KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOGAZ/BİYOMETANİZASYON TESİSLERİNİN ÇEVRE KANUNUNDAKİ YERİ

DUYGU YİĞİT

KOCAELİ 2020

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOGAZ/BİYOMETANİZASYON TESİSLERİNİN ÇEVRE KANUNUNDAKİ YERİ

DUYGU YİĞİT

Dr. Öğr. Üyesi Selman ÇAĞMAN
Danışman, Kocaeli Üniversitesi .....

Prof. Dr. Cenk ÇELİK
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi .....

Doç. Dr. Hüseyin PEHLİVAN
Jüri Üyesi, Sakarya Üniversitesi .....

Tezin Savunulduğu Tarih: 23.01.2020

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, kurulması planlanan biyogaz/biyometanizasyon tesislerinin bakanlıklar nezdinde lisanslandırılmasına yol göstermek amacı ile gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmamda bana desteğini esirgemeyen, çalışmalarımda yol gösteren, her aşamada güvenen ve yüreklendiren danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Selman ÇAĞMAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunmaktan mutluluk duyarım.

Eğitim öğretim hayatım boyunca bana güç vererek en büyük destekçim olan, hayatım boyunca her aşamada üzüntülerimi ve mutluluklarımı paylaştığım babam Şaban KANDEMİR'e, annem Emel KANDEMİR'e ve sevgili eşim Ali YİĞİT'e teşekkürlerimi sunarım.

Ocak - 2020 Duygu YİĞİT

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ iii
TABLOLAR DİZİNİ iv
SİMGELERVE KISALTMALAR DİZİNİ v
ÖZET vi
ABSTRACT vii
GİRİŞ 1
1. GENEL BİLGİLER 4
1.1. Çevresel Atık 4
1.2. Atık Yönetimi 6
1.2.1. Entegre atık yönetim sistemi 8
1.3. Türkiye'de Atık Yönetimi Ve Uygulamaları 10
1.4. Çevresel Atıkların Bertarafı/Geri Kazanımı Nasıl Olur? 12
1.5. Biyogaz Nedir? 20
1.5.1. Biyogazın kullanım alanları 24
1.6. Biyogaz/Biyometanizasyon Tesisleri 25
1.6.1. Biyogaz/Biyometanizasyon reaksiyonununa etki eden faktörler 31
1.7. Biyogaz/Biyometanizasyon Tesislerinin Çevre Açısından Önemi 35
1.7.1. Biyogaz/Biyometanizasyon tesislerinin avantaj ve dezavantajları 35
1.8. Biyogaz/Biyometanizasyon'un Potansiyeli Ve Tesisleşme Durumu 36
2. MATERYAL VE METOD 46
2.1. Atık Bertarafının Çevresel Mevzuatlardaki Yeri 46
2.1.1. 2872 Sayılı çevre kanunu 46
2.1.2. Çevre izin ve lisans yönetmeliği 47
2.2. Biyogaz/Biyometanizasyon Tesislerinin Çevre Mevzuatlarındaki Yeri 48
2.2.1. Mekanik ayırma, biyokurutma ve biyometanizasyon tesisleri ile fermente ürün yönetimi tebliği 49
2.3. Biyogaz/Biyometanisazyon Tesisi Kurmak İsteyen Yatırımcıların Uyması Gereken Çevre Mevzuatları ve İzlemesi Gereken Yol Haritası 50
2.4. Örnek Bir Biyogaz/Biyometanizasyon Tesisinin Lisanslandırılması İçin Akış Planının Oluşturulması 51
2.4.1. Proje tanıtım dosyası ve ÇED onayı 52
2.4.2. Tesis fizibilite raporu 53
2.4.3. İşletme planı ve tesis onay yazısı 54
2.4.4. Geçici faaliyet belgesi ve çevre izin ve lisansı belgesi 54
2.4.5. Teknik uygunluk raporu 55
3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 57
KAYNAKLAR 62
EKLER 68
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER 82
ÖZGEÇMİŞ 91

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Atık türleri 4
Şekil 1.2. Atık yönetimi için hiyerarşi şeması 7
Şekil 1.3. Entegre atık yönetim için hiyerarşi şeması 9
Şekil 1.4. Entegre katı atık yönetimi akış şeması 9
Şekil 1.5. Büyükşehir Belediye'leri haricindeki Belediye'lerin entegre atık yönetimi 13
Şekil 1.6. Büyükşehir Belediye'lerinin entegre atık yönetim 14
Şekil 1.7. Atıkların bertaraf yöntemleri 15
Şekil 1.8. Biyogaz tesisi şeması 22
Şekil 1.9. 1 m^3 Biyogazın sahip olduğu ısı eş değerleri 23
Şekil 1.10. 1 m^3 Biyogazın sahip olduğu eş değer yakıt miktarları 23
Şekil 1.11. Biyogaz tesisi genel prensip çalışma şeması 27
Şekil 1.12. Kojenerasyon tesisi ve ekipmanları 28
Şekil 1.13. Kojenerasyon üniteli biyogaz üretim şeması 29
Şekil 1.14. AB ülkeleri arasında kurulu biyogaz tesisi 38
Şekil 1.15. Türkiye'nin illere göre hayvansal biyogaz enerji potansiyeli 41
Şekil 1.16. Türkiye'de illere göre kurulu biyogaz/biyometanizasyon tesisi 42
Şekil 1.17. Hayvan gübrelerinden temin edinilebilecek biyogaz enerji potansiyeli 43
Şekil 1.18. Tahıl saplarından temin edinilebilecek biyogaz enerji potansiyeli 43
Şekil 1.19. Hayvan gübresi ve tahıl saplarından temin edinilebilecek biyogaz enerji potansiyeli 44
Şekil 2.1. Çevresel mevzuatlar açısından biyogaz tesisi kurulumundaki akış 51
Şekil 3.1. Enerji kaynaklarının yüzdelik payı 59
Şekil 3.2. ÇED olumlu kararlarının sektörel dağılımı 59
Şekil 3.3. ÇED gerekli değildir kararlarının sektörel dağılımı 60
Şekil B.1. Mekanik ayırma, biyokurutma ve biyometanizasyon tesisleri ile fermente ürün yönetimi tebliği ek-5 fizibilite raporu formatı akış 70
Şekil C.1. Mekanik ayırma, biyokurutma ve biyometanizasyon tesisleri ile fermente ürün yönetimi tebliği ek-6 işletme planı formatı 71
Şekil E.1. ÇED yönetmeliği ek-4 proje tanıtım dosyası formatı 74
Şekil F.1. Çevresel etki değerlendirme belgesi formatı 75
Şekil G.1. Geçici faaliyet belgesi formatı 76
Şekil H.1. Çevre izin ve lisans belgesi formatı 77

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Büyükbaş hayvancılık verileri 2
Tablo 1.2. Kümes hayvancılığı verileri 2
Tablo 1.3. Biyobozunur atıkların düzenli depolama sahalarına kabul yüzdesi 13
Tablo 1.4. Atık yönetimi yönetmeliği bertaraf yöntemleri 18
Tablo 1.5. Atık yönetimi yönetmeliği geri kazanım yöntemleri 19
Tablo 1.6. Hammaddelere göre metan yüzdesinde değişim 20
Tablo 1.7. Hayvan cinsine göre günlük gübre miktarı 29
Tablo 1.8. Biyogaz tesisi sınıflandırması 30
Tablo 1.9. Biyogaz tesislerinin sıcaklık sınıflandırması 30
Tablo 1.10. Mezofilik şartlar için uygun yükleme hızı 33
Tablo 1.11. Mezofilik şartlarda ortalama hidrolik bekleme süreleri 34
Tablo 1.12. Gelişmekte olan ülkeler arasında biyogaz tesis sayısı 37
Tablo 1.13. Türkiye'deki hayvansal kaynaklı biyogaz enerji potansiyeli 39
Tablo 1.14. Türkiye'deki bitkisel kaynaklı biyogaz enerji potansiyeli 40
Tablo 1.15. Hayvan gübrelerinden temin edinilebilecek değerlere göre tarım bölgeleri 43
Tablo 1.16. Tahıl saplarından temin edinilebilecek değerlere göre tarım bölgeleri 44
Tablo 1.17. Hayvan gübresi ve tahıl saplarından temin edinilebilecek değerlere göre tarım bölgeleri 44
Tablo 1.18.2019 Yılı nihai YEK listesi 45
Tablo 2.1. Biyogaz tesisi için yasal mevzuatlar 50
Tablo 3.1. YEKDEM kapsamındaki tesislere ait kurulu güç 57
Tablo A.1. Mekanik ayırma, biyokurutma ve biyometanizasyon tesisleri ile fermente ürün yönetimi tebliği ek-1a atık listesi 69
Tablo D.1. Çevre lisansı başvurusunda bulunacak işletmelerin sağlaması gereken fiziki şartlar 72
Tablo K.1. Mekanik ayırma, biyokurutma ve biyometanizasyon tesisleri ile fermente ürün yönetimi tebliği ek-2 sıvı fermente ürün kriterleri 78
Tablo L.1. Mekanik ayırma, biyokurutma ve biyometanizasyon tesisleri ile fermente ürün yönetimi tebliği ek-3 katı fermente ürün kriterleri 79
Tablo M.1. Mekanik ayırma, biyokurutma ve biyometanizasyon tesisleri ile fermente ürün yönetimi tebliği ek-4 kararlılık göstergeler 80
Tablo N.1. 2019 yılı nihai YEK listesi 81

SİMGELERVE KISALTMALAR DİZİNİ

N	: Azot
C	: Derece
P	: Fosfor
C	: Karbon
Kg	: Kilogram
Kcal	: Kilokalori
Km	: Kilometre
kWh	: Kilowattsaat
MW	: Megawatt
m^3	: Metreküp
K	: Potasyum
>	: Büyüktür işareti
<	: Küçüktür işareti
°	: Santigrat
%	: Yüzde

Kısaltmalar

AB	: Avrupa Birliği
BÜGEM	: Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirme
EPDK	: Enerji Piyasası Denetleme Kurumu
EPR	: Extended Producer Responsibility (Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu)
GFB	: Geçici Faaliyet Belgesi
HBS	: Hidrolik Bekleme Süresi
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)
Ph	: Power of Hydrogen (Hidrojenin Gücü)
YEGM	: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YEK	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları
YEKDEM	: Yenilenebilir Enerji Destekleme Mekanizması

BİYOGAZ/BİYOMETANİZASYON TESİSLERİNİN ÇEVRE KANUNUNDAKİ YERİ

ÖZET

Artan nüfus ve endüstriyel faaliyetlerin gelişmesi ile birlikte oluşan evsel ve endüstriyel atık miktarları da beraberinde artış göstermiştir. Atıkların kontrolsüz bir şekilde depolanması çevreye önemli ölçüde zarar vermektedir. Bu zararı minimize etmek adına biyogaz tesisleri, hayvansal ve bitkisel kaynaklı organik atıkları girdi olarak kullanılıp enerji üretimi yapan işletmelerdir. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı atıklardan çevreye verilen zararları aza indirmek ve atık kontrollünü sağlayabilmek amacı ile bir takım kanun, yönetmelik ve tebliğ yayınlamıştır. Bir biyogaz tesisi kurulurken mutlak suretle ilgili kanun, yönetmelik ve tebliğlere uygun hareket edilmelidir. Bu tez kapsamında biyogaz/biyometanizasyon tesislerinin çevre kanunundaki yeri incelenmiş olup izin–lisans aşamasında izlenilmesi gerekli yol haritası çıkartılmıştır. Ayrıca, 99 ton/gün hayvansal atık işleyen bir biyogaz tesisi için kurulumundan işletilmesi aşamasına gelinceye kadar ki çevresel açıdan lisanslandırılma süreçleri açıklanmıştır. Bu çalışma sayesinde bir biyogaz/biyometanizasyon kurulması safhasında çevresel açıdan atılması gereken adımlar detaylı bir şekilde verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atıktan Enerji, Biyogaz, Çevre İzni ve Lisansı, Çevre Mevzuatı, Sıfır Atık.

THE PLACE OF BIOGAS / BIOMETANIZATION PLANTS IN THE ENVIRONMENTAL LAW

ABSTRACT

The amount of domestic and industrial waste generated increased due to the increase in population and the development of industrial activities. Uncontrolled storage of wastes causes significant environmental damage. In order to minimize this damage, biogas plants are facilities that produce energy by using organic wastes of animal and agricultural origin as inputs. The Ministry of Environment and Urbanization in Republic of Turkey has issued a number of laws, regulations and notification in order to minimize the damages caused to the environment and ensure waste control. When constructing a biogas plant, it is absolutely necessary to comply with the relevant laws, regulations and notifications. Within the scope of this thesis, the place of biogas / biomethanisation facilities in environmental law has been examined and a road map which has to be followed during the permission - license stage has been prepared. In addition, the environmental licensing processes for a biogas plant that processes 99 tonnes / day of animal waste from installation to operation. Through this study, the steps to be taken in terms of environment during the establishment of a biogas / biomethanization are given in detail.

Keywords: Energy from Waste, Biogas, Environmental Permit and License, Environmental Legislation, Zero Waste.

GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler ve sanayileşmeyle eş zamanlı yaşanan hızlı kentleşme ve beraberinde nüfus artışı, tüketimin ve üretimin çevre üzerindeki etkisini artırdığı gözlemlenmektedir. Bu süreçte üretimin ve üretilen ürünlerin pazarlamasındaki genişleme, yaşadığımız çevredeki doğal kaynakların daha yoğun kullanılmasını sağlarken, sürekli artış gösteren tüketim ile birlikte ortaya çıkan atıklar, çevre ve insan sağlığını tehdit etmektedir [1].

Tüketim sonucu oluşan çevresel atıkların alıcı ortama doğrudan atılması çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Oluşan atıkların kaynağında ayrı toplanması ve uygun bertaraf veya geri kazanım yöntemleriyle yönetiminin sağlanması gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan biyogaz, oluşan çevresel atıkların geri dönüşümünde ve bu dönüşüm esnasında kazanılan enerjinin kullanımında büyük rol oynamaktadır.

Biyogazın son zamanlarda daha çok tercih edilmesinin nedenlerinden biri, biyogazdan elektrik enerjisi üretiminin sağlandığı ülkelerde bu elde edilen enerjinin belirlenen bir tarife fiyatı ile satın alınmasıdır. Aynı zamanda oluşan çevresel atıkların geri kazanım yada işlenmesinin yasal mevzuatlar ile birlikte zorunluluk haline getirilmesidir. Günümüzde gerçekleşen biyogaz üretimi ile oluşan çevresel atıklar geri kazanılarak değerlendirilmektedir. Tüm bunlar gerçekleşirken oluşan atıklar sterilize edilerek çevreye verilebilecek zararları da minimalize etmektedir. Bu şekilde doğal dengeyi korur iken aynı zamanda temiz enerji üretimi gerçekleştirilmiş olmaktadır. Biyogaz sonrası oluşan atıkların, tarımda toprağın verimini arttırıcı bir gübre olarak kullanılması da biyogazın artılarından biridir [2].

Biyogaz üretiminde kullanılan biyobozunur atıklar; tarım atıkları (mısır silajı vb.), belediye katı atıkları (çöp vb.), gıda atıkları (atık yağ vb.), çiftlik hayvanı atıkları vb. atıklardır.

Bu tez içeriğinde, hayvansal atıkları hammadde olarak kullanan bir biyogaz/biyometanizasyon tesisine ait çevresel açıdan lisanslandırma aşamaları verileceği için ilk olarak Türkiye'nin hayvansal atık potansiyelini vurgulamakta fayda vardır. 2018 yılına ait büyükbaş hayvan sayısı 2017 yılana göre % 6,93 artış göstermekteyken kümes hayvanları sayısı ise % 3,14 artış göstermektedir [3]. Tablo 1.1 ve 1.2'de verilen yıllara göre dağılıma bakıldığında büyükbaş ve kümes hayvancılık sayılarının sürekli arttığı görülmektedir.

Tablo 1.1. Büyükbaş hayvancılık verileri

Türlerine ve ırklarına göre büyükbaş hayvan sayıları					
	Sığır/Kültür	**Sığır/Kültür melezi**	**Sığır/Yerli**	**Manda**	**Toplam**
2005	2.354.957	4.537.998	3.633.485	104.965	**10.631.405**
2010	4.197.890	4.707.188	2.464.722	84.726	**11.454.526**
2015	6.385.343	5.733.803	1.874.925	133.766	**14.127.837**
2018	8.419.204	7.030.297	1.593.005	178.397	**17.220.903**

Tablo 1.2. Kümes hayvancılığı verileri

Türlerine göre kümes hayvan sayıları			
	Yumurta tavuğu	**Et tavuğu**	**Toplam**
2005	60.275.674	257.221.440	317.497.114
2010	70.933.660	163.984.725	234.918.385
2015	98.597.340	213.658.294	312.255.634
2018	124.054.810	229.506.689	353.561.499

2018 yılı içerisinde toplamda 17.220.903 adet büyükbaş ve 353.561.499 adet kümes hayvanı yetiştirilmektedir. Bir çiftlik hayvanının ağırlığının %6-8'i arasında gübre üretildiği varsayılırsa 169.712 ton/yıl büyükbaş hayvan gübresi yani biyogaz için hammadde oluşmuştur. Böyle bir kaynağa sahipken hayvansal atıkların kullanımının desteklenmesi gerekmektedir.

Literatür Araştırması

Literatür araştırmalarına bakıldığında; çevresel atık türlerinden ve kaynaklarından, üretim ve tüketim faaliyetleri sonucu oluşan atıkların yönetiminden ve entegre atık

yönetiminden, hayvansal atıklardan kaynaklanan çevre sorunlarından, yenilenebilir enerji kaynaklarından, atıktan enerji üretiminden, biyogazdan, hayvansal atıklardan biyogaz elde edilmesinden, biyogaz tesislerinden, Türkiye'nin hayvancılık potansiyeli ve biyogaz üretiminden ve son olarak bir biyogaz tesisinde iş sağlığı güvenliği uygulamalarından bahsedilmiş ancak bir biyogaz/biyometanizasyon tesisi yatırımında ve işletilmesinde uyulması zorunlu çevresel mevzuatlardan bahsedilmemektedir.

Yapılan literatür araştırması sonucunda Biyogaz/Biyometanizasyon tesislerinin çevresel mevzuatlar kapsamında uyması zorunlu kanun ve yönetmeliklere dayalı lisanslandırılma sürecini ve iş akış planını aktaran ve/veya anlatan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu tez çalışması gerek Biyogaz/Biyometanizasyon tesisi yatırımı yapacak olan girişimcilere rehber olurken gerekse literatüre değerli bir katkı sunacaktır.

Türkiye'de biyogaz/biyometanizasyon tesislerinin kurulumu ve işletilmesi aşamasında uyulması gereken mevzuatlar bakanlık(lar) tarafından resmi gazetede yayımlanmıştır. Literatürde biyogaz/ biyometanizasyon tesisleri ile ilgili farklı konu başlıklarında birçok çalışma olmasına rağmen biyometanizasyon tesislerinin çevresel mevzuatlar açısından değerlendirilmesi, tesisin kurulum aşamasında izlenilmesi gereken yol haritası ve çevre lisansı alınması süreci hakkında literatür eksikliği olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple bu çalışma, bir biyogaz/biyometanizasyon tesisi yatırımı esnasında, çevresel mevzuat, yönetmelik ve tebliğler açısından yapılması gerekenleri detaylı bir şekilde incelemiştir. Ayrıca 99 ton/gün hayvansal atık işleyen örnek bir biyogaz tesisi ile ilgili alınan tüm çevresel izinler ve bunların aşamaları paylaşılmıştır. Bu çalışmanın, bir biyogaz/biyometanizasyon tesisi kurmak isteyenlere çevresel mevzuatlar konusunda bir rehber oluşturması hedeflenmektedir.

Tezin içeriğinde; çevresel atık türlerinden, atık yönetiminden, atık bertarafından, biyogazdan, biyogaz/biyometanizasyon tesislerinden, biyogazın kullanım alanlarından ve avantaj-dezavantajlarından, atıkların çevresel mevzuatlardaki yerinden, biyogaz/biyometanizasyon tesislerinin çevresel mevzuatlardaki yerinden ve son olarak hayvansal atık işleyecek bir biyogaz tesisi için lisanslandırma sürecinden bahsedilmektedir.

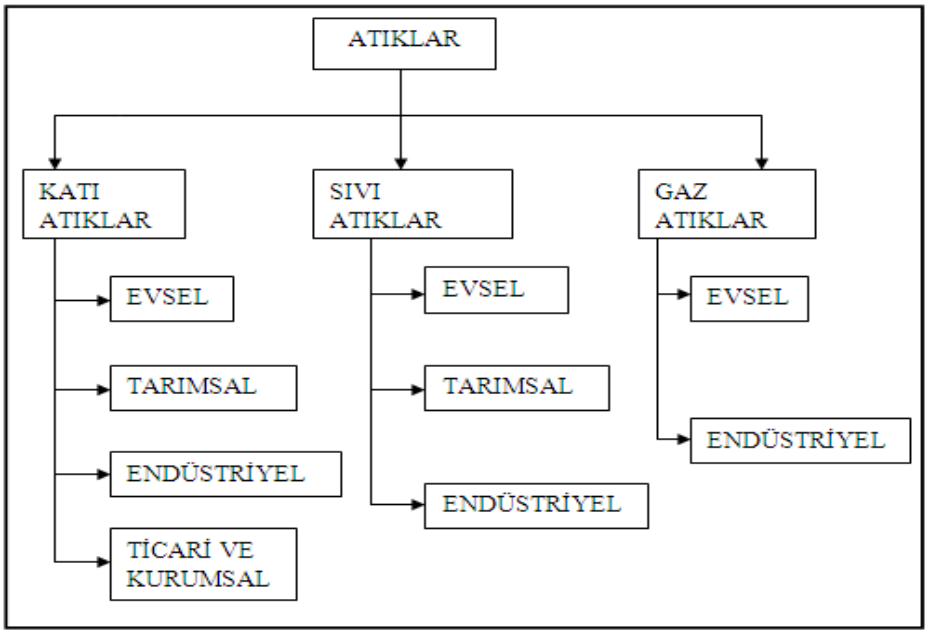
1. GENEL BİLGİLER

1.1. Çevresel Atık

İnsan popülasyonun artması ile birlikte ihtiyaçlar artmış ve çevre sorunları da beraberinde gelmiştir. Çevre sorunlarının önüne geçilememesi yaşadığımız alanın kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Nüfusun hızla artması enerji talebini de beraberinde getirirken en büyük tehditlerden biri olan çevre sorunlarını ortaya çıkarmıştır [4]. Çevre sorunlarının başında üretim veya tüketim aşamasında ortaya çıkan atık/lar yer almaktadır.

Çevresel atık, üretim faaliyetleri sonucu ortaya çıkan kullanılamaz durumdaki ıskartalar veya yan ürünler ya da faaliyet sonucu ortaya çıkan atıklar, personel kullanımı sonucu oluşan atıklar, yaşadığız alana zarar verebilecek bir şekilde alıcı ortama atılması tehlikeli olan maddeler çevresel atık olarak nitelendirilmektedir.

Atık türlerinin genel olarak sınıflandırmasını fiziki durumlarına göre üç başlık altında toplayabiliriz. Bu başlıklar katı atıklar, sıvı atıklar ve gaz atıklardır. Her bir atık türü kendi içerisinde tekrardan kaynağına göre sınıflandırılmaktadır.



Şekil 1.1. Atık türleri [5]

Atıkların çevre üzerindeki etkileri biyolojik, kimyasal yada fiziksel özellikte olabilmektedir. Direk yada indirek yoldan hayvanların taşıyıcılığı ile bulaşan hastalıklar biyolojik nitelikte çevre sorununa örnek verilebilirken, çöp düzenli depolama alanlarında meydana gelen sızıntı suları ve gazlar kimyasal nitelikteki çevre sorunlarına, yaşadığımız alana doğrudan atılan atıklar insanlara fiziksel olarak zarar vermektedir [6].

Katı atıklar oluştukları kaynağa göre 7 alt bölüme ayrılmaktadır. Bu alt bölümler aşağıda sıralanmıştır [7].

Evsel Katı Atıklar; İnsanların tüketiminden kaynaklı belediye tarafından taşınan, evsel düzenli çöp depolama alanlarında depolanan, yada ayrıştırma yoluyla geri kazanılabilen evsel ve endüstriyel kaynaklı, mutfak çöpleri, ofis atıkları vb. gibi atıkladır [8].

Tehlikeli atıklar; Atık Yönetimi Yönetmeliği tehlikelilik özelliğine göre tehlikeli atıkları 16 sınıfa ayırmaktadır.

> "Patlayıcı, oksitleyici, yüksek oranda alevlenir, alevlenir, tahriş edici, zararlı, toksik, kanserojen, korozif, enfeksiyon yapıcı, üreme sistemine toksik, mutajenik, hassaslaştırıcı, ekotoksik, havayla, suyla veya bir asitle temas etmesi sonucu zehirli veya çok zehirli gazları serbest bırakan atıklar veya bertarafı sonrası herhangi bir yolla yukarıda listelenen karakterlerden herhangi birine sahip başka bir madde (sızıntı suyu gibi) ortaya çıkabilecek atık" [9].

Endüstriyel Atıklar; Endüstriyel faaliyetler sırasında ortaya çıkan atıkları içerir [8].

Tarımsal ve Park-Bahçe Atıkları; Bitkisel ve hayvansal kaynaklı ürünlerin elde edinilmesi sırasında veya sonrasında oluşan artıklardır [10].

Özel Atıklar; Taşınması yada bertarafı özel ilgi gerektiren atıklardır. Örneğin; Radyoaktif atıklar, yüksek oranda tehlikelilik içeren endüstriyel atıklar, piller vb. örnek verilebilir [10].

Tıbbi Atıklar; Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre; enfeksiyona sebep olan bulaşıcı atıklar, ameliyathane atıkları ve iğne ve pansuman atıkları gibi atıkları tıbbi atık olarak nitelendirmektedir [11].

İnşaat Atıkları; Herhangi bir yapının inşası yada yıkımı aşamasında oluşan atıklardır [8].

Çevresel atık türlerine ek olarak; sıvı, gaz atıklar ve ambalaj atıkları da eklenmektedir. Sıvı atıklara örnek vermek gerekirse; evsel atıklar, endüstriyel sıvı atıklar yani özetle kullanım yada tüketim sonucu ortaya çıkan sıvı formdaki atıklardır. Gaz atıklar ise; Tesis bacalarından çıkan gazlar, yakma tesislerinden kaynaklanan gazlar ve depolama alanlarından kaynaklanan gazlar örnek verilebilmektedir [12].

Atık çeşitlerinden bir diğeri ise ambalaj atıklarıdır. Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğine göre ambalaj; Herhangi bir maddenin yada ürünün taşınması, korunması yada satışa sunulması için paketlendiği malzemeye denmektedir [13].

Ambalaj atıkları ise; Yukarıda bahsedildiği gibi ambalaj olarak nitelendirilen malzemelerin satış, ikincil yada nakliye ambalajı olarak kullanımı sonucu tekrar kullanılamaz duruma gelmiş/kullanım ömrünü tamamlamış atığa ambalaj atığı denmektedir.

Bahsi geçen tüm bu atıkların alıcı ortama doğrudan atılmaları önemli bir çevre sorunudur. Alıcı ortama doğrudan atılan atıklar, görüntü kirliliğinin yanı sıra ekolojik çevreye zarar vermektedir. Her atık türü için uygun bir geri kazanım, bertaraf ya da düzenli depolama yöntemi bulunmaktadır. Önemli olan her atık türü için uygun olan yöntemi belirleyerek atık yönetimini sağlayabilmektir.

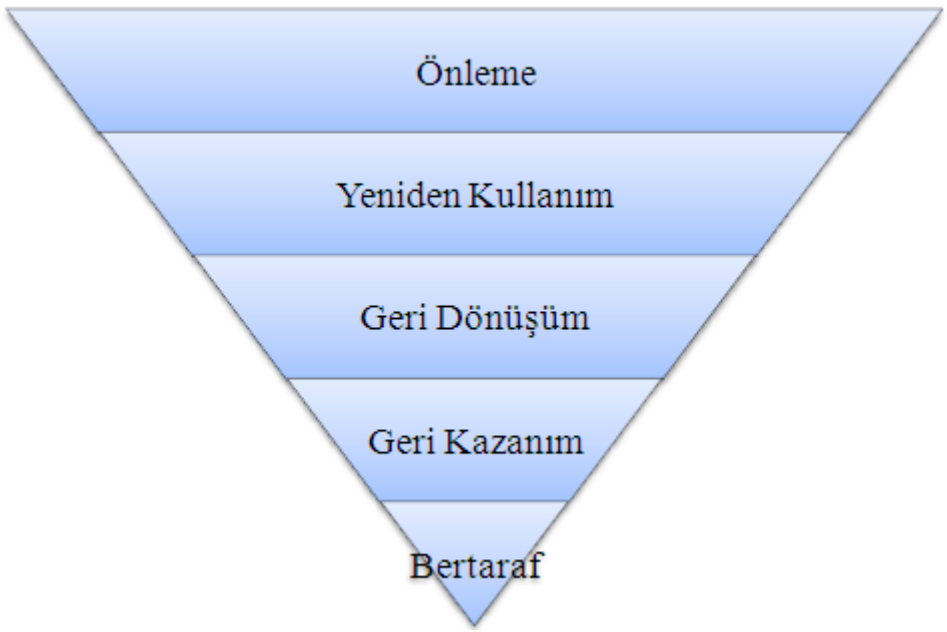
1.2. Atık Yönetimi

Nüfusun hızla artışı, teknolojik gelişmeler ve beraberinde sanayileşme ile ekonomik büyüme tüketim sonucu oluşan atık miktarında artış sağlamaktadır. Giderek artan atık miktarı çeşitli problemleri beraberinde getirmiştir. Bu nedenlerden dolayı olabildiğince az atık üretimini ve tüketimini amaçlayan “atık yönetimi yaklaşımı” kavramı meydana gelmiştir [14].

Atık yönetimi yönetmeliğine göre; Atık yönetimi, atığın oluştuğu andan itibaren bertarafına ya da geri kazanımına kadarki aşamaları kapsayan kontrol ve denetim mekanizması olarak nitelendirilmektedir [9].

Atık yönetimi kapsamında uygulanan işlemler arasında; atıkların minimizasyonu/önlenmesi, atıkların kaynağında ayrı toplanması ve oluştuğu bölge içerisinde ara depolanması, atıkların lisanslı firma/lar tarafından taşınması, daha sonra geri kazanılması/dönüştürülmesi ve son olarak bertarafı yada düzenli depolanması yer almaktadır. Çeşitli faaliyetler sonucu oluşan atıkların çevreye zarar vermeyecek şekilde geri kazanılması/dönüştürülmesi yaşadığımız alan ve insan sağlığı başta olmak üzere ekonomimizi de aynı paralellikte yakından ilgilendirmektedir. Geri kazanım/dönüşüm işlemi uzun vadede göz önüne alındığında verimli bir ekonomik yatırım olarak nitelendirilmektedir [14].

Atık yönetiminin temelini iki kavram oluşturmaktadır. Bu kavramlardan ilki atık yönetimi hiyerarşisi iken ikincisini ise tüketici sorumluluğu oluşturmaktadır. Atık yönetimi hiyerarşisinde ilk öncelik atıkların oluşum aşamasında önlenmesi ve atık miktarının minimalize edilmesidir. Daha sonra sırası ile atıkların yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve geri kazanılması gelmektedir. Geri kazanım işleminin yapılamadığı atıklar için çevreye zarar vermeyecek şekilde yakılması/bertaraf edilmesi ya da düzenli depolanması tercih edilmektedir [14].



