



**TEKİRDAĞ İLİNDE BİYOGAZDAN ELEKTRİK
ÜRETİM TESİSİNE YÖNELİK
FİZİBİLİTE ÇALIŞMASI
(TR21/14/DFD/0003 NUMARALI PROJE)**

SONUÇ RAPORU



NİSAN 2015

İÇİNDEKİLER

1	GİRİŞ	11
1.1	Projenin Çıkış Noktası	11
1.2	Projenin Amacı	12
1.3	Projenin Kapsamı.....	12
2	YASAL ÇERÇEVE	13
2.1	Biyogazla İlişkili Mevzuat.....	13
2.2	Atık Mevzuatı	14
2.2.1	Çevre Kanunu.....	14
2.2.2	Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği	15
2.2.3	Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik	16
2.2.4	Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik.....	16
2.3	Enerji Mevzuatı	17
2.3.1	Yenilenebilir Enerji Kanunu	17
2.4	Tarım Mevzuatı	18
2.4.1	Organik Gübre Yönetmeliği.....	19
2.4.2	İnsan Tüketimi Amacıyla Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünler Yönetmeliği	19
2.4.3	Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği	20
2.4.4	Kokuya Sebep Olan Emisyonların Kontrolü Yönetmeliği.....	20
2.5	Avrupa Birliği Mevzuatları ile Uyumluluk	21
3	HAYVANCILIKTA MEVCUT DURUM	23
3.1	Hayvancılık Sektörü	23
3.2	Türkiye’de ve Dünyada Hayvancılık.....	23
3.2.1	Büyükbaş Hayvancılık	23
3.2.2	Küçükbaş Hayvancılık	24
3.2.3	Kümes Hayvancılığı	24
3.3	Trakya Bölgesinde Hayvancılık	25
3.4	Tekirdağ İlinde Hayvancılık	26
4	HAYVANSAL ATIKLAR	27
4.1	Hayvan Atıkları	27
4.2	Hayvan Atıklarının Tanımı	27

4.3	Çevresel Etkileri	28
4.4	Atıkların Yönetimi.....	29
5	BİYOĞAZ TESİSLERİ VE GAZ KULLANIM ALTERNATİFLERİ.....	31
5.1	Türkiye'deki Mevcut Biyogaz Tesislerine Genel Bakış	31
5.2	Biyogaz Kullanım Alternatifleri	33
5.2.1	Bölgesel Gaz Kullanımı	33
5.2.2	Elektrik Üretimi.....	33
5.2.3	Boru Hattına Vermek	35
6	TEKİRDAĞ İLİ HAYVAN SAYILARI	36
6.1	Tekirdağ'daki Mevcut Hayvan Sayıları.....	36
7	HAYVANSAL ATIK OLUŞUMU	38
7.1	Hayvan Başı Atık Oluşumu	38
7.2	Tekirdağ İlının Toplam Atık Potansiyeli	39
7.3	Erişilebilir Atık Miktarı	39
8	SAHA VE LABORATUAR ÇALIŞMALARI.....	42
8.1	Saha Çalışmaları	42
8.2	Laboratuvar Çalışmaları	44
8.3	Laboratuvar Analiz Sonuçları	48
8.3.1	KM ve UKM Analiz Sonuçları	48
8.3.2	Biyogaz Potansiyeli Sonuçları	48
8.3.3	Metan İçerikleri	50
9	TEKİRDAĞ İLİ BİYOĞAZ POTANSİYELİ	51
9.1	Temel Parametre Kabulleri.....	51
9.2	Toplam KM ve UKM Miktarları	51
9.3	Hayvansal Biyogaz Üretim Potansiyeli	52
9.4	Enerji Üretim Potansiyeli	53
10	İLÇE BAZLI DEĞERLENDİRME VE KONUM ANALİZİ	55
10.1	İlçe Bazlı Hayvan Sayıları	55
10.2	İlçe Bazlı Erişilebilir Atık Miktarı.....	55
10.3	İlçe Bazlı Hayvansal Biyogaz Potansiyeli	56
10.4	Konum Analizi.....	58
10.5	Atıkların Nakliyesi ve Önerilen Taşıma Mesafeleri	59
10.6	İlçe Bazında Tesis Potansiyelleri	60
11	TEKNİK DEĞERLENDİRME.....	62

11.1	Biyogaz Prosesi	62
11.2	Uygulama Tekniği	62
12	MALİ ANALİZ	65
12.1	Yatırım Maliyetleri	65
12.2	İşletme Maliyetleri	65
12.3	Gelirler ve Ek Faydalar	66
12.3.1	Elektrik Enerjisi Geliri	66
12.3.2	Organik Gübre Geliri	67
12.4	Malkara Biyogaz Tesisi Mali Analizi	69
12.5	Hayrabolu Biyogaz Tesisi Mali Analizi	71
12.6	Tekirdağ Merkez Biyogaz Tesisisi Mali Analizi	73
13	SONUÇ	76
14	KAYNAKÇA	78
15	EKLER	81

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1 Biyogazla İlişkili Yürürlükteki Mevzuat	13
Tablo 3.1 Tekirdağ İl Geneli Arazi Kullanım Durumu.....	26
Tablo 4.1 Hayvan Atıklarının Anaerobik Dekompozisyonu Sonucunda Ortaya Çıkan Bileşikler (Anonymous, 2003)	29
Tablo 5.1 Sektörlere göre biyogaz tesislerinin dağılımı, durumları ve toplam kurulum kapasiteleri	31
Tablo 5.2 Biyogaz Kullanımı Seçeneklerinin Teknik Fizibilitesi Özeti	35
Tablo 6.1 Tekirdağ Büyükbaş Hayvan Sayıları (2013).....	36
Tablo 6.2 Tekirdağ Küçükbaş Hayvan Sayıları (2013).....	36
Tablo 6.3 Tekirdağ Kanatlı Hayvan Sayıları (2013).....	37
Tablo 6.4 Tekirdağ Tek Tırnaklı Hayvan Sayıları (2013)	37
Tablo 7.1 Birim Atık Oluşum Kabulleri	38
Tablo 7.2 Tekirdağ İli Toplam Hayvansal Atık Oluşumu	39
Tablo 7.3 Hayvan Türüne Göre Toplanabilir Dışkı Oranları.....	40
Tablo 7.4 Erişilebilir Atık Miktarı	40
Tablo 8.1 Ziyaret Edilen İşletmeler.....	42
Tablo 8.2 Analize Esas Nihai Numuneler ve Özellikler	45
Tablo 8.3 Numunelerde KM ve UKM Sonuçları	48
Tablo 8.4 Nihai Biyogaz Potansiyel Sonuçları (L CH ₄ / kg UKM _{eklenen}).....	49
Tablo 8.5 Metan İçeriği Ölçüm Sonuçları.....	50
Tablo 9.1 Hayvan Atıklarının KM ve UKM Değer Kabulleri	51
Tablo 9.2 Hayvan Atıklarının Birim Metan Gazı Potansiyeli Değer Kabulleri.....	51
Tablo 9.3 Toplam Katı Madde Miktarları	52
Tablo 9.4 Toplam Uçucu (Organik) Katı Madde Miktarları.....	52
Tablo 9.5 Tekirdağ İli Toplam Biyogaz Üretim Potansiyeli.....	53
Tablo 9.6 Enerji Hesaplarında Yapılan Kabuller (DBFZ, 2011)	53

Tablo 9.7 Toplam Hayvansal Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyeli.....	53
Tablo 9.8 Toplam Isı Enerjisi Üretim Potansiyeli.....	54
Tablo 10.1 İlçe Bazlı Hayvan Sayıları Özet Tablosu.....	55
Tablo 10.2 İlçe Bazlı Erişilebilir Hayvansal Atık Miktarı Özet Tablosu (ton/yıl).....	56
Tablo 10.3 İlçe Bazlı Hayvansal UKM Değerleri (ton/yıl).....	56
Tablo 10.4 İlçe Bazlı Hayvansal Metan Gazı Değerleri (m ³ /yıl).....	57
Tablo 10.5 İlçe Bazlı Hayvansal Net Enerji Potansiyelleri (kWh/yıl).....	57
Tablo 10.6 İlçe Bazlı Hayvansal Kurulu Güç Potansiyelleri (MW)	58
Tablo 10.7 Çeşitli Grup Hayvan Atıkları Katı Madde (KM) Miktarları ve Önerilen Taşıma Uzaklıkları.....	60
Tablo 10.8 İlçe Bazında Tesis Potansiyelleri	60
Tablo 12.1 Yatırım Maliyeti Kalemleri (TL)	65
Tablo 12.2 İşletme Maliyeti Kalemleri (TL).....	66
Tablo 12.3 Malkara Tesisi Organik Gübre Üretim Miktarları	67
Tablo 12.4 Hayrabolu Tesisi Organik Gübre Üretim Miktarları	68
Tablo 12.5 Tekirdağ Merkez Tesisi Organik Gübre Üretim Miktarları.....	68
Tablo 12.6 Gübre Gelirleri	69
Tablo 12.7 Malkara Biyogaz Tesisinin Atık ve Biyogaz Üretimi.....	70
Tablo 12.8 Malkara Biyogaz Tesisi ile Sağlanabilecek Ek Faydalar (Karbon Tasarrufu).....	71
Tablo 12.9 Hayrabolu Biyogaz Tesisinin Atık ve Biyogaz Üretimi	72
Tablo 12.10 Hayrabolu Biyogaz Tesisi ile Sağlanabilecek Ek Faydalar	73
Tablo 12.11 Tekirdağ Merkez Biyogaz Tesisinin Atık ve Biyogaz Üretimi	74
Tablo 12.12 Tekirdağ Biyogaz Tesisi ile Sağlanabilecek Ek Faydalar.....	75

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 5.1 Türkiye'deki biyogaz tesislerinin dağılımı (işletmedeki tesislerin sayıları).....	32
Şekil 5.2 Türkiye'deki biyogaz tesis sayıları (durum: işletmede ve planlamada)	32
Şekil 7.1 Hayvan Atıklarının Kaynağına Göre Dağılımı	41
Şekil 8.1 Ziyaret Edilen İşletmelerin Konumları	43
Şekil 8.2 Numune Alınan 1 Nolu İşletme	43
Şekil 8.3 Numune Alınan 2 Nolu İşletme	43
Şekil 8.4 Numune Alınan 3 Nolu İşletme	44
Şekil 10.1 İlçelerin Hayvansal Biyogaz Kurulu Güç Potansiyelleri	59
Şekil 10.2 Öngörülen Tesis Konumları ve Kapasiteleri.....	61
Şekil 11.1 Biyogaz Üretiminde Genel Uygulama Adımları.....	63
Şekil 11.2 Proses Akım Şeması ve Tesis Birimleri.....	64

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABPR	: AB Hayvansal Yan Ürünler Mevzuatı
AEEE	: Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik
ATY	: Atıktan Türetilmiş Yakıt
AYGEİY	: Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik
CHP	: Birleşik (Kombine) Isı ve Enerji Santrali
ÇOB	: (Mülga) Çevre ve Orman Bakanlığı
ÇŞB	: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
DBFZ	: Almanya Biyokütle Araştırma Merkezi (Deutches Biomasse Forschungs Zentrum)
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
DüMV	: Alman Gübre Yönetmeliği
DüV	: Gübre Uygulamaları Yönetmeliği
EBRD	: Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (European Bank of Reconstruction and Development)
EEG	: Alman Yenilenebilir Enerji Yasası (The German Renewable Energy Act)
EPA AgSTAR	: Çevre Koruma Ajansı AgSTAR Programı (Environmental Protection Agency's Program)
EKAY	: Entegre Katı Atık Yönetimi
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EWP	: AB Yenilenebilir Enerji Yönetmeliği (Energy White Paper)
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency)
KM	: Katı Madde
KTA	: Kullanılabilir Tarım Arazisi
MIDSEFF	: Orta Ölçekli Sürdürülebilir Enerji Finansman Programı (Mid-size Sustainable Energy Financing Facility)
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development)
OKM	: Organik Katı Madde
TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol

- TETAŞ** : Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş.
TEÜAŞ : Türkiye Elektrik Üretim A.Ş.
TKİ : Türkiye Kömür İşletmeleri
TPAO : Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TTK : Türkiye Taşkömürü Kurulu
TURSEFF : Türkiye Sürdürülebilir Enerji Finansman Programı (Turkey Sustainable Energy Financing Facility)
Tübitak-MAM: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu-Marmara Araştırma Merkezi
SSAT : Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi
TAKY : Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
TAT : Ambalaj Atığı Toplama Ayırma Tesisi
Tİ : Transfer İstasyonu
TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
YEK Belgesi : Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi

RAPORU HAZIRLAYANLAR

Adı Soyadı	Mesleği	Projedeki Görevi	İmzası
Gürkan Soyak	Çevre Müh.	Proje Müdürü	
Burak Erginbaş	Çevre Yük. Müh.	Proje Koordinatörü	
Dr. Betül Özer	Çevre Yük. Müh.	Proje Danışmanı	

Onay veren kişi: Prof. Dr. Türkan Aktaş
(Proje Yöneticisi)

Kurumu: N.K.Ü. Ziraat Fakültesi
Biyosistem Mühendisliği Bölümü
Merkez/Tekirdağ

1 GİRİŞ

1.1 Projenin Çıkış Noktası

Günümüzde enerji tüm toplumların temel ihtiyacı haline gelmiştir. Ekonomik ve sosyal kalkınma için; ucuz, güvenilir ve sürdürülebilir fiyattan temiz enerji talebinin karşılanması zorunludur. Bununla birlikte küresel enerji sektörünün yapısı, bütün arz ve talep zinciri tamamen çevresel faktörlerle şekillenmeye başlamıştır. İklim değişikliği dünyanın yeni rotasını tüm politikalarında olduğu gibi enerjide de çizmektedir.

