

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**EVSEL KATI ATIK TESİSLERİNİN PROJE DEĞERLEMESİ VE
FİNANSMANI: AKSARAY İLİ ÖRNEĞİ**

Tahir Erdem ÖZTÜRK

GAYRİMENKUL GELİŞTİRME VE YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2022**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

EVSEL KATI ATIK TESİSLERİNİN PROJE DEĞERLEMESİ VE FİNANSMANI: AKSARAY İLİ ÖRNEĞİ

Tahir Erdem ÖZTÜRK

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Harun TANRIVERMİŞ

Katı atık bertaraf tesislerinin finansmanına kendi öz kaynakları yeterli olmayan yerel yönetimler Avrupa Birliği fonları gibi dış kaynaklar ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı aracılığıyla merkezi yönetimin sağlayabileceği kısmi hibe gibi kaynaklara ihtiyaç duymaktadır. Ancak bu kaynaklara ulaşılabilme sürecinin uzun olması ve başvuru sürecinin olumlu olarak sonuçlanmasının garanti olmaması gibi nedenlerden dolayı belediyeler söz konusu kaynakları çok tercih etmemektedir. Bu yüzden yerel yönetimler kendi bütçe olanakları, İller Bankası Anonim Şirketi kredileri veya kamu-özel işbirliği modelleri gibi finansman kaynaklarını tercih etmektedir. Düzenli depolamaya oranla yüksek yatırım maliyetleri olması nedeniyle entegre katı atık tesislerine yap-işlet-devret gibi kamu-özel işbirliği modelleri ile özel sektörün yatırım yapmasının teşvik edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun ile imkân sağlanmakta ve atık tesislerinde biyogazdan enerji elde edilmesine yönelik teşvikler yapılmaktadır. Devlet tarafından çöpten enerji üretilmesine verilen en büyük destek, birçok ülkede uygulanan çöp gazından üretilen elektriğe devletin sabit fiyat üzerinden alım garantisi vermesidir. Türkiye’de 2010 yılından itibaren çöpten enerji üreten lisanslı firmaların 30.06.2021 tarihinden önce işletmeye giren üretim tesislerinde üretilen elektrik enerjisinin her bir kilowatt saati için 10 yıl süreyle 13,3 Cent sabit fiyattan alım garantisi verilmiştir.

İstanbul ilinde üç adet, Ankara ilinde iki adet ve Aksaray ilinin de içinde olduğu düzenli depolamanın yapıldığı her katı atık sahasında biyogazdan elektrik üreten tesislerin aktif olduğu belirlenmiştir. Yerel yönetimlerin koordinatörlüğünde kamu ve özel işbirliği modelinin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi katı atık tesislerinin yatırım ve işletme maliyetleri ile çöp gazından üretilen elektrik ile elde edilecek gelirlerin göz önünde bulundurulduğu bir proje değerlemesi ile mümkündür. Bu çalışmada Aksaray ilinde katı atık tesisinin belediye bütçesi, İller Bankası AŞ kredileri, kamu-özel işbirliği modelleri gibi alternatif finansman kaynakları kullanılarak söz konusu yatırımın yapılabilme olanakları incelenmiştir. Aynı zamanda her bir finansman modelinin politik, ekonomik, sosyal, teknolojik, çevresel ve hukuki açıdan güçlü ve zayıf yönleri ile karşılaşılabilecek fırsat ve tehditlerin ortaya konulduğu PESTEL ve SWOT analizleri yapılmıştır. Bu çalışma sonuçlarına göre çöp gazından enerji üreten katı atık tesislerinin kamu-özel işbirliği modelleri ile yapılmasının ekonomik açıdan ancak taraflar arasında makul oranda gelir paylaşımı yapılmasıyla avantajlı olduğu tespit edilmiştir. Yerel yönetimlerde proje finansman modellerinin uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi için gayrimenkul geliştirme ve yönetimi uzmanlarının istihdamının özel önem taşıdığı ortaya konulmuştur.

Şubat 2022, 100 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kamu-özel işbirliği modeli, katı atık tesisi, proje değerlemesi, proje finansmanı, PESTEL analizi.

ABSTRACT

Master Thesis

THE PROJECT APPRAISAL AND FINANCING OF DOMESTIC SOLID WASTE FACILITIES: THE CASE OF AKSARAY PROVINCE

Tahir Erdem ÖZTÜRK

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Real Estate Development and Management

Supervisor: Prof. Dr. Harun TANRIVERMİŞ

Local governments that do not have sufficient own resources to finance solid waste disposal facilities need external resources such as European Union funds and partial grants that can be provided by the central government through the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change. However, municipalities do not prefer these resources because of the long process of accessing to these resources and the fact that the application process is not guaranteed to be advantageous. Therefore, local governments prefer financing sources such as their own budgetary facilities, Il Bank loans or public-private cooperation models. Private sector should be encouraged to invest in integrated solid waste facilities through public private partnerships models such as build-operate-transfer, due to the high investment costs compared to landfills. For this purpose, with the Law No. 5346 on the Use of Renewable Energy Resources for the Purpose of Electricity Generation, opportunity is provided and incentives are made for obtaining energy from biogas in waste facilities. The biggest support given by the government to the generation of energy from garbage is the government's guarantee of purchase at a feed-in tariff for the electricity produced from landfill gas, which is applied in many countries. Since 2010, licensed companies producing energy from garbage in Turkey have been given a fixed price of 13.3 cents for 10 years for each kilowatt hour of electrical energy produced in the production facilities that went into operation before 30.06.2021.

It has been determined that the plants producing electricity from biogas are active in three landfills in Istanbul, two in Ankara, and in each of them regular landfills are made, including in Aksaray. The effective realization of the public and private cooperation model under the coordination of local governments is possible with a project valuation that considers the investment and operating costs of solid waste facilities and the revenues to be obtained from the electricity produced from landfill gas. In this study, the possibilities of making the so called investment by using alternative financing sources such as the municipal budget of the solid waste facility in Aksaray, Il Bank loans, public private partnerships models were examined. At the same time, PESTEL and SWOT analyzes were conducted in which the political, economic, social, technological, environmental and legal strengths and weaknesses of each financing model, as well as the opportunities and threats that may be encountered, were revealed. According to the results of this study, it has been determined that the construction of solid waste facilities that produce energy from landfill gas with public private partnerships models is economically advantageous only with a reasonable income sharing between the sides. It has been revealed that the employment of real estate development and management specialists is of particular importance for the evaluation of the applicability of project financing models in local governments.

February 2022, 100 pages

Key Words: Public Private Partnerships, solid waste facilities, project appraisal, PESTEL analysis

TEŞEKKÜR

Uzun yıllar Boğaziçi Üniversitesinde öğrencilik, asistanlık ve memur olarak çalıştıktan sonra 2016 yılında Aksaray Belediyesinde göreve başladığımda ilk tanıştığım insanlardan birisi olan Fatih AKYÜZ’e tam bana göre bir okul olduğu konusundaki yoğun ısrarlarıyla Ankara Üniversitesi Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Bölümüyle tanışmama vesile olduğu için, hem kafamdaki soru işaretlerini ortadan kaldıran hem de kayıt esnasında karşılaştığım zorlukları benim için kolaylaştıran Murat GENÇ’e, Ankara Üniversitesi ile yapmış olduğu protokol ile belediye personellerinin ülkeye daha iyi hizmet verebilmek ve kendilerini geliştirebilmek adına eğitim almaları konusunda vermiş olduğu destekler için Türkiye Belediyeler Birliğine teşekkürü bir borç bilirim. Bölümde ders alırken tanıştığım çalışkanlıkları ve cömertlikleriyle bu ülkeyi çok seven ak saçlılar İdris TURGUT, Hüseyin KARABUGA ve Mehmet YEREBAKAN abilerime paylaştıklarıyla ve varlıklarıyla verdikleri güven için şükranlarımı sunarım. Hepsinden önemlisi evliliğimizin ilk 3 yılında tüm hafta sonlarını Ankara’da ders alarak geçirmeme sabırla katlanan Burçin ÖZTÜRK’e ne kadar teşekkür etsem haklarını ödeyememem.

35 yıllık öğrencilik hayatımda öğrendiğim önemli bir tecrübe de iyi hocaların anlattığı, daha iyisinin öğrettiği ama mükemmel hocaların ilham verdiği gerçeğidir. Türkiye’yi ve mesleklerini çok seven ömrünü bu ülkeye adanmış duayen hocalarımız Prof. Dr. Türkay TÜDEŞ ve Prof. Dr. Mehmet BÜLBÜL’ün akademik olarak anlattıkları ve paylaştıkları hayat tecrübeleriyle bana katmış oldukları her bir değer için minnettar olduğumu ve onların öğrencisi olmaktan gurur duyduğumu bilmelerini isterim. Akademik olarak teoriye ve ülke gerçeklerine hâkim, piyasa uygulamalarında öncü bir hocadan fazlası iyi akademisyenleri ve öğrencileri etrafında toparlayabilen lider özelliklere sahip 3 kıtada at koşturabilecek bir komutan potansiyeline sahip saygıdeğer hocam Prof. Dr. Harun TANRIVERMİŞ’e ve Ankara Üniversitesi Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Bölümü öğretim elemanlarına, idari ve teknik personeli ile lisansüstü öğrencilerine bu büyük ailenin bir parçası olma payesini yaşattıkları için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tahir Erdem ÖZTÜRK

Ankara, Şubat 2022

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Önemi ve Amacı	1
1.2 Araştırmanın Sınırlılıkları ve Kapsamı	3
1.3 Materyal ve Yöntem.....	7
1.4 Önceki Araştırmaların Özeti ve İleri Araştırma Gereksinimi	9
2. KAVRAMSAL VE KURAMSAL TEMELLER.....	12
2.1 Atık Yönetimi Mevzuatı	12
2.2 Katı Atık Yönetiminde Yetkili Kurumlar.....	13
2.3 Katı Atık Yönetimi Aşamaları	15
2.3.1 Atık üretimi	17
2.3.2 Biriktirme.....	17
2.3.3 Çöplerin toplanması.....	18
2.3.4 Aktarma istasyonları	20
2.3.5 Vahşi depolama	21
2.3.6 Düzenli depolama	22
2.3.7 Entegre katı atık tesisi	24
3. AKSARAY İLİ NÜFUS VE ATIK PROJEKSİYONU	25
3.1 Projeden Faydalanan İlçeler ve Nüfusları	25
3.2 Kişi Başına Düşen Katı Atık Üretim Miktarı	26
3.3 Atık Karakterizasyonu	28
3.4 Aksaray İli Katı Atık Yönetimi Mevcut Durum	29
4. AKSARAY İLİ KATI ATIK TESİSİNDE YER ALMASI GEREKEN ÜNİTELER VE ÖZELLİKLERİ	32
4.1 Mekanik Ayırma Tesisi.....	32
4.1.1 Mekanik ayırma tesisi iş akım şeması	33
4.1.2 Mekanik ayırma tesisi kapasitesi.....	35

4.2 Kompost Tesisi	36
4.2.1 Kompost Tesisi'nin İş Akım Şeması.....	36
4.2.2 Kompost Tesisinin Kapasitesi	38
4.3 II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi	39
4.4 Depo Gazından Elektrik Enerjisi Üretim Tesisi	40
4.4.1 Depo gazından elektrik enerjisi üretim tesisinin iş akım şeması	40
4.4.2 Depo gazından elektrik enerjisi üretim tesisinin kapasitesi.....	41
4.4.3 Gaz (toplama) drenaj sistemi	41
4.4.4 Oluşacak metan gazı ve üretilebilecek enerji miktarı	42
4.4.5 Metan gazından üretilebilecek enerji miktarı	44
5. KATI ATIK TESİSLERİNİN YATIRIM MALİYETLERİ VE FİNANSMAN MODELLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	47
5.1 Aksaray Katı Atık Tesisi Yatırım Maliyetleri	48
5.1.1 Mahalli idareler hizmet birliği ve arazi tahsisi	48
5.1.2 Tesisin üst yapı inşası.....	50
5.2 Finansman Maliyetleri.....	53
5.2.1 Genel bütçe kaynakları.....	53
5.2.2 Belediye bütçeleri	54
5.2.3 İller Bankası AŞ Genel Müdürlüğü kredileri.....	54
5.2.4 Avrupa Birliği Fonları ve uluslararası finans kuruluşları	55
5.2.5 Özel sektör	56
5.3 Aksaray Katı Atık Tesisi İşletme Maliyetleri	56
5.3.1 Kamu özel sektör işbirlikleri.....	57
5.3.2 Devlet teşvikleri	59
6. ENTEGRE KATI ATIK TESİSLERİNİN PROJE (YATIRIM) DEĞERLEME SONUÇLARI VE TARTIŞMA	61
6.1 Statik Değerleme Yöntemleri	61
6.1.1 Geri ödeme süresi (pay back period).....	61
6.1.2 Yatırım karlılığı (return on investment-ROI) yöntemi.....	62
6.2 Dinamik Değerleme Yöntemleri	63
6.2.1 Net bugünkü değer (NBD) yöntemi	63
6.2.2 İç getiri oranı (IGO) yöntemi	65
6.2.3 Düzeltilmiş iç getiri oranı (modified international rate of return-MIRR)	66
6.2.4 Fayda-maliyet oranı (FMO) yöntemi	66
6.2.5 Yıllık eşdeğer gider ve gelir analizleri yöntemi	67

6.3 Yatırım Değerleme Yöntemlerinin Sonuçlarının Karşılaştırılması ve Yatırımcılara Yönelik Önerilerin Geliştirilmesi.....	70
6.4 Çöp Gazından Elektrik Üretme Tesisi Proje Değerlemesi.....	71
6.5 İller Bankası AŞ Genel Müdürlüğü Kredileri İçin Proje Değerlemesi	72
6.6 Proje Geliştirme ve Değerleme Çalışmalarının Değerlendirilmesi	75
6.6.1 Gelir gider tahminleri	76
6.6.2 İskonto oranının tahmin yöntemleri ve kullanılan oranlar	76
6.6.3 Yatırım değerlendirme sonuçları.....	77
6.6.4 İller Bankası AŞ modeli ve Yap-İşlet-Devret modeli karşılaştırması	79
7. FİNANSMAN MODELLERİNİN PESTEL VE SWOT ANALİZLERİ.....	80
7.1 Politik Yönden SWOT Analizi.....	81
7.1.1 Yap-işlet-devret modeli SWOT analizi sonuçları	81
7.1.2 Belediye bütçesinden finansmanın SWOT analizi sonuçları	81
7.1.3 İller Bankası AŞ finansmanının SWOT analizi sonuçları.....	81
7.2 Ekonomik Yönden SWOT Analizi	82
7.2.1 Yap-işlet-devret modelinin SWOT analizi sonuçları.....	83
7.2.2 Belediye bütçesinden finansmanının SWOT analizi sonuçları	83
7.2.3 İller Bankası AŞ finansmanının SWOT analizi sonuçları.....	83
7.3 Sosyal Yönden SWOT Analizi	84
7.3.1 Yap-işlet-devret modelinin SWOT analizi sonuçları.....	84
7.3.2 Belediye bütçesinden finansmanının SWOT analizi sonuçları	85
7.3.3 İller Bankası AŞ finansmanının SWOT analizi sonuçları.....	85
7.4 Teknolojik Yönden SWOT Analizi	86
7.4.1 Yap-işlet-devret finansmanın SWOT analizi sonuçları.....	86
7.4.2 Belediye bütçesinden finansmanın SWOT analizi sonuçları	86
7.4.3 İller Bankası AŞ kredi finansmanının SWOT analizi sonuçları.....	86
7.5 Çevre Yönünden SWOT Analizi	88
7.5.1 Yap-işlet-devret finansman modelinin SWOT analizi sonuçları.....	88
7.5.2 Belediye bütçesinden finansmanın çevre açısından SWOT analizi	88
7.5.3 İller Bankası AŞ kredi finansmanının SWOT analizi sonuçları.....	88
7.6 Hukuki Açıdan SWOT Analizi	89
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	91
KAYNAKLAR	97
ÖZGEÇMİŞ.....	100

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
CH ₄	Metan
CO	Karbonmonoksit
CO ₂	Karbondioksit
H ₂ S	Hidrojen Sülfür
m ²	Metre Kare
m ³	Metre Küp
\$	Amerikan Doları

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
AŞ	Anonim Şirketi
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ÇED	Çevre Etki Değerlendirme
ÇTV	Çevre Temizlik Vergisi
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
JBIC	Japon Uluslara Arası İşbirliği Bankası
JfW	Alman kalkınma Bankası
KAY	Katık Atık Yönetimi
TC	Türkiye Cumhuriyeti
TL	Türk lirası
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Katı atık yönetim sistemi	16
Şekil 2.2 Evsel katı atık yönetim süreçleri.....	20
Şekil 2.3 Düzenli depolama kesiti.....	23
Şekil 4.1 II. sınıf düzenli depolama tesisi iş akım şeması.....	39
Şekil 4.2 Kümülatif metan gazı oluşumu	43
Şekil 4.3 Metan gazı oluşumu	43
Şekil 5.1 Entegre katı atık tesislerinin maliyetleri	47
Şekil 6.1 Katı atık tesisinin iç getiri oranı ve net bugünkü değer ilişkisi.....	66



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Aksaray ilinin ilçelere göre nüfusu (2019)	25
Çizelge 3.2 Aksaray İli İller Bankası metoduna göre nüfus ve atık miktarı projeksiyonları.....	27
Çizelge 3.3 Aksaray ili atık kompozisyonu (2019).....	28
Çizelge 4.1 Entegre katı atık tesisindeki ünitelerde gerçekleştirilen faaliyetler	32
Çizelge 4.2 Entegre katı atık tesisindeki ünitelerin kapasiteleri	32
Çizelge 4.3 Lotların alan, hacim ve ömür bilgileri	40
Çizelge 4.4 Toplanan gaz ve üretilen enerji miktarı (2021-2074)	45
Çizelge 5.1 Türlerine göre mahalli idarelerin sayısı	59
Çizelge 5.2 Türleri itibarıyla mahalli idare birliklerinin sayısı	59
Çizelge 5.3 Ülkelerde katı atık tesisleri yatırım, yapım ve işletme modelleri	59
Çizelge 6.1 Katı atık tesisinin statik proje değerlendirme	62
Çizelge 6.2 Katı atık tesisinin dinamik proje değerlendirme.....	64
Çizelge 6.3 Sermay kurtarma (itfa) faktörleri	72
Çizelge 6.4 Üretilen elektrik gelirinin %68'i karşılığı yatırım değerlendirme.....	72
Çizelge 6.5 Katı atık tesisinin yıllık eş değer gelir ve gider	72
Çizelge 6.6 İller Bankası AŞ kredisi karma yatırım değerlendirme	75
Çizelge 6.7 İller Bankası AŞ kredisi (gelirin %50'si belediye) yatırım değerlendirme	75
Çizelge 6.8 İller Bankası AŞ ve kamu özel işbirliği modeli karşılaştırma	79
Çizelge 7.1 Üç farklı finansman modelinin politik açıdan SWOT analizi sonuçları.....	82
Çizelge 7.2 Üç farklı finansman modelinin ekonomik açıdan SWOT analizi sonuçları	84
Çizelge 7.3 Üç farklı finansman modelinin sosyal açıdan SWOT analizi sonuçları	85
Çizelge 7.4 Üç farklı finansman modelinin teknolojik açıdan SWOT analizi sonuçları	87
Çizelge 7.5 Üç farklı finansman modelinin çevresel açıdan SWOT analizi sonuçları ...	89
Çizelge 7.6 Üç farklı finansman modelinin yasal açıdan SWOT analizi sonuçları	90

1. GİRİŞ

Yeni yapılacak olan entegre katı atık tesislerinde bulunması gereken ünitelerin ve kullanılacak olan teknolojilerin detaylarına göre maliyetleri de artmaktadır. Söz konusu tesislerin altyapı yatırım maliyetlerinin karşılanmasında kullanılan finansal yöntemler ve sürdürülebilirlik açısından getirmiş olduğu kolaylıklar ve yükümlülükler bu çalışmada analiz edilmiştir.

1.1 Araştırmanın Önemi ve Amacı

Medeniyetin başlangıcı olarak kabul edilen insanların yerleşik hayata geçmeleriyle birlikte insanların ürettikleri çöplerin yakınında yaşamaya başlamaları, toplum sağlığını tehdit eden ciddi sorunlardan biri olmuştur. Evsel katı olarak nitelendirilen çöplerin toplanması ve bertaraf edilmesi şehirleşmenin temel şartlarından biridir. Şehirleşmenin olmazsa olmazlarından olan bu görev belediyeciliğin başladığı nokta olması itibari ile kamunun veya bir başka deyiş ile yerel yönetimlerin asli sorumluluğundadır. Yaşanabilir çevre ve sürdürülebilir kalkınmanın bir gereği olarak hukuksal ve ekonomik düzenlemeler ile kimi zaman caydırıcı kimi zaman teşvik edici tedbirlerin alınması gereklidir. Belediyeler ayrıca çöplerin alınmasının yanı sıra bu hizmetin oluşmasına altlık sağlayacak projeleri yapmak ve inşasını sağlamakla da görevlidir.

Türkiye’de özellikle nüfusun yoğun olduğu ve verimli tarım arazilerinin bulunduğu bölgelerde arazinin her bir metrekaresinin değerinin yüksek olması entegre tesislerin önemini daha da çok artırmaktadır. Aynı zamanda hızlı nüfus artışı bir zamanlar şehir merkezlerinin uzağında olan atık depolama alanlarının şehir sınırlarının genişlemesiyle Aksaray ili örneğinde olduğu gibi şehir içerisinde kalmıştır.

Küresel ısınmanın ve iklim değişikliği kaynaklardan bir tanesi de çöplerin içindeki biyo-bozunur maddelerin zamanla oluşturdıkları çöp gazı olarak adlandırılan metan gazının doğaya serbest olarak salınmasına neden olan kontrolsüz depolama şekilleridir. Entegre katı atık tesisleri bünyesinde bulunan düzenli depolama sahalarında çöp gazının

toplanarak yakılmasıyla hem metan gazının küresel ısınma açısından 24 kat daha az zararlı olan karbondioksit'e çevrilmesiyle hem de enerji üretimi ile yenilenebilir enerji kaynağı oluşturması açısından doğaya ve ekonomiye olumlu katkıları bulunmaktadır.

Entegre tesisler olmadığı durumlarda çöplerin düzensiz depolamasının doğaya olan bir olumsuz etkisi de çöplerin içindeki organik bileşenlerinden dolayı oluşan çöp suyunun yağmur veya diğer yüzeysel sularlar ile birleşerek artarak temiz su kaynaklarını kirletme tehlikesi içme suyu kaynaklarının azaldığı günümüzde insanlık için büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Söz konusu tesislerde altyapı maliyetlerinin artmasında en çok su, hava ve toprak gibi olmazsa olmaz kıt kaynaklarımızın korunması için gerekli teknolojik yatırımların büyük bir payı bulunmaktadır.

Türkiye, Avrupa Birliğine aday ülke olarak birliğe uyum programı çerçevesinde içerdiği üniteler ile çöpten enerji üreten, ayrıştırma ve geri dönüşüm süreci ile depolanacak çöp miktarını en aza indirgeyen, depolama sürecinde kullanılan inşa teknolojileriyle çevre dostu, toprağı, suyu ve havayı koruyan entegre katı atık tesislerinin içerdiği tüm bu olumlu detaylarla birlikte tesisin inşası ve işletme maliyetleri oldukça artmaktadır. Belediyelerin asli görevlerinden biri olan katı atık tesislerinin yapımı ve işletmesi büyük şehir belediyesi olmayan Aksaray Belediyesi gibi orta ölçekli bir belediye için yüksek bütçeli bir altyapı yatırımdır.

Katı atık tesislerin Türkiye'de birçok yerel yönetim kurumu tarafından yüksek maliyetli yatırım projeleri atık bertarafı hizmetlerini yürütecek kaynak ve nitelikli personel bulunmadığı için dış kaynaklarla geliştirilen projelerin sürdürülebilirliği de mümkün olamamaktadır. Yerel idarelerde İller Bankası AŞ Genel Müdürlüğü ve diğer kurumlardan sağlanan maddi ve teknik destek ve hibe kaynakları ile proje geliştirme çalışmalarının yapıldığı, ancak işletme döneminde önemli sorunların yaşandığı gözlenmektedir. Bu çalışmada orta ölçekli bir kent olarak Aksaray ili örneği çerçevesinde atık bertaraf hizmetlerinin durum analizi yapılarak ve atık bertaraf tesislerinin proje geliştirme ve finansman modelleri incelenerek araştırma sonuçlarına göre aynı büyüklükteki kentler için kamu-özel işbirliği başta olmak üzere proje finansman modelleri önerisi ortaya konulmuştur.

1.2 Araştırmanın Sınırlılıkları ve Kapsamı

Hızlı nüfus artışı ve kentleşme ile birlikte ülkemizde özellikle teknolojinin gelişmesine paralel olarak şehir nüfusu ve ürettikleri evsel katı atık oranları gittikçe artmaktadır. Şehirleri yöneten yerel idareler ve özellikle belediyelerin en büyük ve vazgeçilmez sorumluluklarından bir tanesi de çöplerin bertaraf edilmesiyle birlikte toplanması ve taşınması sürecinden oluşan atık yönetimini idare etmek ve maliyetini karşılamaktır. Yerel yönetimlerin asli hizmetlerinin başında yer alan temizlik işlerinin ana kalemleri evsel katı atıkların toplanması, taşınması ve bertaraf sürecini içeren sistem, Evsel Katı Atık Yönetimi (EKAY) olarak adlandırılmaktadır. Katı atık yönetimi, atıkların bertaraf edilmesinde, çevreye ve ekonomiye olan olumsuz etkilerin ve maliyetlerin en aza indirilmesi için yapılan çalışmaların bir bütünüdür (Kanlı ve Kavak 2018).

Dünya Bankası tarafından bu süreç için harcanan miktarın 1 milyar Amerikan Doları (\$) olduğu tahmin edilmektedir. Ekonomi ile doğa arasında bağlantı doğaya verilen zararın giderilmesi için katlanılacak maliyetler ve çevrenin geliştirilmesi için yapılacak harcamalar olarak iki başlık altında toplanabilir. Katlanılması gereken bu mali zorunluluklar yerine getirilmezse sonuç olarak sadece mali değil sosyal açıdan milli servetin zarar göreceği oldukça açıktır (Keleş ve Hamamcı 2005). Gelişmekte olan ülkeler için atık yönetimi süreçleri için katlanılan maliyetlerin %60'ı toplama, %20'si taşıma ve %20'si bertaraf olarak görünürken, gelişmiş ülkelerde bertaraf için bu oran %36'lara kadar çıkabilmektedir. Bertaraf için ayrılan payın toplam maliyetteki bu artışın sebepleri gelişmiş ülkelerin atıkları teknolojik sistemlerle daha güvenli bir şekilde bertaraf ederek sınırlı olan başta su, hava ve toprak olmak üzere doğal kaynakları korumak ve yine bertaraf sürecinde geri dönüşüm olanağı olan malzemelerin atık olmaktan çıkarak ekonomiye kazandıracak nitelikte bertaraf tesisleri için ayırdıkları bütçenin daha fazla olmasıdır.

Birçok Asya ülkesi ve Türkiye'de EKAY başlangıçta hem görsel kirliliğin oluşmaması hem de insan sağlığını tehdit etmemesi için atıkların şehir merkezlerinden ileri teknoloji ve dolayısıyla maliyet gerektirmeyen basit yöntemler ile toplanması şehir dışına çıkarılması ve gözden uzak bir şekilde depolanması yapılmıştır. Nüfusun ve

şehirleşmenin artmasıyla birlikte üretilen atık miktarının artması sistemin daha çok teknoloji içeren modern yöntemler kullanmaya itmiştir (Shekdar 2009). 1990'lı yılların başları itibariyle İstanbul, Ankara, Bursa, İzmir, Mersin, İzmir, İzmit ve Gaziantep gibi büyük şehirlerde kullanılan katı atık depolama sahalarının düzgün ve verimli bir şekilde işletilememesi ve maliyetlerin düşük tutmak adına gerekli teknoloji yatırımların yapılmaması atıkların gelişigüzel boş arazilere kontrolsüz bir şekilde dökülmesi durumunu ortaya çıkarmıştır (Çay vd. 2007).

Organik miktarının yüksek olduğu evsel katı atıkların düzensiz olarak depolanması sonucunda zamanla ortaya çıkan metan gazının küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine olan olumsuz etkisinin, kuraklıkla birlikte önemi artan yer altı sularının çöp depolama sahalarına gerekli teknolojik altyapı yatırımları yapılmadığı durumda sızan çöp sularından dolayı kirlenmesinin önüne geçilebilmesi için EKAY'ın son basamağı olan atıkların bertarafında enerji ve maddenin geri kazanımına imkan sağlayan daha maliyetli teknolojik entegre sistemlerin kullanılmasını gerekli hale getirmiştir. Aksi takdirde su, toprak ve hava kirliliği gibi çevresel sorunlar halk sağlığına büyük bir tehdit olarak ortaya çıkacaktır (Medina 2007). 28.04.1993 tarihinde İstanbul ili Ümraniye ilçesinde çöp döküm alanında çöpten oluşan metan gazının sıkışması sonucu oluşan patlama, katı atıkların uygun şekilde bertaraf edilmesi için gerekli teknolojik yatırımlar yapmak yerine basit yöntemler kullanılmasının sadece uzun vadede ortaya çıkan dolaylı olumsuz etkilerle sınırlı kalmadığını göstermiştir. Bu patlamada 39 kişinin hayatını kaybetmesi Türkiye'de katı atıkların bertarafına yönelik faaliyetlerde yeni bir dönemin başlangıcı olmuştur (Turan vd. 2009).

Halkın önemli bir kesiminin atık yönetimini sadece sokaklardan çöplerin toplanmasından oluşan bir hizmet olarak görmeyip verdikleri vergilere karşılık yapılan hizmetlerin sistemli olarak yönlendirildiği bir süreç bütünü olarak değerlendirmektedir. Türkiye'de yerel yönetimlerin beş yıl süreli seçimle iş başına gelmelerinden dolayı katı atık tesisleri gibi büyük bütçeli projeleri bir sonraki seçim dönemine kadar hayata geçirebilmeleri oldukça önemlidir. Beş yıl gibi kısa bir sürede evsel katı atık tesislerin inşa edilebilmesi için tesisin yer tespiti, arazi tahsisi, nüfus projeksiyonlarına göre belirlenen ünitelerin belirlenen kapasitelerde tesisin işletme ömrünü belirleyen fizibilite raporu, fizibilite

raporuna göre projelendirilmesi, çevre etki değerlendirme (ÇED) raporunun alınması ve son olarak tesisin yapılarak işletilmesi gibi organizasyonel güce bağlı aşamaların planlanarak aşılması gerekmektedir. Yerel yönetimlerin sorumluluğunda bulunan bu sürecin zamanında tamamlanabilmesi için etkili bir planlanmanın yanı sıra yeterli miktarda finansmanının sağlanması gerekmektedir (Zarate vd. 2008).

Yerel idarelerin atık yönetiminde faydalandığı finansman modelleri iç ve dış finansman olarak sınıflandırılabilir. İç finansman modelleri arasında; merkezi idare bütçe kaynakları, belediye bütçeleri, yap işlet devret gibi kamu özel sektör iş birliği modelleri, özel sektör yatırımları ile İller Bankası AŞ Genel Müdürlüğü kredileri sayılabilir. Dış finansman kaynakları arasında; ulusal bankalar ile uluslararası finans kuruluşları kredileri, Avrupa Birliği (AB) fonlarından alınan hibe kaynakları, Dünya Bankası ve diğer kaynaklar sayılabilir. Türkiye’de birçok yerel yönetim biriminde dış kaynaklardan kredi kullanmak için gerekli olan proje geliştirme, proje fizibilite ve yönetimi çalışmalarını yapacak insan kaynağının olmadığı ve bu koşullarda dış kaynaklardan yararlanma kapasitesinin çok sınırlı olduğu vurgulanmalıdır.

Türkiye’ye 2004-2006 döneminde, AB-Türkiye Ekonomik İşbirliği kapsamında 1.050 milyon Avro tahsis edilmesi, 2006 yılı bütçesine bu miktarın 500 milyon Avro’sunun ayrılması ve Çevresel Altyapı Projelerine bu yardımların yaklaşık %20’lik kısmının ayrılması planlanmıştır. AB-Türkiye Mali İşbirliği kapsamında Avrupa Birliğine Katılım Öncesi Ekonomik Yardımlar çerçevesinde finansmanı sağlanacak katı atık tesisi projesi hazırlayan Amasya, Bitlis ve Kütahya şehirleri AB Çevre Projeleri Hibe Destek Programına alınmışlardır. Bu kapsamında 2009 yıllarında %62’si AB hibesi geriye kalan %38’i Kütahya Belediyesi öz kaynaklarından karşılanmak üzere yeni katı atık tesisinin yapımı, kötü durumdaki eski çöp alanlarının rehabilitasyonu, makine ekipmanları ve teknik destek için 15.404.622,50 Avro’luk yatırım yapılmıştır (Yılmaz ve Bozkurt 2010).

Katı atık tesislerinin finansmanına kendi öz kaynakları yeterli olmayan yerel yönetimlerin AB fonları gibi dış veya Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı aracılığıyla merkezi yönetimin sağlayabileceği kısmi hibe gibi finansman kaynaklarına ulaşılabilme sürecinin hem uzun olması hem de kesin olmamasından dolayı bu

araştırmada İller Bankası AŞ Genel Müdürlüğü kredileri ve kamu özel sektör işbirliği çerçevesinde yap-işlet-devret yöntemiyle finansman yöntemleri incelenmiştir. Türkiye’de evsel katı atık yönetimi süreçlerinde atık toplama ve taşıma maliyeti, toplam maliyetin %65 ila 80 arasında bir paya sahiptir. Atıkların düzensiz (vahşi) olarak depolandığı belediyelerde bu oran %90-95’e kadar çıkabilmektedir. Gelişmekte olan ülkeler kategorisinde yer alan Türkiye Avrupa Birliği uyum sürecinde katı atık bertaraf tesislerinin önce düzenli depolama sonra ayrıştırma ve gaz üretme tesislerini de içinde barındıran entegre katı atık tesislerine dönüşmesi ile katı atık yönetim süreçlerinde bertaraf faaliyetlerinin toplam maliyet içindeki oranı gittikçe artmaktadır.