Şekil 1.2. Atık yönetimi için hiyerarşi şeması

Atık Yönetimi Yönetmeliği hiyerarşide geçen kavramları şu şekilde tanımlamaktadır.

Önleme:

Üretim yada tüketim sonucu kullanılan malzemelerin atık durumuna gelmeden önce alınacak tedbir yöntemlerinden herhangi biridir [9].

Yeniden kullanım:

Atık olmayan herhangi bir maddenin yada ürünün tekrar aynı amaç için kullanıldığı yöntemlerden biridir [9].

Geri dönüşüm:

Üretim ya da tüketim sonucu ortaya çıkan atıkların herhangi bir işleme tabi tutularak kullanıldığı asıl şekline ya da başka bir madde ya da ürüne dönüştürüldüğü geri kazanım yöntemlerinden biridir [9].

Geri kazanım:

Bir ürünün tesiste kullanılan başka bir ürün yerine kullanılması için hazır hale getirilme yöntemlerinden herhangi biridir [9].

Bertaraf:

Geri kazanım ya da geri dönüşüm işlemlerinden birinin uygulanamadığı durumlarda kullanılan yöntemlerden biridir [9].

Hiyerarşinin en büyük paydası önleme yani kaynağında azaltıma aittir. Kullandığımız her bir maddenin yeniden kullanılabilirliğini araştırmalı, kullanılamaz durumda olanları ise doğru yönetimi belirleyerek geri kazanımını-dönüşümünü ya da en son çare olarak bertarafı sağlanmalıdır. Bu kapsamda işletmelerde atık yönetimi birimleri oluşturulmalı ve oluşan atıkların lisanslı firmalara gönderimi sağlanmalıdır. Bu atıklar lisanslı firma ya da firmalar tarafından Entegre Atık Yönetim Sistemi'ne tabi tutulmaktadır.

1.2.1. Entegre atık yönetim sistemi

Entegre atık yönetim sistemi, atıkların meydana geldiği andan itibaren taşınmasından bertarafına kadar geçen süredeki tüm proseslerin birlikte planlanıp tüm aşamalarının

beraber yönetildiği bir yönetim sistemidir. Entegre atık yönetim sistemi çevresel ve ekonomik yönden devamlılığı ve atık azaltımını hedefleyen sistematik bir yapı olmalıdır. Toplumun yaşam kalitesini düşürmeden minimal atık oluşumunu hedefler ayrıca atıktan geri kazanım sağlarken buna paralel olarak enerji de geri kazanmayı amaçlamaktadır [15].

Entegre atık yönetimi sisteminin temel aşamaları; atığın oluşmasını önleme, atığı kaynağında azaltma, yeniden / tekrar kullanımını sağlama, atığın geri kazanım yada geri dönüşümünü sağlama, atıktan enerji üretimi, en son yöntem olarak atık bertarafıdır. Entegre atık yönetim hiyerarşisi Şekil 1.3'te, entegre katı atık yönetimi akış şeması ise Şekil 1.4'te verilmiştir [15].



Şekil 1.3. Entegre atık yönetim için hiyerarşi şeması



Şekil 1.4. Entegre katı atık yönetimi akış şeması

Entegre atık yönetim sistemi, tamamlayıcı bir sistem olarak çeşitli faaliyetler sonucu oluşan tüm atık türlerini ve beraberinde üretim kaynaklarını içermektedir. Madde yada ürün ve enerji geri kazanımı sağlarken aynı zamanda ekonomik kazanç sağlayabilmelidir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 60 km çap içerisinde kalan yerleşim yerleri için veya her 500.000 nüfuslu bölge için ortak bir entegre atık yönetimi çalışması prensibi ile yaklaşımlar getirmektedir [15].

Her atık türü için uygun bir bertaraf, geri kazanım yada düzenli depolama yöntemi bulunmaktadır. Atık yönetiminin doğru yapılarak uygun yöntemin belirlenebilmesi sürdürülebilir çevre için önem arz etmektedir.

1.3. Türkiye'de Atık Yönetimi Ve Uygulamaları

Hızla gelişen dünyada üretimin ve tüketimin artması ile beraberinde atık sorunu da oluşmaya başlamıştır. Bilinçsizce alıcı ortama atılan tehlikeli ve tehlikesiz atıklar insan sağlığına ve doğaya önemli etkileri bulunmaktadır. Çeşitli faaliyetler sonucu oluşan bu atıkların bazılarının geri kazanımı mümkün iken bazılarının bertarafının yapılması gerekmektedir. Bertarafının mümkün olmadığı durumlarda ise atıklar düzenli depolama yöntemi ile atık sahalarında depolanmaktadır. Tüm bu çözüm ve yöntemler ilgili Bakanlık'ların yayımlamış olduğu kanun ve yönetmelikler ile belirlenmiştir. Türkiye'de mevzuatlarda geçen atık ve/veya atığın yönetimiyle alakalı ibareler aşağıda sıralanmıştır.

2872 Sayılı Çevre Kanunu'nun 8.maddesinde göre; Her türlü atığın çevre ve insan sağlığına zarar verecek şekilde doğrudan yada dolaylı olarak alıcı ortama temasını sağlamak yasaktır [62].

2872 Sayılı Çevre Kanunu'nun 11.maddesinde göre; Atıkların önlenmesi, geri kazanılması ve oluştuğu yerde ayrı toplanıp depolanması esastır. Geri kazanılması mümkün olmayan atıklar yönetmeliğin belirttiği esaslar doğrultusunda bertaraf edilmelidir [62].

5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu'nun 7.maddesine göre; Büyükşehir belediyesi oluşan atıkların yönetim planını oluşturarak bu plana sağdık kalınmasını sağlamakla, atıkların ayrıştırılması veya işlenmesi için gerekli olan tesisleri

kurdurmakla ilgili gerekli düzenlemelerin yapılması, çevre ve insan sağlığına zarar verebilecek her türlü eylemi engellemekle yükümlüdür [70].

5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 15.maddelerine göre: Belediyeler atıkların toplanmasından taşınmasına, ayrıştırılmasından geri kazanım yada bertaraf edilmesine yada depolanmasına kadarki tüm işlemleri yapmak yada yaptırmakla yükümlüdür [16].

02.04.2015 tarihli 29314 sayılı Atık Yönetimi Yönetmeliği'nin 5.maddesine göre; Atıklar oluştuğu alanda ayrı toplanırken ve geçici olarak depolanırken ek olarak taşınırken veya geri kazanım/dönüşüm ve bertaraf işlemleri uygulanırken çevreye ve insan sağlığına olumsuz bir etki oluşturmayacak şekilde işlem görmesi esastır [9].

12.07.2019 tarihli 30829 sayılı Sıfır Atık Yönetmeliği'nin 5.maddesine göre; Atıkların karıştırılmadan ayrı olarak biriktirilmesi, öncelikli uygulanacak yöntemin geri kazanım yada dönüşüm olması, mümkün olmadığı durumlarda bertaraf edilmesi esastır. Atıkların öncelikle bir madde yada enerji olarak geri kazanılarak ekonomiye katkı sağlaması ve düzenli depolama sahalarındaki atık miktarının minimalize edilmesi esastır [17].

Yukarıda da verildiği üzere yayımlanan kanun, yönetmelikler ve beraberinde gelen yaptırımlar ile birlikte son yıllarda atık yönetimi önemli bir noktaya gelmiştir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Avrupa Birliği uyum süreci ile birlikte atık yönetimi uygulamalarına büyük önem vermiştir. Hammadde maliyetlerinin artması ile birlikte ikincil hammaddelerin kullanılmasına başlanmış, tehlikeli ve tehlikesiz atıkların geri kazanımı yaygınlaşmıştır. Faaliyette olan işletmeler üretimden ve kullanımdan kaynaklı atıkların yönetiminden sorumlu kılınmıştır. Atıkların tesis içerisinde yada oluştuğu bölgede ayrı depolanması, atık türüne göre Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından lisanslandırılmış firma yada firmalara gönderilerek geri kazanımının, bertarafının yada düzenli depolanmasının sağlanması zorunlu hale getirilmiştir. Atık yönetimi uygulamaları kanunlar ve yönetmelikler ile desteklenmiş, aykırı durumlarda cezai yaptırımlar getirilmiştir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan kanunun, yönetmelik ve tebliğler ile zaman içerisinde işletmelerde atık yönetimi bilinci oluşmaya başlamıştır. İşletmede girdisi yapılan hammadden sevkiyata kadar gerçekleşen bütün proses aşamalarında oluşan ıskartaların ya da atıkların yönetimi sağlanmaya başlamıştır. Tüm bunların kontrolü ve onayı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve yetkilendirmiş olduğu İl Müdürlükleri ve Belediyeler ile yapılmaktadır.

Tüm bu bilgiler ışığında Türkiye'nin Büyükşehir Belediyelerinde ve Büyükşehir Belediyeleri haricindeki Belediyelerde uygulanan Türkiye'nin AB İle Uyumlu Entegre Atık Yönetim Yaklaşımı Şekil 1.5'te ve Şekil 1.6'da verilmiştir [18].

1.4. Çevresel Atıkların Bertarafı/Geri Kazanımı Nasıl Olur?

Çevresel atıkların bertaraf, geri kazanım yada düzenli depolaması söz konusu olduğunda; yöntemin belirlenebilmesi için öncelikle oluşan atığın geri kazanılıp kazanılamayacağı, geri kazanımı mümkün olmayan atıkların bertaraf edilip edilemeyeceği, bertarafı mümkün olmayan atıkların ise uygun koşullarda düzenli depolanmasının sağlanabiliyor olması gerekmektedir.

Örneğin; biyokütle kaynaklarından olan atıkların (atıksu, tarım atıkları vb.), tehlikesiz hurda metal atıkların geri kazanımı mümkün iken, arıtma çamurları, bazı kimyasal atıksular vb. atıkların bertarafı sağlanmaktadır. Geri dönüşümünün yada bertarafının sağlanamadığı durumlarda ise cıva içeren atıklar gibi bunların düzenli depolanması gerekmektedir.

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik kapsamında, biyobozunur atık azaltımı başlığı altında geçici madde 1'e göre; Yönetmelik yürürlüğe giriş tarihinden itibaren düzenli depolanan biyobozunur atık miktarının ilerleyen yıllarda giderek azaltılması esasını ifade etmektedir. Biyobozunur atıklar için kompostlaştırma, biyogaz veya enerji üretimi gibi yöntemlerin kullanılması için gerekli olan tedbirleri içermektedir [71].

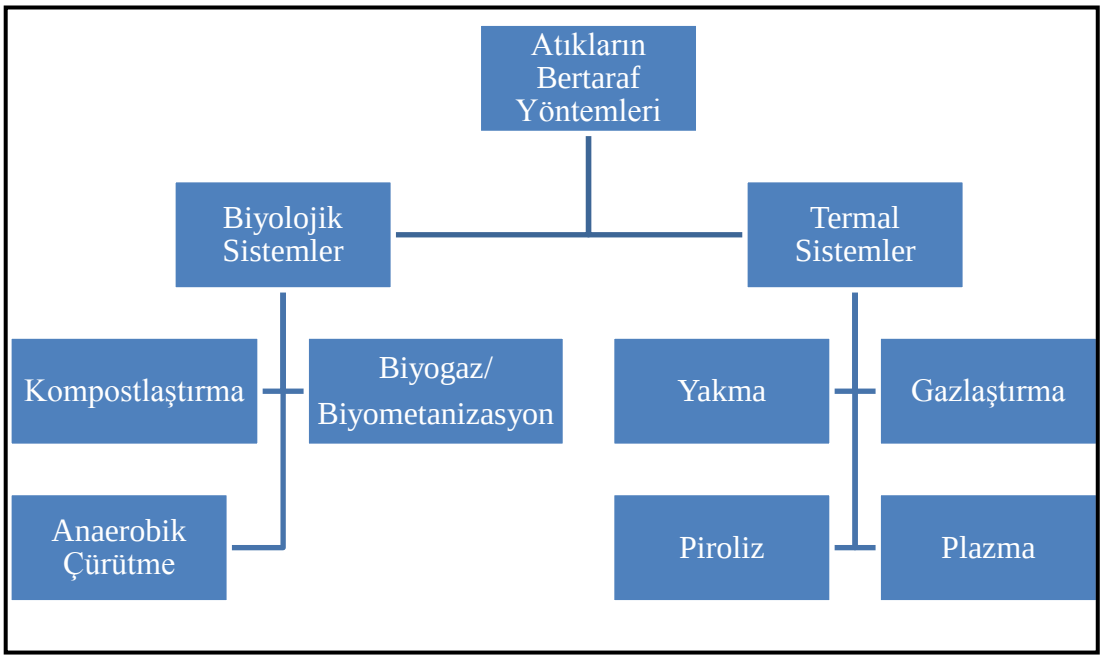
Bahsi geçen yönetmelik kapsamında biyobozunur atıkların düzenli depolama ya da bertarafından daha çok, geri kazanılması gerektiği vurgulanmıştır. Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik ile biyobozunur atıkların geri kazanımı

desteklenmiştir. Yönetmelik gereği biyobozunur atıkların düzenli depolama sahalarına kabul yüzdeleri Tablo 1.3'de verilmiştir.

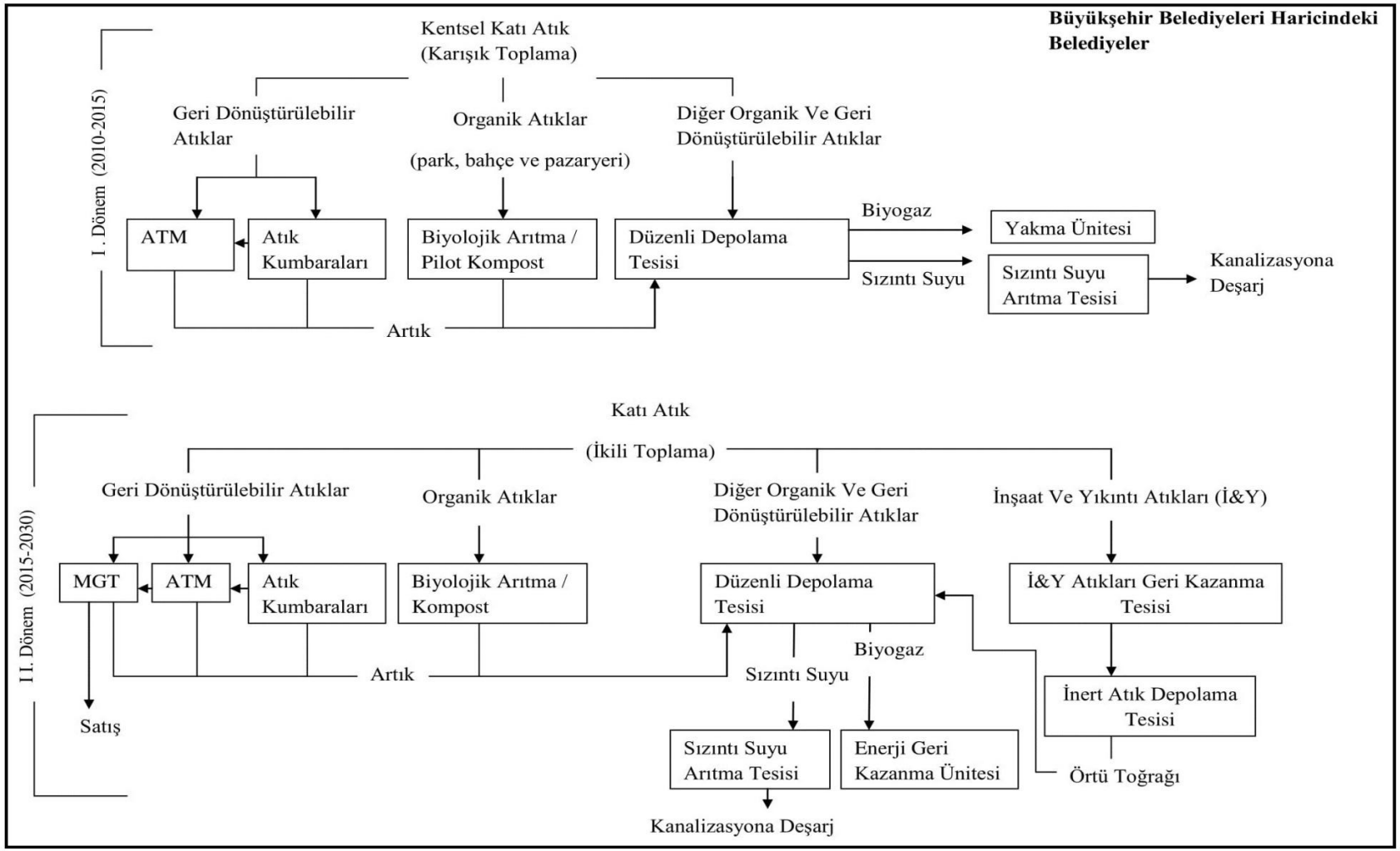
Tablo 1.3. Biyobozunur atıkların düzenli depolama sahalarına kabul yüzdesi [71]

YIL	KABUL YÜZDESİ
2015	2005 yılında üretilen toplam biyobozunur atık miktarının ağırlıkça %75
2018	2005 yılında üretilen toplam biyobozunur atık miktarının ağırlıkça %50
2025	2005 yılında üretilen toplam biyobozunur atık miktarının ağırlıkça %35

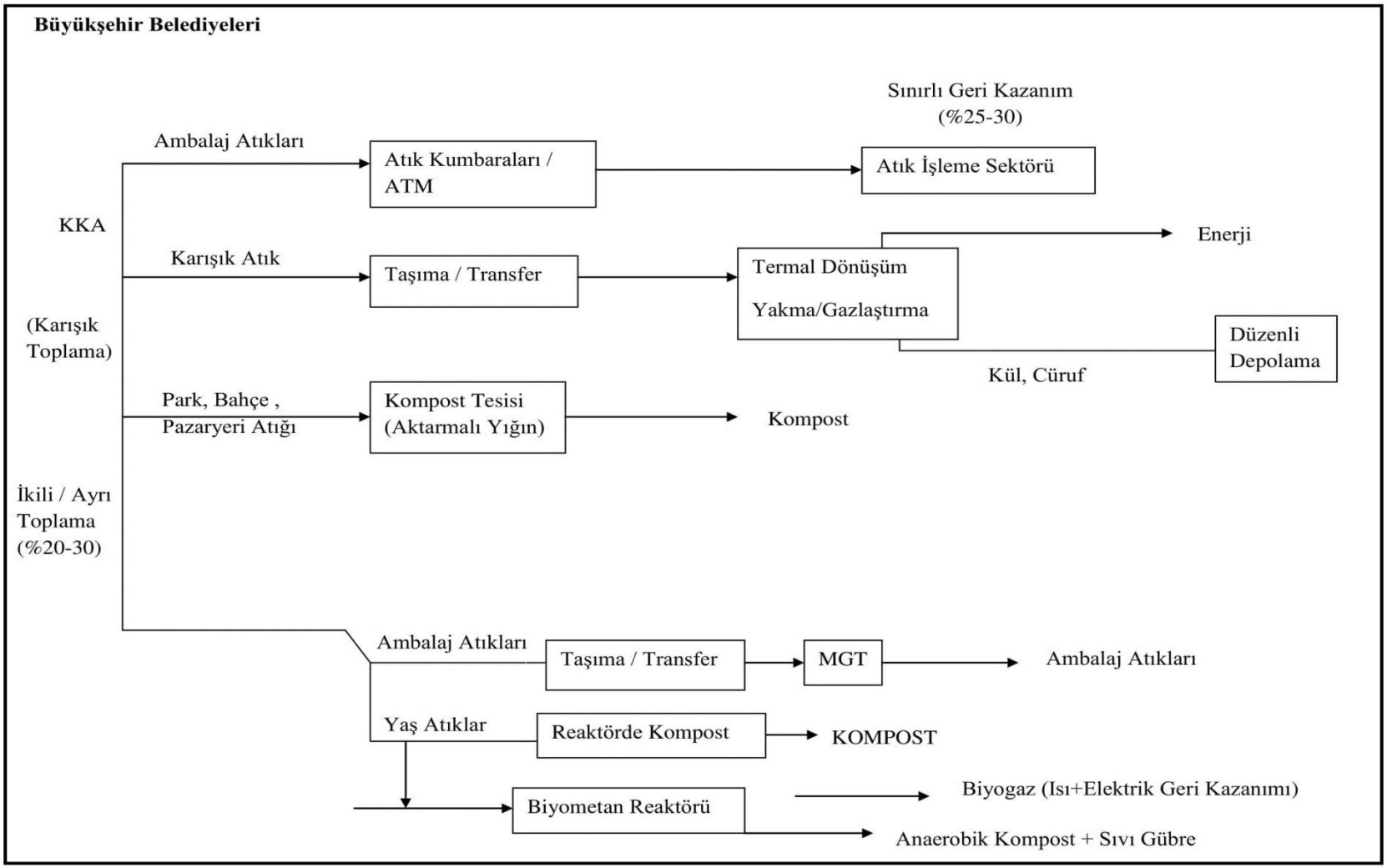
Geri kazanımı/dönüşümü mümkün atıkları düzenli depolayarak yaşanacak kayıpları önlemek ve mevcut düzenli depolama sahalarında oluşması muhtemel problemleri önleyebilmek için aşağıdaki şekilde verilen ve ayrıntılı açıklamaları yapılan bertaraf yöntemleri uygulanmaktadır. Oluşan atıkların nasıl bertaraf edilecekleri, yetkili kişiler tarafından katı atık karakterizasyonları incelenerek belirlenmektedir [19]. Atıkların hangi yöntemlerle bertaraf edileceği Şekil 1.7'de verilmiştir [15].



Şekil 1.5. Atıkların bertaraf yöntemleri



Şekil 1.6. Büyükşehir Belediye'leri haricindeki Belediye'lerin entegre atık yönetim



Şekil 1.7. Büyükşehir Belediye'lerinin entegre atık yönetim

Kompostlaştırma: Organik maddenin/atığın uygun şartlar altında biyolojik olarak ayrışması olayıdır. Kompostlaştırma yönteminde aşağıda ifade edilen hedeflere ulaşılması beklenmektedir [19].

- Biyobozunur yapıya sahip organik maddelerin, biyolojik olarak daha kararlı bir yapıya dönüştürülmesi ve oluşan atığın hacminin azaltılması,
- Atık içinde var olabilecek istenmeyen organizmaların bertaraf edilmesi,
- Koku probleminin tamamen yada kısmen ortadan kaldırılması,
- Faydalı bir şekilde (gübre vb.) kullanılabilir bir ürün ortaya çıkarılması,

Beklenmektedir [19].

Entegre atık yönetim sisteminin başlıca önceliği, kaynağında ayırma yöntemi ile oluşan atık miktarının minimalize edilmesidir. İkinci öncelik ise kompostlaştırma işlemini de kapsayan geri dönüşüm/kazanım yöntemidir [19].

Biyometanizasyon: Biyobozunur artıkların, oksijensiz bir ortamda parçalanması yöntemidir. Atıkların geri kazanımı sağlanırken enerji elde edinilebilmektedir [19].

Anaerobik Çürütme: Oksijensiz bir ortamda biyobozunur yada organik maddelerin, mikroorganizmalar yardımı ile parçalanarak çürütülmesidir. Anaerobik çürütme yöntemi çoğunlukla belediye katı atıklarının enerjiye çevrimi aşamasında kullanılmaktadır. Proses sonucu elde edilen biyogazın %50 ila %65'ini metan (CH_4) gazı oluşturur iken, geri kalanın büyük bir kısmını karbon dioksit (CO_2) gazı oluşturmaktadır. Proses sonunda elde edilen biyogaz, gaz motoru yada türbinlerde yakılarak enerjiye çevrimi sağlanmaktadır [20].

Termal Sistemler: Termal sistemler kendi içerisinde 3 yönteme ayrılmaktadır.

Yakma: Yanabilir özelliğe sahip atıkların kül veya cüruf benzeri kalıntıya dönüştürülürken enerji kazanımı sağlayan prosestir. Atıklar doğrudan da yakılabilir yada mevcut ısıl değerini arttırmak için bir ön işleme de tabi tutulabilmektedir [19].

Piroliz: Gazlaştırma yöntemlerinden biridir. Biyobozunur atıkların oksijensiz bir ortamda 400°C-650°C'ye gibi yüksek derecelerde ısıtılarak enerjiye dönüştürülmesidir [20].

Gazlaştırma: Biyobozunur atıkların termo-kimyasal yöntemler ile gaz elde edildiği bir yöntemdir. Günümüzde çok sık kullanılan teknolojilerden biridir. Proses içeriğinde karbon içerikli biyobozunur atık, sınırlandırılmış oksijen gazının gazlaştırma odasına aktarımı ile yakılmaktadır. Gazlaştırma prosesinde biyobozunur atığın sahip olduğu enerjinin yaklaşık olarak %85'i gaza dönüştürülebilmektedir. Gazlaştırma prosesi uygulanan atıkların özelliklerine ve kendi kimyasal yapılarına göre belirli miktarlarda çeşitli gazlar oluşmaktadır. Bu gazlar prosesin ilerleyen evrelerinde yanmaktadır ve kalan atık gazlar olarak nitelendirilen gaz, yıkama sisteminde yıkanarak atmosfere salınmaktadır. Proses sonucu oluşan gaz, motor yada türbinlerde yakılarak enerjiye dönüştürülmektedir [20].

Yukarıda bahsi geçen yöntemlerin hiç birinin uygulanamadığı durumlarda düzenli depolama yöntemine başvurulur.

Düzenli Depolama Yöntemi: Geri kazanımın yada dönüşümün mümkün olmadığı durumlarda atıkların kademeli olarak zemin üzerine kontrollü bir şekilde depolanarak bertaraf edilmesi yöntemidir. Burada en önemli kural zeminin sızdırmazlık testinin yapılmış olması ve gaz sisteminin kurulmuş olmasıdır. Düzenli depolama yöntemi, biyobozunur atıkların bertarafı konusunda en yaygın kullanılan yöntemdir. Ekonomik yönden yukarıda bahsi geçen yöntemlere göre daha az maliyetlidir. Yukarıda bahsi geçen diğer bertaraf yöntemlerinden herhangi biri kullanılsa dahi bazı prosesler sonucu bertarafı mümkün olmayan atıkların oluşması kaçınılmazdır. Bu yüzden çevre ve insan sağlığını tehdit etmeyecek kontrollü düzenli depolama sağlarının oluşturulması gerekmektedir. Aksi taktirde toprağa karışan sızıntı suları çevre kirliliğine neden olurken insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir [19].

Tüm bu bertaraf, geri kazanım ve düzenli depolama faaliyetleri ilgili Bakanlıklar tarafından yayımlanan yönetmelikler ile belirlenen koşullar çerçevesinde gerçekleşmektedir.

2 Nisan 2015 tarihli 29314 sayılı Atık Yönetimi Yönetmeliği'nin Ek 2/A'sında belirtildiği üzere bertaraf yöntemleri Tablo 1.4'de ifade edilmiştir [9].

Tablo 1.4. Atık yönetimi yönetmeliği bertaraf yöntemleri

BERTARAF YÖNTEMİ	AÇIKLAMASI
D1	Toprağın altında veya üstünde düzenli depolama (Örneğin, düzenli depolama ve benzeri)
D2	Arazi ıslahı (Örneğin, sıvı veya çamur atıkların toprakta biyolojik bozunmaya uğraması ve benzeri)
D3	Derine enjeksiyon(1) (Örneğin, pompalanabilir atıkların kuyulara, tuz kayalarına veya doğal olarak bulunan boşluklara enjeksiyonu ve benzeri)
D4	Yüzey doldurma (Örneğin, sıvı yada çamur atıkların kovuklara, havuzlara ve lagünlere doldurulması ve benzeri) (2)
D5	Özel mühendislik gerektiren düzenli depolama (Çevreden ve her biri ayrı olarak izole edilmiş ve örtülmüş hücresel depolama ve benzeri)
D6	Deniz/Okyanus hariç bir su kütlesine boşaltım(3)
D7	Deniz yatakları dahil deniz/okyanuslara boşaltım(3)
D8	D1 ile D7 ve D9 ile D12 arasında verilen işlemlerden herhangi biri yoluyla atılan nihai bileşiklerin veya karışımların oluşmasına neden olan ve bu ekin başka bir yerinde ifade edilmeyen biyolojik işlemler
D9	D1 ile D8 ve D10 ile D12 arasında verilen işlemlerden herhangi biri yoluyla atılan nihai bileşiklerin veya karışımların oluşmasına neden olan fiziksel-kimyasal işlemler (Örneğin, buharlaştırma, kurutma, kalsinasyon ve benzeri)
D10	Yakma (Karada)
D11	Yakma (Deniz üstünde)(4)
D12	Sürekli depolama(5) (Bir madende konteynerlerin yerleştirilmesi ve benzeri)
D13	D1 ile D12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutulmadan önce harmanlama veya karıştırma
D14	D1 ile D13 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutulmadan önce yeniden ambalajlama
D15	D15 - D1 ile D14 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar depolama (atığın üretildiği alan içerisinde geçici depolama, toplama hariç).
(1)D3 Derine enjeksiyon: Pompalanabilir nitelikteki sıvı atıklar jeolojik ve hidrojeolojik açıdan uygun olan kuyulara, tuz kayaçlarına veya doğal olarak bulunan boşluklara enjeksiyon işlemi ile bertaraf edilebilir. Bu yöntem ile atığı bertaraf etmek isteyen gerçek ve/veya tüzel kişiler alanın uygunluğunun belirlenmesi veya tespiti amacıyla Tarım ve Orman Bakanlığı (eski adıyla Orman ve Su İşleri Bakanlığı) ve Sağlık Bakanlığının uygun görüşü ile birlikte Bakanlığa kurumsal akademik rapor sunulur, onay ve izin alınır.	
(2)Bu yöntemin uygulanmasında Orman ve Su İşleri Bakanlığının uygun görüşü ile birlikte Bakanlığa kurumsal akademik rapor sunulur, onay ve izin alınır.	
(3)Bu yöntemlerin uygulanmasında Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı (Eski adıyla Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı), Sağlık Bakanlığının uygun görüşü ile birlikte Bakanlığa kurumsal akademik rapor sunulur, onay ve izin alınır.	
(4)D11 Yakma (Deniz Üstünde): Bu yöntem ülkemizin taraf olduğu uluslar arası sözleşmeler çerçevesinde yasaklanmıştır.	
(5)D12 Sürekli depolama: Kapalı maden ocaklarında atıkların konteynerler içinde depolanması mümkündür. Bu yöntem ile atığı bertaraf etmek isteyen gerçek ve/veya tüzel kişiler ocağın uygunluğunun belirlenmesi veya tespiti amacıyla Orman ve Su İşleri Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığının uygun görüşü ile birlikte Bakanlığa kurumsal akademik rapor sunulur, onay ve izin alınır.	

Yukarıda bahsi geçen yönetmeliğin Ek 2/B'sinde belirtildiği üzere Geri Kazanım İşlemleri Tablo 1.5'te ifade edilmiştir [9].