Günümüzde dünya çapında enerji ihtiyacı ağırlıklı olarak kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil yakıt kaynaklarından sağlanmaktadır. Ancak bu kaynaklar sınırlı olmaları nedeniyle kullanıma bağlı olarak hızla tükenmektedir. Fosil yakıtlar ayrıca dünyadaki çevre sorunlarının öncelikli nedenleri arasındadır. Bunların aksine rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, hidroenerji ve biyokütle gibi doğal kaynaklar, kendilerini yeniledikleri için tükenmeyen yani yenilenebilir enerji kaynakları olarak adlandırılır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının avantajları arasında karbondioksit emisyonlarını azaltarak, çevrenin korunmasına yardımcı olmaları, yerli kaynaklar oldukları için enerjide dışa bağımlılığın azalmasına, istihdamın artmasına katkıda bulunmaları sayılabilir. Bu gibi özellikleriyle yenilenebilir enerji kaynakları kamuoyundan da büyük destek almaktadır.

Ülkemiz biyokütle potansiyeli açısından şanslı bir konumdadır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında biyokütle teknolojisi, teşviklerden dolayı son yıllarda giderek talep görmektedir. Biyokütle doğrudan yakılarak veya çeşitli süreçlerle yakıt kalitesi artırılıp, mevcut yakıtlara eşdeğer özelliklerde alternatif biyoyakıtlar (kolay taşınabilir, depolanabilir ve kullanılabilir yakıtlar) elde edilerek enerji teknolojisinde değerlendirilebilir. Atık biyokütle (hayvan dışkıları, orman ve tarım atıkları, belediye atıkları, vb.), geleneksel olarak dünyanın birçok yerinde yemek pişirmede ya da ısınmada kullanılmaktadır. Biyokütle kaynakları yakıt olarak doğrudan kullanılacakları gibi biyogaz, biyokarbon ve biyodizel üretimi için de oldukça elverişli ve yüksek potansiyele sahip ürünlerdir (ADSYB , 2011).

Türkiye’de hayvancılıkta Trakya Bölgesi’nin önemli bir yeri bulunmaktadır. Özellikle tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu Trakya’nın Batı Bölümünde hayvancılık öncelikli sektörler arasındadır.

1.2 Projenin Amacı

Yapılması planlanan çalışmanın genel amacı, **Tekirdağ İli'nde** hayvansal biyogaz potansiyelinin belirlenmesi ve belirlenen potansiyelin elektrik enerjisine dönüştürülmesi için gerekli tesisin uygulanabilirliğinin irdelenmesidir. Bu fizibilite çalışmasının özel amacı ise Tekirdağ İl'indeki küçükbaş ve büyükbaş hayvanlar ile kümes hayvanlarından kaynaklanan hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz ve enerji potansiyelinin belirlenmesi ve gerekli yatırımlar için fizibilite etüdünün yapılmasıdır. Bu çalışmanın nihai amacı bölgesel tarıma ve hayvancılığa ekonomik katkı sağlamak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile Türkiye için sürdürülebilir kalkınmaya, sera gazı azaltılmasına ve çevrenin korunmasına katkı sağlamaktır.

1.3 Projenin Kapsamı

Fizibilite çalışmasında, öncelikle Tekirdağ bölgesindeki mevcut küçükbaş, büyükbaş ve kümes hayvan çiftliklerinden çıkan atıklar ile katı atık miktarları ve kaliteleri incelenmiştir. Organik esaslı atıkların havasız ortamda ayrışması sonucu ortaya çıkan gaz karışımına biyogaz adı verilmiştir. Biyogazın içeriğinde %60-70 oranında bulunan ve yanıcı olan metan gazından elektrik enerjisi üretilebilmektedir. Bu hayvansal atıkların kontrollü şartlarda biyogaza ve biyogazın da elektrik enerjisine dönüştürülmesine yönelik bir tesis için gerekli yatırımların teknik, kurumsal ve ekonomik açıdan uygulanabilirliği, bu fizibilite çalışmasında irdelenmiştir. Üretilen elektrik enerjisi Yenilenebilir Enerji Kanunu uyarınca desteklenmekte olup söz konusu satış fiyatı dikkate alınarak finansal analiz yapılmıştır.

2 YASAL ÇERÇEVE

2.1 Biyogazla İlişkili Mevzuat

Türkiye’de biyogaza ilişkin mevzuat, çevre, enerji ve tarım mevzuatı çerçevesinde yer bulmaktadır. Bu kapsamda biyogazla ilgili mevzuat Tablo 2.1’de özetlenmiştir.

Tablo 2.1 Biyogazla İlişkili Yürürlükteki Mevzuat

No	Mevzuat Adı	Tarih	No
1.	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun	10.05.2005	5346
2.	Çevre Kanunu	09.08.1983	2872
3.	İnsan Tüketimi Amacı ile Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünlere Dair Yönetmelik	24.12.2011	RG-28152
4.	Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik	05.07.2008	RG-26927
5.	Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği	14.03.1991	RG-20814
6.	Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik	26.03.2010	RG-27533
7.	Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik	04.06.2010	RG-27601
8.	Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitrat Kirliliğine Karşı Su Kaynaklarının Korunması Yönetmeliği	18.02.2004	RG-25377
9.	Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı Kapsamında Tarıma Dayalı Ekonomik Yatırımların Desteklenmesi Hakkında Tebliğ	04.09.2012	RG-28401
10.	Kokuya Sebep Olan Emisyonların Kontrolü Yönetmeliği	04.09.2010	RG-27692

Bu bölümde, ilgili yönetmeliklerin atık üreticilerine getirdiği sorumluluk ve yükümlülüklerin özellikle önemli noktalarının özetlenecektir. Bu amaçla, ilgili yönetmelikler bu bölümün alt başlıklarında konu ile ilgili madde, fıkra ve bentler dikkate alınarak yorumlanmıştır. Bu çalışma kapsamında ele alınan hayvansal atıkların yönetimine ve ilgili atıklardan yenilenebilir enerji adı altında gerçekleştirilebilecek elektrik üretimine yönelik, yürürlükte olan yasal mevzuata ilişkin bilgiler verilecektir. Atık yönetimi alanında yürürlükte olan pek çok yönetmelik bulunmaktadır. Atık üreticileri, ilgili mevzuatta belirtilen yasal yükümlülükleri yerine getirmekle yükümlüdür. Bu proje kapsamında konu olan atıklar, hayvansal atıklar oldukları için hayvan sektörüyle ilgili ürünlere ilişkin yasal mevzuat da çalışma kapsamında değerlendirilmiştir.

2.2 Atık Mevzuatı

Üretim, tüketim ve hizmet faaliyetleri sonucunda oluşan atıklarını alıcı ortamlara doğrudan veya dolaylı vermeleri uygun görülmeyen tesis ve işletmeler, yönetmeliklerde belirlenen standart ve yöntemlere uygun olarak arıtmak ve bertaraf etmekle veya ettirmekle ve öngörülen izinleri almakla yükümlüdürler.

Atık mevzuatına göre:

Tüm bakanlıklar ve sivil toplum örgütleri, atıkların yeniden kullanımı, miktarlarının azaltılması, geri dönüşümü için beraber çalışmalıdır.

Çevreyi kirletmek yasaktır.

Eğer üretimden kaynaklı bir atık oluşum potansiyeli var ise, işletme, çevresel etki değerlendirme raporu hazırlamalıdır. Rapor neticesinde işletme eğer onay alamazsa, çalışmaya başlaması mümkün değildir.

Tüm işletmeler, atıklarını, kanunlarda belirtildiği şekilde geri kazanmalıdırlar. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bertaraf, ilgili kanunlar çerçevesinde yapılmalıdır.

Kirleten işletme tekrar temizlemekle yükümlüdür.

Bakanlık, kendi atıksu arıtma tesisini işletmeyi planlayan kuruluşlar için elektrik indirimi sağlayabilir.

Hayvan atıklarının yakılması kesinlikle yasaktır.

İşletmeler koku emisyonlarını, izin verilen değerlerde tutmakla yükümlüdürler. (DBFZ, 2011)

2.2.1 Çevre Kanunu

Atıkların yönetimine ilişkin mevzuat “Çevre Kanunu” kapsamında değerlendirilmektedir.

09.08.1983 tarih ve 18132 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren, 26.04.2006 tarihinde kabul edilen ve 13.05.2006 tarih ve 26167 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan yeni bir kanun ile üzerinde birçok değişiklik yapılan T.C. Çevre Kanunu’nun amacı, doğadaki tüm canlıların ortak yaşama alanı olan çevrenin, sürdürülebilir kalkınma ilkeleri göz önünde bulundurularak korunmasıdır. Çevre Kanunu (Ç.K., 1983 (Değişiklik: 2006)), Çevre ve Orman Bakanlığı’nın yayımladığı ilgili yönetmeliklerindeki hükümlere uyulmadığı takdirde, her türlü idari cezaya veya yaptırıma dair hükümler içermektedir.

Atık üreticileri uygun metot ve teknolojiler ile atıklarını en az düzeye düşürecek tedbirleri almak zorundadırlar. Atıkların üretiminin ve zararlarının önlenmesi veya azaltılması ile

atıkların geri kazanılması ve geri kazanabilen atıkların kaynağında ayrı toplanması esastır. Atık yönetim planının hazırlanmasına ilişkin esaslar, Bakanlıkça çıkarılacak yönetmelikle düzenlenir. Atık geri kazanım, geri dönüşüm ve bertaraf tesislerini kurmak ve işletmek isteyen gerçek ve/veya tüzel kişiler, yönetmelikle belirlenen esaslar doğrultusunda, ürün standardı, ürünlerinin satışa uygunluğu ve piyasadaki denetimi ile ilgili izni, ilgili kurumlardan almak kaydı ile Bakanlıktan lisans almakla yükümlüdür. Çevreyi kirletenler ve çevreye zarar verenler sebep oldukları kirlenme ve bozulmadan doğan zararlardan dolayı kusur şartı aranmaksızın sorumludurlar. Kirletenin, meydana gelen zararlardan ötürü genel hükümlere göre de tazminat sorumluluğu saklıdır. Çevre kirliliğinin önlenmesi ve giderilmesine ilişkin faaliyetler teşvik tedbirlerinden yararlandırılır. Bu amaçla her yılın başında belirlenen teşvik sistemine Bakanlığın görüşü alınmak sureti ile Hazine Müsteşarlığınca yeni esaslar getirilebilir.

Çevre Kanunu'na göre, ilgili kanunun ihlali, çevre kirliliğine yol açabilecek her türlü eylem ve aktivite yasaktır. Hayvansal atıkların organik içeriği ve değerlendirilebilir olmaları, hayvansal atıkların yönetiminde aerobik veya anaerobik kompostlaştırma yoluyla biyogübre ve yenilenebilir enerji geri kazanımı daha sürdürülebilir bir seçenek olarak düşünülmelidir. Atık yönetimi stratejisi özellikle organik fraksiyon için önemli bir alternatif olarak biyogaz tesislerini sunmaktadır. Bu nedenle, hayvan atıklarından anaerobik çürütme yoluyla biyometan ve kompost geri kazanımı, bu tür atıkların düzenli depolama alanları dışına yönlendirilmesi, su kirliliğinin önlenmesi ve hayvansal atıklardan kaynaklanan zararlı gazların atmosfere yayılmasının önüne geçilmesi bakımından önem taşımaktadır.

2.2.2 Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği

Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği 20814 sayılı ve 14.03.1991 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanmış ve yürürlüğe girmiştir (KAKY, 1991). Yönetmelik ticarethane ve meskun bölgelerde evlerden atılan evsel atıkların toplanması, taşınması, geri kazanılması, değerlendirilmesi, bertaraf edilmesi ve zararsız hale getirilmesine ilişkin esasları kapsar.

Madde 18'e göre katı atıkların, üretici veya taşıyanları tarafından denizlere, göllere ve benzeri alıcı ortamlara, caddelere, ormanlara ve çevrenin olumsuz yönde etkilenmesine sebep olacak yerlere dökülmesi yasaktır.