Aksaray Belediyesinin 2021 yılı itibariyle yıllık 400 milyon TL’lik bütçesinin yaklaşık %15’lik kısmı 60 milyon TL temizlik işlerine ayrılmaktadır. Bu bütçenin yaklaşık %6’sı 3,6 milyon TL ise, 2011 yılından beri hizmet veren katı atık tesisinin işletmesi için harcanmaktadır. Katı atık tesisinin hem 2018 yılında açılan Aksaray Eğitim ve Araştırma Hastanesinin çok yakınında ve şehir içinde kalması, hem de ekonomik ömrünü çoktan tamamlanmış olmasından dolayı yenisinin yapılması zorunluluğu bulunmaktadır. Diğer yandan günümüzde katı atıkların toplanmasından sonra çok yönlü yararlanma söz konusu olmakta ve özellikle 10 Mayıs 2005 tarihinde yürürlüğe giren 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun ile atık tesislerinde biyogazdan enerji elde edilmesine yönelik teşviklerin yapılmış olduğu görülmektedir. Düzenli ve düzensiz depolamaya oranla yüksek yatırım maliyetleri dolayısı ile entegre katı atık tesislerine yap-işlet-devret modeli ve diğer kamu özel işbirliği modelleri ile özel sektörün yatırım yapmasına 5346 Sayılı Kanun ile imkân sağlamıştır. İstanbul ilinde üç adet, Ankara ilinde iki adet ve Aksaray’ın da içinde olduğu 20 ilde toplamda 25 adet biyogazdan elektrik üreten tesis aktif olduğu belirlenmiştir (Çelebi 2017).

Yerel idarelerin koordinatörlüğünde kamu ve özel sektör işbirliğinin verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi katı atık tesisinin yatırım ve işletme maliyetleri ile çöp gazından üretilen elektrik ve ambalaj atıklarından elde edilecek gelirlerin göz önünde bulundurulduğu bir proje değerlemesi ile mümkündür. Hem genel durum analizi hem de Aksaray ilinde yapılan çalışmaların değerlendirilmesinin yapıldığı bu çalışmanın

sonuçlarına göre katı atık tesislerinin belediye bütçesi, İller Bankası AŞ Genel Müdürlüğü kredileri, kamu özel sektör işbirliği modelleri çerçevesinde yapılabilme olanakları incelenmiştir. Sonuçta evsel katı atık tesislerinin yatırım maliyetlerinin finansmanında kullanılabilecek üç farklı yöntemin politik, ekonomik, sosyal, teknolojik, çevresel ve yasal açıdan SWOT analizleri yapılarak kamu özel sektör işbirliğinin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için yapılması gereken yasal ve kurumsal düzenlemeler ve başarı koşulları ortaya konulmuştur.

1.3 Materyal ve Yöntem

Çalışmada, öncelikle kaynak araştırması ve ikincil veriler kullanılarak durum analizi yapılmış, ikinci olarak Aksaray ilinde katı atık bertaraf faaliyetleri değerlendirilmiştir. Belediyenin 2000-2020 döneminde katı atık toplama faaliyetlerinin giderlerinin kapsamlı analizi (toplama yöntemi, maliyeti, maliyetin cari ve reel artış oranı ve maliyetin bileşenlerinin tespiti) yapılmıştır. Daha sonra katı atık bertaraf tesislerinin yer seçimi, depolama sahası ve edinim süreci, toplanan katı atıkların taşınması için harcanan süre ve işgücü miktarı ile biyogaz tesislerinin kuruluş işlemleri ve süreci değerlendirilecektir. Evsel katı atıkların toplanmasından nihai bertarafın gerçekleştirilmesine kadar olan yaşam döngüsü değerlendirmeleri yapılmış olup entegre katı atık tesisinin yatırım ve işletme giderleri ile gelirleri kullanılarak nakit akım çizelgeleri oluşturularak projenin bütün statik ve dinamik yöntemlerle analizi yapılarak fizibilitesi ortaya konulmuştur. Araştırma sonuçlarının önceki fizibilite raporları ile karşılaştırmalı analizi de yapılarak bu çerçevede katı atık yönetiminde yatırım ve işletme giderlerine ilave olarak çevresel ve sosyal maliyetlerin de analize katılma olanakları incelenmiştir. Yatırım maliyetleri içinde arazi edinimi veya tahsisi, izinlerin alınması ve tesis inşa maliyeti gibi kalemler ile işletme maliyetinin kapsamlı analizi yapılarak gelişmiş ülkelerdeki uygulamaları incelenmiştir. Katı atık bertaraf ve enerji tesisleri yatırım projesinin mali, ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik analizleri yapılarak benzer özelliklere sahip yerel idareler alternatif finansman modellerinin güçlü ve zayıf yönleri ortaya konmuştur.

Aksaray ili özelinden yeni bir evsel katı atık tesisi yapılması için tesisin özelliklerine göre merkezi idari ve yerel idari bütçesinden bu maliyetlerin karşılanabilme durumu, ikinci bir

model olarak İller Bankası AŞ kredileri ile finansmanın sağlanması durumu ve son olarak kamu özel Sektör işbirliği modelleri yoluyla finansmanın sağlanması durumu ele alınmıştır. Tesise giren çöp miktarı ve içeriği belirlenerek buna bağlı olarak yıllara göre üretilen çöp gazının 10 yıl süre ile sabit fiyattan devlet tarafından alınmasıyla elde edilecek gelirlerin proje değerlemesi yapılarak makul süre ve ödeme dengesi tespiti yapılmış ve bütün belediyeler için yol gösterici model ortaya konulmuştur.

Orta ölçekli kentlerde katı atık bertaraf tesislerinin geliştirilmesi ve başarılı uygulama yapılması için sadece yatırım kredilerinin bulunması yeterli olmamakta ve aynı zamanda işletme faaliyetlerinin sürdürülebilirliği de özel önem taşımaktadır. Bu çerçevede örnek olay analizinin sonuçlarına göre hem genel durum analizi hem de Aksaray ilinde yapılan çalışmaların sonuçlarına göre katı atık bertaraf ve enerji üretim tesislerinin; belediyelerin bütçe olanakları, İller Bankası AŞ Genel Müdürlüğü kredileri ile kamu özel sektör işbirliği modelleri çerçevesinde yapılabilme olanakları incelenmiştir. Durum analizi ve yatırım değerlendirme sonuçlarına göre katı atık bertaraf ve enerji üretim yatırımlarının proje finansmanı veya kamu özel sektör işbirliği modeli ile yapılabilme olanakları ve finansman modelinin sağlıklı bir biçimde gerçekleştirilebilmesi için yapılması gereken yasal ve kurumsal düzenlemeler ve başarı koşulları ortaya konulmuştur. Araştırmanın toplu sonuçlarına göre il düzeyinde çevre koruma ve sağlıklı yaşam çevresinin oluşturulabilmesi için kamu yatırımları politikasının tespiti ve özellikle yerel idarelerde katı bertaraf yöntemlerinin geliştirilmesi ve finansmanına yönelik uygun modelin ortaya konulması mümkün kılacak ve karar organlarına yararlı ve yol gösterici sonuçlar ortaya konulmuştur.

Kamu yatırımlarına özel sektör işbirliği kararlarının temelinde proje değerlendirme çalışmaları bulunmaktadır. Bir altyapı yatırım projesinin gerektireceği maliyetlerin projenin ekonomik getirileriyle karşılaştırılarak söz konusu projenin yapılabilir veya ekonomik olarak sürdürülebilir olup olmadığını ortaya koymak ancak böyle bir proje değerlemesi ile mümkün olmaktadır. Projenin hayata geçirilmesi ile kamu hizmetinin halkın ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde gerçekleşmesinin yanı sıra doğru ve sağlıklı bir proje değerlendirme ile yatırımcının beklentisi olan karlılık sağlanırken kamu zararına neden olmayacak makul proje sürelerinin belirlenmesi son derece önemlidir. Bu

araştırma çalışmasında yap-işlet-devret gibi iş modellerinde kazan kazan prensibinin özündeki işletmenin ne kadar süre özel sektör kullanımında kalacağı, projenin işletmesini ve varsa gelirlerini ne zaman kamuya devredeceği gibi kritik bir nokta olan proje maliyetlerinin geri ödeme süreleri dinamik ve statik olarak belirlenmiştir.

Yapılacak olan proje değerlendirme çalışmalarıyla ortaya konan ülke ve sektör riskini yansıtan makul faiz oranlarıyla özel sektör yatırımcısının proje gelirleriyle işletme ve yatırım maliyetlerinin bugünkü değeri tespit edilerek yatırımcı açısından ekonomik kârlılık ölçütlerinden olan iç getiri ve karlılık oranları hesaplanmıştır.

Sonuç olarak bu çalışmada çöpten enerji üreten katı atık tesislerinin sosyal ve çevresel açıdan önemli olan mali olmayan çıktılarıyla birlikte yapılacak mali proje değerlendirme çalışmalarıyla hem özel sektörü yatırıma teşvik edecek makul proje süreleri ve karlıklarının ortaya konulması hem de kamu zararı ve akabinde politik faturalar ortaya çıkarabilecek boyutta uzun süreli veya yüksek karlılığın tamamının özel sektöre tahsis edilmesinin önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

1.4 Önceki Araştırmaların Özeti ve İleri Araştırma Gereksinimi

Cem (2020) tarafından yapılan “Katı Atık Yönetimi ve Model Önerisi: Mamak Belediyesi Örneği” başlıklı dönem projesinde Mamak Belediyesi örneğinden yola çıkarak yerel yönetimlerin yeni teknolojilere ve tecrübeli personellere ihtiyaç duyan profesyonel atık yönetimi ve tesisler için bütçelerinin yeterli olmadığı sonucunu ortaya koymuştur.

Issah (2019) tarafından yapılan “Kentsel Katı Atık Problemleri; Gana (Akra), Türkiye (Ankara) ve Fransa (Paris) Örnekleri” başlıklı Yüksek Lisans Tezinde; Türkiye ‘deki kentsel katı atık yönetim sisteminin AB standartlarının gerisinde kaldığı, Ankara İli örneğinde kaynağında ayrıştırma ve atık enerji dönüşümündeki eksiklerin yetersiz finansman, bilinç eksikliği ve kötü yönetimden kaynaklandığını belirtilmiştir.

Xin-gang vd. (2015) tarafından Waste Management adlı dergide yayınlanan “Economic analysis of waste-to-energy industry in China” başlıklı makalede Çin’de çöpten enerji

üreten katı atık tesislerinin proje değerlemesi yapılarak sektör yatırımcıları için bu tarz projelerin risklerini ve yatırım getirilerini analiz edilmiştir.

Song vd. (2017) tarafından Renewable and Sustainable Energy Reviews adlı dergide yayınlanan “PESTEL analysis of the development of the waste-to-energy incineration industry in China” başlıklı makalede; Çin’deki çöpten enerji üreten endüstrinin politik, ekonomik, sosyal, teknolojik, çevresel ve hukuksal (PESTEL) çerçevede makro-çevre açısından analiz edilmiştir.

Zahn (2021) tarafından yapılan “Practice of PPP Model in Waste-to-Energy Industry” başlıklı çalışmada; Çin, Almanya, Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri örneğinde çöpten enerji üreten katı atık tesislerinin yapılması, işletmesi ve finansmanında devletlerin rolü ve kamu özel işbirliği modellerinde özel sektöre vermiş oldukları teşvik yöntemleri incelenmiştir.

Cantürk’ün (2010) “Eysel Katı Atık Yönetiminde Gelir Dağılımına Bağlı Finansman Modeli Önerisi” başlıklı yüksek lisans tezinde; belediyelerin katı atık “yönetiminde finansman alternatifleri analiz edilerek, var olan finansman imkanlarıyla atık yönetiminde kullanılan ekonomik gelir araçlarının uygulanabilirliği incelenmiştir.

Hotunluoğlu vd. (2015) tarafından yapılan “Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye” başlıklı çalışmada çöp gazının yenilenebilir enerji olarak tanımlanmasıyla devletin vermiş olduğu sabit fiyattan elektrik alım garantisi gibi teşvik ve destekleme mekanizmalarını ülke ekonomisine ve enerji üretim miktarına olan etkileri ortaya konmuştur.

Çitil (2009) tarafından yapılan “Çevre Yönetiminde Ekonomik Araç Kullanımının İstanbul Katı Atık Yönetimi Üzerinde İncelenmesi” başlıklı doktora tezinde; İstanbul İli örneğinde katı atık bertarafı toplam maliyetinin %30’a ulaşamayan oranda mevcut çevre temizlik vergilerinden karşılandığı, katı atık yönetimindeki sorunların çözümünde finansman imkanları ve yapılabilirliği araştırılmış ve yönetim sisteminin artıları ve eksileri ortaya konmuştur.

Gürel (2015) tarafından İller Bankası AŞ Uzmanlık tezi olarak hazırlanan “Katı Atıklardan Enerji Üretilmesi ve Samsun Katı Atık Tesisinin İncelenmesi” başlıklı çalışmada Samsun İli örneğinde düzenli depolama ve biyogaz tesisleri incelenerek katı atık yönetiminde çöpten enerji üretme yöntemleri analiz edilmiştir.

İpek (2016) tarafından yapılan “Projelerinin Değerleme Çalışmalarında Kullanılabilecek İskonto Oranlarının Seçimi ve Uygulama Sorunları” başlıklı dönem projesinde Türkiye’deki kamu yatırımlarının etkinlik ve verimlilik analizine temel oluşturan sosyal iskonto oranlarının toplumun ekonomik ve sosyal beklentilerinden çok, yöneticilerin beklentilerine göre uygulama yapıldığı ortaya konulmuştur.



2. KAVRAMSAL VE KURAMSAL TEMELLER

Çalışmanın bu bölümde, yapılacak uygulamaya altlık oluşturmaları açısından katı atık kavramı teorik ve mevzuat açısından incelenmiş, katı atık yönetim aşamaları anlatılmıştır.

2.1 Atık Yönetimi Mevzuatı

Katı atık, 14.03.1991 tarihli Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde; "Tüketicinin atmak istediği ve çevrenin ile insanlığın huzurunun korunması açısından, düzenli ve düzgün bir şekilde bertaraf edilmesi gereken arıtma çamuru ve katı maddeler" olarak tanımlanmıştır. Türkiye'de çöplerin ve atıklarla ilgili değişik zamanlarda değişik mevzuatlar uygulanmıştır. Anayasanın çevrenin korunmasına dair 56. maddesinde "her vatandaşın sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşamını sürdürme hakkına sahip olması sağlıklı bir çevrenin geliştirilmesi, çevrenin korunması ve kirlenmesinin engellenmesi devletin ve vatandaşın görevidir" ifadesi bulunmaktadır. Oldukça eski olan 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu çöplerin toplanmasına ve depolanmasına, insan sağlığının korunması adına gereken tedbirlerin alınmasına, yeni yerleşim bölgelerinin açılmasına ve bu konularda devlet kurumları ve belediyeler arasında yetki ve sorumluluk paylaşımlarına göre düzenlemeler bulundurması açısından oldukça önemlidir.

Çöplerin zararsız hale getirilmesine ilişkin 1580 sayılı Belediyeler Kanunu hükümler içermekle birlikte, yerel yönetimlere yaşam şartlarının iyileştirilmesi ve insan sağlığının korunması konularında sorumluluklar getirmektedir. Çöplerin toplanması, geri kazanılması, depolanması ile cadde ve sokakların temizlenmesi belediyelerin başlıca sorumlulukları içinde bulunmaktadır. Yoğun şehirleşmeyle birlikte nüfusu 1 milyon üzerinde olan şehirlerin ortaya çıkması ve bu büyük merkezi alanlar için klasik belediye yönetim modelinin yetersiz kalmaya başlamasıyla büyükşehir belediyeleri düzenlemesine ilişkin 3030 Sayılı Kanun 1984 yılında yürürlüğe girmiştir.

2.2 Katı Atık Yönetiminde Yetkili Kurumlar

Devleti oluşturan tüm kurum ve kuruluşların ortak amacı, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını düşünerek, sınırlı doğal kaynakları koruma ve kullanma şartlarının belirlenerek bu kaynakları tüm kullanıcıların adaletli bir biçimde faydalanmasını sağlayacak bir çevre yönetim sistemi oluşturmaktır. Devlet Planlama Teşkilatının 2006 planlarında çevreye duyarlı altyapı yatırımlarının yapılmasında ve işletilmesinde ölçek ekonomisinin olumlu etkilerinden faydalanmak adına belediyeler arasındaki işbirliği geliştirilerek, mahalli idare birliklerinin oluşturulması öngörülmüştür. Yine aynı planda atıkların bertaraf edilmesi gibi çevresel altyapı tesislerinin inşasında, bakımında ve işletilmesinde ülke imkanlarına uyumlu teknoloji ve sistem ve teknolojiler kullanılması gerekliliği belirtilmiştir. Önceleri düzenli depolama tesisleri planlanırken 2020 yılında Sıfır Atık Projesi kapsamında evsel nitelikli olmayan çöplerin üretiminin azaltılması, çöpün cinsine ve ülke şartlarına uyumlu toplama, taşıma, geri dönüşüm ve bertaraf alternatiflerinden oluşturulan bütünleştirilmiş sistemler tercih edilmektedir.

Türkiye’deki güncel çöp yönetiminden sorumlu kurum ve kuruluşlar ile görevleri aşağıda özetlenmiştir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı düzenli depolama sahalarının lisanslama, denetleme ve uygulamaların yerinde doğru bir şekilde yapılmasından sorumludur.

Katı atıkların yönetimine ilişkin Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının görevleri aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

- Mahalli idarelerinin çöpleri, inşaat molozları, konutlardan ortaya çıkan tehlikeli çöplerin, ambalaj ve plastik atıklarının doğaya uygun bir şekilde yönetimini sağlayacak başlıkları belirlemek, kuralların yerine getirilmesini sağlamak, geri dönüşümü mümkün olanlarının geri kazanımını, olmayanların zararsız bir hale getirilmelerini sağlamak için gerekli teknolojinin belirlenmesi, ülke çapında ve yurtdışında koordinasyonunu sağlamak,
- Yerel yönetimler ve ambalaj atıklarının yönetiminde ülke çapında, yerel ve bölgesel yönetim planları oluşturmak ve ilgili diğer paydaşlarla uyumu sağlamak,

- Yerel yönetimlerin çöp ücretlerine esas olmak üzere genel çerçeveyi belirlemek,
- Yerel yönetimlerin bertaraf projelerinin kontrolünü ve onayını yapmak, projelerin inşa aşamasında uygulama, izleme ve kontrolörlük işlerini yerine getirmek,
- Atık yönetimini ile ilgili verilerin toplanması için ilgili paydaşlar ile uyum ve iletişimi sağlamak,
- Atık yönetimini ile ilgili yerel yatırım düzenlemesi ve talep analizi çalışmalarını yerine getirmek,
- Ülke çapında ve lokal atık yönetim planlarının ortaya koymak ve koordine etmek,
- Hali hazırdaki kullanılan sistemler ile ilgili birimlere eğitim vermek,
- Çöplerin ihracat, ithalat ve transit geçişlerine ilişkin izinleri vermek.

Sağlık Bakanlığı, çevre ve halk sağlığının korunmasında sağlık kurumlarından alınan tıbbi çöplerin alınması, depolanması ve yakılarak yok edilmesi gibi konularda yetkilidir. Hastane veya aile hekimlikleri gibi tıbbi kurumlardan alınan atıkların insan sağlığına ve doğaya zarar vermeden düzenli olarak toplanması, transfer edilmesi ve biriktirilmesi aşamalarında uyulması gereken kurallar 2872 sayılı Çevre Kanunu'na göre, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca, ortaya konan Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ile tekrar yürürlüğe konulmuştur.

Eskiden Başbakanlığa bağlı olan Devlet Planlama Teşkilatı, Cumhurbaşkanlığı Hükümet Sistemine geçiş ile birlikte adı Strateji ve Bütçe Başkanlığı olarak değişmiştir. Bu kurumun kamuda yapılacak tüm yatırımları ister devlet tarafından yapılsın ister dış kaynaklı kredi ile yapılsın bunların planlarını yapmak ve bütçelerini onaylamak en başlıca görevidir. Aynı zamanda bu kurum stratejik atık yönetimi programlarının projelendirmesi, planlaması ve yerel yönetimlerin senelik yatırım bütçe ve planlarının gerçekleşmesini ve bunların uyum için gerçekleştirilmesini sağlar.

Özellikle teknik personel ve bütçe azlığından dolayı kendi imkanları ile altyapı projelerini projelendiremeyen ve finansal olarak bu bütçeyi karşılayamayan belediyelere hem maddi hem de teknik olarak yardım etmek amacı ile 1933 senesinde daha geniş bir platformda hizmet vermek hedefiyle İller Bankası kurulmuştur (Güler 1996). İller Bankası AŞ 1945 yılında Resmî Gazete'de yayınlanan 4759 Sayılı Kanun'un 1. maddesinde belirtilen

hedefleri doğrultusunda, kurumun sorumlulukları ve yetkileri 7. maddede yayınlanmıştır. İller Bankası AŞ atık yönetimi konusunda ve altyapı yatırımları ve hizmetlerin yerine getirilmesi için yapılacak yapıların proje ve inşası sürecinde belediyelere teknik destek sağlamaktadır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na bağlı olan İller Bankası AŞ, yerel yönetimlerdeki atık yönetimiyle ilgili inşaat ve kent planlaması işlerini yapmakla yükümlüdür. Yerel yönetimlerin talepleri doğrultusunda bu kurum atık su arıtma ve katı atık bertaraf tesislerine ekonomik destek olarak 180 ay vadeli kredi ve %50 hibe imkânı sunabilmektedir.

Büyükşehir belediyesi yönetiminin yasal durumunu belirlemek, sundukları çalışmaların programlı, plânlı, uyumlu etkin ve verimli ilerlemesini sağlamak hedefiyle 10.07.2004 tarihinde yürürlüğe giren Büyükşehir Belediyesi Kanunu ile Büyükşehir Belediyesinin sorumluluk ve görev alanları düzenlenmiştir. 2005 yılında uygulamaya giren 5393 sayılı Belediye Kanunu ile belediyeler temizlik ve çöp hizmetleriyle çevre ve çevre sağlığı gibi hususlarda sorumlu olmuşlardır. Belediyenin görev ve yetkileri Kanunun 15. maddesinde “çöplerin alınması, transferi, ayrıştırılması, geri dönüşümü, bertaraf edilmesi ve depolanması hususunda bütün hizmetleri yapmak ve yaptırmak” olarak tanımlanmıştır. Kanun kapsamında Büyükşehir Belediyeleri mücavir alan sınırları dahilinde olan belediyeler sadece çöpleri almak ve transfer etmek görevlerini alırken, bu sınırların dışında kalan belediyeler bütün bu hizmetlerin yanı sıra çöpleri bertaraf etme görevinden sorumludur.

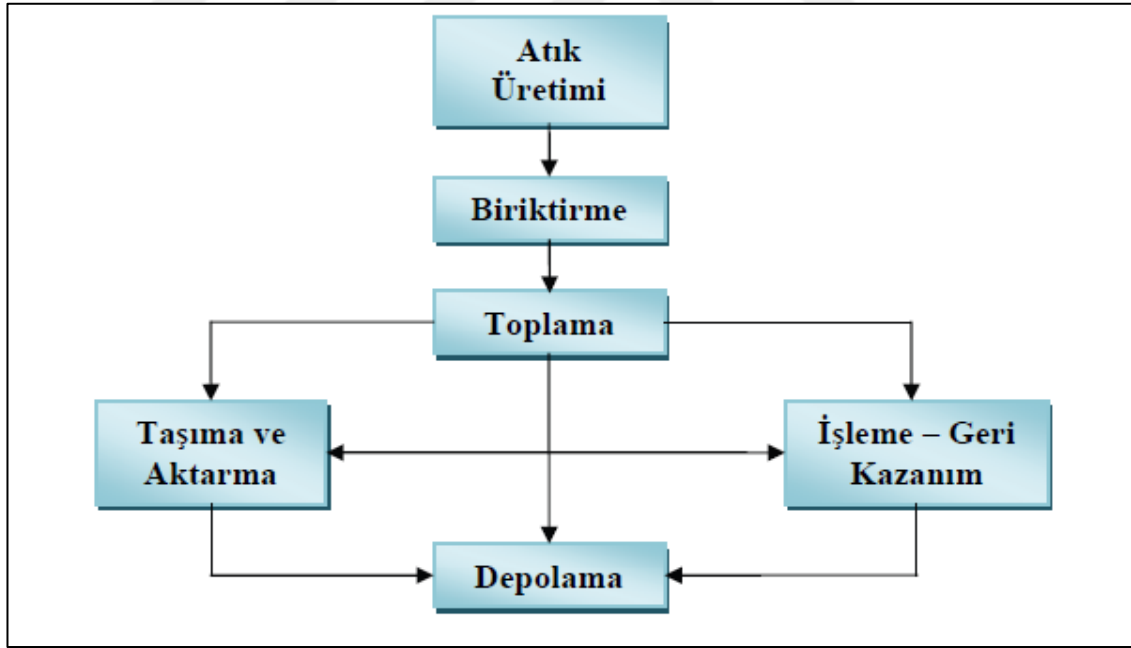
Hazine ve Maliye Bakanlığı ise çevre ve temizlik vergisi (ÇTV) gibi vergileri ortaya çıkarmak ve sahada uygulamakla sorumludurlar. Evsel katı atık tesislerinin standartlarını belirlenmesinden etkili olan tüm verilerin kaynağı olan Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) atık yönetimini ilgilendiren istatistiki bilgileri düzenleyerek yayınlamakla mükelleftir.

2.3 Katı Atık Yönetimi Aşamaları

Çöplerin üretiminden bertaraf aşamasına kadarki tüm aşamaları içeren bütünleşmiş bir katı atık yönetiminin parçaları ve bunların kendi aralarındaki ilişkilerinin çok detaylı analiz edilmesi ve bu aşamaların iyi bir şekilde yönetilmesi zorunludur. Atık azaltımı

yaparak üretilen çöplerin bertaraf edilmesinde ekonomiye ve çevreye olan etkilerinin minimuma indirilmesini hedefleyen atık yönetiminin bir sonraki hedefi ise oluşan atığın geri kazanılarak veya gübre haline dönüştürülerek sisteme tekrar katılmasıdır.

Pazara yönelik atık yönetiminde geri döndürülebilir malzeme, gübre ve toplanacak çöp gazı ve benzeri ürünlerin katı atık yönetimi sonucunda ortaya çıkacak ekonomik değerler olarak tanımlamak mümkündür. Uyumu maksimuma çıkarılmış entegre katı atık yönetim sisteminin büyük ölçekli, yerel özellikte var edilmesi ve bütünleştirilmiş bir yönetime bağlı olması için nüfusun 500.000’den az olmaması gerektiği bazı akademisyenler tarafından ortaya konulmuştur (White vd., 1999). Bu yüzden ölçek ekonomisinden faydalanmak hedefiyle bu hususta belediyelerin birlikte çalışarak ortak planlamalar yapmaları olmazsa olma duruma gelmiştir. Katı Atık Yönetimi (KAY)’nin birinci basamağı katı atık üretimidir. Gün geçtikçe miktarında artış ve özelliğindeki farklılıklar görünen çöp üretimi “azaltma” sürecinin başladığı basamaktır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Katı atık yönetim sistemi (Ertürk 2010)

Atık yönetiminin ikinci aşaması üretilen çöpün, üretildiği ortamda biriktirilmesi ve depolanmasıdır. Biriktirme işlemi metal, plastik, kompozit kaplarda veya naylon poşetlerde yapılabilmektedir. Bu aşamada çöp kutularının hem malzeme olarak hem de

boyut olarak uygun bir şekilde üretilmesi ve yerleştirilmesi gerekmektedir. KAY'nin maliyeti en yüksek aşamaları atıkların toplanması ve transferidir. Entegre katı atık yönetim sisteminin başarısında büyük oranda toplama aşamasının etkin ve verimli olmasına bağlıdır. Çünkü katı atık yönetiminin hedefine varmasında atıkların zamanında düzenli ve sürekli olarak toplanmasının önemi çok büyüktür. Vatandaş belediye hizmetleri ile ilk karşılaştığı hizmet olması itibari ile oldukça önemlidir. 2000'li yılların başında bile Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri gibi gelişmiş ülkelerde bile çöpler geri kazanım veya dönüşüm uygulamaları yapılmadan düzenli veya vahşi bir şekilde depolanmıştır.

2.3.1 Atık üretimi

Katı atık oluşum sürecinin üretim faaliyetlerinde hammadde kullanımı ile başlamasından dolayı bertaraf edilen çöp miktarını azaltmanın en etkili yolu geri dönüşüm veya yeniden kullanımı artırarak hammadde kullanımını azaltmaktır. Katı atık miktarını belirleyen başlıca faktörler nüfus ile kişi başına üretilen katı atık miktarıdır. Bu miktar; toplumların hayat standartlarına, tüketim alışkanlıklarına, ekonomik durumlarına, iklim ve coğrafi konum özelliklerine, yerleşkenin büyüklüğüne doğrudan bağlıdır.

Birim katı atık üretim miktarını etkileyen başlıca etmen gelir seviyesidir. Toplumların gelir ve ekonomik refahı arttıkça ürettiği çöp miktarının bu paralelde arttığı belirlenmiştir. Bu yüzden katı atık yönetim sisteminin planlanmasındaki başarı bir şehrin gelecek yıllardaki nüfus tahmininin oldukça gerçeğe yakın bir şekilde yapılmasıyla mümkündür. Bu bağlamda en uygun projeksiyon tekniği ile şehrin gelişimi ve göç alabilirliği de göz önünde bulundurularak şehrin gelecek yıllara ilişkin nüfusunun planlanması bir anlamda zorunlu hale gelmektedir.

2.3.2 Biriktirme

Biriktirme işlemi; çöplerin üretilip, toplanıp depolanmasına kadar yaşanan süreçte uygun yerlerde ve koşullarda muhafaza edilmesi yani depolanmasıdır. Evlerden, işyerlerinden,

endüstrilerden kaynaklanan çöp, miktar ve hacimlerine göre farklı şekilde projelendirilen sistemlerde biriktirilmektedirler. Geçici depolama olarak da adlandırılan bu biriktirme olayı çöplerin daha ekonomik ve verimli bir şekilde toplanabilmesi için yapılmaktadır. Katı atıkların geçici depolanması Türkiye’de büyük oranda çöp kutularında yapılmaktadır.

2.3.3 Çöplerin toplanması

Çöplerin etkin, sağlıklı ve vatandaşın taleplerini karşılayacak rahatlıkta toplanması iyi bir belediyeçilik anlayışının birinci altın kuralıdır. Toplama işleminin birçok alternatifi ve özellikle insan faktörünü içinde barındırması sebebi ile oldukça karmaşık ve zor bir süreçtir. Bu sürecin içeriği aşağıda maddeler halinde gösterilmektedir.

- Çöpün toplanım ve hizmet alanını belirlemek,
- Sistemin finansman opsiyonlarını belirlemek,
- Personel sayısını ile çöp toplama araçlarını belirlemek,
- Belediye ve özel sektör toplama ve taşıma opsiyonlarının sayısını belirlemek,
- Taşıma ve toplama seçeneklerini değerlendirmek,
- Çöplerin alınma sırası ve rotalarını ile sistemlerini belirlemek,
- Sürekli geri beslemeli olarak sistemin performansını değerlendirmek.

Nüfus yoğunluğunun fazla olduğu özellikle turistik bölgelerin insan sağlığını ve çevreyi olumsuz etkileyecek kontrolsüz toplama ve bertaraf sistemlerine toleransı oldukça düşüktür. Güzel bir şekilde sistem planlaması için konut maliklerinin hangi sistemleri kullanacağını, çöplerin toplanması için nasıl bir depolama yöntemi izleyecekleri oldukça önemlidir. Sistemin içeriğindeki çöp kutuları ve kullanılan araçlara yönelik seçenekler çalışan kişi sayısını belirlemektedir. Çöplerin toplanma aşamalarında uygulanan mevzuat vatandaşların çöpleri ve ambalaj atıkları gibi geri dönüşüme uygun ayırma ve biriktirme yapabileceklerini belirlemektedir. Her ne kadar ihtiyaçlar ülkeden ülkeye şehirden şehire farklı olsa da çöp toplama sıklığı, çöp kaplarının çeşidi, ayrıştırma yapılıp yapılmaması ve nereye depolanacağı gibi konularda benzerlik göstermektedir. Bu konuların en başında

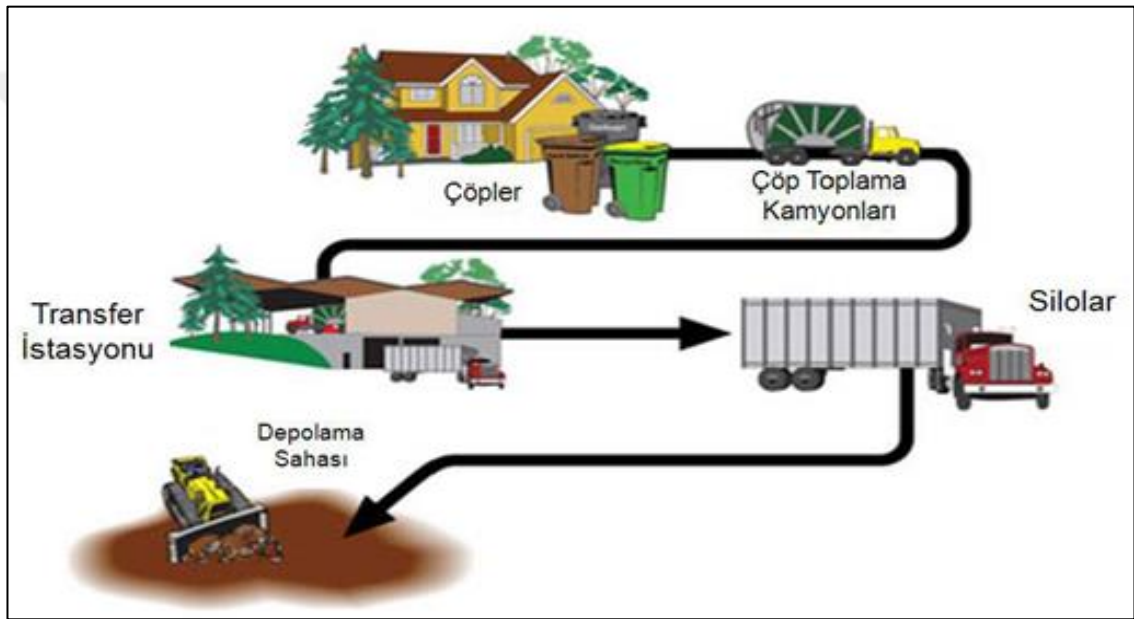
kullanılan çöp toplama araçları ve çöp kutularının birbirine olan uyumudur. 2.500 litrelik kapasite sahip çöp kutuları vinçli araçlar ile toplanırken, kapasitesi 1.000 litrenin altında olan çöp kutuları el yordamıyla yarı otomatik araçlar ile toplanabilmektedir. Çöp kutularının kolay deforme olamayan dayanıklı ve kullanışlı olması gerekmektedir.