Tablo 1.5. Atık yönetimi yönetmeliği geri kazanım yöntemleri

GERİ KAZANIM YÖNTEMİ	AÇIKLAMASI
R1	Enerji üretimi amacıyla başlıca yakıt olarak veya başka şekillerde kullanma
R2	Solvent (çözücü) ıslah/yeniden üretim
R3	Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı/geri dönüşümü (kompost ve diğer biyolojik dönüşüm prosesleri dahil)
R4	Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/geri dönüşüm
R5	Diğer organik malzemelerin ıslahı/geri dönüşüm
R6	Asitlerin veya bazların yeniden üretimi
R7	Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların (bileşenlerin) geri kazanımı
R8	Katalizör parçaların (bileşenlerin) geri kazanımı
R9	Yağların yeniden rafine edilmesi veya diğer yeniden kullanımları
R10	Ekolojik iyileştirme veya tarımcılık yararına sonuç verecek arazi ıslahı
R11	R1 ila R10 arasındaki işlemlerden elde edilecek atıkların kullanımı
R12	Atıkların R1 ila R11 arasındaki işlemlerden herhangi birine tabi tutulmak üzere değişimi(1)
R13	R1 ila R12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar atıkların ara depolanması (atığın üretildiği alan içinde geçici depolama, toplama hariç)
(1) R12: Uygun bir R kodu yoksa R1'den R11'e kadar numaralandırılmış işlemler öncesinde yapılacak söküm, tasnif etme, kırma, sıkıştırma, peletleme, kurutma, parçalama, şartlandırma, yeniden ambalajlama, ayırma, harmanlama ya da karıştırma gibi ön işlem faaliyetlerini kapsayan işlemleri içerebilir.	

Bölümün başında da belirtildiği üzere biyobozunur atıkların düzenli depolama yüzdesinin azaltılması ve geri kazanımının/dönüşümünün sağlanması yönetmelikler ile desteklenmektedir. Atık Yönetimi Yönetmeliği'nin Ek 2/B'sinde bahsedilen geri kazanım yöntemlerinden R3 biyogaz/biyometanizasyon yöntemini ifade etmektedir. Biyogaz teknolojisi ile biyobozunur atıkların geri kazanımı/dönüşümü sağlanırken enerji elde etmekte mümkündür.

Yaşadığımız alanda çevre sorunu oluşturan atıkların belli bir prosesten geçirilerek, zararsız bir hale gelmesi ve ek olarak enerji elde edinilmesini sağlayan biyogaz teknolojisi, yenilenebilir enerji üretimi olarak hem bugünümüz hem de geleceğimiz için önemli bir metodolojidir [21].

1.5. Biyogaz Nedir?

Biyogaz, organik bazlı biyobozunur atık yada artıkların anaeorobik ortamda ayrışması sonucu açığa çıkan ve içeriğinde organik maddelerin yapısından dolayı yaklaşık; % 40-70 metan, % 30-60 karbondioksit, % 0-3 hidrojen sülfür bulunan bir gaz karışımı olarak nitelendirilmektedir [22].

Farklı hayvan gübrelerinden üretilen biyogaz için metan verimleri oranı Tablo 1.6'da gösterilmektedir [23].

Tablo 1.6. Hammaddelere göre metan yüzdesinde değişim

Hammadde	Metan Oranı %
Sığır Gübresi	60-70
Kanatlı Gübresi	58-69
Domuz Gübresi	58-60
Koyun Gübresi	64

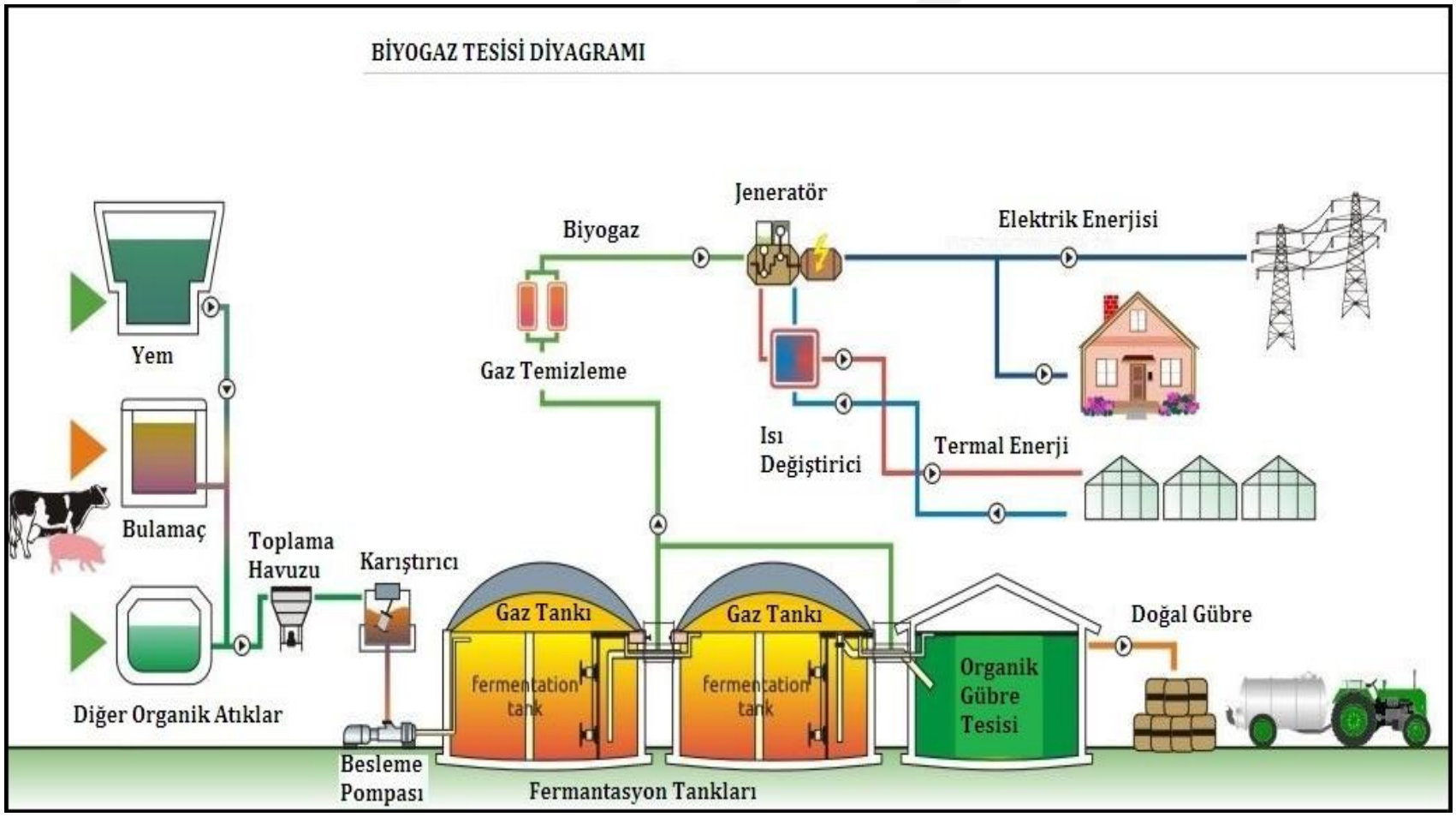
Biyogaz prosesi sırasında gaz elde edinilirken aynı zamanda fermantasyona uğrayan gübre toprak için daha verimli hale gelmektedir. Normal şartlarda toprakta kullanılması için yaklaşık 1 yıl bekletilmesi gerekirken biyogaz fermantasyonu sonucu bu süre 15 ile 20 güne kadar indirilebilmektedir. Bekleme süresinin kısalması gübrenin bekletilmesi esnasında meydana gelebilecek bitki besin değerlerinin kayıplarını da önlemektedir. Biyogaz teknolojisi ile elde edilen gaz, hem biyobozunur atıklardan enerji elde edilmesine hem de atıkların toprağa kazandırılmasında büyük rol oynamaktadır [21].

Biyogaz eldesi temelde organik bazlı maddelerin ayrıştırılmasına dayandığından ana hammadde olarak bitkisel atıklar kullanılabildiği gibi hayvansal gübreler de kullanılabilmektedir. Örnek vermek gerekir ise; Tavuk gübresi tuzluluğa sebep olduğundan toprakta direk olarak kullanılamaz. Ancak biyogaz prosesinde hammadde olarak kullanılırsa tavuk gübresinden hem verimli biyogaz üretimi hem de proses sonucu toprağa faydalı gübre oluşumu sağlanabilmektedir [24].

Biyogaz tesisi için hammadde seçimi söz konusu olduğunda büyükbaş gübresi, içerisinde halihazırda proses için gerekli olan bakteri popülasyonuna da sahip olduğu için birçok biyogaz tesisinde kullanılan bir materyaldir. Büyükbaş atıklarından biyogaz üretimi yapan örnek bir biyogaz/biyometanizasyon tesisine ait şema Şekil 1.8'de verilmiştir [25].

Biyogaz oluşumu aşamasında sırasıyla üç evre gerçekleşmektedir. Bunlar hidroliz, asit ve metan oluşumu evreleridir. İlk aşama olan hidroliz, atığın mikroorganizmalar vasıtasıyla çözünür hâle dönüştürülmesi evresidir. Bu aşamada atık madde alt yapı taşlarına dönüşür. Örneğin; polisakkaritler monosakkaritlere dönüşmektedir. İkinci aşamada ise asit oluşturucu bakteriler alt yapı bileşenlerine ayrılan maddeleri asetik asit gibi daha küçük yapılı maddelere dönüştürmektedir. En son evrede ise küçük yapıdaki maddeleri metan oluşturucu bakteriler, biyogaza dönüştürmektedir. Biyogaz oluşumu sırasında mikrobiyolojik sürecin etkilenmemesi için her türlü koşul göz önünde bulundurulmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır [2].

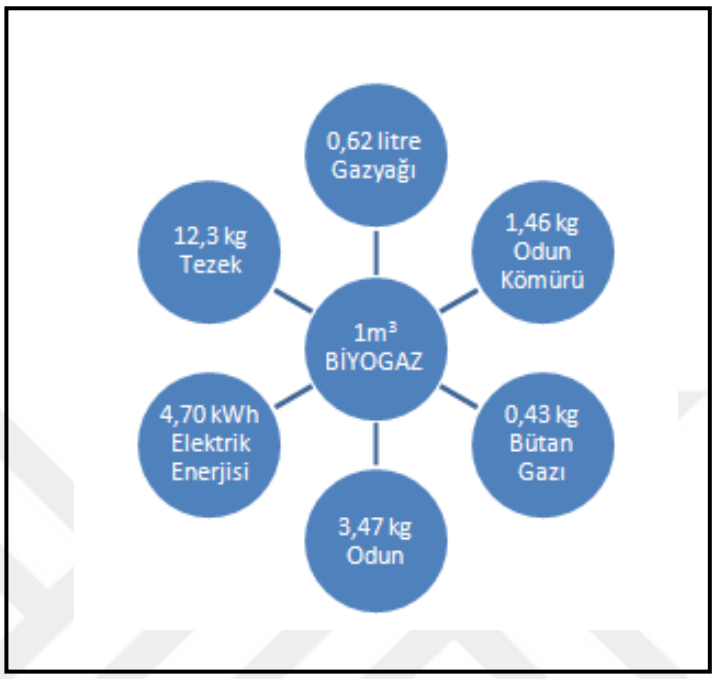
Hayvan gübresi temelinde organik maddelerden oluşmaktadır. Organik madde miktarının fazla olmasından dolayı hayvan gübresinden biyogaz enerjisi potansiyeli yüksektir. Metan, gübre içerisindeki var olan organik maddenin oksijensiz ortamda çürümesi esnasında ortaya çıkar. Prosese tabi tutulacak hayvan gübresinin miktarı ne kadar fazla ise buna bağlı olarak metan gazı oluşumu da bir o kadar fazladır. Hayvan gübresinden metan gazı elde edilirken üç temel prensibe dikkat edilmesi gerekmektedir. İlk dikkat edilmesi gereken husus gübrenin miktarı ve türüdür, daha sonra atığın yönetim sistemine dikkat edilmesi gerekir, son olarak sıcaklık ve nem metan oluşumunu etkileyen önemli unsurlardan biridir [27,28].



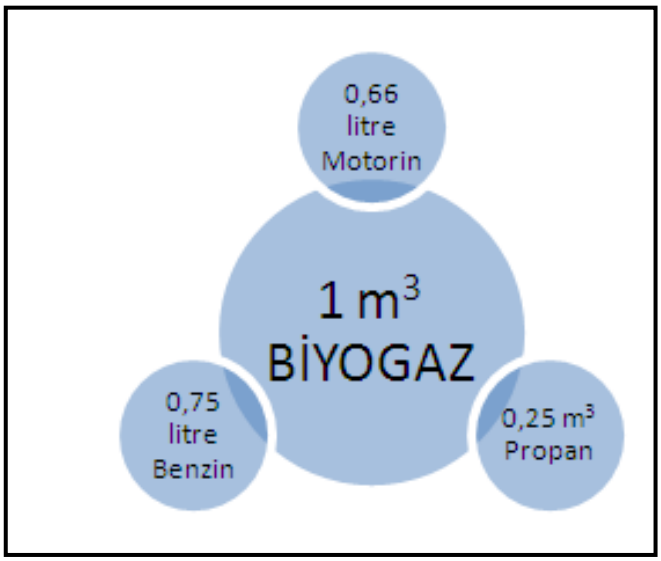
Şekil 1.8. Biyogaz tesisi şeması

Reaksiyon sonucu ortaya çıkan 1 m^3 biyogaz, 5.500-6.000 kcal enerjiye sahiptir [29].

Biyogazın 1 m^3 hacimde sahip olduğu ısı eş değerleri ve diğer yakıtlarla karşılaştırması Şekil 1.9 ve Şekil 1.10' da gösterilmiştir [22].



Şekil 1.9. 1 m^3 Biyogazın sahip olduğu ısı eş değerleri



Şekil 1.10. 1 m^3 Biyogazın sahip olduğu eş değer yakıt miktarları

1.5.1. Biyogazın kullanım alanları

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahip olan biyogaz hem ülkemizde hem de dünyada bir çok alanda kullanılabilmektedir. Elde edilen biyogaz, evlerimizde günlük ihtiyaçlarımız için kullanılabileceği gibi biyogaz tesislerinde kojenerasyon üniteleri aracılığıyla sıcak su elde edilerek tesis içerisinde tekrar kullanımı sağlanmaktadır. Son zamanlarda yapılan yasal düzenlemeler ile proses sonucu ortaya çıkan elektrik enerjisi ayrıca şehir şebekesine de verilebilmektedir [30].

- Biyogazın direkt yakılması ile birlikte ısınma şeklinde kullanılabileceği gibi ısıtma olarak da yararlanılır.
- Elektrik elde etmek suretiyle türbin yakıtı olarak kullanılır.
- Doğalgaza katılarak maliyetlerin düşürülmesini sağlamak için kullanılır.
- Yakıt pillerinde kullanılır.
- Ulaşımda kullanılmak üzere motor yakıtı olarak kullanılır.
- Buhar, kimyasal üretimi gibi faaliyetlerde de kullanılabilir [4].

Isıtmada Kullanımı

Biyogaz tesisindeki fermenterlerde gerçekleşen proses sonucunda ortaya çıkan gaz içerisinde bulunan metan gazı yanabilir özelliğe sahiptir. Hava ile teması söz konusu olduğunda yanma gerçekleşebilir. Biyogaz ısıtma amaçlı gaz ile çalışan fırınlarda yada ocaklarda kullanılabilmektedir. Banyo şofbenlerinde de kullanılabildiği bilinmektedir [22].

Enerji Amaçlı Kullanımı

Biyogaz teknolojisinde fermantasyon sonucu meydana gelen gaz, motorlar vasıtasıyla elektriğe çevrilebildiği gibi doğrudan yakılarak da enerjiye çevrilimi söz konusudur. Sıvılaştırılmış petrol gazı yardımı ile çalışan lambalarda biyogazın doğrudan kullanımı mümkündür [22].

Motorlarda Kullanımı

Biyogaz, katkı maddesi kullanılmadan doğrudan benzin ile çalışan motorlarda

kullanılabilinmektedir. Eğer istenir ise içeriğinde bulunan CH_4 gazı saflaştırılarak da kullanılabilinmektedir. Dizel motorlarda kullanılmak isteniyor ise belirli bir oranlarda (yaklaşık olarak % 18-20) motorin ile karıştırılarak kullanılması gerekmektedir [22].

Yan Ürün Kullanım İmkanları

Biyogaz prosesi sonucu ortaya sıvı ve katı formda fermente organik gübre çıkmaktadır. Proses sonucu eldesi sağlanan gübre tarımda doğrudan kullanılabilmektedir. Toprağın verimini arttırıcı özelliğe sahiptir. Organik gübrenin en büyük avantajı içeriğinde patojen mikroorganizmaların yok denecek kadar az olmasıdır. Bu nedenle kullanılacak olan organik gübrenin tarımda yada herhangi bir alanda yaklaşık olarak %10 daha verimli olmasını sağlanmaktadır [22].

1.6. Biyogaz/Biyometanizasyon Tesisleri

Nüfus artışı ile paralel olarak gelişmekte olan hayvancılık sektörü beraberinde çevre kirliliği gibi bir takım sorunları da getirmiştir. Hayvancılık işletmelerinde gerekli önlemler alınmaz ise ortaya çıkan atık sular ve katı atıklar, yer altı ve üstü kaynaklarını kirleterek çevreye ve insan sağlığına zarar verebilmektedir. Bu nedenle hayvancılık işletmelerinde oluşan atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermemesi için gerekli yönetimin sağlanması gerekmektedir [31].

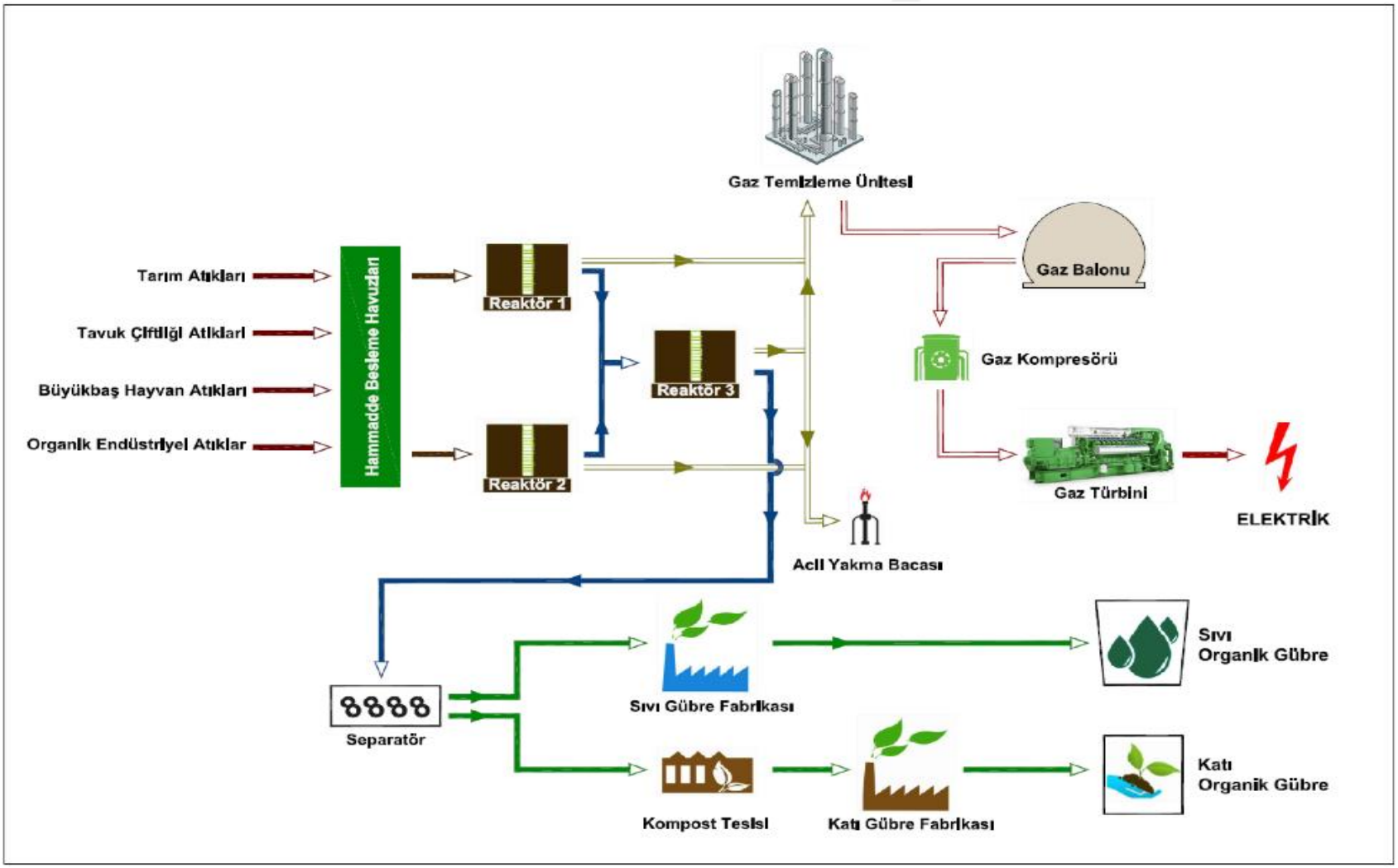
Biyogaz üretiminde, biyometanizasyon tesislerinde kullanılan organik atıklar genel olarak hayvansal ve bitkisel atıklar, şehir ve endüstriyel atıklarıdır. Bu atıklar arasında, hayvan dışkıları, mezbahane atıkları, saman, mısır silajları, çimen atıkları, sanayi ve gıda sanayi atıkları, kanalizasyon dip çamuru biyogaz üretiminde hammadde olarak kullanılabilmektedir.

Biyogaz/biyometanizasyon tesislerinin genel olarak atık kabul deposu, fermantörler, kojenerasyon sistemi ve gübre deposu olmak üzere dört temel bölümden oluştuğunu söyleyebilmekteyiz. Bunların yanı sıra karıştırıcılar, ısı transfer elemanları, borular, vanalar, gösterge panelleri ve flare (biyogaz yakma bacaları) gibi tesis işletilmesinde kullanılan bir çok makine ekipman vardır.

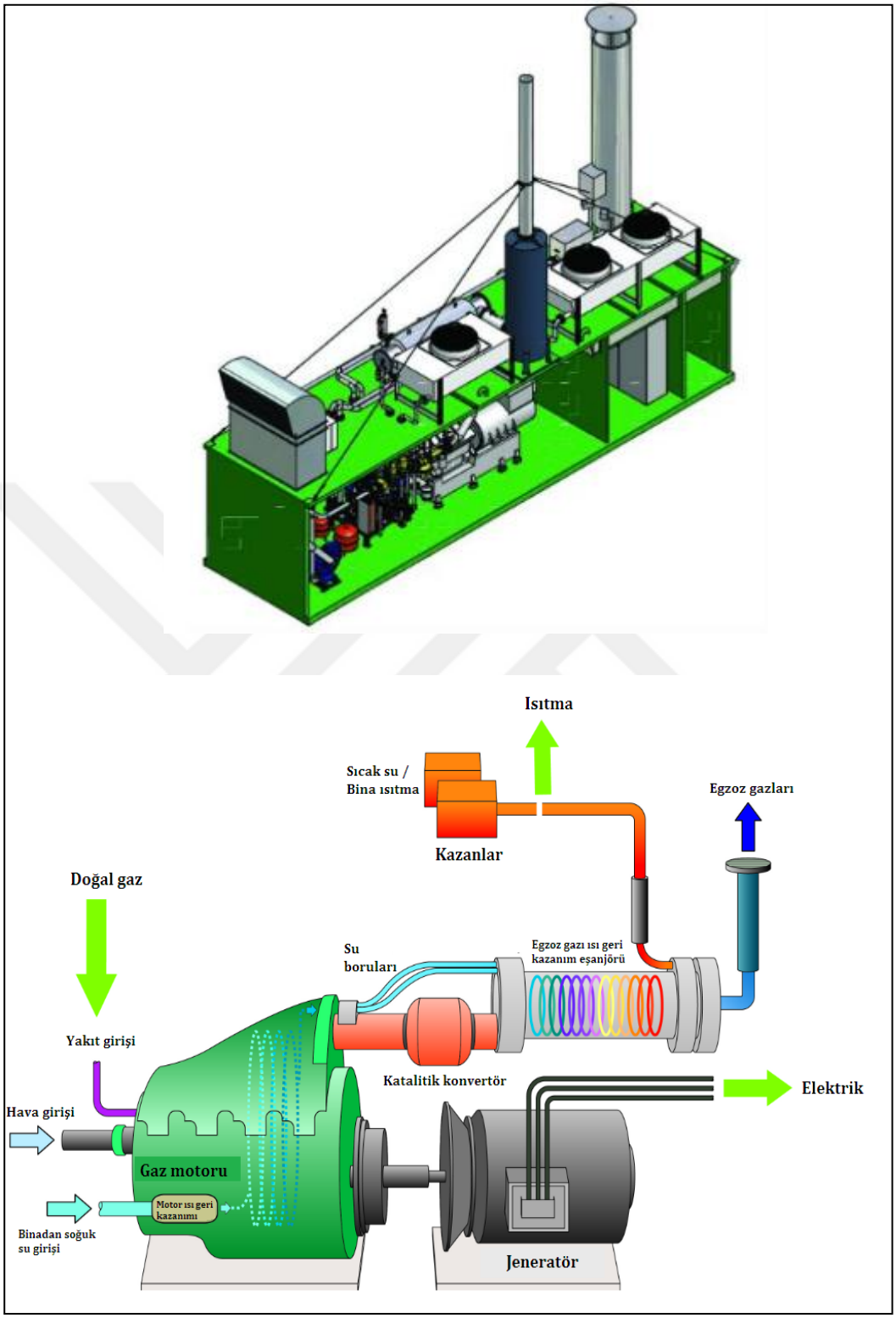
Hayvansal atık kullanarak üretilen örnek biyogaz üretim prosesinde ahırdan alınan hayvansal organik atıklar belirli bir alanda toplanarak ihtiyaca göre sıvı materyal (yada su) ile karıştırılarak organik maddenin doldurulduğu yer olan fermantöre gönderilir. Hava almayacak şekilde tasarlanmış olan fermantörde bulunan karıştırıcıların yardımıyla oluşan gaz kullanılmak üzere kojenerasyon ünitesine gönderilir [32]. Şekil 1.11'de biyogaz üretiminin genel çalışma prensip verilmiştir [33].

Enerji kaynaklarına bakıldığı zaman özellikle petrol, kömür, doğalgaz gibi yenilenemez enerji kaynaklarının (fosil kaynaklı yakıtlar) rezervleri üzerine araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalara göre, dünya petrol rezervi 2050, doğalgaz rezervi 2070 ve kömür rezervi de 2150 yılında tükenecektir. Fosil kaynaklı yakıtların azalması sanayi ve bilimi alternatif enerji kaynaklarına yöneltmiştir. Fosil yakıtlarının daha uzun geç tüketilmesi amacıyla çalışılan uygulamalar ve yeni teknolojilerden biri kojenerasyondur. Kojenerasyon, ısı ve elektrik enerjisinin aynı sistemde birlikte üretilmesi olayı olup ısı ve elektrik enerjisini ayrı ayrı üretmekten daha ekonomiktir. Gaz türbini veya gaz motoru kullanarak sadece elektrik üretildiğinde, kullanılan enerjinin % 30–40 kadarı elektriğe çevrilir. Aynı sistem, kojenerasyon sistemi ile kullanılırsa, sistemden dışarı atılacak ısı enerjisinin büyük bir kısmı da kullanılacağı için toplam giren enerjinin % 70–90'ı bu şekilde değerlendirilmiş olur. Bu tekniğe "birleşik ısı-güç sistemleri" ya da "kojenerasyon" denir [34].

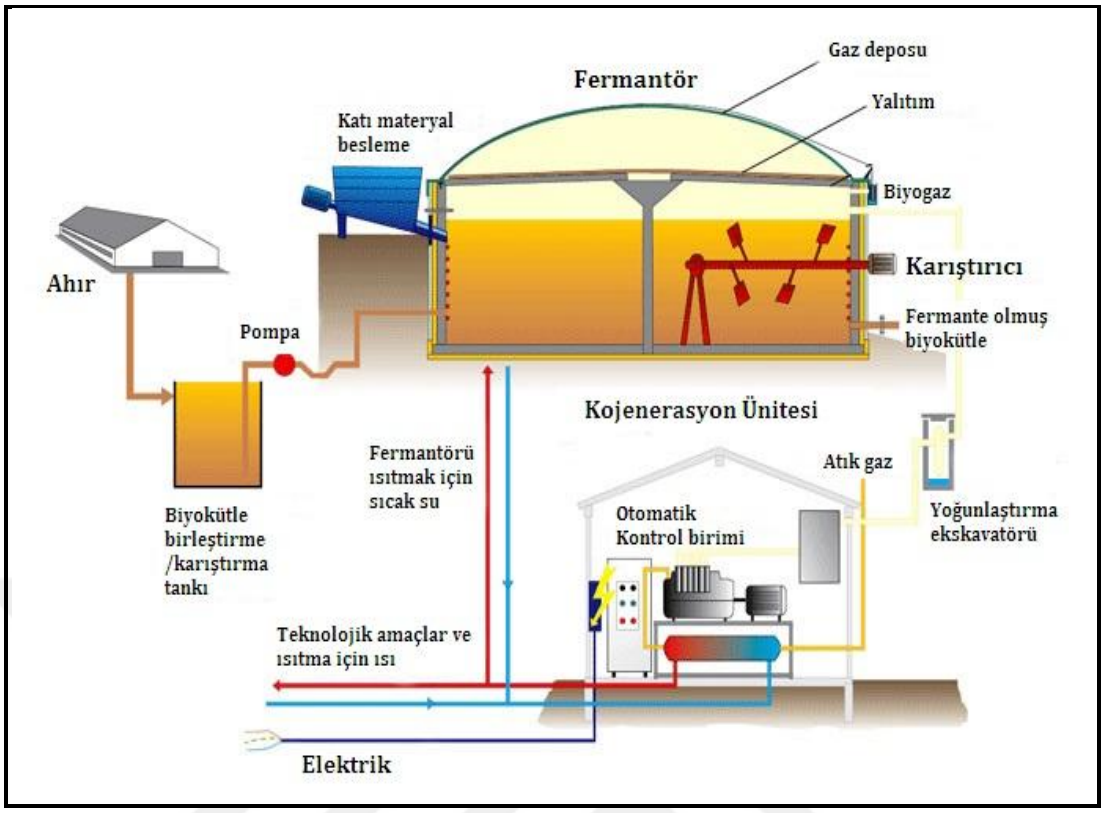
Kojenerasyon uygulamasının temel görevi, elektrik üretimi sırasında açığa çıkan atık ısının kullanılmasıdır. Bu amaçla açığa çıkan ısı; sistem ısısının sağlanmasında, kurutmada, konut ısınmasında, ek güç üretiminde veya soğutmasında kullanılabilmektedir [35]. Kojenerasyon tesisi ve ekipmanları Şekil 1.12'de verilmiştir [36,37].



Şekil 1.11. Biyogaz tesisi genel prensip çalışma şeması



Şekil 1.12. Kojenerasyon tesisi ve ekipmanları



Şekil 1.13. Kojenerasyon üniteli biyogaz üretim şeması [38]

Bir biyogaz tesisinin plan projesi yapılırken ilk olarak tesis kapasitesi belirlenmelidir. Örneğin; Tesiste hayvansal gübre hammadde olarak kullanılacak ise gübrenin günlük olarak miktarından nasıl beslendiğine kadar bilinmelidir. Gübrenin verimi hayvan cinsine göre farklılık göstermektedir. Gübre miktarlarının hesabında Tablo 1.7'den yararlanılabilinmektedir [39].