Madde 20'ye göre belediye ve mücavir alan sınırları dışında kalan yerlerdeki sanayi tesisleri veya turistik tesis işletmeleri atıklarının taşınmasından sorumludurlar. Bunlar, evsel katı atıklar içindeki değerlendirilebilir katı atıkları sınıflandırarak ayrı toplamak ve topladıkları atıkları

belediyenin işleme veya depolama tesislerine taşımak veya taşıtmak zorundadırlar. Bu alanlarda toplama ve taşıma işlemlerini Valilikler ve T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı denetler. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 26.03.2010 tarihine kadar, Katı Atık Depolama ile ilgili hususların da tamamını içermektedir. 26.03.2010 tarihli ve 27533 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik ile Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’nin kapsamı kısmen daralmıştır.

2.2.3 Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik

Avrupa Birliği çevre direktifi doğrultusunda üye ülkelerin organik atıklarını 2020 yılından itibaren çöp depolama sahalarına göndermesi yasaklanacaktır. Bu nedenle, Avrupa Birliği ülkelerde pek çok büyük biyogaz tesisi organik atıkların arıtımı için uygun alternatif bir yöntem olması sebebiyle inşa edilmektedir. 2005 yılında Türkiye’de yapılan çalışma doğrultusunda, depolanacak olan organik atıkların miktarını azaltmaya yönelik yıllık hedefler koyulmuştur. Ancak, bu hedefler belirlenen yıllar içinde gerçekleştirilememiştir. Bundan sonraki süreçte Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliğin yürürlüğe girmiştir.

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik 26.03.2010 tarih ve 27533 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak 01.04.2010 tarihinde yürürlüğe girmiştir (ADDDY, 2010). Bu Yönetmelik, düzenli depolama tesislerine ilişkin teknik esaslar ile atıkların düzenli depolama tesislerine kabulü ve atıkların düzenli depolanmasına ilişkin usul ve esaslar ile alınacak önlemleri, yapılacak denetimleri ve tabi olunacak sorumlulukları kapsar.

Bu Yönetmeliğin yürürlüğe girmesinden itibaren 5 yıl içerisinde depolanacak olan biyobozunur atık miktarı, 2005 yılında üretilen toplam biyobozunur atık miktarının ağırlıkça %75’ ine, 8 yıl içinde % 50’ sine ve 15 yıl içinde ise %35’ine indirileceği belirtilmiştir (Geçici Madde 1).

2.2.4 Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik

Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik, 05.07.2008 tarih ve 26927 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu Yönetmeliğin amacı; atıkların oluşumlarından bertarafına kadar çevre ve insan sağlığına zarar vermeden yönetimlerinin sağlanmasına yönelik genel esasların belirlenmesidir (AYGEİY, 2008). Amaçta da belirtildiği üzere, Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik, Entegre Katı Atık Yönetimi konusunda da önemli bir yere sahip olup katı atıkların üretiminden bertarafına kadar çevre ve insan sağlığına zarar vermeden bütüncül bir şekilde çözüm üretilmesinde başvuru mevzuatı niteliğindedir.

Yönetmelikte yer alan Madde 5-h uyarınca atıkların üretiminden ve yönetiminden sorumlu kişi, kurum ve kuruluşlar, atık yönetiminin her aşamasında atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermesini önleyecek tedbirleri almakla yükümlüdür.

Yönetmelik Madde 6'da belirtildiği üzere; “Atıkların izin verilen tesisler dışında geri kazanılması, bertaraf edilmesi ve/veya ettirilmesi; toprağa, denizlere, göllere, akarsulara ve benzeri alıcı ortamlara dökülmesi, dolgu yapılması ve depolanması suretiyle çevrenin kirletilmesi yasaktır.”

Biyokütleyle ilişkin düzenlemeler bu yönetmeliğe dâhil edilmemiştir.

2.3 Enerji Mevzuatı

Türkiye'nin enerji politikasından sorumlu temel kurum Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'dır. Bunun yanı sıra, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı sorumluluğu altında çalışan pek çok devlet kuruluşu da bulunmaktadır. Ancak, şimdiye kadar biyokütleden sorumlu ve biyogazın kullanımını herhangi bir şekilde politikalarla destekleyebilecek bir kurum oluşturulmamıştır.

2.3.1 Yenilenebilir Enerji Kanunu

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (Kanun No. 5346), 10 Mayıs 2005 tarihinde kabul edilmiştir. Hayvansal atıkların (biyokütle) yenilenebilir enerji kaynakları kapsamında değerlendirilerek elektrik enerjisi üretiminde kullanılmasında bu Kanun hükümleri dikkate alınmalıdır. Bu Kanun'un amacı; yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesidir. Ayrıca bu Kanun; yenilenebilir enerji kaynak alanlarının korunması, bu kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisinin belgelendirilmesi ve bu kaynakların kullanımına ilişkin usul ve esasları kapsar. Bu kanun kapsamında hayvansal atıklar diğer yenilenebilir enerji kaynakları ile birlikte biyokütle olarak adlandırılır. Revize edilmiş kanun, Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının geliştirilmesine dair geniş ve karmaşık bir tüzüğe sahiptir. Ana amaçlar:

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretim sektöründe kullanım dağılımının artırılması,

- Uygulamalar için güvenli, maliyet-yararlı ve nitel bir yol belirlenmesi,
- Kaynak çeşitliliğini arttırmak,
- Sera gazı emisyonlarının düşürülmesi,
- Atık değerlerinin yeniden hesaplanması,
- Çevrenin korunması ile ilgili gereksinimlerini karşılamak için üretim sektörü ile birlikte çalışmaktır.
- Yenilenebilir enerji türleri için farklı destekleme tarifeleri belirlenmiştir. Biyokütle kaynaklı enerji, güneş enerjisi ile birlikte en yüksek tarife değerine sahip olup kilowatt başına 13,3 ABD Dolar Sent'tir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin iç piyasada ve uluslararası piyasalarda alım satımında kaynak türünün belirlenmesi ve takibi için üretim lisansı sahibi tüzel kişiye EPDK tarafından "Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi" (YEK Belgesi) verilir. YEK Belgesi ile ilgili usul ve esaslar yönetmelikle düzenlenir. Bu Kanunun yürürlüğe girdiği 18/05/2005 tarihinden, 31/12/2015 tarihine kadar işletmeye girmiş veya girecek YEK Destekleme Mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için, bu Kanuna ekli I sayılı Cetvelde yer alan fiyatlar, on yıl süre ile uygulanır. Bu değer biyokütleyle dayalı üretim tesisleri için 13,3 ABD Dolar cent/kWh şeklinde belirtilmektedir. Bu değer, Türkiye'de yenilenebilir enerji kanununa göre belirlenmiş şebekeye besleme tariflendirmesidir. Ayrıca ilgili yönetmeliğin ekli II sayılı Cetvelde biyokütle enerjisine dayalı üretim tesislerinde kullanılacak imalatı yurt içinde gerçekleştirilen ekipmanlar için yerli katkı ilavesi yapılmaktadır.

2.4 Tarım Mevzuatı

Türkiye'de sıvı gübre genel olarak su ortamına deşarj edilmektedir. Ancak sıvı gübrenin tarımda kullanılmasına dair herhangi bir anlayış bulunmamaktadır. Bazı durumlarda, katı hayvan dışkıları gübre olarak kullanılsa da, genelde, dışkıları, boş arazilere serilmekte veya özellikle küçük kasabalarda ısınma ihtiyaçlarının karşılanması için yakılmaktadır.

Yasal çerçeve içinde hayvan atıklarına ilişkin herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır. Hayvan atıkları ile ilgili düzenlemeler bir şekilde tüm yönetmeliklerden ayrı tutulmuştur. Fakat eskiden Organik Tarımın Uygulama ve Esasları Yönetmeliği'nde, hayvansal atıkların yönetimine yer verilmişti. Ne yazık ki, bu yönetmelikte bile, hayvansal atıkların organik tarımda kullanıp kullanılmayacağına yer verilmemiş ve genel olarak hayvansal atığın kontrol yöntemlerine değinilmemiştir.

Şu ana kadar, sıvı dışkının depolanmasına ve kullanımına dair herhangi bir yönetmelik yayınlanmamıştır. Bu nedenle, şu anki şartlar altında, sıvı dışkının tarımda kullanımı söz konusu olmamakla beraber, sıvı dışkının mevcut kullanım ve depolama yöntemleri, önemli çevresel problemlere sebep olmaktadır. Bu açıdan, nitrat döngüsünün de kapatılabilmesi için sürdürülebilir dışkının yönetim sistemine sahip olmak önemlidir. Dahası, var olan yönetmelik ve kanunlar, biyogaz tesislerinden gelen katı son ürün olan digestatın kullanımı için uygun değildir.

Katı dışkının yönetmeliği hususunda ise 2004'te organik tarım yönetmeliği iptal edilene kadar, katı dışkının uygulamalarının yapılması mümkündür. Organik bitkisel üretim için, toplam organik dışkı kullanımının 170 kg/N/ha/yıl geçmemesi gerekmektedir. Dışkı depolama sahaları için belirlenmiş geçirimsizliği sağlama amaçlı standartlar mevcuttu. Fakat digestat depolaması bu yönetmelikte de düzenlenmemiştir.

2.4.1 Organik Gübre Yönetmeliği

Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik, 27601 sayılı Resmi Gazete ile 4 Haziran 2010 tarihinde yayınlanmıştır. Bu yönetmelik, gübre olarak kullanılabilir kanatlı dışkısı ve potansiyel diğer dışkıların doğrudan kullanımı üzerinde etkiye sahiptir. Ağır metal ve mikroorganizma oranlarına yönelik bazı kısıtlamalar, bu yönetmelikle beraber yürürlüğe girmiştir. Eğer dışkı, belirtilen değerlere uyuyor ise direkt olarak kullanılabilir.

2.4.2 İnsan Tüketimi Amacıyla Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünler Yönetmeliği

Yönetmelik, 28152 sayılı Resmi Gazete'de, 24 Aralık 2011 günü yayınlanmıştır. Yönetmelik hükümleri, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Yönetmeliğin amacı, gıda güvenliği, halk ve hayvan sağlığını etkileyen riskleri engellemek ve minimize etmek amacı ile insan tüketimine uygun olmayan hayvansal yan ürünlerin ve türevlerinin kullanım usul ve esaslarını belirlemektir. Yönetmelik aşağıdaki maddeleri: İnsan tüketimine uygun olmayan hayvansal yan ürünlerin, tanımlanması, sınıflandırılması, toplanması, taşınması, depolanması, işlenmesi, piyasaya arz edilmesi, bertarafı, kullanımı, ithalat, ihracat ve transiti ile bu ürünlerle ilgili olan işletme, kurum, kuruluş, organizasyon ve kişileri. İnsan tüketimi için üretilen fakat üretici tarafından insan tüketiminde kullanılmamasına karar verilen hayvansal orijinli ürünlerin imalatında kullanılan kaba malzemeleri ve Gıda artıklarını kapsar.

Yönetmelik, bu ürünler madde 10'da belirtilen herhangi bir uygulamada veya biyogaz tesisleri, basınçlı sterilizasyon sistemleri ve kompostlama tesislerinde kullanılmak isteniyorsa etkindir. Hayvansal yan ürünler ve türevleri, biyogaz ya da kompost tesislerinden çıkan son ürün olan digestat olarak piyasaya organik gübre veya toprak zenginleştirici olarak sunulabilir. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'ne (OECD) üye olmayan ülkelere biyogaz ve kompost üretimi amacıyla hayvansal yan ürünlerinin ve türevlerinin ihracatı yasaktır. Bu yönetmelik 13 Haziran 2013 tarihinden itibaren etkili olmaktadır ve işletmelerin 13 Aralık 2014 tarihine kadar yasadaki belirtilen şartlara adapte edilmiş olması gereklidir.

2.4.3 Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği

Su kirliliği yönetmeliğine dair son değişiklik 13 Şubat 2008 tarihli ve 26786 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmıştır. Yönetmeliğin amacı, sürdürülebilir kalkınma planları ile su kirliliğinin önüne geçmektir. Tüm atıklar için izin kâğıdı alınmalıdır. Aşırı gübreleme eylemleri yasaktır ve kontrol işlemleri düzenli olarak yapılmalıdır. 08 Haziran 2010 tarihinde Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik 27605 sayılı Resmi Gazete'de yayınlandı. Bu yönetmelik, toprak kirliliğinin önlenmesini ve potansiyel kirletici kaynakların bulunmasını amaçlar. Toprağı kirletebilecek potansiyele sahip her türlü atığın, toprağa direkt verilmesi yasaktır ve Çevre Kanunu'nda belirtilmiş metotlarla depolanmaları zorunludur. Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği 25377 sayılı ve 18 Şubat 2004 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanmıştır. Bu yönetmelik, yer altı suyu, yüzey sular ile toprağın nitrojen ve türevlerinden kaynaklı kirlilikten korunması, kontrolü, kirleticilerin belirlenmesi için gerekli idari şartları içerir. Nitrojen kirliliği olduğunun söylenebilmesi için, toprak ve suyun sahip olması gerekli fiziksel ve çevresel özellikler, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından aşağıdaki gibi belirlenmiştir: Kullanılan ya da kullanılabilir nitelikte olan tüm yüzey ve yeraltı suları 50 mg/l'den fazla nitrat içermemelidirler, Doğal tatlı su gölleri, diğer tatlı su kaynakları, haliçler, kıyı suları ve deniz suları ötrofik olmamalıdır.

