

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

KOMPOST ve BİYOGAZ TESİSLERİNDE VERİ ZARFLAMA
ANALİZİ ile ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ

LEYLA BAŞTAN TÖKE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
PROF. DR. AHMET ERGÜLEN

KONYA-2020



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU

Öğrencinin	Adı Soyadı	Leyla BAŞTAN TÖKE
	Numarası	17811101149
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İşletme
	Programı	Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN
	Tezin Adı	Kompost ve Biyogaz Tesislerinde Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü

Yukarıda adı geçen öğrenci tarafından hazırlanan Kompost ve Biyogaz Tesislerinde Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü başlıklı bu çalışma 06/03/2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sıra No	Danışman ve Üyeler		
	Unvanı	Adı ve Soyadı	İmza
1	Prof. Dr.	Ahmet ERGÜLEN	
2	Dr. Öğr. Üyesi	Ümran Münire KAHRAMAN	
3	Dr. Öğr. Üyesi	Şule ERYÜRÜK	



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



Bilimsel Etik Sayfası

Öğrencinin	Adı Soyadı	Leyla BAŞTAN TÖKE		
	Numarası	17811101149		
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İşletme		
	Programı	Tezli Yüksek Lisans	X	
		Doktora		
Tezin Adı	Kompost ve Biyogaz Tesislerinde Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü			

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.

Öğrencinin Adı Soyadı
İmzası

Leyla BAŞTAN TÖKE

ÖZET**Kompost ve Biyogaz Tesislerinde Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü****Leyla BAŞTAN TÖKE****Necmettin Erbakan Üniversitesi****Sosyal Bilimler Enstitüsü****İşletme Tezli Yüksek Lisans Programı****Danışman: Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN****2020,****Jüri****Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN****Dr. Öğr. Üyesi Ümran Münire KAHRAMAN****Dr. Öğr. Üyesi Şule ERYÜRÜK**

Sonsuz talebe sahip olan toplumların küreselleşme sürecinde, ihtiyaçlarının artması, daha fazla kaynak ve enerji tüketimini gerektirdiğinden, atık oluşumunda da artışa sebep olmuştur. Bu dönemde endüstrileşme faaliyetleri hız kazanırken, çevre kirliliği artmış ve doğal denge bozulmaya başlamıştır. Ek olarak küreselleşme süreci içinde ortaya çıkan rekabet unsuru toplumların kalkınma ihtiyacı duymasına ve çevrenin tahribata uğramasına, küresel ısınmaya neden olarak bütün ekosistemin tehdit altına girmesi sebebiyle 20. yüzyılın sonlarına doğru çeşitli yaklaşımlar dünya gündemine gelmiştir.

Çevrenin korunup refah seviyesinin yükseltilmesinin eş güdüm ile sağlanması amacıyla yönelik olarak “Sürdürülebilir Kalkınma” anlayışı ortaya çıkmıştır. Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması amacıyla, ilk olarak 1970 yılında Stockholm Konferansı düzenlenmiştir. Devam eden yıllarda Rio Konferansı, Çevre ve Ekonomi Konferansı, Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi ve Ulusal Fakirliği Azaltma Stratejilerinin Sürdürülebilir Kalkınma Stratejilerine Bağlanması Toplantısı düzenlenmiştir.

Günümüze yaklaştıkça gelişimin sağlanmasına yönelik çabalar doğrultusunda çevreyi tehdit edecek bir sorun olarak atık madde miktarında artış yaşanması, yeni yaklaşımların ortaya çıkmasına

sebepl olmuştur. Özellikle gelişmişlik düzeyinin artması ile birlikte atık miktarında da artış görülmesi üzerine; “yeşil büyüme”, “yeşil ekonomi” ve “sıfır atık” yaklaşımları gündemde yer almaya başlamıştır.

Atıklar oluşum yerlerine ve cinslerine bakılarak farklı sınıflandırmalara tabi tutulmakta olup; bu çalışmada değerlendirme potansiyeli yüksek olan organik atıklar ele alınmıştır. Organik atıkların kompost ve biyogaz olmak üzere iki yöntem ile değerlendirilmesiyle verimli bir atık yönetim sistemine hizmet edilmesi ve ekonomik fayda elde edilmesinin yanında çevre ve bütün canlı sistemin korunmasına katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Bu çalışmada; atıkların değerlendirilip dönüştürülmesi ile sağlanacak faydaların ve sayısal anlamda desteklenmiş verilerin veri zarflama analizi yöntemi ile ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Küreselleşme, Sürdürülebilir Kalkınma, Atık, Organik

Atık, Kompost ve Biyogaz, LİNDÖ, Veri Zarflama Analizi.



ABSTRACT**Efficiency Measurement with Data Envelopment Analysis in Compost and Biogas Plants**

Leyla BAŞTAN TÖKE
Necmettin Erbakan University
Institute of Social Science
Management Master Program
Supervisor: Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN
2020,

Jury
Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN
Dr. Ümran Münire KAHRAMAN
Dr. Şule ERYÜRÜK

In the globalization process of the societies that have endless demand, the increase in their needs caused an increase in waste generation as it requires more resources and energy consumption. In this period, while industrialization activities accelerated, environmental pollution increased and natural balance started to deteriorate. In addition, the competitive element that emerged in the globalization process caused societies to need development and damage the environment and global warming. Various approaches towards the end of the 20th century have come to the world agenda since the entire ecosystem was threatened.

"Sustainable Development" approach has emerged for the purpose of protecting the environment and increasing the level of welfare in coordination. In order to ensure sustainable development, firstly the Stockholm Conference was held in 1970.

In the following years, the Rio Conference, Environment and Economy Conference, World Sustainable Development Summit and the Meeting of Linking National Poverty Reduction Strategies to Sustainable Development Strategies were held.

As we approach the present day, an increase in the amount of waste material as a problem threatening the environment in line with efforts to achieve development has led to the emergence of

new approaches. Especially upon the increase in the level of development and the increase in the amount of waste; "green growth", "green economy" and "zero waste" approaches are on the agenda.

Wastes are subjected to different classifications by looking at their place and type; In this study, organic wastes with high utilization potential are tackled. It is aimed to serve an efficient waste management system by evaluating organic wastes with two methods: compost and biogas. In addition to contribute to the protection of the environment and the whole living system as well as obtaining economic benefits.

In this study; It is aimed to reveal the benefits to be obtained by evaluating and converting the wastes and the data supported in numerically by data envelopment analysis method.

Keywords: Globalization, Sustainable Development, Waste, Organic Waste,

Compost and Biogas, LINDO, Data Envelopment Analysis.

ÖNSÖZ

Endüstrileşmeyle birlikte her geçen gün atık sorununda ciddi bir artış gözlemlenmesi, atıklar için hem ekonomi hem de çevre adına daha verimli yöntemlerin geliştirilmesini elzem bir konu haline getirmiştir.

Bu çalışmada ilk olarak çevreye verilen zararın önlenmesi için atılan adımlar ele alınmış ve ikinci aşamada atıkların sınıflandırılması ve çeşitleri hakkında bilgi verilmiştir. Atıkların değerlendirilmesi düşüncesi ile ekonomiye sağlanacak katkılar ve yeni bir bakış açısı olan yeşil ekonomi üzerinde durulmuştur. Yaşanan yeşil sürece geçişte yeşil büyüme ve yeşil ekonomiye bağlı olan sıfır atık yaklaşımı hakkında açıklamalar yapılmıştır.

Ulusal ve küresel boyutta atık yönetimi incelenerek yenilikçi bir bakış açısı olarak yenilenebilir enerji kaynaklarından atıkların değerlendirilmesi çalışmalarında biyogaz ve kompost süreçleri ele alınmıştır. Atıkların değerlendiren altı adet biyogaz tesisine ait yıllık biyogaz üretimi potansiyellerinin hesaplamaları ve tesislerin etkinlik durumları incelenmiştir. Ele alınan tesislerin etkinlik durumunun oluşturulmasında ve yorumlanmasında veri zarflama analizi yöntemi kullanılmıştır. Atığın ortaya çıkmasını engellemeye çalışmak öncelikli hedefimiz olmasına karşın hayatımız boyunca ortaya çıkmasını önleyemediğimiz atıkların değerlendirilerek en aza indirgenmesiyle toplum olarak daha faydalı bir sürece geçilmesine katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmanın oluşturulmasında, sonuca ulaşmasında bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN'e ve bana her zaman destek olan aileme çok teşekkür ederim.

Leyla BAŞTAN TÖKE

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xiv
EKLER LİSTESİ.....	xvi

BÖLÜM I

1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Önemi ve Kapsamı.....	2
1.2. Çalışmanın Amaç ve Yöntemi.....	3
1.3. Çalışmanın Katkısı.....	4
1.4. Çalışmanın Organizasyonu.....	4
1.5. Literatür Araştırması.....	5

BÖLÜM II

2. KÜRESELLEŞME ve ÇEVRE.....	9
2.1. Küreselleşmenin Çevreye Etkileri.....	10
2.1.1. Sera Gazı Etkisi.....	10
2.1.2. Doğal Yaşam Alanlarının Tahribi.....	12
2.1.3. Flora ve Faunanın Zarar Görmesi.....	13
2.1.4. Atık Miktarının Artması.....	13
2.2. Çevresel Hareketler.....	16

BÖLÜM III

3. ATIK ve ORGANİK ATIKLAR.....	20
3.1. Atıkların Sınıflandırılması.....	20
3.2. Atık Çeşitleri.....	22

3.2.1. Bileşimine ve Kaynağına Göre Atık Çeşitleri.....	22
3.2.2. Üretim, Tüketim, Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Göre Atık Çeşitleri.....	23
3.2.2.1. Katı Atıklar.....	23
3.2.2.2. Ambalaj Atıkları.....	24
3.2.2.3. Sıvı Atıklar.....	25
3.2.2.4. Gaz Atıklar.....	25
3.2.2.5. Organik Atıklar.....	26
3.3. Atık Yönetimi.....	26
3.3.1. Entegre Atık Yönetimi (Atık Yönetiminde Sistem Yaklaşımı).....	28
3.3.2. Katı Atık Yönetimi.....	30
3.4. Atıkların Değerlendirilmesine Yönelik Yeni Yaklaşımlar ve Atıkların Ekonomiye Katkısı.....	31
3.4.1. Yeşil Büyüme.....	32
3.4.2. Yeşil Ekonomi.....	32
3.4.3. Sıfır Atık.....	34
3.4.4. Atıkların Yeşil Ekonomi ve Sıfır Atık Yaklaşımı ile Değerlendirilmesi..	36
3.5. Organik Atıklar.....	37
3.5.1. Organik Atıkların Değerlendirilmesi.....	37
3.5.2. Organik Atıkları Değerlendirme Yöntemleri.....	39
3.5.2.1. Kompost.....	39
3.5.2.1.1. Kompostlaştırmada Kullanılan Maddeler.....	40
3.5.2.1.2. Kompostlaştırmada Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar.....	41
3.5.2.1.3. Kompostlaştırma Yöntemleri.....	44
3.5.2.1.4. Kompostun Yararları.....	50
3.5.2.2. Biyogaz.....	51
3.5.2.2.1. Biyogazın Oluşum Aşamaları.....	53
3.5.2.2.2. Biyogaz Üretiminde Kullanılabilecek Atıklar.....	54
3.5.2.2.3. Biyogaz Üretiminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar.....	58
3.5.2.2.4. Biyogaz Üretiminin Yararları.....	58

3.5.2.2.5. Biyogazın Kullanım Alanları.....	59
3.5.2.2.6. Biyogaz Tesisi Çeşitleri.....	59
3.5.2.2.7. Biyogaz Üretiminde Kullanılan Sistemler.....	62
3.6. Organik Atık Potansiyelinin İncelenmesi.....	63
3.6.1. Türkiye'nin Potansiyeline Ait Veriler.....	64

BÖLÜM IV

4. KOMPOST ve BİYOGAZ TESİSLERİ için ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ.....	71
4.1. Verimlilik ve Etkinlik Kavramları.....	71
4.2. Veri Zarflama Analizi.....	72
4.2.1 Veri Zarflama Analizinin Kullanım Alanları.....	73
4.2.2. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Yapısı.....	73
4.2.3. Veri Zarflama Analizinin Sistematik Yapısı.....	74
4.3. Veri Zarflama Analiz Modelleri.....	74
4.3.1. CCR Modeli (Charnes, Cooper ve Rhodes).....	75
4.3.2. Dual Formülasyon.....	76
4.3.3. BCC Modeli (Banker, Charnes, Cooper).....	76
4.4. Veri Zarflama Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri.....	77
4.4.1. Güçlü Yönleri.....	77
4.4.2. Zayıf Yönleri.....	78
4.5. Kompost ve Biyogaz Tesisleri için VZA Uygulaması.....	79
4.5.1. Girdi Odaklı CCR-VZA Modeli ile Etkinlik Ölçümü.....	81
4.5.2. Girdi Odaklı DUAL CCR-VZA Modeli ile Etkinlik Ölçümü ve Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin Belirlenmesi.....	83
4.5.3. Referans Setleri Kullanılarak Değişim Oranlarının Hesaplanması için Verilerin Birleştirilmesi.....	84
4.5.4. BCC-VZA Modeliyle Karar Verme Birimlerinin Artan, Azalan ve Sabit Getiri Durumlarına Ait Analiz.....	86
SONUÇ ve ÖNERİLER.....	87

KAYNAKLAR.....	90
EKLER.....	99
Ek-1 CCR VZA Sonuç.....	99
Ek-2 Dual CCR VZA Sonuç.....	105
Ek-3 BCC VZA Sonuç.....	111
ÖZGEÇMİŞ.....	117



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1.: Yıllara Göre Türkiye'nin Atık Miktarındaki Değişme.....	15
Tablo 3.1.: Bazı Ükelere Ait Kompost Standartları.....	42
Tablo 3.2.: Biyogaz Bileşimi.....	52
Tablo 3.3.: Atıklardan Elde Edilecek Biyogaz Potansiyelleri.....	55
Tablo 3.4.: Farklı Atıklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Miktarları ve Metan Oranları.....	57
Tablo 3.5.: Hayvan Ağırlığı Bazında Üretilebilecek Günlük ve Yıllık Yaş Gübre Miktarları.....	62
Tablo 3.6.: Ülkemizdeki Kompost Tesisleri.....	64
Tablo 3.7.: Türkiye'de Bulunan Biyogaz Tesisleri.....	65
Tablo 4.1.: Karar Birimlerinin Kodlanması.....	80
Tablo 4.2.: Girdi ve Çıktı Setinin Kodlanması.....	80
Tablo 4.3.: Veri Seti.....	81
Tablo 4.4.: CCR-VZA Ayrıntılı Sonuç Tablosu.....	81
Tablo 4.5.: CCR-VZA Sonuç Tablosu.....	82
Tablo 4.6.: Dual CCR-VZA Modeldeki Karar Birimleri için Etkinlik Değeri ve Referans Seti.....	83
Tablo 4.7.: Etkin Olmayan Karar Birimleri için Yeni Girdi Değişim Oranları.....	85
Tablo 4.8.: Tüm Karar Birimleri için BCC-VZA Etkinlik Sonuçları.....	86

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.: Türkiye’de Seragazı Salınımlarının Sektörlere Göre Kırılımı 1990-2016.....	11
Şekil 2.2.: Ülkelerin Kişi Başına Düşen Milli Gelirlerine Göre Gruplandırılması..	14
Şekil 3.1.: Atık Hiyerarşisi.....	27
Şekil 3.2.: Dünya’da Enerji Kaynaklarının Dağılımı.....	38
Şekil 3.3.: Kompostlaştırma Süreci.....	40
Şekil 3.4.: Reaktör Tipi Kompostlaştırma.....	45
Şekil 3.5.: Bahçe Tipi Kompost.....	46
Şekil 3.6.: Kompostlaştırma prosesinin iş akışı.....	48
Şekil 3.7.: Biyogazın Oluşumu.....	53
Şekil 3.8.: Çiftlik Tipi Biyogaz Tesisi.....	60
Şekil 3.9.: Köy Tipi Biyogaz Tesisi.....	60
Şekil 3.10.: Sanayi Ölçekli Biyogaz Tesisi.....	61

SİMGELER ve KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BCC	: Banker Charnes ve Cooper
BM	: Birleşmiş Milletler
C/N	: Karbon ve azot Oranı
CCR	: Charnes, Cooper ve Rhodes
CFC	: Kloroflorokarbon
CH₃COOH	: Asetik asit
CH₄	: Metan
cm	: Santimetre
CO₂	: Karbondioksit
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirme
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
H₂	: Hidrojen
H₂O	: Su
H₂S	: Hidrojen sülfür
HBS	: Hidrolik Bekleme Süresi
IRENA	: Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
ISO	: Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu
KA	: Kül ağırlığı
km	: Kilometre
kW	: Kilowatt
m	: Metre
mm	: Milimetre

MW	: Megawatt
N₂	:Azot
N₂O	: Diazotoksit
NH₃	:Amonyak
O₂	: Oksijen
O₃	: Ozon
OECD	: Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü
OMM	: Organik Madde Miktarı
pH	: Power of Hydrogen
S	: Substrat
TKM	: Toplam kuru madde ağırlığı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UNDP	: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
VZA	: Veri Zarflama Analizi

EKLER LİSTESİ

Ek-1: CCR-VZA Sonuç Listesi.....	98
Ek-2: DUAL CCR-VZA Sonuç Listesi.....	104
Ek-3: BCC-VZA Sonuç Listesi.....	110



BÖLÜM I

1. GİRİŞ

Bu çalışmanın tamamlanması ile organik atıkların değerlendirilmesine yönelik biyogaz ve kompost tesislerinin planlanmasına yeni bir bakış sunulması, tesis üretim prosesini etkileyen faktörler ışığında farklı senaryolar halinde modelleme çalışması yapılması, teorik değerlerin pratikte uygulanabilirlik oranı hakkında yaklaşım oluşturulması, aynı zamanda daha sonra yapılacak çalışmalara temel oluşturması sağlanmış olacaktır.

Çalışmanın ilk bölümünde günümüze kadar atıklar üzerinde yapılmış çalışmalar özetlenmiştir. Atıkların değerlendirilmesinin önemi, çalışmanın amacı, edinilen kazanımlar, çalışmanın organizasyonu ve kazanımların nasıl elde edildiğine dair literatür araştırması sunulmuştur.

İkinci bölümde ilk olarak küreselleşmenin çevre üzerinde neden olduğu olumsuz etkiler ele alınmıştır. Bütün toplumların ortak sorunu olan tahribatın boyutundan bahsedilmiştir. Toplumların gelişmişlik düzeyinin artmasıyla doğal dengenin bozulduğu, iklimin değiştiği, doğal yaşam alanlarının zarar gördüğü, flora ve faunanın da bu tahribattan etkilendiği hatta canlıların nesillerinin tükendiği ve atık miktarının arttığı belirtilmiştir. Sonraki adımda söz konusu olumsuzlukların önüne geçmeye yönelik toplumların harekete geçtiği belirtilerek tarih sırasına göre yapılan çalışmalar vurgulanmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde araştırma için önem arz eden konu olan “atık” konusuna giriş yapılmıştır. Bu kısımda atıkların çeşitleri hakkında genel bilgi verilerek, atıkların verimli bir biçimde değerlendirilmesini sağlayan yaklaşımlardan olan atık yönetimi ve bileşenlerinden bahsedilmiştir. Sonra atıkların değerlendirilmesini kapsayan “yeşil büyüme”, “yeşil ekonomi” ve “sıfır atık” yaklaşımları hakkında bilgi verilmiştir. Bu sistemler sayesinde hem ekoloji hem de sosyal hayatta dönüşümler yaşandığı ve yaşanacağı vurgulanmıştır. Daha sonra değerlendirilip dönüştürme potansiyeli oldukça yüksek olan organik atıklar ele alınmıştır. Bu kısımda organik atıkları değerlendirme yöntemi olan kompost ve

biyogaz hakkında yapılan genel incelemeler sonucunda elde edilen bilgiler sunulmuştur. Kompost ve biyogazın oluşumu esnasında dikkat edilmesi gereken hususlar ve bu yöntemler ile edinilecek faydalar üzerinde durulmuştur.

Son bölümde söz konusu organik atıkların değerlendirilmesine yönelik olarak Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi ile değerlendirmeler yapılarak biyogaz tesislerinin etkinlik durumları ortaya koyulmuştur. Etkinlik analizi yapılırken altı tesise ait homojen girdi ve çıktılar kullanılmıştır. Bu sayede ileride yapılabilecek çalışmalara referans olma amacı içinde kurulacak tesislerin verimliliğinin yükseltilmesi adına yol haritası olması niteliğinde analizler ortaya koyulmuş ve ileride yapılacak araştırmalar için temel alınabilecek ön çalışma oluşturulmuştur. Ancak tesislerin etkinlik durumunun sadece kendilerine ait sayısal girdi ve çıktılar ile ortaya koymak mümkün değildir. Dolayısıyla çalışma kapsamında yönetsel mekanizmalara iç görünüm kazandırılabilmesi amacı içinde parametresiz bir teknik olan veri zarflama analizi kullanılmıştır.

1.1. Çalışmanın Önemi ve Kapsamı

Ortaya çıkmasını engellemeye çalışmak öncelikli hedefimiz olmasına karşın; hayatımız boyunca ortaya çıkmasını önleyemediğimiz atıkların değerlendirilerek en aza indirgenmesi, daha faydalı bir sürece geçilmesine katkı sağlamaya çalışılması, hedeflerine katkısından dolayı çalışmamız oldukça önemlidir.

Ülkemizde organik atık açısından yüksek bir potansiyele sahiptir. Bu atıklar enerji kaynağı olarak değerlendirildiği takdirde hem çevre üzerindeki olumsuz etkiler kaldırılacak hem de enerji açısından dışa bağımlılığın azaltılmasına katkı sağlanacaktır. Dolayısıyla çalışmamız atıkları değerlendiren biyogaz tesislerinin ele alınması ve bu tesislerin etkin hale getirilmesinin hedeflenmesi açısından ülkemiz adına büyük önem taşımaktadır.

Çalışma kapsamında karar verme birimleri herhangi bir kısıtlama olmadan belirlenmiştir. Biyogaz tesislerinin etkinlik analizleri yapılacağından dolayı ülkemizdeki altı adet tesis karar verme birimi olarak ele alınmıştır. Etkinlik durumunun değerlendirmesinin yapıldığı bu tesislerin üç tanesi İç Anadolu, iki tanesi Ege ve bir tanesi Marmara Bölgesi'nde bulunmaktadır.

Tesislerin belirlenmesinin ardından veri birliğini sağlayacak şekilde veri seti oluşturulmuştur. Verilerin ulaşılabilir olması için ÇED (Çevresel Etki Değerlendirmesi) raporlarına ulaşılabilen tesisler değerlendirilmiştir. Yıllık biyogaz üretim miktarı her tesisin raporunda bulunmadığından dolayı excel üzerinden hesaplama ile değerler elde edilmiştir. Tesislerin kuruldukları alan (m^2) ve personel sayısı olmak üzere iki girdi ve yıllık üretilecek biyogaz miktarı (m^3) olmak üzere bir çıktıdan oluşan veri seti oluşturulmuştur.

1.2. Çalışmanın Amaç ve Yöntemi

Küreselleşmenin etkisiyle rekabetin arttığı toplumlarda işletmeler kendilerini koruyabilmek ve pazardaki paylarını artırabilmek için kaynaklarını verimli ve etkin kullanmak zorunda kalmışlardır. Bu çalışmada; çevresel tehdit görülen organik atıkların inovatif yollarla fırsata dönüştürülmesi, sosyo-ekonomik kazanımlar elde edilmesine yönelik ekonomik tesis modellemelerin kurulumuna ön ayak olacak hesaplamaların yapılması, kurulumu planlanan tesislerin etkinlik durumlarının ortaya koyulması ve organik atık potansiyeli ile atıkların gübre ve enerjiye dönüştürüldüğü takdirde edinilecek kazanımların gösterilmesi ve “yeşil yeni düzen” olarak adlandırılan düzene geçiş ve “yeşil ekonomi” yaklaşımı doğrultusunda ekonomik ve ekolojik açıdan fırsatların bölgeye kazandırılması amaçlanmaktadır.

Çalışmada veri zarflama analizi yöntemi ile etkinlik analizi yapılarak karar verme birimleri olarak belirlenen biyogaz tesisinin etkinlik durumlarının ortaya koyulması amaçlanmaktadır. Girdi odaklı yapılan bu analiz ile daha sonra etkin olmayan tesislerin etkin hale getirilmesi için girdi miktarlarında yapılması gereken artış veya azalış oranlarının ortaya koyulması böylelikle tesislerin etkin hale getirilebileceği gösterilecektir. Yapılan analiz sonucunda girdi değerlerinde yapılacak bir artışın çıktı değerlerini etkileme durumunun ölçüğe göre azalan getiri, sabit getiri veya artan getiri durumlarından hangisinin etkili olacağı ortaya koyulacaktır.

1.3. Çalışmanın Katkısı

Çalışmada ele alınan tesisler üzerinden yapılan etkinlik analizi ile daha sonra kurulması planlanan tesislerin etkin ve verimli çalışabilmesi için gereken optimum girdi miktarlarının saptanarak faaliyetlere başlanabilecektir.

Çalışmanın tamamlanması ile organik atıkların değerlendirilmesine yönelik biyogaz tesislerinin planlanmasına yeni bir bakış sunulacaktır. Tesis üretim prosesini etkileyen faktörler ışığında farklı senaryolar halinde modelleme çalışması yapılarak teorik değerlerin pratikte uygulanabilirlik oranı hakkında yaklaşım oluşturulacaktır. Aynı zamanda daha sonra yapılacak çalışmalara temel olacaktır.

Ek olarak daha önce veri zarflama analizi yönteminin biyogaz tesislerinin etkinliklerini ortaya koyulması amacı içinde kullanılan bir çalışmaya rastlanmadığından dolayı çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.4. Çalışmanın Organizasyonu

Çalışmada, öncelikle çevre üzerinde görülen sorunlar ve bu sorunlar için alınan önlemlerden bahsedilmiştir. Çevrede olumsuz etkiler bırakacak olan atıkların değerlendirilmesine yönelik kompost ve biyogaz üretimine odaklanılmıştır. Organik atıkların değerlendirildiği bu yöntem ile ekonomide kalkınmanın sağlanmasının yanında çevrenin de tahribata uğramayacağı vurgulanmıştır.

Çalışma teorik bilgilendirmenin yapılmasının ardından veri zarflama analizi yöntemi ile biyogaz üretimi yapan tesislerin etkinlik analizi yapılmıştır. Verilerin güvenilirliğinin yüksek olması için bütün tesislerin girdilerinde ÇED raporları verileri, çıktı değeri için ise excel hesaplaması kullanılmıştır. Veri zarflama analizi yönteminde karar verme birimlerinin yeterli sayıda olmasına dikkat edilmiştir. Analizin güvenilirliğini zayıflatmayacak şekilde girdi ve çıktı sayılarının toplamının iki katı karar verme birim sayısını verecek şekilde organize edilmiştir.

Çalışma dokuz ayda sonuçlandırılacak şekilde planlandı. Literatür taraması ve derlemenin geliştirilmesi, veri toplama araçlarının geliştirilmesi ilk üç aylık dönemde, uygulamanın yapılması, verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması ikinci üç aylık dönemde ve tez metninin yazılması üçüncü üç aylık dönemde tamamlanmıştır.

1.5. Literatür Araştırması

Sanayileşme sürecine girilmesiyle birlikte toplumlar arası rekabet üstünlüğü kurma çabası çevrede tahribata sebep olmuştur. Ancak 1970’li yıllara gelindiğinde verilen bu zarar fark edilip çevreyi korumaya yönelik alternatiflere yönelim söz konusu olmuştur. Toplumların gelişmişlik düzeyi arttıkça enerji ihtiyacının da artmasından dolayı yeni yönelimler çevreye zarar vermeyen enerji kaynaklarına doğru olmuştur. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılabilen organik atıkların değerlendirildiği biyogaz tesislerinin etkinlik durumlarının veri zarflama analizi yöntemi ile ortaya koyulması amaçlanmıştır. Bu yöntemin biyogaz tesislerinin etkinliklerinin ölçümünde kullanıldığı çalışmaya rastlanmamıştır. Aşağıda atıkların değerlendirildiği çalışmalar, veri zarflama analizi ve bu yöntemin enerji alanında uygulandığı çalışmalar özetlenmiştir:

Atıkların değerlendirilmesi yönünde çalışmalar her geçen gün giderek artmaktadır. Bu çalışmaların bazılarında atıklardan enerji üretimi üzerine bir inceleme yapılmıştır. Katı atıkların geri kazanımı, bertaraf yöntemlerinden düzenli depolama, termal dönüşüm teknolojileri ve biyolojik dönüşüm teknolojileri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Atıklardan elde edilebilecek maddeler kompost, enerji ve geri kazanılabilir maddelerdir. Artan nüfus ve teknoloji ile birlikte enerjiye daha çok ihtiyaç duyulmaktadır. Bir çalışmada düzenli depolama, yakma, gazlaştırma ve anaerobik çürütme teknolojileri incelenerek, bu teknolojilerin teknik ve ekonomik analizlerinin yapılması amaçlanmıştır (Akpınar Nergiz, 2006).

Nezir Aydın’ın katı atık yönetimine ilişkin çalışmasında katı atıklar ele alınıp zararları üzerinde durulmuştur. Katı atık yönetimi hakkında bilgi verilirken atıkların bertaraf ve uzaklaştırılmasında karşılaşılan sorunun atık miktarlarının aynı oranda çıkmamasından kaynaklandığı vurgulanmıştır. Ayrıca her dönem aynı miktarda çıkmayan atıkların taşınmasında maliyet artışı istenmeyen bir durum olduğundan dolayı bu soruna lineer bir model ile çözüm sunulmuştur. Bulanıklaştırılan modelde simetrik bulanık lineer model yöntemi kullanılmıştır (Aydın, 2007). Kullanılan model sayesinde yatırım ve maliyet tutarı belirsizliği ortadan kaldırılmıştır.