Kullanılan çöp kutuları hareketli ve sabit sistemler olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Hareketli sistemler kullanılacağı bölgeye bırakıldıktan sonra kapasitesi oranında dolunca vinçli çöp araçları vasıtası ile yerlerine boş olanı konularak kamyon üzerine yerleştirilerek taşınır ve boşaltılacağı noktaya ulaştırılır. Yüksek kapasiteli ve hızlı bir şekilde dolan çöp kutularında çok daha etkili olarak kullanılmaktadır. Bu sistemlerde bir araç ve aracı kullanacak bir personel yeterli olmaktadır. Hem az personel maliyeti hem hızlı ve yüksek kapasiteli taşınımlar sayesinde bu yöntem oldukça ekonomiktir. Bu sistem insan gücü kullanıma çok açık olmadığı için hidrolik damperli kamyonların kullanımı daha yaygındır.

Hareketli olmayan konteyner sistemlerinde depolama kasası üzerinde olan araçlar kullanılmaktadır. Yarı otomatik sistemler birlikte insan gücüne bağlı el yordamı ile nispeten küçük kutular depolama haznesine boşaltılır. Deposu dolan araçlar nihai boşaltma noktalarına gidip yüklerini boşalttıktan sonra tekrar kaldıkları yerden rotalarını devam ederler ve mesai doluncaya veya rotalarındaki noktaları bitirince kadar bu işlem birkaç kez tekrarlanır.

Çöplerin bulundukları yerlerden alınması, katı atık yönetiminin tüm aşamalarının toplam maliyetinin yaklaşık olarak %80'ini oluşturmaktadır (Kaya 2013). Şehir çöplerinin alınmasında kullanılan yöntemler kullanılan kamyonların özelliklerine, çöp niteliğine ve üretim sıklığına göre değişiklik gösterebilir. Çöp toplama ekibi bir kapalı kasa kamyon 2 adet yükleyici ve 1 adet şoför olmak üzere 3 personel ve bir araçtan teşkil edilir. Özellikle çabuk dolan kamyonların mesai saatlerinde birçok defa döküm sahasına gidip boş olarak dönmeleri çalıştığı rota son döküm noktasına uzak olması durumunda oldukça fazla zaman ve yakıt israfına neden olmaktadır. İşletmecilik açısından pekte uygun gözükmeyen bu yöntem uygulandığında araçların atıkları ulaştırmak için yolda harcadığı süre boyunca iki işçinin işgücü boşa gitmiş olacaktır (Kaya 2013).

Çöp kamyonları ve insan gücünün daha verimli bir şekilde kullanılması, gerekli kamyon ve personel sayısının belirlenmesi için hatların sağlıklı bir şekilde planlanması ve optimizasyonu oldukça önemlidir. Bunların dışında da sistemin daha ekonomik işlemesi için farklı alternatifler bulunmaktadır. Çöp toplama ve transfer maliyetlerinin düşürülmesine yardımcı olabilecek bir diğer çözüm de ara transfer istasyonlarıdır. Bu ara duraklar sayesinde personellerin çöp boşaltım sahalarına sık gidip gelmeleri sonucunda israf olacak yakıt ve zaman sisteme yeniden kazandırır. Transfer istasyonlarda toplanan çöpler daha büyük kamyonlar veya tırlar ile son döküm noktalarına ulaştırılırlar (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Evsel katı atık yönetim süreçleri (Kolukısa 2013)

2.3.4 Aktarma istasyonları

Ara transfer duraklarından çöplerin şehir merkezlerinden uzak olan son döküm noktalarına birçok düşük kapasiteli kamyonların yerine daha büyük kapasiteli kamyon veya tırlar ile taşınması hem personel sayısında hem kullanılan araç sayısında ciddi oranda bir tasarruf yapılmasına olanak vermektedir. Aktarma istasyonlarının boyutları kullandıkları sistemlerin teknolojileri birbirlerinden oldukça farklı olsa da hedefleri ölçek ekonomisi sayesinde personel ve yakıt israfını minimuma indirmektedir. Bu küçük kapasitelerin yüksek kapasiteli araçlara aktarılması ile sağlanmıştır. Bu ara transfer

noktalarının verimli bir şekilde kullanılıp kullanılmayacağı bölge çalışma alanı ve uç noktaların birbirine olan uzaklığı ile alakalı olup kullanılacak toplama sistemine göre ciddi farklılıklar göstermektedir. Transfer istasyonları, ana katı atık bertaraf tesisinin kullanım süresi boyunca etkin olacağı için bu süre boyunca gelecek çöpleri karşılayabilecek büyüklükte inşa edilmesi gerekmektedir. Bir ara çöp transfer merkezinin boyutları aşağıdaki şekilde belirlenir.

- Transfer merkezini kullanan kamyonların sayı ve kapasiteleri
- İstasyonun haftalık çalışma süresi,
- Kamyonların boşaltım süreleri,
- İstasyonda depolanması ve işlenmesi gereken çöp miktarı,
- Taşıma Konteynerlerinin büyüklüğü,
- İstasyonun çalışma saatleri.

Aktarma merkezlerinin tamamen kapalı olması çevreye yaratacağı kirliliği oldukça minimum düzeye indirmesi için önemlidir. Ara transfer duraklarının sadece çevre problemlerini değil aynı zamanda trafik yoğunluğunu da azaltıcı bir etkisi vardır. Bu merkezler hem kamyon hem de işçi sayısının azaltılması ile ciddi bir ekonomik avantaj sağlamaktadır.

2.3.5 Vahşi depolama

Düzenli depolanmayan ve vahşi depolama olarak adlandırılan bu yöntem çöplerin kapalı olamayan her türlü etkene maruz kalabilecek bir alana rastgele bırakılmasıdır. Ülkemizde önceleri yoğun olarak kullanılan bu yöntemde katı atıklar tedbirsiz bir şekilde araziye boşaltılmaktadır. Çöpleri gelişi güzel açık araziye rastgele bırakılması ciddi sorunları da yanında getirtmektedir. Sadece estetik açıdan görüntü kirliliği değil çevreye dağılarak birçok canlının hayatını da tehdit etmektedir. Hava değişimlerinin de etkisi ile rüzgârla çok geniş alanlara kirliliğin yayılmasına ve hava kirliliğine sebep olmaktadır.

Düzensiz atık depolama alanlarında oluşan çöp suları yerüstü ve yeraltı sularına karışarak su kaynaklarının kirlenmesine yol açmaktadırlar. Aynı zamanda bu tür depolama yapılan

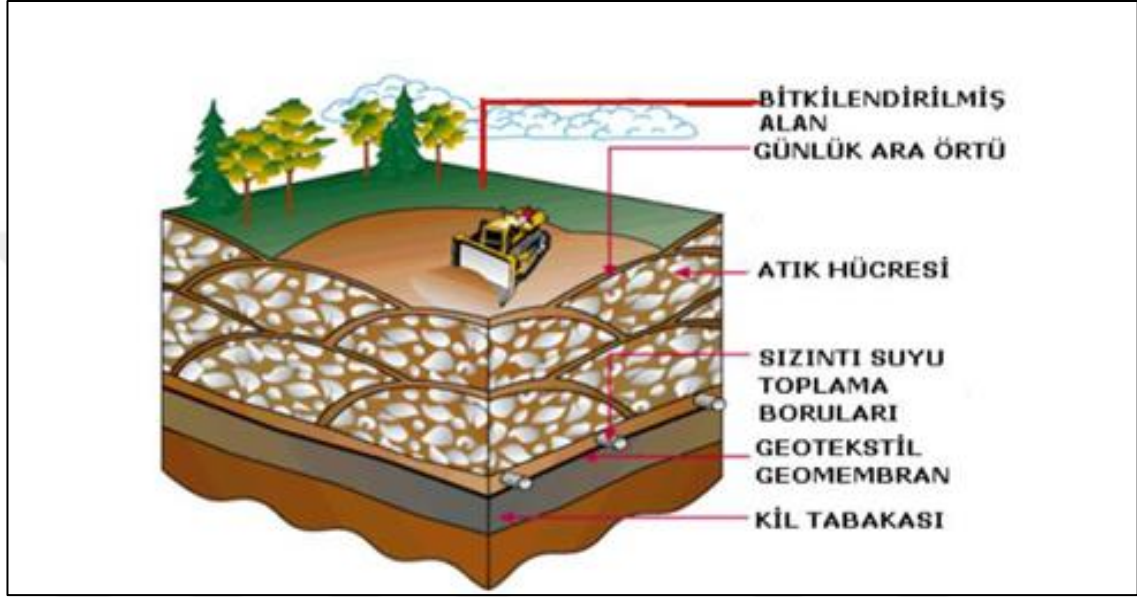
arazilerde bakteri, virüs ve diğer zararlı canlılar için uygun bir gelişme ve üreme yerleri haline gelir ve buralardan beslenen kedi köpek ve kuş gibi hayvanlar bulaşıcı hastalıkların çevreye yayılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

2.3.6 Düzenli depolama

Çöplerin vahşi depolama yerine düzenli depolama sahaları, çöplerin insan ile çevre sağlığını tehdit etmeyecek bir şekilde izole edilmesi için oluşturulan biriktirme alanlarıdır. Hem daha düşük maliyetli olması hem de kullanım kolaylığı sebebiyle tüm dünya genelinde en çok kullanılan depolama yöntemidir. Bu yöntemle aynı zamanda çöp olarak gelen tüm malzemeler süreç sonunda tamamen toprak altına koyulmamaktadır. Bu tür düzenli depolama sahaları mühendislik açısından daha teknolojik ve üstün özellikleri olması sebebi ile belli teknik şartnamelere ve yürürlükte olan yasalara uygun olarak yapılmak zorundadır. Yeri, tasarımı, işlevi ve işleyişinin gözlenmesi yine mevzuata uygun olarak yapılmalıdır. 2010 senesinde çöplerin düzenli depolanması konusundaki yönetmelik ve çöplerin düzenli depolama sahalarına alınmasında uyulacak çöp kabul şartları ortaya konulmuştur. Ayrıca bu aşamada bakım ve izleme aşamaları ile saha kapatıldıktan sonraki rehabilitasyon aşamaları, bu süreçlerde uygulanması gereken kurallar ayrıntılı olarak verilmiştir. Aynı zamanda yönetmelikte; “çöpler, ön işlem olmaksızın depolama tesisine kabul edilmeyecektir” ifadesi bulunmaktadır. Ön işlem; çöpün hacmini ve zararlı özelliğini azaltmak için yönetimini kolaylaştırmak ve geri kazanımını artırmak amacıyla çöpe uygulanan kimyasal, biyolojik ve fiziksel işlemlerdir.

Düzenli depolama sahalarında çöpü etkisiz hale getirecek biyolojik olarak bozulabilir organik çöp miktarının düşürülmesi zorunlu tutulmuştur. Bu konular çöplerin daha kaynağında ayrılması ve geri kazanılabilir atıkların düzenli depolama sahalarına daha başından sokulmamasını sağlayacak yeni yöntemler ve teknolojiler düşünülmektedir (Kaya 2013). Çöp düzenli depolama tesisleri doğayı katı atık yönetimi sürecinde oluşabilecek kirlenme ve kirleticilerden engelleyecek şekilde dizayn edilmelidir. Yeraltı suyu kirliliği gibi hayati zararlara mahal vermeyecek şekilde düzenli depolama tesislerinin yerlerinin tespiti oldukça hassas bir konudur. Yer tespiti sadece yasal kriterlere göre değil doğa ve insan sağlığına tehdit yaratmayacak kriterleri de içine alacak

şekilde seçilmelidir. Özellikle su kaynağı kıt ülkeler içerisinde yer alan ülkemizde şehirlerimizin içme suyu ve tarımsal sulama ihtiyaçlarının büyük bir bölümünün yer altı sularından karşılandığı göz önüne alındığında yer altı su kaynaklarının korunmasının ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Tesislerin zeminine membranlar ve killer ile geçirimsiz tabaka oluşturulması ile bu korunma mümkün olabilmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Düzenli depolama kesiti (Kolukisa 2013)

Bir başka olumsuz durum özellikle organik çöplerin bozulmasından ortaya çıkan çöp gazı olarak adlandırılan metan gazının oluşması hem kötü kokulu olması hem de yanıcı ve zehirleyici olmasından dolayı son derece tehlikelidir. Bu gazın oluşmasının temel sebebi çöpün içindeki organiklerin oksijensiz ortamda parçalanmasından kaynaklanmaktadır. Bu gaz sadece bitki ve hayvanların sağlığına zarar vermekle kalmayıp, sera gazı etkisi; karbondioksit (CO_2)’den yaklaşık 24 katı daha fazla küresel ısınmaya sebep olmaktadır (Kolukisa 2013).

Çöp gazı salınımlarının kontrol edilmemesi küresel ısınma, yanıcı ve patlayıcı olmasından dolayı bitki, insan ve hayvan sağlığını tehdit etmesi, kötü koku yayması gibi olumsuz etkileri bulunmaktadır. Vahşi olmayan düzenli bertaraf tesislerinde, ortaya çıkan metan gazı yakılarak CO_2 dönüştürülerek sera etkisi 24 kat azaltılmakta aynı zaman da ciddi miktarda elektrik üretimine imkân sağlamaktadır. Özellikle boyalar, bazı

kimyasallar, tarım ilaçları, atık yağ ve piller gibi malzemelerin belediyeler tarafından çöp depolama alanlarında girişleri sınırlandırılabilir. Bu ürünler ve türevlerinin düzensiz depolanması çevre ve sağlık için tehlike oluşturmaktadır.

2.3.7 Entegre katı atık tesisi

Entegre katı atık tesislerini diğer sistemlerden ayıran en büyük özelliği sisteme giren atıkların ayrıştırılarak büyük bir kısmının bertaraf edilmek yerine geri dönüşüm ve kazanım sayesinde çöp olarak tanımlamaktan çıkarmasıdır. Sadece atık miktarının azaltılması ile tesisin ve depolamanın ömrünü uzatmakla kalmayıp, sistemin ekonomik olarak da kendini beslemesine imkân tanımaktadır. Bu sistemde enerji ve geri dönüşüm verimliliği oldukça önemlidir. Tesise giren atık miktarına bağlı olarak geri kazanılan veya dönüştürülen çöp miktarı ne kadar yüksek olursa düzenli depolama alanına gelen çöp miktarı o kadar düşük olmaktadır. Ekonomik kazanımın en yüksek olduğu seviye madde kazanımının en yüksek değere ulaştığı optimum çözüm noktasıdır (Güven 2019).

3. AKSARAY İLİ NÜFUS VE ATIK PROJEKSİYONU

Aksaray Katı Atık Bertaraf ve Düzenli Depolama Tesisi projesi, Aksaray ili, Merkez ilçesi idari sınırları içerisinde kalmaktadır. Projeden faydalananak olan merkezler Aksaray Merkez, Ortaköy, Eski, Gülağaç, Güzelyurt, Sultanhanı, Ağaören ve Sarıyahşi ilçeleridir.

3.1 Projeden Faydalananak İlçeler ve Nüfusları

Projeden faydalananak olan ilçe sınırları içerisinde toplanan tüm karışık belediye atıklarının tesise kabul edileceği varsayılarak nüfus ve atık projeksiyonları gerçekleştirilmiştir. İl Özel İdare sınırları içerisindeki köy nüfusları ilgili ilçeye dâhil edilmiştir. Projeden faydalananak ilçeler ve 2021 yılı Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) adrese dayalı nüfus kayıt sistemi nüfus verilerine göre Aksaray ili Merkez ilçenin nüfusu 315.222, ilçeler dahil yapılacak olan tesisten yararlanabilecek toplam nüfusun 429.069 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Aksaray ilinin ilçelere göre nüfusu (2021) (Anonim 2022)

Yıl	İlçe	İlçe Nüfusu	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu	Toplam İl Nüfusuna Oranı
2021	Merkez	315.222	157.624	157.598	%73,47
2021	Ortaköy	32.130	15.901	16.229	%7,49
2021	Eski	27.151	13.782	13.369	%6,33
2021	Gülağaç	19.443	9.785	9.658	%4,53
2021	Sultanhanı	11.630	5.937	5.693	%2,71
2021	Güzelyurt	10.677	5.384	5.293	%2,49
2021	Ağaören	7.633	3.815	3.818	%1,78
2021	Sarıyahşi	5.183	2.613	2.570	%1,21

Aksaray Katı Atık Tesisi için hazırlanan fizibilite ve çevre etki değerlendirme (ÇED) raporlarında aritmetik, geometrik, birleşik ve İller Bankası metodlarına göre farklı nüfus projeksiyonları yapılmış, söz konusu raporlarda ve bu araştırma çalışmasında nüfus

projeksiyonları birbirine çok yakın değerlere sahip metotlar arasında İller Bankası metodu değeri 1'e en yakın ($R^2= 1$) olmasından dolayı İller Bankası metoduna göre hesaplanan nüfus değerleri tercih edilmiş ve atık projeksiyonu bu metoda göre hesaplanmış nüfus değerleri üzerinden gerçekleştirilmiştir.

3.2 Kişi Başına Düşen Katı Atık Üretim Miktarı

İnsan faaliyetlerine bağlı olarak kaçınılmaz olarak atık üretimi gerçekleşmektedir. Aksaray Katı Atık Tesisi için hazırlanan ön fizibilite raporundaki 2018 yılı Aksaray ili için kişi başına düşen çöp miktarı 1,03 kg/kişi/gün olarak belirlenmiştir. AB ülkelerinde 2000'li yılların başında kişi başına katı atık üretimi 430 kg/yıl iken, Türkiye'de 10 yıl kadar önce bu değer 380 kg/yıl olduğu belirtilmektedir (Anonim 2021). Aksaray ilinde 365 günlük katı atık miktarı 376 kg/yıl ($365 \times 1,03 = 375,95$ kg) olduğu dikkate alınırsa, kentin katı atık üretiminin ulusal ortalama ile aynı düzeyde, AB ülkeleri ortalamasından daha düşük olduğu görülmektedir. Nüfus ve ekonomik refah artışı ile ülkemizde de kişi başına katı atık üretimi hızla artma eğilimindedir. Sonuç olarak bu atıkların bir şekilde zararsız hale getirilmesi kadar bir o kadar da ekonomiye ve çevreye olumlu katkı sağlayacak şekilde yönetilmesi gerekli olmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 2010-2018 yılları arasında gerçekleştirilen Belediye Katı Atık Göstergeleri konulu çalışmada kişi başına düşen çöp miktarının 2018 yılından itibaren bir önceki yıla göre %0,25 oranında artacağı ön görülmüştür. Proje kapsamında kurulması planlanan tesislerin ömrü 26 yıl olarak planlanmış, bu kapsamda nüfus ve atık projeksiyonları 2021-2046 yılları arası için gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.2). İnceleme konusu 2021-2046 döneminde kişi başına atık üretimindeki artışın toplam %7,22 düzeyinde olacağı öngörülmüş olup, yapılan öngörünün gerçekçi olup olmadığı konusunda hanehalkı düzeyinde atık üretimi ve atık azalma stratejilerine yönelik saha çalışmasının yapılmasına gereksinim olduğu vurgulanmalıdır.

Çizelge 3.2 Aksaray ili İller Bankası metoduna göre nüfus ve atık miktarı projeksiyonları (Anonim 2021)

Yıllar	Kişi Başına Düşen Atık Miktarı	Toplam Nüfus	Toplam Atık Miktarı
2021	1,039 kg/kişi/gün	431.676 kişi	163.707 ton/yıl
2022	1,042 kg/kişi/gün	439.555 kişi	167.177 ton/yıl
2023	1,045 kg/kişi/gün	447.586 kişi	170.720 ton/yıl
2024	1,048 kg/kişi/gün	455.775 kişi	174.343 ton/yıl
2025	1,051kg/kişi/gün	464.123 kişi	178.045 ton/yıl
2026	1,054 kg/kişi/gün	472.637 kişi	181.827 ton/yıl
2027	1,057 kg/kişi/gün	481.316 kişi	185.694 ton/yıl
2028	1,060 kg/kişi/gün	490.165 kişi	189.644 ton/yıl
2029	1,063 kg/kişi/gün	499.188 kişi	193.683 ton/yıl
2030	1,066kg/kişi/gün	508.389 kişi	197.810 ton/yıl
2031	1,069 kg/kişi/gün	517.770 kişi	202.026 ton/yıl
2032	1,072 kg/kişi/gün	527.336 kişi	206.335 ton/yıl
2033	1,075 kg/kişi/gün	537.090 kişi	210.741 ton/yıl
2034	1,078 kg/kişi/gün	547.035 kişi	215.242 ton/yıl
2035	1,081 kg/kişi/gün	557.177 kişi	219.841 ton/yıl
2036	1,084kg/kişi/gün	567.519 kişi	224.544 ton/yıl
2037	1,087 kg/kişi/gün	578.065 kişi	229.351 ton/yıl
2038	1,090 kg/kişi/gün	588.820 kişi	234.262 ton/yıl
2039	1,093 kg/kişi/gün	599.788 kişi	239.282 ton/yıl
2040	1,096 kg/kişi/gün	610.973 kişi	244.413 ton/yıl
2041	1,099 kg/kişi/gün	622.378 kişi	249.657 ton/yıl
2042	1,102 kg/kişi/gün	634.011 kişi	255.019 ton/yıl
2043	1,105 kg/kişi/gün	645.875 kişi	260.496 ton/yıl
2044	1,108 kg/kişi/gün	657.975 kişi	266.098 ton/yıl
2045	1,111 kg/kişi/gün	670.313 kişi	271.823 ton/yıl
2046	1,114 kg/kişi/gün	682.899 kişi	277.674 ton/yıl

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde kentsel atık yönetimi 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren önemli bir çalışma alanı olarak ortaya çıkmıştır. Son 50 yılda “entegre çevre yönetimi” ve “sürdürülebilir kalkınma” gibi yeni kavramların özel önem kazanmasına bağlı olarak yerel yönetimlerin atık yönetimi fonksiyonlarının geliştirilmesi zorunlu olmuştur. Bu çerçevede 5393 sayılı Belediye Kanununun 14’üncü maddesine göre belediyenin görev ve sorumlulukları arasında mahallî müşterek nitelikte olmak şartıyla; a) imar, su ve kanalizasyon, ulaşım gibi kentsel altyapı, coğrafi ve kent bilgi sistemleri, çevre ve çevre sağlığı, temizlik ve katı atık, zabıta, itfaiye, acil yardım, kurtarma ve

ambulans, şehir içi trafik, defin ve mezarlıklar, ağaçlandırma, park ve yeşil alanlar, konut, kültür ve sanat, turizm ve tanıtım, gençlik ve spor orta ve yüksek öğrenim öğrenci yurtları, sosyal hizmet ve yardım, nikâh, meslek ve beceri kazandırma, ekonomi ve ticaretin geliştirilmesi hizmetlerinin yapılması veya yaptırılması sayılmıştır. Hatta bazı ülkelerin büyük kentlerinde atık ekonomisi, yerel idarelerin önemli gelir ve istihdam alanları arasına girmiştir. Atık ekonomisi ve yönetimi açısından; atıkların ekonomik olarak karşılanabilir, sosyal olarak kabul edilebilir ve çevresel olarak da etkin bir yönetim anlayışının geliştirilmesi ifade edilmektedir.

3.3 Atık Karakterizasyonu

Aksaray Belediyesi tarafından yapılan 2019 yılı yaz ve kış dönemi atık karakterizasyon sonuçlarının ortalamaları alınarak elde edilen katı atık kompozisyonu aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.3). İnceleme sonuçlarına göre üzere katı atık kompozisyonunun yaklaşık %55,05'inin biyo-bozunur atıklar, %35,16'sının geri kazanımı mümkün olan atıklar ve %9,79'unun bakiye atıklardan oluştuğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3 Aksaray ili 2019 yılı atık kompozisyonu (Anonim 2021).

	Atık Türü	Yaz Ortalaması	Kış Ortalaması	Miktar	Toplam
Biyo-Bozunur Atıklar	Mutfak Atıkları	%50,80	%46,95	%48,88	%55,05
	Park ve Bahçe Atıkları	%4,91	%7,43	%6,17	
Geri Kazanımı Mümkün Olan Atıklar	Kâğıt	%5,14	%5,22	%5,18	%35,16
	Karton	%4,44	%4,07	%4,25	
	Hacimli Karton	%3,69	%4,97	%4,33	
	Plastik	%15,07	%12,17	%13,62	
	Cam	%6,12	%4,46	%5,29	
	Metal	%2,54	%2,42	%2,48	
	Hacimli Metal	%0,00	%0,02	%0,01	
Bakiye Atıklar	Diğer Yanabilen	%2,94	%7,39	%5,16	%9,79
	Diğer Yanabilen Hacimli	%4,37	%4,50	%4,43	
	Diğer Yanmayan Hacimli	%0,00	%0,00	%0,00	
	Diğerleri	%0,00	%0,00	%0,00	
	Kül (Toz, Kum, Taş dahil)	%0,00	%0,42	%0,21	
Toplam	-	%100	%100	%100	%100,00

3.4 Aksaray İli Katı Atık Yönetimi Mevcut Durum

Aksaray İl Özel İdaresi Genel Sekreterliği 16.12.2005 tarihinde Aksaray Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi inşaatı başlamış olup 07.08.2006 tarihinde tamamlamıştır. Müşavirliğini ve finansmanın tamamı Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı / Özel Çevre Koruma Kurumu yapmıştır. İşin içeriğinde 910.000 m³ kapasiteli katı atık depolama sahasının inşa edilmesi için 70.000 m³ kazı dolgu işlerinin yapılması 108.000 m²'lik alanda idari binaların yapılması, çöp suyu toplama havuzunun yapılması ve depolama lotlarının yapılması işleri tamamlanmıştır. Ayrıca tesisin işletilmesi Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği doğrultusunda 07.08.2009 tarihine kadar yüklenici firma tarafından yapılmıştır. Bu tarihten itibaren işletmesi Mahalli İdareler Hizmet Birliği'ne geçmiş 3 adet aktarma istasyonu kurulmuştur. Bu aktarma istasyonları Selime, Eşmekaya ve Acıpınar'dır. Aktarma istasyonlarındaki çöpler 1 çekici ve 4 treyler ile katı atık düzenli depolama tesisine getirilmektedir. Bu aktarma istasyonları ile birlikte tesise günlük ortalama gelen çöp miktarı 2020 itibari ile 270 Tondur. Bunun 35 Tonu aktarma istasyonlarından gelmektedir. Gelen çöpümüzün karakteri %40 organik maddedir (Anonim 2021).

Merkez ilçedeki çöpler günlük toplanmakta olup 8.386 adet konteyner bulunmaktadır. Bunlardan 4.533 adet 400 L, 3.553 adet 800 L ve 300 adet 2.500 L konteyner bulunmaktadır. Bu toplama işlemi için 16 adet çöp kamyonları kullanılmaktadır. Bu çöp kamyonlarının 9 tanesi 14 m³, 7 tanesi 8 m³ kapasiteye sahiptir. 8 adet gece ve 8 adet gündüz vardiyasında olacak şekilde 2 vardiyada çöpler toplanmaktadır. Ayrıca 2 adet 4 m³'lük küçük araç ile şehrin merkezindeki yerlerdeki ve muhtelif yerlerdeki çöpler toplanmaktadır. Tesiste ayrıca 2010 yılında yap-işlet-devret modeli ile tıbbi atık sterilizasyon tesisi kurulmuştur. 2020 Ekim ayında tesis tamamen Aksaray Belediyesine geçmiştir. 10 yıl içerisinde işleten firmadan ortalama 80.000 TL yıllık kira ve bertaraf ettiği tıbbi atık üzerinden elde ettiği gelirin %10'u kadarı Aksaray Belediyesi'ne ödenmiştir. Aksaray Belediyesi payına düşen miktar ortalama 2020 yılı itibariyle 60.000 TL'dir. Aksaray Belediyesi ambalaj atıklarının toplanması ve geri dönüşüme kazandırılması işini protokol imzalayarak yetki devri yapmıştır. Bu sayede geri dönüşüm

için gerekli araç gereçten tasarruf edilmiştir. Ortalama aylık 1.200 ton ambalaj atığı geri kazanılmaktadır.

Aksaray Katı Atık Tesisinin düzenli depolama alanına ITC firması tarafından Mayıs 2013 yılında lottaki metan gazı toplayıp enerjiye dönüştürmek üzere elektrik üretim tesisi kurulmuştur. Saatlik ortalama 1.2 MW elektrik üretimi yapılmaktadır. Söz konusu miktar yaklaşık 50.000 kişinin elektrik ihtiyacına tekabül etmektedir. Bu tesis yap işlet-devret-modeli ile yapılmıştır. 2028 yılına kadar 15 yıllık süre ile yüklenici tarafından işletilecektir. Aksaray Belediyesi üretilen elektriğin satışından %32 pay almaktadır. Belediyenin kendi payından yıllık elde edilen gelir ortalama döviz kurunun 5 TL olduğu dikkate alındığında 2018 yılı itibariyle 2.500.000 TL veya 500.000 \$ olarak tahmin edilmektedir.

Aksaray ili katı atık tesisinin 01.09.2019 tarihinde yapılan ihalesinde 1 mühendis, 3 operatör, 3 şoför ve 7 vasıfız olmak üzere 14 kişilik personel, paletli dozer, paletli ekskavatör, kazıcı yükleyici kepçe, keçi ayaklı kompaktör, kamyon, kamyonet, çöp treyleri, treyler çekicisi ve binek araçtan oluşan makine ekipman ve yakıtları dahil olmak üzere TEOS firması tarafından döviz kurunun 5,71 TL olduğu Eylül 2019 tarihinde 3.998.000 TL, yaklaşık 700.000 \$'ı bedel ile üstlenilmiştir. Aksaray ilinin 250 ton/gün kapasiteli atık tesisinin yıllık işletme bedelinin yapılan son ihale bedeline göre yıllık 350.000 \$ olarak hesaplanmıştır. Aksaray ilinde faaliyet gösteren Ambalaj Atığı Toplama Ayırma Tesisi lisans süreçlerini tamamlamış ve kentteki atıklar kaynağında ayrıştırma ile toplanmaya başlanmıştır. 2019 yılı içerisinde kaynağında ayrı toplama faaliyetlerinde toplam 13.119 ton/yıl ambalaj atığı toplanmış, kentteki düzenli depolama tesisi kantar kayıtlarına göre 2019 yılı atık miktarı 97.324 ton/yıl olup ayrı toplama faaliyetleri ile toplanan ambalaj atıkları toplam atığın yaklaşık %14'üne karşılık gelmektedir.

Sıfır Atık Yönetmeliği'nin 16. maddesinin 1. bendinde sıfır atık yönetim sistemini kurmakla yükümlü Ek-1 listedeki yerler, 17'nci maddede tanımlanan süreç doğrultusunda temel seviyede sıfır atık belgesi almak zorundadır. Diğer yerler ise talep etmeleri halinde temel seviyede belge almak için müracaatta bulunabilir denilmektedir. Bu kapsamda Sıfır Atık Yönetim Sisteminin oluşturulmasına yönelik uygulama takvimi, A) Mahalli İdareler

İçin Uygulama Takvimi'ne göre büyükşehir dışındaki il merkez ilçe belediyelerinin sisteme geçişinin tamamlanması için son tarih 31.12.2021; il özel idarelerin sisteme geçişinin tamamlanması için son tarih ise 31.12.2022 olup projelendirme çalışmalarında bu husus göz önünde bulundurulmuştur. Proje kapsamında tesise atık getirecek tüm belediyeler için bertaraf edilmeye giden atık miktarındaki azalma oranı 2021 yılı itibarı ile %15 olarak belirlenmiş olup yıllara sair artış yapılarak hedef yılda, proje kapsamında kullanılan 2019 yılı atık karakterizasyonuna göre geri kazanımı mümkün olan atıkların tamamına yakın olacak şekilde planlama yapılmıştır. Bertaraf için giden atık miktarındaki azalma oranı 2046 hedef yılda %34 olarak belirlenmiş ve tüm hesaplamalar bu doğrultuda yapılmıştır. Atık karakterizasyon çalışması sonuçlarına göre %35,16 oranındaki geri kazanımı mümkün olan atıkların her yıl için belirlenen azaltım hedefi kadar kısmı mekanik ayırma tesisine girmeden kaynağında ayrı toplanarak lisanslı firmalara gönderilmiş olacaktır. Bu nedenle %15'lik miktar mekanik ayırma tesisinden çıkacak geri kazanımı mümkün olan atık miktarından düşürülmüştür (Anonim 2021).

Mekanik ayırma tesisine girecek atık miktarı toplam atık miktarından o yıla ait azaltım hedefi oranındaki kısım düşürüldükten sonra belirlendiğinden katı atık kompozisyonuna ait oranlar her yıl için değişmiş olup; 2021 yılı için mekanik ayırma tesisine girecek toplam atığın yaklaşık %64,8'inin biyo-bozunur atıklar, %23,7'sinin geri kazanımı mümkün olan atıklar ve %11,6'inin bakiye atıklardan oluştuğu tespit edilmiştir. Hedef yıl olan 2046 yılı için mekanik ayırma tesisine girecek toplam atığın yaklaşık %83,4'ünün biyo-bozunur atıklar, %1,8'inin geri kazanımı mümkün olan atıklar ve %14,8'inin bakiye atıklardan oluştuğu tespit edilmiştir (Anonim 2021).