2.4.4 Kokuya Sebep Olan Emisyonların Kontrolü Yönetmeliği

Bu Yönetmeliğin amacı, kokuya sebep olan emisyonların kontrolüne ve azaltılmasına yönelik, idari ve teknik usul ve esasları düzenlemektir. Kapsamı ise, koku şikâyetine neden olan faaliyetlerden ileri gelen koku sorunlarının belirlenmesi ve çözümü ile ilgili işlemleri ve yaptırımları içermektedir. Bu Yönetmelik, 09/08/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun

Ek 9. Maddesi'ne dayanılarak hazırlanmıştır. Koku emisyonuna sebep olan faaliyetleri yürütenler; bu faaliyetlerin kurulmaları ve işletilmeleri sırasında: İşletmenin kamuya ve çevreye olan zararlı etkilerini teknolojik seviyeye uygun olarak azaltmak için bu Yönetmelikte belirtilen teknik şartlara uyar. Şikâyet olması halinde, 7nci ve 8 inci maddede belirtilen esaslar çerçevesinde kokulu emisyonlarını ve dış ortamdaki koku seviyesini ölçtürür. Bu Yönetmelikte belirtilen emisyon ve dış ortam sınır değerlerini aşmaz. 17/07/2008 tarihli ve 26939 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği kapsamında, işletmelerin Çevresel Etki Değerlendirmesi işlemleri sürecinde bu Yönetmelik açısından da değerlendirilmesi, işletmelerin yer seçimi, meskun yerlerle arasındaki uzaklık ve etrafında oluşturulacak sağlık koruma bandı, kullanılacak hammadde ve üretim teknikleri ve arıtım teknolojisi yönlerinden çevrede koku emisyonu oluşturmayacak ve/veya azaltacak şekilde ve bu Yönetmelikte belirtilen teknik şartları da göz önüne alarak kurulmasını sağlar. Çevre mevzuatı kapsamında izinlerini alır.

Yönetmelik kapsamında uyulması gereken koku sınır değerleri, dış ortamdaki koku sınır değerleri ve emisyon sınır değerleri olarak ayrılır. Toplam Kokulu Saat Yüzdesi, yerleşim alanlarında %15'i ve sanayi bölgelerinde %20'yi aşmıyorsa, dış ortamdaki koku sınır değerlerinin sağlandığı kabul edilir. Emisyon sınır değerlerinde ise yönetmelik kapsamında Madde 8'de belirtilen değerler dikkate alınmalıdır. Koku önleme ve giderme kapsamında ilgili yönetmeliği aşağıda belirtilen maddeleri dikkate alınmalıdır.

MADDE 14 – (1) Faaliyetleri ve kullandığı proses nedeniyle koku emisyonuna sebep olan işletmeler/tesisler için, koku emisyonunun önlenmesinde Koku Önleme ve Kontrol Yöntemleri Kılavuzunda yer alan bilgilerden yararlanılır ve koku konsantrasyonunun 8 inci maddede verilen sınır değerlerin altına düşürülmesi sağlanır.

MADDE 15 – (1) Kümesler, ahırlar ve kesimhaneler, hayvan yağlarının eritildiği işletmeler/tesisler, et ve balık ürünlerinin tütsülediği tesisler ve gübre (tezek) kurutma işletmeleri/tesisleri gibi faaliyetlerin koku probleminin önlenmesinde 03/07/2009 tarihli ve 27277 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği Ek-5'te yer alan hükümler geçerlidir.

2.5 Avrupa Birliği Mevzuatları ile Uyumluluk

AB ile Türkiye'deki mevzuatların uyumlulukları göz önüne alındığında bazı yönetmeliklerin AB ile uyumlu olmalarına karşın, AB'de uygulamada olan bazı yönetmeliklerin ise, henüz Türkiye'de çıkarılmadığı görülmektedir. Bu durum, hayvansal atıkların yönetimine ilişkin

bazı noktaların henüz yönetmeliklerle belirli kurallar çerçevesine oturtulmadığını göstermektedir. Hayvansal atıkların yönetiminden kaynaklanan eksiklikler ise, Türkiye'ye enerji kaybı ve atık bertaraf yükü olarak yansımaktadır. Katı Atık Yönetmeliği kapsamında, organik atıkların düzenli depolama sahalarına gönderilmesinin önüne geçilmesi/azaltılması konusunda AB yönetmeliklerinde belirlenen hedefler, Türkiye'de yapılan yönetmelik çalışmaları dahilinde de Türkiye'nin hedefleri arasına alınmıştır. AB Yenilenebilir Enerji Yönetmeliği'ne (Energy White Paper) göre, (EWP, 2006), sera gazı salınımlarının 2050 yılına kadar %60 oranında azaltılması, 2020 yılına kadar da belirgin düzeyde azaltıcı önlemlerin yetiştirilmesi öngörülmektedir. Hayvansal atıklardan biyometan ve organik gübre geri kazanımı, sera gazı emisyonu azaltımında iki kademeli (atık kaynaklı metandan enerji üretimi ve organik gübre geri kazanımı) olarak rol oynamaktadır. AB Hayvansal Yan Ürünler Mevzuatı'na (AbPR, 2003) göre, hayvansal yan ürünlerin (mutfak atıkları da dâhil), aerobik ve anaerobik biyokimyasal arıtma prosesleri uygulanarak, toprak şartlandırıcı ürün (kompost) halinde geri dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu mevzuatın esas hedefi, söz konusu biyolojik geri dönüşüm proseslerini kullanarak, hayvansal yan ürünlerden, mevcut patojen mikroorganizmaların çevreye yayılmasının önlenmesidir. Anaerobik biyoteknoloji kullanılması halinde, yüksek seviyede teknolojik işletimi ile birlikte pastörizasyon (70°C'de 1 saat tutma) uygulaması öngörülmektedir. AB Atık Azaltma ve Geri Dönüşüm Tematik Stratejisi'nde, faydalı ürünlerin geri dönüştürülmesinin verimli olduğu durumlarda, daha sürdürülebilir bir atık yönetimi stratejisi bakımından geri dönüşümün teşvik edilmesi öngörülmektedir. Hayvansal atıklardan biyometan ve organik gübre (kompost) geri kazanımı, söz konusu strateji ile tam uyum sağlamaktadır. Bütün bunlar kapsamında biyogaz teknolojisinin Türkiye'de uygulanmasında eksik görülen yönetmelikler şu şekildedir:

- Hayvan atıklarının düzenlenmesi yönetmeliği,
- Enerji eylem planı içinde belirlenmiş biyogaz enerji hedefleri,
- Biyogaz için daha elverişli şebekeye besleme tarifelendirmesi,
- Hedeflerle biyoatık yönetimi ve kullanım yöntemleri.

3 HAYVANCILIKTA MEVCUT DURUM

3.1 Hayvancılık Sektörü

Gelişen ve değişen dünyada, geçmişten bugüne, insanoğlunun karşı karşıya kaldığı ve büyük bir ihtimalle, gelecekte de yaşayacağı en önemli sorunların başında yeterli ve dengeli beslenme gelmektedir. Bu olgu söz konusu olduğunda, hayvansal ürünler taşıdıkları biyolojik özellikleri nedeniyle vazgeçilmez ve diğer besin maddeleri ile ikame edilemez bir konumdadır. İnsan beslenmesinde en değerli ürün grubunu hayvansal kökenli ürünler (et, süt, yumurta, bal ve bunların ürünleri) oluşturmaktadır. İnsanların yeterli ve dengeli beslenmesinde önemli rolü bulunan hayvancılık sektörü; ulusal geliri ve istihdamı arttırmak, et, süt, tekstil, deri, kozmetik ve ilaç sanayi dallarına hammadde sağlamak, sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmak ve ihracat yoluyla döviz gelirlerini arttırmak gibi önemli ekonomik ve sosyal fonksiyonlara sahiptir.

Gelişmiş ülkeler, ulusal üretimde istikrarı sağlamak amacıyla, bitkisel ve hayvansal üretimi daha akılcı ve ekonomik politikalarla desteklemektedir. Söz konusu ülkeler, elde edilen üretim artışı ile aynı zamanda önemli birer ihracatçı ülke konumuna gelmiştir. Bu yüzyılda, tarımsal ve hayvansal besin maddelerinin üretimi, gelişmiş ülkelerin tekelinde daha stratejik bir konuma ulaşacak, aynı zamanda az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelere karşı politik ve ekonomik bir silah olarak da kullanılabilir. 6,9 milyara ulaşan dünya nüfusunun yeterli ve dengeli beslenmesinin vazgeçilmezi olan hayvancılık sektörü, dünyada hala yaklaşık 1 milyar kişinin aç olduğu, her yıl 7 milyon insanın açlıktan öldüğü ve bu miktarların sürekli artarak devam ettiği bir dönemde daha da önemli bir hale gelmektedir.

3.2 Türkiye’de ve Dünyada Hayvancılık

3.2.1 Büyükbaş Hayvancılık

Büyükbaş hayvancılık; sığırcılık (inek, öküz, dana, manda), at, eşek ve katır yetiştiriciliğini kapsayan hayvancılık dalıdır. Türkiye’de en çok yetiştirilen büyükbaş hayvan sığırdır. Sığırcılık, ülkede Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren önemli bir üretim kolu olarak algılanmış ve hemen her zaman diğer hayvansal üretim kollarına göre daha fazla ilgi görmüştür. Öyle ki, özellikle son yıllarda, hayvancılık denildiğinde genellikle sığır yetiştiriciliği anlaşılır hale gelmiştir. Bunda, sığırın sağladığı avantajlar kadar sığır ticaretinin, gelişmiş kabul edilen ülkeler için de daha önemli olmasının büyük payı olmuştur. Dünya süt üretiminin tamamına yakını ve et üretiminin de %24’ünü tek başına sağlayan sığır, besin maddesi üretiminde büyük paya sahiptir.

2012 yılı TÜİK verilerine göre büyükbaş hayvan sayısı bir önceki yıla göre %12,3 artarken yıl sonu itibariyle sığır sayısı 13 milyon 915 bin baş olarak gerçekleşmiştir.

2012 yılında süt üretimi 17 milyon ton olup bu miktarın %91,82'sini inek sütü, %5,79'unu koyun sütü, %2,12'sini keçi sütü ve %0,27'sini ise manda sütü oluşturmaktadır. (TÜİK, 2013)

3.2.2 Küçükbaş Hayvancılık

Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin Türkiye ekonomisinde özel bir önemi vardır. Türkiye'nin coğrafik yapısı ve geniş meraları dikkate alındığında, ucuz maliyetli ve kaliteli hayvancılık için önemli potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Özellikle koyun ve keçi yetiştiriciliği, ülkede yapılabilecek en ucuz maliyetli hayvancılıktır. Koyun, meradan en iyi şekilde yararlanabilen, merayı en iyi şekilde değerlendiren ve yılın her döneminde merayı kullanabilen bir hayvandır. Bunun yanında, ülkedeki meraların büyük çoğunluğu düşük verimli olup, küçükbaş hayvancılık açısından daha uygundur. Türkiye küçükbaş hayvan açısından önemli bir potansiyele sahiptir. 2012 yılında sayıları yaklaşık 36 milyon adede ulaşmıştır. Koyun ve keçi yetiştiriciliğinin beslenme ve giyim gibi gereksinmelerin karşılanmasındaki yeri, istihdama yaptığı katkı, iç ve dış ticaretteki önemi gibi konular dikkate alındığında, bu hayvancılık türünün geliştirilmesi için acil önlemler alınması gerekmektedir. Türkiye, yaklaşık 27 milyon baş koyun, 8 milyon baş keçi ve 13 milyon baş sığır varlığı ile önemli sayıda küçük ve büyükbaş hayvana sahip bir ülkedir. (TÜİK, 2013) Koyundan sonra en çok yetiştirilen küçükbaş hayvan keçidir. Kıl keçisi ve tiftik (Ankara keçisi) olmak üzere iki cinsi yetiştirilen keçi yurdumuzun hemen hemen her bölgesinde yetiştirilirler. Ancak en çok yetiştirildikleri alanlar dağlık ve engebeli bölgelerimizdir. Bunlardan kıl keçileri sütü ve kılı için beslenirken, daha ekonomik olan Ankara keçisi (Tiftik keçisi) yetiştiriciliği özellikle İç Anadolu bölgesinde önem kazanmıştır. Bugün anayurdu ülkemiz olmakla birlikte A.B.D., Avustralya, Güney Afrika ve Yeni Zelanda esas gelişme bölgeleri olmuştur. Batı Anadolu'da Ege Bölgesinde yetiştirilen bir diğer keçi türü ise süt verimi yüksek olan Maltız Keçisidir.