Böylelikle maliyet minimizasyonu sağlanarak ekonomik ve çevresel anlamda katı atık yönetimine katkı sağlanmıştır.

Atıkların biyogaz üretimi ile değerlendirilmesine yönelik başka bir çalışmada Kırgızistan'ın konu ile ilgili potansiyeli incelenmiştir. Biyogaza yönelik çalışmaların yavaş olmasının sebebinin halkın yoksulluğundan ve hükümetin desteğinin azlığından kaynaklı olduğu belirtilmiştir (Çebi ve Mamatov, 2007). Biyogazın ekonomik değerine ek olarak enerji açığının kapatılması, sürdürülebilir kalkınma ve çevre sorunlarının çözümü için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmenin gerekli olduğunu savunan bir çalışmada biyogazın oluşum aşamaları, üretimini etkileyen faktörler ve atıkların biyogaz üretiminde kullanımı incelenmiştir. Devlet destekleri ile olumlu sonuçlar elde edileceğinin üzerinde durulmuştur (Korkmaz, Aykanat ve Çil, 2012). Benzer şekilde organik atıklar kullanılarak biyogaz üretiminin hem çevresel hem de yenilenebilir enerji açısından önemli olduğunu vurgulayan bir çalışmada devlet teşvikleri ile bu yöntemin uygulanabilir olduğu belirtilmiştir. Türkiye ve Avrupa'da biyogazın durumu ele alınarak dünya genelinde yaygın bir yöntem haline geldiği, tesislerin kurulumu ile önemli oranda enerji kazanımının elde edileceği vurgulanmıştır (Yıldız ve diğerleri, 2009). Ormansızlaştırmayı önlemek, hava kirliliğini azaltmak ve toprağın verimini yükseltme avantajlarına sahip olan biyogaz enerji kaynağı olarak Çin, Tayland, Nepal, Hindistan, Bangladeş, Pakistan gibi Asya'daki bazı ülkelerde yerli biyogaz üretimi için programlar yapılmaktadır (Scarlet, Dallemand ve Fahl, 2018). Atık yönetiminde biyometanizasyon teknolojisinin incelendiği çalışmada biyogaz tesislerinin avantajları ele alınarak dünyadan konu ile ilgili örnekler incelenmiştir. Teşvik ve bilincin artması gerektiği vurgulanmıştır (Sayın ve Erdoğan, 2011).

Veri Zarflama Analizi, birden fazla girdi ve çıktı karşılaştırılmasıyla performansın ölçüldüğü doğrusal programlamaya dayalı bir yöntemdir. Analiz CCR ve BCC modellerine dayanmaktadır. CCR modeli ile karar verme birimlerinin sabit getiri altında toplam etkinliği ölçülürken BCC modeli ile karar verme birimlerinin yerel teknik etkinlikleri ölçülmektedir (Ergülen, Kazan ve Ünal, 2019). Bu yöntem eğitim, bankacılık, sağlık, savunma, imalat, taşıma, yönetim bilimleri, elektrik üretimi ve şirket karşılaştırmalarında kullanılmaktadır (Karaemir, 2013).

Veri zarflama analizi 1957 yılında Charnes ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş CCR modeli ile formüle edilmiştir. Bu yöntemin kullanılabilmesi için karar verme birimlerinin benzer nitelikte olması gerekmektedir. Bir sonraki adımda karar verme birimleri tarafından kullanılan girdi ve çıktı elemanlarının seçilmesiyle birimlerin etkinlik durumları analiz edilmektedir (Emre, 2014).

Son yıllarda veri zarflama analizi enerji ve çevresel alanda üzerine odaklanılan bir yöntem olmuştur. Fakat CCR modelde girdiler ve çıktılar serbestçe belirlendiğinden dolayı fosil yakıtla çalışan bir elektrik üretim tesisi gibi tesislerde sülfür dioksit üretimi de gerçekleşeceğinden dolayı gerçek üretim sürecinde bu yöntem her zaman doğru olmayabilir. Dolayısıyla istenmeyen çıktıları veri zarflama analizine dahil edebilmek için veri çevirisine ve geleneksel veri zarflama analizine dayanan ve orijinal verileri kullanıp zayıf atılabilirlik referans teknolojisine dayanan iki yöntem geliştirilmiştir (Zhou, Ang ve Poh, 2008).

Ekolojik verimliliğin ölçülmesi, faaliyetlerinin, ürünlerinin veya hizmetlerinin çevre üzerindeki etkilerini kontrol ederek sağlam çevre performansına ulaşmayı hedefleyen şirketlerin çevre yönetimi yapabilmeleri için önem taşımaktadır. Ekolojik verimlilik çevresel performans göstergeleri karşılaştırılarak ölçülebilmektedir. Veri zarflama analizi yöntemi karşılaştırmaları desteklemek için yüksek bir potansiyel gösterdiğinden dolayı çevresel analizlerde de kullanılabilen bir tekniktir (Dyckhoff ve Allen, 2001).

Klasik veri zarflama analizi ile kategorik veri zarflama analizi modellerinin enerji verimliliği üzerinde incelemesinin yapıldığı bir çalışmada AB'ye üye ülkeler ve Türkiye dahil olmak üzere 29 ülkenin enerji verimliliği incelenmiştir. Enerji tüketimi çok olan ülkelerin refah seviyesinin daha yüksek olduğu günümüz koşullarında Türkiye'nin enerjisini verimli kullandığı sonucuna varılmıştır (Taşköprü, 2014).

Veri Zarflama Analizinin, çevre ve enerji alanında kullanıldığı bir çalışmada rüzgar enerjisi üretimi yapan santrallerin etkinlikleri ölçülmüştür. Santral kurulum maliyeti, rüzgar hızı ve rüzgar kapasite faktörü girdi değişkenleri, sayaç kapasite kullanım oranı ve yıllık kazanç değerleri çıktı değişkenleri olarak ele alınmıştır. Yapılan analiz sonucunda rüzgar enerjisi santrallerinin etkinliklerinin fazla

irdelenmediği, santrallerin tamamının etkinliklerinin incelendiği bir çalışmanın olmadığı ve santrallerin genel olarak etkin çalıştığı görölmüştür (Ömürgönölşen, Emre ve Atıcı, 2016).

Günümüz rekabet koşulları altında işletmelerin varlıklarını sürdürüp pazarda pay edinebilmeleri için kaynaklarını etkin kullanmaları gerekmektedir. Çalışmamızda da biyogaz tesislerin etkin halde çalışmalarının mümkün olduğunu göstermek amacıyla kullandığımız veri zarflama analizi ile girdi ve çıktıların doğru kodlanmasıyla verimlilik doğru ölçölmüş olacak ve etkin durumda çalışmayan işletmelerin etkin hale gelmesi sağlanmaktadır (Depren, 2008).



BÖLÜM II

2. KÜRESELLEŞME ve ÇEVRE

Küreselleşme, dünya milletlerinin ekonomi, siyaset, iletişim gibi konularda birbirlerine bağlanması, bütün olmasıdır (TDK Güncel Türkçe Sözlük, 2012: Erişim Tarihi: 23.09.2019). Küreselleşme kavramı, günümüzdeki anlamıyla ilk kez “The Economist” dergisi tarafından 4 Nisan 1959 tarihinde kullanılmıştır. 1962 yılında McLuhan “küresel köy” kavramını kullanarak dünyanın bir bütün haline geleceğini savunmuştur (Aktel, 2001:95).

Dünyanın bütün haline gelme süreci aslında insanların mağaralardan kopması ile başlamıştır. Ancak ilerleyen zamanlarda küreselleşme toplumları ekonomi, siyaset, bilim, teknoloji ve çevre alanlarında da etkilemiş ve bu etki alanı içinde toplumlar arasındaki bütünleşme daha belirgin hale gelmiştir (Kaypak, 2011:19).

Sanayileşme dönemi ile endüstri toplumuna geçiş, iletişim, ulaşım, artan yaşam kalitesi, teknoloji alanında yaşanan gelişmelerden dolayı toplumlar birbirine bağlanırken, hızla artan nüfus, artan üretim/tüketim isteği ve toplumlar arası rekabet üstünlüğü elde etme çabası gibi faktörler doğada sınırsız kaynak olmadığı için beraberinde olumsuzlukları da getirmiştir. Küreselleşme sürecinin beraberinde getirdiği doğaya üstünlük kurma şeklindeki bu ilerleyiş ile insan doğal dengeyi bozan en büyük güç haline gelmiştir ve sonuç olarak doğanın maruz kaldığı tahribat her geçen gün artmıştır.

Doğa, “insan faaliyetlerinden bağımsız olarak kendini durmaksızın üretip değiştiren, canlı ve cansız varlıkların içinde olduğu doğal kaynakların sağlanmasına ek olarak üretim yapılan toprak, deniz gibi atmosferin bir kısmının olduğu ortamdır” (TDK, İktisat Terimleri Sözlüğü, 2004 Erişim Tarihi:02.09.2019).

Çevre, insan ve doğanın bileşimi olup “canlıların içinde olduğu yerküre olarak, var oldukları andan itibaren ilişkilerinin devam ettiği, birbirleri ile etkileşim halinde oldukları biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortam” olarak

tanımlanmaktadır (TDK, İktisat Terimleri Sözlüğü, 2004 Erişim Tarihi:02.09.2019; Resmi Gazete, Çevre Kanunu, 1983:5909).

Kendi doğal düzeni içinde dengesini koruması beklenen doğaya insan faaliyetleri ile dışarıdan müdahale edilmesi, kaynakların azalmasına ve önlem alınmadıkça tükenmesine, bütün atmosferin dengesinin sarsılmasına neden olmaktadır. İnsanın çevresi ile sürekli etkileşim halinde olmasına rağmen çevre üzerinde dominant güç haline gelmesi hem neslimizi hem de gelecek nesillerin refahını tehdit etmektedir.

Ülkeden ülkeye farklılık göstermekte olan sanayileşme ve teknolojik ilerlemeler her ne kadar kalkınmanın önemli bir göstergesi olsa da altyapı ve kirlilik kontrolünün olmadığı yerlerde nesilleri olumsuz etkileyecek çok ciddi çevre felaketlerine neden olmaktadır. Bu olumsuzluklar, önlem alınmadığı takdirde sorunların geçmişte tanık olunmamış boyutlarda şiddetlenmesine ve küresel bir nitelik kazanmasına zemin hazırlamaktadır (Türe, 2009:3).

2.1. Küreselleşmenin Çevreye Etkileri

Küreselleşme sürecine girilmesiyle toplumlar arasında sınırlar kalkmıştır. Bu durum yaşanan ilerlemelerin ve sorunların bütün toplumları etkilemesine sebep olmuştur. Küreselleşmenin negatif sonucu olarak toplumların çevrelerinde faaliyetlerine tedbir almadan devam etmesi ile sera gazı emisyonunda artış, ozon tabakasında incelme, sıcaklıklarda yükselme, küresel ısınma kaynaklı olarak iklim değişikliği, flora ve faunanın doğal düzeninin bozulması sorunlarına ek olarak doğal kaynakların hızlı bir şekilde plansızca tüketildiği ve atık miktarının artmasıyla çevre kalitesinin bozulduğu bir ortam ile karşılaşmaktadır (Öztürk, 2002:48).

2.1.1. Sera Gazı Etkisi

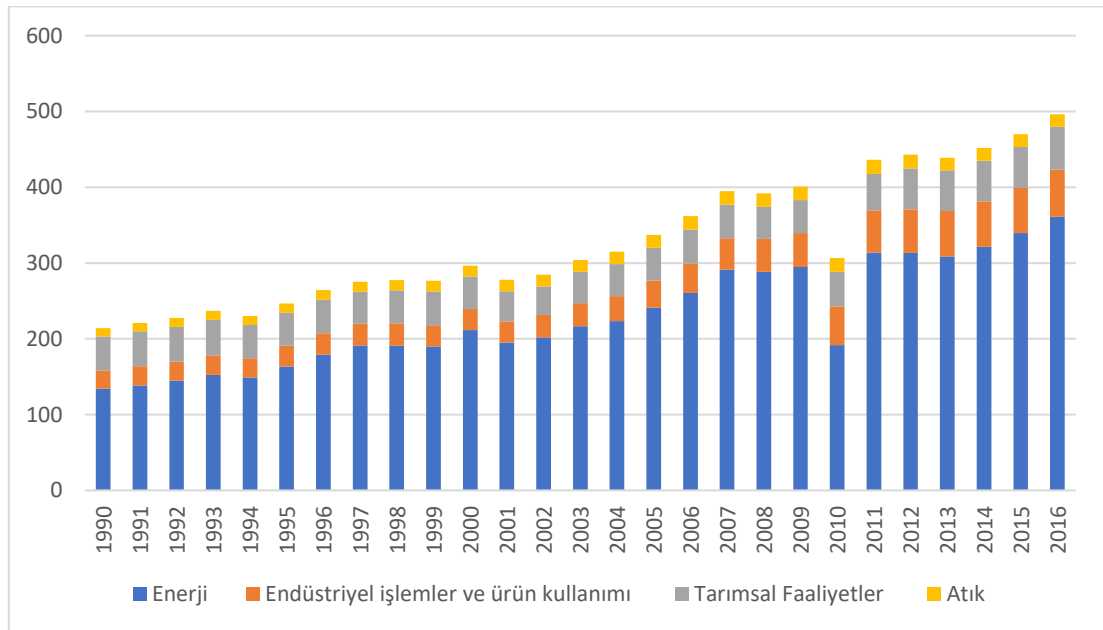
Bütün varlıkların içinde bulunduğu atmosfer; CO₂ (karbondioksit), CH₄ (Metan), N₂O (Diazotoksit), O₃ (Ozon) ve CFC (kloroflorokarbon) gibi gazlardan oluşmaktadır. Bu gazlara sera gazı adı verilmektedir ve sera gazları dünyadan yayılan ısının (kızılötesi ışığın) bir kısmını tutarken bir kısmını geri yansıtırlar. Böylelikle ısınan ve ısıyı tutabilen atmosfer, dünya üzerindeki suların donmasını

engellemektedir. Bu olaya “sera etkisi” adı verilmektedir (Akın, 2006:30; Bilimgeç TÜBİTAK, Erişim Tarihi:20.08.2019).

Sera gazı atmosferi canlıların yaşamlarına devam edebileceği dereceye getirmektedir. Şöyle ki; sera gazlarının atmosferde olmaması durumunun sıcaklıkları 33 derece düşüreceğinin tespit edilmesiyle birlikte sıcaklık dengesinin sera gazları tarafından korunduğu sonucuna varılmıştır.

Ancak normalde %0,1’den az olan sera gazının artış göstermesi de gelecek için arzu edilen bir durum değildir (Akın, 2006:30-33). Buna rağmen gazlar normal süreçlerde oluşmasının yanında insanlar tarafından yürütülen faaliyetlerde de ortaya çıkarak sürekli artış göstermektedir. İnsanların sebebiyet verdiği sera gazındaki artış;

- Karbondioksit (CO₂) emisyonu olan kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil kaynakların elektrik, ulaşım ve iletişim gibi pek çok alanda kullanılması,
- Arazi kullanımı değişiklikleri (ormansızlaştırma)
- Atıkların ortadan kaldırılması için araziye doldurulma yönteminin seçilmesiyle metan gazının salınımının ortaya çıkması (CH₄) ve endüstriyel florlu gaz kullanımı faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır (Avrupa Çevre Ajansı, 2019 Erişim Tarihi: 04.10.2019).



Şekil 2.1.: Türkiye’de Seragazı Salınımlarının Sektörlere Göre Kırılımı 1990-2016
Kaynak: İklim Haber, 2018, (Erişim Tarihi:04.10.2019)

TÜİK'ten (Türkiye İstatistik Kurumu) elde edilen verilere göre Şekil 2.1.'de görülmektedir ki, 1990-2016 yıllarını kapsayan grafik incelendiği zaman sektörlere göre karbondioksit (CO₂) emisyonlarında en fazla payı sırayla enerji, endüstriyel ürün kullanımı, arazi kullanımı değişiklikleri (ormansızlaştırma-tarımsal faaliyetler) ve atıklar almaktadır.

Atmosferde bulunan CO₂ (karbondioksit), CH₄ (Metan), CFC (kloroflorokarbon) ve ozon gibi gazların emisyonlarında normalden fazla olan artıştan dolayı küresel ısınma yaşanmaktadır (Demir, 2009:38). Küresel ısınma sebebiyle dünya üzerinde sıcaklığın artmasına ek olarak buzulların erimesi, iklim değişikliği ve deniz seviyesinin yükselmesi sorunları ile karşı karşıya kalınmaktadır (Akın, 2006:31-34). Dolayısıyla bütün ekosistemin küresel ısınmadan etkilendiği görülmektedir.

2.1.2. Doğal Yaşam Alanlarının Tahribi

Küreselleşme ile insan kaynaklı faaliyetlerin sebep olduğu çevresel problemlerden bir diğeri doğal yaşam alanlarının tahrip olmasıdır. Jared Diomand "Çöküş" adlı kitabında geçmişteki uygarlıkların çevre problemlerinden dolayı kendi sonları ile karşılaştıklarını belirtmiştir (Diamond, 1995:99).

Refah seviyesini yükseltmek amacıyla çevrenin yüksek tahribata uğraması, toplumların geleceğini tehdit etmektedir. Ekolojik denge göz önünde bulundurulmadan topraklarımızın bilinçsizce kullanılması ekonomik ve biyolojik açıdan zarara sebep olmaktadır.

Doğal yaşam alanlarında tahribata neden olan faaliyetlerden biri ormansızlaştırmadır. Ormansızlaştırma bitkilerin yok edilmesi suretiyle oluşturulan boş alanlarda sanayileşme ve gelişme gibi amaçlar uğruna yapılmaktadır. Bu tür yanlış arazi kullanımı dolayısıyla dünyada toprakların %26'sı tahrip olmaktadır. Yaşam alanlarının doğal yapısının bozulması sonucunda erozyon, sel, çölleşme gibi afetlerin yaşanması ve ileride açlık, susuzluk, yoksulluk gibi problemler ile daha çok karşılaşılması ihtimalleri yükselmektedir (Doğan, 2011:63).

2.1.3. Flora ve Fauna

Dünya üzerinde coğrafyanın belli bir kısmında yaşayan hayvan topluluğu fauna, bitki topluluğu flora olarak adlandırılmaktadır (Kurnaz ve Babür, 2018:412). Ancak bütün canlıların yaşam ortamları belli iken iklimin değişiklik sürecine girmesi bütün canlı sisteminin düzeninin bozulmasına sebep olmaktadır.

Küresel ısınma nedeniyle artan sıcaklık ve buna paralel yaşanan kuraklık bitki türlerinin ortamını olumsuz etkilemektedir. Yaşanan kuraklık ile yağış miktarında azalma görülmekte ve toprakta flora grubunun ihtiyacını karşılayacak su azalmaktadır. Sonuç olarak kuraklık, topraklarda bitki türlerinin azalması hatta yok olması sorunlarına sebep olmaktadır (Kaplunan, 2013:491).

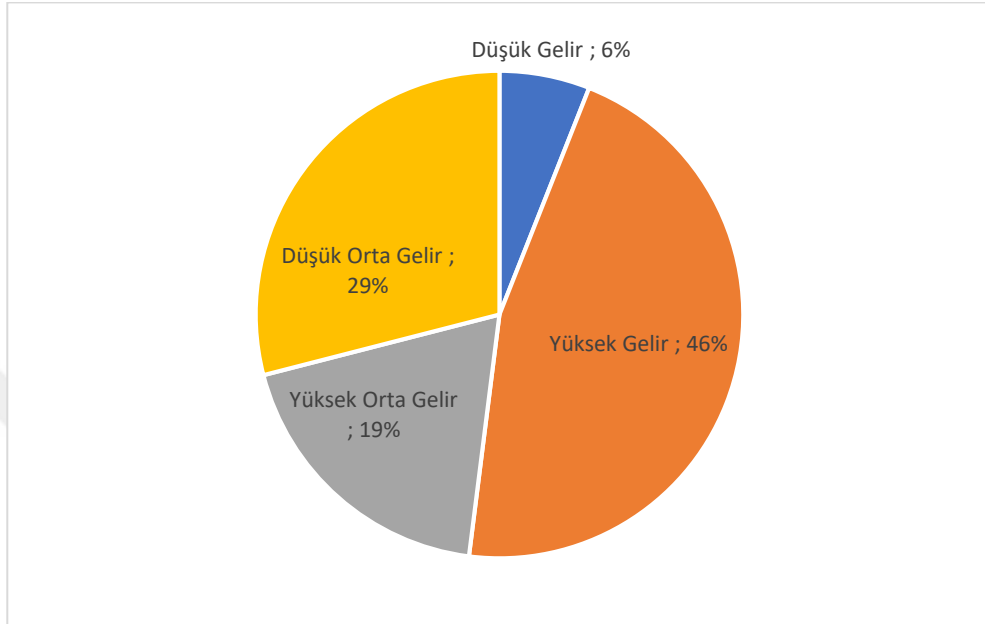
Yaşanan iklim değişikliği aynı zamanda faunanın da olumsuz etkilenmesine ve biyolojik çeşitlilik üzerinde baskı oluşmasına sebep olmaktadır. İklimin değişmesiyle ikame edilmesi mümkün olmayacak şekilde hayvanlar mobilize olmakta ve doğal ortamlarından ayrılarak farklı ortamlara uyum sağlamaya çalışmaktadırlar. Bu çaba bölgede bulunan farklı bir hayvan türünün varlığını tehdit etmekte ve nesillerin tükenmesine sebep olmaktadır.

2.1.4. Atık Miktarının Artması

Küreselleşmenin itici güç olduğu kalkınma çabaları, toplumlar arası rekabet ortamında atık madde miktarını artırmıştır. Bu problem sanayileşmenin artması ile orantılı olarak artmış ve geri dönüşü çok zor olan ya da olmayan sonuçları doğurmuştur.

Birçok ülke atıklar için düzenli depolama işlemini yaygın biçimde uygulamakta ve ekonomik bir yöntem olarak görmektedir. Depolama işlemi için genellikle düşük rakımlı su kaynaklarına yakın bölgeler tercih edilmektedir. Ancak atıkların düzenli yönetim sistemine tabi tutularak değerlendirilmemesi su kirliliği ve kötü koku oluşumuna ek olarak zararlı bakterilerin üremesine, çevre kirliliğine ve salgın hastalıkların artış göstermesine sebep olmaktadır (BilgiUstam, 2006; Pradhan, 2010:66).

Atık miktarlarındaki artış ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile doğru orantılı ilerlemektedir. Dünya Bankası'nın yaptığı sınıflandırmaya göre ülkeler kişi başına düşen milli gelirlerine göre dört gruba ayrılmaktadır;



Şekil 2.2.: Ülkelerin Kişi Başına Düşen Milli Gelirlerine Göre Gruplandırılması

Kaynak: Dünya Bankası, 2012

Gelir seviyesi düşük olan ülkelerde kişi başına günlük oluşan atık miktarı; 0,4 ile 0,6 kg iken gelir durumu orta olan ülkelere bu oran 0,5 ile 0,9 kg arasındadır, gelir seviyesi yüksek olan ülkelere 0,7 ile 1,8 kg arasına çıkış söz konusudur ve Türkiye gelir seviyesi orta olan ülkeler arasındadır (Aykol, 2008:8). 2004-2008 yılları arasında en fazla atık BM ve Almanya'da oluşmuştur. En az atık ise Malta, Kıbrıs ve Letonya'da oluşmuştur (Avrupa Çevre Ajansı, 2014).

TÜİK'ten elde edilen verilere göre ülkemizde 1960'lı yıllarda yılda 3-4 milyon ton arası atık açığa çıkarken gelişmişlik düzeyinde ilerleme meydana geldikçe atık miktarı artmaya devam etmiştir ve 1994 yılında 17,8 milyon ton olan atık miktarı 2016 yılına gelindiğinde 31,58 milyon tona yükselmiştir (TÜİK, Erişim Tarihi: 20.08.2019; Yaman, 2012:340).

Tablo 2.1.: Yıllara Göre Türkiye'nin Atık Miktarındaki Değişme

	1994	1996	1998	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016
Toplanan Belediye Atıkları (milyon ton)	17,8	22,48	24,95	25,37	25,01	25,28	24,36	25,28	25,85	28,01	31,58
Düzenli Sahalarına Belediye Atıkları	0,81	2,85	5,26	7,05	7,00	9,43	10,95	13,75	15,48	17,81	19,34
Toplanan Atıkların Depolama Tesislerine Götürülme Oranı (%)	4,6%	12,7%	21,1%	27,8%	28,0%	37,3%	45,0%	54,4%	59,9%	63,6%	61,2%

Kaynak: TÜİK, <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeIstatistik/tabloOlustur.do>; (Erişim Tarihi: 20.08.2019)

Tablo 2.1.'e göre toplanan belediye atıklarında, düzenli depolama sahalarına götürülen atık miktarında ve toplanan belediye atıklarının düzenli depolama tesislerine götürülme oranında 12 yıllık süre içinde artış gözlemlenmektedir. Bu durum atıkların çevreye direkt bırakılmaması gerektiği yönündeki çabaların arttığını göstermektedir.

Atık miktarındaki artış çevreyi tehdit eden bir unsur olsa da ülkemizin 2020 hedeflerine göre atığı önlemek ve atıkları kaynak olarak kullanmak önceliğimizdir. Çöp olarak adlandırılan atıkların ekonomik değerinin göz önünde bulundurulması ve sürdürülebilir kullanıma uygun hale getirilmesi çabaları toplumlara tehditleri fırsata dönüştürme avantajını kazandıracaktır. Atık sektörünün değerinin anlaşılması ile birlikte özellikle gelişmiş ülkelerde yenilik ve dönüşüm çalışmalarına istikrarlı bir şekilde devam edilmektedir.

Açığa çıkardıkları atık miktarına bakılmaksızın bütün ülkelerin ortak amacı; sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir çevre için atık miktarını azaltmak, atıkları ekonomiye kazandırmak, kirliliği önlemek, en verimli atık yönetim sistemini oluşturmak, atıkların kullanımı ile kalkınmaya ve çevreye aynı anda katkı sağlamak, gelecek nesiller için uygun bir refah ortamı bırakmaktır. Bunun için geliştirilen politikalar yetkili merciler tarafından çeşitli mevzuatlarla kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır.

2.2. Çevresel Hareketler

Çevresel problemler 2. Dünya Savaşı'ndan (1 Eylül 1939) sonraki dönemde toplumlarda sadece kalkınmaya odaklanması sebebiyle oluşmaya başlamıştır. Kontrolsüzce tüketim yapılmış, nüfus hızla artış göstermiş ve endüstriyel gelişmeler hız kazanarak plansız kalkınma sürecine girilmiştir (Özmehmet, 2008:2).

Ekolojik tahribat bütün dünyayı tehdit eder hale gelince 20. yüzyılın ikinci yarısı itibariyle önemli bir sorun olarak toplumların odaklandığı konu haline gelmiştir. Küreselleşmeden ötürü sınırların kalkmış olması durumu da problemlerin çözümü için uluslararası boyutta ortak çözüme gidilmesine sebep olmuştur.

Çevrenin maruz kaldığı tahribatın sadece “kirlilik” olarak görülüp farkındalık düzeyinin yetersiz kalması üzerine gelişmişlik ve daha az gelişmişlik problemleri ile “sürdürülebilir kalkınma” temelli değerlendirme yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur (Yontar, 2008:479). Dolayısıyla sürdürülebilir kalkınma ve çevre tahribatının önlenmesi amaçlarının ikisini de sağlayacak şekilde harekete geçilmiştir (Güleç Solak ve Pekküçükşen, 2018:654).

Kalkınma ile doğa arasında denge kurulması ve bu dengenin sürdürülebilmesi amacı, “Sürdürülebilir Kalkınma” kavramını ortaya çıkarmıştır. Bu kavram ortaya çıktığı andan itibaren ekonomiden politikaya kadar bütün alanlar üzerinde uygulanmaya çalışılmıştır. Sonraki nesillerin geleceğini koruyan sürdürülebilir kalkınma “iktisadi gelişme sürecinin, çevre kirliliği, doğal kaynakların tüketilmesi gibi sorunlara yol açığının fark edilmesi üzerine, bugünün iktisadi büyüme ve kalkınması gerçekleştirilirken, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılayabilmelerine olanak tanınması için özellikle yenilenemez kaynakların kötü kullanımından kaçınılması gereği üzerine odaklanan kalkınma anlayışı” olarak tanımlanmıştır (TDK, BSTS/İktisat Terimleri Sözlüğü, 2004).

Sürdürülebilir kalkınma temelli olarak çevresel tahribatın önüne geçilmesi amacıyla Birleşmiş Milletler (BM), 1970’li yıllarda “çevre bilinç odaklı” anlayışlara geçmiştir. Bu anlayışa OECD (Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü), AB (Avrupa Birliği) ve diğer gönüllü kuruluşlar da öncülük etmişlerdir (Özdemir, 2009:3).

Bu doğrultuda 1 Ocak 1970 tarihinde ABD’de Ulusal Çevre Politikası Kanunu ile ÇED federal projeler için bir zorunluluk haline gelmiştir. Ayrıca “Temiz Hava Kanunu, Temiz Su Kanunu, Toksik Maddeleri Kontrol Kanunu” ile ABD’de çevre sorunlarının çözümü için ilerleme kaydedilmesi amaçlanmıştır.

1971 yılında İsviçre’de kalkınma ve çevre konularının birlikte ele alınmasına odaklanan Founeks Raporu yayınlanmıştır. Aynı zaman diliminde OECD Konseyi “kirleten öder” prensibinden yola çıkarak Uluslararası Çevre ve Kalkınma Enstitüsü’nü Britanya’da kurmuştur (Duygu, 2005:591).