4. AKSARAY İLİ KATI ATIK TESİSİNDE YER ALMASI GEREKEN ÜNİTELER VE ÖZELLİKLERİ

Aksaray Katı Atık Bertaraf ve Düzenli Depolama Tesisi ömrü 26 yıl olarak planlanmış ve bu kapsamda 2021-2046 yılları arası için öngörülen atık projeksiyonlarına göre kapasitesi ve içereceği ana üniteler mekanik ayırma tesisi, kompost tesisi, II. sınıf düzenli depolama tesisi ve son olarak depo gazından elektrik enerjisi üretim tesisi olarak 4 ana bölümde projelendirilmiştir. Sistemde bulunacak üniteler ve faaliyetleri çizelgede gösterilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Katı atık tesisindeki ünitelerde gerçekleştirilen faaliyetler (Anonim 2021)

Ünite	Faaliyet
Mekanik Ayırma Tesisi	Atıkların Cinslerine Göre Ayrılması
Kompost Tesisi	Biyo-bozunur Atıklardan Kompost Üretilmesi
II. Sınıf Düzenli Depolama Alanı	Ayrıştırma işlemi sonundan geri kazanımı mümkün olmayan bakiye atıklar, kompost atığı ve piyasaya arz edilmeyen kompost ürünün düzenli depolama alanında bertaraf edilmesi
Elektrik Enerjisi Üretim Tesisi	Üretilen Gazlar Kullanılarak Enerji Üretimi

Tesiste bulunan ünitelerin faaliyete başladığı 2021 yılı ile hedeflenen 35 yıllık proje işletme süresinin son yılı olan 2046 yılındaki kapasiteleri günlük ve yıllık olarak çizelge gösterilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Entegre katı atık tesisindeki ünitelerin kapasiteleri (Anonim 2021).

Tesis	Kapasite (2021)	Kapasite (2046)
Mekanik Ayırma Tesisi	381 ton/gün 139.151 ton /yıl	502 ton/gün 183.265 ton /yıl
Kompost Tesisi	165 ton/gün 60.287 ton /yıl	337 ton/gün 123.028 ton /yıl
II. Sınıf Düzenli Depolama Alanı	278 ton/gün 101.388 ton /yıl	446 ton/gün 162.738 ton /yıl
Elektrik Enerjisi Üretim Tesisi	7,05 MWe	

4.1 Mekanik Ayırma Tesisi

Projeden faydalananacak belediyelerden toplanan karışık belediye atıkları atık taşıma araçları ile Entegre katı atık tesisine ilk giriş yaptıkları ve atıkların cinslerine göre ayrıştırıldıkları tesislerdir.

4.1.1 Mekanik ayırma tesisi iş akım şeması

Mekanik ayırma tesisinde, çöplerin atık taşıma aracı tarafından boşaltılmasından nihai biyo-bozunur atıkların, bakiye atıkların ve geri kazanılabilir ürünlerin ayrılmasına kadar olan işlemler gerçekleştirilmektedir. Toplanarak tesise giriş yapacak, atığın cinsi, kaynağı bilgileri alındıktan sonra atık kamyonun tartımı kantar da yapılmakta ve kantar kayıtları güvenlik kontrol binasında elektronik ortamda kayıt altına alınmaktadır. Kaydı yapılan atık taşıma aracı mekanik ayırma tesisi atık kabul birimine gelerek atığı boşaltmaktadır. Boşaltma işlemini tamamlayan atık taşıma aracı boş olarak tesisten ayrılmadan evvel tekrar kantarda tartılmakta, kaydı alınmakta ve ardından tekerlek yıkama ünitesinde tekerlekleri yıkanmakta sonra sahayı terk etmektedir.

Mekanik ayırma tesisi, evlerden çıkan biyo-bozunur ve bakiye atıkları ayırma kabiliyetine sahiptir. Bunun yanında geri dönüşüme katılan atıkları kendi içerisinde ayırarak ikincil işleme hazır hale getirilmektedir. Tam otomatik kontrol odasından yönetilen tesis, uygun ekipmanlar ile biyo-bozunur ve bakiye atıkları birbirinden ayrılmaktadır. Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi adlı 10.10.2015 tarihli Tebliğ kapsamında mekanik ayırma tesisleri ikili ayrı toplama yöntemiyle kaynağında ayrı toplanan biyo-bozunur atıkların işlendiği, bu çöplerin geri dönüştürülebilir ve yeniden kullanılabilir maddelerin fiziksel özelliklerine göre ayrılıp geri kazanıldığı tesisler olarak ortaya çıkmaktadır. 02.04.2015 tarihli Atık Yönetimi Yönetmeliğine göre de atıkların kaynağından ayrı toplanması esastır. Ancak mevcut durumda ayrı toplama faaliyetlerinin tam anlamıyla gerçekleştirilemediği ve atıkların karışık olarak geldiği de bilinmektedir. Bu sebeple içerisindeki biyo-bozunur atıkların düzenli depolama sahasına gitmesinin önlenmesi için ayrı toplama faaliyetleri tam anlamıyla gerçekleştirilinceye kadar kompost tesisine gidecek biyo-bozunur atığı ayırabilmek amacıyla karışık belediye atıkları mekanik ayırma tesisine alınabilmektedir.

Aksaray ilinden sıfır atık yönetim sistemi kapsamında geri dönüştürebilir olduğu için kaynağında ayrı toplanan atıklar dışındaki karışık belediye çöpleri tesisin atık kabul birimine getirilmekte ve tamamı mekanik ayırma sürecine sokularak varsa geri kazanılma

imkanı olan çöplerin ve içerisindeki biyo-bozunur atıklar türlerine göre ayrıştırılarak ve 17.06.2011 tarih ve 27967 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Bazı Tehlikesiz Atıkların Geri Kazanımı Tebliği kapsamında ülke ekonomisine yeniden kazandırılmaktadır. Aksaray ili geneli için yapılan 2019 yılı karakterizasyon çalışmasına sonuçlarına göre katı atık kompozisyonunun yaklaşık %55,05’inin biyo-bozunur atıklar, %35,16’sının geri kazanımı mümkün olan atıklar, %9,79’unun bakiye atıklardan oluştuğu tespit edilmiştir (Anonim 2021).

Aksaray ilinde faaliyet gösteren Ambalaj Atığı Toplama Ayırma Tesisi lisans süreçlerini tamamlamış olup ildeki atıklar kaynağında ayrıştırma ile toplanmaya başlanmıştır. Aksaray ilinde 2019 yılı içerisinde kaynağında ayrı toplama faaliyetlerinde toplam 13.119 ton/yıl ambalaj atığı toplanmıştır. Aksaray ilinde bulunan düzenli depolama tesisi kantar kayıtlarına göre 2019 yılı atık miktarı 97.324 ton/yıl olup ayrı toplama faaliyetleri ile toplanan ambalaj atıkları toplam atığın yaklaşık %14’üne karşılık gelmektedir. Sıfır atık yönetim sistemi kapsamında 2021 yılı için toplanan ambalaj atıkları toplam atığın %15’lik kısmının ayrı toplanması hedeflenmektedir. Proje kapsamında bertaraf için giden atık miktarındaki azalma oranı 2021 yılı için %15 olarak yansıtılmıştır. Ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması ile tesise gelecek karışık belediye atıkları içerisinde bulunan geri kazanımı mümkün atıkların gelmesi büyük ölçüde engellenmiş olacaktır (Anonim 2021).

Mekanik ayırma işlemi sonucunda tesis çıkışında biyo-bozunur atıklar, geri kazanımı mümkün olan atıklar ve bakiye atıklar elde edilmektedir. Ayrılan biyo-bozunur atıklar Kompost Tesisi’ne ve 26.03.2010 tarih ve 27533 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik’in geçici madde 1 kapsamında düzenli depolama tesisine gönderilmektedir. Mekanik ayırma tesisi çıkışında geri kazanılma imkânı olan çöpler kâğıt, plastik, metal, cam vb. gibi türlerine göre ayrılmaktadır. Geri kazanımı mümkün olan atıklar geri dönüşüm sektöründe kullanılabilir. Kapalı bir alana sahip olan mekanik ayırma tesisi, evsel katı atık ayırma işleminin verimli bir şekilde yapılmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Mekanik ayırma tesisinde atıklar, kurulan sistemlerle cinslerine göre ayrılabilir. Karışık atıkların ayrılabilmesi şeklinde projelendirilmiş ve kurulmuştur. 10.10.2015 tarih

ve 29498 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği’nin 11. maddesi gereğince Mekanik Ayırma Tesisleri aşağıdaki genel özelliklere sahiptir:

- Ayırma, boyut küçültme/parçalama ve eleme işlemlerinin yapıldığı üniteler ve gerekli ekipmanlar bulunmaktadır.
- Mekanik Ayırma Tesisleri tamamı otomatik sistemlerle çalıştırılmaktadır. Mekanik ayırma süreci sonrasında işlemin doğru yapıldığının kontrolünün yapıldığı bölümler ise yarı otomatik veya manuel olarak çalıştırılabilmektedir.

Mekanik ayırma tesisinin genel ve teknik özellikleri, tesisten dolayı oluşabilecek su sızıntısı, kötü koku, toz gibi çevreye rahatsızlık verebilecek her türlü olumsuz etkiyi minimum seviyeye düşürecek önlemler alınmıştır. Sızıntı suyu için tesis zemininde geçirimsiz beton zemin uygulaması ve sızıntı suyunu toplamak için ızgara kanallar kullanılmıştır. Toplanan sızıntı suyu, sızıntı suyu dengeleme havuzuna iletilmektedir. Koku için tesis kapalı olarak inşa edilmiş havalandırma kanalları kullanılmıştır. Çöpler, çevre için tehlike arz etmeyecek şekilde tesise alınarak ve çöplerin işlendiğinin izlenebilmesi için gerekli kayıt ve kontrol mekanizmaları kurulmuştur. Tesise girişi yapılan çöplerin miktarı, kaynağı, kodu tesise ulaştırılma şekli gibi bilgiler kayıt edilmektedir.

Aksaray Katı Atık Bertaraf ve Düzenli Depolama Tesisleri alanı içerisinde kantar, tekerlek yıkama ünitesi, idari bina bulunmaktadır. Ayrıca alan içerisinde teşkil edilecek olan araç parkı, yangın söndürme sistemi gibi yardımcı ünitelerde tüm tesisler için ortak kullanılmaktadır. Proje kapsamında kurulan 502 ton/gün kapasiteli mekanik ayırma tesisinin boyutları 35 m x 101 m = 3.537 m² olacak şekilde planlanmıştır.

4.1.2 Mekanik ayırma tesisi kapasitesi

Proje kapsamında kurulan mekanik ayırma tesisinin kapasitesi ilk işletmeye alınacağı yıl olan 2021 yılındaki nüfusa göre oluşacak toplam atık üretim miktarı dikkate alınarak 381

ton/gün; hedef yıl olan 2046 yılındaki nüfusa göre oluşacak toplam atık üretim miktarı dikkate alınarak 502 ton/gün olarak belirlenmiştir. Mekanik ayırma tesisi ilk işletmeye alınacağı yılda tek vardiya olarak 8 saat çalıştırılmakta hedef yıldaki nihai kapasiteye 2 vardiya olarak toplam 16 saat çalışma ile ulaşılmaktadır. Hedef kapasiteye ulaşmak için herhangi bir ekipman ilavesi yapılmayacaktır.

Mekanik ayırma tesisi çıkışında biyo-bozunur atıklar, geri kazanımı mümkün olan atıklar ve bakiye atıklar elde edilmektedir. Biyo-bozunur atıklar kompost tesisine gönderilmekte, geri kazanılabilir atıklar preslenip lisanslı geri kazanım/dönüşüm firmalarına sevk edilmektedir. Geri kazanılamayan bakiye atıklar ise düzenli depolamaya sevk edilmektedir.

4.2 Kompost Tesisi

Mekanik ayırma tesisinden çıkan biyo-bozunur atıklar işlenerek kompost haline dönüştürülmek üzere kompost tesisine girişi yapılır.

4.2.1 Kompost Tesisi'nin İş Akım Şeması

Proje kapsamında kurulan olan Kompost Tesisi, 29286 sayılı Resmî Gazete'de 05.03.2015 tarihinde yayınlanarak yürürlüğe giren Kompost Tebliği'nin 10. maddesi doğrultusunda aşağıdaki genel özelliklere haizdir.

- Proje tahsis sınırına en yakın yapı kuş uçuşu yaklaşık 2.450 m güneydoğusunda Taşpınar Kasabası'na bağlı yerleşim yerinde bulunmaktadır. Kompost Tesisinin dizaynı çevrenin, toprağın, yeraltı ve yerüstü sularının toprağın, yüzeysel sularının ve yeraltı sularının kirlenmesini neden olmayacak şekilde yapılmıştır.
- Kompost tesisinden dolayı oluşabilecek su sızıntısı, kötü koku, toz gibi çevreye rahatsızlık verebilecek her türlü olumsuz etkiyi minimum seviyeye düşürecek önlemler alınmıştır.

- Atık, çevresi için tehlike arz etmeyecek şekilde tesise girişı yapılarak ve atığın gerekli prosedürlerden geçirilerek işlem gördüğünden emin olacak şekilde zorunlu kontrol mekanizmaları tesis edilmiştir.
- Kompost tesisi ayırma prosesi sonrasında biyolojik organizmaların meydana getirdiği bozunma işlemini daha da hızlandırmak için tesise giren maddeleri parçalayarak boyut küçültme ve eleme işlemlerinin gerçekleştirildiği ön hazırlama bölümünden, kompostlaştırma bölümünden, son hazırlama bölümünden, son eleme bölümünden ve depolama bölümünden oluşmaktadır.
- Kompost tesisinde mutlaka atıkların kabul edildiği bir birim bulunmaktadır.
- Atıkları kabul eden birimde yağmur kar gibi yağış ihtimaline karşı üstü çelik malzeme ile örtülmüş ve ön tarafı hariç diğer tarafları kapalı olması gerekmektedir. Atıkların kabul edildiği bölümde zeminde sızdırmazlığı sağlayacak şekilde en az 0,30 m kalınlığında, beton ve yanmaz malzemelerden yapılmıştır. Zeminde atık suyun yüzeyde bulunan temiz suların birbirine karışmasını önleyecek şekilde ayrı bir toplama havuzu oluşturulmuştur. Atıkların kabul edildiği bölümde zemine doğru eğimler verilerek sızıntı suların bir tarafta toplanması sağlanmıştır.
- Kompost tesisinde işlem gören malzemenin yağmur rüzgâr gibi çevresel şartlardan etkilenmemesi için ürünün depolandığı alanın kapalı olması gerekmektedir.
- Kompost tesisinin içinde ve çevresinde yağmur suyu gibi temiz ve atık suların birbirine karışmadan ayrı ayrı toplayacak sistemler bulunmaktadır.
- Kompost tesisi ne kabul edilen atığın miktarı, nerden geldiği, kodu, tesise ulaştırılma şekli gibi bilgileri içeren bilgi kayıt sistemi kurulmuştur.
- Kompost tesisinde kokuya sebebiyet veren tüm salınım kaynaklarında, 19.07.2013 tarih ve 28712 sayılı Resmî Gazete’de yayınlanan Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik hükümlerine uyulmaktadır.
- Kompost tesisinde oluşabilecek sızıntı suları toplanarak sızıntı suyu dengeleme havuzuna iletilmektedir.

Kompost tesisinde işlemler sızdırmaz zeminde uygun koşullar sağlanarak açık alanda teşkil edilecektir. Sistemde bulunacak üniteler atık kabul birimi, ayırma prosesi, ufak parçalara ayırarak boyut küçültmesi ve eleme işlemlerinin meydana geldiği ön şartlandırma ünitesi, kompostlaştırma bölümü, son şartlandırma bölümü, son eleme

bölümü ve kapalı ürün deposundan oluşmaktadır. Biyo-bozunur atıkların kompostlaştırılacağı 337 ton/gün kapasiteli tesis üstü açık 2.750 m² betonarme bir alandan oluşmaktadır. Kompost tesisinde biyo-bozunur atıkların işlenebilmesi için; 1'er adet dal budak öğütücü, kompost yığın döndürme (aktarma makinası), eleme makinası, loder, ürün ambalajlama ünitesi bulunmaktadır. Tesiste yapılan işlemler sonrasında ortaya çıkan ürünün kullanılmasında ve piyasaya arz edilmesinde 30341 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 23.02.2018 tarihli Tarımda Kullanılan Mikrobiyal Kaynaklı, Mineral ve Organik Gübrelere Dair Yönetmelik hükümlerine uyulmaktadır. Kompost ürün, söz konusu yönetmelikte belirtilen kriterlerin sağlanması durumunda piyasaya arz edilmektedir. Piyasaya arz edilememesi durumunda ise analiz sonucuna göre belirlenecek uygun sınıfta düzenli depolama alanında depolama yapılarak bertaraf edilmektedir.

4.2.2 Kompost Tesisinin Kapasitesi

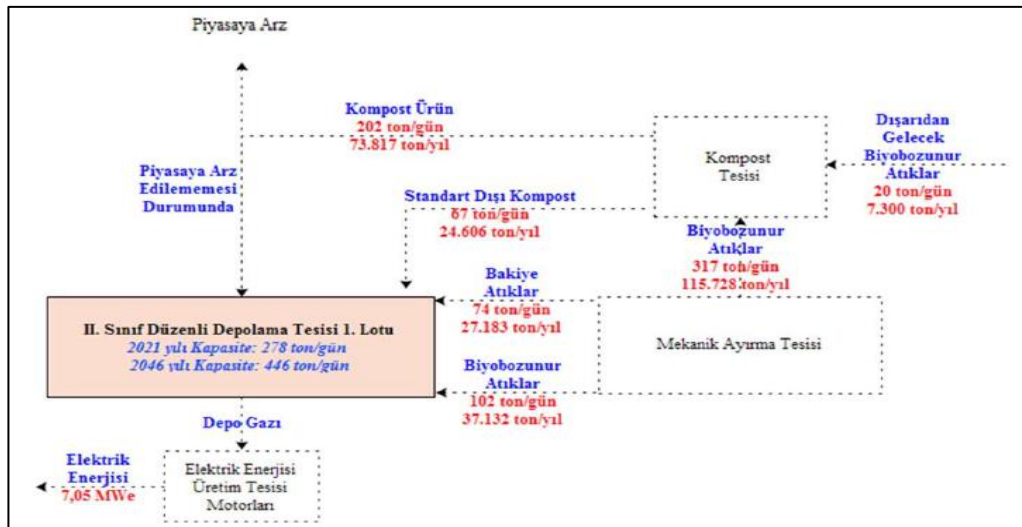
Projede tasarlanan kompost tesisinin kapasitesi ilk işletmeye alınacağı tarih olan 2021 yılındaki nüfus büyüklüğüne göre ortaya çıkacak toplam çöp üretim miktarı göz önünde bulundurularak mekanik ayırma tesisinden gelecek biyo-bozunur atıklar ve dışarıdan gelebilecek biyo-bozunur atıkların miktarları doğrultusunda 165 ton/gün; hedef tarih olarak 2046 yılındaki nüfus büyüklüğüne göre ortaya çıkacak toplam çöp üretim miktarı göz önünde bulundurularak mekanik ayırma tesisinden gelecek biyo-bozunur atıklar ve dışarıdan gelebilecek biyo-bozunur atıkların miktarları doğrultusunda 337 ton/gün olarak belirlenmiştir. Gelecek olan atık miktarına göre kapasitede artış yıllara sair olarak yığın sayısında artış yapılarak sağlanacaktır.

Kompost tesisinde 2021 yılı kapasitesine göre; genişliği 3 m ve boyu 50 m olan toplam 3 adet yığın bulunmaktadır. Yığın yüksekliği 2,5 m'dir. Hedef yıl olan 2046 yılı kapasitesine göre ise yığın sayısında artış yapılacak olup yığın sayısı 6 olacaktır. Kompost tesisine gelecek biyo-bozunur atıkların yaklaşık %20'si ayrışma kaybı olarak (biyogaz veya su buharı) sistemden uzaklaşacak, %20'si standart dışı kompost, %60'lık kısmından kompost ürünü oluşmaktadır (Anonim 2021).

4.3 II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi

Proje kapsamında kurulması planlanan düzenli depolama lotlarının kapasitesi dikkate alınarak tesislerin ömrü 26 yıl olarak planlanmış ve bu kapsamda atık projeksiyonları 2021-2046 yılları arası için gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında kurulan II. sınıf düzenli depolama tesisi, mekanik ayırma tesisinden gelecek bakiye atıklar, biyo-bozunur atıkların bir kısmı, kompost tesisinden gelecek standart dışı kompost ve piyasaya arz edilememesi durumunda kompost ürün düzenli depolama suretiyle bertaraf edilmektedir. Proje içeriğine göre inşa edilen ve edilecek olan lotların kapasitesi hedef tarihi olan 2046 yılındaki nüfus büyüklüğüne göre ortaya çıkacak çöp miktarı göz önünde bulundurularak 446 ton/gün olarak belirlenmiştir (Anonim 2021).

Düzenli depolama tesisleri Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik Ek-2'sine göre belediye atıkları, II. sınıf düzenli depolama tesisinde bertaraf edilir" denilmektedir. Proje kapsamında tesis edilmesi planlanan; "II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi" Lotlarında belediye atıkları düzenli depolanmak suretiyle bertaraf edilmektedir. Proje kapsamında mekanik ayırma tesisinden gelen bakiye ve biyoboznur atıklar ile kompost tesisinden gelen standart dışı ve piyasaya arz edilemeyen kompost ürünler depolanmak ve sonrasında çöp gazı üretmek üzere II. Sınıf Düzenli Depolaması sürecinden oluşan tesisindeki iş akım şeması aşağıda gösterilmiştir (Şekil 4.1)



Şekil 4.1 II. sınıf düzenli depolama tesisi iş akım şeması (Anonim 2021)

II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi 3 adet lottan oluşmaktadır. Lot-1 alanı yaklaşık 6,5 ha, Lot-2 alanı yaklaşık 4,2 ha ve Lot-3 alanı ise yaklaşık 111.179,673 m²'lik alan üzerinde kurulacaktır. Yapılan hesaplamalara göre Lot-1 alanı katı atık depolama kapasitesi 697.243,40 m³ (10 yıl); Lot-2 alanı katı atık depolama kapasitesi 426.037,70 m³ (5 yıl); Lot-3 alanı katı atık depolama kapasitesi 977.188,80m³ (11 yıl) olup, düzenli depolama tesisi depolama kapasitesi toplam 2.100.469,90 m³ (26 yıl) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Lotların alan, hacim ve ömür bilgileri (Anonim 2021)

Lot	Taban Alanı (m ²)	Hacmi (m ³)	Hizmet Ömrü	Hizmet Aralığı
Lot-1	65.338,47	697.243,40	10 yıl	2021-2031
Lot-2	41.860,62	426.037,70	5 yıl	2031-2036
Lot-3	111.179,67	977.188,80	11 yıl	2036-2047
Toplam	218.378,76	2.100.469,90	26 yıl	2021-2047

4.4 Depo Gazından Elektrik Enerjisi Üretim Tesisi

Düzenli depolama lotunda oluşan metan gazı elektrik enerjisi üretim tesisinde yakılarak ortaya çıkan ısı enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmektedir. Elektrik enerjisinin tamamı enterkonnekte sisteme aktarılarak ekonomik kazanç elde edilmesi planlanmıştır.

4.4.1 Depo gazından elektrik enerjisi üretim tesisinin iş akım şeması

Aksaray Katı Atık Bertaraf ve Düzenli Depolama Tesisi projesinin hayata geçirilmesi ile birlikte; mekanik ayırma tesisinden çıkan ve doğrudan düzenli depolama alanına gelen biyo-bozunur atık, kompost tesisinden gelecek standart dışı kompost ve piyasaya arz edilememesi ve analiz sonucuna göre uygun çıkması durumunda kompost ürünü düzenli depolama alanında depolama suretiyle bertaraf edilmektedir.

Düzenli depolama alanında açılan kuyular aracılığıyla meydana çıkan metan gazı toplanarak ve borular vasıtasıyla ile elektrik enerji üretim tesisine iletilmektedir. Düzenli

depolama gazları yaklaşık olarak %60 metan, %40 karbondioksit ve diğer kirletici gazlardan oluşmaktadır. Atık alanından toplanan ve önceden döşenmiş borular ile iletilen depo gazı ilk önce içeriğindeki H_2S (hidrojen sülfür) giderim tankına alınarak Elektrik Enerji Üretim Tesisi verimini düşüren bu gazdan buradaki filtreler vasıtası ile LFG içeriğindeki H_2S gideriminin yüksek oranda gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Sonrasında gaz kurutucuda soğutularak nemi alınır, gaz içerisinde varsa kalan su gazdan ayrılır. İçindeki su tamamen alınmış gaz “blower”lar vasıtası ile basıncı artırılarak içten yanmalı (mekanik) gaz motoruna gönderilmektedir. Depo gazının motorda yakılarak enerjiye dönüştürülmesi işleminin son adımında; gaz motorunda yakılan depo gazıyla jeneratör aracılığı ile üretilen elektrik enerjisi trafo ile ve şebekeye verilmektedir.

Proje kapsamında kurulacak olan depo gazından elektrik enerjisi üretim tesisinde düzenli depolama alanı lotlarında oluşacak metan gazı yakılarak ısı ve elektrik enerjisi elde edilmektedir. Proje kapsamında kurulan depo gazından elektrik enerjisi üretim tesisinde bulunacak üniteler kondensatör, chiller ünitesi, gaz yakma tankları, booster üniteleri, gaz motorundan oluşmaktadır.

4.4.2 Depo gazından elektrik enerjisi üretim tesisinin kapasitesi

Aksaray Katı Atık Bertaraf ve Düzenli Depolama Tesisi projesinin hayata geçirilmesi ile birlikte; düzenli depolama lotunda oluşan metan gazı elektrik enerjisi üretim tesisinde yakılarak ısı enerjisi ve ondanda elektrik enerjisi elde edilmektedir. Elde edilecek elektrik enerjisinin tamamı enterkonnekte sisteme aktararak ekonomik kazanç elde edilmektedir. Proje kapsamında kurulacak olan depo gazından elektrik enerjisi üretim tesisinin kapasitesi 7,05 MWe’dir.

4.4.3 Gaz (toplama) drenaj sistemi

Metan gazın toplanması amacıyla gaz toplama sistemi yapılmıştır. Böylece tüm katı atık düzenli depolama alanının içerisi borulama sistemi ile kaplanmıştır. Depo gazı ana hat toplama sistemi ile enerji üretim tesisine gönderilerek ve enerji üretimi

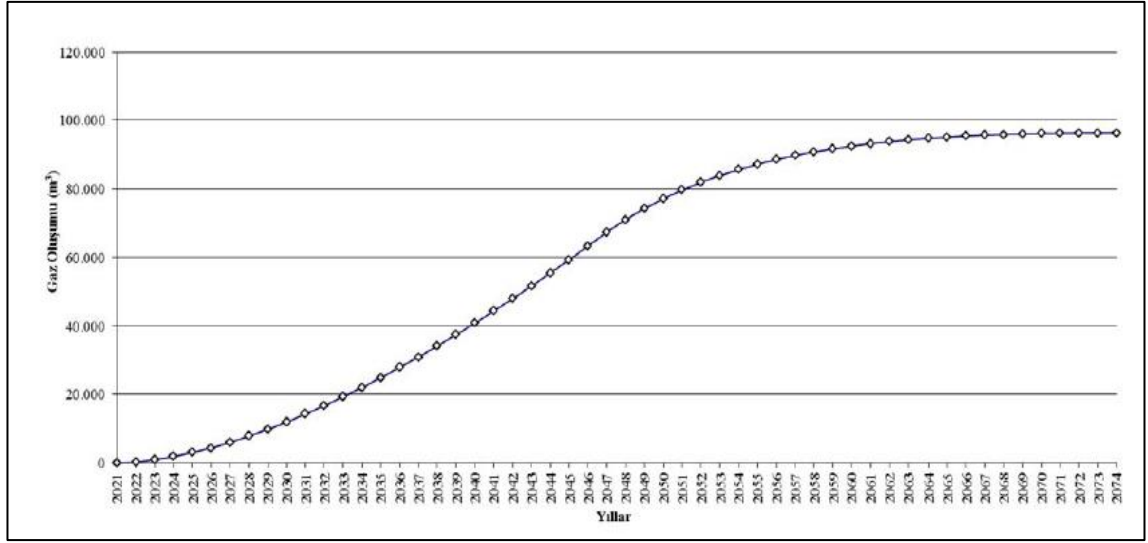
gerçekleştirilmektedir. Böylece projeden kaynaklanması muhtemel emisyon ve imisyonların azaltılması sağlanmıştır.

Proje kapsamında düzenli depolama lotlarında oluşacak maksimum metan gazı miktarı $3.299\text{m}^3/\text{sa}$ 'tır. Düzenli depolama lotlarında oluşacak metan gazı hesaplamaları yıllara göre atık miktarı dikkate alınarak atığın depolanmış olduğu lot 1, lot 2 ve lot 3 alanlarında oluşan metan gazı hesaplanarak yer alan metan gazı oluşum miktarı hesaplanmıştır. Proje kapsamında enerji santrallerinde herhangi bir sorunla karşılaşırsa, gazın kojeneratör ünitesinde harcanmadığı ve depolanmadığı durumda en güvenli bir şekilde yakılarak stable edilmesi maksimum depo gazı miktarına uygun olarak flare kurulacaktır. Bu kapsamda flare kapasitesi maksimum metan gazı miktarına göre $3.299\text{m}^3/\text{sa}$ olarak planlanmıştır (Anonim 2021).

4.4.4 Oluşacak metan gazı ve üretilebilecek enerji miktarı

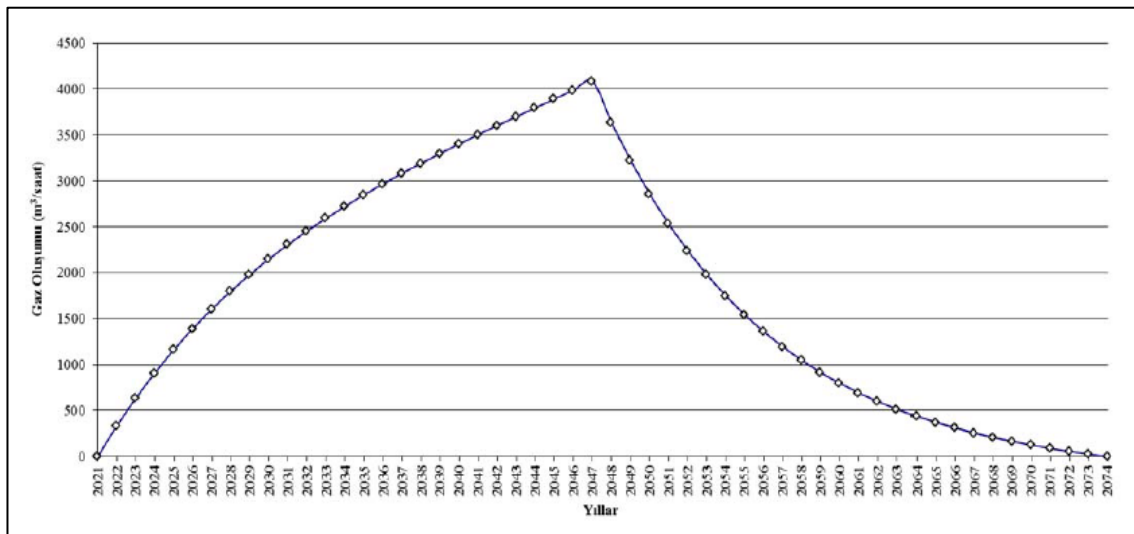
Katı atık düzenli depolama alanında özellikle son örtü tabakasının tamamlanmasından sonra katı atık kütlesi içerisine hava girişinin olmaması sebebiyle anaerobik reaksiyon başlayacak ve bu reaksiyon sonucunda organik maddeler parçalanarak karbondioksit (CO_2), hidrojen (H_2), karbonmonoksit (CO), hidrojen sülfür (H_2S) ve metan (CH_4) gibi gazlar ortaya çıkacaktır. Bu gazlar metan gazı drenaj sistemi vasıtası ile toplanarak ve elektrik enerjisi üretim tesisinde yakılarak elektrik enerjisine dönüştürülmektedir.

Projenin faaliyete geçmesi ile açılmış olan gaz toplama kuyulardan sabit negatif basınç uygulayabilen vakumlar aracılığıyla çekilen metan gazı faklı bağlantı noktalarındaki gaz kolektörlerine iletilecektir. Gazda bulunabilecek toz ve su zerrecikleri gazdan uzaklaştırıldıktan sonra temiz ve kuru gaz elde edilecektir. Bu gazın %50'den daha fazlası metan gazından oluşmaktadır. Bu gaz motorlar aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülecek yükseltici transformatör ve sonrasında nakil hatlarıyla elde edilen elektrik en yakın şebekeye bağlanacaktır. Çöp depolama alanında oluşan çöp gazının oluşum hızı zamanla kademeli bir şekilde düşer bunun bir sonucu olarak da kümülatif gaz üretimi grafiği tepe noktaya ulaşan bir plato şeklinde grafik oluşturur (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Kümülatif metan gazı oluşumu (Anonim 2021)

Oluşacak metan gazının II. sınıf düzenli depolama alanına gelecek atık miktarına göre depolamaya alınan atıklardan mekanik ayırma tesisinden çıkan ve doğrudan düzenli depolama alanına gelecek olan biyo-bozunur atık, standart dışı kompost ve kompost ürününden oluşacağı öngörülerek hesaplamalar yapılmıştır. Metan gazı oluşumuna ilişkin hesaplamalar sonucu elde edilen değerler doğrultusunda metan gazı oluşumu yıllara göre ve kümülatif olarak aşağıdaki grafiklerde gösterildiği üzere metan gazı oluşumu 2021 yılında başlayacak 2047 yılına kadar artacak ve 2047-2066 yılları arasında hızla azalacak ve daha sonra 2074 yılında sona erecektir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Metan gazı oluşumu (Anonim 2021)

4.4.5 Metan gazından üretilebilecek enerji miktarı

Metan gazı oluşumuna ilişkin hesaplamalar sonucu elde edilen toplam gaz miktarları ($\text{m}^3/\text{yıl}$) dikkate alınarak ve depolama sahasında gaz toplama veriminin %70 olduğu ve depo azındaki metan oranının %55 olduğu varsayılarak yıllık toplanan metan ($\text{m}^3/\text{yıl}$) miktarı hesaplanmıştır.