3.2.3 Kümes Hayvancılığı

Türkiye'de tavukçuluk; hayvancılık içinde en hızlı gelişen sektördür. Tavukçuluk alanında modern teknoloji donanımına sahip birçok entegre tesis mevcuttur. 1950'den itibaren gelişmeye başlayan, 1970'li yıllardan sonra ticari mahiyette işletmelere dönüşen tavukçuluk sektörü, 1980'den sonra damızlık işletmelerin kurulmaya başlaması ile bugün ülke ihtiyacının dışında oldukça büyük bir ihracat kapasitesine ulaşmış durumdadır. Öte yandan, etlik piliç üretimi, Marmara, Ege, İç Anadolu ve Akdeniz bölgelerinde yoğunlaşmış durumdadır. Bunun nedenleri;

bu bölgelerin büyük yerleşim merkezlerine yakınlığı açısından tüketimin fazla olması, enerji temininin daha kolay olması, iklim ve coğrafi yapının uygunluğu ve ulaşım imkanlarının kolaylığıdır. Yumurta üretimi de yine aynı bölgelerde yoğunluk göstermektedir. Özellikle, Çorum, Kayseri, Afyon ve Bolu illerinde üreticiler kooperatif ve şirketleşme yoluyla güçlü birlikler oluşturmaktadır. Yumurta üretiminde ise genellikle kapalı alandan daha çok yararlanmayı sağlayan kafes sistemi uygulanmaktadır.

Kümes hayvanları sayısı 2012 yılı sonu itibariyle toplam kümes hayvanlarının sayısı yaklaşık 257 milyon olarak gerçekleşirken, bunun %65'i et tavuğu, %33'ü yumurta tavuğu, %1'i hindi ve diğer %1'i ördek ve kaz olmuştur. (TÜİK, 2013)

3.3 Trakya Bölgesinde Hayvancılık

Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerinde başlıca gelir kaynağı tarımdır. Tarımsal üretim değerinin yaklaşık olarak % 75'i bitkisel üretimden, % 25'i ise hayvansal üretimden elde edilmektedir. Bölgede en önemli ürünler buğday, ayçiçeği ve çeltiktir. Trakya, Türkiye'nin damızlık materyal ihtiyacını da karşılamaktadır.

Trakya bölgesinde sığır ırklarından Holştayn, Yerli Kara, Simental, Montafon ırkları yetiştirilmektedir. Koyun ırklarından Trakya bölgesinde merinos ve kıvırcık yetiştirilir. Ayrıca Trakya bölgesinde tiftik keçisi ve kıl keçisi yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Bölgede yetiştirilen hayvanların önemli bir bölümü kültür+melez şeklinde olup oranı %98 dolayındadır. Geriye kalan %2'lik bir oran ise yerli ırklardan oluşmaktadır. Kültür+melez ırkların önemli bir bölümünü Holştayn tipi ırklar oluşturmaktadır. Süt verimi yüksek olan büyükbaş hayvanlardan elde edilen sütler, yine bölgede bulunan mandıra ve süt işleme tesislerinde süt ve süt ürünlerine işlenmektedir. Bölgede bulunan büyükbaş hayvanlardan ağırlığın Holştayn inekte yoğunlaştığı saptanmıştır (Azabağaoğlu ve ark, 2001). Hayvancılık işletmelerinin çoğu yem bitkilerini kendisi üretmektedir. Ağırlıklı olarak işletmeler silajlık mısır yetiştirmektedir. İkinci sırada arpa gelmekte ve en az yetiştirilen yem bitkisi ise fiğdir (İnan, 2012).

Trakya'daki Tekirdağ, Edirne ve Kırklareli illerinin toplam yüzölçümü 1.904.383 ha olup, Türkiye yüzölçümünün % 2,43'ünü oluşturmaktadır.

Bu alanın % 54,76'sı tarım alanı, % 23,54'ü ormanlık alan, % 11,89'u tarım dışı alan, % 9,81'i ise çayır ve mera alanıdır.

Trakya genelinde tarım alanlarının toplama oranı Türkiye ortalamasının üzerinde, diğer kriterler açısından ise ortalamanın altında kalmaktadır. Hayvancılık sektörü açısından konuya yaklaşıldığında bölgede çayır-mera alanlarının toplam arazi varlığındaki oranı % 10'un altında kalmaktadır (Semerci, 2006).

3.4 Tekirdağ İlinde Hayvancılık

Hayvancılık; Tekirdağ İlindeki toplam tarımsal gayri safi üretim değerinin 535.649.249 TL sini (% 27,45) oluşturmakta olup, il için önemli bir tarımsal faaliyet koludur. 2013 yılında hayvansal G.S.Ü.D. içindeki en büyük pay 340.325.819 ile süt üretimine aittir. Hayvansal G.S.Ü.D içerisinde süt üretiminin payı % 63,54 ile ilk sıradadır. Bunu % 34,01 ile et üretimi takip etmektedir. İnek sütü G.S.Ü. Değeri, toplam hayvansal G.S.Ü.D. nin % 59,15'ini oluşturmaktadır. (Tekirdağ İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2014)

Tekirdağ'da kişi başına düşen tarım alanı büyüklüğü yaklaşık 4,3 dekadır. 2013 yılı verilerine göre Tekirdağ ili arazi varlığı ve kullanışlarına göre dağılımı Tablo 3.1'de gösterilmiştir. Tekirdağ'da işlenen tarım alanları, 3.745.804 dekar (% 59,33'lük oran) ile çok yüksek bir düzeydedir.

Tablo 3.1 Tekirdağ İl Geneli Arazi Kullanım Durumu

Arazi Dağılımı	Yüzölçümü (da)	Yüzdelerik dilim (%)
İşlenen Tarım Alanı (da)	3.745.804	59,33 %
Çayır-mera alanı (da)	325.782	5,16 %
Ormanlık alan (ha)	1.042.535	16,51 %
Tarım dışı alan (ha)	1.198.879	18,99 %

4 HAYVANSAL ATIKLAR

4.1 Hayvan Atıkları

Gün geçtikçe artan nüfusun, hayvansal kaynaklı protein gereksinimini karşılayabilmek amacıyla, hayvancılığın yoğun bir şekilde yapılması zorunlu hale gelmiştir. Ancak bu durum özellikle büyük yerleşim merkezlerine yakın işletmelerde çevre kirliliği açısından bir takım sorunları da beraberinde getirmiştir. Hayvansal üretim yapan çiftliklerden çıkan atıklar ile silaj gibi tarımsal ürünlerin depolanması sonucu oluşan sızıntılar ve ayrıca mezbahalardan kaynaklanan hayvan atıkları, su, toprak ve hava kirliliğine neden olmaktadır. Bu potansiyel kirleticiler büyük ölçüde azaltılabilmekte fakat tamamen giderilememektedir.

Barınak dışında ortaya çıkan zararlı atıklar; dışkıların uygun bir depoda toplanmaması, ölen hayvanların çukur açılıp gömülerek üzerine kireç dökülmemesi, işletmede yeterli kapasitede projelenmiş kesimhane ve yem depolarının olmaması gibi nedenler, koku ve görüntü kirliliğini de kapsayan çevre kirliliği şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu amaçla hayvancılık işletmelerinde oluşan hayvansal atıkların olumsuz çevre koşulları yaratmaması için alınması gerekli yasal ve teknik standartlara uygun prensipler ile depolama ve projelendirme kriterlerinin incelenmesi gerekmektedir. Hayvancılık işletmelerinin ortaya çıkardığı kirlilik, endüstriyel ve kentsel kirlilikten farklı olarak noktasal kirlilik kaynağı olmayıp daha geniş alanlara yayılmış olması, bu kaynakların neden olduğu su kirliliğinin boyutlarının bilinmesini daha da güç kılmaktadır. Dağınık kirlilik kaynakları olarak nitelendirilen dışkılar ve hayvansal diğer atıklar, yüzey sularına veya yer altı sularına ulaşarak su kaynaklarının kalitesini bozmakta ve kullanılamaz duruma getirmektedir (ADSYB , 2011).

4.2 Hayvan Atıklarının Tanımı

Herhangi bir faaliyet sonucunda oluşan, çevreye atılan veya bırakılan her türlü maddeye atık denilmektedir. Diğer bir ifadeyle kullanılma süresi dolan ve yaşadığımız ortamdan uzaklaştırılması gereken maddeler atık olarak adlandırılmaktadır. Hayvan atıkları, hayvan dışkıları ve hayvancılık esnasında elde edilen atıklar (yem atıkları, ahır yıkama suları, mezbahalar) olarak iki şekilde adlandırılabilir. Hayvan dışkıları sığır, at, koyun, tavuk gibi hayvanların atıkları şeklinde sınıflandırılmaktadır. Hayvancılık esnasında elde edilen atıklara yani hayvansal üretim sonucu oluşan atıklara ise kesim işlemi sonucu kalan iç organlar da dâhildir. Hayvan atıkları üç ana başlık altında değerlendirilmektedir:

- a) Büyük Baş Hayvan Atıkları
- b) Küçük Baş Hayvan Atıkları

c) Kümes Hayvancılığı Atıkları

Hayvan katı atıklarının özellikleri, hayvanın cinsi, ağırlığı, beslenme alışkanlıkları, mevsim gibi çok çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Ayrıca çiftliklerde yetiştirilen hayvanların işlenmesi amaçlı mezbahalarda gerçekleşen kesim işlemleri sırasında da işkembe, kan, bağırsak, vb. hayvansal atıklar oluşmaktadır.

4.3 Çevresel Etkileri

Hayvan katı atıkları gübre olarak veya kurutulduktan sonra yakıt kaynağı şeklinde tarih boyunca kullanılmıştır. Çiftlik kapasitelerinde ve dolayısıyla dışkı miktarlarındaki büyük artışlar nedeniyle önemli çevre problemleri gündeme gelmiştir. Hayvan atıklarından kaynaklanan çevre sağlığı sorunları bazı endüstriyel atıklar sebebiyle oluşan problemler kadar zararlı olabilmektedir. Özellikle yüzey sularının alıcı ortama drenajı, tarımdan dönen sular ve hayvan atıkları için nihai depolama alanı olarak kullanılan araziler, su kirliliğinin başlıca kaynakları olarak ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde mevcut olan büyük baş hayvan sayısı ele alındığında, çok önemli miktarda hayvan atığı potansiyelinin bulunduğu ortaya çıkmaktadır. Hayvan atıklarının arıtılmadan doğaya salınması ile başta atıktan kaynaklanan gazların oluşturduğu küresel ısınma problemi olmak üzere, yerüstü sularının kirlenmesi ve patojenik problemler gibi çevre sağlığı sorunları oluşmaktadır. Silaj gibi tarımsal ürünlerin depolanması sonucu oluşan sızıntılar da su ve toprak kirliliğine neden olmaktadır. Hayvancılık teknolojilerindeki gelişmelerin çoğu tarımı ve çevreyi kirleten bir kaynak olarak ortaya çıkmıştır. Organik atıklar, yüksek biyolojik oksijen gereksiniminden dolayı su kirliliğine sebep olurlar. Bununla birlikte, hayvansal atıklar su içinde potansiyel azot ve fosfor kaynaklarıdır ve ötrofikasyona neden olurlar. Ayrıca patojen kontaminasyonunun olası bir kaynağıdır. Küçük hayvancılık işletmelerinde atık sorunu olmayıp ortaya çıkan dışkı toprak ıslah edici bir materyal olarak kabul edilmektedir. Sığır ve kümes hayvanlarının yoğun üretiminin olduğu çiftliklerde hayvansal dışkının dağılımı sorun olmaktadır. Hayvansal üretimin çevreye yaptığı en olumsuz etki, bir takım bulaşıcı hastalık etkenlerinin kaynağını oluşturmasıdır. Bütün bu etkenlerin çevreye yayılma yolu doğrudan ve dolaylı atık bertarafıdır. Ahır ve kümeslerden uzaklaştırılan atıkların depolandıkları çukurlar, insan ve hayvanlar için hastalık kaynağı olarak büyük tehlike oluşturur. Hayvansal atıklar % 50-75 oranında mikroorganizmalar yardımıyla ayrışabilen organik maddeleri içerir. Organik maddelerin ortamdaki oksijen durumuna bağlı olarak ayrışımı sonucu kokular oluşur. Hayvansal atıkların aerobik koşullar altında hızlı ayrışımında azot ve kükürdün inorganik bileşikleri de ortaya çıkar. Ayrışmada ortama çok az miktarda

karbondioksit gazı yayılırken, aşırı derecede koku yayan bileşikler oluşur. Hayvancılık işletmelerinde yığılan dışkı, önceleri zayıf bir koku çıkarır. Daha sonra yüksek ısı ve nem etkisi ile bakteriyolojik parçalanma başlar. Ürik asit hızla amonyum tuzlarına dönüşür. Amonyak çıkışı artarak çevreye rahatsız edici bir koku yayılır. Atığın ayrışımı sonucunda ortaya çıkan ve çevreye yayılan bazı kimyasal maddeler Tablo 4.1’de verilmiştir. Bu maddelerin çoğu uzak mesafelerden dahi algılanabilir.