1970’li yıllarda uluslararası anlamda çevre ve kalkınma konularının ele alındığı ilk kapsamlı girişim “Stockholm Konferansı” olmuştur. 1972 yılında Birleşmiş Milletler (BM) tarafından düzenlenen konferans pek çok ülkenin temsilcilerinin katılımı ile gerçekleşmiştir. Uluslararası Çevre Konferansı’nın düzenlenmesi fikri gelişmiş ülkelerden geldiğinden dolayı odaklanılan konu

endüstrileşmenin getirdiği çevre problemleri olmuştur. Konferansın başlangıç tarihi 5 Haziran, “Dünya Çevre Günü” olarak kabul edilmiştir (Türe, 2009:182).

1970’li yıllar önlem amaçlı kuralların alındığı bir dönem olurken 1980’li yıllara gelindiğinde Rio Konferansı ile çevre kirliliğinin engellenebilmesi için “maliyet karşılayıcı kullanıcı harçları ve teşvik uygulamaları” yerine “yeşil vergi” yaklaşımının gerekliliği vurgulanmıştır (Özdemir, 2009:7). Bu dönemde hukuki düzenlemeler ile kirliliğin önlenmesi hedeflenmiştir.

1984 yılında OECD Uluslararası Çevre ve Ekonomi Konferansı, 1985 yılında Avusturya’da İklim Değişikliği Konferansı düzenlenmiş ve bu konferansta ozon tabakasının durumu ele alınmıştır.

1987 yılında sürdürülebilir kalkınma anlayışı temeline dayanan “Ortak Geleceğimiz” başlıklı rapor yayınlanmıştır. Aynı yıl ozon tabakasının incelenmesi sorununu ele alan ve kimyasal kullanımını azaltmayı hedefleyen “Monreal Protokolü” imzalanmıştır (Duygu, 2005:593).

Rio Konferansı’nın ardından ortaya çıkan sonuçların takibi ve ilgili paydaşların Binyıl Kalkınma Hedefleri’ne ulaşma çabalarının uyumlu hale getirilebilmesi için 26 Ağustos-4 Eylül 2002 tarihleri arasında Johannesburg’da “Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi” gerçekleştirilmiştir. Zirvede bütünsel bir bakış açısı ile “çevre eğitimi” yerine “sürdürülebilir kalkınma için çevre eğitimi” ifadesinin kullanımına karar verilmiştir. Zirve sonunda sürdürülebilir kalkınma ile ilgili “Gündem 21 Belgesi” imzalanarak 21. yüzyıl için faaliyet planı oluşturmak hedeflenmiştir (Turgut, 2014:141).

1990’lı yıllarda önemi daha çok anlaşılan “sürdürülebilir kalkınma” yaklaşımı sayesinde “günümüz toplumunun ihtiyaçlarına ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarına zarar vermeyecek” uygulamalar ile faaliyetlere odaklanmak kalkınma için birinci koşul haline gelmiştir (Özdemir, 2009:4).

Sürdürülebilir kalkınma anlayışının çevresel problemler ile bütünleşik olarak ele alınması suretiyle kirliliğin önüne geçilmesi için çevre yönetim sistemlerinin

geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyaç doğrultusunda 146 ülkenin üyeliğinden oluşan Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu (ISO) kurulmuştur (Yontar, 2008:479).

1996 yılında oluşturulan bu topluluk tarafından ISO 14001 ve ISO 14000 standartları ile başlangıç yapılmıştır ve standartlarda çevresel etkinin yönetilebilmesi için nasıl özelliklere sahip olunmasının gerekliliği belirtilmiştir. Bu standartlar ile çevrenin korunması amaçlandığından dolayı kirletici salınımların önüne geçilmesinin önemi vurgulanmıştır (Aydın ve Bedük, 2010:405).

2005 yılında Birleşmiş Milletler'in (BM) UNDP ve UNEP örgütleri tarafından "Ulusal Fakirliği Azaltma Stratejilerinin Sürdürülebilir Kalkınma Stratejilerine Bağlanması" toplantısı düzenlenerek fakirliğin önüne geçecek sürdürülebilir kalkınma ve çevre tahribatının bütünsel olarak ele alınması bakış açısı ile ülkelerin sivil toplum kuruluşları, planlama, maliye ve çevre bakanlıkları uzmanları ile çevreye tahribat vermeden kalkınmanın sağlanması için çözüm aranmıştır (Duygu, 2005:590).

Ülkemizde hukuki boyutta çevre ve sürdürülebilirlik kavramlarının birlikte ele alınması 2006 yılında olmuştur. 5491 sayılı Çevre Kanunu'nda "sürdürülebilir kalkınma; bugünkü ve gelecek kuşakların, sağlıklı bir çevrede yaşamasını güvence altına alan çevresel, ekonomik ve sosyal hedefler arasında denge kurulması esasına dayalı kalkınma ve gelişmeyi ifade eder" şeklinde tanımlanmıştır (Resmi Gazete, 2006).

Türkiye'de sürdürülebilir kalkınmaya giden yolda nüfus artışına paralel olarak artan ihtiyacı karşılamaya yönelik üretim düzeyinin doğal kaynaklara zarar vermeden nasıl sağlanacağına odaklanılması ve "küresel düşün yerel hareket et" prensibi içinde çevresel problemlerin önüne nasıl geçileceğine dair çözüm üretilmesi gerekmektedir (Duygu, 2005:590). Böylelikle ülkemizin dışa bağımlılığı azaltılacak, yerli kaynakların kullanımı ile ekonomik kalkınma sağlanacak ve alternatif kaynakların değerlendirilmesi ile çevre problemlerinin önüne geçilebilecektir.

BÖLÜM III

3. ATIK ve ORGANİK ATIK

Her faaliyet alanında gün geçtikçe artış gösteren atık, ilk olarak 1983 yılında çıkarılan 2972 sayılı Çevre Kanunu ile mevzuata dahil edilmiştir. İlgili mevzuatta atık, “çeşitli faaliyetler neticesinde oluşan, doğal çevreye terk edilmiş her türlü madde” olarak tanımlanmıştır (Güleç Solak ve Pekküçükşen, 2018:656).

2015 yılında Resmi Gazete’de yayınlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği’nin 4. maddesine göre “atık, üreticisi ya da fiilen elinde bulunduran kişiler tarafından çevreye bırakılan, atılan veya zorunlu olarak atılmış madde veya materyallerdir” (Resmi Gazete Erişim Tarihi:08.08.2019). Üreticiler ile tüketicilerin günlük faaliyetleri sonucunda oluşan atıklar, insan sağlığına ve ekosisteme zarar vererek bütün toplum için sorun oluşturmaktadır (Bay, 2018:770). Atık miktarında gözlemlenen artış ile beraber ekosistemin ve toplumların da maruz kaldığı zararın boyutu artmaktadır.

3.1. Atıkların Sınıflandırılması

Atık Yönetimi Yönetmeliği’nde atıklar 20 grupta sınıflandırılmaktadır (Resmi Gazete Erişim Tarihi:08.08.2019);

- Madenlerin aratılması, çıkarılması, işletilmesi, fiziksel ve kimyasal işlemler uygulanması esnasında ortaya çıkan atıklar.
- Tarım, hayvancılık, bahçivanlık, ormancılık, gıda üretimi ve gıdaların işlenmesi ile açığa çıkan atıklar.
- Ahşap işleme ve kağıt, karton, kağıt hamuru, sunta ve mobilya üretimi esnasında oluşan atıklar.
- Deri, kürk ve tekstil endüstrisi faaliyetlerinden kaynaklanan atıklar.
- Petrol rafinasyonu, doğalgaz saflaştırma ve kömürün işlenmesi ile açığa çıkan atıklar.
- İnorganik kimyasal işlemlerden kaynaklı atıklar.

- Organik kimyasal işlemlerden kaynaklanan atıklar.
- Astar (boya, vernik ve vitrifiye emaye), yapışkan, yalıtıcı ve baskı mürekkeplerinin imalatı, formülasyon tedarik ve kullanımdan dolayı oluşan atıklar.
- Fotoğraf endüstrisinin faaliyetleri sonucunda oluşan atıklar.
- Isıl işlemlerden kaynaklı atıklar.
- Metal ve buna benzer malzemelerin kimyasal yüzey işlemi ve kaplama işlemleri sonucunda oluşan atıklar; Demir dışı hidrometalurji.
- Metaller ve plastiklerin fiziki ve mekanik yüzey işlemlerinden ve şekillendirme işleminden kaynaklı olarak ortaya çıkan atıklar.
- Yağ atıkları ve sıvı yakıt atıkları (yenilenebilen yağlar ile 5. ve 12. madde hariç)
- Atık organik çözücüler, soğutucular ve itici gazlar (7 ve 8. Madde hariç)
- Atık ambalajlar ile farklı olarak belirtilmemiş emiciler, silme bezleri, filtre gereçleri ve koruyucu kıyafetler.
- Listede farklı bir şekilde belirtilmemiş olan atıklar.
- İnşaat ve yıkım atıkları (Kirlenmiş olan alanlardan çıkarılmış hafriyat dahil).
- İnsan ve hayvanların sağlığı ve bu konularda yapılan araştırmalar esnasında ortaya çıkan atıklar (direkt sağlık ile bağlantılı olmayan mutfak ve restoran atıkları hariç).
- Atık yönetim tesislerinden, tesis dışı atık su arıtma tesislerinden insan tüketimi ve endüstriyel kullanımı için su hazırlama tesislerinden kaynaklanan atıklar.
- Ayrı toplanan fraksiyonlar dahil belediye atıkları (evsel atıklar, benzer ticari endüstriyel ve kurumsal atıklar).

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın atık yönetimi konusundaki çalışmalarına göre atıklar;

- Belediye atıkları,
- Tehlikeli atıklar,
- Ambalaj atıkları,
- Tıbbi atıklar ve

- Özel atıklar olmak üzere beş grupta incelenmektedir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017:8).

3.2. Atık Çeşitleri

Ülkemizde atıklar, “sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma” kapsamında çevreyi koruma amacı içinde yönetilmektedir. Bu amaçla atık yönetimi hiyerarşisi doğrultusunda atıklar farklı sınıflandırmalara tabi tutulmaktadır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017:ix).

Atıkları verimli yönetebilmek adına yapılan sınıflandırmalarda atıklar,

- Bileşimine ve kaynağına göre,
- Üretim, tüketim, fiziksel, kimyasal özelliklerine göre gruplandırılmaktadırlar.

3.2.1. Bileşimine ve Kaynağına Göre Atık Çeşitleri

Atıklar; bileşimine ve kaynağına göre iki grupta incelenebilir. Yapılan bu sınıflandırmada;

Bileşimine göre atıklar;

- Organik 1: Kompostlaştırma işlemine tabi tutulabilen ve yanabilir organikler (bitkisel, hayvansal, kağıt, tekstil atıkları)
- Organik 2: Biyokimyasal ayrışması imkansız ya da çok yavaş olan organikler (odun, kağıt, deri, lastik, kemik, plastik atıklar)
- İnert maddeler: Yanmayan maddelerdir (cam atık, porselen atık, taş, kil).

Kaynağına göre atıklar;

- Evsel atıklar,
- İnşaat atıkları,
- Tehlikeli atıklar,
- Tıbbi atıklar,
- Ambalaj atıkları,
- Atık pil ve akümülatörler

- Atık yağlar,
- Ömrünü tamamlamış lastikler,
- Ömrünü tamamlamış araçlar ve
- Elektronik atıklardan oluşmaktadır (<http://atiksahasi.com/>, Erişim Tarihi: 09.08.2019).

3.2.2. Üretim, Tüketim, Fiziksel, Kimyasal Özelliklere Göre Atık Çeşitleri

Atıklar üretim, tüketim, kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre de sınıflandırmaya tabi tutulmaktadır. Yapılan bu sınıflandırmaya göre atıklar; katı atıklar, sıvı atıklar, gaz atıklar ve ambalaj atıkları olmak üzere dörde ayrılmaktadır (Gündüzalp ve Güven, 2016:2).

3.2.2.1. Katı Atıklar

Katı atıklar, “tüketici ya da üreticilerden kaynaklı, ticari ve endüstriyel faaliyetler neticesinde açığa çıkan, toplumlar tarafından istenmeyen maddelerdir” (Güleç Solak ve Pekküçükşen, 2018:656).

“Katı atıklardan kaynaklanan kirlilik”, etkin toplama sistemlerinin uygulanmaması nedeniyle oluşan, çöplerin dağınık şekilde çıkarılması, çevreye bilinçsizce bırakılması, düzenli toplama sisteminin olmaması, çöp kutusu ve konteynir eksikliği belediyelerin şehir temizliğine özen göstermemesi nedeniyle oluşan kirliliğe verilen addır (Bay, 2018:770).

Katı Atıklar;

- Kentsel katı atıklar
- Endüstriyel katı atıklar
- Tarımsal ve hayvansal atıklar
- Tehlikeli katı atıklar
- Hastane atıkları olmak üzere beş grupta incelenmektedir (Aktepe Genç, 2015:4-5-6-7)

Kentsel atıklar;

- Evsel ve ticari katı atıklar
- Kül ve cüruf atıkları
- İnşaat, hafriyat ve yıkım atıkları
- Özel atıklar
- Arıtma tesisi atıkları
- Park, bahçe ve pazar yeri atıkları olmak üzere kendi içinde altı gruba ayrılmaktadır (Aktepe Genç, 2015:4-5-6-7).

Tehlikeli katı atıklar;

- Radyoaktif atıklar
- Kimyasallar
- Biyolojik atıklar
- Tutuşabilir atıklar
- Patlayıcı atıklar olmak üzere beş alt gruba ayrılmaktadır (Aktepe Genç, 2015:4-5-6-7).

Ayrıca katı atıklar oluşum yerlerine göre incelendiği zaman “evsel, endüstriyel, tehlikeli, özel, tıbbi atıklar ile tarım ve bahçe atıkları, inşaat faaliyetlerinden kalan artıklar ve moloz” olmak üzere yedi bölüme ayrılmaktadır (Gündüzalp ve Güven, 2016:2).

3.2.2.2. Ambalaj Atıkları

Atıkların ağırlık olarak %30’u ve hacimsel açıdan %50’si ambalaj atıklarından oluşmaktadır. Ambalaj atıkları ticari açıdan ve malzeme cinsi açısından ambalaj atıkları olarak ikiye ayrılmaktadır. Ticari açıdan ambalaj atıkları; satış ambalajı, dış ambalaj ve nakliye ambalajı olmak üzere üç grupta incelenirken malzeme cinsi bakımından ambalaj atıkları “kağıt, plastik, kompozit, metal, cam, ahşap ambalaj” olmak üzere altı alt gruba ayrılmaktadır (Gündüzalp ve Güven, 2016:4).

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan 2016 yılı Çevresel Göstergeler raporundaki verilere göre 2006 yılında piyasadaki ambalaj miktarı 1174 (ton) iken bu rakam 2014 yılında 3948 (ton)’e ulaşmıştır. Ancak ele alınan yıllar için

atık miktarı artarken aynı zamanda bilinçlenmede arttığından dolayı çevreyi korumak için alınan önlemler ile geri kazanılan ambalaj atığı 1341 tondan 2453 tona ulaşmıştır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018:71). Ambalaj atıklarının miktarının artma sebebi gelişmişlik düzeyi arttıkça, teknoloji geliştikçe gıda vb. ürünlerde ambalajlama ve paketleme çalışmalarının artmasından kaynaklı olabilmektedir. Hem gelişmişlik düzeyinin korunması hem de çevrenin korunması için diğer atıklarda olduğu gibi ambalaj atıklarının da değerlendirilmesi gerekmektedir.

3.2.2.3. Sıvı Atıklar

Sıvı atıklar, “hastane vb. kurumlarda yürütülen faaliyetlerden açığa çıkan kan, dişçilik faaliyetlerinden kaynaklı yıkama suları, diyaliz makinesi suyu, evlerde temizlik işlerinden çıkan kirli sular ve kanalizasyon suları” gibi atıklardır. Sıvı atıklar fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan ekolojii ve ekosistemi tehdit etmektedir (Karasu, 2013:4-5). Ortadan kaldırma amacıyla sıvı atıklar için genellikle denizlere boşaltma yolu izlenmektedir. Ancak zararları indirgenmeden tekrar doğaya bırakılan bu atıklar hem denizdeki canlı hayatını hem de oksijen oranını düşürerek bütün çevreyi olumsuz etkilemektedir.

3.2.2.4. Gaz Atıklar

Gaz atıklar; havanın doğal bileşimini değiştiren, sis ve toz gibi flora ve faunayı olumsuz yönde etkileyen atıklardır (Özel, 2018:34). Nükleer enerji santrallerinden, sanayi tesis bacalarından, yakma tesislerinden, enerji amaçlı fosil kaynakların kullanımının yapıldığı alanlardan, çöp depolama ve kompostlaştırma alanlarından çıkan tehlikeli gazlar “gaz atıkların” kaynağını oluşturmaktadır (Karasu, 2013:5).

Yürütülen faaliyetler sonucunda çeşitli kaynakların oluşturduğu bu gaz atıklar sera gazı salınımına, asit yağmurlarına, kötü koku oluşumuna, canlı türlerinin ve toprağın zarar görmesine, hava kalitesinin bozulmasına ve küresel ısınmaya sebep olmaktadır (Karasu, 2013:5).

Gaz atıkların zararının en aza indirgenmesi için geri dönüşüm gibi alternatif yollara yönelim artırılmalıdır. Ortaya çıkan gaz atıkların çevreye verdiği zararın en aza

indirgenebilmesi için tesisler şahsi olarak çalışabilmektedir. Bunun için bacalara filtre takılması, fosil yakıtların kullanımının minimuma indirgenmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması alınabilecek önlemler arasında sayılabilmektedir.

3.2.2.5. Organik Atıklar

Atıkların temel olarak 4'e ayrıldığı sınıflandırmanın yanı sıra dünya genelinde değerlendirme potansiyeli yüksek organik atıklar üzerine odaklanılmaktadır. Organik atıklar, bitkisel hayvansal kaynaklı olan atıklardır (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2011:3-4). Hayvansal atıklar azot, bitkisel atıklar ise karbon bakımından zengin olan atıklardır (Yaldız ve Külcü, 2018:9). Bu iki atık türleri şu şekilde çeşitlendirilmektedir:

- Hayvansal kaynaklı atıklar; sığır, at, koyun, keçi gibi büyükbaş ve küçükbaş hayvanlar ile kanatlı hayvanların gübreleri, mezbaha atıkları ve hayvansal ürünlerin işletimi esnasında ortaya çıkmaktadır.
- Bitkisel kaynaklı atıklar; mısır püskülü, mısır atığı, çeşitli bitkilerin işlenmemiş kısımları, şeker pancarı, sap, saman gibi atıklardır (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2018, Erişim Tarihi: 01.11.2019).

Organik atıkların kullanılmasıyla tarım sektörü canlanacak, ekonomik kalkınmaya ve atık miktarındaki azalma ile çevrenin korunmasına katkı sağlanacaktır.

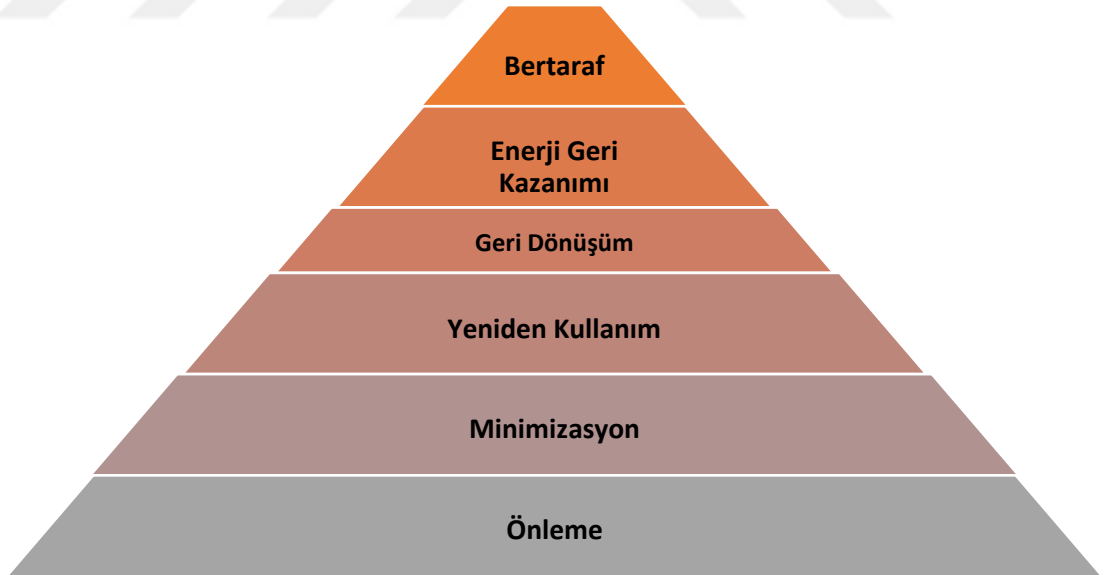
3.3. Atık Yönetimi

Nüfusun artmasına paralel olarak artış gösteren talep ve ülkelerin refah seviyelerini yükseltme hedefleri doğrultusunda atıkların zararlı etkilerinin önüne geçilmesi amacıyla "atık yönetimi" önem kazanan bir yaklaşım olmuştur.

Ülkemizde 2015 yılında yönetmelikte yapılan tanımlamaya göre "atık yönetimi; atığın oluşumunun önlenmesi, kaynağında en aza indirgenmesi, yeniden kullanılması, özelliğine ve türüne göre ayrıştırılması, biriktirilmesi, toplanması, geçici depolanması, taşınması, ara depolanması, geri dönüşümü, enerji kazanımı da kapsayacak şekilde yürütülen geri kazanım, bertaraf, bertaraf işlemi sonrası izleme, kontrol ve denetim faaliyetlerinin tamamından oluşmaktadır" (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015).

Atık yönetiminin öncelikli amacı, atığın oluşmasını önlemek veya ortaya çıkmaması mümkün değilse oluşmuş atıkları en aza indirgerken çevreyi tahribata uğratmamak ve insan sağlığına zarar vermemektir. Toplama, depolama ve bertaraf işlemlerin gerçek hayatta çevreye zarar vermemesinin sağlanması için özellikle gelişmiş toplumlar yasal çalışmalar ile hukuki boyutta yönetmelikler hazırlamaktadırlar ve atık yönetimi sistemine büyük önem vermektedirler (Bay, 2018:771).

Hiyerarşi ve üretici sorumluluğuna temeline dayanan atık yönetimi sisteminde hedefler birincil ve ikincil olmak üzere önceliklere sahiptirler. Bu hiyerarşi sisteminde birincil öncelikle üretim esnasında atığın oluşmasının önlenmesi, önlenemiyorsa azaltılması ve bu atıkların tehlikelilik oranının en aza indirilmesi hedeflenmektedir. İlk hedefler sağlanamadığı takdirde ikincil olarak atığın yeniden kullanımı, dönüştürülmesi ve enerjiye dönüştürülmesi hedeflenmektedir. Bu iki öncelikle atıklar değerlendirilemiyorsa yakma ve depolama işlemleri son tercih olarak kullanılmaktadır (Öktem, 2016:138-139).



Şekil 3.1.: Atık Hiyerarşisi

Kaynak: Etken Danışmanlık “Atık Yönetimi” (2016). (Erişim Tarihi:19.08.2019)

Atık hiyerarşisi yaklaşık 40 yıldır var olan bir sistem olup, herhangi bir özel gösterge olmamasına rağmen uluslararası ve yerel düzenlemelere göre tasarlanmaktadır (Pires ve Martinho, 2019:1).

Atık yönetim sistemleri ihtiyaca göre farklılaşarak yeni stratejiler ortaya çıkarmıştır. Stratejilerde öncelikli olarak maliyet, çevreye verilen zararlar, işe ve işçiye verilen zararların minimum seviyeye indirgenmesi hedeflenerek altı strateji belirlenmiştir. Bu stratejiler;

- Atık bertaraf stratejisi; atıkların belli düzen içinde toplanmadığı, atıkların uzaklaştırıldığı bir yöntemdir. Maliyeti az olan bu yöntemin ekosisteme verdiği zarar diğer stratejiler arasında en fazla orana sahiptir.
- Enerji kazanım stratejisi; atıkların dönüştürülmesi esnasında aynı ürün olarak değerlendirilmeyip enerji kazanımının elde edildiği stratejidir. Ancak maliyeti fazla olabilecek bir yöntemdir.
- Geri dönüşüm stratejisi; atıkların ortaya çıkmasının ardından ayrı olarak toplanması suretiyle geri dönüşüm sürecine geçirildiği bir sistemdir. Ancak bu strateji taşıma ve dönüşüm aşamalarının tamamını içerdiği için maliyeti fazladır. Ayrıca personel tarafından ayırma işlemi gerçekleştirildiğinden dolayı sağlık açısından riskli olabilecek bir stratejidir.
- Yeniden kullanım stratejisi; atıkların farklı bir işlemde geçirilmeden sadece toplandığı ve temizlendiği bir stratejidir. Bu sistemde üretim şekli korunmaktadır (Plastikciyiz.biz, 2016-2019, Erişim Tarihi: 24.10.2019).
- Atık azaltım stratejisi; ortaya çıkan atıkların en aza indirgenmesinin hedeflendiği stratejidir. Bu stratejide çevreye ve canlılara verilen zararın azaltılması hedeflenmektedir. Kullanılan ürünlerin ömürlerinin uzatılmasıyla veya yeniden kullanım ile atıklar azaltılmaktadır (Tungut, 2015:10).
- Atığın önlenmesi ve sıfır atık stratejisi (Er, 2012:4-5).

3.3.1. Entegre Atık Yönetimi (Atık Yönetiminde Sistem Yaklaşımı)

Atık yönetimi, sistem yaklaşımı ile ele alınan bir konudur. Sistem yaklaşımı, atık yönetiminin atık oluşumu, toplama, işleme ve uzaklaştırma gibi unsurlarına ek

olarak enerji, çevre koruma, kaynakların değerlendirilmesi, yenilenemez kaynakların korunması, verimlilik artışı ve istihdam konuları ile bütünlük içinde ele alınmasını gerektiren bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım çevreyi ve insan sağlığını korumakla beraber ekonomik kalkınmanın ve istihdamın sağlanmasına da olumlu katkı sağlamaktadır.

Günümüzde nüfusa paralel olarak enerji talebinde de artış yaşanması, ekonomik üstünlük elde etme hedefi ve dışa bağımlılığın azaltılması gibi gerekçelerden dolayı geleceğin korunması amacıyla atık problemini çözmeye yönelik yöntemlerde “Entegre Atık Yönetimi” planlamalarının geliştirildiği görülmektedir (Özel, 2018:34). Bu yönetim sistemi, yasal mevzuata göre gerekli hususların yerine getirilmesinin yanında belirlenmiş bir atık yönetimi hedefine göre yöntem, teknoloji ve yönetim biçiminin uygulanmasını kapsamaktadır (Güleç Solak ve Pekküçükşen, 2018:656).

Entegre atık yönetimi sisteminin gerçek hayatta işlerliği için hedefleri net ve planlı olmalıdır. Bunun için yerelden uluslararası boyuta kadar her bölgede ekonomik, çevresel ve sosyal durumlar ele alınarak planlama yapılmalıdır (Gündüzalp ve Güven, 2016:5).

Hedeflerine ulaşması beklenen verimli bir entegre atık yönetimi sistemi;

- Bütüncül bir sistem olmalı: Entegre atık yönetimi sistemine göre bir yerleşim yerinde oluşan atığın bileşimini oluşturan bütün maddeleri ve üretim kaynaklarını kapsayacak şekilde planlanma yapılmalıdır.
- Ekonomik değer oluşturabilmeli: Katı atık sisteminden sağlanabilecek ekonomik değerler, geri kazanılabilir malzeme, kompost ve biyogaz (düzenli depolama ve anaerobik kompost) gibi çıktılardır. Bunlardan elde edilecek gelir, piyasa şartları ve yapılacak yatırımın maliyeti ile bağlantılı olduğu için planlama aşamasında ekonomik analizin dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir.
- Esnek olmalı: Entegre atık yönetim sistemi, çevresel, mekansal ve atık özelliklerinde zamana bağlı olarak oluşabilecek değişikliklere uyum sağlayabilecek şekilde esnek olmalıdır.

- Bölgesel planlama yapılmalıdır: Planlamanın verimli olması, toplanacak atık miktarına bağlıdır. Atık miktarı ise nüfusa bağlıdır. Bu sebeple büyükşehirler haricindeki yerleşim alanlarında bölgesel planlamalar yapılmalıdır.
- Ulusal çevre sektörü oluşmalıdır: Hedeflere ulaşılabilmesi için mahalli idareler, kamu ve özel sektörün tüm birikimlerinin sinerjisiyle büyüyen dinamik bir çevre sektörü oluşturulmalıdır. Çevre koruma konusunda ihtiyaç duyulan her türlü makine, ekipman, mühendislik-müşavirlik ve taahhüt hizmetlerinin kurumsallaşması gerekmektedir (Atık Eylem Planı 2008-2012).

3.3.2. Katı Atık Yönetimi

Atıkların artması sorunu “katı atık yönetimi” adı verilen bir sistemi ortaya çıkarmıştır. Bu sistemde, farklı teknoloji ve disiplinler bir arada kullanılarak katı atıkların çevreye ve nesillere zarar vermesinin engellenmesi hedeflenmektedir.

Katı atık yönetiminin ana ilkelerine göre;

- Mümkün olduğu kadar az atık üretilmeli,
- Açığa çıkması önlenemeyen atıklar geri kazanılmalı veya
- Çevreye zarar vermeden bertaraf edilmelidir.

Atık miktarının artmasına paralel olarak atıkların çeşitlerinde de artış meydana gelmektedir. Dolayısıyla katı atık yönetimi stratejisinde bu hedeflere ulaşmaya çalışılırken atıklar karıştırılmadan atığın türüne göre yöntem ve ekipmanlar geliştirilmelidir (Özel, 2018:35).