Gaz Toplama Verimi	%70
Depo Gazındaki Metan Oranı	%55
Toplam Verim (Motor Verimi)	%41
Isı Muhteviyatı	10 kwh/ m^3 CH ₄
Yıllık Çalışma Saati	8.000 saat/yıl

Toplam Enerji Potansiyeli (MWh/y) bağıntısı aşağıda verilmiştir;

$$\text{Toplam Enerji Potansiyeli (MWh/y)} = \frac{\text{Yıllık Toplanan Metan (m}^3/\text{yıl)} \times \text{Isı Muhteviyatı (kwh/m}^3\text{CH}_4\text{)}}{1.000} \quad (4.1)$$

Yıllık Toplanan Metan	$\text{m}^3/\text{yıl}$
Isı Muhteviyatı	10 kwh/ m^3 CH ₄

Toplam Enerji Potansiyeli hesaplandıktan sonra Toplam Verim (Motor Verimi) (%) ile Net Enerji Üretimi (MWh/y) miktarı elde edilmiş olup bağıntısı aşağıda verilmiştir;

$$\text{Net Enerji Üretimi (MWh/y)} = \text{Toplam Enerji Potansiyeli} \times \text{Toplam \%Verim} \quad (4.2)$$

Toplam Enerji Potansiyeli	MWh/y
Toplam Verim (Motor Verimi)	%41

Son olarak yıllık çalışma saati dikkate alınarak yıllık jeneratör potansiyeli (MWh) elde edilmiş olup bağıntısı aşağıda verilmiştir;

$$\text{Yıllık Jeneratör Potansiyeli (MWh)} = \frac{\text{Net Enerji Üretimi (MWh/y)}}{\text{Yıllık Çalışma Saati (y/s)}} \quad (4.3)$$

Net Enerji Üretimi MWh/y

Yıllık Çalışma Saati 8.000 saat/yıl

Yukarıda verilen bağıntılar ve kabuller birlikte dikkate alınarak enerji üretim miktarı saptanmış ve aşağıdaki çizelgede özet olarak sunulmuştur (Çizelge 4.4):

Çizelge 4.4 Toplanan gaz ve üretilen enerji miktarı (2021-2074) (Anonim 2021)

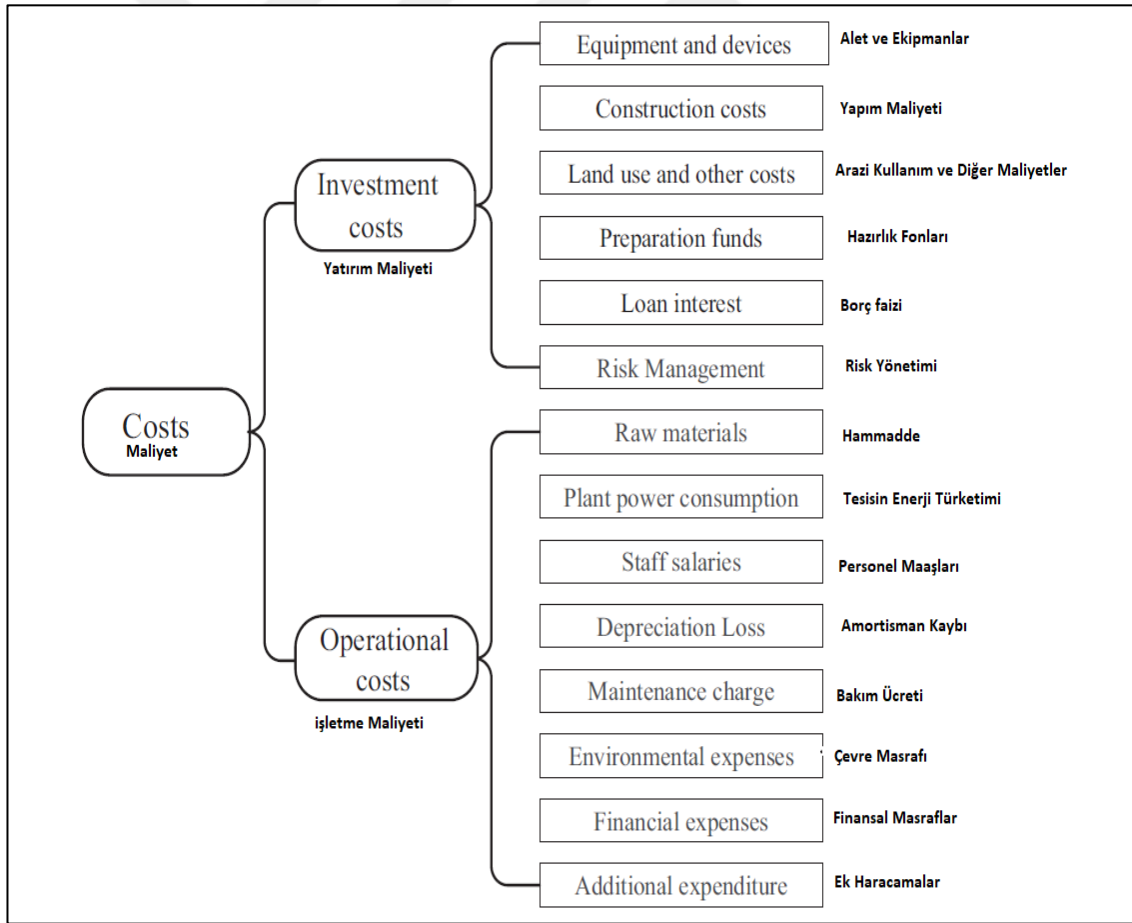
Yıllar	Gaz Toplama Verimi (%)	Toplam (m ³ /Yıl)	Yıllık Toplam Gaz (m ³ /Yıl)	Net Enerji Üretimi (MWh/y)
2021	%70	0	0	0
2022	%70	2.913.203	2.039.242	4.599
2023	%70	5.561.814	3.893.270	8.779
2024	%70	7.975.666	5.582.966	12.589
2025	%70	10.181.446	7.127.012	16.072
2026	%70	12.202.980	8.542.086	19.262
2027	%70	14.061.565	9.843.096	22.196
2028	%70	15.776.150	11.043.305	24.903
2029	%70	17.363.591	12.154.514	27.409
2030	%70	18.839.146	13.187.402	29.738
2031	%70	20.216.215	14.151.351	31.911
2032	%70	21.506.970	15.054.879	33.949
2033	%70	22.722.066	15.905.446	35.867
2034	%70	23.871.262	16.709.883	37.681
2035	%70	24.963.128	17.474.190	39.404
2036	%70	26.005.361	18.203.753	41.050
2037	%70	27.004.934	18.903.454	42.627
2038	%70	27.968.085	19.577.660	44.148
2039	%70	28.900.281	20.230.197	45.619
2040	%70	25.757.406	18.030.184	40.658
2041	%70	22.956.310	16.069.417	36.237
2042	%70	20.459.833	14.321.883	32.296
2043	%70	18.234.847	12.764.393	28.784
2044	%70	16.251.823	11.376.276	25.654
2045	%70	14.484.451	10.139.116	22.864
2046	%70	12.909.283	9.036.498	20.377
2047	%70	11.505.410	8.053.787	18.161
2048	%70	10.254.208	7.177.946	16.186
2049	%70	9.008.944	6.306.261	14.220
2050	%70	7.896.770	5.527.739	12.465

Çizelge 4.4. Toplanan gaz ve üretilen enerji miktarı (2021-2074) (devam)

Yıllar	Gaz Toplama Verimi (%)	Toplam (m ³ /Yıl)	Yıllık Toplam Gaz (m ³ /Yıl)	Net Enerji Üretimi (MWh/y)
2051	%70	6.903.164	4.832.215	10.897
2052	%70	6.015.179	4.210.625	9.495
2053	%70	5.221.277	3.654.894	8.242
2054	%70	4.511.171	3.157.820	7.121
2055	%70	3.875.691	2.712.984	6.118
2056	%70	3.306.670	2.314.669	5.220
2057	%70	2.796.818	1.957.773	4.415
2058	%70	2.339.639	1.637.747	3.693
2059	%70	1.929.348	1.350.544	3.045
2060	%70	1.560.783	1.092.548	2.464
2061	%70	1.229.341	860.539	1.941
2062	%70	930.921	651.645	1.469
2063	%70	661.867	463.307	1.045
2064	%70	418.916	293.241	661
2065	%70	199.157	139.410	314
2066	%70	0	0	0
2067	%70	0	0	0
2068	%70	0	0	0

5. KATI ATIK TESİSLERİNİN YATIRIM MALİYETLERİ VE FİNANSMAN MODELLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Büyükşehir belediyeleri dışındaki illerde il ve ilçe belediyeleri ile birlikte il özel idareler bir araya gelerek kurdukları mahalli idareler hizmet birlikleriyle büyükşehirler 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 11. maddesi uyarınca çöp bertaraf tesislerini yapmak, yaptırmak, işletmek veya işlettiirmekle görevlidirler. Özellikle çöpten enerji üretebilen entegre katı atık tesislerinin maliyetleri yatırım ve işletme maliyetleri olarak aşağıdaki görselde gösterildiği üzere 2 ana başlık altında toplanmaktadır. Yatırım maliyetleri tesisin arazi tahsisi üst yapı inşası ve finansmanı gibi kalemleri içerirken işletme maliyetleri ise karmaşık bakiye hesaplamalarının sonucu ve bu sonuçların gerçek proje deneyimleriyle karşılaştırmıştır (Şekil 5.1) (Šomplák vd. 2013).



Şekil 5.1 Entegre katı atık tesislerinin maliyetleri (Šomplák vd. 2013)

5.1 Aksaray Katı Atık Tesisi Yatırım Maliyetleri

Katı atık tesisinin yatırım maliyetleri arazi tahsisi, üst yapı inşası ve finansman kalemlerinden oluşmaktadır.

5.1.1 Mahalli idareler hizmet birliği ve arazi tahsisi

Türkiye’de 30 Mart 2014 yılında 6360 sayılı Büyükşehir Yasasının uygulamaya koyulmasıyla 1.554 belediyenin tüzel kişiliğine son verilerek 2014 yılı itibarıyla 1396 belediye idaresi kalmıştır. 5018 sayılı Kamu Mali ve Kontrol Kanunu açısından yerel yönetimler il özel idareler, belediyeler ve köylerden oluşmaktadır. 6360 sayılı Kanunla oluşan yeni duruma göre hazırlanmış türlerine göre mahalli idarelerin sayısı gösterilmiştir (Çizelge 5.1) (Turan 2015).

Çizelge 5.1 Türlerine göre mahalli idarelerin sayısı (Turan 2015)

Türü	İl Özel İdaresi	Belediye	Köy	Toplam
2013	81	2.950	34.283	37.314
2014	51	1.396	18.216	19.663

Her ne kadar belirtilen yerel yönetim birimleri ilgili yasalarında kendilerine verilmiş olan görevlerini yerine getirmeye çalışsalar da özellikle ekonomik ve yönetsel nedenlerle kendi başlarına yerine getiremedikleri sorumlulukları bir araya gelerek kurdukları birlikler ile güç birliği yapmak durumundadırlar. Bu amaçla uygulamada öne çıkan örnekler içme suyu temini ve bölgesel katı atık bertaraf tesisi kurulması ve işletilmesidir. 5355 Sayılı Kanun ile ilk defa zorunlu birlik kurulması mevzuata girmiştir (Turan 2015). 5355 Sayılı Kanun’un 4. maddesinde su, atık su, katı atık ve benzeri altyapı hizmetleri ile çevre ve ekolojik dengenin korunmasına ilişkin projelerin zorunlu kılması durumunda; Cumhurbaşkanı, ilgili mahallî idarelerin, bu amaçla kurulmuş birliğe katılmasına karar verebilir. Bu fıkra da belirtilen birliklerden ayrılma da Cumhurbaşkanının iznine bağlıdır.

Aynı zamanda mahallî idarelerin bütün görevlerini kapsayacak şekilde genel amaçlı veya amacı açıkça belirlenmemiş birlik kurulamaz. Birlik, birlik tüzüğünün kesinleşmesinden sonra Cumhurbaşkanının izni ile kurulur ve tüzel kişilik kazanır. Bir amaç için ikinci bir birlik kurulamayacağı için bazı yerlerde katı atık birliği bazı yerlerde özel idare- belediye veya sadece belediye hizmet birliği adı altında katı atık tesisi kurma ve işletmesi amacına yönelik bölgede tek bir hizmet birliği kurulabilmektedir. Birlikler tüzüklerinde bulunması zorunlu olan kurulma amacına göre hizmet verebilmektedir.

Çizelge 5.2 Türleri itibariyle mahalli idare birliklerinin sayısı (Turan 2015).

Türü	2013	2014
Ülke Düzeyinde Birlikler	2	2
Belediye Hizmet Birliği	68	57
Özel İdare-Belediye Hizmet Birliği	14	12
Kalkınma Birliği	13	11
Çevre Altyapı Hizmet Birliği	135	99
Turizm Birliği	71	53
İçme Suyu Birliği	177	92
Köylere Hizmet Götürme Birliği	911	443
Diğer	20	15
Toplam	1.411	784

Büyükşehir olmayan belediyelerin dahil olduğu genel adıyla hizmet birlikleri genellikle kendi mülkiyetlerinde olmayan hazine arazilerinin tahsislerini alarak bunun yeterli olmadığı yerlerde kamulaştırma yapmak sureti ile katı atık tesisleri için gerekli olan arazilerinin temini sağlamaktadırlar. Hizmet birlikleri kamulaştırma yapmaya yetkili tüzel kişilikler olmadıkları için tesisin yapılacağı arazi birliğe üye hangi idarenin mücavir alanında kalıyorsa ona kamulaştırma için yetki devri yaparak bu işlemi tamamlamaktadırlar.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Milli Emlak Genel Müdürlüğünün 02.07.2020 tarih ve E.136961 sayılı yazısı ile söz konusu taşınmazın başkalarına ticari veya ticari olmayan amaçla verilmesi/ kullandırılması, tahsisli idarenin alakalı mevzuatlarıyla belirtilen ve zorunlu olarak alınması gereken gelirler dışında hiçbir şekilde ücret alınmaması, bu konular haricinde ticari amaca yönelik bölümlerin gerekli olması

halinde ise Hazine Taşınmazlarının İdaresi Hakkında Yönetmeliğin 67, 70 ve 73/A maddelerine göre işlem yapılması, 2872 sayılı Çevre Kanunu ve bu Kanuna göre ortaya çıkarılan mevzuat hükümlerine uyulması, İl Sağlık Müdürlüğünün olumlu görüşünün alınması, Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ile Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik hükümlerine uyulması kaydıyla, “katı atık düzenli depolama alanı yapılmak üzere” Aksaray İli Mahalli İdareler Hizmet Birliği için 2 yıl süreyle ön tahsisi yapılmıştır.

Katı tesisi yapılması için ön tahsisi veya kesin tahsisi alınmış olan hazine arazilerinin Hazine Taşınmazlarının İdaresi Hakkında Yönetmeliğin 70 maddesi 1. ve 6. fıkrasına göre ile kamu hizmeti görülmek amacıyla kamu idarelerince kiralanmış veya tahsisi alınmış olan taşınmazların ticari amaçla kullanılması mümkün olan yerler, tasarruf eden kuruluş amirinin görüşü alınmak suretiyle, ilde defterdarın, ilçede kaymakamın onayı ile İdarece kiraya verilebilmektedir. Bu kapsamda Aksaray İli Mahalli İdareler Hizmet Birliği katı tesisinin ilgili ünitelerini yapmak, işletmek ve 25 yıl sonunda tesisi işler bir şekilde bırakmak koşulu ile yatırımcı firma ile 25 yıllık kira sözleşmesi yapmıştır.

5.1.2 Tesisin üst yapı inşası

Çöp gazından enerji üreten entegre katı atık tesisinin inşasında yer alan mekanik ayırma tesisi, kompost tesisi, düzenli depolama sahaları ve son olarak çöp gazından elektrik üretim tesislerinin ve diğer altyapı inşaa maliyetleri ÇED için gerekli fizibilite raporlarında aşağıda gösterildiği döviz kurunun 6,00 TL olduğu Aralık 2020 itibariyle 63.000.000,00 TL karşılığı 10.500.000 \$'ı olarak hesaplanmıştır (Anonim 2021).

Mekanik Ayırma Tesisi Yaklaşık Maliyeti:

- Poşet Açıcı 800.000,00 TL
- Konveyörler 2.000.000,00 TL
- Tromel Elek 1.000.000,00 TL
- Manyetik Seperatör 300.000,00 TL
- Balistik Ayırıcı 1.000.000,00 TL
- Balya Pres 500.000,00 TL

- İnşaat İşleri * 4.200.000,00 TL
- Elektrik İşleri 1.000.000,00 TL
- Montaj İşleri 750.000,00 TL
- Nakliye 150.000,00 TL
- **Toplam** **11.700.000,00 TL**

Kompost Tesisi Yaklaşık Maliyeti:

- Atık Kabul Birimi 100.000,00 TL
- Dal-Budak Öğütücü 1.000.000,00 TL
- Kompost Eleme Makinası 1.000.000,00 TL
- Kompost Yığın Aktarma Makinası 750.000,00 TL
- Ürün Ambalajlama Ünitesi 600.000,00 TL
- Kazı-Dolgu Maliyetleri 1.400.000,00 TL
- İnşaat, Betonarme, Ürün Biriktirme Alanı, Mekanik, Elektrik Kurulumu, Yangın Söndürme Sistemi Maliyeti 700.000,00 TL
- Diğer Masraflar 500.000,00 TL
- **Toplam** **6.050.000,00 TL**

II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi- Lot-1:

- Kazı-Dolgu ve Tesviye İşleri Maliyetleri 4.200.000,00 TL
- Drenaj Boruları, Geçirimsizlik 3.600.000,00 TL
- İnşaat İşleri (Yağmur Suyu Drenajı, Yangın Söndürme Sistemi, Aydınlatma, Yol)..... 1.950.000,00 TL
- Gözlem Kuyusu 1.000.000,00 TL
- Diğer Giderler 1.000.000,00 TL
- **Toplam.** **11.750.000,00 TL**

II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi- Lot-2:

- Kazı-Dolgu ve Tesviye İşleri Maliyetleri 2.850.000,00 TL

- Drenaj Boruları, Geçirimsizlik 2.300.000,00 TL
- İnşaat İşler (Yağmur Suyu Drenajı, Yangın Söndürme Sistemi, Aydınlatma, Yol) 950.000,00 TL
- Diğer Giderler 600.000,00 TL
- **Toplam** **6.700.000,00 TL**

II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi- Lot-3:

- Kazı-Dolgu ve Tesviye İşleri Maliyetleri 7.000.000,00 TL
- Drenaj Boruları, Geçirimsizlik 6.000.000,00 TL
- İnşaat İşleri 2.250.000,00 TL
- Diğer Giderler 1.750.000,00 TL
- **Toplam** **17.000.000,00 TL**

Çöp Gazından Elektrik Üretim Tesisi Yaklaşık Maliyeti:

- 1415 KVA Santral..... 2.150.000,00 TL
- Gaz toplama Balonu (İnşaat, Membran)..... 850.000,00 TL
- Vakum Pompaları (Booster)..... 850.000,00 TL
- İletim Hatları 3.400.000,00TL
- Gaz toplama Sistemleri..... 450.000,00 TL
- İnşaat İşler 1.300.000,00 TL
- **Toplam** **9.000.000,00 TL**

Diğer Altyapı Tesisleri:

- Kantar 400.000,00 TL
- İdari bina, yollar çevre düzenlemesi 325.000,00 TL
- Tekerlek Yıkama Ünitesi 75.000,00 TL
- **Toplam** **800.000,00 TL**

Toplam Maliyet:

- Tekerlek Yıkama Ünitesi 75.000,00 TL
- Mekanik Ayırma Tesisi Yaklaşık Maliyeti 11.700.000,00 TL
- Kompost Tesisi Yaklaşık Maliyeti 6.050.000,00 TL
- II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi Yaklaşık Maliyeti (Lot-1, Lot-2 ve Lot-3) 35.450.000,00 TL
- Çöp gazından Elektrik üretim Tesisi Yaklaşık Maliyeti 9.000.000,00 TL
- Diğer altyapı tesisleri 800.000,00 TL
- **Toplam** **63.000.000,00 TL**

5.2 Finansman Maliyetleri

Çöpten enerji üreten katı atık tesislerinin karşılaştığı en büyük zorluklar tesis inşasındaki nispeten yüksek yatırım maliyetleri ve gerekli finansman kaynağını bulmasıdır (Zang vd. 2010). Katı atık tesislerinin finansmanında kullanılacak kaynakları merkezi yönetim, yerel yönetimler, özel sektör, kamu özel sektör iş birlikleri ve İller Bankası AŞ kredilerini iç kaynaklar, uluslararası finans kuruluşları kredilerini ve Avrupa Birliği fonlarından sağlanan hibeleri dış kaynaklar olarak sınıflandırarak iç ve dış kaynaklar olarak ikiye ayrılabilir.

5.2.1 Genel bütçe kaynakları

Yerel yönetimlerin 2007-2023 yılları arasında kendi bütçelerinden çevre yatırımlarına 40.548 milyar TL ayrılabilceği öngörülmektedir. Merkezi idarenin genel bütçe vergi gelirlerinden %6'sı yerel idarelerin nüfuslarının büyüklüğü oranında İller Bankası AŞ üzerinden dağıtılmaktadır (Çitil 2009). Merkezi yönetim Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve İller Bankası AŞ aracılığı ile geri dönüşüm ve çöp bertaraf tesisi kurulması için yerel idareler birliğine üye olan ilçe ve belde belediyelere; şartlı nakdi yardım ve kısmi hibeler verebilmektedir.

5.2.2 Belediye bütçeleri

Belediyelerin mal ve hizmet bedeli olarak 5393 sayılı Belediye Kanunu ve 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu'na bağlı olarak vatandaşlardan tahsil ettiği gelirler, 2464 sayılı Belediye Gelirleri Kanunu, 1319 sayılı Emlak Vergisi Kanunu ve 5957 sayılı Sebze ve Meyveler ile Yeterli Arz ve Talep Derinliği Bulunan Diğer Malların Ticaretinin Düzenlenmesi Hakkında Kanun gereğince belediyelere özgü vergi ve harçlardan sağlanan gelirler, 5779 sayılı İl Özel İdarelerine ve Belediyelere Genel Bütçe Vergi Gelirlerinden Pay Verilmesi Hakkında Kanun gereğince merkezi yönetim bütçesinden belediyelere aktarılan pay ve hazine yardımları ve son olarak 5393 ve 5216 sayılı Kanunlar gereğince alınan bağış ve yardımlar olmak üzere belediyenin bütçesini oluşturan gelir kaynakları bu dört ana kalemden oluşmaktadır. Bu gelir kaynaklarının belediye bütçesine aynı oranlarda katkı sağlamadığı, yaklaşık %60'nın vergi gelirlerinden geldiği bunun %90'ının da genel bütçeden gelen vergi paylarının oluşturduğu düşünülürse yerel yönetimlerin en önemli gelir kaynağının merkezi yönetimden İller Bankası AŞ aracılığı ile aldığı genel bütçe vergi gelirleri olduğu ortaya çıkmaktadır (Gülen 2009).

5.2.3 İller Bankası AŞ Genel Müdürlüğü kredileri

Avrupa Birliği uyum sürecinde yüksek bütçeli altyapı yatırımlarının kısa vadelerde gerçekleştirilme beklentisi belediyelerimizin kısıtlı bütçe imkanlarına ek olarak finansman arayışları devam etmektedir. 1945 yılında belediyelerin yüksek maliyet ve teknik tecrübe gerektiren yatırımlarını finansman ve mühendislik boyutu ile koordine etmek üzere kurulan İller Bankası AŞ özellikle son yıllarda katı atık tesisleri gibi altyapı yatırımlarına sadece kredi vererek finansman sağlamaktan çok tesisin projelendirilmesi, ihalesi ve devamında inşaat faaliyetlerinde kontrollük hizmetleriyle birlikte teknik olarak da destek sağlayarak ilk kuruluş vizyonuna uygun olarak faaliyetlerine devam etmektedir.

İller Bankası, yatırım programında bulunan büyükşehir olmayan belediyelere göre yüksek maliyetli altyapı projeleri için İller Bankası Kanunu Uygulama Yönetmeliğinde bulunan şartlar kapsamında uzun vade geri ödeme planı ile krediler vermektedir. Kredi miktarı ve vade süresi, 2380 Sayılı Kanun hükümlerine uygun olarak belediyelere merkezi bütçe

vergi gelirlerinden verilen hisseleri oranında belirlenmektedir. Örneğin, maliyet bedeli 39.000.000 TL olan ve 17.03.2020 tarihinde ihalesi yapılan Bartın İli katı atık düzenli depolama tesisi inşaat için İller Bankası AŞ proje tamamlandıktan sonra yıllık %12 faiz oranı ile 180 aylık (15 yıllık) geri ödeme planı sunmaktadır. Bartın ili özelinde projenin maliyetinin %50 oranında hibe desteği verilmiştir. Ancak 51 il belediyesinin bu tür hibe ve desteklerden yararlandırılması için yeterli mali olanakların mevcut olmadığı, bankanın hibe ve destekleme ödemeleri dışındaki kaynaklardan da belediyelerin yararlanma kapasitelerinin güçlendirilmesi gerektiği ve bu amaçla başta Dünya Bankasının sürdürülebilir şehircilik kredileri ile AB fonları ve diğer uluslararası kaynaklardan yararlanma olanaklarının geliştirilmesi zorunlu görülmektedir.

5.2.4 Avrupa Birliği Fonları ve uluslararası finans kuruluşları

Büyükşehir olmayan yerel yönetimlere göre yüksek teknoloji ve bütçe gerektiren katı atık tesisleri gibi projelerin hem Dünya Bankası ve Avrupa Yatırım Bankası gibi uluslararası finans kuruluşları ölçeğinde yüksek maliyetli ve doğa dostu yeni teknolojiler olarak tanımlanmaması hem de başvuru süreçlerinin uzun ve maliyetli olması Türkiye’de orta ölçekli belediye projelerini destekleyen son 10 yılda bir örneği bulunmamaktadır.

AB Fonlarından IPA olarak adlandırılan Katılım Öncesi Yardım Aracı Avrupa Komisyonu tarafından Avrupa birliğine aday ülkelerdeki altyapı yatırımlara teknik ve finansal yardım sağlamak için kurulmuştur. 2007-2013 yılları arasındaki 1. dönemde 4.8 Milyar Avro, 2014-2020 yılları arasındaki 2. Dönemde 4.4 Milyar Avro aday ülkelerden Türkiye için tahsis edilmiştir. IPA-I kapsamında 2008 yılında Balıkesir, 2009 yılında Konya ve Çorum, 2011 yılında Diyarbakır Belediyeleri ve en son IPA-II kapsamında 2020 yılında Hakkâri Belediyeleri bu destekten faydalanmıştır. IPA desteklerinin sınırlı sayıda belediye için bu imkânı sağlaması, başvuru sürecinin uzun, masraflı olması ve sonucun kesin olmamasından dolayı büyükşehir olmayan ortak ölçekli belediyeler tarafından pek tercih edilmemektedir.

5.2.5 Özel sektör

Kamu idarelerinin 1970 ve 1980’lerde yaşanan uluslararası ekonomik krizler sonrasında artan borç yükü sonucunda yüksek bütçeli altyapı yatırımlarının kar karşılığı ihale edilmesi metodunun yerine kamu özel sektör iş birlikleri geliştirilmiştir. Çöpten enerji üreten katı atık tesisleri gibi orta ölçekteki büyükşehir olmayan belediyeler için yüksek maliyetli kabul edilen yatırımlarda özellikle bu alanda uzmanlaşmış özel sektör firmaları ile birlikte sözleşme veya ortaklık yoluyla iş birliği yapmalarıyla kamu özel iş birlikleri ortaya çıkar.

Türkiye’de altyapı yatırımlarının finansmanından özel sektöre 4.12.1984 tarihli ve 3096 sayılı kanun ile elektrik üretim, iletim, dağıtım ve ticaretiyle alakalı yatırım yapma imkânı tanınmasıyla başlamıştır. 1994 tarihli 3996 sayılı Bazı Hizmetlerin ve Yatırımların Yap-İşlet-Devret Modeli Çerçevesinde Yaptırılması Hakkında Kanun ile özel sektörün hem yatırım hem işletme maliyetlerinin finansmanında kamunun yüküne ve riskine ortak olmasına imkân vermiştir. Kamu özel iş birliklerinde temel prensip kazan kazan modelidir. Altyapı yatırımlarında kamu özel sektörün yabancı sermayesinden faydalanarak finansmanını sağlamak, özel sektör ise yapmış olduğu yatırımlarından kar etmek amacıyla projede bir araya gelmektedir. Devlet özel sektörü altyapı yatırımlarına finansör olması konusunda cesaretlendirmek ve risk algısını düşürmek için gerekli yasal çerçeveyi oluşturmak ve vereceği garantiler ile teşvik etmek durumundadır.

5.3 Aksaray Katı Atık Tesisi İşletme Maliyetleri

Katı atık tesislerinin işletme maliyetlerinin hesaplanabilmesi için gerçek proje deneyimleri ile karşılaştırılarak tesiste bulunan üniteler ve yapılan faaliyetlerin belirlenmesi gerekmektedir.

5.3.1 Kamu özel sektör işbirlikleri

İhale, kiralama ve yap işlet devret şeklinde imtiyaz sahibi olmak gibi yöntemlerle belediyelere ait olan evsel katı atık bertaraf etme hizmetini kamu adına üstlenen özel sektör uygulamaları ülkemizde oldukça yaygındır. İhale yönteminde belediyeler atık bertaraf tesislerinde her bir faaliyeti alanında uzmanlaşmış şirketlere farklı yöntemlerle ihale edebileceği gibi tamamını tek bir ihaleyle özel sektöre devredebilmektedir.

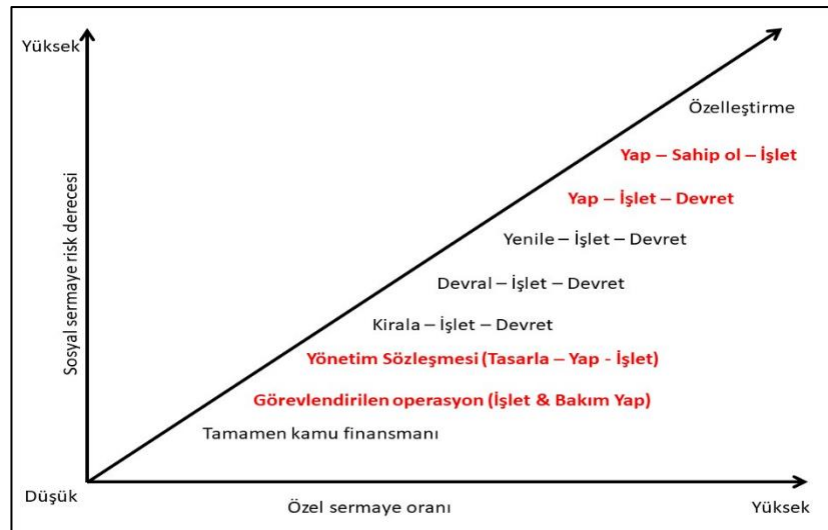
Aksaray Belediyesi 2021 yılı itibariyle kapanan katı atık tesisinde, tıbbi atıkların bertaraf edilmesi, çöplerin sürülmesi, sıkıştırılması ve üstünün kapatılması sürecinden oluşan düzenli depolama faaliyetini ve en son olarak depolama sahasındaki çöp gazını toplayarak enerji üretim faaliyetini ayrı ayrı ihale ederek farklı firmalara farklı koşullarda hizmet devri yapmıştır. Çöp sürme sıkıştırma ve kapama işlemleri gelir getirmeyen işlemler olduğu için belediye bedel karşılığı işi ihale ederken, tıbbi atıkların bertaraf edilmesi ve çöp gazından elektrik üretimi gibi gelir getiren faaliyetlerde ise belediye tesisin kira bedeli veya gelirden pay aldığı ihale uygulamaları vardır.

İşletme maliyetlerinde 07.08.2006 tarihinden kapatıldığı 2021 yılına kadar Aksaray katı atık tesisinde çöplerin düzenli depolama sahasında sıkıştırılması ve kapatılması işlemi ikişer yıllık periyodlarla ihale yöntemiyle finansmanı belediye bütçesinden yapılırken işletmesi özel sektör tarafından yapılmıştır. Tesiste 2013 yılı itibariyle çöp gazından üretilen elektriğin devlete sabit fiyat garantisiyle satılmasıyla elde edilen gelirin %32'si Aksaray Belediyesine verilmek üzere çöp gazından elektrik üreten sistemin altyapı yatırım ve işletme maliyetleri ITC firması tarafından karşılanmıştır. Çöpten enerji üreten tesis projelerinin kazan-kazan modelleri için anahtar, özel sektörün garanti politikalarıyla yatırımlardaki riskini düşürmek, devletin ekonomik maliyeteler açısından işletme riskini düşürmek, risk paylaşım modeli özel sektör kaynaklarında daha çok kaldıraç kullanımına ve bankaca geçerliliğe imkân sağlamaktadır.

Genel olarak teşvik politikaları hükümetlerin finansal ve politik desteklerini güçlendirme konusunda motive ederken çöpten enerji üreten projelerin gelişimin hızlı bir şekilde gelişimine imkân sağlamaktadır. Yüksek finansman ve ileri teknoloji ile birlikte zengin

tecrübe birikimine sahip girişimcilerin varlığı bu sektör için daha geniş bir gelişim alanı olduğunu garanti etmektedir. Katı atık tesislerinin işletme maliyetlerinin finansmanında kredi seçeneği bulunmadığı gibi hem yatırım maliyeti gibi kısa vadede katlanılması gerekmeyen yıllık maliyetler olması hem de yatırım maliyetlerinin yaklaşık %5'i kadar olması belediyelerin kendi bütçelerinden bu finansmanı karşılamalarını kolaylaştırmıştır. Türkiye'de en eski ve en çok kullanılan özel sektör uygulaması ihale yöntemidir. Belediyeler teknik tecrübe gerektiren özellikle çöpten enerji üreten entegre katı atık tesisleri işlerini kendi personelleri ile yapmak yerine özel firmalara işi yaptırmaktadır. İhale yönteminde finansmanı belediyeler kendi bütçelerinden sağlarken bertaraf işlemlerini özel sektör yapmaktadır.