Tablo 4.1 Hayvan Atıklarının Anaerobik Dekompozisyonu Sonucunda Ortaya Çıkan Bileşikler (Anonymous, 2003)

Bileşikler	İçeriği
Uçucu Yağ Asitleri	Asetik asit Propiyonik asit Butirik asit İzobutirik asit
Fenoller ve Krezoller	Merkaptanlar Metilmerkaptan Etilmerkaptan Propilmerkaptan
Sülfidler	Hidrojen sülfür Dimetilsülfür Dietilsülfür Disülfidler
Amonyak ve Aminler	Amonyak Metilamin Etilamin Dimetilamin Dietilamin
Azotlu Heterosiklikler	İndol Skatol
Kokusuz Gazlar	Karbondioksit Metan
Alkoller	
Aldehitler	
Esterler	

4.4 Atıkların Yönetimi

Hayvan üretimi sonucu oluşan atıklar, hayvan dışkıları ve kesim işlemi sonucu kalan iç organlardır. Mevcut durumda bu atıklar çiftliklerden toplanarak işlenmemiş halde tarımsal alanlara veya toprak yüzeylere serilmekte, suyla kürenerek sonrasında fizikokimyasal ve/veya biyolojik proseslerle arıtılıp alıcı ortamlara deşarj edilmekte, çöp döküm alanlarında depolanmakta veya kontrolsüz şekilde yakılmaktadır. İşlenmemiş hayvansal ve çiftlik

atıklarının tarımsal arazilere uygulanması ile atık içinde bulunan zararlı maddeler tarımsal toprağın verimliliğini düşürmekte ve çevresel kirliliğe sebep olmaktadır. Hayvan atıklarının yanlış yönetilmesinden kaynaklı olumsuzluklar şu şekilde özetlenebilir:

- Toprak, su ve hava kirliliğine yol açar.
- Arsenik, manganez, çinko, nitrat ve fosfat muhtevası yüksek olan kirliliğe neden olur.
- İstenmeyen kokulara neden olur.
- Haşerelerin üremesi için elverişli bir ortam sağlar, bulaşıcı hastalıkların yayılmasında etkili olur ve halk sağlığını olumsuz yönde etkiler.
- Doğal kaynakların kirlenmesine ve yok olmasına sebep olur.
- Leptospira ve histoplazma capsulatum gibi patojenik organizmalar içermektedir.

Bu atıkların kirlilik kaynakları olması nedeniyle uygun atık yönetim sistemlerinin uygulanması gerekmektedir. Mevcut durumda uygulanan depolama, kontrolsüz yakma veya su kaynaklarına deşarj, organik içeriği yüksek ve enerji üretim potansiyeli olan bu atıkların değer kaybına yol açmaktadır. Ayrıca, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde belirlenen kirletici kaynakların deşarj limit değerleri vardır. Hayvansal atıkların bu limit değerlere ulaşılabilmesi için azot ve fosfor giderimli membran biyoreaktörde arıtma sonrası nanofiltrasyon gibi pahalı ileri arıtma teknolojilerinin kullanımı gerekmektedir. Bütün bu yanlış atık uygulamaları göz önünde bulundurulduğunda, hayvansal atıklar için sürdürülebilir atık yönetimi yaklaşımının benimsenmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Hayvansal atık yönetiminin amacı, büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvancılığın gerçekleştirildiği bölgelerde, büyük miktardaki potansiyel hayvan atıklarının kullanım kapasitesini, sağlıklı çevre, ekonomik ve sosyal yararlar dikkate alınarak ve sürdürülebilir biçimde arttırmaktır. Bu kapsamda hayvansal atıklar, miktar ve özelliklerine bağlı olarak ve uygun teknolojiler kullanılarak enerji eldesi amacıyla atık yönetimi çerçevesinde değerlendirilebilmektedir.

5 BİYOGAZ TESİSLERİ VE GAZ KULLANIM ALTERNATİFLERİ

5.1 Türkiye'deki Mevcut Biyogaz Tesislerine Genel Bakış

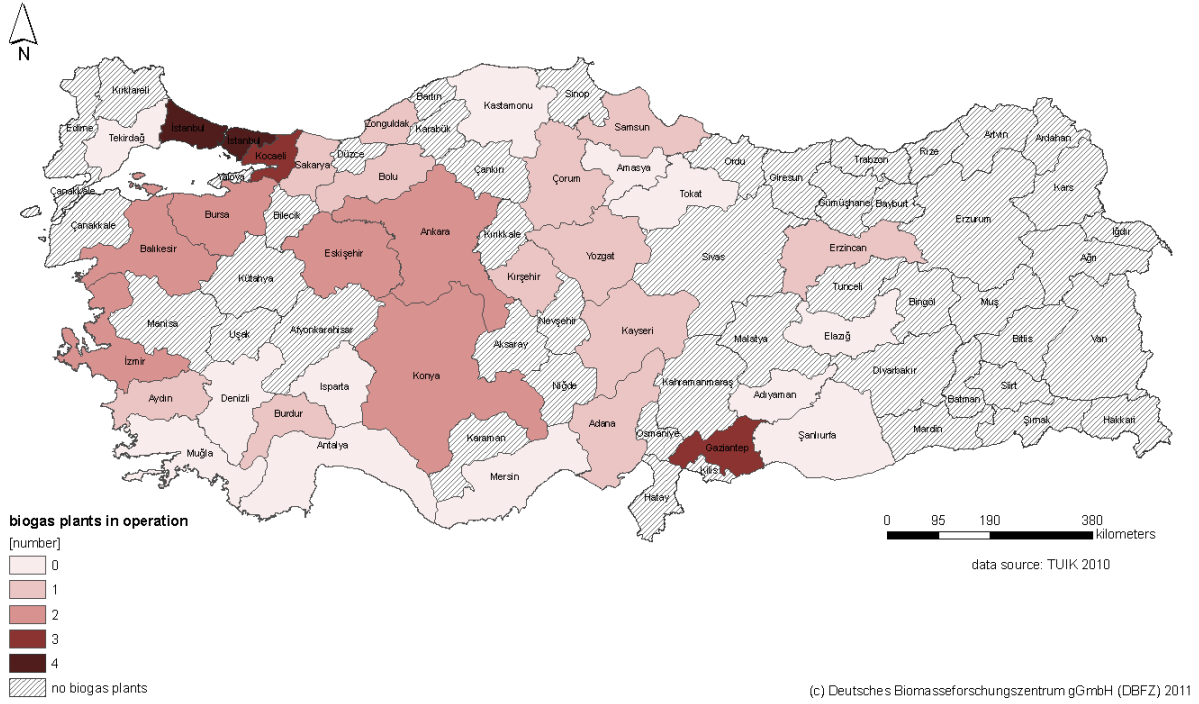
Türkiye, sadece hayvan atıkları ile çalışabilecek, 2.000 adet biyogaz tesisi kapasitesine sahiptir (IEA Bioenergy Task 37, 2011). Fakat, şu anda ülkede 36'sı çalışmakta olan toplam 85 biyogaz tesisi bulunmaktadır. (Şekil 5.1)

Çoğu biyogaz tesisi belediye veya sanayi bünyesi içerisinde (çöp gazı veya atıksu arıtma tesisi) ve genellikle Türkiye'nin batısında konumlanmıştır (özellikle İstanbul, Kocaeli) (Şekil 5.2). Tarım sektörü içerisinde var olan tesislerin sayısını tam olarak tespit etmek mümkün olamamaktadır.

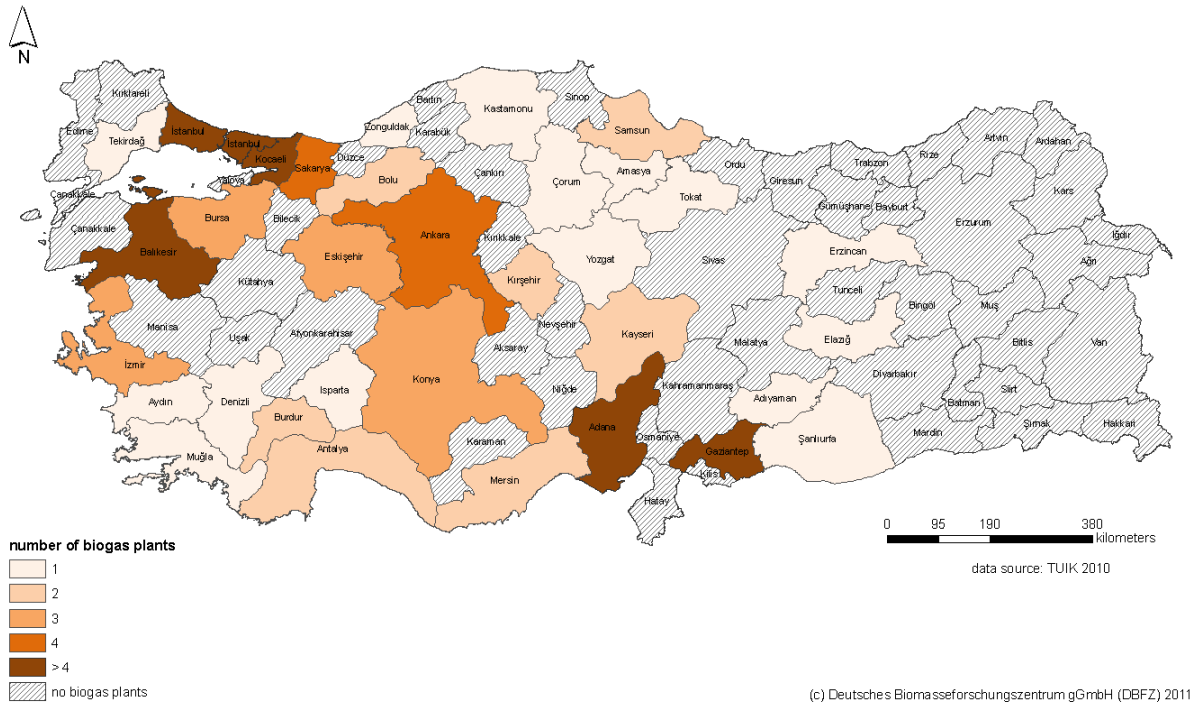
Tablo 5.1 ve Şekil 5.1'de, tarım, belediye ve sanayi bünyesinde çalışmakta olan biyogaz tesislerinin sayıları ve kapasiteleri hakkında genel bilgiler verilmiştir. (DBFZ, 2011)

Tablo 5.1 Sektörlere göre biyogaz tesislerinin dağılımı, durumları ve toplam kurulum kapasiteleri

	İşletme Halindeki Tesisler	İşletmedeki Kapasite (MW)	Planlanan Tesisler	Planlanan Tesis Kapasitesi (MW)	Toplam Biyogaz Tesisleri	Toplam Kapasite (MW)
Tarım (hayvansal atıklar, bitkiler)	2	0,68	12	11,99	14	12,58
Gıda sanayi (atıksu, organik atık)	17	13,68	2	3,88	19	17,56
Belediye (çöpgazı, atıksu)	17	96,98	12	34,72	29	131,70
Belediye (çöpgazı)	13	93,4	9	32,03	22	125,08
Belediye (atıksu)	4	3,94	3	2,69	7	6,62
Sınıflandırılmamış	0	0	23	61,16	23	61,16
Toplam	36	111,23	49	111,76	85	222,99



Şekil 5.1 Türkiye’deki biyogaz tesislerinin dağılımı (işletmedeki tesislerin sayıları)



Şekil 5.2 Türkiye’deki biyogaz tesis sayıları (durum: işletmede ve planlamada)

Türkiye’de hala gaz arıtma tesisi bulunmamaktadır. Üretilen biyogaz, gaz motorlarında kullanılmak üzere, yalnızca hidrojen sülfid ve kondensattan ayrılmaktadır. Pek çok biyogaz tesisi EPDK’den sertifika/lisans almak için beklerken, yalnızca çok azı işletim halindedir.

Çünkü, anaerobik çürütme tesisi izni almak; uygulama, inceleme ve değerlendirme, onay, ruhsat verilmiş gibi pek çok adımı içerdiğinden yaklaşık 150-180 gün arası sürmektedir.

İşletmede olan pek çok biyogaz tesisi, Gaziantep, İstanbul ve Kocaeli illeri civarında konumlanmıştır. (Şekil 5.2). Türkiye’de özellikle belediyeler yüksek kapasiteli biyogaz tesisleri kurma konusunda daha ilgilidir. (Şekil 5.1). Şebeke bağlantı uygulamalarına (elektrik, gaz, boru hattı) dair mevcut durum ise hala net değildir. Biyogaz tesislerinden çıkan katı ürünün (digestate), özelliklerine ve kullanım yöntemlerine dair hiç bir yönetmeliğin olmaması da diğer bir sorunu teşkil etmektedir (IEA Bioenergy Task 37, 2011).