Katı atık yönetimi, uygun araçlar sayesinde katı atıkların hacimlerinin küçültülmesi ve toksik özelliklerinin düşürülmesi, kalan atıkların ise çevreyi tahribata uğratmadan ortadan kaldırılması veya geri kazanım yöntemi ile kaynakların etkin yönetimi temeline dayanmaktadır.

Bu sistemin yürütülüş biçimi toplumların kalkınmışlık seviyesine bağlı olarak farklılık göstermekte olup ülkemizde belediyeler aracılığı ile yürütülmektedir.

5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 3. bölüm 14. maddesinde “Belediye mahalli müşterek nitelikte olmak kaydıyla; imar, su ve kanalizasyon..., çevre ve çevre sağlığı, temizlik ve katı atık...hizmetlerini yapar ya da yaptırır” şeklinde açıklama yapılarak katı atık yönetimini yönetme görevi belediyelere verilmiştir (Güleç Solak ve Pekküçükşen, 2018:656).

Katı atık yönetiminin sürekliliğinin olması için;

- Tekrar kullanım veya geri dönüşüm sistemi maksimum seviyede olmalı,
- Değerlendirilememiş atıklar uygun şekilde depolanmalı,
- Atık yönetimi sektörleri koordine bir şekilde iş birliği içinde faaliyetlerini yürütmeli,
- Tüketici, özel sektör ve yerel yönetimlerin tamamı için finansal sistemler uyarlanmalı,
- İstihdam için uygun koşullar sağlanmalı,
- Sağlığa ve güvenliğe özen gösterilmeli ve
- Temiz kentlerin oluşumu hedeflenmelidir (Güleç Solak ve Pekküçükşen, 2018:657).

3.4. Atıkların Değerlendirilmesine Yönelik Yeni Yaklaşımlar ve Atıkların Ekonomiye Katkısı

Toplumlara tarihsel açıdan bakıldığı zaman 1970'li yıllara gelene kadar eğilimin daha çok doğal ortamların yıkımına, yeni şehirlerin inşa edilmesine ve ormanları ortadan kaldırmaya yönelik olduğu görülmektedir (Campbell, 2007:297). Ancak verilen zararların artmasına paralel olarak farkındalığın artması ile çevrenin ön planda tutulurken büyümenin de gerçekleştirilmesine yönelik anlayışlar önem kazanmıştır. Bu doğrultuda stratejiler gerçekleştiren toplumlar “yeşil büyüme” ve “yeşil ekonomi” kavramlarına odaklanarak hem ekonomik hem de çevresel gelişimlerini artırmaya çabalar hale gelmişlerdir. Bu yaklaşımların ardından atık miktarının her geçen gün arttığı toplumlarda çevrenin korunmasına yönelik olarak hem büyümeye hem de ekonomiye katkı sağlaması beklenen “sıfır atık” yaklaşımı gündeme gelmiştir.

3.4.1. Yeşil Büyüme

Dünya üzerinde kaynak kullanımının artmasına rağmen bu kaynakların sınırlı ömürlerinin olması veya yenilenmesinin uzun yıllar sürmesine ek olarak uzun vadede, ekolojik sistemin bozulması ekonomik açıdan da problemlere sebep olduğu için toplumlar büyümelerine devam edebilecek farklı alternatif arayışlarına girmişlerdir (Ateş ve Ateş, 2015:70).

Ekonomiyi canlandırmak ve refah seviyesini artırırken çevrenin korunması hedefi “yeşil büyüme” olarak adlandırılan sisteme geçiş yapılmasına sebep olmuştur. Yeşil büyüme; “alternatif doğal kaynakların kullanıldığı ve büyüme için çevreye zarar vermeyecek yöntemlerin izlendiği bir sistemdir”. Bu sistem, sürdürülebilir kalkınma için yerine getirilmesi gerekenlerin sadece devlete verilen görevler olarak görülmesi üzerine hükümet tarafından alınan önlemlerin gerçek hayatta yetersiz kalmasıyla bu eksikliğin giderilmesi amacıyla gündeme gelmiştir ve kullanılacak kaynaklardan en yüksek faydayı sağlayarak verimliliği yükseltmeyi, uluslararası belirlenen standartlara ve anlaşmalara karşı yeterliliği, yeni istihdam alanlarının oluşturulmasını, refah düzeyini yükseltmeyi hedefleyen bir stratejidir (Yılmaz, 2018:81; Ateş ve Ateş, 2015:69).

Yeşil büyüme uzun yıllar boyunca verilerin yetersizliği ve sektörün doğasındaki sınırlandırma sorunları nedeniyle yeterince üzerine düşülen bir konu olmayıp çevrenin korunmasına yönelik çözümler sadece ekonomik faaliyetler olarak algılanmıştır. İlerleyen zamanlarda yenilenebilir enerji kaynaklarını içerecek şekilde teknoloji ve ürünlerin dahil edildiği bir yaklaşıma dönüşmüştür (Janicke, 2012:14).

3.4.2. Yeşil Ekonomi

Dünyaya verilen zararlar özellikle gelişmekte olan ve birçok faaliyetinde dışarıya bağımlı toplumlarda ekonomiyi olumsuz etkilemektedir. Gelişen teknoloji, fosil kaynakların sınırlı ömürleri ve çevresel etkileri göz önüne alındığında alternatif olarak farklı kaynakların değerlendirilerek ekonomiye kazandırılması hem ekonomik hem de çevresel tahribat açısından elzem bir ihtiyaç haline gelmiştir.

Ekonomik durumların analizi için Gayri Safi Milli Hasıla'nın (GSMH) tek başına ele alınması yetersiz hale gelince 17. yüzyılın anlayış şekli olan benmerkezci yaklaşım yerini 19. yüzyılın ikinci yarısında neo-klasik iktisat ve insan merkezci ahlak anlayışına bırakarak ekolojiyi ön planda tutan yeni bir ekonomik anlayış geliştirmeye yönelik yeni yönelim başlamıştır.

Ülke vatandaşları tarafından yapılan üretime ek olarak sürdürülebilirlik ve çevreye karşı hassasiyetin olduğu bir dönüşüm söz konusu olmuştur.

Bahsi geçen dönüşüm;

- Enerjide,
- Gıdaya karşı güvenilirlikte,
- Şehirlerde sürdürülebilirlikte,
- Nüfusta,
- Biyolojik çeşitlilikte ve
- Kamu yönetim sistemlerinde dönüşüm olmak üzere altı farklı bölümü kapsamaktadır (Ateş ve Ateş, 2015:71).

Toplumda bütün alanlarda dönüşüme giden yolda bir adım olan sürdürülebilir kalkınma yaklaşımında politikalarda büyüme, büyümeye giden yolda karar verirken çevre ve ekonomiyi eşit şekilde düşünme, refah seviyesini artırma, kaynakları koruma ve iş, gıda, enerji, sağlık gibi konularda ihtiyaçları karşılama amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda sürdürülebilir kalkınmanın en önemli stratejisi olarak “yeşil ekonomi” kavramı ortaya çıkmıştır (Bahçeci ve Görmez, 2019:2299; Al, 2019:112-114).

Yeşil ekonomi, Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nda (UNEP) “insan refahında artış sağlarken çevresel tehditleri ve problemleri önlemeye çalışan büyüme stratejisi” olarak tanımlanmıştır (Özçağ ve Hotunluoğlu, 2015:313). Yeşil ekonomi yeni gibi görünen bir yaklaşım olmasına rağmen 1970’li yıllardan itibaren her on yılda bir politika tartışmasının konusu olmuştur (Lorek ve Spangenberg, 2014:34).

Günümüzde kalkınmaya giden yolda değeri artan yeşil ekonomi yaklaşımında çevresel sorunların ve risklerin önüne geçerek refah seviyesini artırmaya ve sosyal açıdan eşitliği sağlamaya odaklanma söz konusudur. Ayrıca kamu ve özel sektör yatırımları sayesinde işsizliği azaltıp enerjinin ve kaynak kullanımının etkinliğini sağlamayı, böylelikle geliri artırmayı hedefleyen bir yaklaşımdır (Al, 2018:115). Yeşil ekonomiye geçişte adaptasyon problemlerinin ortadan kaldırılması için teşvik programlarının uygulanması uyum hızını kolaylaştırabilecektir.

3.4.3. Sıfır Atık

Atık, gelişmemiş bir toplumu ve kaynaklarda yanlış dağılım olduğunu gösteren bir semboldür. Artan nüfus ile birlikte ortaya çıkan atık, hem çevresel tahribata hem de israfa sebep olarak ekonomiyi kötü etkileyen bir unsurdur (Song, Li ve Zeng, 2015:199). Bu durumun önüne geçme amacı içinde yeşil ekonomiyle bağlantılı olarak yeşil düzen adına gösterilen çabalar doğrultusunda “Sıfır Atık” konusu gündeme gelmiştir.

Doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı azaltıp, verimli kullanımı sağlamayı amaçlayan sıfır atık yaklaşımının tanımı yapılmadan önce izledikleri yollar ile bu kavramın temelini atan öncüler George Washington Carver ve Henry Ford’tur.

Carver, atıkları “kılık değiştirmiş kaynak” olarak tanımlamıştır ve doğada aslında hiçbir materyalin atık olmadığını belirtip, atıkların tekrar hammadde olarak kullanılabilmesine dair açıklamalar yapmıştır. Aynı şekilde Ford; 1930’lu yıllarda ürettikleri arabaların korna düğmesi, vites kolu gibi parçalarında soya fasulyesi küspesi kullanmıştır (Yaman ve Olhan, 2010:54). Ardından 1973 yılında Dr. Paul Parmer kimyasallardan geri kazanım yaparak “sıfır atık” sisteminde materyallerin dairesel döngüsünü gerçekleştirmiştir (Song, Li ve Zeng, 2015:200).

Sıfır atık; israfın engellenmesini, kaynakların verimli kullanılmasını, ortaya çıkan atık miktarının azaltılmasını, etkin toplama sisteminin kurulmasını ve atıkların geri dönüştürülmesini kapsayan “atık önleme yaklaşımı” olarak tanımlanan bir hedefdir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2017:3).

Sıfır atık yaklaşımına sanayileşmenin doğal olmayan yollarla üretim yapılmasıyla, toplumsal düzende kırsal yaşamda azalmayla ve büyük şehirlere göçün yoğunlaşmasıyla ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır (Song, Li ve Zeng, 2015:199). Bu yaklaşım ile yeşil düzen ve yeşil ekonomiye giden yolda atıkların henüz üretim aşamasındayken önlemeyi fakat önlemek mümkün değilse depolama sahalarına giden atıkların geri kazanımının en düzgün ve doğru yollar ile yapılması amaçlanmaktadır (Er, 2012:114).

Günümüzdeki anlamıyla ilk kez uluslararası boyutta 2004 yılında Sıfır Atık Uluslararası Birliği (Zero Waste International Alliance) sıfır atık kavramını “etik yapıya ve ekonomik duruma uygun ve randımanlı bir biçimde ilerleyip nesillere sürdürülebilir doğal döngüde yaşamayı benimseterek değerini yitirmiş görünen maddelerin tekrar kaynak olarak dönüştürülmesi” şeklinde tanımlamıştır (Er, 2012:1).

Türkiye’de 12 Temmuz 2019 tarihinde Resmi Gazete’de yayınlanan Sıfır Atık Yönetmeliği’nde sıfır atık “üretim, tüketim ve hizmet aşamalarının tamamında atığın ortaya çıkmasının önüne geçilmesi veya azaltılması, yeniden kullanıma odaklanması, ortaya çıkan atıkların kaynağında biriktirilmesi, geri dönüşümü ya da yeniden kazanımı sağlayarak bertarafa gidecek atıkların en aza indirilmesi ile çevrenin, toplumun ve tükenen kaynakların korunmasını hedef edinen yaklaşım” şeklinde tanımlanmıştır (Resmi Gazete, 2019).

20. yüzyılın ortasından itibaren ekonomik büyümede 5 kat artış yaşanmıştır ve dünya ekosisteminin %60’ı bozulmuştur. Ek olarak hızlı nüfus artışının devam etmesi halinde 2100 yılında dünya üzerinde nüfusun 9 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (Zaman ve Lehmann, 2013:123).

Ek olarak;

- 1900 yılından itibaren kişi başına enerji tüketiminin 3 katına çıkması,
- Nüfusun 5 kat artması ve

- Hammadde kullanımının 2 kat daha fazla olması sıfır atık yaklaşımının öneminin artmasına sebep olmaktadır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2017:4).

Sıfır atık yaklaşımı, atıklar henüz oluşum aşamasındayken bertaraf işlemini sağlayabildiği için enerji ve maliyetten tasarruf sağlayabilmektedir (Önal, Kaya ve Çalışkan, 2019:126). Bu avantaj sıfır atık yaklaşımının evlerden firmalara kadar atık oluşturan her yerde kullanılmasını gerekli kılmaktadır.

Çevresel problemlerin önüne geçmek için çevre bilincinin yaşam biçimi şeklinde benimsetilmesi gerekmektedir. Atık problemini çözebilme açısından önemli bir kavram olan sıfır atık yaklaşımı San Francisco, Adelaide ve Stockholm gibi şehirler tarafından uygulanmaktadır ve bu bölgelerde sıfır atık şehrine dönüşüm için çalışılmaktadır (Zaman ve Lehmann, 2013:123).

3.4.4. Atıkların Yeşil Ekonomi ve Sıfır Atık Yaklaşımı ile Değerlendirilmesi

Üretim biçimlerinin hepsini doğal kaynaklar üzerinde en az baskı oluşturacak şekilde atık olmadan ya da atıkları en aza indirecek veya üretim sürecine geri kazandıracak şekilde yani sıfır atık anlayışı ile tasarlanmanın gerekliliğini vurguladığımız zaman, hangi üretim şekillerinin yeşil alternatifler arasında girdiği ortaya çıkmaktadır (Aşıcı ve Şahin, 2012:26). Bu bağlamda kirliliğe sebep olacak atıkların değerlendirilip dönüştürülerek kullanılması yeşil alternatifler arasında kabul edilebilmektedir.

Çünkü bu sayede; yenilenemez kaynak kullanımı azalacak, çevre tahribatı önlenecek, atıkların geri kazanımı ile çeşitli ihtiyaçlar karşılanacak ve tıpkı Carver'in belirttiği gibi atıklar "kılık değiştirmiş kaynak" olarak kullanılacaktır.

Atıkların yeşil ekonomi kapsamında değerlendirilerek sıfır atık yaklaşımının benimsenmesi çabaları, atıklar için yapılan bir inovatif çalışma olarak kabul edilebilmektedir.

Çevre ve atık ekonomisine yönelik yapılan bu yenilikçi bakış açısı sayesinde bölgesel kalkınma ve rekabet gücünün artırılması, sosyo-ekonomik gelişme sağlanması avantajları ülkemize kazandırılacaktır. Ayrıca atıkların değerlendirilmesi için kurulabilecek işletmelerde istihdam sağlanacak ve sosyo-kültürel yapı güçlenecektir.

Sıfır atık ve yeşil ekonomi yaklaşımları sayesinde atıkları depolama sorunu giderilecek, kaynak israfının önüne geçilecek, hammadde tüketimi azaltılacak, enerji kaynağı olarak değerlendirilen atıklar sayesinde enerjide dışa bağımlılık azaltılacak, çevre tahribatı azaltılacak, değersiz görülen atıklar başka bir kolda önemli bir kaynak olarak yerini alacak ve böylelikle kaynak ithalatı azaltılarak ekonomik yarar toplumlara kazandırılmış olacaktır (Ekolojist.net, 2017, Erişim Tarihi: 14.10.2019).

3.5. Organik Atıklar

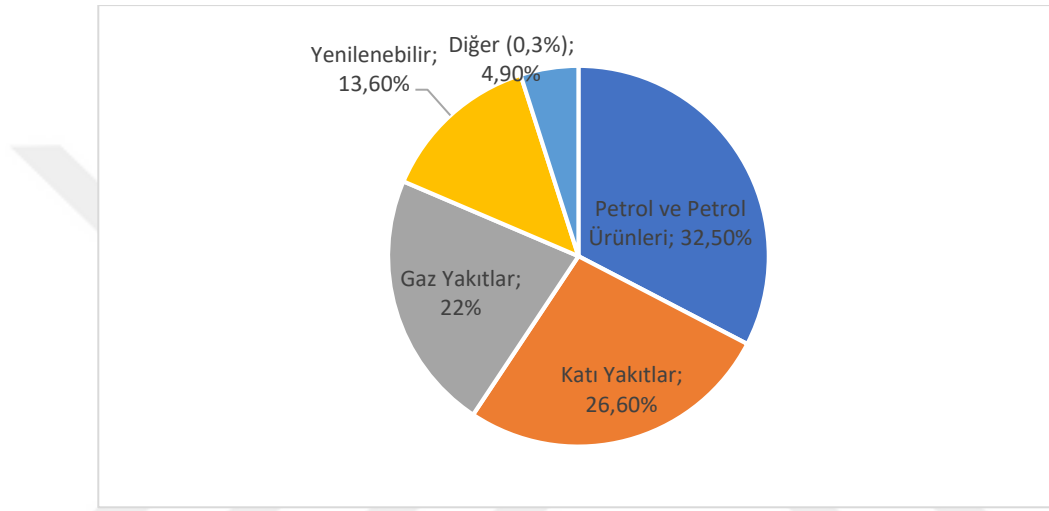
Hayvansal ve bitkisel kökenli olan organik atıklar zamanla diğer atıklarda olduğu gibi çevreye zarar vermektedir. Bu zararın önüne geçilmesi için organik atıkların değerlendirilmesi gerekmektedir.

3.5.1. Organik Atıkların Değerlendirilmesi

Küreselleşme ile birlikte özellikle gelişim ve kalkınmaya daha fazla odaklanılarak “insani ve ekolojik sonuçlar önemsenmeden yaşanan küresel bir iman” yaklaşımı içinde hareket edilmiştir (Dirlik, 2012:18). Dolayısıyla sanayileşme dönemi ve sonraki dönemden kalan tahribat ve bu tahribatın yükselen boyutu çevresel problemlere yol açarak küresel ısınma ile mücadeleyi zorunlu hale getirmiştir. Aksi takdirde 2100 yılına gelindiği zaman deniz seviyesinin 100 cm’ye kadar yükselmesi, şiddetli fırtına ve seller ile karşılaşılması, susuzluk ve salgın hastalıkların yayılmasının kaçınılmaz son olacağı düşünülmektedir (Özdemir, 2009:4). Bu tür çevresel problemlerin artışını tetikleyen fosil kaynakların kullanımı yüzünden atmosfere yayılan karbondioksit (CO₂) salınımını azaltmak ve çevre tahribatının önüne geçebilmek için alternatif kaynak arayışına gidilmiştir.

Enerji ihtiyacının karşılanması, kalkınmanın sürdürülebilirliği ve tahribatı önleme hedeflerinin tamamını aynı anda karşılayabilmek amacıyla özellikle yerli kaynak kullanımının özendirilmesi gerekmektedir. Böylelikle kaynak ithalatı azaltılarak dışa bağımlılıkta görülen azalma sayesinde ülkelere ekonomik açıdan yarar sağlanacaktır.

Dünya’da enerji kaynaklarının dağılımı aşağıdaki şekilde verilmiştir;



Şekil 3.2.: Dünya’da Enerji Kaynaklarının Dağılımı

Kaynak: EU, Energy IN FIGURES 2018

Şekle göre 2018 yılı verilerine göre dünya genelinde birincil enerji kaynaklarından en fazla petrol ve ürünlerinin, en az nükleer kaynakların kullanıldığı görülmektedir. İkinci sırada en fazla odun ve kömür gibi katı yakıtlar kullanılırken %13,6 oranında kalan yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimini ve kullanımını artırmak ülkelerin gelecek yıllardaki hedefidir.

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı’nın (IRENA) yaptığı açıklamaya göre “enerjide farklılaşmaya giden yolda önümüzdeki adım inovasyona dayalı ilerleme olacaktır” (Enerji Günlüğü, Erişim Tarihi:25.02.2019). Bu bağlamda Enerji talebindeki artışı karşılamak ve aynı zamanda kaynakları değerlendirme amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını inovasyona giden yolda bir adım olarak sayılabilmektedir.

Her toplumun yenilenebilir enerji potansiyeli buldukları konumdan dolayı farklılık göstermektedir. Ancak yerelden küresele bütün toplumların ortak problemi olan atık sorununu ortadan kaldırmaya yönelik olarak atıkların değerlendirilmesi düşüncesi farklılaşmaya giden yolda avantajlı bir alternatif olacaktır. Günümüzde pek çok çeşidi olan atıklar, kaynağa dönüşebilmektedir ve organik atıklar kompost ve biyogaz olmak üzere iki yöntem ile değerlendirilmektedir.

3.5.2. Organik Atıkları Değerlendirme Yöntemleri

Organik atıklar kompostlaştırma ve biyogaz üretimi olmak üzere iki yöntem ile değerlendirilebilmektedir.

3.5.2.1. Kompost

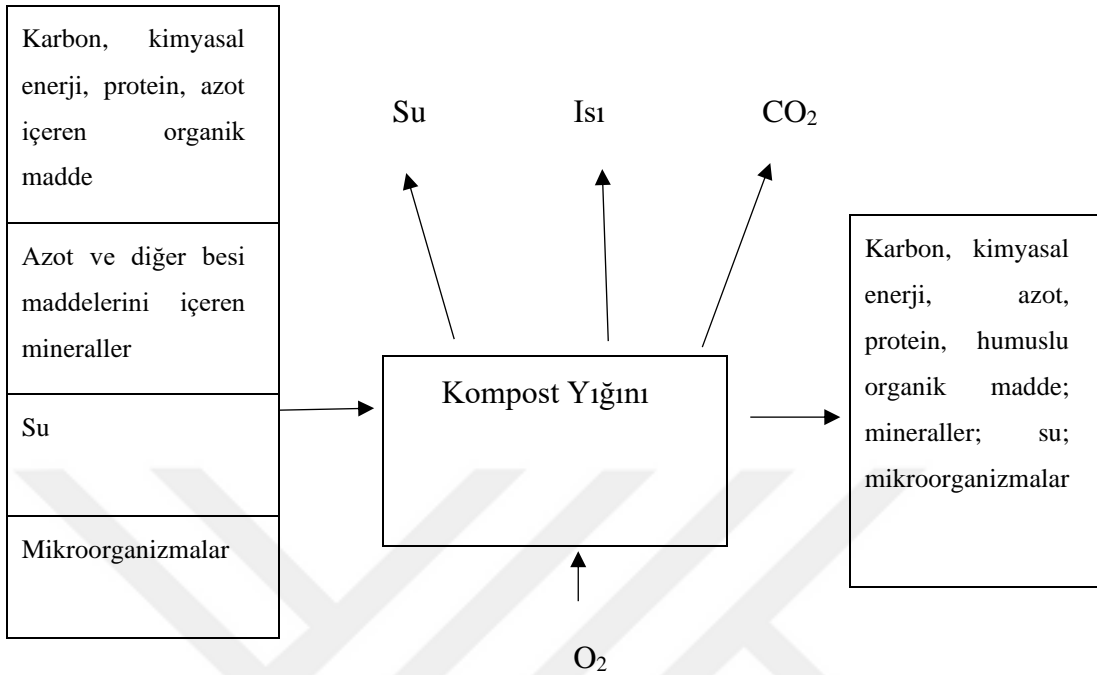
Biyokimyasal açıdan ayrışması mümkün olan farklı organik ürünlerin organizmalar aracılığı ile dönüşerek stabilize ve mineralize hale getirilmesiyle oluşan ürünlere “kompost” adı verilmektedir (TÜRKTOB, 2007-2019 Erişim Tarihi: 04.09.2019).

Kompostlaştırma, farklı organik maddelerin oksijenli ortamda mikroorganizmalar aracılığı ile biyokimyasal açıdan ayrıştırılması neticesinde toprağı düzenleyen, gübre olarak verimi yüksek ürünlerin üretilmesidir (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2011:5; Yıldız ve Külcü, 2018:8).

Kompostlaştırma işlemi için ortamdaki karbondioksit, su ve sıcaklığın belli bir düzeyde olması gerekmektedir. Toprağın verimi artıp, gübre değeri fazla toprak elde edilmesine ek olarak yüksek sıcaklık sayesinde çimlenme problemi ve zararlı bakteriler ortadan kaldırılmaktadır (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2011:6).

Kompostlaştırma aktif kompostlaşma ve olgunlaşma olmak üzere iki aşamada gerçekleşmektedir. Mikroorganizmaların işlevleri aktif fazda hızlanır, buna bağlı olarak oksijen ihtiyacı da artış gösterir ve sıcaklık 55 derecenin üzerine çıkmaktadır. Aktif faz 7-30 gün sürerken olgunlaşma fazı 15-60 gün arasında sürmektedir (Yıldız ve Külcü, 2018:10).

Kompostlaştırma işlemi aşağıdaki şekilde olduğu gibi gerçekleşmektedir;



Şekil 3.3.: Kompostlaştırma Süreci

Kaynak: Öztürk, 2017:7

3.5.2.1.1. Kompostlaştırmada Kullanılan Maddeler

Kompostlaştırma işleminde;

- Mutfaktan çıkan atıklar (yemek artıkları, kağıt poşet atıkları vb.)
- Banyo atıkları (tuvalet kağıtları, pamuk, saç vb. atıklar)
- Çamaşır atıkları (atlet, kıyafet, kumaş vb. atıklar)
- Ofis atıkları (kalem talaşı, not kağıtları, zarflar vb.)
- Evin çevresinden çıkan atıklar (ahşap parçaları, gazete, ölü bitki, yaprak, çim kırpıntıları vb.)
- Parti ve tatil malzemeleri (kağıt örtüler, kağıt rulolar, sarkan çelenkler vb.)
- Hayvan atıkları (hayvan tüyü, hayvan dışkısı vb.) gibi atıklar kullanılmaktadır (http://asmcomposter.com/kompost_nedir.pdf, Erişim Tarihi: 22.08.2019).

3.5.2.1.2. Kompostlaştırmada Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Anaerobik mikroorganizmaların ihtiyaç duyduğu en az %5 oranında oksijen sağlanmalıdır. (Öztürk, 2017:7; Yıldız ve Külcü, 2018:10).
- Kompost işlemi için ABD Kompostlaştırma Konseyi Kompost Kullanımı Tarla Yönetmeliği'nde tarımsal alanda pH değerinin 5-8 arasında olması gerektiği belirtilmiştir. Bu oran Avustralya'da 5-7,5 arasında iken Avusturya 5,5-7 arasında olmasını uygun görmüştür. Türkiye'de pH sınır değeri yoktur (Arslan Topal ve Topal, 2013:90).
- Mikrobiyal faaliyetler için termofilik sıcaklığa dikkat edilmesi gerekmektedir. Kompostlama yöntemi termofilik ve mezofilik sıcaklıklarda olmaktadır. Termofilik sıcaklıklar 40 dereceden büyük, mezofilik sıcaklıklar 10-40 derece arasındaki sıcaklıklardır. Bu yöntemde yoğunlaşan pek çok araştırmacı sıcaklığın 43-65 derece arasında olması gerektiğini savunmaktadır. Termofilik sıcaklıklar, daha fazla patojenin yok edilmesi hedeflendiğinde kullanılmaktadır (Öztürk, 2017:7-16).
- Kompost işleminde hijyen dikkat edilmesi gereken diğer bir parametredir ve ABD bu açıdan kompostun 5 gün 55 derecede beklemesi gerektiğini belirtirken Belçika 4 gün süre ile 60 derece sıcaklığı uygun görmüştür (Arslan Topal ve Topal, 2013:90-91).
- Havalandırmanın önüne geçmeden biyolojik aktivite için uygun nem sağlanmalıdır (Öztürk, 2017:7). Avrupa Komisyonu, Eko-Etiket Standartları'nda nem içeriğinin %75'ten az olması gerektiğini belirtirken, İtalya, Lüksemburg ve Almanya bu oranın sınır değerini %45, Kanada %60 ve Yunanistan %40, Türkiye ise %50 olarak belirlemiştir (Arslan Topal ve Topal, 2013:97).

- Kompostlama yöntemi, toprağı organik madde ile zenginleştirme açısından oldukça önemlidir. Örneğın Türkiye’de topraklarda organik madde düzeyi genellikle %1-2 arasındadır ve verim düşüklüğü organik madde seviyesinin düşüklüğünden kaynaklanmaktadır (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2011:6). Diğer bölgeler ele alındığında Almanya, kompostun organik madde içeriğinin %15’ten fazla olması gerektiğini belirtmiştir ve Eko-Etiket Standartlarına göre bu oranın %20’den fazla olması gerekmektedir (Arslan Topal ve Topal, 2013:98-99).
- Karbon ve azot (C/N) oranı uygun olacak şekilde mikrobiyal faaliyetler ve büyüme için ihtiyaç duyulan organik maddeler karıştırılmalıdır (Öztürk, 2017:7). 20 ile 35 arasındaki C/N oranı optimum olacak oranlardır (Arslan Topal ve Topal, 2013:98-99).
- Kompostlama süresi, kullanılan madde, nem, sıcaklık, havalandırma sürekliliğine ve kullanım amacına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Elde edilen kompostun kuru olması tercih ediliyorsa kompostlama süresi daha uzun tutulurken tamamen stabil olması tercih edilmiyorsa süre kısa tutulmaktadır (Öztürk, 2017:17).

