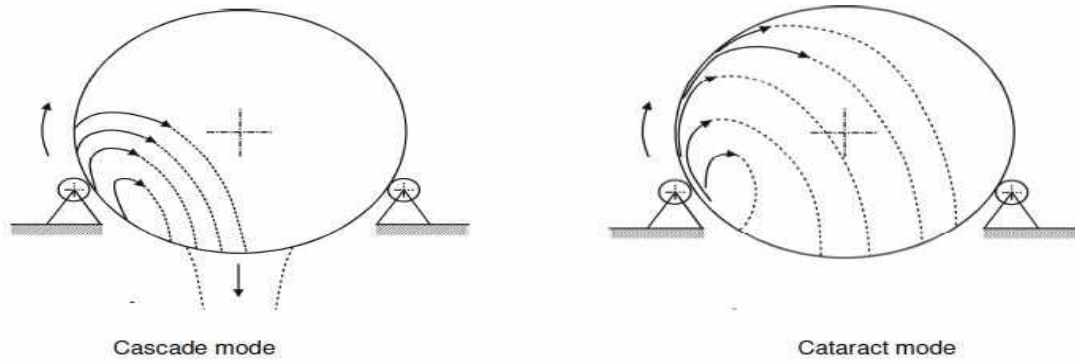
Demir dışı metallerin ayrılması

Foucault (Eddy) Akımlı ayıklayıcı tarafından ayrılmadan önce, atığın demir dışı elementlerinin tanecik boyutunu 3 mm ile 150 mm arasında olacak biçimde hazırlanması gerekebilir. İnce tanecikli demir dışı metalleri ayırma işlemini daha da iyileştirmek için yüksek frekansla değişen manyetik alan kullanılması gerekebilir. Manyetik kutup sistemini merkezden kaçık olarak konumlandırmak gerekebilir. Ayıklama işleminden iyi sonuçlar elde etmek amacıyla, tek tanecik katmanı oluşturan titreşimli oluklar kullanılabilir. (Eddy) Foucault Akımı öncesi, üstten beslemeli düzende manyetik tambur ile ince tanecikli demirli parçacıkların ayrılması sağlanabilir. Ancak bu yönteminde istisnası alüminyum folyo ve bakır tel gibi uzunca veya geniş yüzeyli malzemeleri ayırması zordur, çünkü bu malzemelerdeki Foucault akımı zayıftır (42).

Döner tambur elekler

Tamburun dönüş hızına bağlı olarak, farklı çalışma koşulları oluşturmak mümkündür. Kademeli (dalga dalga, cascade) veya çağlayan biçiminde (cataract) farklı çalışma koşullarıdır. Şekil 43'te döner tambur elekler ve konumları görülebilmektedir.

Şekil 42. Döner tambur elekler.



Elek içine malzemeyi alıp yukarı kısımlara taşıyacak parçalar eklenmiştir, bu şekilde malzeme yukarıdan elekteki boş alanlara düşer. Tasarıma göre yüksek oranlarda kaba tanecikli (yaklaşık 100-250 mm) malzemenin eleğe yüklenmesi, elek gözeneklerini tıkayarak verimliliğin düşmesine ve yoğun miktarda ince tanecikli fazlalıkların oluşmasına yol açabilir. Bu dezavantajına rağmen ayırma işlemi için titreşimli ekipmanlara gerek duyulmaması, yüksek oranda homojenlik sağlaması, çoğunlukla yüksek oranda ağır metal maddeleri ihtiva eden parçacıkların yapıştığı yüzeylerin temizlenmesi gibi olumlu yanları da vardır.

Bitişik kızılötesi spektroskopi

Ayrılması gereken malzemenin sisteme beslenmesi çoğunlukla taşıyıcı bantlar tarafından yerine getirilir. Taşıyıcılar genellikle yüksek hızda hareket ederler ve neredeyse bir nevi yalıtım perdesi oluştururlar. Taşıyıcı bandın üst kısmına halojen lambalar ve algılayıcı yerleştirilir. Algılayıcının üzerinde bir bitişik kızılötesi spektroskopi (NIR) sensörü bulunur ve bu sensör tüm eni genişliğince bandı tarar ve edindiği farklı malzemelerin karakteristik spektrumlarını, veri olarak işlemciye gönderir. Bu sinyaller veri tabanı ile mukayese edilir. Analiz, taşıyıcı bant üstündeki gerçek durumun hesaplanmasını dikkate alır ve ölçümler saniyenin çok küçük bir bölümünde sonuçlanır. Boşaltma ucunun ön tarafına yerleştirilmiş hava püskürtme nozülleriyle, derecelendirme işlemi başlar. Birbirinden yaklaşık 30 mm uzak yerleştirilmiş birkaç tane tekli hava püskürtme nozülü bir nozül grubu oluşturur.

Bu tekniğin uygulanması, arıtılması gereken yüksek oranda klor ve ağır metaller içeren atıkları meydana getirir. Sistemde, koyu kahverengi ve siyah malzemelerin ayrılması imkânsızdır, çünkü ışığın neredeyse tamamı bu renkler tarafından yutulur ve böylece sensöre herhangi bir geri ışık yansıması olmaz. Bu teknik, atık yakıt içindeki bazı bileşiklerin oranının azaltılması için uygulanır ve böylece üretilen atık yakıtın istenilen kalitesi sağlanmış olur.

Otomatik toplama ve ayırma

Malzeme, taşıyıcı bandı besleyen bir titreşimli oluktan geçer. Taşıyıcı bandın altında bir metal algılayıcı yerleştirilmiştir, algılayıcı her bir parçanın özel verilerini bilgisayar ünitesine gönderir. Ayrıca, taşıyıcı bandın üst kısmında renkli bir kamera bulunur ve parçacıklar hakkındaki verileri toplayarak bilgisayar ünitesine gönderir. Her iki bilgi akışı da özel bir yazılım tarafından analiz edilir, ancak ondan sonra bilgisayar hangi parçacığın dışarı çıkarılacağını ve hangi parçanın kalacağını (pozitif veya negatif derecelendirme) bildirmek üzere nozüllere impulslar gönderir. Kabul edilen ve reddedilen ürünler, ayrı ayrı bantlarla bir sonraki işleme veya depolanmaya gönderilir. Bu ayırma sistemi, atıkların içindeki farklı malzemelerin tasnif edilmesindeki verimliliği artırır. Beslenen malzemenin niteliğine bağlı olarak, 1.200 mm genişliğinde bir bantla, tanecik boyutu 3–250 mm arasında değişen bir malzemede, 2–8 ton/saat işleme kapasitesine ulaşmak mümkündür. Otomatik ayırma prosesi, atık işleme sektöründe, gittikçe artan bir ün kazanmaktadır ve özellikle bir üründen belirli özellikler talep edildiği zaman söz konusudur.

Kurutma

Atıklar neme doymuş halde veya nemli halde olabilirler. Bünyelerindeki nemin uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu maksatla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Yerçekimi, merkezkaç kuvveti, döner-tamburlu kurutma vb yöntemler uygulanabilir.

Isı ile Kurutma

Kurutma için bilinen en geçerli yöntemdir. Ancak bunun için ısı kaynağına ihtiyaç vardır. Isıyı yayarak geniş yüzey alanı oluşturan ısı yayımlı kurutuculardan geçirilen atıklar sıcak ile temas edince nemi salıverirler. Ancak uzaklaştırılan nemde aynı zamanda toz ve kokuda olacaktır.

Biyolojik Bozunma ile Kurutma

Uygulanan sisteme bağlı olarak, biyolojik bozunma esnasında ortaya çıkan proses sularının kanala salınmadan önce temizlenmesi gerekmektedir. Biyolojik faaliyeti sürdürmek için, sisteme hava takviye edilebilir. Hava verme neticesinde oluşacak egzoz havası da toplanıp filtre edilmesi gerekmektedir. Atık su arıtma çamurunu kuruturken ısı enerjisi kullanılmak daha uygundur. Çünkü ısı kurutma işlemindeki enerji geri kazanımı daha yüksektir.

Granül haline getirme

Diskli topaklayıcıların metal bir gövdesi ve içinde bir veya birden fazla diskleri bulunur. Malzemeyi daha iyi karıştırmak için özel bir biçime sahip diskler, dönmeye başladığında sürtünme enerjisi sürtünme ısısına dönüşür. Malzeme bir taraftan karıştırma dolayısıyla homojen hale gelirken, diğer taraftan artan sürtünme ısısı dolayısıyla da erimeye başlar. Malzeme plastikleşmeye başladığı anda, enerji tüketimi artar ve tepkime kabının boşaltılması için bir sinyal gönderilir. Proses sonunda, malzemenin soğutulması gerekir. Bu durum ile ürünlerin yoğunlukları artabilir.