Tablo 1.7. Hayvan cinsine göre günlük gübre miktarı

HAYVAN CİNSİ	VERİMİ
Büyükbaş Hayvan	10-20 kg/gün (yaş) gübre ya da canlı ağırlığın %5-6'sı günlük gübre miktarı olarak alınabilir.
Koyun ve Keçi	2 kg/gün (yaş) gübre ya da canlı ağırlığın %4-5'i günlük gübre miktarı olarak alınabilir.
Tavuk	0.08-0.1 kg/gün (yaş) gübre ya da canlı ağırlığın %3-4'ü günlük gübre miktarı olarak alınabilir.

Biyogaz tesisleri planlanırken amacına uygun teknolojiler kullanılmaktadır. Biyogaz tesislerine ait kapasite sınıflandırması Tablo 1.8'de verilmiştir [40].

Tablo 1.8. Biyogaz tesisi sınıflandırması

SINIFI	KAPASİTESİ (m^2)
Aile Tipi	6-12
Çiftlik Tipi	50-150
Köy Tipi	100-200
Sanayi Ölçekli	1000-10.000

Biyogaz üretim veriminin sağlanabilmesi için prosesin gerçekleştiği fermenterin (aile tipi hariç) ısıtılması gerekmektedir. Prosesin gerçekleşmesi için optimum sıcaklık 35 ºC'dir [40].

Çalışma sıcaklığına göre biyogaz/biyometanizasyon tesisleri sakrofilik, mezofilik ve termofilik olarak üç aşamada sınıflandırılmaktadır.

Tablo 1.9. Biyogaz tesislerinin sıcaklık sınıflandırması [41]

SINIFI	ÇALIŞMA SICAKLIĞI
Sakrofilik	< 20°C
Mezofilik	20 – 45 °C
Termofilik	> 45°C

20°C'nin altında çalışan bakterilere sakrofilik bakteri denmektedir. Bu çalışma sıcaklığında gerçekleşen fermantasyon prosesinin bekleme süresi daha uzun olduğu için ekonomik kabul edilmemektedir. Mezofilik bakterilerin çalışmaları için en uygun sıcaklık 37°C'dır. Bekleme süresi sakrofilik'e göre daha düşük olduğu için daha fazla verim alınmaktadır. Aralarında en yaygın kullanılan sistem mezofiliktir. Termofilik bakterilerin optimum çalışma sıcaklığı 55-65 °C'dir. Sıcaklık değişimlerine karşı fazla hassas oldukları için sistemin enerji ihtiyacı oldukça fazladır [41].

Besleme şekillerine göre biyogaz/biyometanizasyon tesisleri üç aşamada sınıflandırılmaktadır. İlk olarak Kesikli Fermantasyon; bu sistemde fermenter biyobozunur atıklar ile doldurulur ve prosesin gerçekleşmesi beklenir. Daha sonra sistem durdurulur ve fermenter başaltılır ve yeni biyobozunur atıklar ile doldurulur. Bu döngü ile işlem tekrarlanır. İkinci olarak Yarı Kesikli Fermantasyon; Prosesin gerçekleşeceği fermenter atıklar ile doldurulur ve prosesin gerçekleşmesi beklenir. Daha sonra fermenterin yarısı boşaltılarak yerine yeni biyobozunur atıklar eklenir. Bu işlem döngüsü ile devam eder. Son olarak Sürekli Fermantasyon; Prosesin gerçekleşeceği fermentere her gün belli bir miktarda atık yüklenir. Yüklenen miktar kadar atıkta fermenterden boşaltılır. Bu döngü ile fermenterdeki gaz üretimi aralıksız devam etmektedir [41].

1.6.1. Biyogaz/Biyometanizasyon reaksiyonununa etki eden faktörler

Bir çok proseslerde olduğu gibi, anaerobik fermantasyonda da çevresel şartlar (sıcaklık, bekleme süresi vb. parametreler) metan oluşumuna etki eder. Bu parametreler, hem enerji eldesin deki verimliliği arttırır hem de proses sonucu oluşan gübrenin toprakta kullanıldığında toprağın veriminin artmasını sağlar [42].

Çevre şartları ideal ve fermantasyon prosesi için yeterli miktarda bakteri popülasyonu varsa fermantasyon gerçekleşecektir. Fermantasyon prosesinde gübrenin fermantörün içinde kalma süresine alıkoyma süresi yani hidrolik bekleme süresi denmektedir. Hidrolik bekleme süresi prosesin gerçekleştiği ortamın sıcaklığıyla ve fermantasyonu sağlayan bakteriler için gerekli olan besin miktarıyla doğrudan ilişkilidir. Prosese alınacak kuru madde oranı mevsimsel değişiklik gösterdiğinden dolayı fermantasyon için önemli bir faktördür. Ancak kuru maddenin dışında anaerobik fermantasyonun istenen biyogaz miktarında üretim yapabilmesi için başka bazı parametrelere ihtiyaç vardır [2]. Bu bölümde bu parametreler verilecektir.

1.6.1.1. Ph'ın biyogaz üretimine etkisi

Biyogaz prosesinde kullanılan bakterileri türleri için optimum pH değerleri 7 yada yakın değerlerdir. Oksijensiz durumda fermantasyon süreci devam ederken ph değeri 7 ile 7.5 aralığında değişmektedir. Ph değerindeki düşüş bakteri türlerinin üzerinde toksik etkiye neden olmaktadır. Bunun sonucunda ortamda asit oluşturan bakteri

popülasyonu artmaktadır. Bu da prosesteki metan oluşumunu durdurmaktadır. Böyle bir durum söz konusu olduğunda fermentere hammadde beslemesi durdurularak ortamın asit seviyesinin normale dönmesi sağlanmalıdır [24].

1.6.1.2. Toksisite'nin biyogaz üretimine etkisi

Ağır metaller veya deterjan gibi kimyasal maddelerin reaktöre sızması bakterilerin gelişimi üzerinde ve proses aşamasında olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Bu durum reaksiyonun durmasına neden olmaktadır. Yemlerle antibiyotik katılması beslenen hayvanların gübrelerinde de antibiyotiklerin bulunmasına ve kullanılan gübrenin biyogaz sisteminde toksisite yaratmasına neden olmaktadır. Bu antibiyotikler biyogaz reaksiyonunu gerçekleştiren bakteriler üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır [24].

1.6.1.3. Karıştırmanın biyogaz üretimine etkisi

Bitkisel yada hayvansal atık fermantöre alınmadan önce fiziksel durumlarından dolayı proses esnasında esnasında diğer atıklarla ya da bulamaçla temas etmesi için karıştırılması gerekmektedir. Fermenterdeki atığın karıştırılmasının birçok avantajı vardır. Örnek vermek gerekir ise; proseste oluşan gazın çıkısını kolaylaştırmak, sisteme girdisi yeni yapılan atığın bakteriler ile karışmasını sağlamak, fermenterin içinde çökelti oluşumunu engellemek, prosesteki atığın sıcaklığının dengelemek, işlem gören atığın bakteri yoğunluğunu dengelemek örnek olarak verilebilmektedir [43].

Eğer fermentör içerisinde topaklaşma varsa, üretilen biyogaz miktarı düşer. Karıştırmanın olmadığı fermentörlerde durgun alanlar oluşmakta, eşit olması gereken hidrolik ve katı bekletme süreleri farklılaşarak katı bekletme süresi artmaktadır. Bu durum reaksiyonun gerçekleştiği alan içerisinde katı madde yoğunluğunun artmasına, zamanla fermenterin kullanım hacminin azalarak tıkanıklıkların oluşmasına neden olmaktadır [44]. Optimum karıştırma yöntemi dört saatte bir, hassas karıştırmaktır. Karıştırmalı fermenterlerde hidrolik bekleme süresi karıştırmasızlara oranla daha kısa olmaktadır [45].

1.6.1.4. C/N oranının biyogaz üretimine etkisi

Anaerobik bakteriler için karbon enerji elde etmek için kullanılmaktadır. Azot ise

bakterilerin büyüyüp çoğalması için gerekli bir maddedir. C/N oranı biyogaz üretimi yapılacak bir atık için uygun değerlerde olması gerekmektedir. Oran değeri 23/1 değerinden yüksek ve 10/1 değerinden az olmamalıdır. Azot oranının gereğinden yüksek olması amonyak oluşumuna neden olacağından biyogaz prosesini olumsuz etkilemektedir [24].

1.6.1.5. Sıcaklığın biyogaz üretimine etkisi

Biyogaz prosesinde kullanılan bakteriler çok yüksek ve çok düşük sıcaklık değerlerinde aktif olarak çalışamamaktadırlar. Bundan dolayı biyogaz prosesisin gerçekleşeceği fermenter sıcaklığı uygun değerler arasında olmalıdır. Üretimde kullanılan bakteriler sıcaklık değişimlerine karşıda hassasiyet göstermektedirler. Reaksiyonun gerçekleştiği fermenterin sıcaklığı bekleme süresini de belirlemektedir [24].

1.6.1.6. Organik yükleme hızının biyogaz üretimine etkisi

Organik yükleme hızı, reaktörlere günlük olarak birim hacimde (m^3) yüklenen organik madde miktarı olarak nitelendirilmektedir. Organik yükleme hızının optimumda tutulması gerekmektedir. Tersi bir durumda pH seviyesi düşerek gaz üretimini tamamen durabilmektedir. Mezofilik şartlarda çalışan fermenterler için optimum organik yükleme hızı Tablo 1.10'da verilmiştir [24].

Tablo 1.10. Mezofilik şartlar için uygun yükleme hızı

ATIK METARYELİ	YÜKLEME MİKTARI/GÜN
Sığır Gübresi	2.5-3.5 kg UM/m^3.gün
İlave Besin Maddeli Sığır Gübresi	5.0-7.0 kg UM/m^3.gün
Domuz Gübresi	3.0-3.5 kg UM/m^3.gün

1.6.1.7. Hidrolik bekleme süresisin biyogaz üretimine etkisi

Hidrolik bekleme süresi (HBS), biyobozunur atıkların içindeki organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından çürütülerek sonucunda biyogaz üretmesi için gerekli olan zaman olarak tarif edilmektedir [47].

Denklem 1.1'de HBS'ni ifade eden denklem verilmektedir.

$$\text{HBS} = \frac{\text{Reaktör Hacmi}}{\text{Günlük Debi}} = \frac{\text{m}^3}{(\frac{\text{m3}}{\text{gün}})} \quad (1.1)$$

Biyogaz tesislerinde fermenterin işletim sıcaklığına göre HBS 20 ile 120 gün arasında farklılık göstermektedir. Sıcak iklime sahip bölgelerde HBS 40 ile 50 gün arasında değişirken, soğuk iklime sahip bölgelerde 100 günü bulan HBS mevcuttur. Hayvansal atıklardan biyogaz eldesinde HBS'ye etki eden en önemli aşama hidroliz evresidir [46].

Hayvan gübresi içerisinde bulunan organik maddelerin çürümesi sırasıyla karbonhidratlar yağlara, yağlar proteinlere, proteinler hemi selülozlara, hemi selüloz selüloza dönüştürülür. Bu sıralamada karbon hidratlar ve yağlar diğerlerine göre daha kolay hidrolize olurken selülozlar daha zor hidrolize olmaktadırlar [48].

Örnek vermek gerekir ise; domuz gübresi daha fazla yağ içerdiğinden sığır gübresine oranla daha kısa sürede çürümektedir. Sığır gübresi diğerlerine göre daha fazla miktarda selüloz ve semi selüloz içermektedir. Mezofilik şartlarda ortalama HBS Tablo 1.11'de verilmiştir [46].

Tablo 1.11. Mezofilik şartlarda ortalama hidrolik bekleme süreleri

TÜR	ZAMAN
Sıvı Sığır Gübresi	12 - 30 gün
Saman Yataklı Sığır Gübresi	18 - 36 gün
Sıvı Domuz Gübresi	10 - 25 gün
Bitki ile Karıştırılmış Sığır Gübresi	50 - 80 gün
Sıvı Tavuk Gübresi	20 - 40 gün

Yeteri kadar hidrolik bekleme süresi gerçekleşmez ise fermenterdeki bakterileri sayısı düşer ve uçucu yağ asitlerinin miktarı artar. Bu durum biyogaz üretim veriminin düşmesine sebep olmaktadır. Fermenterdeki sıcaklığın artışı HBS'yi düşürmektedir. Olması gereken sıcaklığın üstündeki sıcaklıklarda reaksiyon süreci kısalmaktadır. Bundan dolayı HBS'yi uygulanması planlanan sıcaklık değerine göre seçmek gerekmektedir [47].

1.7. Biyogaz/Biyometanizasyon Tesislerinin Çevre Açısından Önemi

Ülkemizde, organik atıkların toplam atıklar içerisindeki payı % 65 olduğundan büyük bir organik atık kapasitesi mevcuttur. Organik biyobozunur atıklar doğrudan yada dolaylı olarak alıcı ortama atılmakta ve beraberinde çevre kirliliği oluşmaktadır. Organik biyobozunur atıkların çevre kirliliğinin önlenmesi ve enerji ihtiyacının giderilmesi için değerlendirilmesi gerekmektedir [20].

Kırsal kesimde yaşayan ve tarımla uğraşan nüfusun, enerji ve gübre ihtiyacının sağlanmasında biyogaz teknolojisinin önemli bir ölçüde katkı sağlayacağı düşünülmektedir [49,50].

Biyogaz üretiminde kullanılmayan hayvansal ve bitkisel atıklar, ya doğrudan yakılmakta ya da tarımda gübre olarak kullanılmaktadır. Kırsal kesimlerde atıkların yakılarak ısınmada kullanılması daha yaygın olarak görülen bir yöntemdir. Bu yöntemle istenilen değerde ısı üretilemediği gibi, yakılmadan kaynaklı atıkların gübre olarak kullanılması da mümkün değildir [21]. Bu sebeplerden dolayı hayvansan ve bitkisel atıkların biyogaz/biyometanizasyon tesislerinde fermantasyonu sonucu açığa çıkan ısı tesis bünyesinde kullanılmakta ve fermente sonucu oluşan gübrenin tarımda kullanılma verimi oldukça artmaktadır.

1.7.1. Biyogaz/Biyometanizasyon tesislerinin avantaj ve dezavantajları

Bitkisel ve hayvansal kaynaklı biyobozunur maddeler, çoğunlukla ya çevreye atılarak yaşadığımız alan için zararlı bir hale getirilmekte ya da doğrudan yakılmaktadır. Diğer bir yöntem olarak ise toprakta direk gübre olarak kullanılabilmektedir [27,51]. Ancak bu tür bitkisel ve hayvansal kaynaklı gübreler doğrudan toprakta kullanıldığında zararlı olabilmektedir. Çünkü gübrenin içinde var olan patojen bakteriler toprak verimini olumsuz yönde etkilemektedir [29]. Biyogaz

prosesi sonucu oluşan katı ve sıvı formdaki gübre tarımda doğrudan kullanılabilmektedir. Fermantasyon sonucu oluşan gübrenin en büyük avantajı anaerobik fermantasyon sonucunda patojen bakterilerin yada mikroorganizmaların hatırı sayılır bir bölümünün yok olmasıdır [52].

Biyogaz tesislerinin avantaj ve dezavantajlarından bahsedecek olursak aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

Avantajlar

- Temiz enerji kaynaklarından biri olması,
- Çevre dostu bir yenilenebilir enerji kaynağı olması,
- Enerji ve gübre kaynağı olarak ekonomik olması,
- Biyobozunur atıkların değerlendirilmesinde önemli bir rol oynaması,
- Hayvan gübresinin içindeki ot tohumlarının fermantasyon sonucu çimlenebilme özelliğini kaybetmesi,
- Hayvan gübresinden kaynaklı kokunun fermantasyon sonucu yok olması,
- Hem ısıtma hem de enerji amacı ile kullanılabilir olması birer avantajdır [53].

Dezavantajlar

- Isıtma gereksinimi olması,
- Düşük sıcaklıklarda fermantasyon hızının yavaş olması,
- Metan bakterilerinin çevresel koşullara karşı hassasiyeti birer dezavantajdır [26].

Biyogaz yönteminin hangi amaca hizmet edeceğinin iyi belirlenmesi gerekmektedir. Enerji üretimi mi elde edilecek, yoksa toprakta verim arttırıcı olarak mı kullanılacak bilinmelidir [55]. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan biyogazın hammadde olarak atıkları kullanması çevre kirliliğinin önlenmesi, insan sağlığının korunması acısından önemlidir.

1.8. Biyogaz/Biyometanizasyon'un Potansiyeli ve Tesisleşme Durumu

Gelişmekte olan ülkeler arasında hayvan gübresi kaynaklı kurulu biyogaz/biyometanizasyon tesislerinin %80'i Çin'de, %10'u Hindistan'da geri kalan kısmında ise diğer ülkeler yer almaktadır. Özellikler Çin'de konut tipi bio-reaktör

vasıtası ile 2 milyar m^3 biyogaz üretilmekte, temin edilen gaz yemek pişirmede 8-10 ay kullanılabilinmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde kurulu biyogaz tesis sayısı Tablo 1.12'de verilmiştir [74].

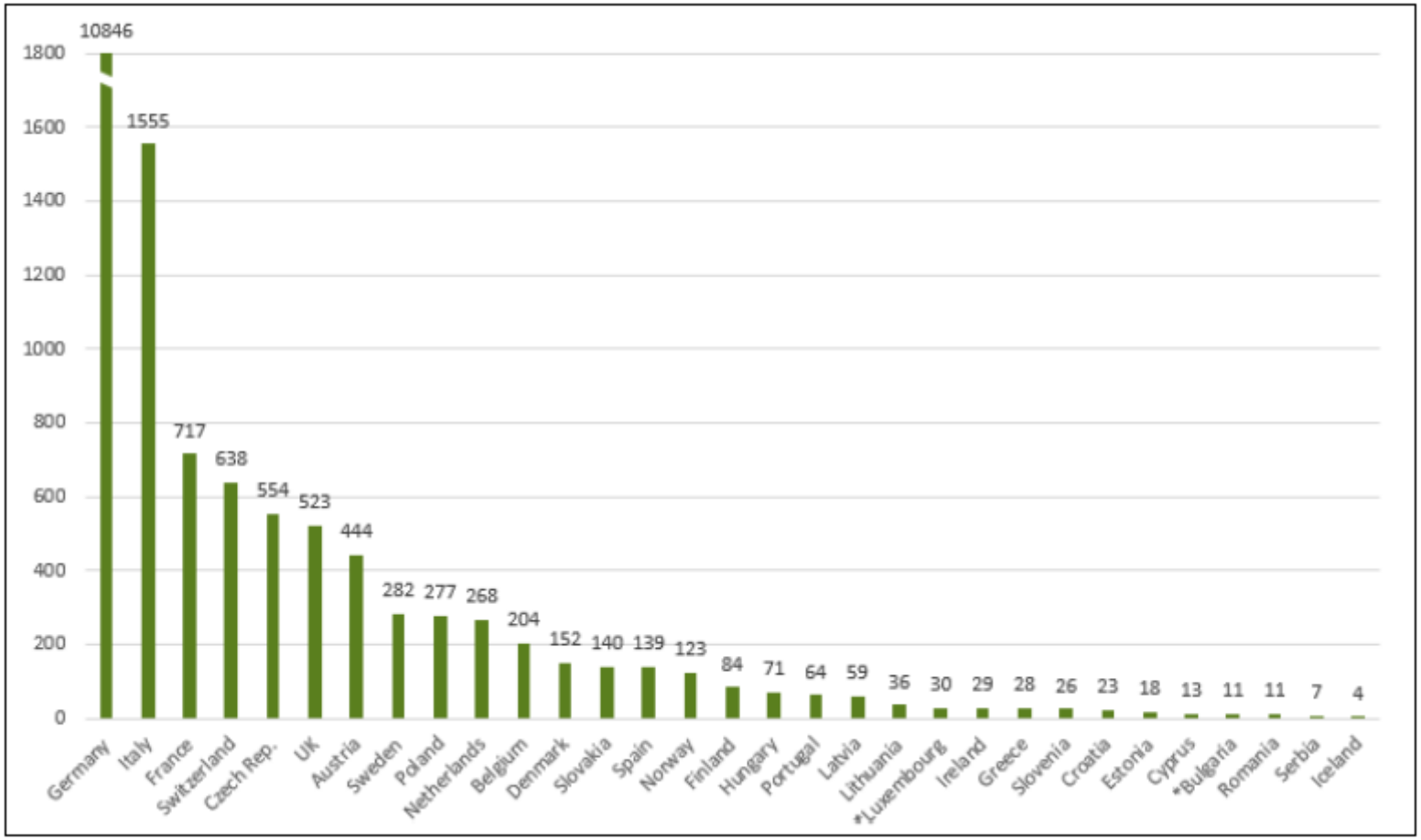
Tablo 1.12. Gelişmekte olan ülkeler arasında biyogaz tesis sayısı

Ülkeler	Tesis Sayısı
Çin	7.000.000
Hindistan	2.900.000
Kore	29.000
Brezilya	2.300
Bangladeş	566*
Nepal	49.500

*: Yarısı Çalışmıyor.

Avrupa birliği ülkelerinden olan Almanya'da ise biyogaz yıllar içerisinde önem kazanmış ve kurulu tesis sayısı bakımından ilk sırada yer almasını sağlamıştır. 2007 yılından bu yana biyogaz tesisi sayısı %292 artış göstermiştir. Biyogazdan temin edilen elektrik enerjisinin miktarı 60.6 TWh olup, bu değer yıllık olarak 13.9 milyon hanenin elektrik ihtiyacını karşılamaktadır. AB ülkelerindeki kurulu biyogaz tesis sayısını gösterir grafik Şekil 1.14'de verilmiştir [74].

Ülkemizde biyogaz teknolojisi ile ilgili olarak ilk çalışmalar 1960'lı yıllarda eski adıyla Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü ile gerçekleştirilmiştir. Daha sonra 1980 yılının başlarında yaşanan petrol krizinin de etkisiyle eski adıyla Köy Hizmetleri Ankara Toprak Su Araştırma Enstitüsü'nde bir biyogaz birimi oluşturulmuş ve biyogazın bilinçlendirme/yaygınlaştırılma çalışmaları başlamıştır [56]. Biyogaz üretimi ve teknolojisi ile ilgili araştırmalar 1980-1986 yılları arasında hız kazanmıştır [57].



Şekil 1.14. AB ülkeleri arasında kurulu biyogaz tesisi (2015)

Günümüzde ise teknolojinin ilerlemesi, ülkedeki biyokütle kaynaklarının artışı, enerji ihtiyacının artması ve yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilginin de artması ile biyogaz/biyometanizasyon tesislerine eğilim artmıştır.

Biyokütle kaynaklarına arasında bitkiler, yosunlar, mısır silajları, hayvan gübreleri, çimenler, organik mutfak ve kantin atıkları, tarım atıkları ve sanayi atıkları vb. atık sıralanabilir ancak organik atık kaynakların bir çoğunun enerjiye dönüşümü yeterince değerlendirilmemektedir ve bundan dolayı da çevre kirliliği oluşturmaktadır. Bunun sebeplerinden birisi olarak biyogaz tesisleşme hızının yavaş olduğu ifade edilebilir. Bu sebeple biyogaz tesislerinin artırılmasında, biyogaz hakkında yapılan araştırmaların geliştirilmesinde teşvik edici maddi desteklere ihtiyaç duyulmaktadır [54]. Bu kapsamda, Yenilenebilir Enerji Destekleme Mekanizması (YEKDEM), 10 yıl boyunca, biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisleri için üretilen elektrik için 13,3 UScent/kWh ödeme taahhüdü sunmaktadır.

Ülkemiz biyokütle kaynakları veya biyobozunur atık kaynakları konusunda oldukça yüksek oranda bir potansiyele sahiptir. Türkiye'nin biyogaz potansiyeli mevcutdaki doğal gaz tüketiminin % 88'ine eşdeğer olduğu söylenmektedir [58]. Biyokütle kaynağındaki çeşitlilik biyogaz için de önemli etkendir. Farklı biyokütle kaynakları kullanılarak reaksiyona sokulan biyogaz/biyometanşzasyon tesislerinin enerji potansiyeli de farklılık göstermektedir. Aşağıdaki Tablo 1.12 ve 1.13'de hayvansal ve bitkisel kaynaklı biyogaz enerji potansiyelleri, Şekil 1.14 ve 1.15'de illere göre hayvansal biyogaz potansiyeli ve kurulu biyogaz tesisleri verilmiştir [60].

Tablo 1.13. Türkiye'deki hayvansal kaynaklı biyogaz enerji potansiyeli

Hayvan Adı	Hayvan Sayısı (adet)	Atık Miktarı (ton)	Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl)
SIĞIR (KÜLTÜR)	8.419.204,000	76.825.236,500	616.925,855
SIĞIR (MELEZ)	7.030.297,000	46.189.051,290	296.727,703
SIĞIR (YERLİ)	1.593.005,000	8.721.702,375	46.691,634
ET TAVUĞU	229.506.689,000	6.196.680,603	1.549.449,001
YUMURTA TAVUĞU	124.054.810,000	6.792.000,848	1.698.305,852

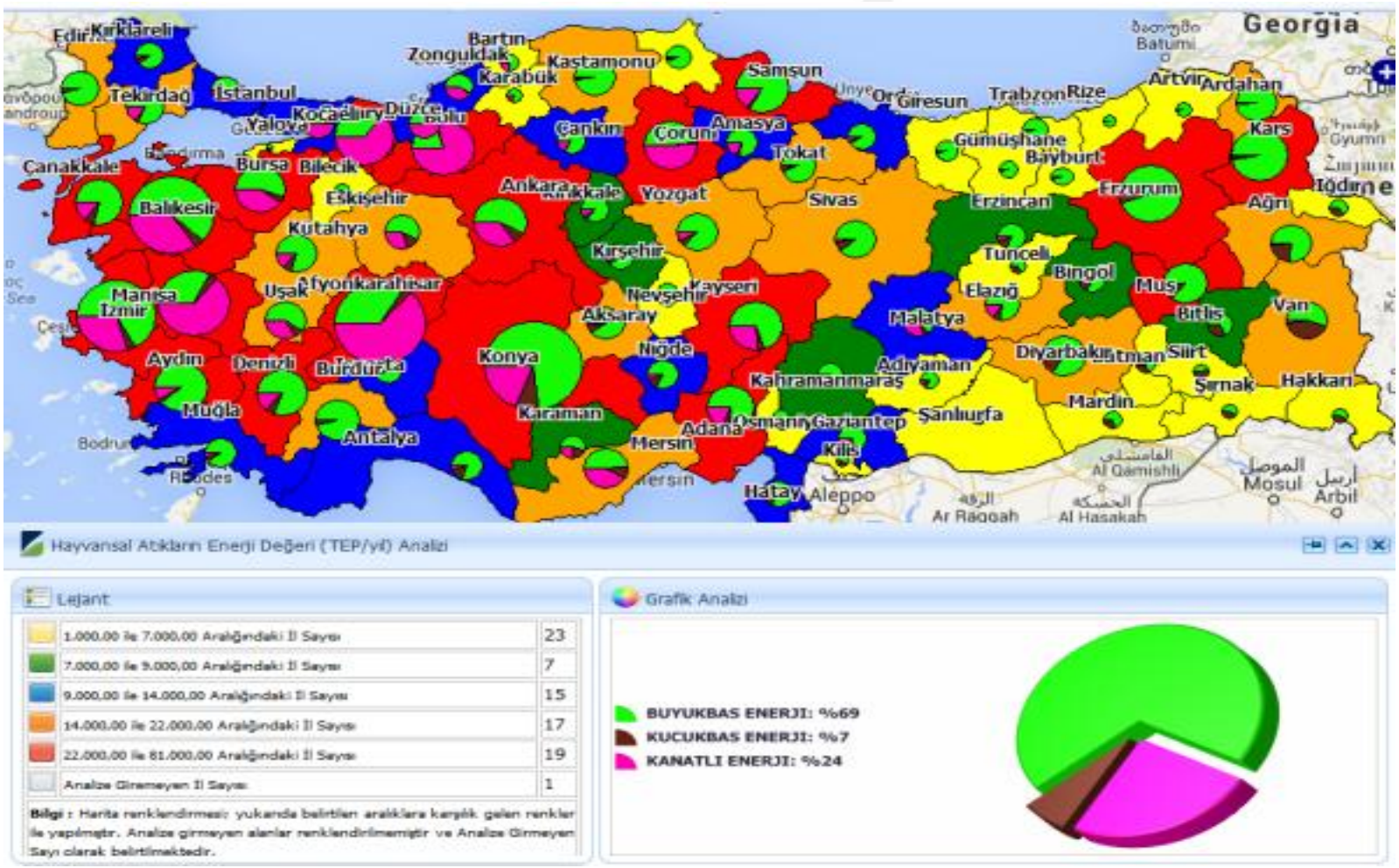
Tablo 1.14. Türkiye'deki bitkisel kaynaklı biyogaz enerji potansiyeli

Bitki Adı	Bitkisel Üretim (ton)	Atık Miktarı (ton)	Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl)
Arpa	7.416.963,000	5.600.000,000	2.386.029,408
Ayçiçeği	1.949.229,000	4.483.226,700	1.811.549,607
Buğday	20.348.160,000	20.000.000,000	8.653.557,360
Burçak	19.878,000	29.817,000	11.588,972
Çavdar	379.029,000	256.000,000	106.156,705
Çeltik	940.000,000	1.410.000,000	511.781,104
Mısır (Dane)	5.700.000,000	6.840.000,000	2.924.626,338
Nohut	630.000,000	945.000,000	376.366,734
Pamuk	5.088.600,000	2.747.844,000	1.170.792,249
Yulaf	3.103.686,000	208.000,000	86.169,108
Çay (Yaş)	1.500.000,000	668,887	318,314
Ceviz	215.000,000	55.887,450	23.242,185

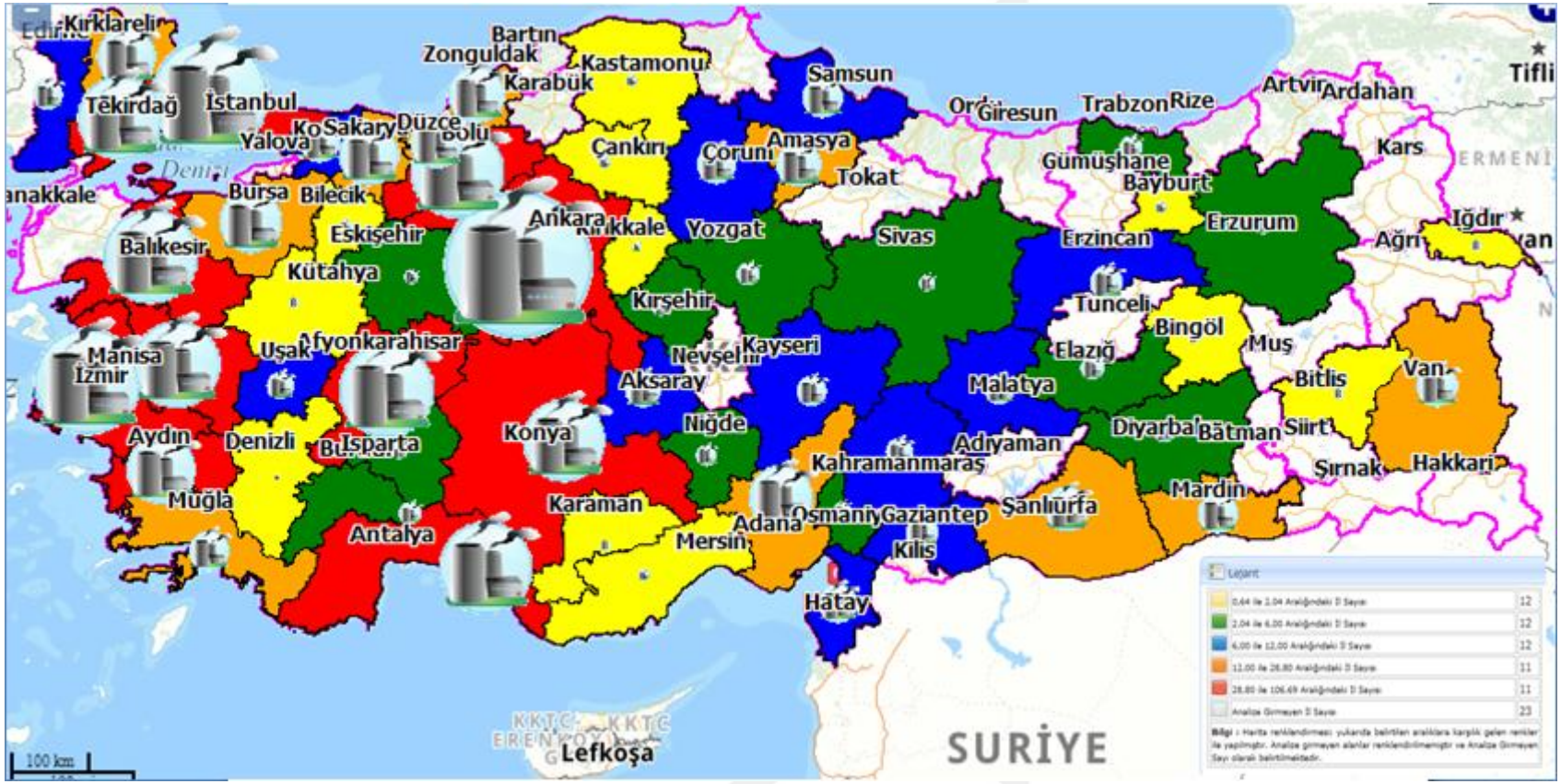
Türkiye'nin farklı biyobozunur atık grupları (hayvan gübreleri, tahıl sap atıkları, hayvan gübreleri + tahıl sap atıkları) için tarım bölgelerine göre belirlenmiş biyogaz enerji potansiyeli, her bir biyobozunur atık grubu için ayrı olarak değerlendirilmiştir. Buna göre; Tarım bölgelerine göre biyogaz potansiyeli Şekil 1.17, Şekil 1.18 ve Şekil 1.19'da, biyogaz enerji potansiyeline göre tarım bölgelerinin sınıflandırılması ise Tablo 1.15, Tablo 1.16 ve Tablo 1.17'de verilmektedir. [59].