Kompostlama işlemi bu hususlara ek olarak çeşitli standartlara göre yapılması gerekmektedir. Ülkelerin bu yöntem için baz aldıkları standartlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir;

Tablo 3.1.: Bazı Ükelere ait Kompost Standartları

ÜLKELER	STANDARTLAR
Almanya [37, 38]	Federal Biyoatık Kararnamesi (BioabfallV) Federal Çamur Kararnamesi (KlarschlammV) Özel Kompost Birliğı (RAL) Standartları
ABD [39]	EPA CFR 40/503 Çamur Yönetmeliğı

Tablo 3.1. (devamı): Bazı Ülkelere ait Kompost Standartları

Avustralya	AS4454-2003
Avusturya [39]	Kompost Kanunu FLG II Nr. 292/2001
Belçika	Kraliyet Kararnamesi, Tarım Dairesi Standartları
Danimarka	EPA 1/06/2000
Finlandiya	Tarım ve Ormancılık Bakanlığı Kararları (46/94)
Fransa	NFU 44-095 ve NFU 44-051
Hollanda	Atık Kanunu
İngiltere	PAS100:2005
İspanya	Tarım Bakanlığı Standartları
İsveç	QAS
İsviçre	Federal Standartlar
İtalya	Gübre Kanunu ve Özel Kompost Birliği tarafından belirlenen standartlar
Kanada	Ulusal Kanada Standardı (BNQ) Tarım ve Tarımsal-Gıda Kanada Kriterleri (AAFC) Kanada Çevre Bakanlıkları Konseyi (CCME)
Lüksemburg	RAL
Norveç	EPA
Türkiye	Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (KAKY)
Yunanistan	Temel Katı Atık Talimatnamesi

Kaynak: Arslan Topal ve Topal, 2013:88

3.5.2.1.3. Kompostlaştırma Yöntemleri;

Kompost teknolojisinin uygulamasında kullanılan temel sistemler şu şekildedir;

- Reaktörde kompostlaştırma,
- Pasif veya açık yığında kompostlaştırma
- Yükleyici iş makinelerinin çevirme, karıştırma ve işleme işlemleri için kullanıldığı aktarmalı yığın kompostlaştırma,
- Aktarmalı yığında kompostlaştırma işleminin özel aktarma makinelerinin kullanılarak yapıldığı kompostlaştırma,
- Bahçe tipi kompost,
- Havalandırmalı statik yığında kompostlaştırmanın delikli borular kullanılarak yapıldığı kompostlaştırma (Yıldız, Ölmez ve Kiriş, 2009:4).

Kompostlaştırma işlemi karışım veya atıkların haftada bir ya da iki kere karıştırılmasıyla 4-6 hafta boyunca sürmektedir. Bu dönemde atıklar termofilik bakteriler aracılığı ile ayrıştırılmaktadır. Ardından malzemelerin 2-5 hafta boyunca stabilize olmasına izin verilmektedir. Bu süreçte sıcaklık düşmekte, renk koyulaşmakta ve kötü koku oluşması ihtimali artmaktadır. Bu göstergeler kompostlaştırma sürecinin tamamlandığını göstermektedir (Pradhan, 2011:68).

Reaktörde kompostlaştırma yöntemi; yatırım maliyeti açısından diğer yöntemler arasında en yüksek maliyete sahip olan yöntemdir ve değerlendirilecek organik atıklar, bahçe ve gıda atıkları binada, kanalda veya reaktörde toplanmaktadır. Kapalı ortamda önce hızlı (aktif) ardından yavaş fermentasyon işlemi uygulanmaktadır. Verimli şekilde kompostun oluşması için 1-3 ayın geçmesi gerekmektedir ve bu sürenin 1-2 haftası aktif kompostlaştırma süreci içinde gerçekleşmektedir (Yıldız, Ölmez ve Kiriş, 2009:7; Özkaya ve Demir, 2012:52).

Reaktör tipi kompostlaştırma işlemi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir;



Şekil 3.4.: Reaktör Tipi Kompostlaştırma

Kaynak: İnvessell, 2018, (Erişim Tarihi: 05.11.2019)

Reaktör kompostlaştırma yönteminde kullanılan 7 model aşağıda maddeler halinde yer almaktadır;

- Piston akımlı dikey reaktör,
- Piston akımlı yatay reaktör,
- Silo tipi kompost reaktörü,
- Döner yatay tambur,
- Yatay ve üstü açık dikdörtgen tank,
- Karıştırılmalı dikey reaktör,
- Karıştırılmalı dikdörtgen yataklar (Yıldız, Ölmez ve Kiriş, 2009:7-8).

Pasif veya açık yığında kompostlaştırma yöntemi: Basit bir yöntem olarak küçük ve orta büyüklükteki alanlar için elverişli olacak bir sistemdir. Toplanan organik atıklar karıştırma yapmadan stabil ürün olana kadar ayrışmaktadırlar (Yıldız, Ölmez ve Kiriş, 2009:4-5). Pasif yığın metodunda havalandırma işlemi havanın pasif olarak yığın içinde hareketi ile gerçekleşeceğinden dolayı yığınlar hava akımına

müsaade edebilecek şekilde küçük boyutlar haline getirilmektedir (Hayvan Refahı, Erişim Tarihi: 05.09.2019).

Yükleyici iş makinelerinin çevirme, karıştırma ve işleme işlemleri için kullanıldığı aktarmalı yığın kompostlaştırma yöntemi: Bu yöntemde yığın haline getirilmiş atıklar, çevirme suretiyle karıştırılmaktadır. Karıştırma işlemi yapılırken, atıkların gözeneklerini artırıp yığının hava almasını kolaylaştırmak hedeflenmektedir (Yıldız, Ölmez ve Kiriş, 2009:5-6);

Karıştırma işlemi traktörlerden hareket alan karıştırıcılar ya da bizzat yürür karıştırıcılar aracılığı ile yapılmaktadır. Yığınlar için karıştırma süreleri atığın özelliğine, kullanılan tekniğe ve ekonomik duruma bağlı olsa da 3-5 gün arası periyotların uygulanması karışımların homojen ve verimli hale gelmesini kolaylaştırmaktadır (Yıldız ve Külcü, 2018:12).

Aktarmalı yığında kompostlaştırma yöntemi: Dünyada yaygın olarak kullanılan bu yöntemde atıklar yüksekliği 2-3 metre ve genişliği 3-5 metre olan yığınlar haline getirilmektedir. Bu ebata sahip yığınlar özel araçlarla karıştırılır ve ısının serbest bırakılmasına ek olarak anaerobik şartların oluşumunun önüne geçilmektedir (Özkaya ve Demir, 2012:50).

Bahçe tipi kompost yöntemi: Organik atıkların bahçe ve evlerde kompostlaştırılmasını sağlayan bir teknik olarak tercih edilmektedir (Yıldız, Ölmez ve Kiriş, 2009:8). Bahçe tipi kompostlaştırma yönteminin örnekleri aşağıdaki şekiller ile gösterilmiştir;



Şekil 3.5.: Bahçe Tipi Kompost

Kaynak: HaberTürk, 2017, (Erişim Tarihi: 05.11.2019); Raspberry, 2019, (Erişim Tarihi:

05.11.2019)

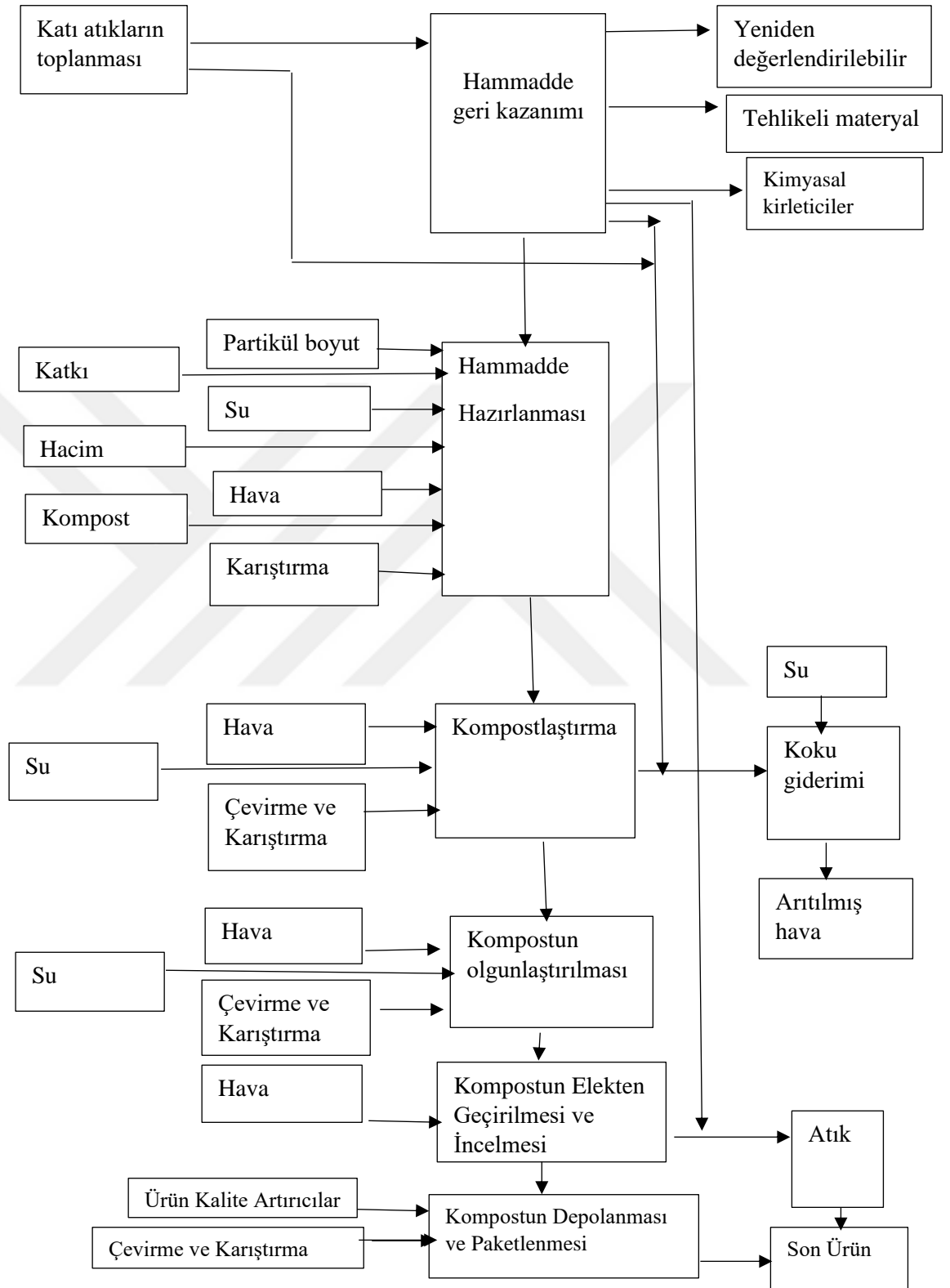
T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yayınlanan kompost tebliğinde kompostlaştırma tesislerinin oluşturulmasında zorunlu olan teknolojik altyapı için gereklilikler şu şekildedir;

- Hayvansal yan ve türev ürünlerin kullanıldığı kompost tesislerinde dışarıdan gelen müdahaleyi engelleyecek bir biçimde kapalı bir bölüm ya da kapalı kompost reaktörü şu koşullarla dizayn edilmiş olmalıdır;
- Zamana karşı olarak bir saatlik sürede 70 derecelik ısının muhafaza edilip edilmediğini takip edecek donanım,
- Bu donanımın kaydını yapacak cihaz,
- Isıtmanın azalmasını engelleyecek sistem,
- Ayrıca kayıt sistemi müdahalesiz bir biçimde manuel olmadan çalışan ve üretim esnasında elde edilen verileri kaydeden cihaz içermelidir (Yaldız ve Külcü, 2018:19-20).

Kompostlaştırma sürecinde kompostun oluşumu yedi aşamada gerçekleşmektedir;

- Atık hazırlama,
- Ön işlem,
- Aktif kompostlaştırma
- Olgunlaştırma,
- Ürün işleme,
- Kompost,
- Paketleme (Aslan, 2017:26).

Kompostlaştırma prosesinin iş akışı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir;



Şekil 3.6.: Kompostlaştırma prosesinin iş akışı

Kaynak: Yıldız, Ölmez ve Kiriş, 2009:2

Bir kompost tesisinin iş akışı atıkların hammadde alanına getirilmesiyle başlamaktadır. Hammadde alanında toplanan hayvan atıkları, endüstriyel ve bitkisel atıklar kuru madde seviyesi %35 düzeyine erişene kadar bekletilmektedir. Verimli bir kompostlaştırma işleminin yapılabilmesi için atıkların boyutunun küçük olması gerektiğinden dolayı atıklar öğütülmektedir. Öğütme işleminin ardından önceden netleştirilmiş oranlarda karıştırılarak yığınlar meydana getirilmektedir. Karıştırma ve yığın oluşturma işlemleri için traktörler ya da ön yükleyiciler kullanılmaktadır (Polat, 2015:277; Bilgili, 2011:17-18).

Atıkların hammadde olarak dönüştürüldüğü karıştırma ve parçalama işleminin ardından atıklar kurutulmaktadır. Bu işlem için atıklar malzeme girişi (bantlı konveyör) aracılığı ile iletim kapasitesi 24 m³/h, iletim hızı 4 m/s, motoru 5 kW gücünde, 15 m uzunluğunda ve 0,5 m genişliğinde bant ile kurutma işleminin yapılacağı üniteye iletilmektedirler. Kurutma işlemi sayesinde çimlenme özelliği ortadan kaldırılmaktadır. Kurutma aşamasından sonra maddeler öğütme ünitesine iletilmektedir. Bu aşamada malzemeler değirmen silosuna Z tipli bantlı konveyör ile öğütülüp ardından yatay helezon ile ikinci öğütücü değirmene aktarılmaktadır. Ardından öğütülmüş malzemeler sıkıştırılmak üzere presleme ünitelerine gönderilmektedir. Presleme işlemi 85 derecede su buharı ile karıştırma işlemi ve disk ile rulolar aracılığı ile 4x4 boyutunda sıkıştırılmaktadır (Polat, 2015:277-278).

Standart peletler eleme ünitesine tabii tutulmadan tartım ve torbalama ünitesine gönderilirken standartların dışında olan peletler sıkıştırma ünitesinin ardından eleme ünitesine aktarılmaktadır. Bu ünite;

1. Sınıf: 0-30 mm elek ölçüsü
2. Sınıf: 0-50 mm elek ölçüsü

3 m boyunda ve 150 cm çapında yuvarlak elek sayesinde eleme yapılmaktadır (Polat, 2015:278; Eskicioğlu, 2013:36).

Eleme işleminden sonra kompost tartılıp torbalanmaktadır. Bunun için torbalama kantarları kullanılmaktadır. Kantarlar sayesinde 25-50 kg'lık torbalarda paketleme işlemi gerçekleştirilmiş olmaktadır (Polat, 2015:278).

3.5.2.1.4. Kompostun Yararları

Kompostlama yönteminin hem çevre hem de tarımsal faaliyetler açısından yararları bulunmaktadır. Atıkların kompost olarak değerlendirilmesi ile sağlanacak yararlar şu şekildedir;

- Toprağın boşluk hacmi artacaktır,
- Zeminin daha kolay havalandırılması sağlanacaktır,
- İşlenmesi zor olan toprakların işlem görmesi kolaylaşacaktır,
- Toprağın suyu tutma yeteneği artar ve böylece kuraklaşmanın olduğu zamanlarda tuzlanma engellenir,
- Fazla miktarda yapılan mineral gübrelemeye tampon görevini üstlenir,
- Bitkilerin besin maddelerini daha verimli kullanması sağlanır (TÜRKTÖB, 2007-2019 Erişim Tarihi: 04.09.2019).
- Atıkların içinde bulunan patojenlerin giderimi sağlanmaktadır.
- Erozyon önlenmektedir.
- Ekonomik açıdan avantaj sağlayacak satılabilen bir üründür,
- Atıkların değerlendirilmesi sağlanmaktadır (Bıtrak, 2013:18).

Kompostlaştırma işleminden elde edilebilecek fırsatlar her bölgede farklı atık yönetim sistemin uygulanacağından dolayı bölgeye göre kırsal, turistik ve kentsel olmak üzere üç kategoride incelenmektedir.

Kompost sürecinin faydaları;

- Kırsal alanlar incelendiği zaman yüksek tarım ve hayvancılık potansiyeline sahip bölgelerin daha avantajlı konumda olduğu söylenebilmektedir. Ancak kırsal kesimlerde atıkların çevreye bırakılması, yakılması, denetimsiz çürütülmesi bu alanları kirletmekte ve kötü koku oluşumuna sebep olmaktadır. Kompost, kırsal alanlar için çok besleyici ve mikrobiyolojik bakımdan faydalı bir maddedir. Toprağa karışan kompost, bitkileri korur ve toprak kompost sayesinde organik maddeye sahip olduğu için su tutma kapasitesini artırmaktadır (Rona, Labriga ve diğerleri, 2017:27-28).

- Turistik alanlarda talep artışına bağlı olarak hizmet sunumunda zorluklarla karşılaşmaktadır. Bazı alanlar kirlilik sorunu ile karşılaşmaktadır ve bu sorunun çözümü için etkili bir atık yönetim sistemi, kaynakların verimli kullanımının sağlanması, atıkların kompost olarak değerlendirilmesi ve kaynak israfının önüne geçilmesi hedeflenmektedir (Rona, Labriga ve diğerleri, 2017:28-29).
- Kentsel alanlar ele alındığında nüfusun fazlalığına bağlı olarak atık miktarı da diğer alanlardan daha fazla olduğu için düzgün bir planlama ile atıkların seçilerek toplanması gerekmektedir. Kentsel atıkların ortadan kaldırılması için dizayn edilecek kompost tesisleri kar hedefi içerisinde değildirler. Öncelikli hedefi; atığın miktarını azaltabilmek ve patojen mikroorganizmaların pastörizasyonunu sağlayabilmektir. Bu hedefe ulaşmak ise entegre bir atık yönetim sistemi ile mümkündür (Rona, Labriga ve diğerleri, 2017:29; Yıldız ve Külcü, 2018:8).

3.5.2.2. Biyogaz

Biyogaz, organik atıkların değerlendirilip dönüştürülmesiyle elde edilen metan (CH₄) ve karbondioksitten (CO₂) oluşan bir gazdır. Enerji üretimini hedefleyen biyogazın oluşumu için oksijensiz ortama ihtiyaç vardır. Metan (CH₄) ve karbondioksitin (CO₂) biyogaz içindeki oranı %98'dir ve %2'lik kısım H₂S, H₂O, N₂, O₂, H₂ ve NH₃ organik karbonlarından oluşmaktadır (İlkılıç ve Deviren, 2011:144).

Oksijensiz ortamda mikrobiyolojik floranın etkisinde olan organik maddeler, hacimsel açıdan yaklaşık %65 karbondioksit (CO₂) gazına, %35 oranında metan gazına (CH₄), %0,1-1 oranında azota (N₂), oksijene (O₂) ve 10-4000 ppm hidrojen sülfür gazına (H₂S) dönüşmektedir (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2011:13; Şenol ve diğerleri, 2017:16).

Biyogazın bileşimi aşağıda tabloda gösterilmektedir;

Tablo 3.2.: Biyogaz Bileşimi

Bileşenler	Hacimsel (%)
Metan (CH ₄)	50-80
Karbondiyoksit (CO ₂)	20-50
Hidrojen Sülfür (H ₂ S)	0,0005-0,0002
Amonyak (NH ₃)	0,0005-0,0001
Azot (N ₂)	0-3
Hidrojen (H ₂)	0-5
Su (H ₂ O)	0-1

Kaynak: Çeyrek Mühendis, 2019, (Erişim Tarihi: 16.09.2019)

Atıkların biyogaz üretimi ile değerlendirilmesi çok eski zamanlara dayanmaktadır. İlk olarak Asurlular ve İranlılar banyoların ısınması için biyogazı kullanmışlardır. Organik maddelerin dönüştürülmesi ile gazın oluştuğu 17. yüzyılda Jan Baptista Van Helmont tarafından tespit edilmiştir. 18. yüzyılda Alessandra Volta metan gazının oksijen olmayan ortamda üretildiğini ortaya koymuştur (Koca, 20017:33). Biyogaz üretiminde kullanılması ise 1895 yılında İngiltere’de gerçekleşmiştir. Almanya ve Fransa’da bu süreci takip etmiş ve II. Dünya Savaşı sırasında kullanmaya başlamışlardır (Nacar Koçer, Öner ve Sugözü, 2006:18).

1939 yılında ilk kez üretim Hindistan’da yapılmıştır. Günümüzde Hindistan biyogaz üretiminin öncülerinden olarak 80000’den fazla biyogaz üretim ünitesine sahiptir (Nacar Koçer, Öner ve Sugözü, 2006:18).

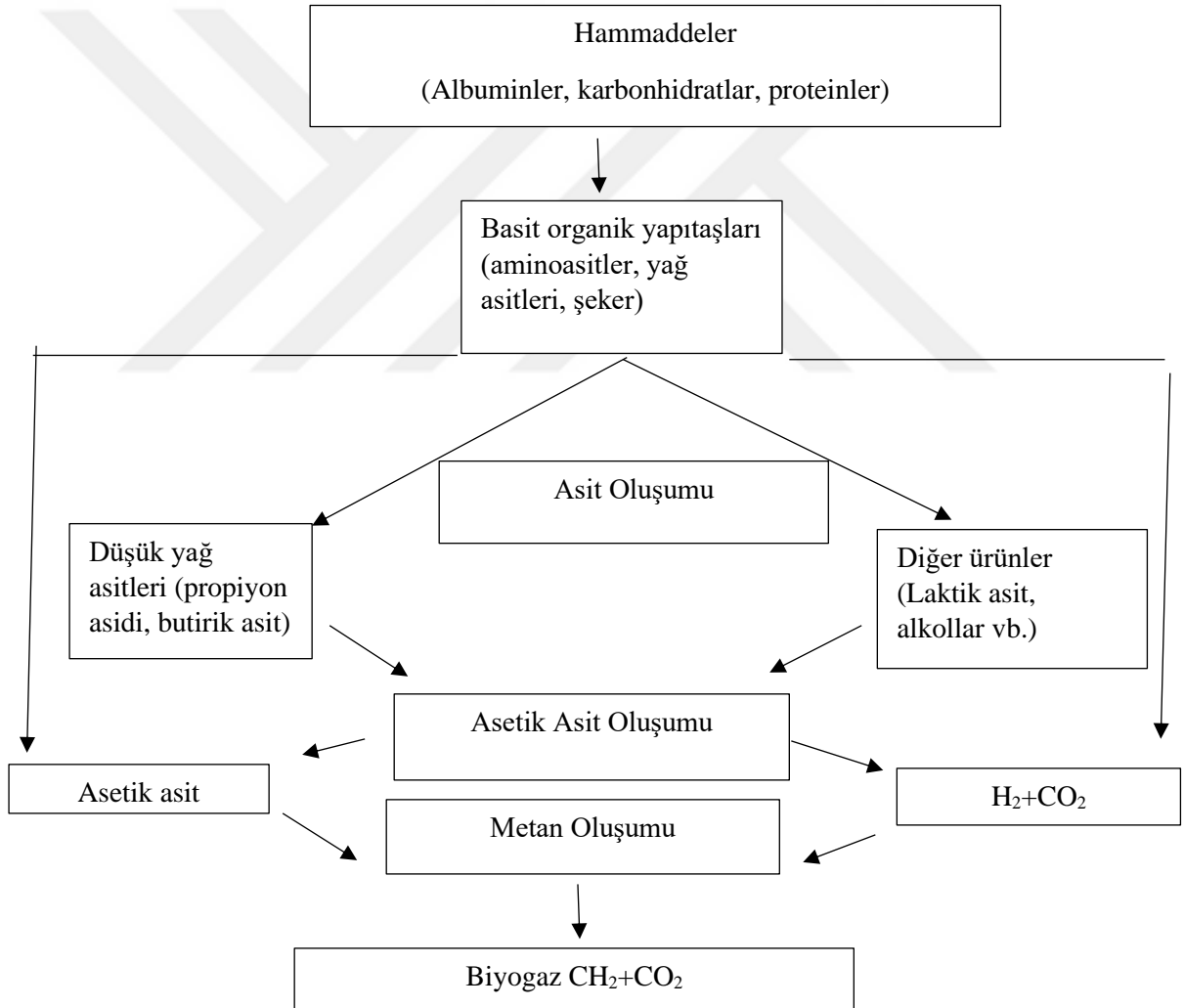
Ülkemizde ise biyogaz üzerine yapılan çalışmalar 1960’lı yıllarda “Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü” ve “Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü” tarafından gerçekleştirilmiştir (Nacar Koçer, Öner ve Sugözü, 2006:18).

Dünya üzerindeki biyogaz tesislerinin %80’i Çin’de, %10’u ise Hindistan, Nepal ve Tayland’da yer almaktadır (Enegrom, 2019, Erişim Tarihi: 12.09.2019).

3.5.2.2.1. Biyogazın Oluşum Aşamaları

Biyogazın oluşumu için bakterilere ihtiyaç duyulmaktadır. Biyogaz oluşumunda asit üreten asit bakterileri ve metan bakterileri olmak üzere iki grup bakteri rol oynamaktadır. Bakterilerin bir kısmı asetik asitten (CH_3COOH) metan (CH_4) ve karbondioksit (CO_2) oluştururken bazıları da karbondioksit ve H_2 'yi kullanarak metan (CH_4) ve su (H_2O) oluşturmaktadırlar (İlkılıç ve Deviren, 2011:146).

Biyogazın oluşumu aşağıdaki şekilde gösterilmiştir;



Şekil 3.7.: Biyogazın Oluşumu

Kaynak: Altaca Enerji, 2015. (Erişim Tarihi: 10.10.2019)

Fermantasyon ve Hidroliz; İlk evrede mikroorganizmalar tarafından salgılanan enzimler çözünür hale getirilerek polisakkaritler monosakkaritlere, proteinler ise peptid ve aminoasitlere dönüştürülmektedir. Bu aşamada hidrojen ve karbondioksit gazı oluşmaktadır. Biyogazın kaynağı olan organik atıkların büyük oranı suda çözünür duruma gelmektedir (İlkılıç ve Deviren, 2011:145). Fermantasyon ve hidroliz aşamasından sonra uçucu yağ asitleri oluşmaktadır.

Asit Oluşturma; İkinci aşamada asit üreten bakteriler faaliyette bulunmaya başlar ve uçucu yağ asitleri gibi maddelerin asetik asit vb. yapılara ayrıştırılması işlemi gerçekleştirilmektedir.

Metan (CH₄) Oluşumu; Biyogazın oluşumu için atıkların geçtiği son aşamada metan oluşturan bakteriler tarafından maddeler biyogaz haline getirilmektedir (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2011:15). Metan bakterileri asit oluşturma aşamasında üretilen asetik asitleri kullanmaktadırlar (Deviren, İlkılıç ve Aydın, 2017:80).

3.5.2.2.2. Biyogaz Üretiminde Kullanılabilecek Atıklar

Biyogaz için aktif olan mikroorganizmalar karbon, oksijen ve hidrojen ile birlikte kükürt, azot, fosfor, kalsiyum, magnezyum elementlerine ve ortamda demir, manganez, çinko, kobalt, nikel, tungsten gibi elementlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu elementler ise organik atıklarda mevcut olduğu için biyogaz üretiminde kaynak olarak organik atıklar kullanılabilir (İlkılıç ve Deviren, 2011:146). Ancak dikkat edilmesi gereken; kaliteyi bozmadan, maliyeti artırmadan üretim yapabilmektir (Korkmaz, Aykanat ve Çil, 2012:491).

Biyogaz üretiminde kullanılabilecek atıklar;

- Büyükbaş hayvan gübresi; sığır at, domuz gibi hayvanların dışkılarıdır. Küçükbaş hayvan gübresi; koyun ve keçinin dışkılarıdır. Ayrıca kanatlı hayvan dışkısı da (tavuk gübresi) biyogaza kaynak olarak enerji üretiminde kullanılmaktadır.
- Biyogaz üretiminde kentsel katı atıklar iki yöntem ile kullanılmaktadır. İlk yöntemde bu atıkların organik kısmı diğerlerinden ayrıştırılır ve ayrıştırılan

organik kısmın kullanılmasıyla oksijensiz fermantasyon biyogaz oluşumu sağlanmaktadır.

- Yer fıstığı, zeytin karasuyu (zeytinin sıkılmasıyla oluşan sıvı atık), pancar küspesi, çay posası gibi atıklar biyogaza kaynak olarak kullanılabilir (Şenol ve diğerleri, 2017:84-88).
- Şeker pancarı, mısır ve şeker kamışı gibi C_4 tipi bitkiler kuraklığa karşı dayanıklı bitkilerdir, yüksek sıcaklığa ihtiyaç duyarlar ve ışığı kullanabilme kabiliyetine sahiptirler. Bu bitkilerin kullanımında verim artışı sağlanmaktadır (Erdoğan, Seçgin ve Demirbilek, 2008:8).
- Söğüt, karakavak, okaliptus ve kavak gibi hızlı büyüyen, her 5 yılda bir budanabilen ağaçlardan elde edilen atıklar ile çevre korunur, enerji elde edilir ve var olan ormanlara zarar verilmez (Erdoğan, Seçgin ve Demirbilek, 2008:8).
- Gıda endüstrisi atıkları kullanılarak enerji üretimi yapılabilmektedir.
- Mutfak atıklarının kullanımı ile çevre kirliliğinin önüne geçilir ve enerji üretimi yapılır.
- Deri ve tekstil endüstrisi atıkları biyogaz kaynağı olarak kullanılabilir.
- Kağıt endüstrisi atıkları değerlendirilerek enerji üretimi sağlanabilir.