3.3. İnsan Kaynakları

Aksaray İli lokasyon açısından Anadolu'nun ana arterlerinden birisinin geçiş noktası üzerinde kurulu sanayisi geçmiş ve potansiyeli olan, halihazırda sanayileşme anlamında yıldızı parlayan bir konumdadır. 12 Fakülte, 6 Meslek Yüksek Okulu ve 3 Enstitü ile önlisans, lisans ve yüksek lisans eğitimi sunulan Aksaray Üniversitesi İl'e sosyal, ekonomik ve kültürel olarak pozitif bir katkı sağlamaktadır. Yeni kurulacak bir işletme için yer seçiminde tercih edilen o bölgede üniversitenin varlığı istihdam anlamında bir destekleyici unsurdur. Dolayısıyla tesiste istihdam ile ilgili durum analizi için İl'in genel nüfus, eğitim-öğretim yapısı irdelenmelidir.

Aksaray'ın yıllara göre nüfusu aşağıda Tablo 59'da verilmiştir (58).

Tablo 59. Aksaray köy ve şehir nüfusu

Yıl	Köy	Şehir	Toplam
2015	135.687	250.827	386.514
2016	134.856	261.817	396.673
2017	123.150	279.254	402.404
2018	126.670	285.502	412.172
2019	122.489	293.878	416.367

Bu tabloya göre 2019 yılı nüfusu 416.367'dir. Sanayisi gelişen bir il olması Aksaray'ı göç alan ve veren bir il olarak konumlandırmıştır. Aksaray göç durumu aşağıda tabloda verilmiştir (58).

Tablo 60. Aksaray göç durumu

Dönem	Toplam nüfus	Aldığı göç	Verdiği göç	Net göç
2018-2019	416.367	13.689	15.672	-1.983
2017-2018	412.172	16.680	14.441	2.239
2016-2017	402.404	14.139	13.799	340
2015-2016	396.673	15.234	12.294	2.940
2014-2015	386.514	12.205	14.164	-1.959

İleri dönük nüfus projeksiyonuna göre ise 2025 yılında Aksaray 450.853 kişilik bir şehir olacaktır (58).

Tablo 61. Aksaray ve Türkiye Nüfus Projeksiyonu

Yıl	Türkiye	Aksaray
2017	80.810.525	402.404
2018	81.867.223	412.172
2019	82.886.421	416.367
2020	83.900.373	420.599
2021	84.908.658	426.661
2022	85.911.035	432.730
2023	86.907.367	438.818
2024	87.885.571	444.858
2025	88.844.934	450.853

İl nüfusunun eğitim kademelerine göre dağılımı tabloda sunulmuştur.

Tablo 62. İl nüfusunun eğitim kademelerine göre dağılımı-I

Yıl	Genel toplam			Okuma yazma bilmeyen			Okuma yazma bilen fakat bir okul bitirmeyen			İlkokul			İlköğretim		
	Toplam	E	K	Toplam	E	K	Toplam	E	K	Toplam	E	K	Toplam	E	K
2015	280.416	138.006	142.410	16.716	2.157	14.559	14.227	4.524	9.703	85.357	36.751	48.606	56.469	30.796	25.673
2016	288.698	141.620	147.078	15.909	1.988	13.921	13.699	4.219	9.480	82.858	35.311	47.547	50.936	28.470	22.466
2017	292.858	143.494	149.364	15.183	1.843	13.340	13.184	3.953	9.231	80.776	34.031	46.745	52.461	29.160	23.301
2018	298.858	146.175	152.683	14.500	1.682	12.818	12.545	3.634	8.911	73.906	30.254	43.652	53.969	29.519	24.450
2019	302.658	148.596	154.062	13.555	1.494	12.061	11.826	3.366	8.460	70.646	28.750	41.896	34.569	19.144	15.425

Tablo 63. İl nüfusunun eğitim kademelerine göre dağılımı-II

Yıl	Ortaokul ve dengi meslek okulu			Lise ve dengi meslek okulu			Yüksekokul veya fakülte			Yüksek lisans (5 veya 6 yıllık fakülteler dahil)			Doktora			Bilinmeyen		
	Toplam	E	K	Toplam	E	K	Toplam	E	K	Toplam	E	K	Toplam	E	K	Toplam	E	K
2015	28.646	16.893	11.753	47.879	28.892	18.987	26.269	15.107	11.162	1.773	1.195	578	526	326	200	2.554	1.365	1.189
2016	36.362	20.636	15.726	54.377	31.292	23.085	29.145	16.535	12.610	1.866	1.247	619	540	332	208	3.006	1.590	1.416
2017	38.822	21.905	16.917	55.144	31.677	23.467	30.420	16.915	13.505	2.648	1.742	906	703	437	266	3.517	1.831	1.686
2018	43.796	24.481	19.315	59.660	34.237	25.423	32.699	17.836	14.863	2.996	1.960	1.036	716	438	278	4.071	2.134	1.937
2019	66.706	36.828	29.878	61.902	35.482	26.420	34.773	18.589	16.184	3.372	2.132	1.240	735	459	276	4.574	2.352	2.222

Diğer taraftan çalışma çağındaki nüfus (15-65 yaş arası) istatistikleri ve bu istatistiğin İl'in genel nüfusuna oranı istihdam olanaklarının tespiti için önem arz etmektedir. Bu veriler de Tablo 64'de verilmiştir.

Tablo 64. Çalışma çağındaki nüfusun genel nüfusa oranı

Yaş Aralığı	Yıl	Kişi	Toplam Nüfusa Oranı (%)
15-19	2015	35.719	9,24
	2016	37.187	9,37
	2017	36.398	9,05
	2018	35.603	8,64
	2019	34.206	8,22
20-24	2015	29.569	7,65
	2016	32.079	8,09
	2017	33.339	8,28
	2018	34.312	8,32
	2019	36.496	8,77
25-29	2015	29.547	7,64
	2016	29.939	7,55
	2017	29.838	7,41
	2018	29.932	7,26
	2019	29.727	7,14
30-34	2015	29.961	7,75
	2016	29.945	7,55

	2017	30.072	7,47
	2018	30.667	7,44
	2019	30.727	7,38
35-39	2015	29.605	7,66
	2016	30.742	7,75
	2017	31.121	7,73
	2018	31.429	7,63
	2019	30.873	7,41
40-44	2015	26.234	6,79
	2016	26.739	6,74
	2017	27.038	6,72
	2018	27.939	6,78
	2019	28.261	6,79
45-49	2015	19.894	5,15
	2016	21.247	5,36
	2017	23.317	5,79
	2018	25.091	6,09
	2019	26.383	6,34
50-54	2015	21.508	5,56
	2016	22.269	5,61

	2017	21.682	5,39
	2018	22.043	5,35
	2019	21.105	5,07
55-59	2015	16.361	4,23
	2016	16.242	4,09
	2017	17.429	4,33
	2018	18.774	4,55
	2019	19.915	4,78
60-64	2015	14.239	3,68
	2016	15.227	3,84
	2017	15.320	3,81
	2018	15.632	3,79
	2019	16.735	4,02

Yukarıdaki veriden farklı olarak genç nüfus istatistikleri ve bu istatistiğin çalışma çağındaki nüfusa oranı da aşağıda verilmiştir.

Tablo 65. Genç nüfus istatistikleri ve genel nüfusa oranı

Yaş Grubu	Yıl	Adet	Çalışma çağındaki nüfusa oranı (%)
15-19	2015	35.719	14,14
	2016	37.187	14,21
	2017	36.398	13,71
	2018	35.603	13,12

	2019	34.206	12,46
20-24	2015	29.569	11,70
	2016	32.079	12,26
	2017	33.339	12,55
	2018	34.312	12,64
	2019	36.496	13,30

İl ve ilçelerde yatırım konusunun gerektirdiği nitelikteki istihdama erişim durumunun ortaya konması için aşağıdaki tablo hazırlanmıştır. Kurulacak olan tesiste tercih edilecek çalışanlar lise ve dengi okul ve üzeri olacağından tablo da verile buna göre hazırlanmıştır (58).