YEKDEM sayesinde 2010 yılından itibaren ülkemizde farklı bölgelerde yenilenebilir enerji kaynaklarını enerjiye dönüştüren tesisler kurulmaya başlanmış ve işletmeye alınmıştır. Kurulan tesisler ile ilgili olarak EPDK'nın yayımlamış olduğu YEK listesinde biyokütle kaynaklı 100 adet tesisin toplam kuru gücü 503 MWe'dir [61].

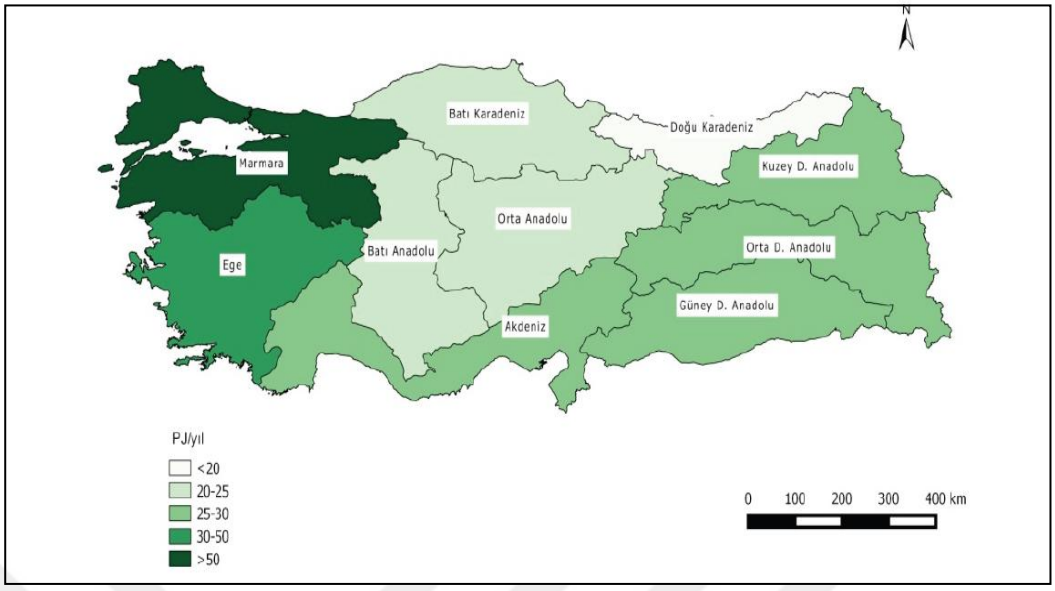
Bugüne kadar biyokütle kaynağı kullanılarak kurulmuş işletmeler, EPDK'nın yayınlamış olduğu 2019 yılı nihai YEK listesinde verilmiştir. Aşağıdaki Tablo 1.18'de listenin bir kısmı verilmektedir. 2019 yılı nihai YEK listesinin tamamı ekler bölümünde (Ek-N) verilmiştir.



Şekil 1.15. Türkiye'nin illere göre hayvansal biyogaz enerji potansiyeli



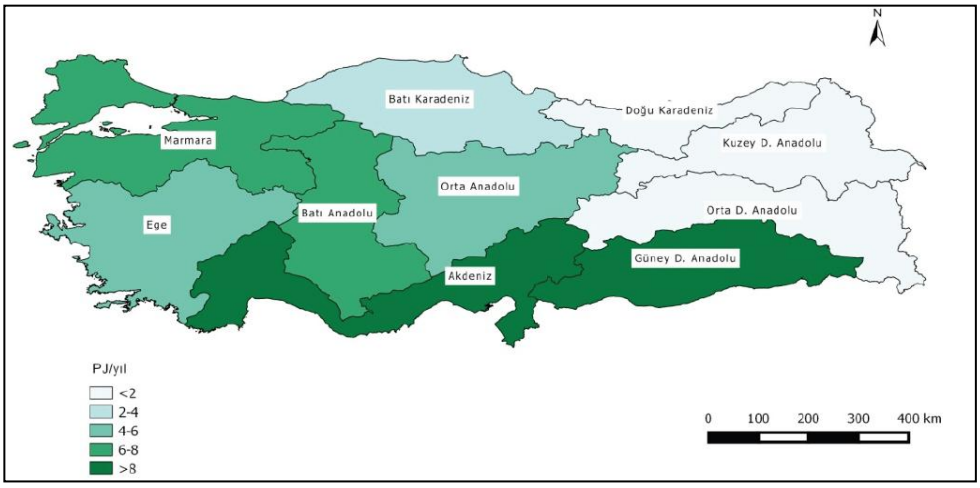
Şekil 1.16. Türkiye'de illere göre kurulu biyogaz/biyometanizasyon tesisi



Şekil 1.17. Hayvan gübrelerinden temin edinilebilecek biyogaz enerji potansiyeli

Tablo 1.15. Hayvan gübrelerinden temin edinilebilecek değerlere göre tarım bölgeleri

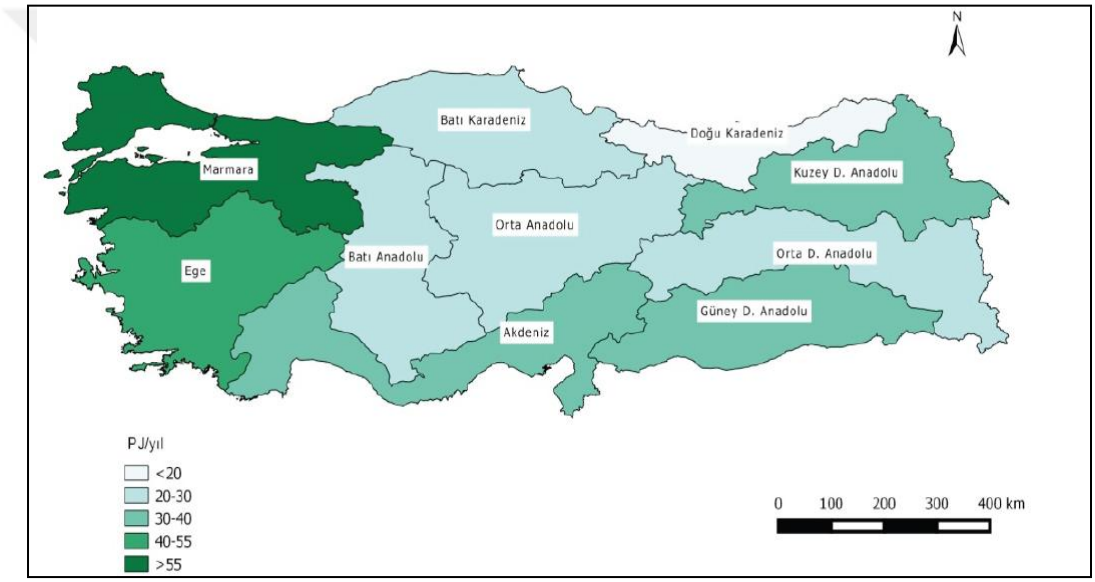
Biyogaz Enerji (PJ/Yıl) Sınıf Değerleri	Tarım Bölgeleri
<20	Doğu Karadeniz
20-25	Batı Karadeniz, Orta Anadolu, Batı Anadolu
25-30	Orta D. Anadolu, Kuzey D. Anadolu, Güney D. Anadolu, Akdeniz
30-50	Ege
>50	Marmara



Şekil 1.18. Tahıl saplarından temin edinilebilecek biyogaz enerji potansiyeli

Tablo 1.16. Tahıl saplarından temin edinilebilecek değerlere göre tarım bölgeleri

Biyogaz Enerji (PJ/Yıl) Sınıf Değerleri	Tarım Bölgeleri
<2	Orta D. Anadolu, Kuzey D. Anadolu, Doğu Karadeniz
2-4	Batı Karadeniz
4-6	Ege, Orta Anadolu
6-8	Marmara, Batı Anadolu
>8	Akdeniz, Güney D. Anadolu



Şekil 1.19. Hayvan gübresi ve tahıl saplarından temin edinilebilecek biyogaz enerji potansiyeli

Tablo 1.17. Hayvan gübresi ve tahıl saplarından temin edinilebilecek değerlere göre tarım bölgeleri

Biyogaz Enerji (PJ/Yıl) Sınıf Değerleri	Tarım Bölgeleri
<20	Doğu Karadeniz
20-30	Batı Karadeniz, Orta Anadolu, Batı Anadolu, Orta D. Anadolu
30-40	Kuzey D. Anadolu, Güney D. Anadolu, Akdeniz
40-55	Ege
>55	Marmara

Tablo 1.18. 2019 Yılı nihai YEK listesi [61]

	Lisans No	Lisans Sahibi Tüzel Kişi	Tesis Adı	Kaynak Türü	Tesis Tipi [1]	Kurulu Gücü (MWe) [2]	Lisansa Derç Edilen Yıllık Üretim Miktarı (kWh) [3]	İşletmeye Giriş Tarihi [4]
1	EÜ/5763-10/03337	2M ELEKTRİK ÜRETİM SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Trabzon Rize Çöp Gazı Santrali	Biyokütle	Çöp Gazı	4,239	29.673.000,00	25/10/2015
2	EÜ/6052-13/03417	AFYON BİYOGAZ ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Afyon-1 Biyogaz Santrali	Biyokütle	Hayvansal Atık	8,4	58.800.000,00	29/07/2016
3	EÜ/4120-1/2469	AFYON ENERJİ VE GÜBRE ÜRETİM TİCARET VE SANAYİ ANONİM ŞİRKETİ	Afyon Biyogaz Santrali	Biyokütle	Bitkisel ve Hayvansal Atık	4,017	28.119.000,00	24/10/2014
4	EÜ/5430-3/03223	AGMAN OVACIK BİYOKÜTLE ENERJİ ANONİM ŞİRKETİ	Ovacık Biyogaz Enerji Santrali	Biyokütle	Hayvansal Atık	4,8	33.600.000,00	28/10/2015
5	EÜ/7291-3/03758	AHİ SULUOVA BİYOGAZ ENERJİ ÜRETİMİ SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Ahi Suluova Biyogaz Tesisleri	Biyokütle	Tarımsal Atık	1,067	46.459.000,00	25/10/2018
6	EÜ/7775-1/03890	AKARE BİYOKÜTLE ENERJİ ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Düzce Biyokütle Enerji Üretim Tesisi	Biyokütle	Tarımsal Atık	2	84.000.000,00	27/10/2018
7	EÜ/6294-3/03501	AKINCI ELEKTRİK ÜRETİM ENERJİ SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Akıncı Enerji Sandıklı Biyogaz Tesisi	Biyokütle	Hayvansal Atık	1,4	9.800.000,00	21/10/2016
8	EÜ/4315-2/02577	ALBE DOĞALGAZ DAĞITIM VE ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Albe-I Biyogaz Santrali	Biyokütle	Hayvansal Atık	3,017	21.119.000,00	24/10/2014
9	EÜ/8140-5/04093	AREL ÇEVRE YATIRIMLARI ENERJİ VE ELEKTRİK ÜRETİMİ ANONİM ŞİRKETİ	Arel Enerji Menteşe Biyokütle Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	2,4	16.800.000,00	26/10/2018
10	EÜ/8140-6/04092	AREL ÇEVRE YATIRIMLARI ENERJİ VE ELEKTRİK ÜRETİMİ ANONİM ŞİRKETİ	Arel Enerji Fethiye Biyokütle Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	2,82	19.740.000,00	26/10/2018

2. MATERYAL VE METOD

Nüfus artışı ile birlikte üretim ve tüketim kapasitesi hızla artış göstermektedir. Ancak üretim ve tüketim faaliyetlerini gerçekleştirirken meydana tekrar kullanımı mümkün olmayan veya tekrar kullanılır duruma gelmesi için bir geri kazanım işleminden geçmesi gereken atıklar meydana gelmektedir. Tekrar kullanımı mümkün olmayan atıkların ise bertarafının yapılması gerekmektedir. Tüm bunların yapılabilmesi için Bakanlıklar tarafından belli başlı kanunlar, yönetmelikler veya tebliğler yayınlamıştır. Bu tez kapsamında, biyogaz/biyometanizasyon tesislerini ilgilendiren kanunlar, yönetmelikler veya tebliğler bu bölümde detaylı olarak irdelenmiştir. Ayrıca tezin bir çıktısı olarak da bu tarz bir tesise yatırım yapmak isteyen yatırımcının takip etmesi gereken yol haritası da sunulmuştur.

2.1. Atık Bertarafının Çevresel Mevzuatlardaki Yeri

2.1.1. 2872 Sayılı çevre kanunu

2878 sayılı Çevre Kanunun amacı canlıların birlikte yaşadığı alanın korunması ve bir düzen içerisinde uygulanabilirliğinin sağlanmasıdır. Bu amaç doğrultusunda kanunda destekleyici maddeler yayımlanmıştır.

Birinci bölüm, amaç, tanımlar ve ilkeler başlığı altında madde 3 uyarınca; Atık oluşumunu kaynağında azaltan ve atıkların geri kazanımını/dönüşümünü sağlayan çevre dostu teknolojilerin kullanılması esastır [62].

Üçüncü bölümü, çevre korunmasına ilişkin önlemler ve yasaklar- kirletme yasağı başlığı altında madde 8 uyarınca: Üretim yada tüketim sonucu oluşan herhangi bir atığa mevzuatlarda belirtildiğinin dışında bir yöntem uygulamak yasaktır. Çevre kirliliğinin yaşandığı durumlarda gerekli tedbirleri almakla ve kirliliği gidermekle yükümlüdür [62].

Üçüncü bölüm, çevresel etki değerlendirilmesi başlığı altında madde 10 uyarınca; Kurulması planlanan işletme yada kuruluş ÇED raporu ya da proje tanıtım dosyası hazırlamak zorundadır. Hazırladığı raporlar sonucunda olumlu yada gerekli

değildir kararı almadıkça herhangi bir yatırım başlatılamaz [62].

Üçüncü bölüm, izin alma, arıtma ve bertaraf etme yükümlülüğü başlığı altında madde 11 uyarınca; Herhangi bir faaliyet sonucunda oluşan atıkların doğrudan yada dolaylı bir şekilde çevreye atılmaları yasaktır. Oluşan atıkların uygun bertaraf yada geri kazanım yöntemleriyle yönetmeliklerin belirttiği ilkeler doğrultusunda yönetilmesi esastır. Geri kazanım/dönüşüm yada bertaraf tesisi kurmak isteyen kişi veya kişiler yönetmeliğin belirttiği doğrultuda gerekli kurum ve kuruluşlardan izin ve lisans almakla yükümlüdür [62].

Üçüncü bölüm, denetim, bilgi verme ve bildirim yükümlülüğü başlığı altında madde 12 uyarınca; Tesis kurmak isteyen gerçek veya düzel kişiler yetkili mercilerin isteyecekleri bilgi ve belgeleri sunmakla yükümlüdür. Bilgi ve bildirim yükümlülükleri Bakanlıklarca çıkarılan yönetmelik ve tebliğler ile belirlenir [62].

Üçüncü bölüm, faaliyetin durdurulması başlığı altında madde 15 uyarınca; Kanun ve yönetmeliklere aykırı bir durum söz konusu olduğunda yetkili merciler yönetmelik esaslarına bağlı olarak bir yılı aşmayacak şekilde süre verebilir. Verilen süre sonunda aykırı durum düzeltilmez ise süreli veya süresiz olarak faaliyeti durdurulur. Aynı şekilde ÇED raporu yada proje tanıtım dosyası hazırlanmadan başlayan faaliyetler süresiz durdurulur. Tüm bunlara ek olarak idari para cezası uygulanır [62].

İfadeleri geçmektedir.

Çevre kanunu maddeleri gereğince biyogaz/biyometanizsayon tesisleri Bakanlığın yayımlamış olduğu yönetmelikler ve tebliğler kapsamında tesisin fiziki şartlarını sağlamak, gerekli bildirim-beyanlarda bulunmak ve izin-lisans almakla yükümlüdür.

2.1.2. Çevre izin ve lisans yönetmeliği

Bu yönetmeliğin amacı çevre kanununda belirtilen esaslar doğrultusunda gerekli kişi ve kişilerin, çevre izin ve lisansı sürecinde uyması gerekli olan usul ve esasları belirlemektir. Uyulması zorunlu usul ve esaslar 10.09.2014 tarihli 29115 sayılı çevre izin ve lisans yönetmeliğinin maddelerinde belirtilmiştir.

Yönetmelik kapsamı gereği madde 2 uyarınca; Yönetmeliğin Ek-1 ve Ek-2 listesinde yer alan faaliyetlerin alması zorunlu izin ve lisanslara dair ilke ve esasları kapsar[63].

Aynı Yönetmeliğin dayanak bölümünde madde 3 uyarınca; Bu yönetmelik Çevre Kanununa dayanılarak yayımlanmıştır [63].

2872 Sayılı çevre kanunu- izin alma, arıtma ve bertaraf etme yükümlülüğü başlığı altında madde 11 uyarınca; Herhangi bir faaliyetten kaynaklı oluşan atıkların çevre kirliliği oluşturacak şekilde atılması yasaktır. İşletmeler oluşan atıklarını yönetmelik doğrultusunda bertaraf ettirmekle yükümlüdür. Atık geri kazanım yada dönüşüm ve bertaraf tesisi kurmak isteyen kişi/kişiler ilgili Bakanlıktan onay ve izin almakla yükümlüdür [62].

Çevre izin ve lisans yönetmeliği, genel hükümler başlığı altında çevre izni veya çevre izin ve lisansına tabi işletmeler bölümü madde 5 uyarınca; İşletmeler faaliyete başlayabilmeleri için ilk önce geçici faaliyet belgesi daha sonra 1 yıl içerisinde çevre izin/izin ve lisansı almak zorundadır [63].

Aynı yönetmeliğin geçici faaliyet belgesi, çevre izni veya çevre izin ve lisansı başvurusu ve değerlendirilmesi - çevre izni veya çevre izin lisansına başvuru bölümü madde 7 uyarınca; Yönetmeliğin Ek-1 ve Ek-2'sinde yer alan işletmeler GFB, çevre izin ve lisans süreçlerini elektronik ortamda yetkili Bakanlığa yapar. Yine aynı işletmeler başvurularında yönetmeliğin Ek-3A, Ek-3B, Ek-3C'sinde yer alan bilgi ve belgeleri sunmakla yükümlüdür [63].

İfadeleri geçmektedir.

Yönetmeliğin maddesinde geçen Ek-3A, Ek-3B ve Ek-3C'sindeki bilgi, belge ve rapor formatları yönetmeliğin ekler kısmında verilmektedir. Ek-3A'sı geçici faaliyet belgesi başvuru formudur (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın izin lisans portalı üzerinden online doldurulur), Ek-3B'si geçici faaliyet belgesi başvuru formu ekleridir (online doldurulan forma ek olarak yüklenecek diğer belge ve raporları içerir) ve Ek-3C'de çevre izin veya çevre izin ve lisans sürecinin tamamlanması aşamasında sunulması gereken bilgi ve belgeleri içermektedir [63].

2.2. Biyogaz/Biyometanizasyon Tesislerinin Çevre Mevzuatlarındaki Yeri

Kullanım veya tüketimden kaynaklanan biyobozunur atıkların (Ekler kısmında (Ek-A) yer alan Ek-1A Atık Listesinde bahsi geçen atıkların) işlendiği tesislerde

(biyometanizasyon tesisleri) işlem görmesi sonucu oluşan ürünün/yan ürünün/enerjinin özellikleri ve kullanımına dair esasların belirlendiği 10.10.2015 tarihli 29498 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Mekanik Ayırma, Biyokurutma Ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği biyogaz tesislerini de kapsayacak şekilde yayımlanmıştır.

2.2.1. Mekanik ayırma, biyokurutma ve biyometanizasyon tesisleri ile fermente ürün yönetimi tebliği

Bu tebliğin amacı; biyobozunur atıkların yönetimi yapılırken yaşadığımız alana ve insan sağlığına olumsuz etki oluşturmayacak şekilde madde ve enerji olarak geri kazanımının belli ilke ve esaslar doğrultusunda yapılmasıdır [64].

Mekanik ayırma, biyokurutma ve biyometanizasyon tesisleri ile fermente ürün yönetimi tebliği ikinci bölüm genel ilkeler, görev, yetki ve yükümlülükler–genel ilkeler başlığı altında madde 5 uyarınca; Yönetmeliğin ekinde verilen Ek-5 fizibilite raporu ile tesis kurulumu gerçekleşmeden önce bakanlıktan görüş almak zorundadır [64].

Yönetmeliğin bahsettiği Ek-5 fizibilite raporu formatı Ekler (Ek-B) kısmında verilmiştir.

İkinci bölüm genel ilkeler, görev, yetki ve yükümlülükler–genel ilkeler başlığı altında madde 5 uyarınca; Faaliyet göstermek isteyen işletme çevre lisansı alır. Biyoboznur atıkların prosesi sonucunda eldesi sağlanan enerjinin kullanımı için Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun ilke ve esaslarına uyulması zorunludur [64].

İkinci bölüm Bakanlığın görev ve yetkileri başlığı altında madde 6 uyarınca; Bakanlık yatırım yapılmak istenen işletmenin fizibilite raporunu, işletme planını ve tesis onay yazısı başvurularını incelemek ve çevre izin/lisans başvurularını değerlendirmekle yükümlüdür [64].

İfadeleri geçmektedir. Bahsi geçen işletme planı formatı Ekler (Ek-C) kısmında verilmiştir.

Eğer biyogaz/biyometanizasyon tesisinde kullanılan hammadde hayvan gübresi ise ve proses sonucu oluşan gübre, piyasada kullanılmak isteniyor ise uyulması gereken bir yönetmelik daha mevcuttur. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 23 Şubat 2018 tarihli 30341 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik" hükümlerine ve eklerine uyması zorunludur [65].

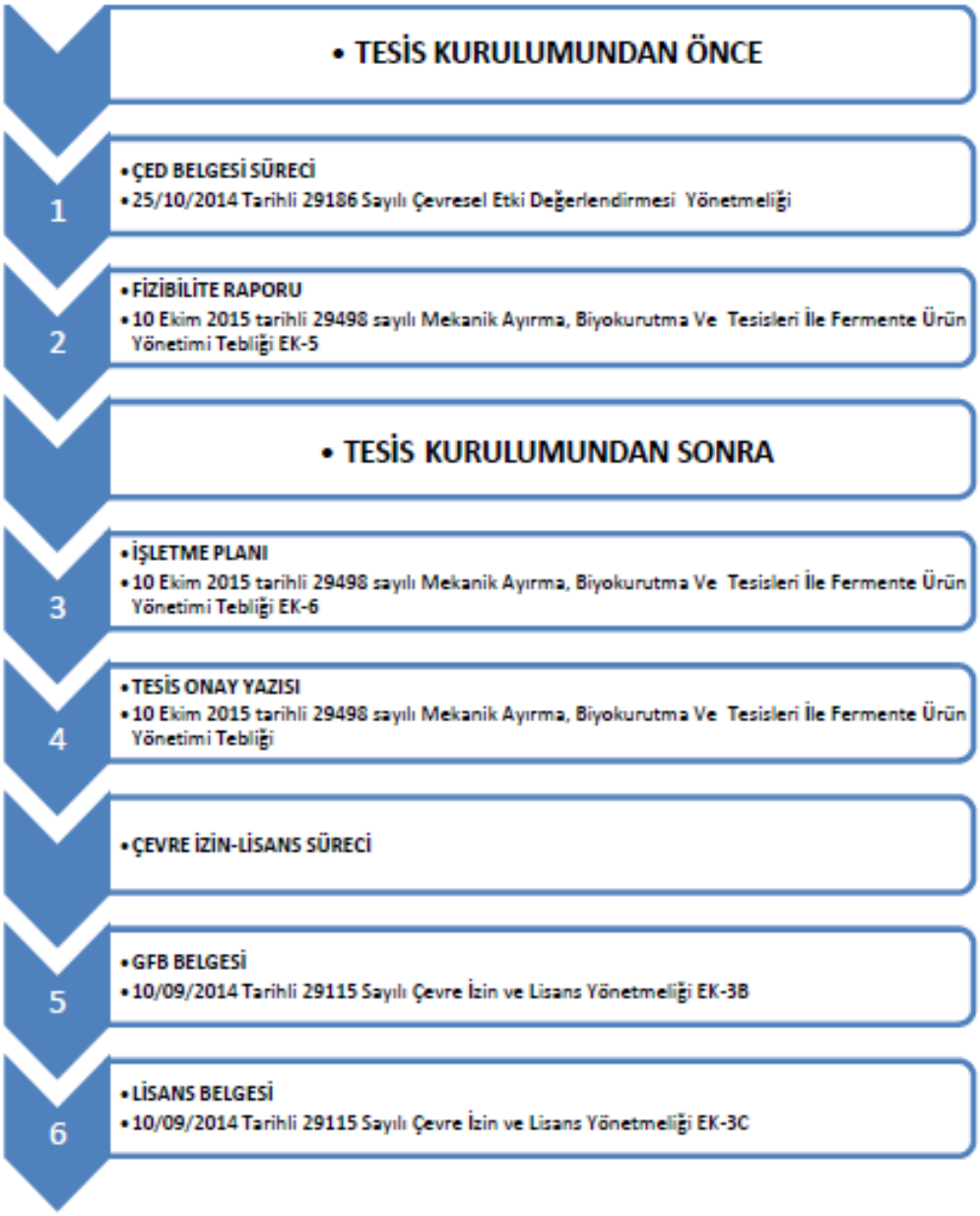
2.3. Biyogaz/Biyometanisazyon Tesisi Kurmak İsteyen Yatırımcıların Uyması Gereken Çevre Mevzuatları ve İzlemesi Gereken Yol Haritası

Türkiye'de biyogaz/biyometanizasyon tesisi kurulumu esnasında dikkate alınması gereken yasal mevzuatlar Tablo 2.1'de listelenmiştir. Bir biyogaz tesisi yatırımı yapılırken bu mevzuatların hepsi dikkatlice incelenmeli ve tesisin projelendirilmesi bu mevzuatlara dikkat edilerek yapılmalıdır [65].

Tablo 2.1 Biyogaz tesisi için yasal mevzuatlar

Kanun - Yönetmelik - Tebliğ Listesi		
Resmi Gazete Tarihi	**Resmi Gazete Sayı**	**Adı**
11.08.1983	18132	2872 Çevre Kanunu
25.10.2014	29186	Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği
10.10.2015	29498	Mekanik Ayırma, Biyokurutma Ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği
28.07.2017	30137	Mekanik Ayırma, Biyokurutma Ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ
10.09.2014	29115	Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği
23.02.2018	30341	Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik
18.05.2005	25819	5346 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun

Bahsi geçen yönetmelikler ve tebliğler kapsamında bir biyogaz/biyometanizasyon tesisinin izlemesi gerektiği yol Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Çevresel mevzuatlar açısından biyogaz tesisi kurulumundaki akış

2.4. Örnek Bir Biyogaz/Biyometanizasyon Tesisinin Lisanslandırılması İçin Akış Planının Oluşturulması

Sıfır atık kapsamında da büyük önem arz eden atıkların geri kazanılması, hayvansal ve bitkisel kaynaklı atıkların enerji üretmek için tekrar kazanılması, yaşadığımız alanı korumak ve geleceğe daha kaliteli sunabilmek için önemlidir. Bundan dolayı,

hayvansal veya bitkisel kaynaklı organik atıklardan biyogaz/biyometanizasyon yoluyla geri kazanımı sağlayacak olan bir endüstriyel işletme, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından lisanslandırılması gerekmektedir. Lisanslandırma süreci, Bakanlıkların yayımlamış olduğu yönetmelikler ve tebliğler çerçevesinde bilgi ve belgelerin temini ve fiziki şartların sağlanması ile gerçekleşmektedir.

Günlük olarak yaklaşık 99 ton hayvansal atık üretiminin söz konusu olduğu bir çiftlikte, atıkların değerlendirileceği biyogaz/biyometanizasyon tesis kurulumu gerçekleştirilmiştir. Bu kurulum esnasında İşletme, aşağıda verilen lisanslandırılma süreçlerini tamamlayarak gerekli Çevre Lisansını almıştır.