Dünyada kamu özel işbirliği modelleri özellikle atık projelerinde tam olarak uygulanmakta olup mevcut projelerin özel sermaye oranı ve sosyal sermaye risk derecesine göre farklı işbirliği modelleri çatısı altında devlet tarafından teşvik edilmektedir. Özel sermaye payının olmadığı, yatırımın tamamının devlet tarafından karşılandığı dolayısıyla sosyal sermaye risk oranının en düşük olduğu derecelendirmede özelleşmenin artmasıyla sosyal sermaye risk oranının da arttığı bir ortamda devletin vermiş olduğu destekler gittikçe önem kazanmaktadır. Özelleştirme seviyesine göre işlet-bakım yap, tasarla-yap-işlet, kirala-işlet-devret, devral-işlet-devret, yenile-işlet-devret, yap-işlet-devret, yap-sahip ol-işlet gibi modelleri bulunmaktadır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2 Farklı kamu özel işbirliği modelleri (Zhan 2021)

5.3.2 Devlet teşvikleri

Belediyeler katı atık tesislerinin işletme maliyetlerinin finansmanında kendi bütçelerini veya devletin sunduğu teşvikler sayesinde özel sektör kaynaklarını kullanmaktadır. Gelişmiş ülkeler ABD, Almanya, Japonya ve Çin'in evsel katı atıkların bertaraf işlemlerinin yapıldığı tesislerin yatırım, inşa ve işletmesinin hangi kurumlar tarafından yapıldığı ve uygulanan iş modelleri karşılaştırılmıştır (Çizelge 5.3). Bu karşılaştırmada en çok öne çıkan katı atık tesislerinin işletmesini tüm dünyada özek sektör tarafından yapılıyor olmasıdır. İkinci olarak tesislerin yapım işlerinde ABD, Japonya ve Çin örneğinde olduğu gibi tamamını özel sektör yaparken Almanya modelinde devlet özel sektör ile iş birliği yapmaktadır. Türkiye'de Tesis yapımında özel sektör yap-işlet-devret modeliyle tesislerinin yapımını üstlenirken, İller Bankası AŞ kredi modeliyle tesisin inşasını Iğdır ve Bartın İli örneğinde olduğu gibi yine devlet üstlenmemiştir. Son olarak aşağıdaki karşılaştırma sonuçlarına göre Japonya örneği haricindeki tüm örneklerde özel sektörün işletmesini yaptığı çöpten enerji üreten katı atık tesislerinin ana gelirinin devletin bu tür tesislerden üretilen elektriği belirledikleri sabit fiyat üzerinden alım garantisi vermesidir.

Çizelge 5.3 Ülkelerde katı atık tesisleri yatırım, yapım ve işletme modelleri (Zhan 2021)

	Yatırım	Yapım	İşletme	İşletme Gelirleri	İş Modeli
ABD	Devlet	Özel	Özel	Sabit Fiyat Alım Garantisi+ Teşvik	
Almanya	Devlet, Özel	Devlet, Özel	Özel	Sabit Fiyat Alım Garantisi+ Sübvansiyon	
Japonya	Devlet	Özel	Özel	Teşvik	İşletme Sözleşme
Çin	Devlet, Özel	Özel	Özel	Sabit Fiyat Alım Garantisi+ Teşvik	Yap-İşlet-Devret
Türkiye	Devlet, Özel	Devlet, Özel	Özel	Sabit Fiyat Alım Garantisi	Yap-İşlet-Devret

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını yaygınlaştırmak için somut adımlar 2005 yılında 5346 Sayılı Kanun ile birlikte atılmıştır. Bu amaçla devlet uygulamış olduğu teşviklerle yenilebilir enerji bakımından yerli kaynakların kullanımını yatırımcı açısından cazip duruma getirmiştir. Fakat söz konusu yenilenebilir enerji

kaynaklarının tamamına 5-5,5\$ cent'lik sabit fiyattan alım garantisi verilmesi uygulamanın istenilen seviyelere çıkmasına engel olmuştur. 2010 yılından itibaren getirilen düzenlemeler ile her bir yenilenebilir enerji kaynağı için farklı sabit fiyat alım garantisi verilmiştir (Hotunoğlu 2015).

Tüm dünyada ve 2010 yılından itibaren Türkiye’de çöpten üretilen enerjinin yenilenebilir enerji kaynağı olarak değerlendirilmesi sonucunda kullanımının yaygınlaştırılması devletler tarafından desteklenerek teşvik edilmiştir. Çöpten enerji üretilmesine verilen en büyük destek tüm dünyada uygulanan üretilen elektriğe belirli sürelerde devlet tarafından sabit fiyat üzerinden alım garantisi verilmesidir. Ülkemizde 2010 yılından itibaren çöpten enerji üreten lisanslı firmaların 31.12.2020 tarihinden önce işletmeye giren üretim tesislerinde üretilen enerjinin her bir Mw’ı için 10 yıl süreyle 13,3 cent sabit fiyattan alım garantisi verilmiştir (Hotunoğlu 2015).

6. ENTEGRE KATI ATIK TESİSLERİNİN PROJE (YATIRIM) DEĞERLEME SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Proje değerlemesinde kullanılan yöntemleri paranın zaman değerini hesaba katan dinamik yöntemler ve paranın zaman değerini göz önünde bulundurmeyen statik yöntemler olarak ikiye ayrılır.

6.1 Statik Değerleme Yöntemleri

Paranın zaman değerini göz önünde bulundurmeyen yöntemlere statik yöntemler denir. Geri ödeme süresi ve yatırım karlılığı gibi iskonto faiz oranının ve ülke riskinin çok düşük olduğu durumlarda hızlı proje değerlemesi yapmak için kullanılmaktadır.

6.1.1 Geri ödeme süresi (pay back period)

Proje maliyetinin proje süresince elde edilecek net nakit akışlarından ne kadar sürede geri ödenebileceğini belirlemektedir. Projeye yapılan yatırım maliyetinin getirdiği nakit çıkışlarının proje hayata geçtikten sonra işletme gelirlerinin ve giderlerinin belirlenmesi ile hesaplanan net nakit akışlarının toplam yatırım tutarını ne kadar sürede geri ödediğini göstermektedir. Buna göre geri ödeme süresi ne kadar kısa olursa o kadar tercih edilebilir bir proje olmaktadır.

Aksaray katı atık tesisinin aylık işletme maliyetleri 30.000 \$ kira, 120.000 \$ mekanik ayrıştırma, 120.000 \$ çöp gazından elektrik üretimi ve son olarak 350.000 \$ çöpün sürülmesi, sıkıştırılması ve üstünün kapatılması süreçlerini içeren düzenli depolama maliyeti olarak hesaba katılmıştır. Bu araştırma çalışmasında katı atık tesislerinde ambalaj atıklarından elde ettiği gelirler ihmal edilerek sadece çöp gazından üretilen elektriğin sabit fiyattan alınması durumunda elde edilen gelirler nakit akım girişi olarak kabul edilmiştir. Buna göre işletmenin başlangıçta yaptığı 10.500.000 \$'lık ilk yatırım maliyetinin 8 yıl 6 ay içinde projenin kendini ödediği hesaplanmıştır (Çizelge 6.1).

Çizelge 6.1 Katı atık tesisinin statik proje değerlemesi

Dönem	Yıllar	Kapasite MWh/y	Gelir (\$)	Yatırım Maliyeti (\$)	İşletme Maliyetleri (\$)	Net Nakit Akım (\$)	Toplam (\$)
1	2021	0	\$0	10.500.000	620.000	-11.120.000	-11.120.000
2	2022	4.599	597.870		620.000	-22.130	-11.142.130
3	2023	8.779	1.141.270		620.000	521.270	-10.620.860
4	2024	12.589	1.636.570		620.000	1.016.570	-9.604.290
5	2025	16.072	2.089.360		620.000	1.469.360	-8.134.930
6	2026	19.262	2.504.060		620.000	1.884.060	-6.250.870
7	2027	22.196	2.885.480		620.000	2.265.480	-3.985.390
8	2028	24.903	3.237.390		620.000	2.617.390	-1.368.000
9	2029	27.409	3.563.170		620.000	2.943.170	1.575.170
10	2030	29.738	3.865.940		620.000	3.245.940	4.821.110
11	2031	31.911	4.148.430		620.000	3.528.430	8.349.540
12	2032	33.949	4.413.370		620.000	3.793.370	12.142.910
13	2033	35.867	4.662.710		620.000	4.042.710	16.185.620
14	2034	37.681	4.898.530		620.000	4.278.530	20.464.150
15	2035	39.404	5.122.520		620.000	4.502.520	24.966.670
16	2036	41.050	5.336.500		620.000	4.716.500	29.683.170
17	2037	42.627	5.541.510		620.000	4.921.510	34.604.680
18	2038	44.148	5.739.240		620.000	5.119.240	39.723.920
19	2039	45.619	5.930.470		620.000	5.310.470	45.034.390
20	2040	47.050	6.116.500		620.000	5.496.500	50.530.890
21	2041	48.446	6.297.980		620.000	5.677.980	56.208.870
22	2042	49.815	6.475.950		620.000	5.855.950	62.064.820
23	2043	51.163	6.651.190		620.000	6.031.190	68.096.010
24	2044	52.494	6.824.220		620.000	6.204.220	74.300.230
25	2045	53.813	6.995.690		620.000	6.375.690	80.675.920

6.1.2 Yatırım karlılığı (return on invesment-ROI) yöntemi

Basit karlılık oranı olarak da adlandırılan yatırım karlılığı projenin sağladığı nakit girişlerinin toplamının, projenin yatırım maliyeti olan nakit çıkışlarının bugünkü değeri toplamına oranı olarak tanımlanabilir. Bu yöntemde, kârlılık oranı en yüksek olan proje tercih edilmektedir (Sayılğan 2006).

$$\text{Karlılık Oranı} = (\text{Proje Gelirleri} - \text{Yatırım Maliyeti}) / \text{Yatırım Maliyeti} \quad (6.1)$$

İlk yatırım maliyeti 10.500.000,00 \$ olan Aksaray katı atık tesisinin 25 yıllık proje sonundaki toplam karı $(80.675.920 - 10.500.000) = 70.175.920$ \$ olarak hesaplanmış; Karlılık Oranı $= 70.175.920 / 10.500.000,00 = 6,68$ olarak hesaplanmıştır.

6.2 Dinamik Değerleme Yöntemleri

Paranın zaman değerini göz önünde bulunduran yöntemlere dinamik yöntemler denir. Statik yöntemlerden ayıran en belirgin özelliği paranın zaman değerini belirleyen iskonto (indirgeme veya kapitalizasyon) oranı olarak da adlandırılan faiz oranıdır.

6.2.1 Net bugünkü değer (NBD) yöntemi

Net bugünkü değer analizinde dikkat edilmesi gereken 6 önemli aşaması vardır:

1. Uygun iskonto oranı seçilmesi,
2. Proje maliyetinin bugünkü değerinin hesaplanması,
3. Proje süresince yıllık net nakit akışlarının hesaplanması,
4. Yıllık net akışların bugünkü değerinin hesaplanması,
5. Projenin net bugünkü değerinin hesaplanması,
6. Projenin kabul veya reddedilmesi.

Proje boyunca her bir yıl beklenen net nakit akışlarının belirli bir faiz oranıyla bugüne indirgenir. Proje yatırım maliyeti, işletme maliyeti ve gelirlerinden hesaplanmış indirgenmiş nakit akımları toplamı projenin net bugünkü değerini göstermektedir. Net bugünkü değeri sıfırdan yüksek olan projeler yatırımcılar açısından tercih edilirken, sıfır veya sıfırdan düşük olan projeler istihdam veya âtıl fon kullanımı gibi özel şartların olmadığı durumlarda yatırımcılar açısından tercih edilmez. Buna göre net bugünkü değer aşağıdaki şekilde formüle edilmektedir (Gedik vd. 2005).

$$NBD = \sum_{t=0}^n \frac{Bt}{(1+f)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{Ct}{(1+f)^t} \quad (6.2)$$

Burada;

Bt : t yılındaki nakit girişi

Ct : t yılındaki nakit çıkışı

n : Projenin ekonomik ömrü (yıllar)

f : İskonto oranını gösterir.

Bu çalışmada hem kur riskini ortadan kaldırmak hem de üretilen elektriğin devlet tarafından sabit fiyat garantisi dolar üzerinden verildiği için tüm hesaplamalar \$ üzerinden yapılmıştır. Aksaray katı atık tesisi için iskonto faiz oranı proje tarihi itibarıyla Libor (2)+Ülke Riski (1,5)+ sektör Riski (1,5)+1= %6 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 6.2 Katı atık tesisinin dinamik proje değerlendirme sonuçları

Dönem	Yıl	Net Nakit Akım (\$)	İndirgenmiş NNA (\$)	Net Bugünkü Değer (\$)
1	2021	-11.120.000	-10.490.566	-10.490.566
2	2022	-22.130	-19.696	-10.510.262
3	2023	521.270	437.668	-10.072.593
4	2024	1.016.570	805.219	-9.267.375
5	2025	1.469.360	1.097.991	-8.169.383
6	2026	1.884.060	1.328.188	-6.841.195
7	2027	2.265.480	1.506.674	-5.334.522
8	2028	2.617.390	1.642.183	-3.692.339
9	2029	2.943.170	1.742.058	-1.950.281
10	2030	3.245.940	1.812.516	-137.765
11	2031	3.528.430	1.858.733	1.720.968
12	2032	3.793.370	1.885.189	3.606.156
13	2033	4.042.710	1.895.380	5.501.537
14	2034	4.278.530	1.892.398	7.393.934
15	2035	4.502.520	1.878.744	9.272.679
16	2036	4.716.500	1.856.633	11.129.311
17	2037	4.921.510	1.827.674	12.956.985
18	2038	5.119.240	1.793.494	14.750.479
19	2039	5.310.470	1.755.179	16.505.659
20	2040	5.496.500	1.713.835	18.219.493
21	2041	5.677.980	1.670.208	19.889.702
22	2042	5.855.950	1.625.056	21.514.758
23	2043	6.031.190	1.578.949	23.093.707
24	2044	6.204.220	1.532.309	24.626.016
25	2045	6.375.690	1.485.527	26.111.543

Yatırım risklerinin de göz önünde bulundurulmasıyla belirlenmiş %6 iskonto oranıyla birlikte paranın zaman değerinin önem kazandığı bu dinamik yöntemde projenin

kendisini yaklaşık 10 yılda geri ödediği ve 25 yıllık projenin net bugünkü değerinin 26.111.543 \$ olacağı hesaplanmıştır.

6.2.2 İç getiri oranı (IGO) yöntemi

İç getiri oranı, bir projenin bugüne indirgenmiş nakit akışlarının ilk yatırım maliyeti değerine, dolayısıyla projenin net bugünkü değerini sıfıra eşitleyen “f” iskonto oranı olarak tanımlanarak aşağıdaki şekilde formüle edilmektedir (Gedik vd. 2005).

$$IGO = \left[\sum_{t=0}^n \frac{Bt}{(1+f)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{Ct}{(1+f)^t} \right] \quad (6.3)$$

Burada;

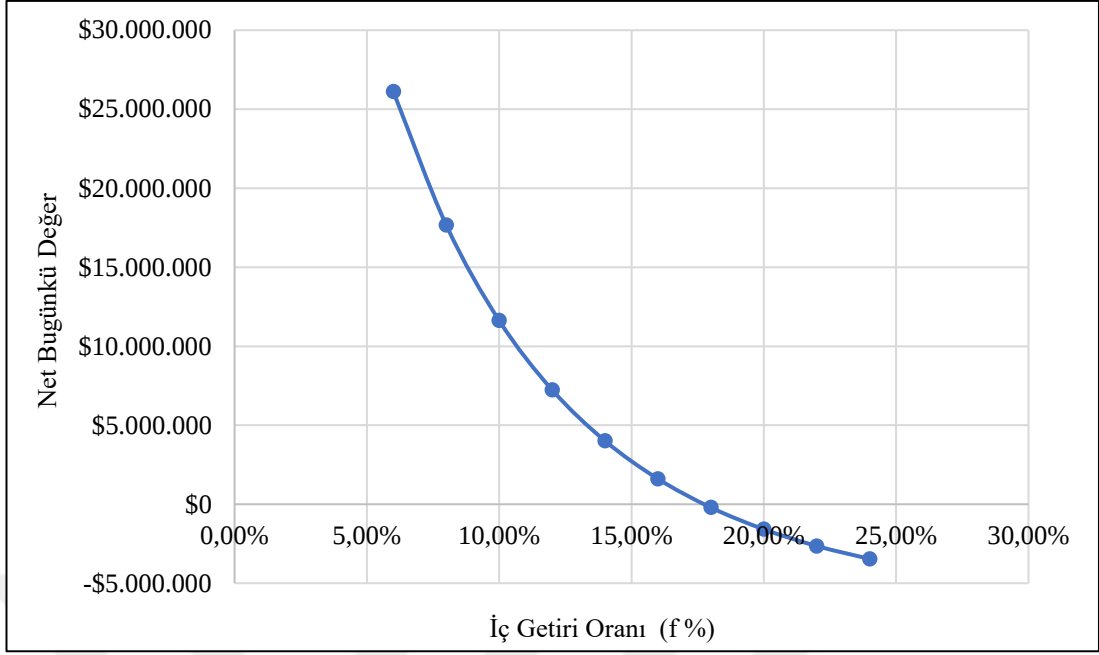
Bt : t yılındaki nakit girişi

Ct : t yılındaki nakit çıkışı

n : Projenin ekonomik ömrü (yıllar)

f : İskonto oranını gösterir.

Projenin net bugünkü değerini sıfıra eşitleyen ve “f” ile ifade edilen iskonto oranını bulabilmek için öncelikli olarak bir iskonto oranı tahminiyle işleme başlanılarak net bugünkü değer negatif olması durumunda oranı düşüren pozitif olması durumunda oranı artıran iteratif olarak işlemlere devam edilerek yaklaşık sıfır yapan iskonto oranı bulunur. Aksaray katı atık tesisi için iç getiri oranı %17,74 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak hesaplanan iç getiri oranı yatırımcının kabul ettiği karlılık oranını sağlayan asgari iskonto oranıyla karşılaştırılarak, projenin mali açıdan yatırım için uygun olup olmadığının değerlendirilmesini sağlar. Bu kapsama iç getiri oranı yatırımcının kabul ettiği iskonto oranının üzerinde ise proje kabul edilmektedir. Projenin net bugünkü değeri ile iç getiri oranı arasındaki ilişki gösterilmiştir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1 Katı atık tesisinin iç getiri oranı ve net bugünkü değer ilişkisi

6.2.3 Düzeltilmiş iç getiri oranı (modified international rate of return-MIRR)

Düzeltilmiş İç Getiri Oranı Yönteminde projenin yatırım maliyetinin bugünkü değerini nakit girişlerinin proje sonundaki geleceğe değerine eşitleyen iskonto oranı hesaplanır (Sayılğan 2006). Yatırımların bugünkü değeri olan 10.500.000 \$. nakit girişlerin proje süresi olan 25 yılı sonundaki toplam değeri olan 154.581.181 \$'a eşitleyen düzeltilmiş iç getiri oranı %11,36 olarak hesaplanmıştır.

6.2.4 Fayda-maliyet oranı (FMO) yöntemi

Karlılık endeksi olarak da bilinen bu yöntemde, bugünkü değer olarak projenin sağlayacağı nakit girişleri toplamının, bugünkü değer olarak projenin gerektireceği nakit çıkışları toplamına bölünmesiyle elde edilir. Bir başka deyişle kârlılık endeksi projenin süresi boyunca paranın zaman değerini esas alarak elde edilen gelirler toplamının, projenin yatırım ve işletme maliyeti gibi nakit çıkışlarına oranıdır. Bu oranın birden küçük olması projenin karlı olmadığı, birden büyük olması karlı olduğu anlamına gelirken bu oran büyüdükçe karlılığın arttığı anlaşılmaktadır. Karlılık endeksi bire eşitse, net bugünkü değer sıfırdır (Sayılğan 2006).

Aksaray katı atık tesisinin yatırım ve işletme maliyetinin bugünkü değeri 17.831.341,20\$ iken 25 yıllığına çöp gazından üretilen elektriği 133 Dolar/MWh'lık sabit fiyattan satılması durumunda elde edilen gelirin bugünkü değeri 43.942.884,20 \$ olması durumunda karlılık endeksi; $43.942.884,20 / 17.831.341,20 = 2,46$ olarak hesaplanmıştır. Karlılık endeksinin veya fayda /maliyet oranının 2,46 olması 1\$'lık yatırım için 2,46 \$ nakit girişi sağlayacağı getirinin bu kadar yüksek olması yatırım yapılmasına ve bu finansman modellerinin uygulanabilirliğine önemli ölçüde olumlu katkı yapacaktır.

6.2.5 Yıllık eşdeğer gider ve gelir analizleri yöntemi

Bir projenin yıllık eşdeğer gideri, projenin ilk yatırım maliyetinin bugünkü değerinin proje süresince her yıla düşen değer hesaplanarak elde edilen değerlerin yıllık işletme giderleri ile toplanması ile elde edilir. Bu şekilde farklı projeler içinden ekonomik olarak en avantajlı olanı seçebilmek için tüm projelerin yıllık eşdeğer gideri hesaplanır. En düşük yıllık eşdeğer gideri olan proje en ekonomik proje olarak tercih edilir. Yıllık eşdeğer maliyet yönteminde kıyaslanan yatırım projelerinin yıllık giderleri karşılaştırılır ve yıllık gideri ne kadar düşükse projenin o kadar fizibil olduğu anlaşılır. Fakat bu kıyaslamanın yapılabilmesi için, projelerin tüm giderlerinin hem ilk yatırım hem işletme giderlerinin, yıllık eş gider haline dönüştürülmesi gerekmektedir.

Yıllık eşdeğer maliyet yöntemi olarak da bilinmesine karşın, birçok yatırım projesinde ve bu çalışmada “yıllık eşdeğer gider ve gelir yöntemi” adı altında analizler yapılmıştır. Yatırım projelerinde yıllık eşdeğer gider ve yıllık eşdeğer gelir aşağıdaki Sermaye kurtarma faktörü (capital recovery factor) de denilen formül şu şekilde ifade edilmiştir:

$$\text{Sermaye Kurtarma Faktörü} = \frac{f(1+f)^n}{(1+f)^n - 1} \quad (6.4)$$

$$\text{Yıllık Eşdeğer Gider} = C_0 \frac{f(1+f)^n}{(1+f)^n - 1} + c \quad (6.5)$$

Burada;

C_0 = Projenin yatırım maliyeti

c : Yıllık giderler

f : İskonto oranı.

n : Projenin ekonomik ömrü (yıllar)

f : İskonto oranını gösterir.

Yatırım finansman uygulamalarında yatırımın eşdeğer giderinin hesaplanmasında hazırlanmış tablolar kullanılmaktadır (Çizelge 6.3). Buna göre bu araştırma çalışması Aksaray Katı Atık Tesisi için 10.500.000 \$'lık ilk yatırım maliyetinin %6 iskonto oranına göre yıllık eşdeğer gideri; $10.500.500\$ \times 0.0782 = 821.380.54 \$$ olarak hesaplanmıştır.

Çöp gazından üretilen elektriğin sabit fiyat alım garantisinden elde edilen 43.942.884.20 \$'lık gelirin aşağıdaki çizelgede %6 iskonto oranına karşılık gelen sermaye kurtarma faktörü ile çarpılmasıyla toplamda 25 yıllık projede her bir yıla düşen eşdeğer geliri; $43.942.884.20\$ \times 0.0782 = 3.437.507.62 \$$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 6.3 Sermaye kurtarma (itfa) faktörleri

Yıllar	Alternatif İskonto Oranları				
	6%	10%	15%	20%	25%
1	1.0600	1.1000	1.1500	1.2000	1.2500
2	0.5454	0.5762	0.6151	0.6545	0.6944
3	0.3741	0.4021	0.4380	0.4747	0.5123
4	0.2886	0.3155	0.3503	0.3863	0.4234
5	0.2374	0.2638	0.2983	0.3344	0.3718
10	0.1359	0.1627	0.1993	0.2385	0.2801
15	0.1030	0.1315	0.1710	0.2139	0.2591
20	0.0872	0.1175	0.1598	0.2054	0.2529
25	0.0782	0.1102	0.1547	0.2021	0.2509

Yıllık eşdeğer gider her yıl için hesaplanan eşdeğer yatırım maliyeti ile yıllık işletme maliyetinin toplamıyla, yıllık eşdeğer kar ise yıllık eşdeğer gelirden yıllık eşdeğer giderin çıkarılmasıyla hesaplanır (Çizelge 6.4).

Çizelge 6.4 Katı atık tesisinin yıllık eş değer gelir ve gider sonuçları

Dönem	Yıllar	Yıllık Eşdeğer Gelir (\$)	Yıllık Eşdeğer İşletme Maliyeti (\$)	Yıllık Eşdeğer Yatırım Maliyeti (\$)	Yıllık Eşdeğer Gider (\$)	Yıllık Eşdeğer Kar (\$)
1	2021	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
2	2022	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
3	2023	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
4	2024	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
5	2025	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
6	2026	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
7	2027	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
8	2028	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
9	2029	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
10	2030	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
11	2031	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
12	2032	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
13	2033	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
14	2034	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
15	2035	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
16	2036	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
17	2037	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
18	2038	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
19	2039	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
20	2040	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
21	2041	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
22	2042	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
23	2043	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
24	2044	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08
25	2045	3.437.507,62	620.000,00	821.380,54	1.441.380,54	1.996.127,08

Yıllık eşdeğer gelirin 3.437.507,62\$ olduğu durumda yıllık eşdeğer yatırım maliyeti 821.380,54 \$, yıllık işletme gideri 620.000,00 \$ ile toplandığında yıllık toplam eşdeğer giderin 1.441.382.54 \$ olarak hesaplanmasıyla yıllık eşdeğer karın 1.996.127,08 \$ olduğu ortaya çıkmıştır. Yıllık eşdeğer gelirin giderin 2,39 katı olması bu projenin yatırımcı açısından oldukça karlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuca göre gelire göre düşük yıllık eşdeğer gidere sahip olan proje tercih edilebilirken, entegre katı atık tesisleri gibi teknolojik gelişime açık olan sektörlerde bu yöntemin mantığına göre uzun ömürlü yöntemler risklidir. Bu değerlendirme yönteminde hurda değeri ihmal edilmiştir.

6.3 Yatırım Değerleme Yöntemlerinin Sonuçlarının Karşılaştırılması ve Yatırımcılara Yönelik Önerilerin Geliştirilmesi

Yatırım yapılan projenin kıyaslanabileceği alternatif yatırımların olmadığı durumda net bugünkü değer ile iç karlılık oranı aynı sonuca götürür. İç karlılık oranı yönteminde, iç verim oranı, ilk yatırım maliyetinden daha yüksek olduğunda, nakit girişlerinin bugünkü değeri nakit çıkışlarının bugünkü değerinden fazla olur. İç verim oranının sermaye maliyetinden az olduğu durumlarda nakit girişlerinin bugünkü değeri nakit çıkışlarının bugünkü değerinden küçük olur. Birinci durumda proje fizibil kabul edilirken, ikinci durumda ise proje reddedilir. Yatırımcılar alternatif projeler arasından birini tercih etme durumunda net bugünkü değer ve iç karlılık oranı farklı sonuçlar ortaya koymaktadır.

Aksaray Katı Atık Tesisine 25 yıllık süreliğine yatırım yapan firma dolar bazında %6'lık iskonto oranıyla paranın zaman değeri göz önünde bulundurularak yatırımlarını 10 yıl içinde geri alabileceği, bu yüzden projenin %17,74 iç getiri oranı ve 2,46 karlılık endeksiyle iyi bir yatırım getirisi ve karlılığı bulunmaktadır. Analiz sonuçlarına göre yatırım projesine bağlanan 1 \$'lık sermayeye karşılık 2,46 \$'lık faydanın sağlandığı ve bu endeksin oldukça yüksek ve hatta makul karlılık beklentisinin üzerinde olduğu vurgulanmalıdır. Burada klasik fayda-masraf analizinin yapıldığı, katı atık bertarafının çevresel fayda ve maliyetlerinin de analizi dahil edilmesi halinde karlılık endeksinin daha yüksek olması gerektiği de göz önünde bulundurulmalıdır (Tanrıvermiş 1997).

Hurda değerinin ihmal edildiği durumda bile 25 yıllık süre boyunca her yıl için eşdeğer giderin 1.441.382,54 \$, eşdeğer gelirin 3.437.507,62 \$ olduğu durumda yıllık eşdeğer gelirin giderin 2,39 katı olduğu yatırımın karlı olduğu gerçeğini ortaya koymaktadır.

Özel sektör çok yaygın bir şekilde çöp gazından enerji üretim işine talip olmaktadır. Düzenli depolama tesisine sahip hiçbir ilde çöp gazının işletilmemesi söz konusu olmamakla birlikte söz konusu enerji üretimde ölçek ekonomisi ve gaz üretim verimliliği oldukça önemlidir. Çöp gazının yenilenebilir enerji olarak kabul edildiği 2010 yılından 30.06.2021 tarihine kadar işletmeye giren üretim tesislerinde üretilen enerjinin her bir Mw'ı için 10 yıl süreyle 13,3 Cent sabit fiyattan alım garantisi verilmiştir. Söz konusu

teşvikin 2010-2021 yılları arasında geçerli olması ve bir katı atık tesis ömrünün 30-40 yıl olduğu durumda işletme ömrünü tamamlamış ve yenisinin bu 11 yıllık süreçte işletmeye girecek olması olasılığının oldukça düşük olması katı atık tesislerinin tamamının finansmanında yap-işlet-devret modelinin Aksaray ili örneğinden başka bir örneği olmasına sebep olmuştur.

Çöz gazı üretiminin ölçek ekonomisine göre yatırım yapılabilir olması için tesise giren çöp miktarının en az 300 ton/gün olması gerekmektedir. Orta ölçekli illerdeki hizmet birliklerinin bu miktarı sağlamak için çöp toplama ve aktarma ağlarının oldukça iyi işler durumda olması gerekmektedirken ülkemizde özellikle küçük belediyelerin bu uyum ve ortak duyarlılığı yakalaması oldukça zordur. Aksaray ilinin merkez ilçe nüfusunun tesisten yararlanabilecek olan toplam nüfusun %72,45 gibi büyük bir oranını oluşturması hedeflenen çöp kapasitesine ulaşılmasında büyük kolaylık sağlamıştır. Özellikle düzenli depolama tesislerinde çöp gazı toplanmasında ve elektrik üretiminde istenilen yüksek verimliliğe ulaşılabilmesi için tesise çöp kabullerinde ve döküm sahasında çöp sürüm işlemlerinin büyük bir titizlikle yapılması önemlidir. Yatırımcı firmaların kendilerinden kaynaklanmayan riskleri en düşük seviyeye indirmek için başka firmaların depolama işlemini veya işletmesini yaptığı bir katı atık tesisi yerine altyapı yatırımlarını da kendileri yaparak işlettikleri tesisleri tercih etmektedirler.

6.4 Çöp Gazından Elektrik Üretme Tesisi Proje Değerlemesi

2021 yılında depolama kapasitesi dolduğu için artık çöp kabul etmeyen Aksaray Katı Atık Tesisi 15.05.2013 tarihinden itibaren 15 yıllık süre ile çöp gazından üretilen elektriğin sabit fiyat garantisiyle devlet tarafından alınmasından elde edilen gelirin %32'si Aksaray Belediyesi ve %68 ITC firmasına ait olmak üzere çöp gazından elektrik üretecek tesisin altyapı ve işletme maliyetleri ITC firmasına ait olmak üzere çalışmaya devam etmektedir. 21.08.2021 itibariyle aynı şartlarda yeni Aksaray Katı Atık Tesisinin çöp gazından elektrik üreten ünitelerin altyapı maliyetlerinin 1.500.000 \$, yıllık işletme maliyetinin 120.000 \$ olduğu proje maliyeti hesaplanmıştır. Üretilen elektriğin sabit fiyat garantisiyle devlet tarafından alınmasından elde edilen gelirin %32'si belediyeye, %68'i yatırımcı

firmaya ait olmak üzere çöp gazından elektrik üretecek tesisin tek seferde 1.500.000 \$'lık altyapı ve yıllık 120.000 \$'lık işletme maliyetleri dolar bazında %6'lık iskonto oranıyla yatırımlarını 4 yıl içinde geri alabileceği, projenin %54,13 iç getiri oranı ve 10 karlılık endeksiyle çok iyi bir yatırım getirisi ve karlılığı bulunmaktadır (Çizelge 6.5).

Çizelge 6.5 Elektrik gelirinin %68'ini yatırımcı aldığı durumda yatırım değerlemesi

Dönem	Yıllar	Kapasite MWh/y	Yatırım Maliyeti (\$)	İşletme Maliyeti (\$)	%68 Gelir (\$)	Net Nakit Akım (\$)	İndirgenmiş NNA (\$)	Net Bugünkü Değer (\$)
1	2021	0	1.500.000	120.000	0	- 1.620.000	1.528.302	- 1.528.302
2	2022	4.599		120.000	406.552	286.552	255.030	- 1.273.272
3	2023	8.779		120.000	776.064	656.064	550.844	- 722.428
4	2024	12.589		120.000	1.112.868	992.868	786.444	64.016
5	2025	16.072		120.000	1.420.765	1.300.765	972.007	1.036.023
6	2026	19.262		120.000	1.702.761	1.582.761	1.115.784	2.151.807
7	2027	22.196		120.000	1.962.126	1.842.126	1.225.119	3.376.926
8	2028	24.903		120.000	2.201.425	2.081.425	1.305.912	4.682.838
9	2029	27.409		120.000	2.422.956	2.302.956	1.363.116	6.045.954
10	2030	29.738		120.000	2.628.839	2.508.839	1.400.923	7.446.877
11	2031	31.911		120.000	2.820.932	2.700.932	1.422.817	8.869.694
12	2032	33.949		120.000	3.001.092	2.881.092	1.431.814	10.301.508
13	2033	35.867		120.000	3.170.643	3.050.643	1.430.260	11.731.769
14	2034	37.681		120.000	3.331.000	3.211.000	1.420.229	13.151.997
15	2035	39.404		120.000	3.483.314	3.363.314	1.403.393	14.555.391
16	2036	41.050		120.000	3.628.820	3.508.820	1.381.234	15.936.625
17	2037	42.627		120.000	3.768.227	3.648.227	1.354.822	17.291.446
18	2038	44.148		120.000	3.902.683	3.782.683	1.325.240	18.616.686
19	2039	45.619		120.000	4.032.720	3.912.720	1.293.205	19.909.890
20	2040	47.050		120.000	4.159.220	4.039.220	1.259.448	21.169.338
21	2041	48.446		120.000	4.282.626	4.162.626	1.224.459	22.393.797
22	2042	49.815		120.000	4.403.646	4.283.646	1.188.734	23.582.531
23	2043	51.163		120.000	4.522.809	4.402.809	1.152.643	24.735.174
24	2044	52.494		120.000	4.640.470	4.520.470	1.116.459	25.851.633
25	2045	53.813		120.000	4.757.069	4.637.069	1.080.431	26.932.064

6.5 İller Bankası AŞ Genel Müdürlüğü Kredileri İçin Proje Değerlemesi

Aksaray Katı Atık Tesisi 21.08.2020 tarihi itibarıyla yap işlet devret modeli ile 25 yıllığına tüm gelirleri ile yatırım ve işletme giderleri yatırımcı firmaya ait olmak üzere

30.000 \$ kira bedeli ile tahsis edilmiştir. Yeni Aksaray Katı Atık Tesisinin çöp gazından elektrik üreten üniteler haricindeki 9.000.000 \$'lık altyapı maliyetlerinin 15 yıllık geri ödemeler ile İller Bankası Kredisinden finansa edilerek yine İller Bankası AŞ tarafından yapılması, tesisin önceki gibi çöp gazından elektrik üreten bölümleri hariç tüm işletme maliyetlerinin ihale yöntemiyle belediyeler bütçesinden karşılanması ve son olarak çöp gazından üretilen elektrik gelirin %32'si belediyeler bütçesine, %68'i yatırım ve işletme maliyetlerini karşılayan yatırımcı firmaya verilmesi durumunda oluşacak işletme örneğinin net nakit akışları aşağıda gösterilmiştir (Çizelge 6.6).