Tablo 66. İlçe bazında eğitim durumu

Yıl	İlçe	Lise Ve Dengi Meslek Okulu	Doktora	Yüksek Lisans (5 Veya 6 Yıllık Fakülteler Dahil)	Yüksekokul Veya Fakülte
2015	Ağaçören	463	3	13	246
	Eskil	860	9	39	583
	Gülağaç	916	7	12	259
	Güzelyurt	467	2	8	155
	Merkez	24.364	478	1.606	18.606
	Ortaköy	2.424	11	76	1.382
	Sarıyahşi	474	2	6	179
2016	Ağaçören	569	3	12	258
	Eskil	1.030	10	34	676

	Gülağaç	1.039	6	11	282
	Güzelyurt	510	2	10	173
	Merkez	26.187	489	1.697	20.459
	Ortaköy	2.698	12	76	1.511
	Sarıyahşi	482	2	10	175
2017	Ağaçören	534	3	18	252
	Eskil	951	10	74	687
	Gülağaç	1.010	8	17	277
	Güzelyurt	504	3	24	220
	Merkez	25.471	625	2.287	21.287
	Ortaköy	2.505	26	110	1.600
	Sarıyahşi	459	2	19	179
	Sultanhanı	431	5	19	166
2018	Ağaçören	647	3	23	286
	Eskil	1.113	11	77	785
	Gülağaç	1.202	8	24	354
	Güzelyurt	585	3	29	270
	Merkez	27.374	638	2.580	22.404
	Ortaköy	2.780	23	116	1.778
	Sarıyahşi	810	4	27	340

	Sultanhanı	507	5	24	248
2019	Ağaçören	655	4	25	287
	Eskil	1.165	10	90	795
	Gülağaç	1.325	8	25	356
	Güzelyurt	780	3	30	262
	Merkez	28.008	660	2.919	23.855
	Ortaköy	2.767	20	139	1.918
	Sarıyahşi	627	3	21	248
	Sultanhanı	536	5	26	299

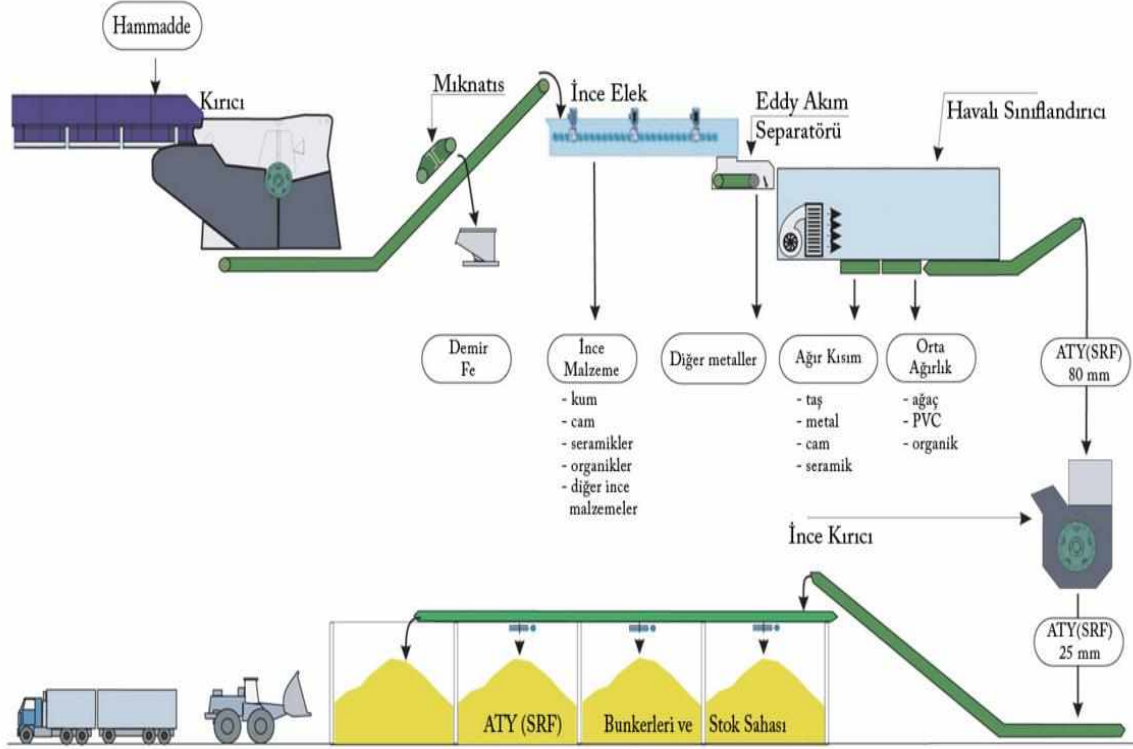
Tesiste en az lise mezunu olmak kaydıyla 10 işçi ve 2 adet yönetici pozisyonunda çalışan istihdam edilecektir. Yönetici/idareci pozisyonu için mühendislik eğitimi almış kişiler tercih edilebilir. Çalışanlar için asgari ücret (brüt 2.943; net 2.324 TL), diğer pozisyondakiler içinse 5.000 TL brüt maaş düşünülmüştür. Avrupa İstatistik Ofisi'nin (Eurostat) 2020 yılı ilk yarısına ait verilerine göre Avrupa'da aylık asgari ücret açısından ülke bazlı durum şu şekildedir: Lüksemburg 2.142 €, İrlanda 1.656 €, Hollanda 1.636 €, İngiltere 1.599 €, Belçika 1.594 €, Almanya 1.584 € ve Fransa 1.539 € şeklindedir (59). AB'deki bir ATY tesisi için asgari ücret ortalama 1.500 € alınırken yönetici/idareci maaşı ise 2.500 € alınabilir.

4.FİNANSAL ANALİZİ

4.1.Sabit Yatırım Tutarı

Kurulacak olan ATY tesisine ait benzer akış diyagramı Şekil 44'te verilmiştir.

Şekil 43. ATY tesisi benzer proses akışı



Aksaray'da kurulacak olan ATY tesisi için saatlik kapasite; tesis 24 saat/gün çalışırsa 2,5-3 ton/h, 8 saat/gün çalışırsa 7-8 ton/h olacaktır. 9 ton/saat kapasiteli ATY tesisinin ekipmanları ile tesisin toplam yatırım maliyetleri sırasıyla Tablo 67 ve 68'de verilmiştir (43).

Tablo 67. 9-16 ton/saat kapasiteli ATY tesis maliyetleri

Ekipmanlar	Kapasite (Ton/h)	Yaklaşık Maliyet (€)
Kaba kırıcı (ön parçalayıcı)	6-25	240.000-500.000
Magnetik separatör	5-15	15.000-45.000
Balistik separatör	15-25	195.000-300.000

Son parçalayıcı	26-20	225.000-500.000
Kurutucu	10-25	500.000
Konveyörler		750 €/mt-2.000 €/mt
Döner elek	15-25	75.000-120.000
Hava sınıflandırıcı	5-10	60.000-110.000
Eddy akımlı separatör	5-15	20.000-50.000

Tablo 67'deki maliyetler kullanılarak Aksaray'da kurulması planlanan 8 ton/h ATY üretimi için her bir ekipman maliyeti ise Tablo 68'de verilmiştir.

Tablo 68. Aksaray ATY tesisi ilk kurulum maliyet dağılımı

Ekipmanlar	Yaklaşık Maliyet (€)
Kaba kırıcı (ön parçalayıcı)	290.000
Magnetik separatör	27.500
Balistik separatör	155.000
Son parçalayıcı	205.000
Kurutucu	500.000
Konveyörler	31.250
Döner elek	65.000
Hava sınıflandırıcı	85.000
Eddy akımlı separatör	37.500

Tabloya göre tesis ekipmanları için ilk yatırım maliyeti yaklaşık 1.396.250 € olarak hesaplanmıştır. Tesisin üretime hazırlanabilmesi için üretim ekipmanlarının dışında diğer bazı ihtiyaçlar da olacaktır. Bu kalemler aşağıda tabloda detaylandırılmıştır.

Tablo 69. Tesis toplam kurulum maliyet kalemleri

Maliyet kalemi	Toplam Maliyet (EURO)
Toplam ekipman maliyeti	1.396.250
Ekipmanların kurulumu	41.000
Saha montaj işçiliği, yerinde kurulum	
Enstrümantasyon	19.500
Sıcaklık, basınç, doluluk algılama sensörleri	
PLC yazılımı	
Scada yazılım sistemi	
Boruların döşenmesi	12.750
Muhtelif PVC, PE, çelik borular	
Elektrik tesisatının kurulması	20.500
Otomasyon ve kontrol panosu	
ADP panosu, kablaj, paratoner, topraklama bağlantısı vs.	
Binalar	34.500
Hizmetler ve sahanın hazırlanması	36.500

Arazi alım bedeli (OSB içerisinde parsel maliyeti; 3.641,47 m ²)	39.408
Mühendislik ve denetim	12.500
İnşaat maliyetleri	29.500
Sabit maliyetler	8.500
Toplam yatırım maliyetleri	1.650.908

Aksaray OSB içerisinde kurulması planlanan ATY üretim tesisi toplam kurulum maliyeti 1.650.908 € olarak hesaplanmıştır.

ATY Birim Üretim Fiyatı

Tesis içerisinde kurulan üretim bandındaki ekipmanlar için (ana üretim hattı) işletme maliyetlerinin belirlenmesi gerekmektedir (43).