2.4.1. Proje tanıtım dosyası ve ÇED onayı

25 Kasım 2014 tarih ve 29186 sayılı Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliğine tabi işletmeler Ek-1 ve Ek-2 listesinde faaliyette bulunacakları konu bakımından ayrılmaktadır. Ek-1 listesine tabi olan faaliyet konuları "Çevresel etki değerlendirmesine tabi projeler", Ek-2 listesine tabi olan faaliyet konuları ise "Seçme, eleme kriterlerine tabi projeler" olarak nitelendirilmektedir. Yapılması planlanan faaliyetin tabi olduğu Ek kapsamına göre ÇED süreci farklılık göstermektedir. Örneğin Ek-1 listesinde yer alan faaliyet konularının ÇED sürecinde halkın katılım toplantısı ve Bakanlığın vereceği özel formata göre hazırlanacak ÇED Raporu hazırlatılması gibi süreçler var iken Ek-2 listesinde yer alan faaliyet konularının ÇED sürecinde halkın katılım toplantısı olmaksızın yönetmeliğin EK-4 formatına uygun olarak Proje Tanıtım Dosyası hazırlanır ve Bakanlığa sunulur. Yönetmelik 3. ve 4. Bölümlerinde 7'nci maddesinden 17'nci maddesine kadar bu konudan bahsetmektedir.

Günlük olarak yaklaşık 99 ton hayvansal atığın değerlendirileceği biyogaz/biyometanizasyon kurulumu olduğundan yapılması planlanan faaliyet ÇED yönetmeliği'nin Ek-2 listesi 29. Maddesi;

> "Kapasitesi 1-100 ton/gün arasında olan, hayvan yetiştiriciliğinden kaynaklı dışkıların yakıldığı, geri kazanıldığı ve/veya bertaraf edildiği tesisler" [66].

kapsamına girmektedir. Ancak söz konusu kapasite 99 ton ve üzeri olduğu durumda yapılması planlanan faaliyet ÇED yönetmeliği'nin Ek-1 listesi 17. Maddesi;

> "Günlük kapasitesi 100 ton ve üzeri hayvan yetiştiriciliğinden kaynaklı dışkıların yakıldığı, geri kazanıldığı ve/veya bertaraf edildiği tesisler" [66].

kapsamında değerlendirilmektedir.

Örnek olarak verilen işletmede 99 ton/gün hayvansal atık biyogaz tesisine girdi olacağı için 29186 sayılı ÇED Yönetmeliği Ek-2 listesi kapsamında değerlendirildiğinden, proje için yönetmeliğin 6. Maddesi doğrultusunda Proje Tanıtım Dosyası hazırlanmalıdır. Proje Tanıtım Dosyası yönetmeliğin 16. Maddesi doğrultusunda istenilen belgeler ile birlikte ekinde yer alan EK-4'teki formata (Ekler kısmında Ek-E) göre hazırlanıp ve Bakanlık onayına sunulmalıdır (Onay süresince projenin yapılması planlanan yere yatırım işlemlerinin başlamaması gerekmektedir). Bakanlık, başvuruyu uygun bulursa, tesisin kurulması planlanan yere ait "ÇED Gerekli Değildir" onayını verecektir (Başvuru uygun bulunmaz ise dosya iadesi yapılmakta olup söz konusu ret durumunda projenin planlandığı yere ait yatırım işlemlerine başlanılamamaktadır). Tesis için alınmış olan örnek ÇED Gerekli Değildir onay yazısı formatı Ekler kısmında Ek-F'de verilmiştir.

ÇED Yönetmeliği'nin 5. Maddesi gereğince; ÇED ile ilgili nihai karar Bakanlığa aittir. Ancak gerekli görünen durumlarda Valiliklere yetki devredilebilinmektedir [66].

2.4.2. Tesis fizibilite raporu

Kurulması planlanan biyogaz/biyometanizasyon tesisi Proje "ÇED Gerekli Değildir" onayını aldıktan sonra, Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği'nin ekinde yer alan EK-5 formatına (Ekler kısmında Ek-B) uygun olarak fizibilite raporu hazırlanmalı ve rapor Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na sunulmalıdır. Bakanlık, fizibilite raporunu uygun görüşü verdikten sonra tesis inşasına başlanabilir.

Tesis kurulumu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının internet adresinden yayınlamış olduğu mevzuat gereği sağlaması gereken fiziki şartlar – biyobozunur biyometanizasyon (R3) şartları göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Tesisin mevzuat gereği sağlaması gereken fiziki şartlar Ekler (Ek-D) bölümünde yer almaktadır.

2.4.3. İşletme planı ve tesis onay yazısı

Tesis inşası tamamlanıp tüm kurulumu yapıldıktan sonra Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Tebliği'nin ekinde yer alan Ek-6 formatına (Ekler kısmında Ek-C) uygun olarak hazırlanan işletme planı ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğüne başvuruda bulunulmalıdır. İşletme planı onayı alındıktan sonra, yönetmeliğin 8. Maddesi gereği işletme planı ve onay yazısı ile birlikte bu defa da Tesis Onay Yazısı için başvuruda bulunulmalıdır. Gerekli değerlendirmelerden sonra Tesis Onay Yazısı da alınmalıdır.

2.4.4. Geçici faaliyet belgesi ve çevre izin ve lisansı belgesi

Söz konusu kurulu tesisin faaliyetini gerçekleştirebilmesi (atık kabulü yapabilmesi, işleyebilmesi ve çıktı elde edebilmesi) için Mekanik Ayırma, Biyokurutma Ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği'nin 5. Maddesi gereği Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği'ne göre Çevre Lisansı almakla yükümlü olduğundan Çevre Lisansı süreci başlatılmalıdır.

Çevre izin veya çevre izin ve lisansına tabi işletmeler, Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği'nin EK-1 ve EK-2 listesinde yer almaktadır. EK-1 listesi çevreye kirletici etkisi yüksek düzeyde olan işletmeler, EK-2 listesi ise çevreye kirletici etkisi olan işletmeler olarak adlandırılmaktadır. Biyometanizasyon tesislerinin tabi olduğu kapsam yönetmeliğin EK-1 listesi gereği 8.7 (Biyobozunur Atık İşleme Tesisleri), 8.7.3. (Biyometanizasyon) alt başlığında yer almaktadır. Yani biyometanizasyon tesisleri çevreye kirletici etkisi yüksek düzeyde olan işletmeler kapsamına girmektedir [63].

Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği ikinci bölüm 5. Maddesi gereği EK-1 ve EK-2 listesinde yer alan işletmeler faaliyette bulunabilmeleri için öncelikle Çevre ve Şehircilik Bakanlığından Geçici Faaliyet Belgesi (GFB) almak zorundadır [63]. Dolayısıyla biyogaz/biyometanizasyon tesisi için Çevre Lisansı öncesinde GFB başvurusu yapılmıştır. GFB alındıktan sonra belge tarihinden itibaren 1 yıl içerisinde bu belgenin (GFB'nin) Çevre İzin veya Çevre İzin ve Lisansı belgesine çevirme zorunluluğu vardır. Örnek biyogaz/biyometanizasyon işletmesi için GFB sonrası Çevre İzin ve Lisansı da alınmalıdır. İşletme için alınmış olan örnek Geçici Faaliyet

Belgesi ve Çevre İzin ve Lisans belgesi örneği Ekler kısmında sırası ile Ek-G ve Ek-H'de verilmiştir.

Söz konusu endüstriyel işletme için Geçici Faaliyet Belgesi başvurusu önce tesisin bağlı olduğu il müdürlüğüne, daha sonra Çevre ve Şehircilik Bakanlığına elektronik ortam üzerinden yapılmalıdır. İşletme başvurularında, Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliğinin madde 7'sinde de belirtildiği üzere yönetmeliğin EK-3A, EK-3B ve EK-3C'sinde belirtilen bilgi ve belgeler ile raporlar sunulmaktadır [63].

2.4.5. Teknik uygunluk raporu

Tesiste faaliyeti sonucunda ortaya çıkan katı fermente ürünü ve sıvı fermente ürünü toprak iyileştirici olarak kullanılabilir. Ancak bu durumunda Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği'nin 12 ve 13 üncü maddeleri gereği EK-2, EK-3ve EK-4'te yer alan kriterleri içeren (Ekler kısmında sırası ile Ek-K, Ek-L ve Ek-M) yetkili laboratuvar tarafından hazırlanan analiz raporlarını Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliğinin EK-3C'sinde istenilen Teknik Uygunluk Raporuna eklemesi gerekmektedir [63,64].

Bahsi geçen Teknik Uygunluk Raporu formatı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın resmi sitesinde Teknik Uygunluk Rapor Formatları başlığı altında Biyometanizasyon Teknik Uygunluk Raporu olarak yer almaktadır.

Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği'nin 13 üncü maddesi gereği;

> "Uygun taşıma mesafesinden taşınan sıvı fermente ürün, bu Tebliğin EK-2'sinde yer alan değerleri sağlaması ve topraktaki azami azot miktarının 170 kgN/ha yıl olması şartıyla çevreyi kirletmeyecek şekilde, uygun araç ve ekipman kullanılarak arazi yüzeyine, yüzey altına" [64].

Uygulanması durumunda Tarım ve Orman Bakanlığından gerekli izinlerin alınması ve izin belge örneklerinin Teknik Uygunluk Raporuna eklenmesi gerekmektedir.

Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği'nin 13 üncü maddesi kapsamında sıvı veya katı fermente ürünün piyasaya arz edilmesi durumunda, 23.02.2018 tarihli 30341 sayılı Tarımda Kullanılan Organik, Mineral Ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik

hükümleri çerçevesinde alınan izin veya lisans belge örneklerinin Teknik Uygunluk Raporuna eklenmesi gerekmektedir [64,68].

23.02.2018 tarihli 30341 sayılı Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmeliğin 2 inci maddesi gereği Ek'lerinde verilen ürünlerin üretilmesi veya piyasaya arz edilmesi durumunda yönetmeliğin 7 inci ve 11 inci maddeleri gereği Tarım ve Orman Bakanlığının Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğüne (BÜGEM) müracaat etmesi gerekmektedir [68].

Son olarak biyobozunur/çevresel atıkların prosesinden sağlanacak enerjinin üretimi ve kullanımı ve aynı zamanda üretilen enerjinin piyasaya arz edilmesi konusunda Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Tebliği'nin 5 inci maddesi gereği Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun ilgili mevzuatlarına uymak zorundadır [64]. Özetle; 1 MW ve üzeri elektrik üretim kapasiteli enerji üretimlerinde EPDK'dan izin alınması gerekmektedir.

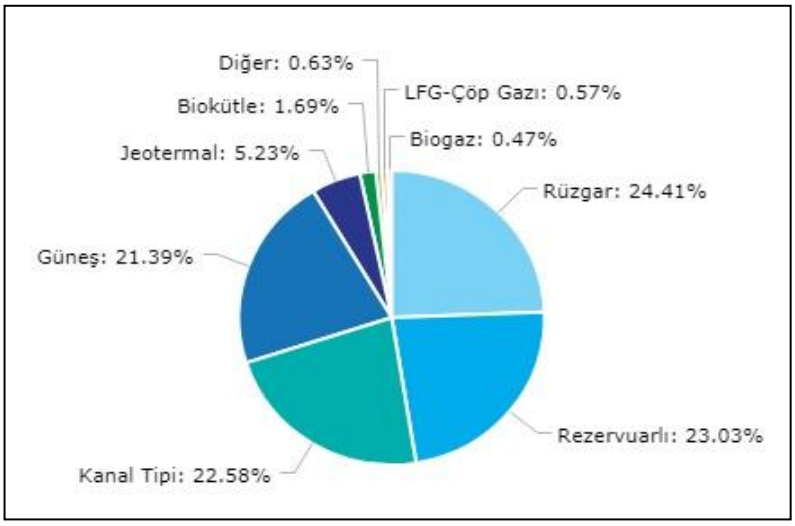
3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zengin bir ülkedir. Biyokütleden enerji üretimi de yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Ülkemizdeki biyokütle kaynağındaki çeşitlilik ve miktarının fazla olması enerji üretimi için farklı yöntemlerin oluşmasına sebep olmuştur. Tablo 3.1'de YEKDEM kapsamındaki üretim tesislerine ait kurulu güç miktarlarını vermektedir.

Tablo 3.1. YEKDEM kapsamındaki tesislere ait kurulu güç [73]

Kaynak	Lisanslı Kurulu Güç(MW)	Lisanssız Kurulu Güç(MW)	Toplam(MW)
Rüzgar	6.502,86	52,97	6.555,83
Rezervuarlı	6.182,78	0,00	6.182,78
Kanal Tipi	6.041,76	22,22	6.063,98
Güneş	174,75	5.569,02	5.743,77
Jeotermal	1.404,39	0,00	1.404,39
Biokütle	421,95	31,44	453,40
Diğer	0,00	168,33	168,33
LFG-Çöp Gazı	153,20	0,00	153,20
Biogaz	100,93	25,69	126,62
Toplam	20.982,61	5.869,67	26.852,28

Tabloda bahsi geçen kaynakların yüzdelik dilimdeki paydaları Şekil 3.1'de verilmiştir [73].



Şekil 3.1. Enerji kaynaklarının yüzdelik payı

Biyokütle yatırımlarının artmasındaki en büyük pay YEKDEM mekanizmasına aittir. Bu sistem ile devlet, 10 yıllık süre boyunca üretilen enerjiyi döviz cinsinden satın almaktadır. Biyokütle kaynağı ile üretilen enerji için bu miktar 13,3 Dolar-cent/kWh'dir. Öte yandan yatırım maliyeti oldukça fazladır. Örneğin; termal yakma sistemi kullanılarak bir tesis yatırımı yapılması isteniyor ise 5MW'lık bir tesis için yaklaşık 10 milyon dolar, biyolojik sistem kullanılarak bir tesis yatırımı yapılması isteniyor ise 3 MW'lık bir tesis için yaklaşık 8 milyon Euro'luk maliyetler söz konusu olabilmektedir.

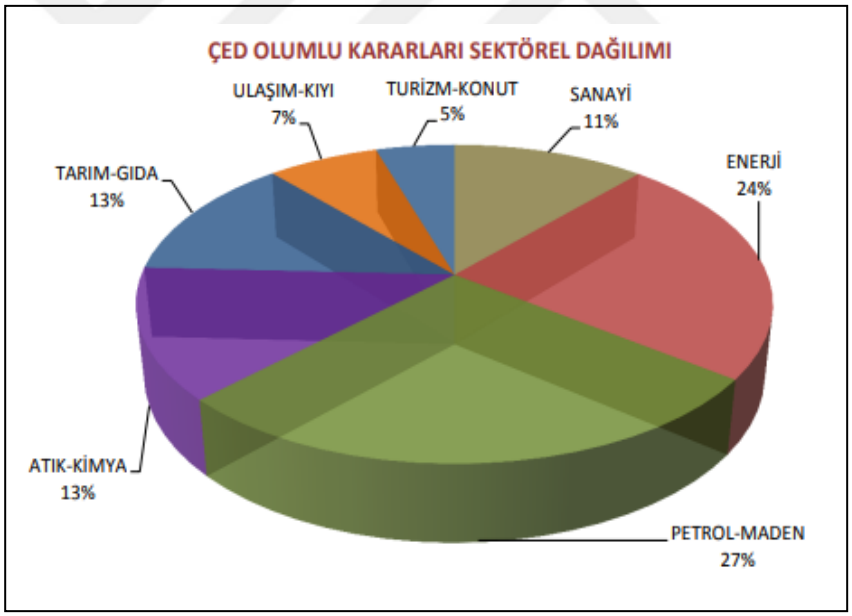
Tüm bunların yanı sıra üretilen atık miktarı ve atıktan enerji üretilmesi konusunda oldukça yüksek bir potansiyele sahip bulunmaktayız. Türkiye'nin oluşturduğu atık potansiyelinin yaklaşık 200 milyon ton/yıl, atıktan elektrik üretiminde ise 5 milyar dolarlık bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir. Bu da enerjide dışa bağımlılığın azalmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle biyokütle kaynağı olan biyobozunur atıkların yönetiminin doğru yapılarak geri kazanım/dönüşüm tesisi olan biyogaz/biyometanizasyon tesislerine gönderilmesi hem ekonomiye katkı sağlamakta hem de çevre kirliliği sorununun ortadan kalkmasına yardımcı olmaktadır.

Bir biyogaz/biyometanizasyon tesisi lisanslandırılmasında izlenecek yol haritası önceki bölümde anlatılmıştır. Sonuç olarak; Tüm bu anlatılanlar ışığında tesis lisanslandırılması doğru ve sıralı bir şekilde yapılırken aynı zamanda zamandan da kazanç sağlanmaktadır. ÇED başvuru süresinde; inceleme ve değerlendirme kurumunun ÇED başvuru dosyasını inceleme süresi, halkın katılım toplantısı, ÇED özel formatının tamamlanması ve Bakanlığın inceleme süresi, halkın görüşüne açılması, komisyon toplantılarının süresi, yeterli bulunan raporun Bakanlığa sunulması ve nihai ÇED raporunun halkın görüşüne açılması gibi bir çok prosedürden sonra ÇED'in nihai sonucu için gereken süre Bakanlığın belirlediği ilke ve esaslar doğrultusunda EK-1 tesisleri için 90 iş günü, EK-2 tesisleri için 60 iş gününü bulabilmektedir. Benzer şekilde Çevre İzin ve Lisans Belgesi başvuru süresinde; Çevre ve şehircilik bakanlığının online uygulaması üzerinden başvuruların başlatılması, bakanlık personellerinin başvuru inceleme süreleri ve belgelerin yeterli bulunması sonucu geçici olarak faaliyete başlama izni (GFB) için gereken süre 60 günü, nihai olarak 5 yıl süre ile geçerli (kapasite artışı yada faaliyet konusunda

değişiklik yok ise) olan Çevre İzin ve Lisans belgesi için gereken süre 90 günü bulabilmektedir. Bu süreler Bakanlığa bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

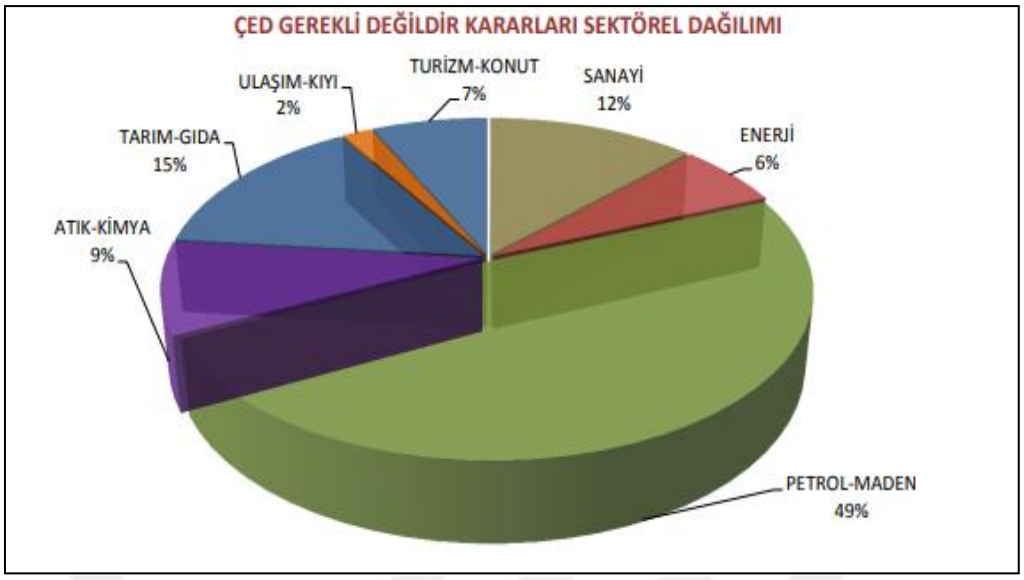
Biyogaz/biyometanizasyon tesisi için izni almak; uygulama, inceleme ve değerlendirme, onay, ruhsat veriliş gibi bir çok aşama içerdiğinden yaklaşık 150-180 gün arası sürmektedir. Prosedürün nasıl işlediğine, nasıl bir yol izlenmesi gerektiğine hakim olmayan yatırımcılar için bu süre daha da uzamaktadır. Bu tez çalışması yatırımcılar için rehber niteliğinde olduğundan yatırımcılar için gerekli aşamaların daha kısa sürede tamamlanabilmesine olanak sağlayacaktır.

1993-2018 yılları arasındaki dönemi kapsayan ÇED karalarının sektörel dağılımı Şekil 3.2 ve 3.3'de verilmiştir [72]. Türkiye'nin biyogaz/biyometanizasyon potansiyeli göz önüne alındığında atık ve enerjinin pastadaki payının giderek artacağı öngörülmektedir.



Şekil 3.2. ÇED Olumlu kararlarının sektörel dağılımı

EPDK'nın yayınlamış olduğu 2019 yılı nihai YEK listesinde yer alan biyokütle kaynaklı 100 adet tesisin ÇED kararları mevcut iken, Mekanik Ayırma, Biyokurutma Ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği kapsamında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan sadece 24'ü Çevre İzin ve Lisans belgesine sahiptir.



Şekil 3.3. ÇED Gerekli değildir kararlarının sektörel dağılımı

Tesis lisanslandırılması için hazırlanan bu yol haritasının en büyük avantajı zamandır. Bir biyogaz/biyometanizasyon tesisi yatırımı yapmak isteyen kurum veya şahısların kanun, yönetmelik veya tebliğler arasında kaybolup, zaman kaybetmesine sonucunda tesis kurulum ve işletim süresinin uzamasına ve beraberinde mali açıdan kayıplara neden olmaktadır. Örneklendirilmesi yapılan Kocaeli'ndeki tesisin lisanslandırılması yapılırken karşılaşılan zorluklar ve belirli bir yol haritasının olmaması hem zaman kaybına hem de maddi kayıplara neden olmuştur.

Atık Yönetimi Hiyerarşinin en büyük paydası önleme yani kaynağında azaltıma aittir. Kullanılan her bir maddenin yeniden kullanılabilirliğini araştırmalı, kullanılamaz durumda olanları ise doğru yönetimi belirleyerek geri kazanımını-dönüşümünü ya da en son çare olarak bertarafı sağlamalıdır. Bu kapsamda işletmelerde atık yönetimi birimleri oluşturulmalı ve oluşan atıkların lisanslı firmalara gönderimi sağlanmalıdır.

Tüketim sonucu oluşan çevresel atıkların alıcı ortama doğrudan atılması çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olan biyogaz, oluşan çevresel atıkların geri dönüşümünde ve bu dönüşüm esnasında kazanılan enerjinin kullanımında büyük rol oynamaktadır. Sıfır atık kapsamında da sürekli vurgulanan atık minimizasyonu, biyobozunur atıkların depolanmasından daha çok geri kazanımının/dönüşümünün yapılmasının öneminden bahsetmektedir. Bu

kapsamda biyogaz/biyometanizasyon tesisleri hayvan gübrelerini ve biyobozunur atıkları hammadde olarak kullanarak sıfır atık için önemli bir rol teşkil etmektedir.

Türkiye'de sadece kaynak olarak hayvan atıkları kullanılarak çalışabilecek 2.000 adet biyogaz/biyometanizasyon tesisi kurulum kapasitesi mevcuttur [75]. Her bir tesis için 500 kW kapasitesi olduğu varsayılır ise ülke geneli olarak önemli bir potansiyele sahip olduğumuz ortaya çıkmaktadır. Bunu yanı sıra belediye atıklarından biyogaz/biyometanizasyon tesislerine uygun olan 14.476.939 ton/yıl atık mevcuttur. Teorik enerji eşdeğeri 466.881 TEP/yıl'dır. Biyobozunur kaynaklı atıkların toplam enerji eşdeğeri 14.627.331 TEP/yıl'dır. YEGM verileri ışığında biyokütle kaynaklı elektrik üretim santral sayısı 199'dur [60].

Biyogaz tesisleri, temiz enerji üreten, istihdama direkt katkı sağlayan, kırsal kesimin kalkınmasına olanak tanıyan ve Türkiye' nin enerjide dışa bağımlılığını azaltacak işletmelerdir çünkü Türkiye, biyogaz potansiyeli açısından zengin bir ülkedir. YEKDEM ile birlikte özellikle deponi gazı işletmelerinin sayısında artış olmuştur. Ancak hayvansal ve bitkisel kaynaklı organik atıkların değerlendirilebileceği kofermentasyon teknolojisine dayalı farklı organik atıkları birlikte işleyebilen tesis sayısı belirli sayıda kalmıştır. Bu nedenle, Türkiye pazarında biyogaz tesis sayısının artışı, biyogaz ve biyogaz tesislerine dair yapılan araştırmaların geliştirilmesine ve özellikle tesisin kurulum aşamasında ihtiyaç duyulan maddi desteklerin artırılmasına bağlıdır. Biyogaz/biyometanizasyon tesisi kurmayı planlayan yatırımcı sırasıyla;

- Proje Tanıtım Dosyası
- ÇED Onayı
- Tesis Fizibilite Raporu
- İşletme Planı ve Tesis Onay Yazısı
- Geçici Faaliyet Belgesi
- Teknik Uygunluk Raporu
- Çevre İzin ve Lisansı Belgesi

almakla yükümlüdür. Bahsi geçen dokümanları tamamlayan biyogaz/biyometanizasyon tesisleri, çevresel açıdan gerekli olan yükümlülüklerini tamamlamış çevresel mevzuatlara uygun olacaklardır.

KAYNAKLAR

[1] Kaçtıoğlu S., Şengül Ü., Erzurum Kenti Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü İçin Tersine Lojistik Ağı Tasarımı ve Bir Karma Tam Sayılı Programlama Modeli, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2010, **24**(1).

[2] Çanka Kılıç F., Biyogaz, Önemi, Genel Durumu ve Türkiye'deki Yeri, *Mühendis ve Makina*, 2011, **52** (617), 94-106.

[3] URL-1: http://www.tuik.gov.tr/Start.do , (Ziyaret tarihi: 25 Ekim 2019).

[4] Bilici E. N., İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemlerinin Biyogaz Tesisinde Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği, İstanbul, 2019, 572026.

[5] URL-2: https://www.nkfu.com/atik-turleri-ve-cevreye-etkileri/,(Ziyaret tarihi: 5 Aralık 2019).

[6] Palabıyık H., Belediyelerde Kentsel Katı Atık Yönetimi: İzmir Büyükşehir Belediyesi Örneği, Doktora Tezi, DEÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2001, 103909.

[7] Gündüzalp A. A., Güven S., Atık, Çeşitleri, Atık Yönetimi, Geri Dönüşüm ve Tüketici: Çankaya Belediyesi ve Semt Tüketicileri Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Aile ve Tüketici Bilimleri Bölümü, 2016.

[8] Sayar Ş., Sakarya İli Entegre Atık Yönetimi ve Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2012, 318360.

[9] 02 Nisan 2015 Tarih ve 29314 Sayılı Atık Yönetimi Yönetmeliği, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150402-2.htm , (Ziyaret tarihi: 20 Eylül 2019).

[10] Palabıyık H., Altunbaş D., Kentsel Katı Atıklar ve Yönetimi, Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar: Ekolojik, Ekonomik, Politik ve Yönetsel Perspektifler, Beta, İstanbul, 103-124, 2004.

[11] 25 Ocak 2017 Tarih ve 29959 sayılı Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170125-2.htm , (Ziyaret tarihi: 20 Eylül 2019).

[12] Karasu A., Çevresel Atıklar ve Nedenleri, Çevresel Atıkların Geri Dönüştürülmesi ve Yenilenebilir Enerji Olanaklarının Araştırılması, Kimya A.B.D. Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,. Bilecik, 2013.

[13] 27 Aralık 2017 Tarih ve 30283 Sayılı Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/12/20171227-12.htm , (Ziyaret tarihi: 20 Eylül 2019).

[14] Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi ve Eylem planı 2014-2017, Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/12/20141230M1-12-1.pdf (Ziyaret tarihi: 1 Aralık 2019).

[15] Taşpınar F., Entegre Katı Atık Yönetimi, *Düzce'nin Çevre Sorunları ve Çözüm Önerileri Çalıştayı*, Düzce, Türkiye, 04 Aralık 2012.

[16] 13 Temmuz 2005 Tarih ve 25874 Sayılı Belediye Kanunu **,** https://www.mevzuat.gov.tr/Kanunlar.aspx , (Ziyaret tarihi: 20 Ekim 2019).

[17] 12 Temmuz 2019 Tarih ve 30829 Sayılı Sıfır Atık Yönetmeliği **,** https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/07/20190712-9.htm , (Ziyaret tarihi: 20 Ekim 2019).

[18] Öztürk İ., İklim Değişikliği İle Mücadele Kapsamında Atık Sektörü Mevcut Durumu Ve Depo Gazı Yönetimi, *Atık Yönetimi Sempozyumu '11*, Antalya, Türkiye, 16-21 Nisan 2011.

[19] URL-3:https://webdosya.csb.gov.tr/db/bolu/icerikler/atiklar 20180222082452.pdf , (Ziyaret tarihi: 25 Ekim 2019).

[20] URL-4: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/energy-resources/Biyok%C3%BCtlenin%20alt%C4%B1n%20%C3%A7a%C4%9F%C4%B1Sonnn.pdf , (Ziyaret tarihi: 05 Aralık 2019).

[21] Nacar Koçer N., Öner C., Sugözü İ., Türkiye'de Hayvancılık Potansiyeli Ve Biyogaz Üretimi, *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 2006.

[22] URL-5: http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx, (Ziyaret tarihi: 30 Ekim 2019).

[23] Öztürk İ., Anaerobik Biyoteknoloji ve Atık Arıtımındaki Uygulamaları, İ.T.Ü İnşat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 1999, **10**, 34-44.

[24] URL-6: http://www.biyogazder.org/biyogaz_enerjisi.htm , (Ziyaret tarihi: 10 Ekim 2019).

[25] URL-7: http://www.biopowersa.com/en/diagram-of-biogas-plant.html , (Ziyaret tarihi: 14 Ekim 2019).

[26] Ardıç, İ., Taner, F., Biyokütleden Biyogaz Üretimi I: Anaerobik Arıtımın Temelleri, *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*, Elektrik Mühendisleri Odası Mersin Şubesi, Mersin, Türkiye, 19-21 Ekim 2005.

[27] Safley L. M., Casada M. E., Woodbury J. W., and Roos K. F., Global Methane Emissions From Livestock and Poultry Manure, 1992.

[28] Ersoy A.E., Türkiye'nin Hayvansal Gübre Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları Durumu Ve Biyogaz Enerjisi Potansiyeli, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2017.

[29] Demirci G., Türkavcı L., Biyogaz Atıklardan Enerji, Temiz Enerji Vakfı, Ankara, 2001, 9-13.

[30] Yürük F., Erdoğmuş P., Düzce İlinin Hayvansal Atıklardan Üretilebilecek Biyogaz Potansiyeli ve K-Means Kümeleme ile Optimum Tesis Konumunun Belirlenmesi, *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 2015, **4** (1), 47-56.

[31] Karaman S., Hayvansal Üretimden Kaynaklanan Çevre Sorunları ve Çözüm Olanakları, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2006, **9**(2).

[32] Akkuş F., Biyogaz Enerjisi Ve Gaz Motorlu Kojenerasyon Tesisi Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray, 2018, 534325.

[33] URL-8: http://www.altacaenerji.com/biyogaz/uretim/, (Ziyaret tarihi: 28 Kasım 2019).

[34] Çakır D., Gaz Türbinli Kojenerasyon Sistemlerinde Yakıt Olarak Doğalgaz Kullanımının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006. 201182.

[35] Öztürk H. H., Kaya D., *Kojenerasyon Ve Trijenerasyon Tekniği*, 1. Baskı, Umuttepe Yayınları, Kocaeli, 2014.