Farklı atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyelleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir;

Tablo 3.3.: Atıklardan Elde Edilecek Biyogaz Potansiyelleri

Sektör	Substrat	Teorik Biyogaz Potansiyeli (PJ/yıl)	Teknik Biyogaz Potansiyeli (PJ/yıl)
Tarım-Hayvancılık	Sığır dışkısı	107,8	42,1
	Kanatlı dışkısı	36,6	36,2
Tarımsal Artıklar	Tahıl Sapları	276,7	27,7

Tablo 3.3. (devamı): Atıklardan Elde Edilecek Biyogaz Potansiyelleri

	Şeker pancarı yaprakları	17,5	4,4
Enerji Bitkileri	Domates Atığı	11,1	4,1
	Nadas alanlarındaki enerji bitkileri	325,1	81,3
Tarım-Sanayi Artıkları	Et üretimi artıkları	0,5	0,2
	Peynir-Atık su	2,7	2,4
	Şekerpancarı pres keki	5,0	4,5
Belediye Atığı	Molaz (şeker üretimi)	3,3	2,9
	Zeytin pres keki (prina)	1,3	1,2
	Kara su	1,3	1,2
	Meyve suyu artıkları (posa)	1,8	1,6
	Draf (Biyometanol üretiminden gelen posa)	0,9	0,8
	Belediye atığı	22,0	11,0
	Toplam (enerji bitkileri ile)	813,4	221,5
	Toplam (enerji bitkileri olmadan)	488,3	140,3
	Toplam (enerji bitkileri ve sap olmadan)	211,6	112,6

Kaynak: dbfz Türk-Alman Biyogaz Projesi, 2011:68

Biyogazın kaynağı olan farklı atıklardan elde edilebilecek biyogaz miktarları ve metan oranları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir;

Tablo 3.4.: Farklı Atıklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Miktarları ve Metan Oranları

KAYNAK	BİYOĞAZ VERİMİ (litre/kg)	METAN ORANI (Hacim %'si)
Sığır Gübresi	90-310	65
Kanathı Gübresi	310-620	60
Domuz Gübresi	340-550	65-70
Buğday Samanı	200-300	50-60
Çavdar Samanı	200-300	59
Arpa Samanı	290-310	59
Mısır Saplari ve Artıkları	380-460	59
Keten ve Kenevir	360	59
Çimen	280-550	70
Sebze artıkları	330-360	Değişken
Ziraat atıkları	310-430	60-70
Yerfıstığı kabuğu	365	---
Dökülmüş ağaç yaprakları	210-290	58
Algler	420-500	63
Atık su çamuru	310-800	65-80

Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2018. (Erişim Tarihi: 09.10.2019)

3.5.2.2.3. Biyogaz Üretiminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Fermantörde (üretim tankı-sindireç) kesinlikle oksijen bulunmamalıdır,
- Antibiyotik almış hayvansal atıklar üretim tankına alınmamalıdır,
- Deterjanlı organik atıklar üretim tankına alınmamalıdır,
- Ortamda yeni bakteri oluşturulması ve büyümesi için yeterli miktarda azot olmalıdır,
- Üretim tankında asitlik 7,0 - 7,6 arasında olmalıdır,
- Metan bakterileri için substratta (S) sirke asidi cinsinden organik asit konsantrasyonu 500 - 1500 mg/litre oranlarında olmalıdır,
- Fermantör sıcaklığı 35 °C veya 56 °C de sabit olmalıdır,
- Üretim tankına ışık girmemeli ve karanlık ortam olmalıdır,
- Üretim tankında minimum %50, optimum %90 oranında su bulunmalıdır,
- Ortamda metan bakterilerinin beslenmesine yetecek kadar organik madde parçalanmış-öğütülmüş olarak bulunmalıdır (T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2018 Erişim Tarihi: 12.09.2019).

3.5.2.2.4. Biyogaz Üretiminin Yararları

- Çevreye dost, temiz bir enerji kaynağıdır.
- Atıkların değerlendirilmesine veya ortaya çıkan atık miktarının en aza indirgenmesine katkı sağlanmaktadır.
- Kötü kokunun oluşması engellenir (Şenol diğerleri, 2017:82).
- Biyogaz teknolojisi organik kökenli atık/artık maddelerden hem enerji elde edilir hem de atıklar toprağa kazandırılmaktadır.
- Ucuz bir kaynaktır.
- Biyogaz üretimi sonucunda hayvan gübresinde bulunabilecek yabancı ot tohumları çimlenme özelliğini kaybetmektedir.
- Hayvan gübrelerinden kaynaklanan insan sağlığını ve yeraltı sularını tehdit eden hastalıkların büyük oranda önlenecektir.
- Biyogaz üretiminden sonra atıklar çok daha değerli bir organik gübre haline dönüşmektedir (T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2018 Erişim Tarihi: 12.09.2019).

- Biyogaz sayesinde asit yağmurları azaltılmakta ve küresel ısınmanın önüne geçilmektedir.

3.5.2.2.5. Biyogazın Kullanım Alanları

- Biyogaz, benzin ile çalışan motorlarda yakıt olarak kullanılabilir.
- Evlerde biyogaz lambaları kullanılabilir. Ancak biyogazın kullanıldığı lambaların aydınlatmada verimi %3 seviyesinde kaldığından dolayı aydınlatmada pek tercih edilmemektedir.
- Bileşimindeki metandan (CH₄) kaynaklanan yanma özelliği ile ısıtma amaçlı olarak kullanılabilir. Yanma işleminin gerçekleşmesi için biyogazın 1/7 oranında hava ile karışması gerekmektedir. Bu karışımın sağlanması ile kaloriferin yanı sıra termosifon ve şofbenlerde biyogaz kullanılabilir.
- Biyogaz üretiminin ardından bir dizi süreçten geçtikten sonra doğalgaza dönüşebilir. Bu dönüşüm için öncelikle gazdan karbondioksit (CO₂) uzaklaştırılmalı ve bir sonraki adımda su çığ noktası biyogaz yükseltilmesinin öncesinde ya da sonrasında ayarlanmalıdır
(Biyogaz, <http://biyogazlar.blogspot.com/2010/06/biyogazin-kullanim-alanlari.html>, Erişim Tarihi: 16.09.2019).

3.5.2.2.6. Biyogaz Tesisi Çeşitleri

Biyogaz üretimi için tasarlanan bir tesisin ana bileşenleri; atık hazırlama ünitesi, fermantör, son depo, kojenerasyon ünitesi, seperatör, gaz borusu, ısıtma sistemi, pompa, karıştırıcı ve ısı transfer elemanlarından oluşmaktadır (Kaya ve diğerleri, 2009:49-50).

Biyogaz üretiminde kullanılacak tesisler, amaçlara göre farklı şekillerde dizayn edilmektedir. Biyogaz elde edebilmek için kullanılacak tesisler aile tipi, çiftlik tipi, köy tipi ve sanayi ölçekli biyogaz tesisleridir (Şenol ve diğerleri, 2017:17; T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2018 Erişim Tarihi: 12.09.2019).

- Aile tipi biyogaz tesisi 6-12 m³ kapasitelidirler. Bu tesislerde biyogaz üretilmesi için ihtiyaç duyulan ısı 35 derecedir. Özellikle Çin’de yaygın olarak kullanılan aile tipi tesisler kullanım yerlerine yakın yerlerde konumlanmaktadır.
- Çiftlik tipi biyogaz tesisleri 50-100 veya 150 m³ kapasiteli olan tesislerdir. Çin ve Hindistan’da yaygın olarak kullanılmaktadır. Aşağıdaki şekilde çiftlik tipi biyogaz tesisi gösterilmiştir;



Şekil 3.8.: Çiftlik Tipi Biyogaz Tesisi

Kaynak: Toprakbilgi.com, 2017. (Erişim Tarihi: 05.11.2019)

- Köy tipi biyogaz tesisleri 100-200 m³ kapasiteye sahip tesislerdir. Aşağıdaki şekilde köy tipi biyogaz tesisleri gösterilmiştir;



Şekil 3.9.: Köy Tipi Biyogaz Tesisi

Kaynak: SoleaEnerji, 2019. (Erişim Tarihi: 05.11.2019)

- Sanayi ölçekli tesisler ise 1000-10000 m³ kapasiteye sahiptir (T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2018 Erişim Tarihi: 12.09.2019). Bu tesise örnek aşağıdaki şekilde gösterilmiştir;



Şekil 3.10.: Sanayi Ölçekli Biyogaz Tesisi
Kaynak: HOCHREITER-tr.com. (Erişim Tarihi: 05.11.2019)

Bir biyogaz tesisinin kurulumu için öncelikle kapasite belirlemesi yapılmalıdır. Ayrıca tesiste sadece hayvan gübresi kullanılacaksa ortaya çıkan gübre miktarı, hayvanların beslenme düzenleri ve gübrenin içeriğindeki katı madde oranının tespit edilmesi gerekmektedir (Nacar Koçer, Öner ve Sugözü, 2006:18).

Ortaya çıkan gübre, hayvan cinsine göre değişiklik gösterebilmektedir ve hayvan gübrelereinden sağlanabilecek verimler şu şekildedir;

Büyükbaş hayvan için 10-20 kg/gün olarak belirlenmiştir ve canlı hayvanın ağırlığının yaklaşık %5-6' sına denk gelmektedir.

Küçükbaş hayvan için 2 kg (yaş)/gün olarak belirlenmiştir ve canlı hayvanın ağırlığının %4-5' ine denk gelmektedir. Kümes hayvanları için bir günde ortaya çıkan gübre üretimi 0,08-0,1 kg (yaş)/gündür ve bu miktar canlı ağırlığın yaklaşık %3-4'üne tekabül etmektedir (Nacar Koçer, Öner ve Sugözü, 2006:18).

Aşağıdaki tabloda cinsine göre hayvanlardan yılda elde edilecek yaş gübre miktarı verilmiştir:

Tablo 3.5.: Hayvan Ağırlığı Bazında Üretilebilecek Günlük ve Yıllık Yaş Gübre Miktarları

Hayvan Adedi	Hayvan Cinsi	Yaş Gübre Miktarı (ton/yıl)
1	Büyük Baş	3.6
1	Küçük Baş	0.7
1	Kümes	0.022
Gübre Cinsi	Gübre Miktarı	Elde Edilebilecek Biyogaz (m ³ /yıl)
Sığır	1 ton	33
Koyun	1 ton	58
Kümes Hayvanı	1 ton	78

Kaynak: T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2018. (Erişim Tarihi: 12.09.2019)

Biyogaz üretiminin kaynağı olan organik maddeler su ve katıdan meydana gelmektedir ve içeriğindeki katı maddeler farklıdır. Katı madde, organik maddenin kurutulup suyunun atılması ile elde kalan kısımdır. Katı madde miktarı tavuk gübresi için %22, sığır gübresi için %10 ve koyun gübresi için %24'tür (İlkılıç ve Deviren, 2011:147).

3.5.2.2.7. Biyogaz Üretiminde Kullanılan Sistemler

Biyogaz üretiminde kesikli, beslemeli-kesikli ve sürekli fermantasyon olmak üzere üç sistem kullanılmaktadır:

Kesikli fermantasyon sisteminde mikroorganizmaların aşılması yapılır ve fermantasyon için uygun ortam hazırlanır. Sistem için sıcaklık ve pH ayarlaması yapıldıktan sonra tekrar substrat ve mikroorganizma eklenmez. Mekandaki besin

elementleri bitince ya da çevre şartları değişince fermantasyon sona ermektedir (https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/18578/mod_resource/content/0/End%20Mik%209.%20hafta.pdf, Erişim Tarihi: 12.09.2019).

Beslemeli-kesikli fermantasyon sistemi, kesikli ve sürekli sistemlerin özelliklerini aynı anda taşımaktadır. Öncelikle fermantöre belirli miktarda organik madde eklenmektedir. Kalan hacim fermantasyonun süresine göre bölünür ve buna göre günlük belli miktarda ekleme yapılarak tamamlanmaktadır (https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/18578/mod_resource/content/0/End%20Mik%209.%20hafta.pdf, Erişim Tarihi: 12.09.2019; T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2018 Erişim Tarihi: 12.09.2019).

Sürekli fermantasyon, günlük besleme fermantörden gaz çıkışı ile başlamaktadır. Sistem, ilave edilen karışım ile aynı oranda ürün ve mikroorganizmanın sistemden alınması suretiyle çalışmaktadır (T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2018 Erişim Tarihi: 12.09.2019).

Biyogaz üretiminde kullanılacak olan organik atıkların sistemde bulunma süresi, tesis hacmine ve günlük besleme miktarına bağlı olarak değişmektedir. Bu süre bu iki değişkenin birbirine oranlanması ile tespit edilmektedir. Bekleme süresi organik maddeden meydana gelecek gazın %80'inin oluşması için ihtiyaç duyulan zamandır (İlkılıç ve Deviren, 2011:147).

3.6. Organik Atık Potansiyelinin İncelenmesi

Ülkemiz, çevreci biyokütle enerjisi bakımından son derece zengin kaynaklara sahiptir. Diğer enerji kaynaklarına göre hem yenilenebilir hem de üretim sürecinde yeterince hammaddeye sahip olduğu için ekonomik ve ekolojik açıdan değer sağlaması kompost ve biyogaza yönelimi üzerine odaklanılan bir konu haline getirmiştir.

3.6.1. Türkiye'nin Potansiyeline İlişkin Veriler

Fosil yakıtların verdiği zararlardan dolayı ve enerjide dışa bağımlılığın azaltılması önemli bir husus olduğundan dolayı ülkemizdeki biyokütle potansiyelinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan biyokütle çevresel, tarımsal, ekonomik faydalar sağladığı gibi atık depolama sorununu ortadan kaldıracığı için bu tesislerin çoğaltılması gerekmektedir.

2008-2012 Atık Eylem Planına göre ülkemizdeki kompost ve biyogaz tesislerinin durumu şu şekildedir:

Tablo 3.6.: Ülkemizdeki Kompost Tesisleri

	İLLER	Kapasite (ton/yıl)	İşlenen Atık Miktarı (ton/yıl)
1	İZMİR	182.000	91.250
2	İSTANBUL	360.000	162.000
3	ANTALYA-Kemer	54.750	45.000
4	DENİZLİ	3.000	1.000
	TOPLAM	599.750	299.250

Kaynak: Atık Yönetimi Eylem Planı 2008-2012

Yukarıda belirtilen dört tesis arasında Antalya-Kemer ve İstanbul'da yer alan kompost tesisleri verimli çalışmalarını sürdürmektedir. İstanbul'da elde edilen kompost peyzaj düzenlemesinde kullanılırken, Antalya'da elde edilen kompost peyzaj faaliyetlerine ek olarak seralarda ve tarımsal faaliyetlerde kullanılmaktadır (Yaldız ve Külcü, 2018:10).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın yaptığı açıklama göre Türkiye'de 45 şehirde faaliyet gösteren 85 adet biyogaz tesisi bulunmaktadır. Bu tesisler en fazla Konya, Ankara, Bursa, Antalya ve İstanbul şehirlerinde yoğunlaşmıştır. Tesislerin

toplam kurulu gücü 358 megawattır (MW) (Enerji Ekonomisi, Erişim Tarihi: 09.10.2019).

Bu tesislerden bazıları aşağıdaki tabloda gösterilmektedir;

Tablo 3.7.: Türkiye’de Bulunan Biyogaz Tesisleri

	Şirket Adı	Lisans Türü	Lisans Tarihi/Süresi	Tesis Yeri	Tesis Türü	Kurulu Güç (MW e)
1	İstanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerl. San. Ve Tic. A.Ş.	Otoprodükt ör Lisansı	28.08.2003/10	İstanbul	Biyoküt le LFG	4,02
2	Cargill Tarım ve Gıda San. Tic. A.Ş.	Otoprodükt ör Lisansı	20.09.2007/30	Bursa	Biyoküt le BG	0,12
3	Yeni Adana İmar İnşaat Tic. A.Ş.	Otoprodükt ör Lisansı	25.05.2007/49	Adana	Biyoküt le BG	0,8
4	Yeni Adana İmar İnşaat Tic. A.Ş.	Otoprodükt ör Lisansı	30.03.2004/15	Adana	Biyoküt le BG	0,8

Tablo 3.7. (devamı): Türkiye’de Bulunan Biyogaz Tesisleri

5	Bel-Ka Ankara Katı Atıkları Ayıkl. Değerl. Bilg. İnş. San. Ve Tic. A.Ş.	Otoprodükt ör Lisansı	01.05.2003/15	Ankara- Sincan	Biyoküt le LFG	3,2
6	Ortadoğu Enerji San. ve Tic. A.Ş.	Üretim Lisansı	26.10.2007/24 yıl 2 ay	İstanbul- Eyüp	Biyoküt le LFG	28,3
7	Ortadoğu Enerji San. ve Tic. A.Ş.	Üretim Lisansı	25.10.2007/23 yıl 2 ay	İstanbul- Şile	Biyoküt le LFG	7,56
8	ITC-KA Enerji Üretim Sanayi ve Tic. A.Ş.	Üretim Lisansı	08.04.2006/49	Ankara- Mamak Biyogaz Santrali	Biyoküt le LFG	36
9	Ekolojik Enerji Anonim Şirketi	Üretim Lisansı	05.10.2004/49	Kemerburg az-İstanbul	Biyoküt le LFG	5,826
10	GASKİ Enerji Yatırım Hiz. İnş. San. ve Tic. A.Ş.	Üretim Lisansı	22.03.2007/49	Gaziantep	Biyoküt le BG	1,66

Tablo 3.7. (devamı): Türkiye’de Bulunan Biyogaz Tesisleri

11	Ekolojik Enerji Anonim Şirketi	Üretim Lisansı	24.09.2008/49	Tekirdağ-Çorlu	Biyokütle LFG	0,8
12	ITC-KA Enerji Üretim Sanayi ve Tic. A.Ş.	Üretim Lisansı	20.11.2008/ 17.09.2051	Ankara-Sincan	Biyokütle LFG	5,66
13	Çev. Enerji Üretim San. ve Tic. Ltd. Şti.	Üretim Lisansı	27.08.2009/28.10 .2037	Gaziantep-Şahinbey	Biyokütle LFG	5,655
14	ITC Adana Enerji Üretim Sanayi ve Tic. A.Ş.	Üretim Lisansı	04.02.2010/30	Adana	Biyokütle LFG	11,32
15	ÇEV Marmara Enerji Üretim San. ve Tic. Ltd. Şti.	Üretim Lisansı	17.06.2010/09.02 .2038	Bolu	Biyokütle BG	1,131

Tablo 3.7. (devamı): Türkiye’de Bulunan Biyogaz Tesisleri

16	ESES Eskişehir Enerji Enerji Sanayi ve Tic. A.Ş.	Otoprodukt ör Lisansı	17.06.2010/49	Eskişehir	Biyokütle BG	2,042
17	Konbeltaş Konya İnşaat Taşımacılı k Hizmet Danışman lık ve Park İşletmecili ği Tic. A.Ş.	Üretim Lisansı	13.04.2010/04.06. 2085	Konya- Karatay	Biyokütle BG	2,436
18	Bereket Enerji Üretim A.Ş.	Üretim Lisansı	27.10.2010/29.10. 2020	Denizli- Merkez	Biyokütle LFG	0,635
19	Mersin Büyükşeh ir İmar İnşaat ve Tic. A.Ş.	Üretim Lisansı	05.04.2011/20.05. 2040	Mersin	Biyokütle BG	1,9
20	Samsun Avdan Enerji Üretim ve Tic. A.Ş.	Üretim Lisansı	18.05.2011/15.07. 2039	Samsun	Biyokütle BG	2,472

Tablo 3.7. (devamı): Türkiye’de Bulunan Biyogaz Tesisleri

21	ITC-KA Enerji Üretim Sanayi ve Tic. A.Ş.	Üretim Lisansı	24.03.2011/10	Konya	Biyokütle LFG	5,66
22	Pamukova Yenileneb ilir Enerji ve Elektrik Üretim A.Ş.	Üretim Lisansı	12.05.2011/26.02 .2039	Sakarya- Pamukova	Biyokütle BG	1,4
23	Körfez Enerji Sanayi ve Tic. A.Ş.	Üretim Lisansı	10.06.2011/20.10 .2039	Kocaeli	Biyokütle LFG	2,4
24	İzaydaş İzmit Atık ve Atıkları Arıtma Yakma ve Değ. A.Ş.	Üretim Lisansı	26.10.2011/03.12 .2059	Amasya- Suluova	Biyokütle BG	2
25	Sigma Elektrik Üretim Mühendis lik ve Pazarlama	Üretim Lisansı	26.10.2011/03.12 .2059	Amasya- Suluova	Biyokütle BG	2

Tablo 3.7. (devamı): Türkiye’de Bulunan Biyogaz Tesisleri

26	Derin Enerji Üretim Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.	Üretim Lisansı	11.11.2011/20	Ankara	Biyokütle BG	0,576
27	Her Enerji ve Çevre Teknolojileri Sanayi ve Tic. A.Ş.	Üretim Lisansı	11.08.2011/10.09.2020	Kayseri	Biyokütle BG	1,56
TOPLAM KURULU GÜÇ (MWe)						147,73

Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2018, Erişim Tarihi: 05.11.2019

Biyokütle enerji kaynağı olan organik atıkların enerji üretiminde kullanılması, biyogaz teknolojisini yaygınlaştıracak ve atıkların oluşumu en aza indirecektir. İhtiyaç duyulan altyapı sağlandığı takdirde gelişmiş ülkelerde olduğu gibi tüm organik atıklardan biyogaz üretilerek insanların enerji ihtiyacı karşılanabilecektir.

BÖLÜM IV

4. KOMPOST ve BİYOGAZ TESİSLERİ için ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ

Günümüz modern dünyasında artan bilinç ile birlikte çevreye verilen önem atıkların değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmaları artırmıştır. Ek olarak enerji günümüzde büyük yatırımların yapıldığı, ülkelerin refah seviyelerinin göstergesi olan bir sektördür. Dolayısıyla artan rekabet ortamında atıkları enerji kaynağı olarak değerlendiren tesislerin en verimli şekilde çıktıları elde edebilmeleri gerekmektedir. Kompost ve biyogaz tesislerinin verimliliklerinin yükseltilebilmesi ve etkin bir biçimde çalışmalarının sürdürülebilirliği için etkinlik analizlerinin yapılması, etkin olmayan tesislerin etkin hale getirilmesi gerekmektedir.

4.1. Verimlilik ve Etkinlik Kavramları

Etkinlik ve verimlilik kavramları birbirlerinin yerine sıkça kullanılan kavramlar olmalarına rağmen birbirlerinden farklı anlamlara sahiptirler.

Etkinlik, işletmenin faaliyetleri ile bağlantılı olarak planladığı programı gerçekleştirebilme derecesi olup belirlenmiş hedeflere ulaşılabilmesi için tüketilmesi tahmin edilen kaynaklar ile hedefe ulaşıldığında tüketilen kaynaklar arasındaki ilişkidir (Özdin Oflu, 2019:1). Mevcut girdi kullanılmasıyla en fazla çıktının üretilmesidir. Bu oranın 1 (bir) olması istenmektedir (Depren, 2008:4).

Verimlilik, üretim sürecine dahil edilen kaynakların israf edilmeden en iyi biçimde çıktılarına dönüştürülmesi olarak tanımlanan üretim odaklı olup randıman, kalite, inovasyon, teknolojik değişim ve nüfus politikalarını kapsayan bir kavramdır (Harmankaya, 2019:8-9).

Etkinlik göreceli bir kavram olmasına karşın, verimlilik göreceli bir kavram değildir. Verimlilik, çıktının girdiye oranıdır ve kaynakları en iyi biçimde değerlendirerek kullanmaktır (Çakır, 2011:6). Bu oranda, girdi miktarında azalma olduğunda çıktı miktarında daha az bir oranda azalma oluyorsa ya da çıktı miktarı

artıyorsa girdi miktarı değişmiyorken çıktı miktarı artıyorsa ya da girdi miktarı artarken çıktı miktarında daha fazla artış varsa verimlilik yükselmiş olacaktır (Karaemir, 2013:7).

4.2. Veri Zarflama Analizi

Veri zarflama analizi yöntemi, “doğrusal programlama yöntemine dayanan ve karar verme birimleri arasında göreceli bir biçimde etkinlik ölçümlemesi yaparak bu birimler arasında kıyaslama ortaya koyan bir yöntemdir” (Karaemir, 2013:21). İlk olarak 1957 yılında Farrell’ın hazırladığı “Prodüktivite Etkinlik Ölçümü” adlı makalede ortaya koyulmuş olan bu yöntemde prosesin girdi ve çıktılarının performans verilerinin zarflanması ile sınır değerler tanımlanmaktadır (Özgür, 2011:11).

Veri zarflama analizi yönteminde performans, karar verme birimi ve etkinlik olmak üzere üç temel kavram kullanılmaktadır;

- Performans, belli bir sürenin sonunda işi yapmak ile görevli birey, grup ya da ülkelerin ulaşmak istedikleri hedeflere göre ortaya çıkan ürün, hizmet ya da sonuçların değerlendirildiği süreçtir (Dursun, 2013:21-22).
- Karar verme birimi, benzer girdiler ile yine benzeyen çıktılarını ortaya koyulmasından sorumlu olan kurum, hastane, tesis, şirket gibi etkinliği incelenen birimlerdir (Dursun, 2013:22).
- Etkinlik, sistem girdilerinin ne kadar iyi kullanılarak çıktılarını elde edildiğini ifade eden kavramdır. Maksimum çıktının elde edilmesinde aynı veya daha az sayıda girdinin kullanılması amaçlanmaktadır (Oktay, 2019:9).

Analizde değerlendirilen karar verme birimleri, girdileri çıktılara dönüştüren okullar, işletmeler, kuruluşlar veya ülkeler olabilmektedir (Depren, 2008:17). Bu kurumlarda faaliyetlerin daha iyi olması, kendini sürekli olarak yenileyebilmesi için yeni kararların alınması gerekmektedir ve bunun için kantitatif ve kalitatif araştırma tekniklerinin kullanımı ile teknolojinin ilerlediği ortamda bilgisayar programlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Harmankaya, 2019:36).

Bilgisayar ortamında veri zarflama analizi ile;

- Karşılaştırılan birimler arasında girdi veya çıktılarda etkin olmayan kaynaklar ve bu kaynakların miktarları belirlenebilmektedir.
- Birimler etkinlik durumlarına göre sınıflandırılabilir.
- Karşılaştırılan birimlerin yönetimi değerlendirilebilmektedir.
- Girdi ve çıktı ilişkilerinin standartlara göre performansı değerlendirilebilmektedir.
- Birimler arası yapılan karşılaştırma ile birbiriyle ilişkisi olmayan amaçlar için etkin girdi-çıkıtı ilişkileri değerlendirilebilmektedir (Sarı, 2015:15).

4.2.1. Veri Zarflama Analizinin Kullanım Alanları

İlk olarak kar amacı içinde olmayan kamu idarelerinin etkinlik durumlarının ortaya koyulması için kullanılan veri zarflama analizi ilerleyen zamanlarda üretim, finans, hizmet sektörlerinde iç ve dış rekabetin olduğu alanların tamamında kullanılabilir hale gelmiştir (Harmanakaya, 2019:36; Karaemir, 2013:25).

Veri Zarflama Analizinin kullanıldığı bu alanlar;

- Eğitim,
- Sağlık hizmetleri,
- Bankacılık sektörü,
- Havayolları işletmeleri,
- Taşıma ve lojistik,
- Elektrik üretimi,
- Yönetim bilimi şeklinde sıralanabilmektedir (Karaemir, 2013:26).

4.2.2. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Yapısı

Veri zarflama analizi yöntemi “performans” kavramına dayalı olan girdi ve çıktıya yönelik olan bir yöntemdir. Bu yöntem aynı anda birden fazla girdi, çıktı ve karar verme birimleriyle birlikte matematiksel modellerin kullanılmasından dolayı

analiz ortaya koyacak olan araştırmacıların çalışmalarını kolaylaştırmaktadır (Harmankaya, 2019:38).

4.2.3. Veri Zarflama Analizinin Sistematik Yapısı

Veri zarflama analizinin sistematik yapısı girdilerden ve bu girdilerin kullanılması ile elde edilen çıktılardan oluşmaktadır. Yöntem;

- Tek girdi-tek çıktılı sistem,
- İki girdi-tek çıktılı sistem,
- Tek girdili-iki çıktılı sistem,
- Çok girdili ve çok çıktılı sistem olmak üzere dört sisteme dayanmaktadır.

4.3. Veri Zarflama Analiz Modelleri

Etkin olmayan karar verme birimlerinin etkinliklerinin iyileştirilmesi için ne yapması gerektiğini ortaya koyan veri zarflama analizi yöntemi Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Modelleri, Banker-Charnes-Cooper Modelleri olmak üzere iki temel modele dayanmaktadır (Özden, 2008:170-173). Bu modellerden hangisinin kullanılacağına şu varsayımlar altında karar verilmektedir;

- Karar verme birimleri ölçeğe göre sabit getiriye sahiplerse ve birimlerin toplam etkinliklerinin tespit edilmesi hedefleniyorsa CCR modeli,
- Karar verme birimleri ölçeğe göre değişken getiriye sahiplerse ve birimlerin teknik etkinliklerinin tespit edilmesi hedefleniyorsa BCC modeli,
- Eğer karar verme birimleri hakkında daha ayrıntılı bilgi edinilecek şekilde etkinsizlik nedeninin karar verme birimlerinin teknik etkinlik veya ölçekten mi kaynaklandığının tespit edilmesi hedeflendiğinde hem teknik hem de ölçek etkinliklerinin hesaplanması gerektiği için BCC ve CCR modelleri kullanılmaktadır (Taşköprü, 2014:36-37).

“Teknik etkinlik, mevcut teknoloji ile belli sayıda girdinin kullanılmasıyla en fazla çıktıya ulaşma boyutu olarak tanımlanırken ölçek etkinlik, belli bir üretim ölçeği çerçevesinde belli miktarda girdi ile en fazla çıktıya ulaşma boyutudur” (Taşköprü, 2014:23; Göktolga ve Artut, 2011:66).

- En az girdi ile en fazla çıktının üretilmesi hedeflendiğinde toplamsal ya da yönelimsiz modeller kullanılmaktadır (Taşköprü, 2014:36-37).

4.3.1. CCR Modeli (Charnes, Cooper ve Rhodes)

Charnes, Copper ve Rhodes tarafından etkinlik durumunun tespiti için geliştirilen en temel modeldir. Bu model girdi ve çıktıya yönelik olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Aynı zamanda bu modelleri kesirli programlama, doğrusal programlama ve zarflama modelleri olmak üzere üç grupta incelenebilmektedir (Karaemir, 2013:36). Model, girdi ve çıktıların skaler değerleri ile birlikte fiziksel olmayan ağırlıklarla birbirlerinden ayrı birimlerin aynı anda değerlendirilerek kıyaslama yapılması avantajını sağlamaktadır (Özgür, 2011:18).