Tablo 70. 10 ton/h kapasiteli ATY tesisi işletme giderleri

Ekipman	Kapasite (t/h)	İşletme Gideri (€/h)	Üretim Maliyeti Toplam (€/t)
Kırıcı (parçalayıcı)	8	3,62	0,45
Magnetik separatör	8	0,16	0,02
Yoğunlaştırıcı (tane küçültücü)	8	3,62	0,45
Hava separatör	8	0,87	0,11
Kurutucu	8	10,12	1,27
Konveyörler	8	0,43	0,05
Eddy akımlı separatör	8	0,48	0,06
Ayıklama ünitesi (el ile)	8	8,65	1,08

Çekiçli öğütücü	8	21,69	2,71
Peletleyici	8	3,62	0,45

Tablodaki veriler uyarınca ATY tesisi üretim maliyeti 6,65 €/ton olarak hesaplanmıştır. ATY tesisinin işletilebilmesi için ihtiyaç olunan diğer kalemler ise aşağıda Tablo 71'da verilmiştir (43).

Tablo 71. Diğer işletme giderleri

Gider	Birim	Değer	Açıklama
Bakım	0,25	€/ton	Kırıcı bakım maliyeti
	0,45	€/ton	Çekiçli öğütücü bakım maliyeti
	0,6	€/ton	Diğer ekipman
Personel	350	€/kişi/ay	Personel ücreti
Taşıma	0,25	€/km	Hammadde taşıma maliyeti

Bu bilgilere ilave olarak sektörde faaliyet gösteren işletmelerle yapılan görüşmeler neticesinde elde edilen işletme maliyetleri aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Tablo 72'de ise detaylı olarak işletme giderler ve dolayısıyla ihtiyaç olunan işletme sermayesi dağılımı sunulmuştur.

Tablo 72. Tesis işletme giderleri

Genel Giderler/Yıllar	2021
Sabit İşletme Giderleri	€
Sigorta giderleri	1.750
Güvenlik	1.500
Genel yönetim giderleri	1.000

Sabit Masraflar Toplamı	4.250
Değişen İşletme Giderleri	€
Hammadde Taşıma (50 km)	14.043
ATY Taşıma Maliyeti (410 km)	113.690
Enerji	83.025
Su	500
Haberleşme, iletişim	850
Personel giderleri	8.400
Eğitim danışmanlık	1.500
Pazarlama, satış ve dağıtım	3.500
Müşavirlik hizmet alımı	2.500
Bakım-onarım	29.182
Beklenmeyen giderler	15.000
Değişen Masraflar Toplamı	272.190
Toplam	276.440

Kurulacak olan tesiste;

- 61,5 ton/gün ATY (22.447 ton/yıl)
- 5,5 ton/gün ÖTL (2.000 ton/yıl)

üretimi yoluyla alternatif yakıt üretimi yapılması planlanmaktadır.

Tesis çıktısı olacak alternatif yakıt ürünü için üretim maliyeti hesabı yapılırsa;

$276.440 \text{ €} / (22.447 \text{ ton/yıl} + 2.000 \text{ ton/yıl}) = 11,30 \text{ €/ton}$ üretim maliyeti çıkacaktır. Bu seçenekte üretilen ATY 410 km taşınarak ticarileştirilebilmektedir.

Burada ÖTL üretimi yapan işletmelerden alınan saha bilgileri uyarınca ÖTL üretiminde poşet açma, ambalaj açma, ayrıştırma, temizleme vb iş adımları olmadığından ATY'ye göre %15-25 arasında daha düşük bir maliyet ile üretilebilmekte olduğu bilgisi edinilmiştir. Tüm bu bilgiler ışığında kurulacak olan ATY tesisinde tek başına ATY üretimi yapılacak olursa üretilen her 1 ton ATY'nin maliyeti 11,30 €/ton ve her bir ton ÖTL için üretim maliyeti 2,26 €/ton olacaktır.

4.2.Yatırımın Geri Dönüş Süresi

ATY Satış Fiyatı

Çimento sanayinde petro-kok gibi fosil yakıtlara alternatif olarak kullanılan ATY, ancak lisanslı çimento gibi nihai bertaraf tesisine göndermekle yükümlüdür (63). Dolayısıyla ATY'nin değerlendirilebileceği tesisler lisanslı çimento tesislerdir. Aksaray ve civarında (konum olarak Aksaray'a yakın) T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından izin ve lisans belgesi düzenlenmiş bir başka deyişle Lisanslı Yakma ve Beraber Yakma Tesisleri bulunmaktadır. Bunlardan Konya Çimento San. A.Ş., Çimsa Niğde, Ankara, Eskişehir ve Mersin Fabrikaları ile Votorantim Cimentos Nevşehir Öğütme ve Paketleme Fabrikası'na ATY yollanarak yakılabilir. Bu işletmelerle yapılan görüşmeler neticesinde sadece Çimsa Eskişehir Fabrikası (410 km mesafede) ATY alımı yapabildiğini diğerleri ise ATY almadıklarını yada kendi bünyelerinde ATY üretim tesisi kurduklarını ifade etmişlerdir. Nevşehir'deki fabrika ise 2020 Şubat ayından itibaren kapalı oldukları bilgisi alınmıştır.

Bazı çimento işletmeleri, ATY ve diğer bazı yakıtları birlikte karıştırarak yakabilecekleri yasal izinlere sahiptirler. Bu kurumlar, ATY için ödeyecekleri ücreti atık kabulünde yaptıkları analiz sonucuna göre belirlemektedirler. Dolayısıyla ATY satış fiyatı değişiklik gösterebilir. Sektör temsilcileri ve ATY alımı yapan çimento işletmeleri ile yapılan görüşmeler neticesinde bu fizibilite çalışması için 3.500 kcal/kg değerindeki ATY için 12,5 €/ton ve ÖTL içinse 35 €/ton satış fiyatı baz alınmıştır. Bu rakamlar piyasa durumuna, çimento işletmelerinin iş yüküne ve arz/talep dengesine göre değişiklik gösterebilir.

ATY'nin satılabileceği Çimsa Eskişehir Fabrikası için taşıma maliyetleri de hesaplanmıştır. 25 ton kapasiteli tır ile 20-22 ton taşınabileceği kabul edilmiştir. Böyle bir tesis Aksaray'da kurulduğunda ATY satış fiyatına göre tesisin geri ödeme süresi değişecektir. ATY'nin satış fiyatını özellikle çimento sektöründe kalorifik değer tayin etmektedir. Bu tesiste tek başına ATY üretimi yapılacak olursa üretilen her 1 ton ATY başına 1,2 € (12,5 €/ton-11,30 €/ton) kar söz konusu olacaktır. ÖTL için elde edilecek kar ise 32,73 €/ton (35 €/ton-2,26 €/ton olacaktır).

Kurulması planlanan ATY tesisi için hesaplamalar yapılmış ve satış fiyatı/üretim maliyeti analizi Tablo 73'te verilmiştir. Üretilen ATY'nin **410 km taşınarak** satılacak senaryosu üzerinden gidilecek olunursa tesisin ATY satışından elde edeceği 26.712 €/yıl'dır.

Tablo 73. ATY kar/zarar analizi

Özellik	Değer
Üretilen ATY miktarı (ton/gün)	61,50
Üretilen ATY miktarı (ton/yıl)	22.447,50
ATY Üretim maliyeti (€/ton)	11,30
ATY Satış Fiyatı (€/ton)	12,50
ATY kar/zarar (€/ton)	1,19
ATY kar/zarar durumu (€/yıl)	26.712,53

ATY dışında bu tesisin bir diğer ürünü ÖTL olacaktır. ÖTL satışından ise 65.480 €/yıl kar elde edilmesi söz konusudur.

Tablo 74. ÖTL kar/zarar analizi

Özellik	Değer
Üretilen ÖTL miktarı (ton/gün)	5,50
Üretilen ÖTL miktarı (ton/yıl)	2.000,00
ÖTL Üretim maliyeti (€/ton)	2,26
ÖTL Satış Fiyatı (€/ton)	35,00
ÖTL kar/zarar (€/ton)	32,73
ÖTL kar/zarar durumu (€/yıl)	65.480,00

Dolayısıyla tesisin genel bütçe analizi yapılmış ve elde edilen veriler Tablo 75'te sunulmuştur.

Tablo 75. Tesis basit geri ödeme süresi

Özellik	Değer
Tesis Yatırım Maliyeti (€)	1.650.908,47
Net kar/zarar (€)	92.192,53
Basit Geri Ödeme Süresi (yıl)	17,91

Eğer üretilen alternatif yakıt (ATY&ÖTL) 410 km **taşınmaz ise** tesis kar/zarar durumu aşağıdaki gibi olacaktır.

Tablo 76. Diğer işletme giderleri-taşıma maliyetsiz

Genel Giderler/Yıllar	2021
Sabit İşletme Giderleri	€
Sigorta giderleri	1.750
Güvenlik	1.500
Genel yönetim giderleri	1.000
Sabit Masraflar Toplamı	4.250
Değişen İşletme Giderleri	€
Hammadde Taşıma (50 km)	14.043
ATY Taşıma Maliyeti (410 km)	0
Enerji	83.025
Su	500
Haberleşme, iletişim	850

Personel giderleri	8.400
Eğitim danışmanlık	1.500
Pazarlama, satış ve dağıtım	3.500
Muşavirlik hizmet alımı	2.500
Bakım-onarım	29.182
Beklenmeyen giderler	15.000
Değişen Masraflar Toplamı	158.500
Toplam	162.750

Tesis ıktısı olacak alternatif yakıt ürünü için üretim maliyeti hesabı yapılırsa;

$158.500 \text{ €} / (22.447 \text{ ton/yıl} + 2.000 \text{ ton/yıl}) = 6,65 \text{ €/ton}$ üretim maliyeti çıkacaktır. Bu senaryoda tesiste tek başına ATY retimi yapılacak olursa üretilen her 1 ton ATY'nin maliyeti 6,65 €/ton ve her bir ton TL için üretim maliyeti 1,33 €/ton olacaktır.