[36] URL-9: http://archive.sswm.info/category/implementation-tools/reuse-and-recharge/hardware/energy-products-sludge/biogas-electricit-0,(Ziyaret Tarihi: 10 Kasım 2019).

[37] URL-10:https://simonsboiler.com.au/product/cogeneration-combined-heat-power/, (Ziyaret tarihi: 10 Kasım 2019).

[38] URL-11:https://budibadibu.wordpress.com/2010/03/10/biogas-from-chicken-dung/ , (Ziyaret tarihi: 8 Kasım 2019).

[39] Berkes F., Kışlalıoğlu M. B., *Çevre ve Ekoloji*, 4.Basım, Remzi Kitapevi, İstanbul, 1993.

[40] URL-12:http://www.altacaenerji.com/biyogaz/tesis-tasarimi/,(Ziyaret tarihi: 28 Kasım 2019).

[41] URL-13: http://www.soleaenerji.com/biyogaz-mikrobiyolojisi/, (Ziyaret tarihi: 28 Kasım 2019).

[42] URL-14: http://agman.com.tr/biyogaz/29-biyogaz-verimine-etki-eden-faktorler, (Ziyaret tarihi: 01 Aralık 2019).

[43] Anon., Biogas Digest Volume I- Biogas Basics, Information and Advisory Service on Appropriate Technology, 1999.

[44] Tushar, J., Ghos, D.N., Studies on Residence Time Distribution in Cylindrical and Rectangular Biogas Digesters, Energy, 1990, **15**(11), 987-991.

[45] Keshtkar A., Meyssami B., Abolhamd G., Ghaforian H., Asadi M.K., Mathematical Modeling of NonIdeal Mixing Continuous Flow Reactors for Anaerobic Digestion of Cattle Manure, *Bioresource Technology*, 2003, **87**, 113–124.

[46] İlkiliç C., Deviren H., Biyogazın Oluşumunu Etkileyen Fiziksel Ve Kimyasal Parametreler, *6 th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11)*, Elazığ, Türkiye, 16-18 Mayıs 2011.

[47] Öztürk M., Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretimi, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 2005.

[48] URL-15: http://www.cevresehirkutuphanesi.com/assets/files/slider_pdf/UWDntXjXQmfS.pdf , (Ziyaret tarihi: 20 Kasım 2019).

[49] Kaygusuz K., Türker M.F., Biomass Energy Potential in Turkey, Renewable Energy, 2002, **26**, 661-678.

[50] Kırımhan, S., Organik Atıklardan Biyogaz Üretimi, Atatürk Üniversitesi, Çevre Sorunları Araştırma Enstitüsü, Erzurum, 1981.

[51] URL-16: http://www.zararlari.org/ahir-gubresinin-zararlari/ , (Ziyaret tarihi: 03 Eylül 2019).

[52] URL-17: http://www.alternatifpower.com.tr/resimler/2187644_1403534180.pdf , (Ziyaret tarihi: 10 Ekim 2019).

[53] Şenol H., Elibol E.A., Açıkel Ü., Şenol M., Türkiye'de Biyogaz Üretimi İçin Başlıca Biyokütle Kaynakları**,** *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 2017, **6**(2), 81-92.

[54] Yılmaz A., Ünvar S., Koca T., Koçer A., Türkiye'de Biyogaz Üretimi Ve Biyogaz Üretimi İstatistik Bilgileri**,** *Technological Applied Sciences*, DOI: 2017.12.4.2A0129.

[55] Yılmaz V.,Sürdürülebilir Bir Sistemde Biyogazın Yeri, *V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, Diyarbakır, Türkiye, 2009.

[56] Bilgin N., Biyogaz Nedir?, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü, 2003.

[57] Çağlar A., Uçar T., Türkiye'de Biyogaz Potansiyeli ve Üretim Kinetiği, *Uluslararası Biyogaz Semineri*, Ankara, Türkiye, 1981.

[58] Kumbur H., Özer Z., Özsoy H.D., Avcı E.D., Türkiye'de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması, *III. Yenilenebilir Enerji Sempozyumu*, Mersin, Türkiye, 19-21 Ekim 2015.

[59] Aybek A., Üçok S., Ali İspir M., Emin Bilgili M., Türkiye'de Kullanılabilir Hayvansal Gübre ve Tahıl Sap Atıklarının Biyogaz ve Enerji Potansiyelinin Belirlenerek Sayısal Haritalarının Oluşturulması, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2015, **12**(3).

[60] URL-18: https://bepa.yegm.gov.tr/DXR.axd?r=1_10-_kL4k , (Ziyaret tarihi: 15 Kasım 2019).

[61] URL-19: https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/5-3742/2019-yili-nihai-yek-listesi-yayinlanmistir , (Ziyaret tarihi: 15 Kasım 2019).

[62] 09 Ağustos 1983 Tarih ve 18132 Sayılı Çevre Kanunu, https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2872.pdf , (Ziyaret tarihi: 20 Ekim 2019).

[63] 10 Eylül 2014 Tarih ve 29115 Sayılı Çevre İzin Ve Lisans Yönetmeliği**,** https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/09/20140910-4.htm , (Ziyaret tarihi: 20 Ekim 2019).

[64] 10 Ekim 2015 Tarih ve 29498 Sayılı Mekanik Ayırma, Biyokurutma Ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/10/20151010-3.htm , (Ziyaret tarihi: 20 Eylül 2019).

[65] Çağman S., Çoban V., Yiğit D., Biyogaz/Biyometanizasyon Tesislerinin Çevre Kanunundaki Yeri, *International Conference on Energy Research*, Alanya, Türkiye, 31 Ekim - 2 Kasım 2018.

[66] 25 Kasım 2014 Tarih ve 29186 Sayılı Çevresel Etki Değerlendirme Yönetmeliği**,** https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/11/20141125-1.htm , (Ziyaret tarihi: 20 Ekim 2019).

[67] 28 Temmuz 2017 Tarih ve 30137 Sayılı Mekanik Ayırma, Biyokurutma Ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ**,** https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/07/20170728-8.htm , (Ziyaret tarihi: 20 Ekim 2019).

[68] 23 Şubat 2018 Tarih ve 30341 Sayılı Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik**,**

https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/02/20180223-4.htm , (Ziyaret tarihi: 20 Ekim 2019).

[69] 18 Mayıs 2015 Tarih ve 25819 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun , https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/05/20050518-1.htm , (Ziyaret tarihi: 20 Ekim 2019).

[70] 23 Temmuz 2004 Tarih ve 25531 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu , https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2004/07/20040723.htm , (Ziyaret tarihi: 20 Ekim 2019).

[71] 26 Mart 2010 Tarih ve 27533 Sayılı Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik , https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/03/20100326-13.htm , (Ziyaret tarihi: 20 Ekim 2019).

[72] URL-20: https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/menu/ced-karar-1993-2018_28012019_20190128094201.pdf , (Ziyaret tarihi: 25 Ocak 2020).

[73] URL-21: https://seffaflik.epias.com.tr/transparency/uretim/yekdem/kurulu-guc.xhtml , (Ziyaret tarihi: 25 Ocak 2020).

[74] Öztürk M., Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretimi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, Türkiye, 2017.

[75] IEA Bioenergy, Task 37: Energy From Biogas, https://task37.ieabioenergy.com/about-task-37.html, (Ziyaret tarihi: 25 Ocak 2020).

EKLER

EK-A

Tablo A.1. Mekanik ayırma, biyokurutma ve biyometanizasyon tesisleri ile fermente ürün yönetimi tebliği ek-1a atık listesi

	EK-1A
ATIK LİSTESİ	
ATIK KODU	**ATIK KODU TANIMI**
02 01	**Tarım, Bahçıvanlık, Su Ürünleri Üretimi, Ormancılık, Avcılık ve Balıkçılıktan Kaynaklanan Atıklar**
02 01 01	Yıkama ve temizleme işlemlerinden kaynaklanan çamurlar
02 01 03	Bitki dokusu atıkları
02 01 06	**(Ek satır:RG-28/7/2017- 30137)** Ayrı toplanmış ve saha dışında işlem görecek hayvan pislikleri, idrar ve tezek (pisletilmiş saman dahil) akan sıvılar
02 01 07	Ormancılık atıkları
02 02	**Et, balık ve diğer hayvansal kökenli gıda maddelerinin hazırlanmasından ve işlenmesinden kaynaklanan atıklar**
02 02 03	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler
02 03	**Meyve, sebze, tahıl, yenilebilir yağlar, kakao, kahve, çay ve tütünün hazırlanmasından ve işlenmesinden; konserve üretiminden, maya ve maya özütü üretiminden, molas hazırlanması ve fermantasyonundan kaynaklanan atıklar**
02 03 04	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler
02 05	**Süt ürünleri endüstrisinden kaynaklanan atıklar**
02 05 01	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler
02 06	**Unlu mamuller ve şekerleme endüstrisinden kaynaklanan atıklar**
02 06 01	Tüketime ve işlenmeye uygun olmayan maddeler
02 07	**Alkollü ve alkolsüz içeceklerin (kahve, çay ve kakao hariç) üretiminden kaynaklanan atıklar**
02 07 01	Hammaddelerin yıkanmasından, temizlenmesinden ve mekanik olarak sıkılmasından kaynaklanan atıklar
02 07 02	Alkol damıtılmasından kaynaklanan atıklar
02 07 04	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler
03 01	**Ağaç İşlemeden ve Sunta ve Mobilya Üretiminden Kaynaklanan Atıklar**
03 01 01	Ağaç kabuğu ve mantar atıkları
03 03	**Kağıt hamuru, kağıt ve kağıt karton üretim ve işlenmesinden kaynaklanan atıklar**
03 03 01	Ağaç kabuğu ve odun atıkları
03 03 07	Atık kağıt ve kartonun hamur haline getirilmesi sırasında mekanik olarak ayrılan ıskartalar
04 02	**Tekstil Endüstrisinden Kaynaklanan Atıklar**
04 02 10	Doğal ürünlerden oluşan organik maddeler (örneğin yağ, mum)
19 05	**Katı Atıkların Aerobik Arıtımından Kaynaklanan Atıklar**
19 05 01	Belediye ve benzeri atıklarının kompostlanmamış fraksiyonları
19 12	**Başka Bir Şekilde Tanımlanmamış Atıkların Mekanik Arıtımından (Örneğin Ayrıştırılması, Ezilmesi, Sıkıştırılması, Topak Haline Getirilmesi) Kaynaklanan Atıklar**
19 12 01	Kağıt ve karton
19 12 12 - 19 12 11	**(Ek satır:RG-28/7/2017- 30137)** dışında atıkların mekanik işlenmesinden kaynaklanan diğer atıklar (karışık malzemeler dahil)
20 01	**Ayrı Toplanan Fraksiyonlar (15 01 Hariç)**
20 01 01	Kâğıt ve karton
20 01 08	Biyolojik olarak bozunabilir mutfak ve kantin atıkları
20 01 25	Yenilebilir sıvı ve katı yağlar
20 02	**Bahçe ve Park Atıkları (Mezarlık Atıkları Dahil)**
20 02 01	Biyolojik olarak bozunabilir atıklar
20 03	**Diğer Belediye Atıkları**
20 03 01	Karışık belediye atıkları
20 03 02	Pazarlardan kaynaklanan atıklar

EK-B

EK-5

(Değişik başlık:RG-28/7/2017- 30137)

FİZİBİLİTE RAPORU FORMATI

1. Tesis yeri ile ilgili genel bilgiler
   a. En yakın yerleşim birimine olan mesafeler
   b. Saha kapasitesi, büyüklüğü
   c. Mülkiyet durumu
   ç. Tesis ömrü
2. Kabul edilecek atık türleri ve kodları
3. Atık miktarı ve projeksiyonu
4. Yapılması öngörülen tesisler (Mekanik, biyokurutma, biyometanizasyon veya diğer tesisler)
5. Tesiste yer alacak üniteler ve bu üniteler ile ilgili bilgiler (kantar, tekerlek yıkama, idari bina, trafo, jeneratör, atık ve ürün depolama üniteleri ve benzeri)
   a. Varsa diğer üniteler ile ilgili bilgiler
6. Biyogaz ve sızıntı suyu yönetimi
7. Yüzeysel su ve atık su yönetimi
8. Atıkların yer altı suyuna olabilecek etkilerine karşı alınabilecek tedbirler
9. Maliyet analizi

Şekil B.1. Mekanik ayırma, biyokurutma ve biyometanizasyon tesisleri ile fermente ürün yönetimi tebliği ek-5 fizibilite raporu formatı

EK-C

EK-6

İŞLETME PLANI FORMATI

1. TESİS GENEL YERLEŞİM PLANI
   a. Saha altyapısı
   b. Genel vaziyet planı (1/1000)
2. TESİS İŞLETME ESASLARI
   a. Akım şeması
   b. Atık kabul ve kayıt
   c. Kurulan tesislerdeki ünitelerde işletme koşulları (ünite kapasitesi, alanı, kullanılan ekipmanlar, sıcaklık, pH, C/N oranı, bekletme süresi, hijyenizasyon, nem içeriği, organik madde içeriği, elek boyutları, karıştırıcı özellikleri, havalandırma sistemi, biyogaz yönetimi, su tüketimi gibi tesis ünitelerinde yapılan faaliyetlere göre sıra ile yer alması gerekir.)
3. Ürünün depolanması ve yönetimi
4. TESİSTE KONTROL VE İZLEME
   a. Atık Miktarı, Tartım ve Analizi
   b. Kuşaklama Kanalı ve Yüzey Suyu
   c. Sızıntı Suyu
   ç. Yer Altı Suyu
   d. Biyogaz Yönetimi
5. İŞLETME SONUNDA KAPATILMASI
   a. İşletme Sonrası Kontrol ve İzleme
6. EKİPMAN-PERSONEL
   a. İş Makineleri
   b. Personel (tesis personeline ait görev tanımları, yetkinlik kriterleri belgelendirilmelidir.)
7. İŞÇİ SAĞLIĞI İŞ GÜVENLİĞİ

(Tesiste görev yapacak olan tüm personelin alacağı aşamalı eğitimler, kullanılacak kişisel koruyucu donanımlar ve kullanımda uyulacak esaslar, yangından korunma ve müdahale, acil durum planı, tesis güvenlik tedbirleri ve benzeri hususlar yer almalıdır.)

EKLER

EK-1 Atık Kabul ve Kayıt Formu
EK-2 Tesis Sızıntı Suyu İzleme Formu
EK-3 İşletme Organizasyon Şeması
EK-4 Kütle-Dengeye Ait Kayıtlar
EK-5 Kantar Tonaj Bilgileri Formu
EK-6 Gaz Ölçüm Raporları
EK-7 Su Tüketimi Kayıt Formu ve/veya Su Dengesi

Şekil C.1. Mekanik ayırma, biyokurutma ve biyometanizasyon tesisleri ile fermente ürün yönetimi tebliği ek-6 işletme planı formatı

EK-D

Tablo D.1. Çevre lisansı başvurusunda bulunacak işletmelerin sağlaması gereken fiziki şartlar

ÇEVRE LİSANSI
BAŞVURUSUNDA BULUNACAK İŞLETMELERİN
SAĞLAMASI GEREKEN FİZİKİ ŞARTLAR

Tesisin Adı :
Tesisin Adresi :
Çevre Lisansının Konusu: Biyobozunur Atık İşleme Tesisleri -Biyometanizasyon (R3)
İlgili Mevzuat : Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Tebliği
İnceleme Tarihi :

Atık Kabul Birimi (Kalıcı yapı malzemesiyle kapalı)	○
Loader	○
Vinç[1, 3]	○
Manyetik Ayırıcı[1, 3]	○
Konveyör [1,3]	○
Poşet Parçalayıcı Döner Elek[1, 3]	○
Parçalayıcı (Kesici değirmenler, toplu değirmenler, döner davul/ elek, parçalayıcı elekler, silindirik kırıcı vb.)[1]	○
Döner Elek (Ayırma, parçalama, ince fraksiyon < 6 – 8 mm, orta fraksiyon 6/8 – 60/80 mm, kaba fraksiyon > 60/80 mm.)[1]	○
Fermantasyon Reaktörü	○
Gaz Depolama Birimi	○
Susuzlaştırma Ünitesi[1]	○
Biyogazdan Enerji/Yakıt Elde Edilmesi İçin Gereken Ünite [1]	○
Meşale	○
Ürün (Katı-Sıvı) Depolama Ünitesi (Kapalı)	○
Hijyenizasyon[(2)]	○
Paketleme Ünitesi[(4)]	○

[(1)] İhtiyaç duyulması halinde yer alır.
[(2)] Hayvansal atık beslenmesi durumunda yer alır.
[(3)] Mekanik ayırma ünitesi olması durumunda aranmaz.
[(4)]Ürünün piyasaya arz edilmesi durumunda yer alır.

	İşletmenin Sağlaması Gereken Fiziksel Şartlar	EVET	HAYIR
1	İşletmede …/…/…… tarihli ve ……..rapor no'lu Kapasite Raporunda yer alan makine ve ekipmanlar mevcuttur.		
2	Kapasite raporunda yer alan makine ve ekipmanların montajı tamamlanmış ve faaliyete hazırdır.		
3*	Tesiste kantar, araç parkı, tekerlek yıkama ünitesi idari bina mevcuttur.		
4	Tesisin tüm birimlerinde yangın söndürme sistemi mevcuttur.		
5*	Atıkların en az bir gün süre ile biriktirilebileceği büyüklükte kalıcı yapı malzemesiyle kapalı atık kabul birimi mevcuttur.		
6*	Atık kabul birimi tabanı, sızdırmazlığı sağlayacak şekilde en az 30 cm kalınlığında, C30 beton ve tutuşmaz malzemeden yapılmıştır. (Belge bazında ispat edilecek.)		
7	Tesiste, atıkların işlenmesi sonucunda oluşan katı ve sıvı fermente ürünün meteorolojik olaylardan etkilenmeyecek şekilde en az bir ay süreyle biriktirileceği büyüklükte kapalı ürün deposu teşkil edilmiştir.		
8*	Tesise gelen ve işlenmeye uygun olmayan atıklar ile tesisten çıkan ve kullanıma uygun olmayan ürün ve bakiye atıklar için uygun alanlar oluşturulmuştur.		

Tablo D.1. (Devam) Çevre lisansı başvurusunda bulunacak işletmelerin sağlaması gereken fiziki şartlar

9*	Kabul edilen atığın kaynağı, kodu, miktarı, tesise erişim şekli gibi bilgileri içeren veri kayıt sistemi oluşturulmuştur.		
10*	Yağmur sularını, yıkama ve benzeri sulardan ayrı toplayacak sistem oluşturulmuştur.		
11*	Sızıntı suyu yönetimi ilgili mevzuata uygun olarak yapılmaktadır.		
12	Tesislerde, kokuya neden olan tüm emisyon kaynaklarında, 19/7/2013 tarihli ve 28712 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik hükümlerine göre gerekli tedbirler alınmıştır.		
13	Fermantasyon işleminin gerçekleştiği reaktör mevcuttur.		
14	Reaktör sıcaklığının izleneceği sıcaklık kontrol sistemi ile reaktöre beslenen atıkların karışımını sağlayacak karıştırma sistemi mevcuttur.		
15	Tesisten elde edilen gazın depolanacağı gaz depolama birimi mevcuttur.		
16	Olası gaz kaçaklarının önlenmesi için erken uyarı sistemi mevcuttur.		
17	Elde edilen biyogazdan enerji/yakıt elde edilmesi için gereken ekipmanlar mevcuttur.		
	Biyogazın yakılması için uygun kapasitede meşale mevcuttur.		
18	Fermantasyon işleminin gerçekleştiği reaktör içerisindeki sıcaklık, basınç, pH, katı madde içeriği, organik yükleme değerleri, alkalinite, uçucu yağ asitleri ve biyogaz üretiminin sürekli olarak izlendiği sistem mevcuttur.		
19	Hijyenizasyon ünitesi mevcuttur. (Tesiste hayvansal atık kullanılıyorsa)		
20	Paketleme ünitesi teşkil edilmiş ve çalışır durumdadır. (Tozumaya karşı önlem alınmalıdır.)[4]		
21*	Tesis etrafı yetkisi olmayan insanların tesise girişlerinin engellenmesini sağlayacak şekilde çit veya duvarla tamamen çevrilerek izole edilmiş olup, giriş noktası sadece yetkili personelin denetiminde açık tutulmuştur.		
22	Tesis girişi, açık ve kapalı alanlar da dâhil olmak üzere tüm birimlerde işaretlemeler ve etiketlemeler standartlara uygun olarak yapılmış olup, ayrıca ilgili yerlere uygulama talimatları ve uyarı levhaları asılmıştır.		

[1] İhtiyaç duyulması halinde yer alır.
[2] Hayvansal atık beslenmesi durumunda yer alır.
[3] Mekanik ayırma ünitesi olması durumunda aranmaz.
[4] Ürünün piyasaya arz edilmesi durumunda yer alır.

- Bütün sayfalar paraflı olmalıdır.

*Entegre tesisler için (mekanik ayırma, biyokurutma, kompost veya biyometanizasyon ile düzenli depolama) ortak kullanılan birimlerden bir adet olması yeterlidir.

İncelemeyi Yapanların

Adı Soyadı Unvanı İmza

EK-E

EK- 4

PROJE TANITIM DOSYASININ HAZIRLANMASINDA ESAS ALINACAK SEÇME ELEME KRİTERLERİ

Başlık Sayfası:
Proje Sahibinin Adı:
Adresi:
Telefon, GSM ve Faks Numarası:
e-posta:
Projenin Adı:
Proje Bedeli:
Proje İçin Seçilen Yerin Açık Adresi (İli, İlçesi, Mevkii):
Projenin ÇED Yönetmeliği Kapsamındaki Yeri (Sektör, Alt Sektör):
Projenin NACE Kodu:
Raporu Hazırlayan Çalışma Grubunun /Kuruluşun Adı:
Adresi:
Telefon ve Faks Numaraları:
Proje Tanıtım Dosyasının Sunum Tarihi:
İçindekiler listesi:
Projenin Teknik Olmayan Özeti:

1.Projenin Özellikleri:
a) Projenin ve yerin alternatifleri (proje teknolojisinin ve proje alanının seçilme nedenleri),
b) Projenin iş akım şeması, kapasitesi, kapladığı alan, teknolojisi, çalışacak personel sayısı,
c) Doğal kaynakların kullanımı (arazi kullanımı, su kullanımı, kullanılan enerji türü vb.),
ç) Atık miktarı(katı, sıvı, gaz ve benzeri) ve atıkların kimyasal, fiziksel ve biyolojik özellikleri,
d) Kullanılan teknoloji ve malzemelerden kaynaklanabilecek kaza riski.

2.Proje Yeri ve Etki Alanının Mevcut Çevresel Özellikleri:
a) Mevcut arazi kullanımı ve kalitesi (tarım alanı, orman alanı, planlı alan, su yüzeyi ve benzeri),
b) Ek-5'deki Duyarlı Yöreler Listesi dikkate alınarak korunması gereken alanlar.

3. Projenin İnşaat ve İşletme Aşamasında Çevresel Etkileri ve Alınacak Önlemler

Notlar ve Kaynaklar:

Ekler:

1- Proje için seçilen yerin koordinatları
2-Proje alanı ve yakın çevresinin mevcut arazi kullanımını değerlendirmek için; yerleşim alanlarının, ulaşım ağlarının, enerji nakil hatlarının, mevcut tesislerin ve ek-5'de yer alan Duyarlı Yöreler Listesinde belirtilen diğer alanların (proje alanı ve yakın çevresinde bulunması halinde) yerlerine ilişkin verileri gösterir bilgiler 1/25000 ölçekli hâlihazır harita (çevre düzeni planı, nazım, uygulama imar planı, vaziyet planı veya plan değişikliği teklifleri, topografik harita) üzerine işlenerek kısaca açıklanması, jeoloji haritası ve depremsellik.

Şekil E.1. ÇED yönetmeliği ek-4 proje tanıtım dosyası formatı

EK-F



T.C.
ÇEVRE ve ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI
Çevresel Etki Değerlendirmesi, Izin ve Denetim Genel Müdürlüğü

T.C.
VALİLİĞİ
ÇEVRE ve ŞEHİRCİLİK İL MÜDÜRLÜĞÜ

Karar Tarihi :
Karar No :

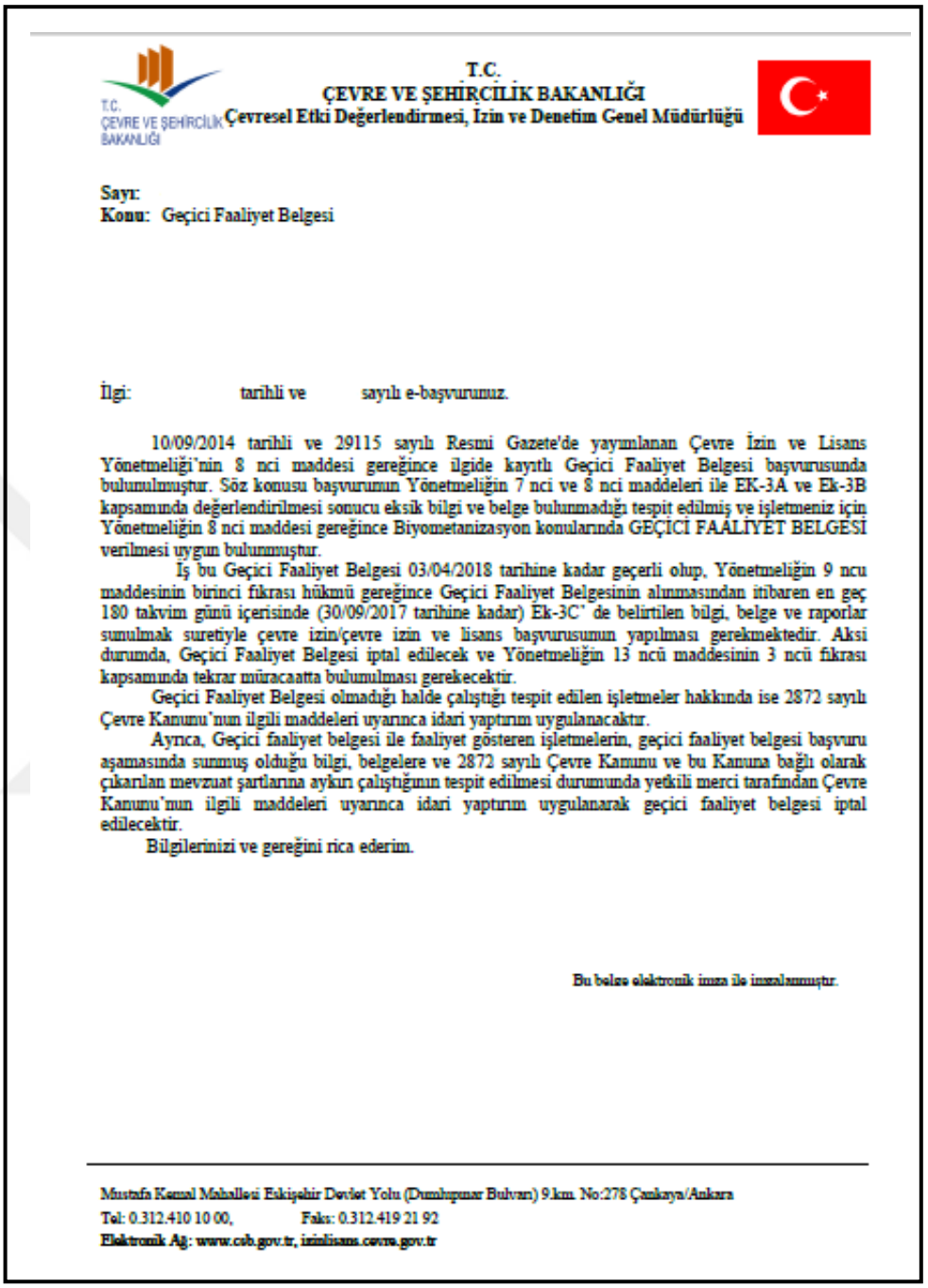
ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRME BELGESİ

25.11.2014 tarih ve 29186 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmış yönetmeliğe göre Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği'nin Ek-1/1 projesi ile ilgili
listesinde yer alan
olarak incelenip değerlendirme yapılmış ve Proje Tanıtım Dosyasında çevresel etkilere karşı alınması öngörülen önlemler yeterli görülmüştür. Ayrıca
ÇED Raporu hazırlanmasına gerek bulunmadığı tespit edilmiş olup, söz konusu projeye ÇED Yönetmeliğinin 17. Maddesi gereğince Valiliğimizce
Çevresel Etki Değerlendirmesi Gerekli Değildir" kararı verilmiştir.

Proje Sahibi :
Proje Yeri :
Kapsamı :

Şekil F.1. Çevresel etki değerlendirme belgesi formatı

EK-G



T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI
Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü

Sayı:
Konu: Geçici Faaliyet Belgesi

İlgi: tarihli ve sayılı e-başvurunuz.

10/09/2014 tarihli ve 29115 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği'nin 8 nci maddesi gereğince ilgide kayıtlı Geçici Faaliyet Belgesi başvurusunda bulunulmuştur. Söz konusu başvurunun Yönetmeliğin 7 nci ve 8 nci maddeleri ile EK-3A ve Ek-3B kapsamında değerlendirilmesi sonucu eksik bilgi ve belge bulunmadığı tespit edilmiş ve işletmeniz için Yönetmeliğin 8 nci maddesi gereğince Biyometanizasyon konularında GEÇİCİ FAALİYET BELGESİ verilmesi uygun bulunmuştur.

İş bu Geçici Faaliyet Belgesi 03/04/2018 tarihine kadar geçerli olup, Yönetmeliğin 9 ncu maddesinin birinci fıkrası hükmü gereğince Geçici Faaliyet Belgesinin alınmasından itibaren en geç 180 takvim günü içerisinde (30/09/2017 tarihine kadar) Ek-3C' de belirtilen bilgi, belge ve raporlar sunulmak suretiyle çevre izin/çevre izin ve lisans başvurusunun yapılması gerekmektedir. Aksi durumda, Geçici Faaliyet Belgesi iptal edilecek ve Yönetmeliğin 13 ncü maddesinin 3 ncü fıkrası kapsamında tekrar müracaatta bulunulması gerekecektir.

Geçici Faaliyet Belgesi olmadığı halde çalıştığı tespit edilen işletmeler hakkında ise 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun ilgili maddeleri uyarınca idari yaptırım uygulanacaktır.

Ayrıca, Geçici faaliyet belgesi ile faaliyet gösteren işletmelerin, geçici faaliyet belgesi başvuru aşamasında sunmuş olduğu bilgi, belgelere ve 2872 sayılı Çevre Kanunu ve bu Kanuna bağlı olarak çıkarılan mevzuat şartlarına aykırı çalıştığının tespit edilmesi durumunda yetkili merci tarafından Çevre Kanunu'nun ilgili maddeleri uyarınca idari yaptırım uygulanarak geçici faaliyet belgesi iptal edilecektir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Bu belge elektronik imza ile imzalanmıştır.