Modelin formülasyonu;

$$\max h_k = \sum_{r=1}^s Urk \cdot Yrk$$

$$\sum_{r=1}^s Urk \cdot Yrk - \sum_{i=1}^m Vik \cdot Xij \leq 0 \quad j=1, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m Vik \cdot Xik = 1$$

$$Urk \geq 0 \quad r=1, \dots, s$$

$$Vik \geq 0 \quad i=1, \dots, m$$

şeklindedir (Harmankaya, 2019:42).

Bu kümede;

$Urk = k$ 'nci karar biriminin r 'inci çıktısının ağırlığı

$Vik = k$ 'nci karar biriminin i 'inci çıktısının ağırlığı

$Yrk = k$ 'nci karar biriminin r 'inci çıktı miktarı

$Xik = k$ 'nci karar biriminin i 'inci girdi miktarı

$Yrj =$ diğer (j 'inci) karar birimlerinin çıktı miktarları

X_{ij} = diğer (j'inci) karar birimlerinin girdi miktarlarını

m = girdi sayısı

s = çıktı sayısını ifade etmektedir (Harmankaya, 2019:42)

4.3.2. Dual Formülasyon

Dual modelde, CCR-VZA modelinde etkin olmayan karar verme birimlerinin primal modelden dual formuna dönüştürülmesiyle referans setleri belirlenmektedir. Böylelikle etkin olmayan karar verme birimlerinin girdilerinde nasıl bir değişiklik yapılması gerektiği hesaplanmaktadır (Harmankaya, 2019:43).

Primal ve dual modeller oluşturulan programlar hakkında aynı bilgiyi vermektedir. Aradaki fark amaçtan kaynaklanmaktadır. Şöyle ki; primal bir problemin amaç fonksiyonu maksimizasyon olduğunda duali minimizasyon olurken, amaç fonksiyonunda en aza indirmek amaçlandığında (minimizasyon) dual maksimizasyon yönlü olmaktadır (Çakır, 2011:30-31).

4.3.3. BCC Modeli (Banker, Charnes, Cooper)

Banker-Charnes-Cooper Modeli, ölçeğe göre değişiklik gösteren getiri varsayımında karar verme birimlerinin etkinliğini ölçmektedir (Sarı, 2015:27). Model, karar verme birimlerinin artan, azalan ya da sabit getiri ölçeğinde çalışma durumunu ortaya koymaktadır (Karaemir, 2013:48).

Bu modelin CCR modelinden farkı zarflama modeline konvekslik eklenmesinden kaynaklanmaktadır.

Etkinlik skoru θ^* olmak üzere,

$\theta^*=1$ ise ve artıklar sıfır ise bu karar verme birimi etkindir.

$\theta^* < 0$ ise karar verme birimi etkin değildir. Burada model girdi yönlüdür (Sarı, 2015:27).

Model çıktı yönlü olduğunda $\theta^*=1$ ise ve artıklar sıfır ise bu karar verme birimi etkindir.

$\theta^*>0$ ise karar verme birimi etkin değildir (Sarı, 2015:27).

Modelin formülasyonu:

$$\max hk = \sum_{r=1}^s Urk.Yrk$$

$$\sum_{r=1}^s Urk.Yrk - \sum_{j=1}^m Vik.Xij \leq 0 \quad j=1, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m Vik.Xik = 1$$

$$Urk \geq 0 \quad r=1, \dots, s$$

$$Vik \geq 0 \quad j=1, \dots, m \quad \text{şeklindedir}$$

(Harmankaya, 2019:44).

4.4. Veri Zarflama Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri

Uygulandığı birim için etkinlik durumunu ortaya koyan veri zarflama analizi modeli, doğru verilerle kullanıldığı zaman kullanışlı ve verimi yüksek bir model olmasına rağmen tıpkı diğer yöntemlerde olduğu gibi bazı güçlü ve zayıf yönlere sahiptir. Yöntemin güçlü ve zayıf yönleri aşağıda belirtilmektedir:

4.4.1. Güçlü Yönleri

- Veri zarflama analizinin yapıldığı değerlendirmede “etkin” yorumunun yapılabilmesi için analiz değerinin 1 çıkması gerekmektedir.
- Veri zarflama analizi yöntemi, birbirinden farklı olan birimlerdeki girdi ve çıktıları kullanma imkanı sağlayarak analizi yapana aynı tür verileri kullanma zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır (Harmankaya, 2019:45).
- Veri zarflama analizi birden fazla girdisi ve çıktısı olan işletmelerin farklı boyutlarını sorunsuzca birleştirerek performans durumlarını ortaya koyabilmektedir (Karaemir, 2013:56).

- Üretim durumunun analitik yapısı hakkında tahminde bulunmayı gerektirmediğinden dolayı parametrik yöntemlerden daha esnek bir yöntemdir.
- Ortalama etkinliğe göre ölçüm yapılarak endüstri grubunun tamamının dikkate alındığı parametrik yöntemlerin aksine veri zarflama analizi yöntemi, karar verme birimleri için etkinlik analizi yapılırken karar verme birimlerinin her biri için amaç fonksiyonu tek tek maksimize edilerek hepsi için ayrı ayrı optimum çözüm kümesi ortaya koyulmaktadır (Karaemir, 2013:56).

4.4.2. Zayıf Yönleri

- Veri zarflama analizinde fiziksel girdi ve çıktı değerleri ile değerlendirme yapıldığından dolayı girdi-çıktı verimliliğini analiz etmekle sınırlı bir yöntemdir.
- Kalitatif değerlere dayalı olan bu yöntemde kritik değere sahip girdi ve çıktılar değerlendirilmeye alınmaması durumu sonuçların yanlış çıkmasına sebep olabilmektedir.
- Karar verme birimlerinin üstünlük durumlarının göreceli olmasından dolayı birimlerin yalnız değerlendirmeye alınması verimlilik yorumunun yapılması zorlaşmaktadır (Ayanoğlu, Atan ve Beylik, 2010:50).
- Veri zarflama analizinde karar verme birimlerinin her biri için ayrı ayrı doğrusal programlama modelinin çözülmesi gerekmektedir. Ancak bu durum büyük boyutlu problemlerde zaman alıcı bir hal almaktadır (Harmankaya, 2019:45).
- Analizde rassal hataya yer olmadığından dolayı verilerdeki hataların ayrıştırılmaması sonuçlara yansımaktadır (Harmankaya, 2019:46).
- Veri zarflama analizi istatistik değil deterministik bir yapıda olduğundan dolayı ölçüm hatalarına karşı hassas sonuçlar verebilmektedir. Girdi ve çıktılar çok düşük veya yüksek değerlere sahipse karar verme birimleri gözlem kümesinde aykırı olabilmekte ve diğer yakındaki karar verme birimlerinin de etkinliğinin düşük olmasına sebep olabilmektedir (Karaemir, 2013:58).

4.5. Kompost ve Biyogaz Tesisleri için VZA Uygulaması

Bu çalışma kapsamında organik nitelikteki atıkların değerlendirilmesi suretiyle yerli kaynakların kullanıldığı, enerji çıktısının elde edildiği, çevrenin korunduğu ve ekonomik kazanımların elde edildiği veya bu amaçlara ulaşılmasının hedeflendiği biyogaz tesislerinin etkinlik durumu veri zarflama analizi yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Tesislerin etkinlik analizinin ortaya koyulabilmesi için ihtiyaç duyulan verilerde girdi değeri olarak kullanılan tesisin kurulduğu alan ve personel sayısı ÇED (Çevre Etki Değerlendirme) raporlarından alınmıştır. ÇED raporlarına Çevrim İçi ÇED Yönetim Yazılım web sayfasından ulaşılmıştır (Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Erişim Tarihi: 06.11.2019).

Yıllık biyogaz üretim miktarları her tesisin raporunda verilmediğinden dolayı Microsoft excel uygulaması ile hesaplamalar yapılmıştır. Tesis elektriksel gücü ve tesis elektriksel güç verimi (%30) değerleri ile tesis toplam gücü (MWt) bulunmuştur. Biyogaz metan içeriği %50, biyogaz alt ısı değeri 4300 kcal/m³ olarak kabul edilmiştir. Tesislerin sürekli çalıştığı kabul edilerek yıllık biyogaz miktarları hesaplanmıştır.

Etkinlik analizi için iki girdi ve bir çıktının kullanıldığı altı adet karar verme birimi belirlenmiştir. Tesisler; Çumra, Körpınar, EK-TA, Burhaniye, Afyon ve Ege Biyogaz tesisleridir. Tesislere rastgele yapılan sıralama ile kodlamalar yapılmıştır.

Bu çalışmada altı adet karar verme birimine ait iki girdi ve bir çıktıdan oluşan veri seti elde edilmiştir. Veri zarflama analizi yöntemi kullanılırken karar verme birimlerinin yeterli sayıda olmasına dikkat edilmelidir. Kullanılan girdi çıktı sayısı fazla olmamalıdır. Bu durum analizin etkinliğinin zayıflamasına sebep olmaktadır.

Tablo 4.1.: Karar Birimlerinin Kodlanması

Karar Birim Adı	Kodu
Çumra Biyogaz Enerji Santrali	A1
Körpınar Biyogaz Enerji Üretim San. ve Tic. A.Ş.	A2
EK-TA Et ve Süt Ürünleri Hayvan Yem Gübre Enerji Gıda Tic. San. A.Ş.	A3
Burhaniye Biyogaz Tesisi	A4
Bioden Afyon Başmakçı Biyogaz Tesisi	A5
Ege Biyogaz Tesisi	A6

Çalışma için veri setinin oluşturulacağı karar verme birimlerinin kullanılacağı verilere aşağıdaki tablodaki gibi girdi ve çıktı kodları verilmiştir:

Tablo 4.2.: Girdi ve Çıktı Setinin Kodlanması

Girdi İsmi	Girdi Kodu	Çıktı İsmi	Çıktı Kodu
Çalışma Alanı (m ²)	X1	Biyogaz Üretim Miktarı (m ³)	Y1
Personel Sayısı	X2		

Tablo 4.3.: Veri Seti

KARAR BİRİMLERİ	GİRDİLER		ÇIKTILAR
	X1 (Tesisin Kurulduğu Alan)	X2 (Personel Sayısı)	Y1 (Yıllık Biyogaz Üretim Miktarı m³)
A1	200.000	60	70.342
A2	18.949	25	18.220
A3	16.661	14	5.869
A4	50.895	15	14.016
A5	121.660	15	46.690
A6	34.360	30	18.220

4.5.1. Girdi Odaklı CCR-VZA Modeli ile Etkinlik Ölçümü

Tabloda 4.1.'deki verilerin kullanılması ile 6 tesise ait model tasarlanmış olup LINDO paket programı kullanılarak çözümlene yapılmıştır. Yapılan çözümlene neticesinde elde edilen etkinlik değerleri CCR-VZA ayrıntılı sonuç tablosunda aşağıda gösterilmektedir.

Tablo 4.4.: CCR-VZA Ayrıntılı Sonuç Tablosu

Birimler	X1 (Tesisin Kurulduğu Alan)	X2 (Personel Sayısı)	Y1 (Yıllık Biyogaz Üretim Miktarı)	Etkinlik
A1	0.000003	0.005148	0.000011	0,7497016

Tablo 4.4. (devamı): CCR-VZA Ayrıntılı Sonuç Tablosu

A2	0.000000	0.000053	0.000055	1
A3	0.000027	0.039710	0.000082	0,4824669
A4	0.000014	0.020342	0.000042	0,5902259
A5	0.000007	0.010346	0.000021	1
A6	0.000013	0.018846	0.000039	0,7108363

CCR-VZA amaç fonksiyonu ve kısıtları ile 6 adet biyogaz tesisine ait verilerin modellenmesi ile tablo 4.4.'deki CCR-VZA Ayrıntılı Sonuç Tablosu ve tablo 4.5.'deki CCR-VZA Sonuç Tablosunda belirtilmiş olan değerler ortaya çıkmıştır.

Tablo 4.5.: CCR-VZA Sonuç Tablosu

Karar Birimi	Etkinlik	
A1	Çumra Biyogaz Enerji Santrali	0,7497016
A2	Körpınar Biyogaz Enerji Üretim San. ve Tic. A.Ş.	1
A3	EK-TA Et ve Süt Ürünleri Hayvan Yem Gübre Enerji Gıda Tic. San. A.Ş.	0,4824669
A4	Burhaniye Biyogaz Tesisi	0,5902259
A5	Bioden Afyon Başmakçı Biyogaz Tesisi	1
A6	Ege Biyogaz Tesisi	0,7108363

Yapılan analiz sonucunda elde edilen verilere bakıldığında zaman A2 ve A5 karar birimlerinin etkin, A1, A3, A4, A6 karar birimlerinin ise etkin olmadığı söylenebilmektedir. Etkinliği ölçümlenen 6 tesis arasında 2 tesisin etkin, 4 tesisin etkin olmadığı görülmektedir. A1, A3, A4 ve A6 tesislerinin etkin hale getirilebilmesi için dual model ile çözümleme yapılarak referans setleri ve gölge fiyatları belirlenebilmektedir. Bu veriler ile birlikte etkin birimler ile etkin olmayan birimler için referans seti elde edilerek yeniden girdi ve çıktı değerleri oluşturulacaktır. Etkin olmayan tesislerin referans setlerinin bulunması ve etkin hale getirilebilmesi için Dual CCR-VZA modeli kurulacaktır. Kurulmuş olan model LINDO programında çözümlenmiş ve “Dual CCR-VZA Modelindeki Karar Birimleri için Etkinlik Değeri ve Referans Seti” tablosu elde edilmiştir.

4.5.2. Girdi Odaklı DUAL CCR-VZA Modeli ile Etkinlik Ölçümü ve

Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin Belirlenmesi

Girdi odaklı Dual CCR-VZA modelinde yapılan çözümlemede etkin olmayan karar birimleri belirlenmektedir. Etkinlik değeri “1” olmayan karar birimlerinin etkinlik değeri 1’e yakın olsa dahi “etkin olmayan karar birimleri” olarak kabul edilmektedir.

Etkin olmayan karar verme birimlerinin etkinliğinin sağlanması için referans seti ve oluşturulan referans setinin girdileri ile hesaplamaların yapılabilmesi için karar değişkenleri model çözümlerinden elde edilmektedir ve “Dual CCR-VZA Modeldeki Karar Birimleri İçin Etkinlik Değeri ve Referans Seti” tablosundaki değişkenler kullanılmaktadır.

Tablo 4.6.: Dual CCR-VZA Modelindeki Karar Birimleri için Etkinlik Değeri ve Referans Seti

Karar Birimi	Etkinlik	Referans Seti	Karar Değişkeni
A1	0,7497016	K2, K5	1.169063-1.050368

Tablo 4.6. (devamı): Dual CCR-VZA Modelindeki Karar Birimleri için Etkinlik Değeri ve Referans Seti

A2	1	-	-
A3	0,4824669	K2, K5	0.254303-0.026464
A4	0,5902259	K2, K5	0.227222-0.211523
A5	1	-	-
A6	0,7108363	K2, K5	0.808064-0.074900

4.5.3. Referans Setleri Kullanılarak Değişim Oranlarının Hesaplanması

İçin Verilerin Birleştirilmesi

Etkinliğe ulaşamamış karar verme birimlerinin etkin olabilmesi için referans setleri ve karar değişkenleri kullanılmaktadır. Bu aşamada karar verme birimlerine ait girdiler ile karar değişkenlerinin çarpımının toplamı ile ulaşılan değer, etkin hale gelemeyen karar verme biriminin etkin duruma gelmesi için girdi miktarının olması gereken miktarı vermektedir.

Etkin olmayan her karar biriminin etkin hale getirilebilmesi için kendisine ait olan referans seti ve karar değişkenlerinin kullanımı ile tekrar edilerek etkin olmayıp etkin hale gelebilmesi için ihtiyaç duyulan girdi miktarı tespit edilmektedir. Bu işlemler için Dual CCR-VZA modelinde karar birimleri için tablo 4.6.'daki Etkinlik Değeri ve Referans Seti tablosundaki referans setleri kullanılmaktadır.

Tablo 4.7.: Etkin Olmayan Karar Birimleri için Yeni Girdi Değişim Oranları

Birim Kodu	Karar Birimi Adı	X1 (%) (Tesisin Kurulduğu Alan)	X2 (%) (Personel Sayısı)
A1	Çumra Biyogaz Tesisi	25,03	25,03
A3	EK-TA Biyogaz Tesisi	51,75	51,75
A4	Burhaniye Biyogaz Tesisi	40,98	40,98
A6	Ege Biyogaz Tesisi	28,92	28,92

Ele aldığımız tesisler arasında etkin olmayan birimlerin etkin hale gelmesi için daha önce referans seti olarak belirlenen Körpınar Biyogaz Tesisi ve Afyon Biyogaz Tesisi'nin girdileri kullanılmıştır. Analizde ortaya çıkan değerlere göre karar birimlerinin girdilerinin belirlenmiş oranlarda artırılması veya atıl olarak kalmış olan girdilerin de azaltılması gerekmektedir.

Çalışmamızda etkin hale getirilmesi hedeflenen tesislerin yeni girdi değişim oranlarının tamamının pozitif değerde olduğu görülmektedir. Negatif olması durumu etkin hale getirilmesi için girdi miktarının artırılması anlamına gelmektedir. Pozitif değerlerin elde edilmesi tesislerde atıl kapasitenin olduğunu göstermektedir.

4.5.4. BCC-VZA Modeliyle Karar Verme Birimlerinin Artan, Azalan ve Sabit Getiri Durumlarına İlişkin Analizi

Tablo 4.8.: Tüm Karar Birimleri için BCC-VZA Etkinlik Sonuçları

Karar Birimi	Karar Birimi Adı	Etkinlik BCC	U0
A1	Çumra Biyogaz Tesisi	0,7497016	0
A2	Körpınar Biyogaz Tesisi	1	0
A3	EK-TA Biyogaz Tesisi	0,4824669	0
A4	Burhaniye Biyogaz Tesisi	0,5902259	0
A5	Afyon Biyogaz Tesisi	1	0
A6	Ege Biyogaz Tesisi	0,7108363	0

CCR-VZA modelinde karar birimlerinin sabit getirili ölçeğe sahip oldukları varsayılırken BCC-VZA modelinde etkinlik sınırları daha esnektir ve bu sebeple azalan, artan getirili ölçek durumu olduğu için değerlerin farklı çıkma ihtimali vardır. Ancak çalışmada ele aldığımız verilere göre CCR-VZA ve BCC-VZA modellerinin sonuçlarının aynı çıktığı görülmektedir. U0 değerleri analizlerde 0, 1'den küçük veya 1'den büyük olabilmektedir. U0 değerinin her analizde 0 (sıfır) çıkması mümkün değildir. Eğer değer 1'den fazla ise ölçeğe göre artan getiri, 1'den az ise ölçeğe göre azalan getiri söz konusudur. BCC-VZA modelinde yapılan analiz sonucunda karar birimlerinin tamamında U0 değeri 0 (sıfır) çıkmıştır. Bu durumda karar birimlerinin tamamı için ölçeğe göre sabit getirinin söz konusu olduğu görülmektedir. Ölçeğe göre sabit getiri, karar birimlerinin girdilerinde oluşacak değişikliğin çıktılarını aynı oranda etkileyeceğini göstermektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkiye enerji üretimi açısından yeterli kaynağa sahip olmasına rağmen henüz dışa bağımlı bir ülkedir. Yaşamın her anında enerjiye olan ihtiyaç arttığı için ülkemiz ürettiği enerjiden daha fazlasını kullanmaktadır. Enerji ihtiyacının artması, yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesi düşüncesini güçlendirerek zorunluluk haline getirmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynağı olarak atıkların değerlendirilmesi düşüncesi ile oluşumu çok uzun zaman alan petrol, kömür, doğalgaz gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımı azaltılmalıdır. Bu fosil kaynakların kullanımında azalma sağlandığı takdirde ortaya çıkan sera gazı emisyonu ve ekolojik dengeyi bozacak diğer gazların salınımında da azalma sağlanacak, çevresel tahribatın önüne geçilecektir. Organik atıkların enerji kaynağı olarak kullanılması ile atık minimizasyonu sağlanacaktır.

Türkiye'deki biyogaz tesislerinin verimlilik durumlarının incelendiği bu çalışmada tesislerin girdilerini etkin olarak kullanıp kullanmadıkları analiz edilmiştir. Tesislerin iki girdi ve bir çıktıdan oluşan verileri CCR ve BCC modellerine göre çözülmüştür. Yapılan çözümlenme ile altı tesis arasından iki tesisin etkin olup dört tesisin etkin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Etkin olmayan tesislerde girdilerin etkin kullanılabilmesi için gereken artırma veya azaltmalar hesaplanmıştır. Etkin Olmayan Karar Birimleri için Yeni Girdi Değişim Oranları'nın gösterildiği tabloda etkin olmayan tesislerin çözümlenen pozitif değerler kadar atıl kapasitelerinin olduğu tespit edilmiştir. Bu durum tesislerin etkin duruma gelebilmesi için girdi miktarında azaltma yapmaları gerektiğini göstermektedir. Bu değişikliklerin sağlanabildiği takdirde etkinlik değerinin 1 (bir) olacağı ortaya koyulmuştur. Ancak bunun için tesislerin birbirleri ile ilişki halinde olmaları gerekmektedir.

Bir sonraki adımda tesislerin artan, azalan veya sabit getiride olma durumları BCC-VZA modelleri oluşturularak incelenmiştir. Oluşturulan modelde tesislerin tamamında $U_0=0$ değerine ulaşılmıştır. Bu durumda bütün tesislerin ölçeğe göre

sabit getiri durumunda oldukları görülmüştür. Yani girdilerde yapılacak değişiklikler çıktıkları aynı oranda etkileyecektir.

Yapılan çalışma sonucunda ele alınan biyogaz tesislerinin genel anlamda girdilerini iyi kullanamadıkları ortaya koyulmuştur. Ancak elde edilen sonuçlar göreceli etkinlik durumunda olduğu için seçilen bir tesisin tek başına etkin olduğu sonucuna varabilmek imkansızdır.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında değerlendirilme potansiyeli yüksek olan atıklar, “sıfır atık” ve “yeşil ekonomi” kapsamındaki inovatif yaklaşımlarla değerlendirildiği takdirde çevre ve enerji arasındaki dengeyi kuracaktır. Fizibilite raporlarına temel olabilecek nitelikte olan bu çalışma ile sürdürülebilir kalkınma-sürdürülebilir çevre anlayışına hizmet edilecek ve veri zarflama analizi yönteminin kullanılması ile tesislerin etkinlik durumunun ortaya çıkarılmasıyla hem ekonomik hem de ekolojik hedeflere birlikte ulaşılabilecektir.

Dünyada sınırsız kaynağın olmaması, ekolojik dengenin bozulması ve gelecek nesillerin tehlike altına girmesi durumları sürdürülebilir kalkınma kavramını 1987’de Bruntland Raporu’nda ortaya çıkarmıştır. Bu raporda sürdürülebilir kalkınma kavramı, bugünün ihtiyaçlarını gelecek nesillerin ihtiyacından ödün vermeden karşılayacak kalkınma biçimi olarak tanımlanmıştır (Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, Uluslararası Süreçler ve Türkiye- Sürdürülebilir Kalkınma). Toplumların sürdürülebilir kalkınma ortamında olmasını sağlamanın yollarından biri yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimdir. Ülkemiz coğrafi konumu sayesinde yenilenebilir enerji kaynağı olacak bütün alternatiflere sahiptir. Buna bağlı olarak artan rekabet dünyasında, her geçen gün artan enerji ihtiyacını karşılamak için kaynaklarımızın inovatif yollarla değerlendirilmesi, yeni teknolojiler kullanılması, geleceğimizin gözetilmesi gerekmektedir.

Ancak organik atıkların kompost ve biyogaz tesislerinde değerlendirilmesi ile iktisadi hayatta gelir sağlayan işletmelerde rekabet avantajının elde edilebilmesi ve ekolojiye sağlanan katkının yanında hedeflenen ekonomik avantaja ulaşılabilmesi için etkinliğin ve verimliliğin artırılması gerekmektedir. Tesislerin etkinsizlik

durumunun ortadan kaldırılması için mevcut girdilerin etkin olmayan kullanım alanlarından çekilip etkin kullanım alanlarına yöneltilerek en uygun seviyede girdi kullanımı ve çıktı üretimi sağlanmalıdır.

Ayrıca çalışmada girdi değerleri olarak tesislerin kurulduğu alan ve çalışan personel sayısı ile çıktı değeri olarak yıllık üretilen biyogaz miktarı ele alınmasına karşılık farklı girdi ve çıktı değerlerinin kullanılması da mümkündür. Şöyle ki; girdi değerleri olarak yıllık toplanan atık miktarı, yıllık işletme giderleri, atık toplamada kullanılan araç sayısının da kullanılma imkanı mevcuttur. Çıktı değeri olarak ise yıllık üretilen biyogazın Türk lirası olarak karşılığı, biyogazdan elde edilecek gelir veya üretim sonrasında kalan atık miktarı değerleri ele alınarak tesislerin etkinlik analizini yapmak mümkündür.

Ek olarak kendi kaynaklarımızın kullanımıyla dışa bağımlılık kesilmeli, çevre korunup geliştirilmelidir. Böylelikle ekonomik üstünlükler elde edilecektir. Bunun için yenilenebilir enerji kaynak kullanımının payı arttırılmalı, tarımsal çalışmalar arttırılmalı, tarım alanlarına destek verilmeli ve istihdam olanakları oluşturulmalıdır.

Ekonomik olarak gelişen bir Türkiye için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin mutlaka teşviklerle ve iş birlikleri ile arttırılması gerekmektedir. Atıkların değerlendirilmesi için tesis kurulumu hızlandırılmalı, bu tesislerin işlerliği sağlanmalı, Ar-Ge projeleriyle desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

AKIN, Galip (2006). “Küresel Isınma Nedenleri ve Sonuçları” **Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi**, 1942, Cilt:46, Sayı:2, Sayfa No:29-43

AKPINAR, Nergiz (2006). “Kentsel Atıklardan Enerji Üretimi” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul.

AKTEL, Mehmet (2001). “Küreselleşme Süreci ve Etki Alanları” **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 1996, Cilt:6, Sayı:2.

AKTEPE GENÇ, Tuğçe (2015). “Kayseri İli Katı Atık Yönetimi ve Çözüm Önerileri”, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

AL, İbrahim (2018). “Sürdürülebilir Kalkınma ve Yeşil Ekonomi: Türkiye İçin Bir Endeks Önerisi” **Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 2008, Cilt:12, Sayı:1, Sayfa No: 112-124

ALTACA ENERJİ; (2015). **Biyogaz Üretimi**
<http://www.altacaenerji.com/biyogaz/uretim/> (Erişim Tarihi: 10.10.2019)

ARSLAN TOPAL, Işıl E. ve Murat Topal (2013). “Kompost Standartları Üzerine Bir Derleme” **Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi**, 2012, Cilt:2, Sayı:2, Sayfa No:85-108

ASLAN, Yasin; (2017). **Kompostlaştırma İşlemi ve Bahçe, Ev/Balkon Tipi Kompostlaştırma Örnekleri**, <https://slideplayer.biz.tr/slide/13767301/> (Erişim Tarihi: 05.11.2019)

AŞICI, Ahmet Atıl ve Ümit Şahin (2012). **Yeşil Ekonomi**, 1. Baskı, İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi-52, Yeşil Politika Serisi-2.

ATEŞ Seyithan Ahmet ve Muradiye Ateş (2015). “Sosyo-Ekolojik Dönüşüm Karşısında Türkiye: Bir Alternatif Olarak Yeşil Büyüme” **Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi**, Yıl:3, Cilt:3, Sayı:4, Sayfa No:69-94.

AtıkSahasi, (2014). **Atıkların Sınıflandırılması**, <http://atiksahasi.com/>, (Erişim Tarihi: 09.08.2019).

Avrupa Çevre Ajansı (AÇA), (2019). “Sera Gazı Emisyonlarının Azaltımı” <https://www.eea.europa.eu/tr> (Erişim Tarihi: 04.10.2019)

Avrupa Çevre Ajansı, (2014). “Atık: problem mi, kaynak mı?” www.europa.eu (Erişim Tarihi: 08.10.2019)

AYANOĞLU Yıldız, Murat Atan ve Umut Beylik (2010). “Hastanelerde Veri Zarflama Analizi (Vza) Yöntemiyle Finansal Performans Ölçümü ve Değerlendirilmesi” **Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi**, Cilt: 2, Sayı:2, Sayfa No:40-62.

AYDIN Mehmet Emin ve Fatma Bedük (2010). “İşletmelerde Çevre Yönetimi ve Karaman İli İçin Bir Örnek Uygulama” **Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi**, Cilt:10, Sayı:19, Sayfa No:403-414.

AYDIN, Nezir (2007). “Katı Atık Yönetiminde Optimal Planlama İçin Bulanık Doğrusal Programlama Yaklaşımı” Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

BAHÇECİ Hazal Ilgın ve Kemal Görmez (2019). “Sürdürülebilir Kalkınma Vs. Ekolojik Düşünce” **OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi**, Cilt:10, Sayı:17, Sayfa No:2301-2323.

BAY, Murat (2018). “Belediyelerde Atık Yönetimi ve Politikaları: Karaman Örneği” **Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi**, Cilt:11, Sayı:61, Sayfa No:769-781.

BITRAK, Necati Berk (2013). “Evsel Kullanıma Yönelik Kompostlaştırıcıların Performanslarının Araştırılması” Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

BİLGİLİ, Volkan, Osman YALDIZ ve Ayşin BİLGİLİ (2011). “Kompost ve Biyogaz Tesisi Fizibilite Raporu” Şanlıurfa Karacadağ Kalkınma Ajansı ve T.C. Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.