Tablo 77. ATY kar/zarar analizi-taşıma maliyetsiz

Özellik	Değer
Üretilen ATY miktarı (ton/gün)	61,50
Üretilen ATY miktarı (ton/yıl)	22.447,50
ATY retim maliyeti (€/ton)	6,65
ATY Satış Fiyatı (€/ton)	12,50
ATY kar/zarar (€/ton)	5,85
ATY kar/zarar durumu (€/yıl)	131.317,88

ATY dışında bu tesisin bir diğer ürünü TL olacaktır. TL satışından ise 65.480 €/yıl kar elde edilmesi söz konusudur.

Tablo 78. ÖTL kar/zarar analizi-taşıma maliyetsiz

Özellik	Değer
Üretilen ÖTL miktarı (ton/gün)	5,50
Üretilen ÖTL miktarı (ton/yıl)	2.000,00
ÖTL Üretim maliyeti (€/ton)	1,33
ÖTL Satış Fiyatı (€/ton)	35,00
ÖTL kar/zarar (€/ton)	33,67
ÖTL kar/zarar durumu (€/yıl)	67.340,00

Dolayısıyla tesisin genel bütçe analizi yapılmış ve elde edilen veriler Tablo 79'da sunulmuştur.

Tablo 79. Tesis basit geri ödeme süresi-taşıma maliyetsiz

Özellik	Değer
Tesis Yatırım Maliyeti (€)	1.650.908,47
Net kar/zarar (€)	198.657,88
Basit Geri Ödeme Süresi (yıl)	8,31

Alternatif yakıtın taşınması ve taşınmadan satılması şeklinde iki senaryo üzerinde çalışılmıştır. İki ayrı senaryonun gösterilmesindeki maksat taşıma sebebiyle üretilen alternatif yakıtı ilave edilecek üretim maliyet miktarını ortaya net bir biçimde koymaktır. Buna göre I.senaryoya dayalı çalışan tesisin basit geri ödeme süresi 17,86 yıl iken II.senaryo için bu süre 8,31 yıl'dır.

İki senaryo özeti aşağıda sunulmuştur;

Tablo 80. Senaryoların Karşılaştırması

Özellik	I. Senaryo	II. Senaryo (taşınmaz)
Tesis Yatırım Maliyeti (€)	1.650.908,47	1.650.908,47
Net kar/zarar (€)	92.417,00	198.657,88
Basit Geri Ödeme Süresi (yıl)	17,86	8,31

Tablo 81. Yatırımın Geri Dönüş Süresi

Yıl	Satış adedi	Nakit Girdisi
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	500	3.000.000
5	600	3.600.000
6	800	4.800.000
7	1200	7.200.000
8	1500	9.000.000

5.ÇEVRESEL ve SOSYAL ETKİ ANALİZİ

Atıktan Türetilmiş Yakıt Hazırlama Tesisi (ATY Tesisi) 10.09.2014 tarih ve 29115 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği” EK-1 çevreye kirlenici etkisi yüksek düzeyde olan işletmeler arasındadır (8. Atık Yönetimi 8.5 Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Hazırlama Tesisi; çevresel gürültü konulu çevre izninden muaf olan tesisler ve hava emisyonu konulu çevre izninden muaf olan tesisler).

5.1.ATY Tesisi İlgili Alınması Gerekli Tedbirler

Tesise gelen tehlikeli atıklar, Entegre Çevre Bilgi Sistemine yer alan Atık Yönetim Uygulaması (TABS/MoTAT/KDS) prosedürlerine göre lisanslı araçlar ile tesise kabul edilecektir. Tesise gelen atıklar ATY üretimine tabi tutulmadan önce kantarda tartılıp ve radyasyon ölçüm panelinden geçirilerek atık kabul alanına alınmalıdır. Atıklar cinslerine ve kodlarına göre ayrı ayrı depolanmalıdır. Sıvı atıklar yeraltı

ve yerüstü depolama tanklarında, sıvı içermeyen, sızıntı oluşturmayacak atıklar ise dökme şeklinde tesise kabul edilmelidir. ATY hazırlamasında, tehlike oluşturmayacak şekilde birbirleriyle reaksiyona girmeyecek atıklar kullanılacaktır. Tesise patlayıcı ve radyoaktif atıklar kabul edilmemelidir. Ayrıca sızıntı suyu kaçağının olabileceği tesis bölgelerinde, sızıntı suyunun yer altına sızması ve etrafındaki toprağı kirletmemesi için gerekli sızdırmazlık tedbirleri alınmalıdır. Depolama alanında atıklardan sızacak sıvılar ızgara ile toplanarak bir kuyuda biriktirilmelidir. Kuyuda biriktirilecek sıvı atık ya ATY üretim prosesinde kullanılacak ya da Atık Yönetimi Yönetmeliği kapsamında bertarafı gerçekleştirilmelidir. İç ortam hava kalitesini sağlayacak gerekli tedbirler alınarak havalandırma sistemi, uçucu bileşikler, yanma sonucu ortaya çıkabilecek kirleticiler, mikroorganizma ve alerjenlerin, ortama verilecek emisyonların ve kokunun temizlenmesini sağlayacak şekilde kurulmalıdır. Binada yangının dışarıdan binaya girmesini engelleyici uygun bir havalandırma sistemi ile elektrik kaçağı ve yıldırıma karşı topraklama sistemi yapılmalıdır. Tesis etrafı yetkisi olmayan insanların tesise girişlerinin engellenmesini sağlayacak şekilde çit veya duvarla tamamen çevrilerek izole edilmelidir. Tesisin kurulması planlanan alan OSB içerisinde olduğundan sanayi alanı durumdadır. Tesis kurulumu esnasında projeye konu olan faaliyet kapsamında ilgili kurum ve kuruluşlar nezdinde anılan tüm mevzuatlarla birlikte 2872 sayılı Çevre Kanunu ve bu kanuna bağlı yönetmelik hükümleri ile diğer kurum ve kuruluşların meri mevzuatına uyulmalıdır.

Su Kullanımı

Personel Su Kullanımı

Tesiste günde 8 saat olarak tek vardiya halinde 12 personel çalışacaktır.

Günlük kişi başı su kullanım miktarı İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'e göre 200 lt/kişi.gün'dür.

Günlük Su İhtiyacı = Günlük Ortalama Su Gereksinimi x Personel Sayısı

Günlük Su İhtiyacı = 200 lt/kişi.gün x 12 kişi = 2.400 lt = **2,4 m³/gün**

Proses Kaynaklı Su Kullanımı

Tesise gelen kontamine olmuş bazı hammaddeler prosese girmeden önce yıkama işlemine tabii tutulacaktır. Bunun için ihtiyaç olacak yıkama suyu miktarı ise 500 lt/gün yani **0,5 m³/gün**'dür.

Yıkama işlemi sonucu oluşan atıksular çöktürme havuzuna alınarak katı maddeler çöktürülecek, kalan su yıkama işleminde tekrar kullanılabilir. Değişim periyodu kirliliğe göre değişiklik gösterecektir.

Tesiste tehlikeli sıvı sızıntısı olması ve bu sızıntıların araç lastiklerine bulaşması ihtimaline karşı tesise giriş çıkış yapan araçlar tesisten ayrılmadan önce yıkama havuzundan geçirilmelidir. Yıkama havuzunda kullanılacak su miktarı **0,2 m³/gün**'dür.

Toplam su ihtiyacı: 2,4 m³/gün + 0,5 m³/gün + 0,2 m³/gün = 3,1 m³/gün

Sıvı Atıklar

Tesiste günde 8 saat olarak tek vardiya halinde 12 personel çalışacaktır. Günlük kişi başı su kullanım miktarı İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'e göre 200 lt/kişi.gün'dür. Kullanılan suyun tamamının atıksuya dönüşeceği kabulü ile atıksu miktarı:

QE_{vsel} = Q x N

QEvsel = Eysel Atıksu Debisi (lt/gün)

Q = Birim atıksu miktarı (lt/kişi.gün)

N = Kişi sayısı olmak üzere;

QEvsel = 200 lt/kişi.gün x 12 kişi = 2.400 lt = **2,4 m³/gün**

Eysel nitelikli atıksular sızdırmaz fosseptikte biriktirilerek ve vidanjör ile çektilererek OSB atıksu arıtma tesisine gönderilebilir.