5.2 Biyogaz Kullanım Alternatifleri

5.2.1 Bölgesel Gaz Kullanımı

Geri kazanılan gazın en kolay kullanımı bölgesel kullanımdır. Bu seçenek, gazın peşpeşe filtreler ve/veya kurutucular içeren bir boru hattı ile taşınmasını gerektirir. Mümkün olduğu durumlarda, boru hattı ve işletme maliyetlerini azaltmak için tek noktada kullanım tercih edilmelidir.

Gazı kullanıcıya iletmeden önce bir dereceye kadar temizlemek gerekmektedir. Kondensatın ve partiküllerin filtreler ve/veya kurutucular vasıtasıyla tutulması sağlanır. Bu minimum gaz arıtımından sonra gaz kalitesinde tipik olarak metan (CH₄) içeriği %35-50'e ulaşmaktadır. Metan konsantrasyonundaki bu seviye ise kazan ve motorlar gibi birçok ekipmanda kullanmak için yeterli bulunmaktadır. Gaz kullanım ekipmanı genellikle %100 metan içeren doğal gaz için tasarlanmış olmasına rağmen ekipman daha düşük içerikli metan kullanımı için kolaylıkla ayarlanabilmektedir.

Bu seçeneğin fizibilitesini değerlendirmek için, gazı potansiyel kullanıcılara taşıyacak boru hattının uzunluğu tahmin edilmelidir. 3 km üzerindeki mesafeler maliyet-etkin bulunmamaktadır. Ayrıca, boru hattının inşa edilebileceği bir güzergah da hazırlanmalıdır, Nehirler veya yüksek kayalık bölgeler gibi doğal engeller, boru hattı inşaatını oldukça yüksek maliyetlere çıkarabilmektedir (KAAP, 2006).

5.2.2 Elektrik Üretimi

Elektrik sahada kullanılmak veya bölgesel elektrik şebekesine verilmek üzere üretilmektedir. Elektrik üretimi için çeşitli teknolojiler mevcuttur. Bunlardan en yaygın olanları içten yanmalı motorlar (İY motorlar) ve gaz türbinlerdir.

Elektrik üretimindeki yöntemin seçilmesinde beklenen gaz debisi önem taşımaktadır. Gaz türbinleri İY motorlara göre daha yüksek gaz debilerine ihtiyaç göstermektedirler. Dolayısıyla, gaz türbinleri sadece büyük depolama sahalarında uygun görülmektedir. Ayrıca, gaz türbinleri nispeten daha sürekli çalışma ihtiyacı göstermekte ve dolayısıyla gün içindeki değişen elektrik yüklerini karşılamak için kapatılıp açılması uygun olmamaktadır. Sonuç olarak, gaz türbinleri elektrik şebekesini sürekli olarak besleyecek şekilde elektrik üretiminde kullanılmaktadır. İY motorlar, kolaylıkla açılıp kapatılabilmekte ve dolayısıyla kesik kesik güç ihtiyaçları için uygun görülmektedir (KAAP, 2006).

İçten Yanmalı Motorlar:

İçten yanmalı motorlar depo gazı uygulamalarında kullanımı en yaygın dönüşüm teknolojileridir. Otomobil motorlarına benzeyen sabit motorlar orta kalitede gazı kullanarak elektrik üretmektedirler. Kapasiteleri 30-2000 kilowat arasında değişen İY motorlar, depolama sahalarında tipik olarak yaklaşık 700 kW kapasitesindedirler (KAAP, 2006).

İY motorlar kanıtlanmış ve maliyet-etkin teknolojilerdir. Özellikle düşük üretim kapasitelerine karşı esneklikleri, küçük depolama sahaları için bu motorları tek elektrik üretim seçeneği haline getirmiştir. Geri kazanım projesinin başlangıcında, birçok İY motorlar tedarik edilip gaz üretimi düştükçe devre dışı bırakılır veya alternatif kullanım alanlarına gönderilirler.

Gaz Türbinleri:

Gaz türbinleri çevredeki kullanıcılara veya elektrik şirketlerine satmak veya sahada kullanmak için orta kalitede gazdan elektrik üretebilmektedirler. Gaz türbinlerinin ekonomik açıdan cazip olmaları için İY motorlara göre daha yüksek miktarlarda gaz debilerine ihtiyaç vardır ve dolayısıyla büyük depolama sahalarında kullanım alanı bulabilmektedirler. 500 kW ile 10 MW arasında değişen kapasitelere sahiptirler, fakat depolama sahaları için uygun kapasite 2-4 MW arasında değişir. Ayrıca, gaz türbinleri çalışmadıkları durumda bile elektrik üretimiyle neredeyse aynı miktarda yakıt kullanılmaktadır. Buna ilaveten gazın türbine verilmeden önce sıkıştırılması gerekmektedir (KAAP, 2006).

Bu ana seçeneklere ilave olarak, elektrik üretimi için bazı ilave seçenekler de bulunmaktadır. Yakıt hücreleri, depo gazı ile test edilmektedir. 1-2 MW kapasitesinde üretim yapması beklenen bu üniteler, düşük NO_x emisyonları ile yüksek verim sağlamaktadır. Çalışma esası kimyasal enerjiyi elektrik ve ısı enerjisine çevirmek şeklindedir. Oldukça yüksek gaz debilerinin bulunması durumunda, buhar türbinleri de kullanılabilir (KAAP, 2006).

5.2.3 Boru Hattına Vermek

Depo gazını boru hattına vermek bölgesel kullanıcının bulunmaması durumunda uygun bir seçenek olabilmektedir. Yakında orta kalitede gaz taşıyan bir boru hattı bulunuyorsa, gazı vermeden önce sadece düşük bir gaz işleme gerekmektedir. Boru hattına verme, gazın boru hattı basıncına kadar sıkıştırılmasını da gerekli kılmaktadır (KAAP, 2006).

Orta Kalite Gaz: Orta kalite gaz, depo gazının %50 metan içeriğine sahip olmasıyla eşdeğerdir. Gaz verilmeden önce işlenmekte, böylece kuru hale gelmekte ve korozif katkılardan arındırılmaktadır. Bu seçeneğin cazipliğini etkileyen başlıca faktörler, gaz sıkıştırmanın derecesi ve boru hattına olan mesafedir.

Yüksek Kalite Gaz: Yüksek kalite gaz için, geri kazanılan gazdaki karbondioksitin büyük kısmının ve eser elementlerinin uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu da diğer kirleticilerin uzaklaştırılmasından daha zor ve dolayısıyla daha pahalı bir süreçtir.

Tüm yukarıda anlatılanlar ışığında, depo gazı kullanım seçeneklerinin teknik fizibilitelerinin bir özeti Tablo 5.2’de verilmektedir.

Tablo 5.2 Biyogaz Kullanımı Seçeneklerinin Teknik Fizibilitesi Özeti

Seçenekler	Gaz kalitesi (min. CH ₄ kons.)	Uygulanabilirlik
Bölgesel Gaz Kullanımı Sahada veya endüstri, yerleşim yerleri veya ticari tesislerde doğrudan kullanım	35%	Saha dışında kullanım tesisi sahadan en fazla 3-4 km uzakta olmalıdır. Sahada kullanım yüksek enerji doğal gaz kullanan tesisler gereksinimi olan tesisler için uygundur.
İY Motorlar	40%	Elektrik şebekesi gerekli, satılan elektrik kullanıcının ekipmanı ile uyumlu olmalıdır. Sahada kullanım, elektrik kullanan yardımcı ekipmanlara sahip sahalar için uygundur.
Orta Kalite Gaz Boru Hatları	30-50%	Orta kalite gaz boru hattı şebekesi bulunmalı ve ilave gazı taşıyacak kapasitede olmalıdır.
Yüksek Kalite Gaz Boru Hatları	95%	Yoğun gaz işleme gerekmekte ve yüksek kalitede gaz boru hattı şebekesi bulunmalı ve ilave gaz taşıyacak kapasitede olmalıdır.
Yakma	20%	Her boyuttaki tesiste uygulanabilir.

6 TEKİRDAĞ İLİ HAYVAN SAYILARI

6.1 Tekirdağ'daki Mevcut Hayvan Sayıları

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı verilerine göre Tekirdağ'da 2013 yılı itibariyle büyükbaş hayvan sayıları Tablo 6.1'de, küçükbaş hayvan sayıları Tablo 6.2'de, kanatlı hayvan varlığı Tablo 6.3'de ve tek tırnaklı hayvan varlığı ise Tablo 6.4'de verilmiştir. Bu tablolardaki veriler 2013 yılının ortalamasını göstermektedir. (Tekirdağ İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2014)

Tablo 6.1 Tekirdağ Büyükbaş Hayvan Sayıları (2013)

İlçe Adı	Sığır (Kültür Irkı)	Sığır (Kültür Melezi)	Sığır (Yerli Irk)	Manda	Toplam Büyükbaş
Çerkezköy	6.920	1.549	29	41	8.539
Çorlu	9.698	1.102		60	10.860
Hayrabolu	24.750	1.250			26.000
Malkara	43.987	12.078	135		56.200
M. Ereğlisi	2.020	280			2.300
Merkez	15.682	2.786	130		18.598
Muratlı	7.071	1.204			8.275
Saray	11.510	2.032	240	550	14.332
Şarköy	5.516	1.570	414		7.500
Toplam	127.154	23.851	948	651	152.604

Tablo 6.2 Tekirdağ Küçükbaş Hayvan Sayıları (2013)

İlçe Adı	Kıl Keçisi ve Diğer Irklar	Koyun (Merinos)	Koyun (Yerli ve Diğer Irklar)	Toplam Koyun	Toplam Küçükbaş
Çerkezköy	750	108	10.242	10.350	11.100
Çorlu	500	0	19.500	19.500	20.000
Hayrabolu	2.500	4.950	20.550	25.500	28.000
Malkara	10.800	1.170	29.080	30.250	41.050
M. Ereğlisi	250	150	3.500	3.650	3.900
Merkez	5.675	1.000	25.500	26.500	32.175
Muratlı	450	2.200	10.150	12.350	12.800
Saray	2.000	1.514	13.850	15.364	17.364
Şarköy	15.000	2.200	7.800	10.000	25.000
Toplam	37.925	13.292	140.172	153.464	191.389

Tablo 6.3 Tekirdağ Kanatlı Hayvan Sayıları (2013)

İlçe Adı	Hindi	Kaz	Ördek	Yumurtacı Tavuk	Toplam
Çerkezköy	1.220	380	400	9.500	11.500
Çorlu	925	1.056	2.010	32.960	36.951
Hayrabolu	650	1.050	3.300	50.000	55.000
Malkara	3.000	1.500	5.500	30.000	39.500
M. Ereğlisi	100	300	100	6.000	6.500
Merkez	4.820	1.650	1.760	27.340	35.570
Muratlı	190	198	856	9.600	10.844
Saray	140	350	2.000	20.000	22.490
Şarköy	250	250	250	5.000	5.750
Toplam	11.295	6.734	16.176	190.400	224.105

Tablo 6.4 Tekirdağ Tek Tırnaklı Hayvan Sayıları (2013)

İlçe Adı	At	Eşek	Katır	Toplam
Çerkezköy	150	10		160
Çorlu	110	0		110
Hayrabolu	85	16		101
Malkara	50	75		125
M. Ereğlisi	40	4		44
Merkez	40	10		50
Muratlı	37	9		46
Saray	150	40		190
Şarköy	150	250	50	450
Toplam	812	414	50	1276

7 HAYVANSAL ATIK OLUŞUMU

7.1 Hayvan Başı Atık Oluşumu

Başarılı bir biyogaz tesisi çalışması için, tesise sağlanacak atık kaynağının (hammadenin) güvenceye alınması, bu tip işletmelerin en önemli konusunu oluşturmaktadır. Tesis devreye alındıktan sonra, hammadde gelişinde olacak dalgalanmalar, prosesin durmasına sebep olabilir ki, bu tam anlamıyla bir sistem hatası olur. Bu amaçla, bölgede bulunan hayvansal atıkların miktarı bu çalışma kapsamında verilen güncel hayvan sayısı ve yapılan günlük hayvansal atık miktar kabulleri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Hayvan Çiftliklerindeki Atık Miktarları

Çalışma kapsamında, Türkiye hayvancılık sektöründe kabul gören günlük atık miktarları ve özellikleri kabul edilmiştir. Hayvan tiplerine bağlı günlük atık miktarları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 7.1 Birim Atık Oluşum Kabulleri

Hayvan Türleri	Birim Yaş Dışı Oluşumu		Kaynak
	kg/hayvan.gün	ton/hayvan.yıl	
Birim			
Büyükbaş	37,50	13,69	(DBFZ, 2011)
Küçükbaş	2,00	0,73	(Berkes & Kışlalıoğlu, 1993)
Kanatlı	0,13	0,05	(DBFZ, 2011)
Tırnaklı	25,30	9,23	(Yurtseven, 2013)

7.2 Tekirdağ İlinin Toplam Atık Potansiyeli

Tablo 7.1’de verilen birim atık oluşumları dikkate alınarak Tekirdağ’daki toplam hayvansal atık oluşumu potansiyel olarak hesaplanmıştır. Hayvan türleri bazında atık oluşum miktarları Tablo 7.2’de verilmiştir.