BilgiUstam, (2006). “Atıklar ve Çevreye Etkileri” <https://www.bilgiustam.com/atiklar-ve-cevreye-etkileri/> (Erişim Tarihi:20.08.2019)

BİYOGAZ, **Biyogazın Kullanım Alanları**
<http://biyogazlar.blogspot.com/2010/06/biyogazin-kullanim-alanlari.html> (Erişim Tarihi: 16.09.2019)

CAMPBELL, Scott (2007). “Green Cities, Growing Cities, Just Cities? Urban Planning and the Contradictions of Sustainable Development” **Journal of the American Planning Association**, Cilt:62, Sayı:3 Sayfa No: 296-312

CANDAN, Hazel (2010). **Reaktörde Kompost Tesisi**
<https://www.cevremuhendisleri.net/konu/reaktorde-kompost-tesisi.1792/> (Erişim Tarihi: 05.09.2019)

ÇAKIR, Süleyman (2011). “Kamu Şeker Fabrikalarında Etkinlik Ölçümü: VZA-MALMQUIST TFV Uygulaması” Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.

ÇEBİ, Nurettin ve Nurlan MAMATOV, (2007). “**Tarım Atıklarından Biyogazın Elde Edilmesi**” [http://journals.manas.edu.kg/mjen/oldarchives/2007-1-8/full/PaperInfoSample_eng_\(18\)5.pdf](http://journals.manas.edu.kg/mjen/oldarchives/2007-1-8/full/PaperInfoSample_eng_(18)5.pdf) (Erişim Tarihi: 08.09.2019)

Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü,
<http://eced.csb.gov.tr/ced/jsp/ek1/12001#>, (Erişim Tarihi: 06.11.2019)

ÇEYREK MÜHENDİS, (2019). **Biyogaz ile Değer Kazanan Organik Atıklar**
<https://www.ceyrekmuhendis.com/biyogaz-ile-deger-kazanan-organik-atiklar>
(Erişim Tarihi:16.09.2019)

DBFZ, (2011). “Türkiye’de Biyogaz Yatırımları İçin Geçerli Koşulların ve Potansiyelin Değerlendirilmesi”, Türk-Alman Biyogaz Projesi, Ankara-Leipzig.

DEMİR, Aynur (2009). “Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi” **Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi** Cilt:1, Sayı:2, Sayfa No:37-54.

DEPREN, Öner (2008). “Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama” Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

DEVİREN Halis, Cumali İlkılıç ve Selman Aydın (2017). “Biyogaz Üretiminde Kullanılabilen Materyaller ve Biyogazın Kullanım Alanları” **Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi**, Cilt:7, Sayı:2, Sayfa No:79-89.

DIAMOND, Jared (1995). “Medeniyetlerin Çöküşü”, (Çeviren: Elif Kıral), Timaş Yayınları, Ankara.

DİRLİK, Arif (2012). “Küreselleşmenin Sonu mu?” (Çeviren: İsmail Kovacı & Veysel Batmaz), Ayrıntı Yayınları, İstanbul.

DOĞAN, Orhan (2011). “Türkiye’de Erozyon Sorunu Nedenleri ve Çözüm Önerileri” *Bilim ve Aklın Aydınlanmasında Eğitim* Sayı:134, s:62-69.

DURSUN, Faruk (2013). “Veri Zarflama Analizi ve Çağrı Merkezleri Etkinlik Kıyaslama” Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

DUYGU, A. Ergin (2005). “Küreselleşme ve Çevresel Etkileri” **TMMOB Türkiye V. Enerji Sempozyumu Bildirileri**, Kızılay/ANKARA.

ECOTEC, (2011). **Bahçe Tipi Kompostlaştırma Bidonları** <http://www.ecotec.com.tr/bahce-tipi-kompostlastirma-bidonlari> (Erişim Tarihi: 08.10.2019)

Ekolojist.net, (2017). **Geri Dönüşümün Ekonomiye ve Çevreye Katkıları Nelerdir?** <http://ekolojist.net/geri-donusumun-ekonomiye-cevreye-katkilari-nelerdir/> (Erişim Tarihi: 14.10.2019)

Energrom, (2019). **Biyogaz Nedir?** <http://www.energrom.com.tr/tr/biyogaz/biyogaz-nedir.html> (Erişim Tarihi: 12.09.2019)

Enerji Ekonomisi, (2017). **Türkiye’de Kaç Biyogaz Tesisi Var?** <https://www.enerjiekonomisi.com/turkiye-de-kac-biyogaz-tesisi-var/6171/> (Erişim Tarihi: 09.10.2019)

Enerji Günlüğü, (2012). **Temiz Bir Dünya’nın Anahtarı Enerjide İnovatif Çözümler** <https://www.enerjigunlugu.net/temiz-bir-dunyanin-anahtari-enerjide-inovatif-cozumler-31265h.htm> (Erişim Tarihi:25.02.2019)

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (KAMPÜS), (2018). **Biyogaz** <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx> (Erişim Tarihi: 01.11.2019)

ER, Mehmet Kubilay, (2012). “Sıfır Atık Yönetimi ve Ofis Tipi Binalarda Uygulanması” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ERDOĞAN, D. Ceylan, Burcu Seçgin ve Rıza Demirbilek, (2008). “Yenilenebilir Enerjiler”, Yıldız Teknik Üniversitesi OFM Fizik Öğretmenliği Alan Eğitiminde

Araştırma Projesi, <https://docplayer.biz.tr/6523173-Yenilenebilir-enerjiler.html>, (Erişim Tarihi: 01.11.2018).

ERGÜLEN, Ahmet, Halim Kazan ve Zeynep Ünal (2019). “Yoğun Rekabet Ortamında Performans Değerlendirme: İç Anadolu Bölgesindeki Devlet Üniversitelerinin, Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Performans Ölçümü” **International European Journal of Managerial Research Dergisi**, Cilt:3, Sayı:4, Sayfa No:59-64.

ESKİCİOĞLU, Ali Vasfi (2013). “Bitkisel Atıklardan Kompost Gübre Üretim Tesisinin Tasarımı” Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Etken Çevre Danışmanlık (2016). **Atık Yönetimi** <http://etkendanismanlik.com/atik-yonetimi/> (Erişim Tarihi: 19.08.2019)

GÖKTOLGA, Z.G. ve Artut A. (2011). “Sivas İlinde Liselerin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi” **Cumhuriyet Üniversitesi İ.B.B. Dergisi**, Cilt: 12, Sayı:2, Sayfa No:63-78.

GÜLEÇ SOLAK Sevcan ve Şerife Pekküçükşen (2018). “Türkiye’de Kentsel Katı Atık Yönetimi: Karşılaştırmalı Bir Analiz” **Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi**, Cilt:7, Sayı:3.

GÜNDÜZALP, A. Anıl ve Seval Güven, (2016). "Atık, Çeşitleri, Atık Yönetimi, Geri Dönüşüm ve Tüketici: Çankaya Belediyesi ve Semt Tüketicileri Örneği", **Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar E-Dergisi**, ISSN (2016): 1304-2823.

HARMANKAYA, İbrahim (2019). “Türkiye’de 1992’de Kurulan Devlet Üniversitelerinin Performanslarının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Değerlendirilmesi” Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep.

HAYVAN REFAHI, (2018). **Kompost Gübre** <https://hayvanrefahi.com/2018/01/13/kompost-hayvan-yatagi/> (Erişim Tarihi:05.09.2019)

HOCHREITER BİYOGAZ A.Ş. (2015). **Sütaş Karacabey Biyogaz Tesisinde Büyüme** <https://hochreiter-tr.com/portfolio/#> (Erişim Tarihi: 05.11.2019)

İKLİM HABER, (2018) **Türkiye’nin Toplam Sera Gazı Emisyonu ve Kişi Başına Düşen Emisyonlar** <https://www.iklimhaber.org/turkiyenin-toplam-sera-gazi-emisyonu-ve-kisi-basina-dusen-emisyonlar-2016da-da-artis-kaydetti/> (Erişim Tarihi:04.10.2019)

İLKILIÇ C. ve H. Deviren, (2011). “Biyogazın Üretimi ve Üretimi Etkileyen Faktörler” 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS’11) 16-18 May. Elazığ, Turkey.

İNVESELL, (2018). **Composting technology machines -Kompost teknolojisi makineleri** https://www.facebook.com/pg/invessel/posts/?ref=page_internal (Erişim Tarihi: 05.11.2019)

JANICKE, Martin (2012). “Green Growth: From a growing eco industry to economic sustainability” *Enerji Policy* Cilt:48 Sayfa No: 13-21

KAPLUHAN, Erol (2013). “Türkiye’de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi” **Marmara Coğrafya Dergisi**, Sayı:27, Sayfa No:487-510

KARAEMİR, Çağlar (2013). “Eğitim Merkezlerinde Etkinlik Analizleri: Veri Zarflama Analizi Kullanarak Performans Analizi” Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

KARASU, Azade (2013). “Çevresel Atıklar, Nedenleri, Çevresel Atıkların Geri Dönüştürülmesi ve Yenilenebilir Enerji Olanaklarının Araştırılması” Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik.

KAYA Durmuş ve diğerleri (2009). “Türkiye’nin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli ve Ekonomisi” **Atık Teknolojileri Dergisi**, Sayı:1

KAYPAK, Şafak (2011). “Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Bir Kalkınma İçin Sürdürülebilir Bir Çevre” **KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi** 13 (20), Sayfa No:19-33. ISSN:1309-9132.

KOCA, Ahmet (2007). “Yenilenebilir Bir Enerji Kaynağı: Biyogaz” Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları.

KORKMAZ Yasin, Sait Aykanat ve Abdullah Çil (2012). “Organik Atıklardan Biyogaz ve Enerji Üretimi”, **SAÜ Fen Edebiyat Dergisi** (2012-1), Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana.

KURNAZ Alper ve Babür Tarih Eren (2018). “Flora-Fauna ve Endemik Türlerin Ekoturizm Ürünü Olarak Kullanılması: Dağca Örneği” **Mesleki Bilimler Dergisi**, Cilt:7, Sayı:2, Sayfa No: 410-419.

LOREK S., Joachim H. Spangenberg (2014). “Sustainable Consumption Within a Sustainable Economy-Beyond Green Growth and Green Economies” *Journal Of Cleaner Production*, vol.63 pp:33-44

NACAR KOÇER Nilüfer, Cengiz Öner ve İlker Sugözü (2016). “Türkiye’de Hayvancılık Potansiyeli ve Biyogaz Üretimi” **Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi**, Cilt:4, Sayı:2.

OCAK, Mahir (2015). **Sera Gazları Nelerdir?** Bilim Genç TÜBİTAK, <http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/sera-gazlari-nelerdir> (Erişim Tarihi:20.08.2019).

OKTAY, Erdem, (2019). “Benzetim Modellemesi Temelli Veri Zarflama Analizi Yaklaşımıyla Bir Spor Merkezinde Etkinlik Ölçümü” Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

OZMEHMET, Ecehan (2008). “Dünya’da ve Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları” *Journal of Yaşar University*, Cilt:3, Sayı:12, Sayfa No:1853-1876

ÖKTEM, Begüm (2016). “Atık Yönetiminde Entegre Uygulama” **Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi**, Cilt:6 Sayı: 2/1.

ÖMÜRGÖNÜLŞEN Mine, Tamer Emre ve Kazım Barış Atıcı (2016). “Türkiye’deki Rüzgar Enerjisi Santrallerinin Görelî Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile

Ölçümü” **Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt:34, Sayı:2, Sayfa No:79-96.

ÖNAL Hakan, Niyazi Kaya ve Tugay Çalışkan (2019). “Çevre Eğitiminde Sıfır Atık Politikası ve Mevcut Ders Kitaplarındaki Görünümü (Hayat Bilgisi 2. Sınıf Ders Kitabı)” **Milli Eğitim Cilt:48, Sayı:221, Sayfa No:123-140.**

ÖZÇAĞ Mustafa ve Hakan Hotunluoğlu (2015). “Kalkınma Anlayışında Yeni Bir Boyut: Yeşil Ekonomi” **CBÜ Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt:13, Sayı:2.

ÖZDEMİR, Biltekin (2009). “Küresel Kirlenme Sürdürülebilir Ekonomik Büyüme ve Çevre Vergileri”, **Maliye Dergisi**, Sayı:156.

ÖZDEN, Ünal H. (2008). “Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye’deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi” **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, Cilt:37, Sayı:2 Sayfa No:167-185.

ÖZDİN OFLU, Yasemin (2019). “Geri Dönüşüm Şirketinde Veri Zarflama Analizi ve Promethee Yöntemlerinin Uygulanması” Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

ÖZEL, Sevda (2018). “Türkiye’de Deponi Alanlarının Sürdürülebilir Çevre Koruma ve Çevresel Etkilerine İlişkin Bir Değerlendirme” **Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi**, Sayı:13, Sayfa No:31-38.

ÖZGÜR, Mert (2011). “Enerji Etkinliğinin Ölçümünde Veri Zarflama Analizi Modellerinin Kullanımı” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul.

ÖZKAYA Bestamin ve Ahmet Demir (2012). “Kompost Teknolojileri ve Uygulama Örnekleri” **Su ve Çevre Teknolojileri e-Dergi**, Sayı:48.

ÖZTÜRK, Kemal (2002). “Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri” **G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi**, Cilt:22, Sayı:1, Sayfa No:47-65.

ÖZTÜRK, Mustafa (2017). “Hayvan Gübresinden ve Atıklardan Kompost Üretimi” Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

PİRES Ana ve Graça Martinho (2019). “Waste Hierarchy index for circular economy in waste management” *Waste Management* 95 (2019) pp.298-305.

Plastikciyiz.biz (2016-2019). **Yeniden Kullanım, Geri Kazanım ve Dönüşüm Nedir?** <https://www.plastikciyiz.biz/haberler/bunlari-biliyor-muydunuz/3696/yeniden-kullanim-geri-kazanim-ve-donusum-nedir> (Erişim Tarihi: 24.10.2019)

POLAT, Mahmut (2015). “Bir Organik Gübre Tesisine Ait Üretim Hattı Üniteleri” **Tarım Makinaları Bilimi Dergisi**, Cilt:11, Sayı:3.

PRADHAN, Devesh (2010). “Waste Management” *BICHANA A Multidisciplinary Journal of Science, Technology and Mathematics* ISSN 2091-0762

Resmi Gazete (2005). “Belediye Kanunu” Sayı:25874 Cilt:44 Tertip:5 (Erişim Tarihi: 19.08.2019)

Resmi Gazete (2006). “Çevre Kanunu’nda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun” Kanun No:5491 (Erişim Tarihi: 19.08.2019)

Resmi Gazete (2015). “Atık Yönetimi Yönetmeliği” Erişim Tarihi: 08.08.2019

Resmi Gazete (2019). “Sıfır Atık Yönetmeliği” Sayı:30829 Erişim Tarihi: 26.09.2019

Resmi Gazete, (1983) “Çevre Kanunu” Cilt:22 Sayı:18132 Tertip:5 Erişim Tarihi: 02.09.2019

RONA, Emre ve diğerleri (2017). “Türkiye Çöpünü Dönüştürüyor! Belediyeler İçin Kompost Rehberi” Buğday Ekolojik Yaşamı Destekle Derneği İstanbul.

SARI, Zuhâl (2015). “Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama” Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

SAYIN, Ufuk ve Demet Erdoğan (2011) “Atık Yönetiminde Biyometanizasyon Teknolojisi” Çevre ve Orman Bakanlığı Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı, İstanbul.

SOLEAENERJİ, (2019). **Köy Tipi, Pilot Tip, Small Type Biyogaz Projeleri** <http://www.soleaenerji.com/koy-tipi-biyogaz-projeleri-small-village-type/> (Erişim Tarihi: 05.11.2019).

SONG Qingbin, Jinhui LI ve Xianlai ZENG, (2015). “Minimizing the Increasing Solid Waste Through Zero Waste Strategy” **Journal Of Cleaner Production**, vol.104 pp.199-210 Published By Elsevier Ltd.

DYCKHOFF H. ve K. ALLEN, (2001). “Measuring Ecological Efficiency with Data Envelopment Analysis (DEA)” **European Journal of Operational Research**, vol. 132, issue 2 (2001) pp. 312-325.

ZHOU P., Ang B. ve K. Poh, (2008). “A Survey of Data Envelopment Analysis in Energy and Environmental Studies” **European Journal of Operational Research**, vol. 189, issue 1 (2008) pp. 1-18.

SCARLET Nicolae, Jean-François DALLEMAND, Fernando FAHL, (2018). “Biogas: Developments and perspectives in Europe” **Renewable Energy**, vol. 129 (2018) pp. 457-472 Published by Elsevier Ltd.

ŞENOL Halil ve diğerleri (2017). “Biyogaz Üretimi İçin Ankara’nın Başlıca Organik Atık Kaynakları” **BEÜ Fen Bilimleri Dergisi** Cilt:6 Sayı:2 Sayfa No:15-28

ŞENOL Halil ve diğerleri (2017). “Türkiye’de Biyogaz Üretimi İçin Başlıca Biyokütle Kaynakları” **BEÜ Fen Bilimleri Dergisi**, Cilt:6, Sayı:2, Sayfa No:81-92

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı (2008). “Atık Yönetimi Eylem Planı (2008-2012)” Ankara.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2017). “Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2023” Ankara.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (2017). “Sıfır Atık El Kitabı” Ankara.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2016). Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri ve Bilgi Yönetimi Dairesi Başkanlığı (2018). “Çevresel Göstergeler 2016” Ankara.

T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Aile ve Tüketici Hizmetleri (2011). “Organik Atıklar” Ankara.

T.C. Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı “Çevresel Göstergeler” <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/belediye-atiklari-miktari-ve-bertaraf-miktari-i-85749> (Erişim Tarihi: 19.08.2019)

TANER, Emre (2014). “Türkiye’deki Rüzgar Enerjisi Santrallerinin (RES) Görelî Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Ölçümü” Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

TAŞKÖPRÜ, Volkan (2014). “Klasik Veri Zarflama Analizi ile Kategorik Veri Zarflama Analizi Modellerinin Enerji Verimliliği Üzerinde Karşılaştırmalı İncelenmesi” Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

TDK Türk Dil Kurumu BSTS/İktisat Terimleri Sözlüğü (2004). <https://sozluk.gov.tr/> Erişim Tarihi: 19.08.2019

TDK Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlük (2012) Erişim Tarihi: 23.09.2019

TDK Türk Dil Kurumu İktisat Terimleri Sözlüğü (2004). <http://sozluk.gov.tr/> Erişim Tarihi: 02.09.2019

TOPRAKBİLGİ.COM, (2017). “Çiftlik Tipi Biyogaz Tesisi” <http://forum.toprakkbilgi.com/biyogaz-yenilenebilir-enerji-sistemleri/ciftlik-tipi-biyogaz-tesisi/> (Erişim Tarihi: 05.11.2019)

TUNGUT, Murat Mehmet (2015). “Endüstriyel Atık Azaltma Yöntemleri” Yüksek Lisans Tezi, On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

TÜRE, Cengiz ve diğerleri, (2009). “Ekoloji”, 1. Baskı, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.

TÜRKTÖB Türkiye Tohumculuk Birliği (2007-2019). **Kompost ve Kompostlaştırma Nedir?** <https://www.turktob.org.tr/tr/kompost-ve-kompostlastirma-nedir/5026> (Erişim Tarihi: 04.09.2019)

ÜNAL, Zeynep (2011). “Sürdürülebilir Kalkınma Açısından Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü: Bir Toplama Ayırma Tesisinde Doğrusal Programlama Uygulaması” Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde.

YALDIZ Osman ve Recep Külcü (2018). “Türkiye’de Kompost Üretim Teknolojileri ve Yasal Düzenlemeler” **Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi**, Cilt:2, Sayı:4, Sayfa No:8-25.

YAMAN Kemal ve Emine Olhan (2010). “Atık Yönetiminde Sıfır Atık Yaklaşımı ve Bu Anlayışa Küresel Bir Bakış”, **Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi**, Cilt:3 Sayı:1.

YAMAN, Kemal (2012). “Bitkisel Atıkların Değerlendirilmesi ve Ekonomik Önemi” **Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi** 12(2), Sayfa No:339-348.

YILDIZ Şenol, Esra Ölmez ve Alparslan Kiriş, (2009). “Kompost Teknolojileri ve İstanbul'daki Uygulamaları” Kompostlaştırma Sistemleri ve Kompostun Kullanım Alanları Çalıştayı, 18-19 Haziran. Barcelo Eresin Topkapı Hotel-İstanbul.

YILDIZ, Şenol ve diğerleri (2009). “Organik Atıklardan Biyogaz Üretimi (Biyometanizasyon) Projesi İstanbul Örneği” İSTAÇ A.Ş. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme Sanayi ve Ticaret A.Ş., İstanbul, Türkiye

YILMAZ, Veysel (2018). “Sürdürülebilir Kalkınma ve Yeşil Büyüme Arasındaki İlişki” **Journal of International Management, Educational and Economics Perspectives** 6(2) Sayfa No:79-89.

YONTAR, İbrahim Güray (2008). “Sürdürülebilir Çevre ve Ekonomi İçin Bir Araç: Türkiye’de ISO 14001 Çevre Yönetim Standardı” **Review of Social Economic & Business Studies**, Cilt:9 Sayı:10, Sayfa No:477-500

ZAMAN Atiq Uz ve Steffen Lehmann (2013). “The Zero Waste index: A Performance Measurement Tool For Waste Management Systems in a “zero waste city” **Journal Of Cleaner Production** vol.50 pp.123-132 Published By Elsevier Ltd.

EKLER**EK-1: CCR-VZA SONUÇ****A1 CCR-VZA SONUÇ**

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.7497016

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000011	0.000000
X1	0.000003	0.000000
X2	0.005148	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.250298	0.000000
3)	0.000000	1.169063
4)	0.067098	0.000000
5)	0.103711	0.000000
6)	0.000000	1.050368
7)	0.078994	0.000000
8)	0.000000	0.749702
9)	0.000003	0.000000
10)	0.005148	0.000000
11)	0.000011	0.000000

A2 CCR-VZA SONUÇ

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000055	0.000000
X1	0.000053	0.000000
X2	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	6.693944	0.000000
3)	0.000000	1.000000
4)	0.557136	0.000000
5)	1.916629	0.000000
6)	5.504365	0.000000
7)	0.813288	0.000000
8)	0.000000	1.000000
9)	0.000053	0.000000
10)	0.000000	0.000000
11)	0.000055	0.000000

A3 CCR-VZA SONUÇ

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.4824669

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000082	0.000000
X1	0.000027	0.000000
X2	0.039710	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	1.930580	0.000000
3)	0.000000	0.254303
4)	0.517533	0.000000
5)	0.799933	0.000000
6)	0.000000	0.026464
7)	0.609293	0.000000
8)	0.000000	0.482467
9)	0.000027	0.000000
10)	0.039710	0.000000
11)	0.000082	0.000000

A4 CCR-VZA SONUÇ

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.5902259

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000042	0.000000
X1	0.000014	0.000000
X2	0.020342	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.988960	0.000000
3)	0.000000	0.227222
4)	0.265112	0.000000
5)	0.409774	0.000000
6)	0.000000	0.211523
7)	0.312117	0.000000
8)	0.000000	0.590226
9)	0.000014	0.000000
10)	0.020342	0.000000
11)	0.000042	0.000000

A5 CCR-VZA SONUÇ

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000021	0.000000
X1	0.000007	0.000000
X2	0.010346	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.502991	0.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.134838	0.000000
5)	0.208414	0.000000
6)	0.000000	1.000000
7)	0.158745	0.000000
8)	0.000000	1.000000
9)	0.000007	0.000000
10)	0.010346	0.000000
11)	0.000021	0.000000

A6 CCR-VZA SONUÇ

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.7108363

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000039	0.000000
X1	0.000013	0.000000
X2	0.018846	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.916232	0.000000
3)	0.000000	0.808064
4)	0.245616	0.000000
5)	0.379640	0.000000
6)	0.000000	0.074900
7)	0.289164	0.000000
8)	0.000000	0.710836
9)	0.000013	0.000000
10)	0.018846	0.000000
11)	0.000039	0.000000

EK-2: DUAL CCR VZA SONUÇ**A1 DUAL CCR-VZA SONUÇ**

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.7497016

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	0.749702	0.000000
K1	0.000000	0.250298
K2	1.169063	0.000000
K3	0.000000	0.067098
K4	0.000000	0.103711
K5	1.050368	0.000000
K6	0.000000	0.078994
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.000011
3)	0.000000	-0.000003
4)	0.000000	-0.005148
5)	0.000000	0.000000

A2 DUAL CCR-VZA SONUÇ

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 5

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	1.000000	0.000000
K1	0.000000	1.288950
K2	1.000000	0.000000
K3	0.000000	0.345530
K4	0.000000	0.534075
K5	0.000000	0.000000
K6	0.000000	0.406794
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.000055
3)	0.000000	-0.000018
4)	0.000000	-0.026512
5)	0.000000	0.000000

A3 DUAL CCR-VZA SONUÇ

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.4824669

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	0.482467	0.000000
K1	0.000000	1.930580
K2	0.254303	0.000000
K3	0.000000	0.517533
K4	0.000000	0.799933
K5	0.026464	0.000000
K6	0.000000	0.609293
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.000082
3)	0.000000	-0.000027
4)	0.000000	-0.039710
5)	0.000000	0.000000

A4 DUAL CCR-VZA SONUÇ

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.5902259

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	0.590226	0.000000
K1	0.000000	0.988960
K2	0.227222	0.000000
K3	0.000000	0.265112
K4	0.000000	0.409774
K5	0.211523	0.000000
K6	0.000000	0.312117
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.000042
3)	0.000000	-0.000014
4)	0.000000	-0.020342
5)	0.000000	0.000000

A5 DUAL CCR-VZA SONUÇ

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 6

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	1.000000	0.000000
K1	0.000000	0.502991
K2	0.000000	0.000000
K3	0.000000	0.134838
K4	0.000000	0.208414
K5	1.000000	0.000000
K6	0.000000	0.158745
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.000021
3)	0.000000	-0.000007
4)	0.000000	-0.010346
5)	0.000000	0.000000

A6 DUAL CCR-VZA SONUÇ

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.7108363

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	0.710836	0.000000
K1	0.000000	0.916232
K2	0.808064	0.000000
K3	0.000000	0.245616
K4	0.000000	0.379640
K5	0.074900	0.000000
K6	0.000000	0.289164
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.000039
3)	0.000000	-0.000013
4)	0.000000	-0.018846
5)	0.000000	0.000000

EK-3: BCC-VZA SONUÇ**A1 BCC-VZA SONUÇ**

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.7497016

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000011	0.000000
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000003	0.000000
X2	0.005148	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.250298	0.000000
3)	0.000000	1.169063
4)	0.067098	0.000000
5)	0.103711	0.000000
6)	0.000000	1.050368
7)	0.078994	0.000000
8)	0.000000	0.749702
9)	0.000003	0.000000
10)	0.005148	0.000000
11)	0.000011	0.000000

A2 BCC-VZA SONUÇ

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000055	0.000000
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000053	0.000000
X2	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	6.693944	0.000000
3)	0.000000	1.000000
4)	0.557136	0.000000
5)	1.916629	0.000000
6)	5.504365	0.000000
7)	0.813288	0.000000
8)	0.000000	1.000000
9)	0.000053	0.000000
10)	0.000000	0.000000
11)	0.000055	0.000000

A3 BCC-VZA SONUÇ

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.4824669

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000082	0.000000
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000027	0.000000
X2	0.039710	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	1.930580	0.000000
3)	0.000000	0.254303
4)	0.517533	0.000000
5)	0.799933	0.000000
6)	0.000000	0.026464
7)	0.609293	0.000000
8)	0.000000	0.482467
9)	0.000027	0.000000
10)	0.039710	0.000000
11)	0.000082	0.000000

A4 BCC-VZA SONUÇ

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

1) 0.5902259

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000042	0.000000
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000014	0.000000
X2	0.020342	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.988960	0.000000
3)	0.000000	0.227222
4)	0.265112	0.000000
5)	0.409774	0.000000
6)	0.000000	0.211523
7)	0.312117	0.000000
8)	0.000000	0.590226
9)	0.000014	0.000000
10)	0.020342	0.000000
11)	0.000042	0.000000

A5 BCC-VZA SONUÇ

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
----------	-------	--------------

Y1	0.000021	0.000000
----	----------	----------

U0	0.000000	1.000000
----	----------	----------

X1	0.000007	0.000000
----	----------	----------

X2	0.010346	0.000000
----	----------	----------

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
-----	------------------	-------------

2)	0.502991	0.000000
----	----------	----------

3)	0.000000	0.000000
----	----------	----------

4)	0.134838	0.000000
----	----------	----------

5)	0.208414	0.000000
----	----------	----------

6)	0.000000	1.000000
----	----------	----------

7)	0.158745	0.000000
----	----------	----------

8)	0.000000	1.000000
----	----------	----------

9)	0.000007	0.000000
----	----------	----------

10)	0.010346	0.000000
-----	----------	----------

11)	0.000021	0.000000
-----	----------	----------

A6 BCC-VZA SONUÇ

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

1) 0.7108363

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000039	0.000000
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000013	0.000000
X2	0.018846	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.916232	0.000000
3)	0.000000	0.808064
4)	0.245616	0.000000
5)	0.379640	0.000000
6)	0.000000	0.074900
7)	0.289164	0.000000
8)	0.000000	0.710836
9)	0.000013	0.000000
10)	0.018846	0.000000
11)	0.000039	0.000000

 KONYA	T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü	 NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ KONYA SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
--	---	---

ÖZGEÇMİŞ

Leyla BAŞTAN TÖKE 1994 yılında Akşehir’de doğmuştur. Necmettin Erbakan Üniversitesi İşletme Bölümü’nden mezun olmuştur. Yüksek lisans eğitimine 2016 yılında başlamıştır. 2018 yılında KTO Karatay Üniversitesi’nde çalışmaya başlamış olup halen görevine devam etmektedir.