Katı Atıklar

Tesisin işletilmesi aşamasında oluşacak katı atık türleri aşağıda verilmiştir.

- Çalışanlardan kaynaklanacak evsel nitelikli katı atıklar (cam, kâğıt, plastik vb.),
- Personelin yemek servisinden kaynaklanacak organik kökenli katı atıklar

Eysel Nitelikli Katı Atıklar

Tesiste günde 8 saat olarak tek vardiya halinde 12 personel çalışacaktır. Kişi başına oluşan günlük katı atık miktarı 1,16 kg/kişigün (Türkiye ortalaması) dikkate alınarak aşağıda hesaplanmıştır.

1,16 kg/gün-kişi x 12 kişi = **13,92 kg/gün**

Eysel nitelikli katı atıklar, Atık Yönetimi Yönetmeliği Madde 9-d "Atık üreticisi ve atık sahibi; belediye atıklarını, ilgili mevzuat kapsamında toplama, taşıma ve bertaraf yükümlülüğü verilmiş kurum ve kuruluşların belirlediği şekilde konut, işyeri gibi üretildikleri yerlerde çevre ve insan sağlığını bozmayacak şekilde kapalı olarak muhafaza ederek, toplamaya hazır etmekle yükümlüdür" gereği çöp konteynirlerinde muhafaza edilmelidir.

Koku

Tesise kabul edilecek atıklardan kaynaklanan koku oluşumu meydana gelebilir. Tesise kabul edilen arıtma çamurları kapalı ortam içinde depolanacak ve karışım hazırlama/harmanlama işlemi kapalı ortamda gerçekleştirilmelidir. İç ortam hava kalitesini sağlamak üzere havalandırma sistemi oluşturulabilir. Tesise kabul edilecek atıkların sisteme dahil edildiği noktadan ambalaj açma ünitesine alınıncaya kadar gerçekleştirilecek işlemler tamamen kapalı ortamda gerçekleştirilecek olup yapılacak ortam havalandırma sistemlerinin atmosfere açılan kısmına gerekli görülmesi durumunda koku önleyici filtre takılarak tesisten kaynaklanacak koku oluşumunun minimuma indirilebilir.

Yaygın olarak kullanılan endüstriyel adsorbanlar arasında çevre kirliliğini kontrol amacıyla şu anda kullanılan en önemlisi, yüksek gözenekliliğe sahip aktif karbonlardır. Kokulu bileşikler, genel olarak taş kömürü veya Hindistan cevizi kabuğundan yapılan granül aktif karbonun üzerine adsorbe edilerek giderim yapılır. Granül aktif karbon iyi bir adsorbanttır çünkü birim ağırlık başına yüzey alanı yüksek, girift gözenek yapısına ve hidrofobik bir yüzeye sahiptir.

Gürültü

Tesis için Çevresel Gürültü konulu Çevre izninden muaf olan tesisler kapsamında yer aldığından Gürültü konulu Çevre İzninden muaf olduğuna dair yazı alınabilir. İşletme aşamasında oluşacak gürültünün önlenmesi için, her türlü makine ve ekipmanın gürültü ve vibrasyon sınırları göz önünde

bulundurulmalıdır. Makinelerin çalışması sırasında yayacakları gürültünün azalması için ekipmanların montajı sırasında ses izolasyon yapılabilir. Faaliyet kapalı alan içerisinde gerçekleştirileceğinden oluşacak gürültünün dışarı çıkmayacağı ve en az düzeyde olacağı ifade edilebilir. Ayrıca oluşacak gürültünün tesis dışına yayılmasını en aza indirmek amacıyla kırıncıların bulunduğu alanın kapalı alan içerisine alınması ya da kısmi olarak etrafı kapatılabilir. 04.06.2010 tarih ve 27601 sayılı (Değişik:RG-18/11/2015-29536) Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği”nde belirtilen hükümlere uygun olarak çalışılmalıdır.

İstendiği takdirde gürültü ölçümü akredite kuruluşlar tarafından ölçümlenerek raporlanabilir (60).

5.2. Sosyal Çalışma Alanı

Proje gerçekleştirme sahası Aksaray OSB alanında olacak olsa da atık toplama alanı tüm Aksaray’dır. Dolayısıyla proje sosyal konumu olarak Aksaray İli alınabilir.

Projeye Gerekçesi

Sanayisi gelişen bir il için farklı muhteviyatta atıkların ortaya çıkmasından kaynaklanan çevresel kirliliğin önüne geçilmesi ancak bu atıkların bertaraf edilmesi yada üretildikleri ortamdan uzaklaştırılmasıyla mümkündür. Kalıcı ve sürdürülebilir bir çözüm içinse uygun teknolojiyle bu atıkları değerlendirebilen tesislerin il genelinde kurulması gerekmektedir. Bu kapsamda özellikle endüstriyel atıkların bertarafı için ATY tesisi atık üretimi devam ettiği sürece bir zorunluluk olacaktır.

Proje Paydaşları

Projeden doğrudan veya dolaylı olarak etkilenebilecek temel paydaş grupları şu şekildedir: Sivil Toplum, Bölge Halkı, Bireyler, Sivil Toplum Kuruluşları (STK) ve Hükümet Dışı Kuruluşlar (STK), Devlet Birimleri ve Kurumları, Ticari Çıkarları Temsil Eden Gruplar ve Birlikler ve Medya (ulusal ve yerel).

Çalışma Alanındaki Çevresel ve Sosyal Koşullar

ATY tesisinin girdisi üretilen atıklar olduğundan temiz ve çevreci bir tesis görüntüsü olmayabilir. ATY tesisi olmadığı zaman bu atıklar gelişigüzel doğada serbest halde bırakıldıklarında oluşacak kirlilik seviyesi rahatsız edici boyutlara varabilmektedir. Ancak ATY tesisinden kaynaklanacak kirlilik miktarı kontrol edilebilir bir kirlilik olacağından çevreye rahatsızlık ve zarar verici bir mertebede olmayacaktır. Kurulacak olan bir tesis olduğundan geçerli olan tüm yönetmelik ve kanunlara uygun bir şekilde nizam edilecek ayrıca düzenli olarak gerekli resmi mercilerce kontrolü sağlanacaktır. Dolayısıyla tesis aslına kirlilik kaynağı olmaktan çok atık bertarafı yönüyle kirlilik giderici bir projedir.

5.3.Projenin Faydaları

Enerji

Öncelikle enerji ithal eden bir ülkede olmamız sebebiyle dışa olan bağımlılığımızı kısmen de olsa azaltacak alternatif yakıt üretimi yapacaktır. 60 ton/gün ATY (3.000-3.500 kcal/kg) ile 5,5 ton/gün ÖTL (5.000-6.000 kcal/kg) üretimi yapılacak olup bunlar ithal kömür/petrokok ikamesi yerine bir yakma prosesinde enerjiye dönüştürülecektir.

İstihdam

Proje inşaat aşamasında, herhangi bir uzmanlık ve vasıf gerektirmeyen işlerde Aksaray'dan kişilerin istihdam edilmesine önem verilecektir. Buna ek olarak tesis için gerekli vasıflı işgücünü için yine Aksaray ve civarından personel alımı söz konusu olacaktır.

Ekonomiye katkı

Yeni ve gelişen bir sektör olan atıktan enerji üretimi prosesine direkt katkı sağlayacak olan ATY tesisi sayesinde proje inşaat aşamasında inşaat işleri kapsamında birçok inşaat sektörü kuruluşlarına iş imkanı, atıkların tesise getirilmesi ve üretilen alternatif yakıtın tesisten taşınması esnasında taşımacılık sektörüne iş imkanı, makine ekipman parkurunun bakım onarım çalışmaları için sanayi sektörüne iş imkanı ve İl'deki Devlet kurumlarına resmi başvuruların yapılması, izinlerin alınması ve düzenli kontrollerin yapılması sebebiyle İl'de bir hareketlilik gibi farklı alanlarda ekonomiye direkt yada dolaylı olarak katkı sağlayacaktır.

Yaşanabilir ve sürdürülebilir bir yaşam alanı için üretilen atıkların çevreye en az zararlı metotlarla bertarafı önemli bir husustur. Her bir atık aslında milli servet anlamına da gelmektedir. 1 ton kağıt demek 177 Kg Sera Gazı, 4.100 kWh Enerji, 17 adet kurtarılan ağaç demektir (61). Bu sebepten ötürü atıkların bir şekilde tekrar ekonomiye dönüştürüldüğü her proses, her tesis yada her adım ülkemiz, dünyamız ve insanlık için önemlidir. Sürdürülebilir çevre anlayışı için her fırsatı değerlendirmek ve bundan gerekli çıkarımları yapmak gerekmektedir. Aksaray gibi sanayileşmeye devam eden bir şehirde ortaya çıkan muhtelif atıkların bertaraf edilmesi, bunların ekonomiye enerji olarak kazandırılması iyi bir hamledir. Atıktan enerji konsepti açısından iyi bir uygulama örneği olan ATY tesislerinin teşvik edilmesi, özellikle atığın üretildiği noktada tesis edilmesi ve yine ATY'nin üretildiği lokasyonda enerji üretim zincirine dahil edilmesi bu tesislerin verimli çalışmasına katkı sağlayacaktır. Tesisin, Aksaray'a çevresel açıdan en büyük katkısı, atıkların bertarafına hizmet edecek olmasıdır. Bu atıklar gelişigüzel bir şekilde etrafta olması nedeniyle kirlilik kaynağı oluşturması yerine atıkların yakma prosesinde değerlendirilmesi metoduyla çevresel etkileri en aza indirilecektir.