Çizelge 6.6 İller Bankası AŞ kredisıyla yapılmış tesisin elektrik gelirlerinin %32'sinin belediye bütçesine ayrılması durumunda yatırım değerlendirme sonuçları

Dönem	Yıllar	Kapasite MWh/y	Gelir (\$)	Kira Kaybı (\$)	İşletme Maliyeti (\$)	Kredi Geri Ödemesi (\$)	Net Nakit Akım (\$)	İndirgenmiş NNA (\$)	Net Bugünkü Değer (\$)
1	2021	0	0	30.000	350.000	600.000	- 980.000	- 924.528	- 924.528
2	2022	4.599	597.870	30.000	350.000	600.000	- 788.682	- 701.924	- 1.626.452
3	2023	8.779	1.141.270	30.000	350.000	600.000	- 614.794	- 516.193	- 2.142.645
4	2024	12.589	1.636.570	30.000	350.000	600.000	- 456.298	- 361.430	- 2.504.075
5	2025	16.072	2.089.360	30.000	350.000	600.000	- 311.405	- 232.700	- 2.736.775
6	2026	19.262	2.504.060	30.000	350.000	600.000	- 178.701	- 125.977	- 2.862.752
7	2027	22.196	2.885.480	30.000	350.000	600.000	- 56.646	- 37.673	- 2.900.425
8	2028	24.903	3.237.390	30.000	350.000	600.000	55.965	35.113	- 2.865.312
9	2029	27.409	3.563.170	30.000	350.000	600.000	160.214	94.831	- 2.770.481
10	2030	29.738	3.865.940	30.000	350.000	600.000	257.101	143.564	- 2.626.918
11	2031	31.911	4.148.430	30.000	350.000	600.000	347.498	183.057	- 2.443.860
12	2032	33.949	4.413.370	30.000	350.000	600.000	432.278	214.829	- 2.229.031
13	2033	35.867	4.662.710	30.000	350.000	600.000	512.067	240.077	- 1.988.954
14	2034	37.681	4.898.530	30.000	350.000	600.000	587.530	259.865	- 1.729.089
15	2035	39.404	5.122.520	30.000	350.000	600.000	659.206	275.064	- 1.454.025
16	2036	41.050	5.336.500	30.000	350.000		1.327.680	522.636	- 931.389
17	2037	42.627	5.541.510	30.000	350.000		1.393.283	517.416	- 413.973
18	2038	44.148	5.739.240	30.000	350.000		1.456.557	510.296	96.322
19	2039	45.619	5.930.470	30.000	350.000		1.517.750	501.636	597.959
20	2040	47.050	6.116.500	30.000	350.000		1.577.280	491.803	1.089.762
21	2041	48.446	6.297.980	30.000	350.000		1.635.354	481.048	1.570.810
22	2042	49.815	6.475.950	30.000	350.000		1.692.304	469.623	2.040.433
23	2043	51.163	6.651.190	30.000	350.000		1.748.381	457.721	2.498.154
24	2044	52.494	6.824.220	30.000	350.000		1.803.750	445.488	2.943.642
25	2045	53.813	6.995.690	30.000	350.000		1.858.621	433.056	3.376.698

Aksaray katı atık tesisinin önceki dönem kullanmış olduğu karma iş modelinde dolar bazında %6'lık iskonto oranıyla paranın zaman değeri göz önünde bulundurularak yatırımlarını 18 yıl içinde geri alabileceği, bu yüzden projenin %11,40 iç getiri oranı ve 1,32 karlılık endeksiyle çok iyi olmayan bir yatırım getirisi ve karlılığı bulunmaktadır. Erzurum ve İzmir Harmandalı örneklerinden daha küçük bir ölçeğe sahip Aksaray ili için elektrik gelirleri paylaşımının %50 ve %50 oranında makul olduğu kabulü ile yeni bir değerlendirme analizi yapılarak sonuçları aşağıda özet olarak sunulmuştur (Çizelge 6.7).

Çizelge 6.7 İller Bankası AŞ kredisiyle yapılmış tesisin elektrik gelirlerinin %50'sinin belediye bütçesine ayrılması durumunda yatırım değerlendirme sonuçları

Dönem	Yıllar	Kapasite MWh/y	%50 Gelir (\$)	İşletme Maliyeti (\$)	Kredi Ödemesi (\$)	Net Nakit Akım (\$)	İndirgenmiş NNA (\$)	Net Bugünkü Değer (\$)
1	2021	0	0	350.000	600.000	- 950.000	- 896.226	- 896.226
2	2022	4.599	298.935	350.000	600.000	- 651.065	- 579.446	- 1.475.672
3	2023	8.779	570.635	350.000	600.000	- 379.365	- 318.522	- 1.794.194
4	2024	12.589	818.285	350.000	600.000	- 131.715	- 104.331	- 1.898.525
5	2025	16.072	1.044.680	350.000	600.000	94.680	70.750	- 1.827.774
6	2026	19.262	1.252.030	350.000	600.000	302.030	212.919	- 1.614.855
7	2027	22.196	1.442.740	350.000	600.000	492.740	327.700	- 1.287.155
8	2028	24.903	1.618.695	350.000	600.000	668.695	419.548	- 867.607
9	2029	27.409	1.781.585	350.000	600.000	831.585	492.214	- 375.393
10	2030	29.738	1.932.970	350.000	600.000	982.970	548.885	173.492
11	2031	31.911	2.074.215	350.000	600.000	1.124.215	592.222	765.714
12	2032	33.949	2.206.685	350.000	600.000	1.256.685	624.534	1.390.248
13	2033	35.867	2.331.355	350.000	600.000	1.381.355	647.633	2.037.881
14	2034	37.681	2.449.265	350.000	600.000	1.499.265	663.126	2.701.008
15	2035	39.404	2.561.260	350.000	600.000	1.611.260	672.323	3.373.330
16	2036	41.050	2.668.250	350.000		2.318.250	912.570	4.285.901
17	2037	42.627	2.770.755	350.000		2.420.755	898.982	5.184.883
18	2038	44.148	2.869.620	350.000		2.519.620	882.733	6.067.616
19	2039	45.619	2.965.235	350.000		2.615.235	864.369	6.931.985
20	2040	47.050	3.058.250	350.000		2.708.250	844.445	7.776.431
21	2041	48.446	3.148.990	350.000		2.798.990	823.338	8.599.769
22	2042	49.815	3.237.975	350.000		2.887.975	801.428	9.401.196
23	2043	51.163	3.325.595	350.000		2.975.595	779.003	10.180.199
24	2044	52.494	3.412.110	350.000		3.062.110	756.275	10.936.474
25	2045	53.813	3.497.845	350.000		3.147.845	733.444	11.669.918

Erzurum’da Biberci firmasının çöp gazından elde edilen gelirin %60’nı, İzmir Harmandalı’nda Biyotrend firması %59’unu belediyelere vererek çöp gazından elektrik üreten tesislerin işletmelerini yapmaktadır. Aksaray Belediyesinin daha önce çöp gazından üretilen elektrik gelirinin %32’sini alarak vermiş olduğu çöp gazından elektrik üretme tesisinin işletme hakkının firma için çok avantajlı olduğu belediye geliri açısından ciddi bir kayıp olduğu anlaşılmaktadır. Aksaray katı atık tesisinin önceki dönem kullanmış olduğu karma iş modelinde çöp gazından üretilen elektriğin yatırımcı firma ile belediye arasında yarı yarıya paylaşmaları durumunda belediyenin kredi ve işletme maliyetlerini 10 yıl içinde geri alabileceği, projenin %11 iç getiri oranı ve 2,13 karlılık endeksiyle daha iyi yatırım getirisi ve karlılığı sunduğu anlaşılmaktadır.

6.6 Proje Geliştirme ve Değerleme Çalışmalarının Değerlendirilmesi

İller Bankası AŞ ve Dünya Bankası Sürdürülebilir Şehirler Programını kapsamında sürdürülebilir kentsel gelişim yatırımlarına ilişkin belediyelerin taleplerini karşılamak amacıyla kredi ve kısmi hibe olarak finansman kaynakları sunmaktadır. Bu program belediyelerin kentsel planlama ve altyapı yatırım kapasitelerini geliştirmelerini ve finansal kapasitelerini güçlendirmelerini desteklemeyi hedeflemektedir. İller Bankası AŞ evsel katı atık tesisleri yatırımlarında çevre etki değerlendirme onayı alınmış projenin yaklaşık maliyet gibi yapım ihalesi dokümanlarının hazırlanması ve ihale edilmesi aşamasında verdiği teknik destekler yapım aşamasında kontrollük ve hakkediş ödemeleri ile devam etmektedir. İller Bankası AŞ katı atık tesislerinin ilk yatırım maliyetlerini aylık %1 faiz oranıyla 180 ay vadede kredilendirerek karşılamaktadır. İller Bankası İşletme maliyetlerinin karşılanmasında herhangi bir destek sağlamamaktadır. Aksaray entegre katı atık tesisinin çöp gazından elektrik üreten kısımları haricindeki 9.000.000 \$’lık altyapı yatırım maliyetlerinin İller Bankası AŞ kredilerinden karşılanması ve çöp gazından elektrik üretilmesi işinin gelirinin %50’si karşılığı devredilmesi durumunda net nakit akımların beşinci yılın ortalarında pozitifte döndüğü belirlenmiştir. Aksaray Belediye’sinin bu karma işletme ve finansman modelinde 10. yılın sonlarına doğru net bugünkü değerin pozitifte döndüğü. 25 yıllık proje süresi sonunda ise 11.669.918 \$’a ulaştığı, iç getiri oranının %11 ve karlılık endeksinin 2,13 olduğu hesaplanmıştır.

6.6.1 Gelir gider tahminleri

Alt yapı projelerinin yatırım maliyetlerinin genellikle bir yılı aşan sürelerde, işletme maliyetlerinin proje işletme süresince projeden beklenen gelirler gibi dönem gerçekleştiği dikkate alındığında projelerin 25 yıla kadar varan ekonomik ömrü içinde elde edilecek hâsılat ve yapılacak maliyetlerin tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu tez çalışmasında entegre katı atık tesisinin ön ayrıştırma tesisindeki geri dönüşümden ve kompost tesisinden üretilen malzemelerden elde edilen gelirler ihmal edilerek çöp gazından üretilen elektriğin devlet tarafından sabit fiyat garantisi ile alımından elde edilen gelir projenin tek nakit girişi olarak değerlendirilerek hesaplamalar yapılmıştır. Projenin yatırım maliyeti Aksaray ili katı atık tesisi çevre etki değerlendirme ve fizibilite raporlarındaki yaklaşık maliyetlerin İller Bankası AŞ destekli Bartın ve Iğdır illerindeki benzer tesis projelerinin ihale bedelleri ile karşılaştırılarak belirlenmiştir. Dolar kurunun 6 TL olduğu 2020 yılı ocak ayı itibarıyla 9.000.000 TL (1.500.000 \$) çöp gazından elektrik üreten tesis için olmak üzere tüm entegre katı atık tesisinin 63.000.000 TL (10.500.000 \$) yatırım maliyeti olduğu hesaplanmıştır. Aksaray Belediyesinin ihale yöntemiyle daha önce özel sektöre yaptırmış olduğu işler ve Eskişehir İli katı atık tesisinin işletme maliyet analizlerinin yapılmasıyla yeni kurulmuş olan entegre katı atık tesisinin işletme maliyetleri ortaya konularak gazdan elektrik üreten tesis için yıllık 120.000 \$, tüm entegre tesisi faaliyetleri için 350.000 \$ olarak hesaplamalara katılmıştır.

6.6.2 İskonto oranının tahmin yöntemleri ve kullanılan oranlar

Alt yapı projelerinin 25 yıla kadar varan ekonomik ömürleri içinde elde edilecek gelir ve yapılacak maliyetlerin dinamik değerlendirme yöntemlerinin temelini oluşturan indirgenmiş nakit akışlarına doğru bir şekilde çevrilebilmesi için iskonto oranının doğru tahmin edilmesi gerekmektedir. Yatırımdan beklenen verim oranını gösteren iskonto oranı değerlemenin sonucunu direkt olarak etkilediği için doğru bir şekilde belirlenmesi oldukça önemlidir. İskonto oranının seçilmesinde farklı yaklaşımlar kullanılmaktadır. Proje finansmanının sadece öz kaynaklardan karşılanması durumunda, kullanılacak kaynakların sermaye maliyeti yani iskonto oranı, bu kaynakların alternatif yatırım alanlarından vazgeçilmesinin yaratacağı fırsat maliyetidir. Fırsat maliyetinin en iyi

göstergesi, finansal piyasalarda oluşan faiz oranıdır. Finansmanının sadece yabancı kaynaklardan karşılanması durumunda iskonto oranı, Merkez Bankasının uzun dönemli borçlar için uyguladığı faiz oranlarıdır. Finansmanının öz kaynaklardan ve yabancı kaynaklardan karşılanması durumunda öz kaynak ve yabancı kaynak sermaye maliyetinin ağırlıklı ortalamasına göre iskonto oranı belirlenir (Gedik vd. 2005).

Çöp gazından üretilen elektriğe devlet tarafından verilen sabit fiyat üzerinden alım garantisinin dolar cinsinden olması ve katı atık tesisinin temel gelirinin söz konusu garantinin ortaya çıkardığı nakit akımının dolar cinsinden olmasından dolayı proje değerlendirme hesaplamaları dolar cinsinden yapılmıştır. 25 yıllık proje süresince orta ve uzun vade enflasyon ve kur tahmini yapmanın getireceği zorluklardan dolayı Türk Lirası cinsinden hesaplamalar yapılabilmesi ve buna göre iskonto oranının belirlenmesi oldukça zordur. Bu yüzden vadelere uygun tahvil faizleri artı risk primlerinin eklenerek hesaplanabilen iskonto oranları daha sağlıklı ve pratik sonuçlar vermektedir. Söz konusu iskonto oranı basit olarak Libor+ Ülke Riski+ Sektör Riski + Likidite Riski ve diğer riskler olarak hesaplanabilmektedir. Aksaray Katı Atık Tesisi için iskonto faiz oranı proje tarihi itibarıyla USLibor (2) +Ülke Riski (1.5) + Sektör Riski (1.5) +1 (Diğer Riskler) = %6 olarak belirlenmiştir.

6.6.3 Yatırım değerlendirme sonuçları

Yatırım projelerinin ekonomik fizibilite etütlerinde farklı yöntemlerle farklı sonuçlara ulaşabilmek mümkündür. Projelerin yatırımcı tarafından tercih edilebilirliğini belirleyecek ölçütlerin farklı projeler için kullanılabilir, hesaplanabilir ve basit bir şekilde bir sayı ile gösterilebilir olması gerekmektedir. Bu çalışmada farklı finansman yöntemleri için paranın zaman değerini göz önüne alan net bugünkü değer, iç getiri oranı ve fayda-maliyet oranları 25 yıllık proje süresince iskonto değeri %6 olarak kullanılarak hesaplanmıştır. Projenin indirgenmiş gelir ve giderlerinin birbirlerine eşit dolayısıyla net bugünkü değer sıfıra eşit olduğu durumda projenin kâr sağlamadığı değerlendirildiğinde NBD yönteminin tek başına bir kârlılık ölçütü olarak kullanılmasının sakıncalı olabileceği belirtilmiştir. NBD yöntemi, yatırımlara aktarılan fonların büyüklüğü ile değil, nicel olarak kârlılığın büyüklüğü ile ölçülen bir oranı temsil

ettiği için net bugünkü değerin sıfır olan bir projenin yatırımcının beklediği asgari kârlılık beklentisini karşılayan bir proje olabilmesi mümkündür (Tanrıvermiş 2011).

NBD bir projenin yatırımcı şirketin değerine yaptığı katkıyı gösterir ve ne kadar yüksek olursa şirketin değerine yaptığı katkı da o kadar yüksek olur. NBD yönteminde işleme başlarken bir iskonto oranının tahminine ihtiyaç duyulması ve bu oranın düşük veya yüksek olmasına göre projenin bugünkü değerinin belirlenmesi bu yöntemi başta belirlenen iskonto oranına bağlı kılmaktadır. Olduğunda yüksek belirlenen iskonto oranı projenin NBD'sini azaltacak, gerçekte karlı olabilecek bir yatırım projesinden vazgeçilmesine neden olabilecektir. Olduğundan daha düşük bir iskonto oranı belirlenmesi ise normalde kârlılığı olamayan bir projenin tercih edilmesine neden olabilmektedir.

İGO yönteminde hesaplama yapılırken başlangıçta bir iskonto oranına ihtiyaç olmaması ve iteratif yöntemle hesaplanan net bugünkü değeri 0 yapan iskonto oranının, yatırımcı firmanın beklentisini veya dış kaynaktan kredi yoluyla sağlanan kaynağın kredi faizini karşılayıp karşılamayacağı konusunda fikirler vermektedir.

Farklı yatırımcılar tarafından değişik yöntemlerle değerlendirilen projelerin özelliği, yatırımcıların hedefi, beklentisi ve kullandığı finansman kaynaklarına göre tercih edilebilirliği aşağıdaki gibi ilişkilendirilmektedir (Gedik vd. 2005):

- Farklı projeler arasında tercih sıralaması yapılması durumunda; İGO ve fayda-masraf oranı yöntemleri öncelikli olmalıdır.
- Yatırım maliyeti eşit ise projeler arasında tercih için NBD, FMO ve İGO yöntemleri kullanılmalıdır.
- Eğer yatırım projeleri karlılıklarına göre tercih edilecekse İGO yöntemi tercih edilmelidir.
- Mamul karması mal ve hizmet olarak projelerde kuruluş dönemi yatırım tutarı ve işletme dönemi giderleri belirli ise NBD ve yıllık değer yöntemi kullanılmalıdır.
- Bir tek projenin kabul ya da reddedilmesinde; sermaye maliyeti biliniyorsa, NBD, İGO, fayda-masraf oranı yöntemlerinin uygulanması uygundur.

6.6.4 İller Bankası AŞ modeli ve Yap-İşlet-Devret modeli karşılaştırması

Katı atık tesisinin inşası, bütün altyapı yatırım ve işletme maliyetlerinin finansmanı ile işletmesi özel sektör tarafından yapıldığı yap-işlet devret modelinin, tesisin inşası ve finansmanı TL bazında %12 faizle 15 yıllık (180 ay) vadeli kredi ile İller Bankası AŞ tarafından, tesisin çöp gazından elektrik üreten tesisi haricindeki bölümlerinin belediye bütçesinden ihale yöntemiyle işletilmesi ve son olarak elektrik üretim tesisinin çöp gazından üretilen elektriğin sabit fiyattan alım garantisinden gelen gelirlerin %50 oranında paylaşılması üzerine kurulan kısmi yap-işlet-devret modelli karma işletme modelinin karşılaştırması sonuçları aşağıda özetlenmiştir (Çizelge 6.8). Araştırma sonuçlarına göre kamu-özel işbirliği modelinin uygulama sonuçlarının. İller Bankası AŞ modeli ile proje geliştirme ve uygulamasından mali yönden daha avantajlı olduğunu göstermektedir. Bu bakımdan yerel idarelerde proje geliştirme ve uygulama kapasitesinin geliştirilmesi ve olası bütün kamu-özel işbirliği modellerinden yararlanma olanaklarının güçlendirilmesi için bütüncül yasal düzenleme yapılmasının yararlı olacağı dikkati çekmektedir.

Çizelge 6.8 İller Bankası AŞ ve kamu özel işbirliği modeli karşılaştırma

	Kamu Özel İşbirliği	İller Bankası AŞ Modeli
Projenin İnşası	Özel Sektör	Devlet
Proje İnşaat Süresi	1 yıl	2 yıl
Yatırım Tutarı	10.500.000\$ (öz sermaye)	9.000.000\$ (Kredi)
Projenin Finansmanı	Özel Sektör	Devlet (15 yıllık kredi)
Tesis İşletmesi	Özel Sektör	Özel Sektör
İşletme Modeli	Yap-İşlet-Devret	İhale ve Kısmi devir
Yatırımın Geri Dönme Süresi	10 yıl	10 yıl
NBD	26.111.543 \$	11.669.918 \$
İç Getiri Oranı	%17,74	11%
Karlılık Endeksi	2,46	2,13

7. FİNANSMAN MODELLERİNİN PESTEL VE SWOT ANALİZLERİ

Çöpten enerji üreten entegre katı atık tesisleri ekonomik faydalarının yanı sıra enerji dönüşümü arazi korunumu ve iş imkânı oluşturması açısından sosyal faydaları bulunmaktadır. Küresel ısınmaya ve iklim değişimine etkisi olan sera gazlarından bir tanesi de çöplerin içindeki organik bileşenlerin bozulmasıyla ortaya çıkan çöp gazı olarak adlandırdığımız metan gazıdır. Entegre atık tesislerinde kurulan gaz toplama sistemleri ile bu gazın atmosfere serbest salınımının engellenmesinin yanı sıra enerji üretilmesi tam bir kazan kazan örneği olarak ortaya çıkmaktadır.

Entegre katı atık tesislerinin bir başka avantajı arazi korunumudur. Her ne kadar düzenli depolama sahaları vahşi depolamaya oranla çok daha fazla toprak korunumuna imkân sağlasa bile çöp yönetiminde en önemli nokta depolanacak madde miktarını en aza indirmektir. Entegre tesisler öncelikle katı atıkların içindeki plastik, kâğıt ve metal gibi geri dönüşümde kullanılan malzemelerin seçilerek depolanacak madde miktarını ciddi miktarda düşürmektedir. Son olarak depolanan çöpün içindeki organik birleşenlerin zamanla bozulmasıyla ortaya çıkan çöp gazının entegre tesislerin kazandırdığı gaz toplama sistemleriyle düzenli olarak sistemden çekilmesi ile hacim azalması depolama sahasının ömrünü uzatarak arazi korunumuna büyük fayda sağlamaktadır.

Türkiye’de özellikle Mersin, Adana gibi nüfusun yoğun olduğu ve verimli tarım arazilerinin bulunduğu bölgelerde arazinin her bir metrekaresinin değerinin yüksek olması entegre tesislerin önemini daha da çok artırmaktadır. Aynı zamanda hızlı nüfus artışı bir zamanlar şehir merkezlerinin uzağında olan atık depolama alanlarının şehir sınırlarının genişlemesiyle Adana ili örneğinde olduğu gibi içerde kalmıştır.

Bu çalışmada, evsel katı atık tesislerinin finansmanında kullanılan yöntemlerin PESTEL Analiz yöntemiyle sürecin siyasi, Ekonomik, sosyal, teknolojik, çevresel ve hukuki olmak üzere her birleşen açısından finansman modellerinin SWOT analizleriyle güçlü ve zayıf yönleriyle fırsatları ve tehditleri ortaya konulmuştur.

7.1 Politik Yönden SWOT Analizi

Katı atık tesislerinin finansmanında yap-işlet-devret, belediye bütçeleri ve İller Bankası AŞ kredileri olmak üzere üç farklı modelin politik yönden SWOT analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları bir sonraki sayfada gösterilmiştir (Çizelge 7.1).

7.1.1 Yap-işlet-devret modeli SWOT analizi sonuçları

Politik yönden yap-işlet-devret iş modeliyle katı atık tesislerinin finansmanın sağlanmasının en önemli avantajı belediye yönetimlerinin her 5 yılda bir değişme ihtimali olmasına karşın tesisin, genellikle 25 yıllık yatırım projesi ömrü boyunca aynı yatırımcı firmanın politikalarına göre işletilmesinin sağlamış olduğu süreklilik ve istikrardır. Bu iş modelinin uygulamalarının yaygın olmasından dolayı kamu ile özel sektör arasındaki sorumluluk ve otorite paylaşımındaki belirsizlikler bu modelin dezavantajlı yönleridir.

7.1.2 Belediye bütçesinden finansmanın SWOT analizi sonuçları

Belediyelerin kendi bütçelerinden katı atık tesislerinin finansmanının sağlanması tüm sorumluluğun ve otoritenin tek bir el toplanması en büyük avantajıdır. Belediyeler işletmenin dönemsel ortaya çıkan ihtiyaçlarına göre belirli sürelerde ihale yöntemiyle işletme işinin bir kısmını veya tamamını devredebileceği gibi dönemlik kiralama veya tahsisler farklı karma iş modelleri uygulayabilme esnekliğine sahiptir. Farklı ölçeklerdeki belediyelerin bir araya gelmesiyle oluşan hizmet birliklerinde hem farklı siyasi partiler olması hem de her 5 yılda bir yönetim kadrosunda olabilecek değişikliklerin işletme politikalarında süreklilik ve istikrarı bozabilmektedir.

7.1.3 İller Bankası AŞ finansmanının SWOT analizi sonuçları

Katı atık tesislerinin hem tesis inşasının hem de finansmanının İller Bankası AŞ'nin kredilerinden sağlanmasının siyasi olarak en büyük avantajı yerel yönetimlerle Merkezi yönetimin birlikte çalışma imkanının olmasıdır. Bu iş birliği güçlü ve sürdürülebilir yönetim imkânı sağlamaktadır. Yerel yönetimler ile merkezi yönetimler arasındaki tesis

inşasındaki kontrollüklerde ve tesisin detaylarında uyumsuzluklar yaşanabilme ihtimali riski bu uyuma bir tehdit olabilmektedir.

Çizelge 7.1 Üç farklı finansman modelinin politik açıdan SWOT analizi sonuçları

Yap İşlet Devret	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
	Kısa vade siyasal istikrarsızlıktan etkilenmemek.	Hem kamu hem özel sektör açısından sorumluluk paylaşımındaki belirsizlikler.
		Otorite paylaşımında belirsizlik.
	Fırsatlar	Tehditler
Belediye Bütçesi	İstikrarlı politik ortam sağlamak.	Taahhüt ve teşviklerin kesintiye uğraması.
		Yap-işlet-devret uygulamalarının fazla örneğinin olmaması.
	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
	Tek otorite ve sorumluluk sahibinin kamu gücü olması.	Farklı ölçekteki farklı siyasi partili belediyelerin bir araya gelmesi.
İller Bankası AŞ Kredisi	Fırsatlar	Tehditler
	Kısmi süreli kiralama veya özelleştirmeler ile yetki aktarımı imkânı.	Politik istikrarsızlık
	Hızlı ve esnek işletme Politikası değişimi.	
	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
	Merkezi ve yerel yönetim işbirliği.	İki kamu kurumu arasında otoritede paylaşımı.
İller Bankası AŞ Kredisi	Fırsatlar	Tehditler
	Güçlü sürdürülebilir yönetim.	Yerel ve merkezi yönetimler arası uyumsuzluk.

7.2 Ekonomik Yönden SWOT Analizi

Katı atık tesislerinin finansmanında kullanılan yap-işlet-devret modeli, belediyelerin kendi bütçeleri ve İller Bankası AŞ kredileri olmak üzere üç farklı modelin ekonomik yönden SWOT analizleri yapılacaktır. Ekonomik yönden yap-işlet-devret modeliyle katı atık tesislerinin finansmanın sağlanmasının en önemli avantajı borçlu veya entegre katı atık tesisi gibi büyük çapta bir alt yatırım yapmaya yeterli bütçesi olmayan belediyelerin öz sermaye kullanmadan bu yatırım projesini hayata geçirebilme imkânı sağlamasıdır. Yap işlet devret yönteminde belediyeler projenin finansal riskini tamamını veya büyük bir kısmını yatırımcı firmaya aktarabilmektedir. Bu modelin getirdiği fırsat özel sektöre tecrübe ve teknolojiye yatırım yapamaya teşvik etmesidir (Çizelge 7.2).

7.2.1 Yap-işlet-devret modelinin SWOT analizi sonuçları

Yap işlet devret modelinin ekonomik açıdan zayıf olan yönleri oldukça karlı olan projenin karlılığının büyük bir kısmının özel sektöre bırakılması veya sektörde az sayıda yetkin teşebbüs olmasından dolayı tekelleşme tehlikesidir. Projenin geliri büyük oranda devletin vermiş olduğu üretilen elektriği sabit fiyattan alım garantisi vermesidir. Satılan elektriğin tahsilatında olabilecek olası gecikmeler yatırımcı firmanın ödemeler dengesini bozabileceği gibi firmanın başka nedenlerle iflas veya tasfiye sürecine girmesi de yap işlet devret modellerinde karşılaşılabilecek ekonomik tehlikelerdir.

7.2.2 Belediye bütçesinden finansmanının SWOT analizi sonuçları

Belediyelerin kendi bütçelerinin yeterli olması durumunda katı atık tesislerinin finansmanını sağlanması daha hızlı yatırım imkânı sağlamaktadır. Riski paylaştığı oranda belediyelerin daha uygun ve avantajlı şartlarda kamuya kalacak kâr payını artırabilme ihtimali de vardır. Bu modelin zayıf yönü yüksek yatırım maliyetlerinin karşılanamaması durumunda yatırımdan tasarruf edilmesinin verimliliği düşürmesi veya projenin gecikmesi olarak ortaya çıkarken en büyük tehlike projenin tüm riskinin tamamının kamu üzerinde kalmasıdır.

7.2.3 İller Bankası AŞ finansmanının SWOT analizi sonuçları

Katı atık tesislerinin hem tesis inşasının hem de finansmanının İller Bankası AŞ'nin kredilerinden sağlanmasının ekonomik olarak en büyük avantajı devlet güvencesi ve denetimi altında projenin inşa edilmesidir. Yatırım maliyetinin düşük faizle 15 yıllık geri ödeme planı ile ödenmesi belediye bütçelerine büyük kolaylık sağlamaktadır. Aynı zamanda %50'ye varan hibe imkanları ciddi bir fırsat oluşturmaktadır. Katı atık tesisleri için İller Bankası AŞ kredilerinin kullanılmasının zayıf yönü belediyelerin borçlanma limitinin dolması, diğer altyapı projelerine kredi almalarına engel olabilme tehlikesidir.

Çizelge 7.2 Üç farklı finansman modelinin ekonomik açıdan SWOT analizi sonuçları

Yap İşlet Devret	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
	Yetersiz kaynağa rağmen yatırım yapma imkânı.	Proje karlılığının paylaşımı.
	Projede risk aktarımı ve paylaşımı.	Az sayıda yetkin özel teşebbüs olması.
	Fırsatlar	Tehditler
	Yüksek yatırım gerektiren teknolojilere uygulama imkânı sağlaması.	Özel sektör iflası ve tasfiyesi.
	Özel sektör gelişimin teşvik edilmesi.	Sabit fiyat garantisinde devletten tahsilat da gecikme.
Belediye Bütçesi	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
	Bütçe ölçeğinde hızlı yatırım imkânı.	Yüksek yatırım maliyetlerinin karşılanamaması.
	Fırsatlar	Tehditler
	Kredi kullanmadığı için borçlanma limitinin dolmaması.	Yüksek maliyetli yeni teknoloji kullanımında kısıtlılık.
	Proje karlılığını tamamen kamuya kalması veya daha uygun ve avantajlı şartlarda risk oranında paylaşma imkânı.	Proje kar/zarar riskini tamamının kamuda kalması.
İller Bankası AŞ Kredisi	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
	Ödeme yapısı planlaması ve devlet güvencesi.	Borçlanma limitinin dolması.
	Fırsatlar	Tehditler
	Düşük faizli kredi veya hibe destek imkânı.	Belediyelerin borçlanma limitinin dolması yüzünden diğer altyapı projeleri için gerekecek kredileri alamamalar.

7.3 Sosyal Yönden SWOT Analizi

Bu bölümde yap-işlet-devret modelinin belediyelerin kendi bütçeleri ve İller Bankası AŞ kredileri olmak üzere üç farklı modelin sosyal açıdan SWOT analizleri yapılmıştır.

7.3.1 Yap-işlet-devret modelinin SWOT analizi sonuçları

Sosyal yönden yap-işlet-devret modeliyle katı atık tesislerinin finansmanın sağlanmasının en önemli avantajı özel sektörün güçlenmesi ve sektörde istihdamın artmasıdır. Özel sektörde teknik personellerin donanımlarına uygun ücret seviyesi imkânı iyi bir fırsattır. Modelinin sosyal olarak dezavantajları hem kamu hem sektör girişimcisi açısından sosyal sorumlulukların paylaşımındaki belirsizlikler yap işlet devret modelinin çok fazla uygulamasının olmamasıdır.

7.3.2 Belediye bütçesinden finansmanının SWOT analizi sonuçları

Belediyelerin kendi bütçelerinden katı atık tesislerinin finansmanını sağlanması kamu istihdamının artmasını sağlarken özel sektör istihdamının azalmasına neden olur. Kamu istihdamında personellerin teknik donanımlara uygun ücretlendirme yapılamaması zordur.

7.3.3 İller Bankası AŞ finansmanının SWOT analizi sonuçları

Katı atık tesislerinin finansmanının İller Bankası AŞ'nin kredilerinden sağlanmasının belediyelerin kendi bütçelerinden karşılamasıyla sosyal olarak hemen hemen aynı sonucu vermektedir. Modelin sosyal olarak avantajı kamu istihdamının artmasını sağlarken özel sektör istihdamının azalmasına neden olur. Bu nedenle kamu istihdamında personellerin teknik donanımlara uygun ücretlendirme yapılamama durumu söz konusudur.

Sosyal yönden üç farklı finansman modelinin SWOT analiz sonuçları bir sonraki sayfada gösterilmiştir (Çizelge 7.3).