Mustafa Kemal Mahallesi Eskişehir Devlet Yolu (Dumlupınar Bulvarı) 9.km. No:278 Çankaya/Ankara
Tel: 0.312.410 10 00, Faks: 0.312.419 21 92
Elektronik Ağ: www.csb.gov.tr, izinlisans.cevre.gov.tr

Şekil G.1. Geçici faaliyet belgesi formatı

T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI
ÇED İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü

ÇEVRE İZİN VE LİSANS BELGESİ

Belge No	:	
Başlangıç Tarihi	:	09.07.2018
Bitiş Tarihi	:	09.07.2023
Tesis Adı	:	
Tesis Adresi	:	
İşletmenin Vergi Dairesi ve No	:	
Çevre İzin ve Lisans Konusu	:	Biyobozunur Atık İşleme -Biyometanizasyon

Yukarıda adı ve açık adresi belirtilen tesise Çevre İzni ve Lisans Yönetmenliği kapsamında ÇEVRE İZİN VE LİSANS BELGESİ verilmiş olup tarihli ve sayılı yazı ile birlikte geçerlidir. Ayrı kullanılmaz.

e-imzalıdır

Bakan a.
Genel Müdür

5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu gereği bu belge elektronik imza ile imzalanmıştır.

Şekil H.1. Çevre izin ve lisans belgesi formatı

EK-K

Tablo K.1. Mekanik ayırma, biyokurutma ve biyometanizasyon tesisleri ile fermente ürün yönetimi tebliği ek-2 sıvı fermente ürün kriterleri

	EK-2
SIVI FERMENTE ÜRÜN KALİTE KRİTERLERİ	

Parametre	**Sınır Düzeyi**
Organik Madde İçeriği	Kuru madde kütle bazında > % 30
Kararlılık	Aşağıdaki üç kararlılık kriterlerinden en az birini karşılar: • < 50 mmol O_2/kg organik madde / saat respirometrik indeksi. • < 1.500 mg/l toplam asetik asit eşdeğeri organik asit • Maksimum 0,25 l/g uçucu katı madde kalıntı biyogaz potansiyeli.
Patojenler	25 g numunede Salmonella spp. bulunmaması E. coli 1000 CFU/g taze fermente ürün
Ot Tohumları & Bitkilerin Üremesini Sağlayan Yapı	2 Canlı ot tohumu/ 1 Lt fermente ürün
Yabancı Maddeler	Yabancı Madde (Cam, metal, plastik ve benzeribiyobozunur olmayan) < % 0,5 kuru madde bazında
Ağır metaller ve kalıcı organik bileşikler (Kuru ağırlık bazında mg/kg)	Cd 1,5 Cr 100 Cu 200 Hg 1 Ni 50 Pb 120 Zn 600 PAH16* 6

EK-L

Tablo L.1. Mekanik ayırma, biyokurutma ve biyometanizasyon tesisleri ile fermente ürün yönetimi tebliği ek-3 katı fermente ürün kriterleri

			EK-3
KATI FERMENTE ÜRÜN KALİTE KRİTERLERİ			
Parametre	**Değer**		
pH	5,5 – 8,5		
Hijyen değeri	Kesintisiz olarak 55 °C'de 2 hafta veya, 60 °C'de 1 hafta veya, 65 °C'de 5 gün veya, 70 °C'de 1 saat, işlem görmüş olacaktır.		
	Patojenler		
	Toplam Bakteri	$1x10^3$ kob/g veya kob/ml	
	Enterobactericea grubu bakteriler	< 3cfu/ml	
	Mycobacterium spp	Yok (25 g veya ml)	
	Toplam maya ve küf	$1<10^4$ kob/gr-ml	
	Salmonella spp	Yok (25 g veya ml)	
	Staphylococcus aureus	Yok (25 g veya ml)	
	Bacillus cereus	Yok (25 g veya ml)	
	Bacillus anthracis	Yok (25 g veya ml)	
	Clostridium spp	<2 kob/g veya kob/ml	
	Clostridium perfiringens	Yok	
	Listeria spp	Yok	
	Staphylococcal Enterotoksin	Yok	
	E.coli	Yok	
	E.coli	0157 Yok	
İz elementler	**Parametre**	**ppm (mg/kg kuru madde)**	
	Arsenik (As)	20	
	Kadmiyum (Cd)	3	
	Krom (Cr)	350	
	Bakır (Cu)	450	
	Cıva (Hg)	5	
	Nikel (Ni)	120	
	Kurşun (Pb)	150	
	Çinko (Zn)	1100	
	Kalay (Sn)	10	
Nem İçeriği	< % 30		
Karbon/Azot Oranı (C/N)	10-30		
Organik Madde (kuru madde içerisinde)	> %35		
Mineral iyonlar halindeki tuzlar	< 10dS/cm		
Biyobozunur Olmayan Yabancı Madde İçeriği (Kuru Ağırlık Olarak)	< % 2		
Yabani ot değeri	< 5 adet/lt		
10 mm'lik elekten ürünün % 90'ı geçecektir.			
Plastik madde ya da diğer mevcut muhtemelen geri dönüşümü olmayan madde parçacıklarının büyüklüğü 10 mm'yi geçmeyecektir.			

EK-M

Tablo M.1. Mekanik ayırma, biyokurutma ve biyometanizasyon tesisleri ile fermente ürün yönetimi tebliği ek-4 kararlılık göstergeleri

	EK-4
KARARLILIK GÖSTERGELERİ	

Grup (A) Testler: CO_2 Oluşum ve Solunum, O_2 ihtiyacı, Dewar Testlerini içerir. Ürünlerin piyasaya arzı için kararlılık özelliklerini sağlaması zorunludur.

	Birim			KARARLILIK
Oksijen Tüketim Hızı (OUR) Testi	mg O_2 / gr OM /saat			< 0,4
CO_2 Oluşum Oranı	mg CO_2-C / gr OM /gün			< 2
Dewar Testi	Sıcaklık Sınıfı			V
	Dewar İndeksi:			
	Sıcaklık Yükselmesi	Sınıf	Stabilite Tanımlaması	
	0-10 °C	V	Tamamen stabil kompost, depolanabilir	
Solvita Testi	İndeks Değeri			7 - 8

*OM: Organik Madde

Tablo N.1. 2019 yılı nihai YEK listesi

	Lisans No	Lisans Sahibi Tüzel Kişi	Tesis Adı	Kaynak Türü	Tesis Tipi [1]	Kurulu Gücü (MWe) [2]	Lisansa Derç Edilen Yıllık Üretim Miktarı (kWh) [3]	İşletmeye Giriş Tarihi [4]
1	EÜ/5763-10/03337	2M ELEKTRİK ÜRETİM SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Trabzon Rize Çöp Gazı Santrali	Biyokütle	Çöp Gazı	4,239	29.673.000,00	25/10/2015
2	EÜ/6052-13/03417	AFYON BİYOGAZ ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Afyon-1 Biyogaz Santrali	Biyokütle	Hayvansal Atık	8,4	58.800.000,00	29/07/2016
3	EÜ/4120-1/2469	AFYON ENERJİ VE GÜBRE ÜRETİM TİCARET VE SANAYİ ANONİM ŞİRKETİ	Afyon Biyogaz Santrali	Biyokütle	Bitkisel ve Hayvansal Atık	4,017	28.119.000,00	24/10/2014
4	EÜ/5430-3/03223	AGMAN OVACIK BİYOKÜTLE ENERJİ ANONİM ŞİRKETİ	Ovacık Biyogaz Enerji Santrali	Biyokütle	Hayvansal Atık	4,8	33.600.000,00	28/10/2015
5	EÜ/7291-3/03758	AHİ SULUOVA BİYOGAZ ENERJİ ÜRETİMİ SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Ahi Suluova Biyogaz Tesisleri	Biyokütle	Tarımsal Atık	1,067	46.459.000,00	25/10/2018
6	EÜ/7775-1/03890	AKARE BİYOKÜTLE ENERJİ ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Düzce Biyokütle Enerji Üretim Tesisi	Biyokütle	Tarımsal Atık	2	84.000.000,00	27/10/2018
7	EÜ/6294-3/03501	AKINCI ELEKTRİK ÜRETİM ENERJİ SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Akıncı Enerji Sandıklı Biyogaz Tesisi	Biyokütle	Hayvansal Atık	1,4	9.800.000,00	21/10/2016
8	EÜ/4315-2/02577	ALBE DOĞALGAZ DAĞITIM VE ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Albe-I Biyogaz Santrali	Biyokütle	Hayvansal Atık	3,017	21.119.000,00	24/10/2014
9	EÜ/8140-5/04093	AREL ÇEVRE YATIRIMLARI ENERJİ VE ELEKTRİK ÜRETİMİ ANONİM ŞİRKETİ	Arel Enerji Menteşe Biyokütle Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	2,4	16.800.000,00	26/10/2018
10	EÜ/8140-6/04092	AREL ÇEVRE YATIRIMLARI ENERJİ VE ELEKTRİK ÜRETİMİ ANONİM ŞİRKETİ	Arel Enerji Fethiye Biyokütle Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	2,82	19.740.000,00	26/10/2018

Tablo N.1. (Devam) 2019 yılı nihai YEK listesi

11	EÜ/8140-4/04094	AREL ÇEVRE YATIRIMLARI ENERJİ VE ELEKTRİK ÜRETİMİ ANONİM ŞİRKETİ	Arel Enerji Marmaris Biyokütle Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	1,41	19.740.000,00	29/10/2018
12	EÜ/4291-1/02544	AREL ÇEVRE YATIRIMLARI ENERJİ VE ELEKTRİK ÜRETİMİ ANONİM ŞİRKETİ	Arel Enerji Manavgat Biyokütle Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	3,6	25.200.000,00	21/06/2013
13	EÜ/3648-19/2218	AREL ÇEVRE YATIRIMLARI ENERJİ VE ELEKTRİK ÜRETİMİ ANONİM ŞİRKETİ	Arel Enerji Biyokütle Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	2,4	26.670.000,00	25/05/2012
14	EÜ/6448-15/03553	AREL YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİ VE ELEKTRİK ÜRETİMİ LİMİTED ŞİRKETİ	Arel Yenilenebilir Enerji Isparta Biyokütle Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	2,826	19.740.000,00	01/10/2016
15	EÜ/8067-1/04054	ARF BİO YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	ARF Ödemiş Biogaz Üretim Tesisi	Biyokütle	Hayvansal Atık	0,6	34.076.000,00	26/10/2018
16	EÜ/8067-3/04049	AS KOÇ ENERJİ TARIM HAYVANCILIK GIDA İNŞ. SAN. VE TİC. A.Ş.	AS KOÇ BİYOGAZ TESİSİ	Biyokütle	Hayvansal Atık	1,067	29.876.000,00	13/10/2018
17	EÜ/6571/03585	ATLAS İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	Atlas İnşaat Osmaniye Çöp Gazı Elektrik Üretim T.	Biyokütle	Çöp Gazı	3,12	21.840.000,00	31/10/2016
18	EÜ/7924-11/03971	ATLAS İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	ATLAS İNŞAAT BURDUR ÇÖP GAZI ELEKTRİK ÜRETİM TESİS	Biyokütle	Çöp Gazı	1,511	10.577.000,00	29/10/2018
19	EÜ/8103-14/04079	ATLAS İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	Atlas İnşaat Edirne Çöp Gazı Elektrik Üretim Tesis	Biyokütle	Çöp Gazı	1,56	10.920.000,00	27/10/2018
20	EÜ/8140-3/04089	ATLAS İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	Atlas İnşaat Burdur Biyogaz Tesisi	Biyokütle	Hayvansal Atık	1,506	21.084.000,00	29/10/2018
21	EÜ/6550-1/03580	ATYA ELEKTRİK ENERJİ ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Hatay Gökçegöz Çöp Santrali	Biyokütle	Çöp Gazı	7,065	39.564.000,00	28/10/2016

Tablo N.1. (Devam) 2019 yılı nihai YEK listesi

22	EÜ/2837-2/1726	BEREKET ENERJİ ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Kumkısık Lfg Santrali	Biyokütle	Çöp Gazı	0,635	5.080.000,00	17/06/2012
23	EÜ/8140-7/04095	BEÜAŞ ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Ceylanpınar Biyokütle Enerji Santralı	Biyokütle	Hayvansal Atık	0,45	18.676.000,00	30.10.2018
24	EÜ/7408-1/03780	BİENTAŞ MADENCİLİK İNŞAAT ENERJİ PETROL ANONİM ŞİRKETİ	Bientaş Akşehir Elektrik Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	0,8	5.600.000,00	26/09/2018
25	EÜ/7408-4/03781	BİENTAŞ MADENCİLİK İNŞAAT ENERJİ PETROL ANONİM ŞİRKETİ	Bientaş Erzurum Elektrik Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	2,4	16.800.000,00	28/06/2018
26	EÜ/8067-2/04044	BİENTAŞ MADENCİLİK İNŞAAT ENERJİ PETROL ANONİM ŞİRKETİ	Bientaş Kaşınhanı Elektrik Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	7,8	65.520.000,00	11/10/2018
27	EÜ/5727-1/03328	BİOSUN PAMUKOVA KATI ATIK İŞLEME ENERJİ VE ÇEVRE SANAYİ TİC.ANONİM ŞİRKETİ	Pamukova Biyogaz Santralı	Biyokütle	Çöp Gazı	1,4	9.670.000,00	05/05/2012
28	EÜ/5275/03132	BOĞAZKÖY ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	Amasya Çöp Gaz Elektrik Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	1,837	12.859.000,00	29/10/2014
29	EÜ/8153-1/04113	CAN ÇEVRE YATIRIMLARI ENERJİ VE ELEKTRİK ÜRETİMİ ANONİM ŞİRKETİ	Iğdır Biyokütle Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	1,2	8.400.000,00	30/10/2018
30	EÜ/2219-1/1541	CEV ENERJİ ÜRETİM SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Katı atık Depolama Alanı	Biyokütle	Çöp Gazı	5,655	48.859.000,00	24/08/2011
31	EÜ/2600-4/1638	CEV MARMARA ENERJİ ÜRETİM SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	Bolu Çöp Biyogaz Projesi	Biyokütle	Çöp Gazı	1,131	8.143.200,00	26/08/2011
32	EÜ/8081/04041	DE SOLAR 7 ENERJİ ÜRETİM LİMİTED ŞİRKETİ	De Solar 7 BES	Biyokütle	Hayvansal Atık	3,201	22.407.000,00	26/10/2018

Tablo N.1. (Devam) 2019 yılı nihai YEK listesi

33	EÜ/8082-1/04061	DEBA ENERJİ ÜRETİM SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Burak-1 Biyokütle Elektrik Santrali	Biyokütle	Tarımsal Atık	15,25	106.750.000,00	26/10/2018
34	EÜ/3490-18/2142	DERİN ENERJİ ÜRETİM SANAYİ VE TİC.LTD.ŞTİ.	Beypazarı Biyogaz Tesisi	Biyokütle	Hayvansal Atık	0,793	16.665.600,00	31/10/2014
35	EÜ/7269-9/03744	DOĞAL ENERJİ HİZMETLERİ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	Doğal Enerji Biyokütle Enerji Santrali	Biyokütle	Tarımsal ve Hayvansal Atık	5,2	36.400.000,00	31/10/2017
36	EÜ/6550-3/03581	DOĞU STAR ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Malatya-1 Çöp Gaz Elektrik Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	2,4	16.800.000,00	28/10/2016
37	EÜ/4052-25/2447	EFELER BİYOGAZ ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.	Senkron Efeler Biyogaz Santrali	Biyokütle	Tarımsal ve Hayvansal Atık	3,6	33.600.000,00	31/10/2013
38	EÜ/1770-3/1263	EKOLOJİK ENERJİ ANONİM ŞİRKETİ	Karatepe Katı Atık Bertaraf Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı ve Çöp	2,262	59.444.000,00	14/10/2018
39	EÜ/5228-2/03114	ENFAŞ ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Karacabey 2 Biyogaz Tesisi	Biyokütle	Tarımsal ve Hayvansal Atık	6,402	44.814.000,00	25/10/2014
40	EÜ/4325-26/02587	ENFAŞ ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Aksaray OSB Biyogaz Tesisi	Biyokütle	Tarımsal ve Hayvansal Atık	6,402	44.814.000,00	28/08/2013
41	EÜ/6458-29/03555	ENFAŞ ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Tire Biyogaz Tesisi	Biyokütle	Tarımsal ve Hayvansal Atık	4,8	29.876.000,00	14/10/2016
42	EÜ/7472/03800	ERA ÇEVRE TEKNOLOJİLERİ ANONİM ŞİRKETİ	ERA Erzincan Biyokütle Santralı	Biyokütle	Lastik Atığı	7,04	49.280.000,00	11/05/2014
43	EÜ/7976-1/03988	ERKAR YENİLENEBİLİR ENERJİ ANONİM ŞİRKETİ	Erkar Enerji Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	1,56	10.920.000,00	17/10/2018
44	EÜ/5842-1/03367	FULL FORCE ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM SANAYİ TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	Şanlıurfa Biyokütle Enerji Santrali	Biyokütle	Çöp Gazı	6,24	43.680.000,00	31/10/2015
45	EÜ/8140-10/04086	GAZİBEL HİZMET MÜŞAVİRLİK İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Oğuzeli BES	Biyokütle	Hayvansal Atık	0,998	6.986.000,00	31/10/2018
46	EÜ/4309-2/02567	GÖNEN YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİM ANONİM	Gönen Biyogaz Tesisi	Biyokütle	Hayvansal Atık	3,621	25.347.000,00	26/02/2014

Tablo N.1. (Devam) 2019 yılı nihai YEK listesi

		ŞİRKETİ						
47	EÜ/7976-3/03986	GÜRES TAVUKÇULUK ÜRETİM PAZ.VE TİC.AŞ.	Güres Biyokütle Enerji Santrali	Biyokütle	Hayvansal Atık	2,3	16.100.000,00	27/10/2018
48	EÜ/4220-14/2521	HAYAT ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Hayat Biyokütle Projesi	Biyokütle	Orman Atığı	0,955	6.685.000,00	16/01/2015
49	EÜ/3354-6/2038	HER ENERJİ VE ÇEVRE TEKNOLOJİLERİ ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Her Enerji Kayseri Katı Atık Depo Sahası Biyogaz otoprodüktör Santrali	Biyokütle	Çöp Gazı	5,782	35.000.000,00	01/11/2011
50	EÜ/2415-3/1591	ITC ADANA ENERJİ ÜRETİM SAN. VE TİC.A.Ş	ITC Adana Enerji Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	15,565	108.955.000,00	06/10/2011
51	EÜ/8103-15/04075	ITC ALANYA ENERJİ ÜRETİM KATI ATIK JEOTERMAL KAYNAKLAR PETROL VE DOĞALGAZ MADENCİLİK NAKLİYE SANAYİ VE TİCERET ANONİM ŞİRKETİ	ITC Yumru Enerji Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	2,83	19.810.000,00	20/10/2018
52	EÜ/6956-3/03659	ITC ANTALYA ENERJİ ÜRETİM SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	ITC Antalya Biyokütle Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	22,64	198.100.000,00	13/10/2017
53	EÜ/3519-39/2166	ITC BURSA ENERJİ ÜRETİM SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	ITC Bursa Hamitler Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	9,8	85.848.000,00	07/09/2012
54	EÜ/5042-1/03009	ITC-KA ENERJİ ÜRETİM SAN.VE TİC.A.Ş.	ITC Aksaray Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	1,415	9.905.000,00	17/06/2014
55	EÜ/5886-3/03391	ITC-KA ENERJİ ÜRETİM SAN.VE TİC.A.Ş.	ITC-KA Elazığ Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	2,83	15.848.000,00	30/12/2015
56	EÜ/4340/02583	ITC-KA ENERJİ ÜRETİM SAN.VE TİC.A.Ş.	ITC-KA Biyokütle Gazlaştırma Tesisi	Biyokütle	Diğer Atık	10,85	75.950.000,00	27/02/2014
57	EÜ/3127-43/1896	ITC-KA ENERJİ ÜRETİM SAN.VE TİC.A.Ş.	Aslım Enerji Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	5,66	44.224.000,00	21/10/2011

Tablo N.1. (Devam) 2019 yılı nihai YEK listesi

58	EÜ/7290-1/03746	ITC-KA ENERJİ ÜRETİM SAN.VE TİC.A.Ş.	ITC-KA Yozgat Enerji Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	1,415	9.905.000,00	08/02/2018
59	EÜ/6387-1/03537	ITC-KA ENERJİ ÜRETİM SAN.VE TİC.A.Ş.	Itc-Ka Çarşamba Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	1,415	7.924.000,00	08/09/2016
60	EÜ/1845-30/1324	ITC-KA ENERJİ ÜRETİM SAN.VE TİC.A.Ş.	Sincan Çadırtepe Biyokütle Enerji Sanrali	Biyokütle	Çöp Gazı	28,32	198.240.000,00	08/04/2011
61	EÜ/3640-6/2212	İZAYDAŞ İZMİT ATIK VE ART.ARITMA YAK.VE DEĞER.A.Ş.	İzaydaş Biyogaz Enerji Ürt. Tes. Biyokütle Projesi	Biyokütle	Diğer Atık	0,33	2.640.000,00	31/10/2012
62	EÜ/3712-6/2265	KALEMİRLER ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM LİMİTED ŞİRKETİ	Sezer Bio Enerji Biyogaz Tesisi Biyokütle Projesi	Biyokütle	Hayvansal Atık	0,5	3.500.000,00	17/08/2012
63	EÜ/3925-1/2380	KARAMAN YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Karaman Biyogaz Tesisi	Biyokütle	Hayvansal Atık	1,414	9.898.000,00	29/10/2015
64	EÜ/4052-34/2448	KARMA GIDA YATIRIM SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Karma 1 BES	Biyokütle	Tarımsal Atık	1,487	10.409.000,00	16/02/2013
65	EÜ/7907-1/03950	KARTEKS GERİ DÖNÜŞÜM ENERJİ SANAYİ VE DIŞ TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	Kar Elektrik Üretim Santrali	Biyokütle	Diğer Atık	6	42.000.000,00	31/10/2018
66	EÜ/7408-5/03778	KARTEPE ENDÜSTRİYEL GERİ DÖNÜŞÜM SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Kartepe Biyokütle-Piroliz Sıvısı ve Gazı Enerji Sa	Biyokütle	Lastik Atığı	1,5	10.500.000,00	29/10/2017
67	EÜ/7064-1/03679	KİPAŞ KAĞIT SANAYİ İŞL. ANONİM ŞİRKETİ	Kipaş Kağıt Biyokütle Enerji Üretim Tesisi	Biyokütle	Diğer Atık	1,2	8.400.000,00	19/10/2017
68	EÜ/6104-2/03441	KONYA SUKİ ENERJİ YATIRIM SAN.VE TİC. A.Ş.	Konya Atıksu Arıtma Tesisi Elektrik Santrali	Biyokütle	Diğer Atık	2,436	18.350.000,00	19/09/2013
69	EÜ/5821-2/03347	KÖRFEZ ENERJİ SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Dilovası Çöp Biyogaz Santrali	Biyokütle	Çöp Gazı	2,126	14.882.000,00	24/10/2015

Tablo N.1. (Devam) 2019 yılı nihai YEK listesi

70	EÜ/3446-7/2093	KÖRFEZ ENERJİ SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Kocaeli Çöp Biyogaz Santrali	Biyokütle	Çöp Gazı	6,508	45.556.000,00	02/03/2012
71	EÜ/6493-11/03573	MAS 1 YENİLENEBİLİR ENERJİ VE ELEKTRİK ÜRETİMİ SANAYİ TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Mas 1 Yenilenebilir Enerji Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	2,395	16.765.000,00	22/10/2016
72	EÜ/8103-10/04076	MAVİBAYRAK DOĞU ENERJİ ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Mavibayrak Doğu Biyokütle Enerji Santrali	Biyokütle	Tarımsal Atık	12	84.000.000,00	30/10/2018
73	EÜ/6307-9/03508	MAVİBAYRAK ENERJİ ÜRETİM A.Ş.	Mavibayrak-1 Biyokütle Enerji Santrali	Biyokütle	Tarımsal Atık	12	168.000.000,00	21/10/2017
74	EÜ/7167-2/03699	MENDEZ ENERJİ ÜRETİM VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Nisa BES	Biyokütle	Orman Atığı	5,482	38.374.000,00	09/10/2017
75	EÜ/7238/03726	MİM SANAYİ KAZANLARI ENERJİ ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Malatya Çöp Gazlaştırma-Yakma Tesisi	Biyokütle	Diğer Atık	4	28.000.000,00	31/10/2017
76	EÜ/5060-5/03043	MODERN BİYOKÜTLE ENERJİSİ ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Modern Biyokütle Enerji Santrali (MOBES)	Biyokütle	Diğer Atık	6	41.300.000,00	30/09/2014
77	EÜ/7685-4/03855	MODERN ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Orman Kaynaklı Yan Ürünlerden Enerji Üretim Tesisi	Biyokütle	Orman Atığı	27,6	193.421.000,00	12/03/2015
78	EÜ/6493-12/03572	MUTLULAR ENERJİ SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	Mutlular Enerji	Biyokütle	Orman Atığı	30	210.000.000,00	28/10/2016
79	EÜ/5832-1/03354	NOV ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Sivas Çöp Gaz Elektrik Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	2,82	19.782.000,00	24/10/2015
80	EÜ/5896/03387	NOVTEK ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	İskenderun Çöp Gaz Elektrik Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	4,233	29.673.000,00	18/12/2015
81	EÜ/8115-1/04065	NOVTEK ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	İnegöl Çöp Gaz Elektrik Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	2,4	16.800.000,00	30/10/2018

Tablo N.1. (Devam) 2019 yılı nihai YEK listesi

82	EÜ/7189-1/03708	OLTAN VE KÖLEOĞLU ELEKTRİK VE ENERJİ ÜRETİMİ TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Çorum-Mecitözü BES	Biyokütle	Tarımsal Atık	5	35.000.000,00	17/10/2017
83	EÜ/1352-2/979	ORTADOĞU ENERJİ SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Odayeri Çöp Gazı Santralı	Biyokütle	Çöp Gazı	33,807	236.649.000,00	24/02/2010
84	EÜ/1352-1/978	ORTADOĞU ENERJİ SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Kömürcüoda Çöp Gazı Santralı	Biyokütle	Çöp Gazı	14,15	118.860.000,00	16/10/2012
85	EÜ/6458-28/03556	ÖZTÜRK ENERJİ ANONİM ŞİRKETİ	Maraş Biokütle Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	4,8	33.600.000,00	21/10/2016
86	EÜ/5832-3/03355	PAKMİL ENERJİ VE ELEKTRİK ÜRETİM TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	Pakmil Biyokütle Santrali	Biyokütle	Tarımsal Atık	1,763	12.341.000,00	27/10/2015
87	EÜ/7303-1/03759	PİR ENERJİ ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Pir Enerji Üretim Tesisi	Biyokütle	Lastik Atığı	4,262	44.750.000,00	31/10/2017
88	EÜ/4325-1/02588	POLRES ELEKTRİK ÜRETİM İNŞAAT TARIM HAYVANCILIK SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Polatlı BES	Biyokütle	Hayvansal Atık	1,471	10.297.000,00	24/10/2014
89	EÜ/8115-4/04074	SAKARYA ENTEGRE KATI ATIK YÖNETİMİ ANONİM ŞİRKETİ	Sakarya Düzenli Depolama Depo Gazı Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	4,68	32.760.000,00	30/10/2018
90	EÜ/3224-1/1953	SAMSUN AVDAN ENERJİ ÜRETİM VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Samsun Avdan Biyogaz Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	8,4	58.800.000,00	09/03/2012
91	EÜ/7033-2/03667	SELEDA BİYOGAZ ENERJİ SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Kumrular Biyogaz Santralı	Biyokütle	Hayvansal Atık	4,268	29.876.000,00	05/10/2017
92	EÜ/3474-3/2111	SİGMA ELEKTRİK ÜRETİM MÜHENDİSLİK VE PAZARLAMA LİMİTED ŞİRKETİ	Sigma Suluova Biyogaz Tesisi	Biyokütle	Hayvansal Atık	1	14.000.000,00	20/10/2014

Tablo N.1. (Devam) 2019 yılı nihai YEK listesi

93	EÜ/8082-2/04058	SOWA ENERJİ SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	Kastamonu Çöp Gaz Elektrik Üretim Tesisi	Biyokütle	Çöp Gazı	1,56	10.920.000,00	29/10/2018
94	EÜ/4165-17/2492	TELKO ENERJİ ÜRETİMİ TURİZM İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	EDİNCİK BES	Biyokütle	Hayvansal Atık	2,126	14.938.000,00	12/06/2014
95	EÜ/7291-2/03752	TİRE BİYOGAZ ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ	Tire Biyogaz Elektrik Santrali	Biyokütle	Tarımsal ve Hayvansal Atık	1,2	33.600.000,00	31/10/2017
96	EÜ/7408-2/03779	VESMEC MAKİNA SANAYİ MÜMESSİLLİK DANIŞMANLIK VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	Vesmec Kırk Kab 1 Çöp Biyogaz Santrali	Biyokütle	Çöp Gazı	1,2	8.294.400,00	31/10/2017
97	EÜ/8151-4/04110	YAPILCAN ENERJİ YATIRIM SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Aksaray Yapılcan Bes	Biyokütle	Hayvansal Atık	1,2	8.400.000,00	29/10/2018
98	EÜ/7397-3/03777	YAPILCANLAR TOHUMCULUK HAYVANCILIK SAN.TİC.LTD.ŞTİ.	Yapılcanlar2 BES	Biyokütle	Tarımsal ve Hayvansal Atık	1,067	7.469.000,00	28/10/2017
99	EÜ/4054/2449	ZARİF ENERJİ ÜRETİM SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Kırıkkale Çöp Gazı Santrali Biyokütle Projesi	Biyokütle	Çöp Gazı	1,003	7.021.000,00	23/04/2013
100	EÜ/5741-4/03330	ZEUS ENERJİ SANAYİ TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	Zeus Biyokütle Enerjisine Dayalı Elek. Ürt. Tesisi	Biyokütle	Orman Atığı	12	84.000.000,00	22/10/2016

[1] Kaynak türüne göre tesis tipleri yazılacaktır (Örneğin; hidrolik kaynaklar için nehir tipi, kanal tipi, rezervuarlı, pompaj depolamalı; güneş için fotovoltaik veya yoğunlaştırmalı; biyokütle için çöp gazı, hayvansal atık ve benzeri).

[2] YEKDEM'e başvurduğu tarihte işletmede olan elektriksel kurulu güç değeridir.

[3] Elektrik piyasasına ilişkin ilgili mevzuat hükümleri çerçevesinde lisansa derç edilen yıllık üretim miktarıdır (kWh).

[4] Lisansa derç edilen ilk kurulu gücün tamamının işletmeye girdiği geçici kabul tarihidir. Ancak üretim lisansı sahibi tüzel kişinin lisansına derç edilen ilk kurulu gücün tamamı işletmeye girmeden YEKDEM'e katılması halinde, işletmeye giren kurulu güce ilişkin kısmi geçici kabul tarihidir. Bu kapsama giren tüzel kişiler için ilgili yere "kısmi" ibaresi yazılır.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

[1] Çağman S., Çoban V., **Yiğit D.,** Biyogaz/Biyometanizasyon Tesislerinin Çevre Kanunundaki Yeri, *International Conference on Energy Research*, Alanya, Türkiye, 31 Ekim - 2 Kasım 2018.

ÖZGEÇMİŞ

Duygu YİĞİT 1991'de Kocaeli'nde doğdu. Lise öğrenimini Gölcük Atatürk Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2010 yılında kayıt olduğu Kocaeli Üniversitesi'nin Çevre Mühendisliği Bölümü'nden 2015 yılında mezun oldu. 2017 yılı içinde Kocaeli Üniversitesi'nin Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Yüksek lisans eğitiminde Biyogaz/Biyometanizasyon tesislerinin lisanslandırılması konusunda çalışmaları bulunmaktadır.