6.KAYNAKLAR

1. Öztürk İ, Arıkan A., O., Altınbaş M., Alp K., Güven H, 2015, Katı Atık Geri Dönüşüm ve Arıtma Teknolojileri (El Kitabı), Türkiye Belediyeler Birliği Yayını, Ankara
2. Sika, P., 2000, Energy from MSW, RDF Pelletization, A Pilot Indian Plant, Department of Science & Technology, Government of India
3. Richardson, A.,1995, "Hazardous Waste Combustion in Cement Kilns. An Introduction to Policy and Legal Issues Associated with Burning Hazardous Waste in Cement Kilns", A Briefing Paper of the American Lung Association Hazardous Waste Incineration Project. VI. Regulation of hazardous Waste in Cement Kilns- 40 CFR
4. Mokrzycki, E., Bochenczyk, A.U., Sarna, M. 2003. "Use of alternative fuels in the Polish cement industry". Applied Energy 74: 101-111.
5. Anonim. 1998. Türkiye'de Atık Yönetimi Sektör Strateji Raporu Türkiye Cumhuriyeti ve Alman Kalkınma Bankası (KfW) İş birliği, Darmstadt
6. http://www.enerji-dunyasi.com/yayin/324/ceis-ten-copten-uretilen-alternatif-yakit-cagrisi_25968.html#.XyITYSgzblU
7. <https://www.dunya.com/kose-yazisi/tesvik-belgesiz-makine-ve-techizat-alimlarinda-kdv-istisnasinin-suresi-uzatildi/459348>
8. Sarc, R., Lorber, K.E. (2013) Production, quality and quality assurance of Refuse Derived Fuels (RDFs). Waste Management, 33, 1825-1834.
9. Hwang, I.H., Kobayashi, J., Kawamoto, K. (2014) Characterization of products obtained from pyrolysis and steam gasification of wood waste, RDF, and RPF, Waste Management, 34 (2), 402-410.
10. Kahraman A., C., 2020, Sıfır Atık İçin Bölgesel Yaklaşım: Marmara, Marmara Belediyeler Birliği Çevre Yönetimi Koordinatörü
11. Tehlikeli ve Tehlikesiz Atık İstatistikleri Bültenleri, 2018, T.C. Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı, Sayı: 3
12. Avrupa Komisyonu'nun Avrupa Parlamentosu, Avrupa Konseyi, Avrupa Ekonomik Ve Sosyal Komitesi Ve Bölgeler Komitesi'ne Tebliği, 16/01/2018
13. Eroğlu Y., 2018, Döngüsel ekonomiye geçişin anahtarı: Plastik, PAGEV
14. Plastiklerin Bilinmeyen Yaşamı AB Ve Türkiye Kıyaslaması, PAGEV
15. Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2023, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
16. Boz İ, 2019, Belediye Katı Atıklarından Üretilen Eysel ATY'nin Çimento Sektöründe Kullanılması, Atık Yönetim Zirvesi 24-28 Şubat 2019
17. <https://www.umweltbundesamt.de/>
18. Boz İ, 2019, Belediye Katı Atıklarından Üretilen Eysel ATY'nin Çimento Sektöründe Kullanılması, Atık Yönetim Zirvesi 24-28 Şubat 2019).
19. www.epem.gr
20. Costs for Municipal Waste Management in the EU, European Commission)
21. Avrupa Birliği Çevre Entegre Uyum Stratejisi (UÇES 2016-2023), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
22. Guidelines on Usage of Refuse Derived Fuel in Various Industries, 2018, Central Public Health and Environmental Engineering Organisation (CPHEEO), Ministry of Housing and Urban Affairs, www.swachhbharaturban.gov.in
23. Çelik S.,Ö., 2018, Atıktan Üretilmiş Yakıt: Yasal Çerçeve, Avrupa'daki ve Türkiye'deki Durum, European J. Eng. App. Sci 1(2), 63-71
24. Tojo, N. ve Fischer, C., (2011), "Europe as a Recycling Society: European Recycling Policies in relation to the actual recycling achieved", European Topic Centre on Sustainable Consumption and Production, ETC/SCP working paper 2/2011
25. European Environment Agency (EEA), (2012-1), "Trends in the waste hierarchy in Europe

26. Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi ve Eylem Planı 2014-2017, Bilim, Sanayi Ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi Genel Müdürlüğü
27. Çelik S., Ö., 2018, Atıktan Türetilmiş Yakıt: Yasal Çerçeve, Avrupa'daki ve Türkiye'deki Durum, *European J. Eng. App. Sci* 1(2), 63-71
28. <https://www.letsrecycle.com/prices/efw-landfill-rdf-2>
29. <https://www.recyclingwasteworld.co.uk/in-depth-article/what-is-the-future-for-rdf/157066/>
30. <https://www.eggsmann-recyclingtechnology.com/en/news/press-releases/one-of-the-worlds-largest-rdf-plants-will-go-into-operation-in-israel-at-end-of-the-year/>
31. Hemidat, S.; Saidan, M.; Al-Zu'bi, S.; Irshidat, M.; Nassour, A.; Nelles, M. Potential Utilization of RDF as an Alternative Fuel to be Used in Cement Industry in Jordan. *Sustainability* 2019, 11, 5819
32. Rada E.C., Ragazzi M., 2004, Selective Collection as A Pretreatment for Indirect Solid Recovered Fuel Generation, *Waste Management*, 34, 291–297
33. Akdağ, A. S., 2014, Investigation of Fuel Values And Combustion Characteristics Of Rdf Samples, Master Thesis, Middle East Technical University, Ankara
34. Ahn, S.Y., Eom, S.Y., Rhie, Y.H., Sung, Y.M., Moon, C.E., Choi, G.M., Kim, D.J., 2013, Application of refuse fuels in a direct carbon fuel cell system. *Energy* 51, 447–456.
35. Wang, G., Silva, R.B., Azevedo, J.L.T., Martins-Dias, S., Costa, M., 2014, Evaluation of the combustion behaviour and ash characteristics of biomass waste derived fuels, pine and coal in a drop tube furnace. *Energy Fuels* 117, 809–824
36. Hilber, T., Thorwarth, H., Stack-Lara, V., Schneider, M., Maier, J., Scheffknecht, G., 2007, Fate of mercury and chlorine during SRF co-combustion. *Fuel* 86, 1935– 1946.
37. Bulut, İ., 2017, Belediye Atıklarının Çimento Sektöründe evsel ATY Olarak Kullanılması, Atık Yönetimi Sempozyumu, 26 Şubat-02 Mart 2017, Antalya
38. Gencil C., D., 2019, Atıkların Ek Yakıt Olarak Kullanımı ATY Kullanım Potansiyeli ve Çevresel Kazanımlar, Atık Yönetim Zirvesi 24-28 Şubat 2019
39. ÇİMSA 2018 Entegre Faaliyet Raporu
40. Cembreau, "Best Available Techniques For The Cement Industry", A contribution from the European Cement Industry to the exchange of information and preparation of the IPPC BAT Reference Document for the cement industry, Rue d'Arlon 55 - B-1040 Brussels, 1999
41. Kuleli, Ö., Çimento Mühendisliği El Kitabı, TÇMB/AR-GE Enstitüsü, Ankara, 2010
42. Sanchez-Hervas, J.M., Armesto, L., Ruiz-Martinez, E., Otero-Ruiz, J., Pandelova, M., Schramm, K.W., 2005, PCDD/PCDF emissions from co-combustion of coal and PVC in a bubbling fluidized bed boiler. *Fuel* 84, 2149–2157
43. Özel, A., 2011, Çimento Üretiminde ATY Kullanımı ve Çevresel Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü
44. Pretz, T., Khoury, A., Uepping, R., & Glorius, T., Tubergen, J.V. ,2003, BREF waste treatment-solid recovered fuels. IAR RWTH and European Recovered Fuel Organisation (Erfo). Aachen; 2003
45. Wagland, S. T., Kilgallon, P., Coveney, R., Garg, A., Smith, R., Longhurst, P. J., Simms, N., 2011, Comparison of coal/solid recovered fuel (SRF) with coal/refuse derived fuel (RDF) in a fluidized bed reactor. *Waste Management*, 31(6), 1176–1183
46. <https://eizin.cevre.gov.tr/Rapor/BelgeArama.aspx>
47. Engin Y., Tarhan M., Kumbaracıbaşı S., 2013, Çimento Endüstrisinde Sürdürülebilir Üretim, Akçansa Çimento San. ve Tic. A.Ş. Yayını, İstanbul
48. Onan T., E., 2017, Atıktan Türetilmiş Yakıt Hazırlama Tesislerinde Oluşan Riskler Ve Alınması Gereken Önlemler, İstanbul Gedik Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü
49. Tuzla Deri OSB Geri Dönüşüm A.Ş. Firma Tanıtım Broşürü