Çizelge 7.3 Üç farklı finansman modelinin sosyal açıdan SWOT analizi sonuçları

Yap İşlet Devret	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
	Özel sektörün güçlenmesi ve özel sektörde istihdam artışı.	Hem kamu hem özel sektör açısından sorumluluk paylaşımındaki belirsizlikler.
	Fırsatlar	Tehditler
	Çalışanların teknik donanımlarına uygun ücret seviyesi imkânı.	Yap-işlet-devret modeli uygulamalarının fazla örneğinin olmaması.
Belediye Bütçesi	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
	Kamu istihdamının artması.	Özel sektör istihdamının azalması
	Fırsatlar	Tehditler
	Kamuda teknik personel tecrübesinin artması.	Kamu istihdamında teknik donanımlara uygun ücretlendirme yapılamaması.
İller Bankası AŞ Kredisi	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
	Kamu istihdamının artması.	Özel sektör istihdamının azalması.
	Fırsatlar	Tehditler
	Kamuda teknik personel tecrübesinin artması.	Kamu istihdamında teknik donanımlara uygun ücretlendirme yapılamaması.

7.4 Teknolojik Yönden SWOT Analizi

Bu bölümde yap-işlet-devret modelini belediyelerin kendi bütçeleri ve İller Bankası AŞ kredileri olmak üzere üç farklı modelin teknolojik yönden SWOT analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları iki sonraki sayfada gösterilmiştir (Çizelge 7.4).

7.4.1 Yap-işlet-devret finansmanın SWOT analizi sonuçları

Teknolojik yönden yap-işlet-devret modeliyle katı atık tesislerinin finansmanın sağlanmasının avantajı verimi artırmak için yüksek maliyet gerektiren yeni teknolojilere yatırım imkânı sağlamasıdır. Aynı zamanda özel sektör hem yeniliklere açık ve daha tecrübeli olması hem de kar odaklı çalışması sonucunda yatırım öncesi dikkatli bir şekilde projenin fizibilite değerlemesi, uygun ve verimli proje analizi yapmasından dolayı atıl yatırım ihtimalini oldukça azaltır. Özel sektör kar konusunda verim artırmayan ancak çalışan sağlığı gibi sosyal veya koku gibi çevre açısından yapılması gerekli teknoloji yatırımlarından tasarruf etme ihtimali bir tehdit olabilmektedir.

7.4.2 Belediye bütçesinden finansmanın SWOT analizi sonuçları

Belediyelerin kendi bütçelerinden katı atık tesislerinin finansmanını sağlanması teknolojik açıdan kar konusunda verim artırmayan ancak çalışan sağlığı gibi sosyal veya koku gibi çevre açısından yapılması gerekli teknolojik yatırımlarda daha fazla hassasiyet göstermektedir. Yüksek teknolojilerin kullanımında gerekli teknik personelin istihdamını maaş dengesinden dolayı sağlayamamak bu modelin zayıf yönüdür. Verim artıran yüksek teknoloji uygulamalarının sürekliliğinin sağlanamama durumu olası bir tehdittir.

7.4.3 İller Bankası AŞ kredi finansmanının SWOT analizi sonuçları

Katı atık tesislerinin finansmanının İller Bankası AŞ'nin kredilerinden sağlanmasının teknolojik açıdan avantajı tesisin tasarımında ve inşasında tecrübeli teknik personeller sayesinde gerekli ve yeterli teknoloji seçimlerine imkân sağlamasıdır. Bu modelde yeni

teknolojilere ek yatırım ve hibe fırsatı vardır. İller Bankası AŞ kredileriyle yapılan tesislerde işletme aşamasında herhangi bir teknik ve teknolojik destek verilmemesi, yatırımı yapan ile işleten arasından teknoloji tercihindeki uyumsuzluklar bu modelin zayıf yönleridir. Dolayısıyla farklı teknoloji uygulamalarının sürekliliğini sağlayamamak olası bir tehdittir.

Çizelge 7.4 Üç farklı finansman modelinin teknolojik açıdan SWOT analizi sonuçları

Yap İşlet Devret	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
	Yüksek maliyet gerektiren verim arttıran yeni teknolojilere yatırım imkânı.	Çalışan sağlığı gibi sosyal konularda yatırım gerektiren zorunlu olmayan teknoloji yatırımlarından tasarruf etme ihtimali.
	Yatırım öncesi dikkatli bir şekilde projenin fizibilite değerlemesi yapılmasıyla uygun ve verimli proje tanımlaması ortaya konulması.	
	Fırsatlar	Tehditler
	Yeniliklere açık uygun ve verimli proje tanımlaması.	Tesisin etrafa yaydığı koku gibi çevresel konularda yatırım gerektiren zorunlu olmayan teknoloji yatırımlarından tasarruf etme ihtimali.
Belediye Bütçesi	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
	Verim artırmamasına rağmen çalışan sağlığı gibi sosyal açıdan yapılması gerekli teknolojik yatırımlara olan hassasiyet.	Kötü kokunun giderilmesi gibi çevre açısından gerekli teknolojik yatırımlara olan hassasiyet.
	Fırsatlar	Tehditler
	Yüksek teknoloji uygulamaları için gerekli donanımına sahip teknik personel eksikliği.	Yüksek teknoloji uygulamalarının sürekliliğini sağlayamamak.
İller Bankası AŞ Kredisi	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
	Tesisin tasarımında ve inşasında tecrübeli teknik personeller sayesinde gerekli ve yeterli teknoloji seçimi imkânı.	Ek ödenek ve hibe imkânı.
	Fırsatlar	Tehditler
	Yatırımı yapan ile işleten arasından teknoloji tercihindeki uyumsuzluklar.	Farklı teknoloji uygulamalarının sürekliliğini sağlayamamak.

7.5 Çevre Yönünden SWOT Analizi

Bu bölümde, yap-işlet-devret modelinin belediyelerin kendi bütçeleri ve İller Bankası AŞ kredileri olmak üzere üç farklı modelin çevre açısından SWOT analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları bir sonraki sayfada gösterilmiştir (Çizelge 7.5).

7.5.1 Yap-işlet-devret finansman modelinin SWOT analizi sonuçları

Çevre açısından yap-işlet-devret modeliyle katı atık tesislerinin finansmanın sağlanmasının avantajı uygun ve verimli proje tanımlamasıyla yüksek maliyetli çevreye duyarlı projelerin hızlı bir şekilde hayata geçirebilme imkânı sağlamasıdır. Bu modelin zayıf olan noktası devlet denetiminin azalması sonucunda ekonomik kaygılarla çevreye duyarlılıktan taviz verilmesidir.

7.5.2 Belediye bütçesinden finansmanın çevre açısından SWOT analizi

Belediyelerin kendi bütçelerinden katı atık tesislerinin finansmanını sağlanması çevre açısından avantajı projenin tamamının devlet denetiminde yapılmasıdır. Yerel yönetimlerin halka yakın olması nedeniyle çevreye daha duyarlı olması durumu modelin güçlü yandır. Bu modelin zayıf yanı tecrübesiz personel ve yönetim sonucu uygunsuz ve verimsiz proje tanımlaması yapılması sonucu atıl projelerin ortaya çıkma ihtimalidir. Teknik personel eksikliğinden projelerin sürekliliğinin kesintiye uğraması olası tehdittir.

7.5.3 İller Bankası AŞ kredi finansmanının SWOT analizi sonuçları

Katı atık tesislerinin finansmanının İller Bankası AŞ'nin kredilerinden sağlanmasının çevre açısından avantajı daha tecrübeli teknik personeller tarafından hazırlanan uygun ve verimli projeler ortaya çıkmasıdır. Düşük faizli ek ödenek ve hibe imkânı ise bir fırsattır. Projenin hayata geçmesi için kredi alma sürecinin beklenilmesi bu modelin zayıf tarafıdır. Kredinin zamanında sağlanamaması durumunda projenin hayata geçme sürecinin ertelenmesi ise olası bir tehdittir.

Çizelge 7.5 Üç farklı finansman modelinin çevresel açıdan SWOT analizi sonuçları

Yap İşlet Devret	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
	Yüksek maliyetli çevreye duyarlı projelerin hızlı bir şekilde hayata geçirebilme imkânı.	Devlet denetiminin azalması.
	Uygun ve verimli proje tanımlaması.	
	Fırsatlar	Tehditler
	Özel sektör artı devlet denetimi. Sürdürülebilirlik.	Ekonomik kaygılarla çevreye duyarlılıktan taviz verilmesi.
Belediye Bütçesi	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
	Yerel yönetimlerin halka yakın olması nedeniyle çevreye daha duyarlı olması.	Tecrübesiz personel, yönetim sonucu uygunsuz ve verimsiz âtıl projeler.
	Fırsatlar	Tehditler
	Devlet Denetimi olması	Gerekli teknik personel eksikliğinden projelerin sürdürülebilir olmaması.
İller Bankası AŞ Kredisi	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
	Tecrübeli teknik personellerin hazırladığı uygun ve verimli projeler.	Projenin hayata geçmesi için kredi alma sürecinin beklenilmesi.
	Fırsatlar	Tehditler
	Düşük faizli ek ödenek ve hibe imkânı.	Kredinin sağlanamaması durumunda projenin gerçekleşmeme veya ertelenmesi.

7.6 Hukuki Açıdan SWOT Analizi

Bu bölümde yap işlet devret, belediyelerin kendi bütçeleri ve İller Bankası AŞ kredileri olmak üzere üç farklı modelin hukuki açıdan SWOT analizleri yapılmıştır. Hukuki açıdan yap işlet devret modeliyle katı atık tesislerinin finansmanın sağlanmasının güçlü yanı Yap-İşlet-Devret projeleri için gerekli yasal çerçevenin tamamlanmasıdır. Yasalarla getirilen sabit fiyat garantilerindeki sürelerin veya teşviklerin artırılması yeni fırsatlara ortaya çıkarabilecektir. Bu modelin zayıf olan noktası gerekli vergi imtiyazlarının tamamlanmamasıdır. Teşviklerin sürekliliği, sabit fiyat alım garantilerindeki değişikliklerde kur riskinin ortaya çıkması olası en büyük tehdittir. Analiz detayları aşağıda gösterilmiştir (Çizelge 7.6).

Çizelge 7.6 Yap-işlet-devret finansman modelinin hukuki açıdan SWOT analizi sonuçları

Yap İşlet Devret	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
	Yap işlet Devret projeleri için gerekli yasal çerçevenin tamamlanması.	Yap İşlet Devret projeleri için gerekli vergi imtiyazlarının tamamlanmaması.
	Fırsatlar	Tehditler
	Sabit fiyat garantilerindeki sürelerin veya teşviklerin artırılması.	Teşviklerin sürekliliği, sabit fiyat alım garantilerindeki değişikliklerle ortaya çıkacak kur riski.

Hukuki açıdan belediyelerin kendi bütçelerinden veya İller Bankası AŞ kredilerinden katı atık tesislerinin finansmanın sağlanmasının farkı bulunmamaktadır. Her iki modelinde güçlü yanı her belediyenin uzun yıllardır kullandığı ihale kanunları kapsamında bu işlemin yapılıyor olmasıdır. Bu modelde hakkediş muhasebeleştirilmesinin belediye personellerince aşına olunan mevzuatlar çerçevesinde yapılması bir fırsattır.

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çöpten enerji üreten entegre katı atık tesisleri ekonomik faydalarının yanı sıra enerji dönüşümü arazi korunumu ve iş imkânı oluşturması açısından sosyal faydaları bulunmaktadır. Küresel ısınmaya ve iklim değişimine etkisi olan sera gazlarından bir tanesi de çöplerin içindeki organik bileşenlerin bozulmasıyla ortaya çıkan çöp gazı olarak adlandırdığımız metan gazıdır. Entegre atık tesislerinde kurulan gaz toplama sistemleri ile bu gazın atmosfere serbest salınımının engellenmesinin yanı sıra enerji üretilmesi tam bir kazan kazan örneği olarak ortaya çıkmaktadır. Karbondioksitten 24 kat daha fazla sera gazı etkisine sahip olan metan gazının yakılarak karbondioksit'e dönüştürülmesiyle çöpten oluşan sera gazı etkisinin azalımı sağlanmaktadır.

Entegre katı atık tesislerinin bir başka avantajı arazi korunumudur. Her ne kadar düzenli depolama sahaları vahşi depolamaya oranla çok daha fazla toprak korunumuna imkân sağlasa bile çöp yönetiminde en önemli nokta depolanacak madde miktarını en aza indirmektir. Entegre tesisler öncelikle katı atıkların içindeki plastik, kâğıt ve metal gibi geri dönüşümde kullanılan malzemelerin seçilerek depolanacak madde miktarını ciddi miktarda düşürmektedir. Son olarak depolanan çöpün içindeki organik birleşenlerin zamanla bozulmasıyla ortaya çıkan çöp gazının entegre tesislerin kazandırdığı gaz toplama sistemleriyle düzenli olarak sistemden çekilmesi ile hacim azalması depolama sahasının ömrünü uzatarak arazi korunumuna büyük fayda sağlamaktadır. Bazı Brezilya şehirlerinin arazi azlığı veya yüksek arazi değerleri sebebi ile alternatif çöp depolama alanları arayışı yapılmaktadır (Leme vd. 2014).

Türkiye’de özellikle Mersin, Adana, Kayseri, Konya ve Şanlıurfa gibi nüfusun yoğun olduğu ve verimli tarım arazilerinin bulunduğu bölgelerde arazinin her bir metrekaresinin değerinin yüksek olması entegre tesislerin önemini daha da çok artırmaktadır. Aynı zamanda hızlı nüfus artışı bir zamanlar şehir merkezlerinin uzağında olan atık depolama alanlarının şehir sınırlarının genişlemesiyle Adana ve Aksaray illeri örneklerinde olduğu gibi şehir içinde kalmıştır. Genellikle 25-30 yıl işletme ömrü olan çöpten enerji üreten entegre katı atık tesislerinin kurulum süresi yaklaşık 2 yıldır. Çin’de çöpten elektrik üreten katı atık tesislerinin kurulumu için bankaların verdiği krediler toplam yatırımların

%70'inden fazla değildir. Genellikle kredi ödeme süresi 10-20 yıl ve yıllık faiz oranı ise %6,15 olarak verilmektedir. Katı atık bertaraf kapasitesi 600 ton/gün üzerinden daha fazla olması durumunda bu tür projelerin karlı olduğu öngörülmektedir (Zeng 2012).

Evsel katı atık tesislerinin ambalaj atığı veya kompost gibi gelir getirici yan ürünlerinden gelecek gelirler ihmal edilerek bu araştırma çalışmasında tesiste işletme geliri olarak sadece yenilenebilir enerji kaynağı olarak değerlendirilen çöp gazından üretilen elektriğin 30.06.2021 tarihinden önce lisans almış ve işletmeye başlamış olma şartıyla 10 yıl boyunca 13,3 cent/kWs'lik sabit fiyat garantisi ile devlet tarafından alınmasından elde edilecek gelir üzerinden ekonomik analizler yapılmıştır.

Yap-işlet-devret modeliyle Aksaray Katı Atık Tesisine 25 yıllık süreliğine 10.500.000 \$ yatırım yapan yatırımcı firma dolar bazında %6'luk iskonto oranıyla yatırımlarını 10 yıl içinde geri alabileceği, projenin net bugünkü değerinin 26.111.543,01 \$ olacağı bu yüzden projenin %17,74 iç getiri oranı ve 2,46 karlılık endeksiyle iyi bir yatırım getirisi ve karlılığı sunabileceği hesaplanmıştır. 2021 yılında çöp alımına kapatılan eski Aksaray Katı Atık Tesisinde çöp gazından elektrik üreten tesisin ilk yatırım ve işletme maliyetlerini karşılamak üzere çöp gazından üretilen elektrik gelirlerinin %68'ini 2013 yılından itibaren 15 yıllığına yatırımcı firmaya veren yap-işlet-devret modelinin aynı oranlarda yeni tesiste 25 yıllık yeni proje süresince devam etmesi durumunun proje değerlemesi yapılmıştır. Buna göre yatırımcı firmanın 1.500.000 \$'lık altyapı ve yıllık 120.000 \$'lık işletme maliyetlerini dolar bazında %6'luk iskonto oranıyla 4 yıl içinde geri alabileceği, projenin %54,13 iç getiri oranı ve 10 karlılık endeksiyle çok iyinin ötesinde bir yatırım getirisi ve karlılığı bulunduğu tespit edilmiştir.

Yeni Aksaray Katı Atık Tesisinin gazdan elektrik üreten tesis haricindeki diğer bütün ünitelerin inşası için gerekli 9.000.000 \$'lık ilk yatırım maliyetlerinin İller Bankası AŞ Genel Müdürlüğü kredileri ile karşılanması ve belediyenin 15 yıl boyunca bu kredileri ödeyerek, yine enerji üretim tesisleri haricindeki işlemleri özel sektör firmalarına ihale yöntemiyle yaptırdıkları durumda işletme giderlerini kendi bütçelerinden karşıladıkları karma finansman modelinde belediyenin tek geliri %32'lik elektrik gelir payı karşılığı tesisin yatırımcı firmaya devrettiği çöp gazından elektrik üreten kısımlarından

gelmektedir. %68 elektrik geliri payı ile yatırımcı firma çok iyi bir karlılığa sahip olurken, belediyenin %32 elektrik geliri payı aldığı İller Bankası AŞ kredili ve işletmesini ihale ile başka özel firmaya yaptırdığı karma işletme ve finansman modelinde dolar bazında %6'lık iskonto oranıyla yatırımlarını 18 yıl içinde geri alabileceği, bu yüzden projenin %11,40 iç getiri oranı ve 1,32 karlılık endeksiyle belediye için çok iyi olmayan bir yatırım getirisi ve karlılığı sunabileceği ortaya konmuştur. Kazan kazan prensibine göre işleyen yap-işlet-devret modelinde yatırımcı tarafın çok kazandığı fakat belediye tarafının kazanmadığı tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre proje ve tesislerin sürdürülebilirliği değerlendirilmiş ve yatırım projelerinde süreç ve mevcut durum analizleri sonuçları değerlendirilerek katı atık tesislerinin yap-işlet-devret modelleri ile yapılmasının ancak belediye ve yatırımcı arasında elektrik gelirlerinin makul oranda paylaşılması durumunda ekonomik açıdan avantajlı olacağı ortaya konmuştur. Yerel yönetimlerde proje geliştirme ve proje finansmanı modellerinin uygulanabilirliğinin geliştirilmesi ve kamu özel işbirliklerinde gelir paylaşımında makul oranların belirlenmesiyle kazan kazan esasına dayanan modellerde kaybeden tarafın kamu olmaması için gayrimenkul geliştirme ve yönetimi uzmanlarının istihdamının özel önem taşıdığı ortaya çıkmıştır.

Politik yönden yap-işlet-devret modeliyle katı atık tesislerinin finansmanın sağlanmasının en önemli avantajı belediye yönetimlerinin her 5 yılda bir değişme ihtimali olmasına karşın tesisin, genellikle 25 yıllık yatırım projesi ömrü boyunca aynı yatırımcı firmanın politikalarına göre işletilmesinin sağlamış olduğu süreklilik ve istikrardır. Bu iş modelinin uygulamalarının çok fazla yaygın olmasından dolayı kamu ile özel sektör arasındaki sorumluluk ve otorite paylaşımındaki belirsizlikler olabilmesi bu modelin dezavantajlı yönleridir.

Ekonomik yönden yap-işlet-devret modeliyle katı atık tesislerinin finansmanın sağlanmasının en önemli avantajı entegre katı atık tesisi gibi büyük çapta bir altyapı yatırım projesini yapmaya bütçesi yeterli olamayan belediyelerin öz sermaye kullanmadan bu yatırım projesini hayata geçirebilme imkânı sağlamasıdır. Yap-işlet-devret yönteminde belediyeler projenin finansal riskini tamamını veya büyük bir kısmını yatırımcı firmaya aktarabilmektedir. Bu modelin getirdiği fırsat özel sektörün tecrübe ve teknolojiye yatırım yapmasını teşvik etmesidir.

Sosyal yönden yap-işlet-devret modeliyle katı atık tesislerinin finansmanın sağlanmasının en önemli avantajı özel sektörün güçlenmesi ve sektörde istihdamın artmasıdır. Özel sektörde teknik personellerin donanımlarına uygun ücret seviyesi imkânı iyi bir fırsattır. Modelinin sosyal olarak dezavantajları hem kamu hem de yatırımcı firma açısından sosyal sorumlulukların paylaşımındaki belirsizlikler ve yap-işlet-devret modelinin çok fazla uygulamasının olmamasıdır.

Teknolojik yönden yap-işlet-devret modeliyle katı atık tesislerinin finansmanın sağlanmasının avantajı tesisin enerji üretim verimliliğini artırmak için yüksek maliyet gerektiren yeni teknolojilere yatırım imkânı sağlamasıdır. Aynı zamanda özel sektör hem tecrübeli olması hem de kar odaklı çalışması sonucunda yatırım öncesi dikkatli bir şekilde projenin fizibilite değerlemesini yapmasından dolayı âtıl yatırım ihtimalini oldukça azaltır. Özel sektör kar konusunda verim artırmayan, ancak çalışan sağlığı gibi sosyal veya kötü koku gibi çevresel açılardan yapılması gerekli teknoloji yatırımlarından tasarruf etme ihtimali bir tehdit olabilmektedir.

Kentlerde katı atık bertaraf yatırımları ve özellikle katı atıkların enerji üretimi amaçlı değerlendirilmesine yönelik yatırım projelerinin birçok avantajı ve dezavantajları ile sunduğu fırsatlar ve tehditlerin de olduğu görülmektedir. Yatırım projelerinin geliştirilmesi ve proje finansmanında birçok yöntem olmasına karşın, hem 5393 sayılı Belediye Kanunu hem de 3996 sayılı Bazı Yatırım ve Hizmetlerin Yap-İşlet-Devret Modeli Çerçevesinde Yaptırılması Hakkında Kanun ve ilgili diğer mevzuat hükümleri ile güçlü yasal altyapısının olması nedeniyle yerel yönetimlerin yatırımları ve yerel hizmetlerin sunumunda söz konusu modellerden sadece yap-işlet-devret modeli veya bunun benzeri olarak görülen ve 4721 sayılı Türk Medeni Kanununa göre sınırlı ayni hak (üst hakkı) tesisi yoluyla projelerin gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Diğer proje finansman modelleri ile yerel hizmetler ve yatırımların yapılabilirliğinin sağlanması için güçlü yasal altyapı tesis edilmesi ve yerel idarelerde proje geliştirme ve finansmanı yönlerinden kapasite geliştirme çalışmalarının yapılmasına gereksinim duyulmaktadır.

Yap-işlet-devret modeli ile katı atık tesisleri yatırımlarının; çevresel, yasal ve mali durum yönlerinden avantajları ve dezavantajları da değerlendirilmiştir. Çevre açısından yap-işlet-devret modeliyle katı atık tesislerinin finansmanın sağlanmasının avantajı uygun ve verimli proje tanımlamasıyla yüksek maliyetli çevreye duyarlı projelerin hızlı bir şekilde hayata geçirebilme imkânı sağlamasıdır. Bu modelin zayıf olan noktası devlet denetiminin azalması sonucunda ekonomik kaygılarla çevresel sürdürülebilirlik ve paydaşların çevre duyarlılığının artırılması çalışmalarından taviz verilmesi olarak ortaya çıkmaktadır. Modelin her aşamasında devlet ve ilgili kamu kurumlarının izleme-değerlendirme sorumluluğunun açıkça sözleşmelerde tanımlanması ve yatırımcı veya hak lehdarının işletme hakkına son verilmesi veya sözleşmenin feshi konularının açıkça sözleşmede tanımlanmış olmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Katı atık düzenli depolama ve atık ekonomisinin yapılması için yatırımların kamu-özel işbirliği modelleri ile mali yönden yapılabilir olması zorunludur. Buna ilave olarak özel sektör tarafından yapılan yatırımların korunması ve makul süre içinde gerekli önlemleri almak ve yükümlü yerine getirmek koşuluyla tesislerin işletme hakkının da güvence altına alınması, özel sektör finansman girişimleri ile yerel idarelerde daha fazla proje geliştirilmesi ve yatırımların artırılmasına olanak verecektir. Hukuki açıdan yap işlet

devret modeliyle katı atık tesislerinin finansmanın sağlanmasının güçlü yanı yap-işlet-devret projeleri için gerekli yasal çerçevenin olması ve bunun da bütün paydaşlar arasında genel kabul görmesidir. Yasalarla getirilen sabit fiyat garantilerindeki sürelerin veya teşviklerin artırılmasının yeni fırsatlara ortaya çıkarabileceği açıktır. Bu modelin zayıf olan noktası, gerekli vergi imtiyazlarının tamamlanmamasıdır. Teşviklerin sürekliliği, sabit fiyat alım garantilerindeki değişikliklerde kur riski ortaya çıkması olası en büyük tehdit olarak görülmektedir.

Araştırma sonuçlarına göre proje ve tesislerin sürdürülebilirliği değerlendirilmiş ve yatırım projelerinde süreç analizi, mevcut analizi sonuçları değerlendirilmiş ve katı atık tesislerinin yap-işlet-devret modelleri ile yapılmasının avantajlı olduğu tespit edilmiştir. Birçok belediyede katı atık tesisleri yatırımlarının planlanması ve uygulama aşamalarında teknik, mali ve yasal yönlerden sorunların yaşandığı ve belirtilen gerekçelerle birçok yatırım projesinin gerçekleştirilmediği gözlenmiştir. Yerel yönetimlerde proje geliştirme ve proje finansmanı modellerinin uygulanabilirliğinin geliştirilmesi bakımından kamu özel işbirliği modellerinde kazan kazan modelinde kaybeden tarafın kamu olmaması için kurumsal kapasite geliştirme çalışmalarının yapılması ve bu çerçevede belediyelerin ilgili birimlerinde proje geliştirme, finans tedariki ve uygulama kapasitesinin geliştirilmesine özel önem verilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Başta büyükşehir, il ve ilçe belediyeleri olmak üzere bütün yerel yönetim birimlerinin fen işleri, emlak ve istimlak, imar ve şehirlik, su ve kanalizasyon, mali hizmetler ve hukuk birimlerinde üniversitelerin gayrimenkul geliştirme ve yönetimi bölümlerinin lisans ve lisansüstü programların mezun olan uzmanların istihdamının sağlanması yoluyla proje analizi, proje geliştirme, finansman modellerinin geliştirilmesi, proje ve yapım yönetimi ve izleme-değerlendirme çalışmalarının geliştirilmesi ve insan kaynakları yetersizliğinin neden olduğu sorunların asgari düzeye çekilmesinin mümkün olabileceği vurgulanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Anonim. 2021. Aksaray Katı Atık Bertaraf ve Düzenli Depolama Tesisi ÇED Raporu. Web Sitesi: <http://eced.csb.gov.tr/ced/jsp/ek1/33032>, Erişim Tarihi: 15.12.2021.
- Çay, T., Nas, B., Berktaş, A. ve İşcan. F. 2007. Katı Atık Depolama Alanlarının Yer Seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Uygulaması. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi Bildiriler Kitabı I-II, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 241 s., Ankara.
- Çelebi, M. 2017. Belediye atıklarından çöp gazı (LFG Landfill gas) elde edilerek elektrik enerjisi üretilmesi ve ülkemizdeki örneklerin incelenmesi. İller Bankası AŞ Uzmanlık Tezi.
- Çitil, E. 2009. Çevre Yönetiminde Ekonomik Araç Kullanımının İstanbul Katı Atık Yönetimi Üzerinde İncelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 195 s., İstanbul.
- Ertürk, M.C. 2010. Evsel katı atık yönetiminde gelir dağılımına bağlı finansman modeli önerisi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 129 s., İstanbul.
- Gedik, T., Akyüz, K. A., Akyüz İ. 2005. Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi (İç Karlılık Oranı ve Net Bugünkü değer Yöntemlerinin İncelenmesi) ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 7(7), 51-61.
- Gülen, F. 2009. Özelleştirme, Yap-İşlet-Devret, Kamu Özel Sektör İşbirliği, YAYED Yerel Yönetim Araştırma Yardım ve Eğitim Derneği.
- Güler, A. B. 1996. Kentsel Altyapı Finansmanı Belediyeler Bankası:1933-1945. Amme İdaresi Dergisi, 29(1), 87-105.
- Gürel, G. 2015. Katı Atıklardan Enerji Elde Edilmesi ve Samsun Katı Atık Tesisinin İncelenmesi. İller Bankası AŞ Uzmanlık Tezi.
- Güven, E.D. 2019. Ege Bölgesinde kentsel atık üretimi ve atığın metan gazı enerji potansiyelinin belirlenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 21(61), 311-322.
- Hotunluoğlu, H. ve Yılmaz, O. 2015. Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye. Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, Yıl: 2, Sayı: 2, 74-97.
- Kanlı, İ.B. ve Kavak, F.F. 2018. Metropolitan Şehirlerde Katı Atık Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar ve Karşılaştırmalı Bir Analiz: İstanbul ve Berlin Örneği. Political, Economic and Social Studies (ICPESS) 28-30 June, 16-44.

- Kaya, P. 2013. Yerel yönetimlerde katı atık yönetiminin maliyet analizi: Türkiye geneli ve İstanbul ili örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, 115 s., İstanbul.
- Keleş, R. ve Hamamcı, C. 2005. Çevre Politikası. İmge Kitabevi, İstanbul.
- Kolukısa, Z.Ü. 2013. Belediyelerde katı atık yönetimi: Malatya belediyesi örneği. Yüksek Lisans Tezi. İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, 214 s., Malatya.
- Leme, M.M.V., Rocha, M.H., Lora, E.E.S., Venturini, O.J., Lopes, B.M. ve Ferreira, C.H. 2014. Techno-economic analysis and environmental impact assessment of energy recovery from Municipal Solid Waste (MSW) in Brazil. Resour., Conserv. Recycl. 87, 8–20.
- Medina, M. 2007. The World's Scavengers Salvaging for Sustainable Consumption and Production, Alta Mira Press, USA, 49-51.
- Sayılğan, G. 2006. Soru ve Yanıtlarla İşletme Finansmanı. 2. Bası, Ankara: Turhan Kitabevi.
- Shekdar, A.V. 2009. Sustainable Solid Waste Management: An Integrated Approach for Asian Countries. Waste Management, 29(4), 1438 p.
- Song, J., Sun, Y. ve Jin, L. 2017. PESTEL analysis of the development of the waste-to-energy incineration industry in China. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 80(2017), 276–289.
- Šomplák, R., Ferdan, T., Pavlas, M. ve Popela, P. 2013. Waste-to-energy facility planning under uncertain circumstances. Appl. Thermal Eng. 61(1), 106–114.
- Tanrıvermiş, H. 1997. Çevre Kirliliğinin Vergilendirilmesi: İlkeler, Uygulamaları ve Türkiye Açısından Genel Değerlendirme. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü, Ekonomik Yaklaşım Levent Sanin Özel Sayısı 27, 303-328.
- Tanrıvermiş, H. 1998. Willingness to Pay (WTP) and Willingness to Accept (WTA) Measures in Turkey: May WTP and WTA Be Indicators to Share the Environmental Damage Burdens: A Case Study, Journal of Economic Cooperation Among Islamic Countries. 19(3):67-93, (1998).
- Tanrıvermiş, H. 1997. Çevresel Malların ve Kirlilik Zararlarının Değerlerinin Biçilmesinde Kullanılan Yöntemler ve Bu Yöntemlerin Türkiye'de Uygulanabilirliği. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü, Ekonomik Yaklaşım, 8(24-25), 81-145.
- Tanrıvermiş, H. 1997. Türkiye'de Çevre Politikaları Türk Kooperatifçilik Kurumu. Üçüncü Sektör Kooperatifçilik Dergisi (Yeni ismiyle Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi), (118), 41-77.

- Tanrıvermiş, H. 2011. Temel Finans Matematiği ve Proje Değerleme. Ders Notları. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Taşınmaz Geliştirme Anabilim Dalı, Ankara.
- Tanrıvermiş, H. 2017. Gayrimenkul Değerleme Esasları, SPL Sermaye Piyasası Lisanslama Sicil ve Eğitim Kuruluşu, Lisanslama Sınavları Çalışma Kitapları Ders Kodu: 1014 (Konut Değerleme Sınavı, Gayrimenkul Değerleme Sınavı), Ankara.
- Tanrıvermiş, H., Akipek Öcal, Ş. ve Demir, E. 2017. Gayrimenkul Mevzuatı, SPL Sermaye Piyasası Lisanslama Sicil ve Eğitim Kuruluşu, Lisanslama Sınavları Çalışma Kitapları Ders Kodu: 1019 (Gayrimenkul Değerleme Sınavı), Ankara.
- Turan, G.N., Çoruh, S., Akdemir, A. ve Ergün, O.N. 2009. Municipal Solid Waste Management Strategies in Turkey. *Waste Management*, 29(1), 465.
- Turan, H.T. 2015. 5355 Sayılı yasaya göre Türkiye’deki birlikler: hizmet sunumunda adem-i mekeziyetçi ve katılımcı yaklaşım. *Strategic Public Management Journal (SPMJ)*, Issue No: 2, November 2015, ISSN 2149-9543, 72-87.
- Yılmaz, A. ve Bozkurt, Y. 2010. Türkiye’de Kentsel Katı Atık Yönetimi Uygulamaları ve Kütahya Katı Atık Birliği (KÜKAB) Örneği. *Türkiye’de Kentsel Katı Atık Yönetimi Uygulamaları Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(1), 11-28 .
- Xin-gang, Z., Gui-wu, J., Ang, L. ve Ling, W. 2015. Economic analysis of waste-to-energy industry in China” *Waste Management*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.10.014>.
- White, P., Franke, M., ve Hindle, P. 1999. *Integrated Solid Waste Management: A Lifecycle Inventory*. Aspen Yayınları. New York.
- Zarate, M.A., Slotnick, J. ve Ramos, M. 2008. Capacity Building in Rural Guatemala by Implementing A Solid Waste Management Program. *Waste Management*, 28(12), 2542-2543.
- Zhan, E. 2021. Practice of PPP Model in Waste-to-Energy Industry. The Fifth Meeting of the Infrastructure Financing and Public-Private Partnerships (PPP) Network of Asia and the Pacific.
- Zhang, D.Q., Tan, S.K. ve Gersberg, R.M. 2010. Municipal solid waste management in China: status, problems and challenges. *J. Environ. Manage.* 91(8), 1623–1633.
- Zeng, X.B. 2012. Cost analysis of waste incineration-power generation projects. *Environ. Sanitation Eng*, 22(3), 57–60.