50. Bursa Entegre Katı Atık Yönetim Planı, 2018, Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı, İstaç İstanbul Çevre Yönetimi Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
 51. Aksaray Organize Sanayi Bölgesi'nde Endüstriyel Simbiyoz Olanaklarının Araştırılması Projesi Endüstriyel Simbiyoz Olanakları Raporu, 2019, AHİKA
 52. Aksaray İli 2018 Yılı Çevre Durum Raporu, 2019, Aksaray Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü ÇED Ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, Aksaray
 53. Sugözü, İ., Mutlu İ., 2009, Atık Taşıt Lastikleri ve Değerlendirme Yöntemleri, Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1(1) 35-46
 54. <http://www.lasder.org.tr>
 55. <https://www.haberaksaray.com/aksarayda-trafige-kayitli-arac-sayisi-126-bin-17-oldu-32575.html>
 56. Laska Teknoloji A.Ş. Atık Geri Kazanım (Pirroliz) ve 3 MW Elektrik Üretim Tesisi ÇED Başvuru Dosyası, 2020, Ankara
 57. European Commission – Directorate General Environment Refuse Derived Fuel, Current Practice and Perspectives (B4-3040/2000/306517/Mar/E3) Final Report
 58. TÜİK verileri, 2020
 59. <https://tr.euronews.com/2020/06/14/asgari-ucuret-hangi-ulkede-ne-kadar-tespit-komisyonu-toplantilar-suruyor-sendikalar-anlasti>
 60. A Atık Yönetimi A.Ş. Tehlikeli-Tehlikesiz Atık Geri Kazanımı, Tehlikesiz Atık Toplama Ayırma, Atıktan Türetilmiş Yakıt Hazırlama (ATY) ve Çamur Susuzlaştırma Tesisi Proje Tanıtım Dosyası, Mart 2020
 61. <https://sifiratik.gov.tr/kagit-atik>
 62. Yıldız Ş., Demir A., 2012, Biyokatıların Aerobik Stabilizasyonu, İSTAÇ, Yıldız Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü Yayını
- Öztürk M., 2018, Tehlikeli Atık Yönetim Uygulaması (TABS, MOTAT, KDS), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara

Ekler

Ek-1: Fizibilite Çalışması için Gerekli Olabilecek Analizler (Tüm Ön Fizibilite Çalışmalarında bu bölüme yer verilecektir.)

Yatırımcı tarafından hazırlanacak detaylı fizibilitede, aşağıda yer alan analizlerin asgari düzeyde yapılması ve makine-teçhizat listesinin hazırlanması önerilmektedir.

- **Ekonomik Kapasite Kullanım Oranı (KKO)**

Sektörün mevcut durumu ile önümüzdeki dönem için sektörde beklenen gelişmeler, firmanın rekabet gücü, sektördeki deneyimi, faaliyete geçtikten sonra hedeflediği üretim-satış rakamları dikkate alınarak hesaplanan ekonomik kapasite kullanım oranları tahmini tesis işletmeye geçtikten sonraki beş yıl için yapılabilir.

Ekonomik KKO= Öngörülen Yıllık Üretim Miktarı /Teknik Kapasite

- **Üretim Akım Şeması**

Fizibilite konusu ürünün bir birim üretilmesi için gereken hammadde, yardımcı madde miktarları ile üretimle ilgili diğer prosesleri içeren akım şeması hazırlanacaktır.

- **İş Akış Şeması**

Fizibilite kapsamında kurulacak tesisin birimlerinde gerçekleştirilecek faaliyetleri tanımlayan iş akış şeması hazırlanabilir.

- **Toplam Yatırım Tutarı**

Yatırım tutarını oluşturan harcama kalemleri yıllara sari olarak tablo formatında hazırlanabilir.

- **Tesis İşletme Gelir-Gider Hesabı**

Tesis işletmeye geçtikten sonra tam kapasitede oluşturması öngörülen yıllık gelir gider hesabına yönelik tablolar hazırlanabilir.

- **İşletme Sermayesi**

İşletmelerin günlük işletme faaliyetlerini yürütebilmeleri bakımından gerekli olan nakit ve benzeri varlıklar ile bir yıl içinde nakde dönüşebilecek varlıklara dair tahmini tutarlar tablo formunda gösterilebilir.

- **Finansman Kaynakları**

Yatırım için gerekli olan finansal kaynaklar; kısa vadeli yabancı kaynaklar, uzun vadeli yabancı kaynaklar ve öz kaynakların toplamından oluşmaktadır. Söz konusu finansal kaynaklara ilişkin koşullar ve maliyetler belirtilebilir.

- **Yatırımın Kârlılığı**

Yatırımı değerlendirmede en önemli yöntemlerden olan yatırımın kârlılığının ölçümü aşağıdaki formül ile gerçekleştirilebilir.

Yatırımın Kârlılığı= Net Kâr / Toplam Yatırım Tutarı

- **Nakit Akım Tablosu**

Yıllar itibariyle yatırımda oluşması öngörülen nakit akışını gözlemek amacıyla tablo hazırlanabilir.

- **Geri Ödeme Dönemi Yöntemi**

Geri Ödeme Dönemi Yöntemi kullanılarak hangi dönem yatırımın amorti edildiği hesaplanabilir.

- **Net Bugünkü Değer Analizi**

Projenin uygulanabilir olması için, yıllar itibariyle nakit akışlarının belirli bir indirgeme oranı ile bugünkü değerinin bulunarak, bulunan tutardan yatırım giderinin çıkarılmasıyla oluşan rakamın sıfıra eşit veya büyük olması gerekmektedir. Analiz yapılırken kullanılacak formül aşağıda yer almaktadır.

$$NBD = \sum_{t=0}^n (NA_t / (1-k)^t)$$

NAt : t. Dönemdeki Nakit Akışı

k: Faiz Oranı

n: Yatırımın Kapsadığı Dönem Sayısı

- **Cari Oran**

Cari Oran, yatırımın kısa vadeli borç ödeyebilme gücünü ölçer. Cari oranın 1,5-2 civarında olması yeterli kabul edilmektedir. Formülü aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Cari Oran} = \frac{\text{Dönen Varlıklar}}{\text{Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar}}$$

Likidite Oranı, yatırımın bir yıl içinde stoklarını satamaması durumunda bir yıl içinde nakde dönüşebilecek diğer varlıklarıyla kısa vadeli borçlarını karşılayabilme gücünü gösterir. Likidite Oranının 1 olması yeterli kabul edilmektedir. Formülü aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Likidite Oranı} = \frac{\text{Dönen Varlıklar} - \text{Stoklar}}{\text{Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar}}$$

Söz konusu iki oran, yukarıdaki formüller kullanılmak suretiyle bu bölümde hesaplanabilir.

- **Başabas Noktası**

Başabaş noktası, bir firmanın hiçbir kar elde etmeden, zararlarını karşılayabildiği noktayı/seviyeyi belirtir. Diğer bir açıdan ise bir firmanın, giderlerini karşılayabildiği nokta da denilebilir. Başabaş noktası birim fiyat, birim değişken gider ve sabit giderler ile hesaplanır. Ayrıca sadece sabit giderler ve katkı payı ile de hesaplanabilir.

$$\text{Başabaş Noktası} = \frac{\text{Sabit Giderler}}{\text{Birim Fiyat} - \text{Birim Değişken Gider}}$$

Ek-2: Yerli/İthal Makine-Teçhizat Listesi

İthal Makine / Teçhizat Adı	Miktarı	Birimi (Adet, kg, m³ vb.)	F.O.B. Birim Fiyatı (\$)	Birim Maliyeti (KDV Hariç, TL)	Toplam Maliyet (KDV Hariç, TL)	İlgili Olduğu Faaliyet Adı

Yerli Makine / Teçhizat Adı	Miktarı	Birimi (Adet, kg, m³ vb.)	Birim Maliyeti (KDV Hariç, TL)	Toplam Maliyeti (KDV Hariç, TL)	İlgili Olduğu Faaliyet Adı



Cevher Dudayev Mah. Vatan Cad. No:42/1 Merkez / NEVŞEHİR

Tel: 0 (384) 214 36 66 - Fax: 0 (384) 214 00 46

E-posta: info@ahika.gov.tr | www.ahika.gov.tr

ISBN

Kalkınma Ajansı Yayınları Bedelsizdir, Satılmaz