Tablo 7.2 Tekirdağ İli Toplam Hayvansal Atık Oluşumu

Hayvan Türleri	Sayıları	Birim Dışkı Oluşumu	Toplam Atık Oluşumu
Birim	Adet	ton/hayvan.yıl	ton/yıl
Büyükbaş	152.604	13,69	2.088.767
Küçükbaş	191.389	0,73	139.714
Kanatlı	224.105	0,05	10.634
Tırnaklı	1.276	9,23	11.783
Toplam	569.374		2.250.898

Tablo 7.2’de verilen atık oluşum verileri potansiyel atık oluşumu olup pratikte bu atığın sadece belirli bir kısmı toplanabilmektedir.

7.3 Erişilebilir Atık Miktarı

Hayvansal atıkların toplanabilirliği esas olarak hayvanların kapalı mekanda bulunma süreleriyle ve mekanlardaki atık toplama ve biriktirme düzenekleriyle ilişkilidir.

Örneğin Türkiye’nin batısı, doğu ile kıyaslandığında daha büyük işletmelere sahiptir. Hayvanlar ahırlarda, çayır ve meralarda otlatılmadan tutulmaktadır.

Türkiye’de biyogaz potansiyeline ilişkin yapılan çalışmalara göre, toplanabilir dışkı miktarı teknik biyogaz potansiyeli olarak tanımlanmış ve mevcut dışkının, büyük baş için %50’si toplanabilir kabul edilirken, kanatlı için bu değer %99 olarak seçilmiştir. Aynı çalışmalarda batıdaki büyük baş hayvanlar için kullanılabilir dışkı %50 iken, bu değer mera faktörü nedeniyle doğudaki büyükbaş hayvan dışkısı için %15 kabul edilmiştir. (Ekinci, Kulcu, & Kaya, 2010) (DBFZ, 2011)

Toplanabilir atık oranlarına ilişkin kabuller Tablo 7.3’de verilmiştir.

Tablo 7.3 Hayvan Türüne Göre Toplanabilir Dışkı Oranları

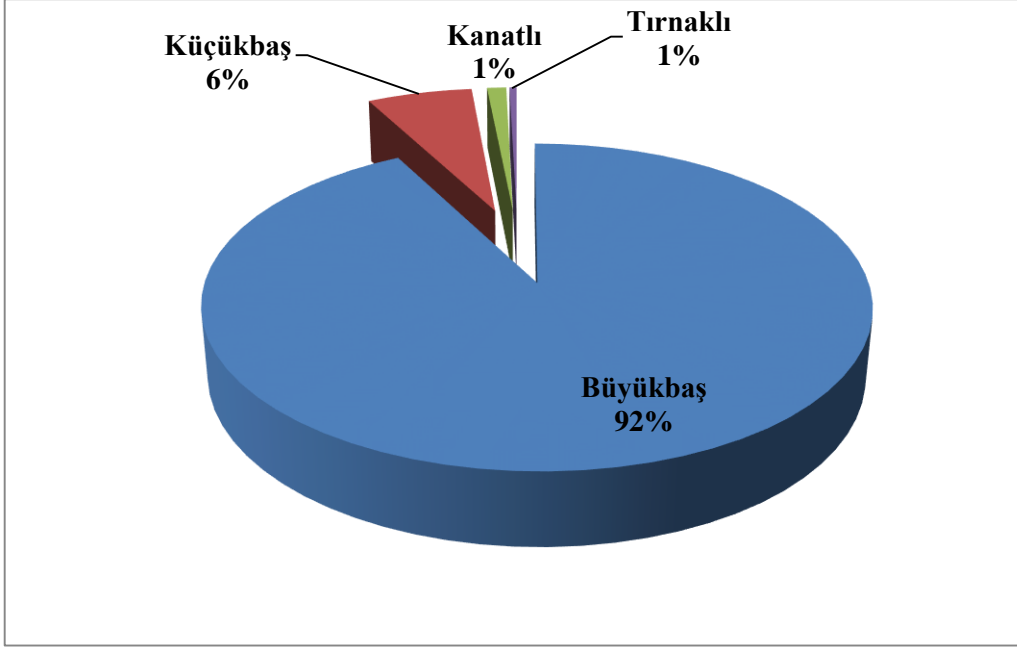
Hayvan Türü	Toplanabilir Hayvan Dışkısı Oranları (Diğer Aylar) 9 Ay	Toplanabilir Hayvan Dışkısı Oranları (Mera Ayları) 3 Ay	Yıl Ortalaması
Büyükbaş	%50	% 15	%41
Küçükbaş	%50	% 15	%41
Kanatlı	%99	%99	%99
Tırnaklı	%40	% 10	%33

Tablo 7.3’de verilen toplanabilirlik oranlarına göre pratikte erişilebilir atık miktarları de verilmiştir.

Tablo 7.4 Erişilebilir Atık Miktarı

Hayvan Türleri	Toplam Atık Oluşumu	Toplanabilme Oranları	Erişilebilir Atık Miktarı
Birim	ton/yıl	%	ton/yıl
Büyükbaş	2.088.767	41%	861.616
Küçükbaş	139.714	41%	57.632
Kanatlı	10.634	99%	10.527
Tırnaklı	11.783	33%	3.830
Toplam	2.250.898		933.605

Tablo 7.4’de hesaplanan erişilebilir atık miktarı dikkate alındığında Tekirdağ İlindeki hayvan atıklarının kaynağına göre dağılımı Şekil 7.1’de görülmektedir.



Şekil 7.1 Hayvan Atıklarının Kaynağına Göre Dağılımı

Şekil 7.1’de Tekirdağ İlindeki erişilebilir hayvan atıklarının kaynağına göre yüzdelerik dağılımı görülmektedir. Dağılımdan görüldüğü gibi Tekirdağ İlindeki hayvansal atıkların büyük çoğunluğu %92’lik bir oranla büyükbaş kaynaklıdır.

8 SAHA VE LABORATUAR ÇALIŞMALARI

8.1 Saha Çalışmaları

12 Mart 2015 tarihinde Tekirdağ'da saha çalışmaları yürütülmüştür. Bu doğrultuda gerekli verilerin toplanmasına yönelik olarak öncelikle N.K.Ü. Ziraat Fakültesinin ilgili Bölümleri ve Tekirdağ İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü ile görüşmeler yapılmış ve TÜİK verileri incelenmiştir. Daha sonra her atık türünü temsil edecek nitelikte işletmeler ziyaret edilmiştir.

Ziyaret edilen işletmelerle ilgili bilgiler aşağıdaki Tablo 8.1'de verilmiştir.

Tablo 8.1 Ziyaret Edilen İşletmeler

No	İşletme Adı/Yetkili	Adresi	Büyükbaş Adedi	Küçükbaş Adedi	Kanatlı Adedi
1	Zeki Ünal	Köseilyas Köyü Zeki Ünal Çiftliği	100	50	-
2	Katırcı Çiftliği	Yağcı Mahallesi	100	-	-
3	Ferdi Yüksel Çiftliği	Osmanlı Mah	800	-	-
4	Ahmet Diril Çiftliği	Karadeniz Mah	-	100	-
5	Dede Yumurta Çiftliği Gıda San. Ve Tic. Ltd. Şti.	Nusratlı Köyü	-	-	20.000

Tablo 8.1'deki işletmelerin harita üzerindeki konumları Şekil 8.1'de verilmiştir.



Şekil 8.1 Ziyaret Edilen İşletmelerin Konumları

Bu işletmelerden dışkı numuneleri alınmış ve biyogaz potansiyel testi için İTÜ Çevre Mühendisliği Laboratuvarına sevk edilmiştir.



Şekil 8.2 Numune Alınan 1 Nolu İşletme



Şekil 8.3 Numune Alınan 2 Nolu İşletme



Şekil 8.4 Numune Alınan 3 Nolu İşletme



Şekil 8.5 Numune Alınan 4 Nolu İşletme



Şekil 8.6 Numune Alınan 5 Nolu İşletme

8.2 Laboratuvar Çalışmaları

Saha ziyaretlerinde alınan farklı hayvan türleri için alınan numuneler bekletilmeden aynı gün içinde İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Laboratuvarına ulaştırılmıştır.

Laboratuvarda öncelikle aynı gruptaki hayvan türleri için alınan numuneler karıştırılarak kompozit numune elde edilmiştir. Buna göre esas olarak büyükbaş (sığır), küçükbaş ve kanatlı (tavuk) olmak üzere üç tür numune üzerinde çalışılmıştır. Ayrıca biyogaz tesisi şartlarını gözlemlemek amacıyla dördüncü bir karışım numunesi hazırlanmıştır. Karışım oranının belirlenmesinde ise Tekirdağ'daki büyükbaş ve kanatlı hayvanların potansiyel atık miktarları dikkate alınmıştır.

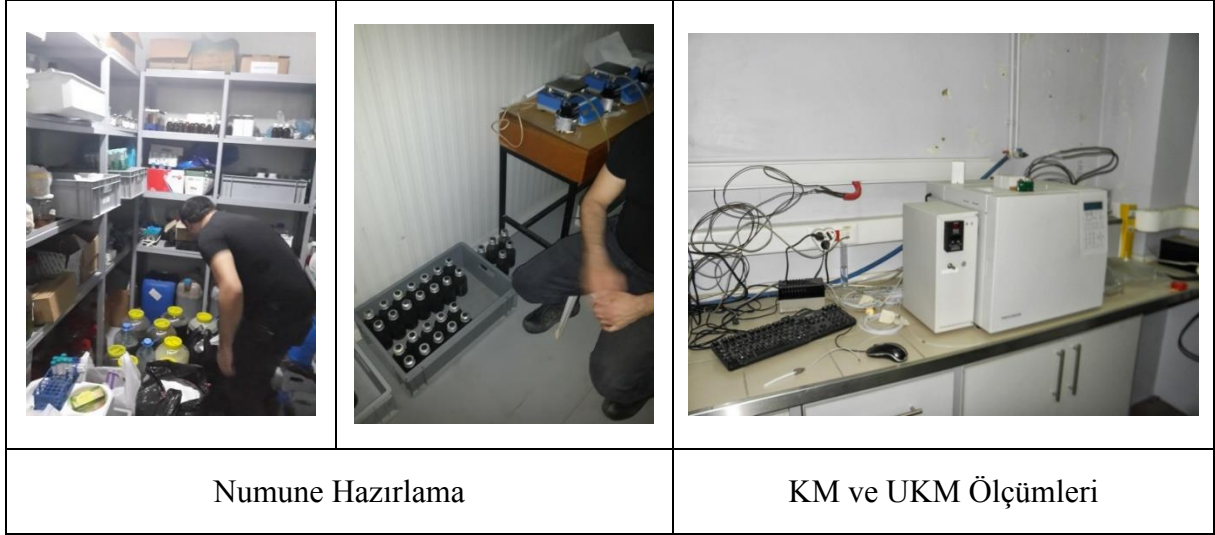
Analize konu olan nihai numuneler ve özellikleri Tablo 8.2'de verilmiştir.

Tablo 8.2 Analize Esas Nihai Numuneler ve Özellikler

No	Numuneler	Büyükbaş	Küçükbaş	Kanatlı
1	Büyükbaş	%100	-	-
2	Küçükbaş	-	%100	-
3	Kanatlı	-	-	%100
4	Karışım	%93	%6	%1

Laboratuvar çalışmalarında sırasıyla şu aşamalardan geçilmiştir.



- Numune Hazırlama
- Katı Madde (KM) ve Uçucu (Organik) Katı Madde (UKM) Ölçümleri
- Bulamaç Hazırlama ve Karıştırma
- Biyogaz Oluşumu
- Reaktörde Metan Ölçümü





Şekil 8.7 Laboratuvarda Numune Bekleme Odası ve KM-UKM Ölçümleri





Şekil 8.6 Laboratuvarda Organik Madde Tayini Ölçümleri

	
Nem oranı için kullanılan Etüv kabı	Laboratuvarda Kullanılan Etüv

Şekil 8.8 Laboratuvarda Nem Oranı Ölçümü için Kullanılan Ekipmanlar

	
Reaktörde Metan Ölçümleri	Reaktörde Metan Ölçümleri

Şekil 8.9 Laboratuvarda Karıştırma ve Biyogaz Oluşum Süreçleri

	
Reaktörde Metan Ölçümleri	Reaktörde Metan Ölçümleri

Şekil 8.10 Laboratuvarda Metan Ölçümleri

8.3 Laboratuvar Analiz Sonuçları

8.3.1 KM ve UKM Analiz Sonuçları

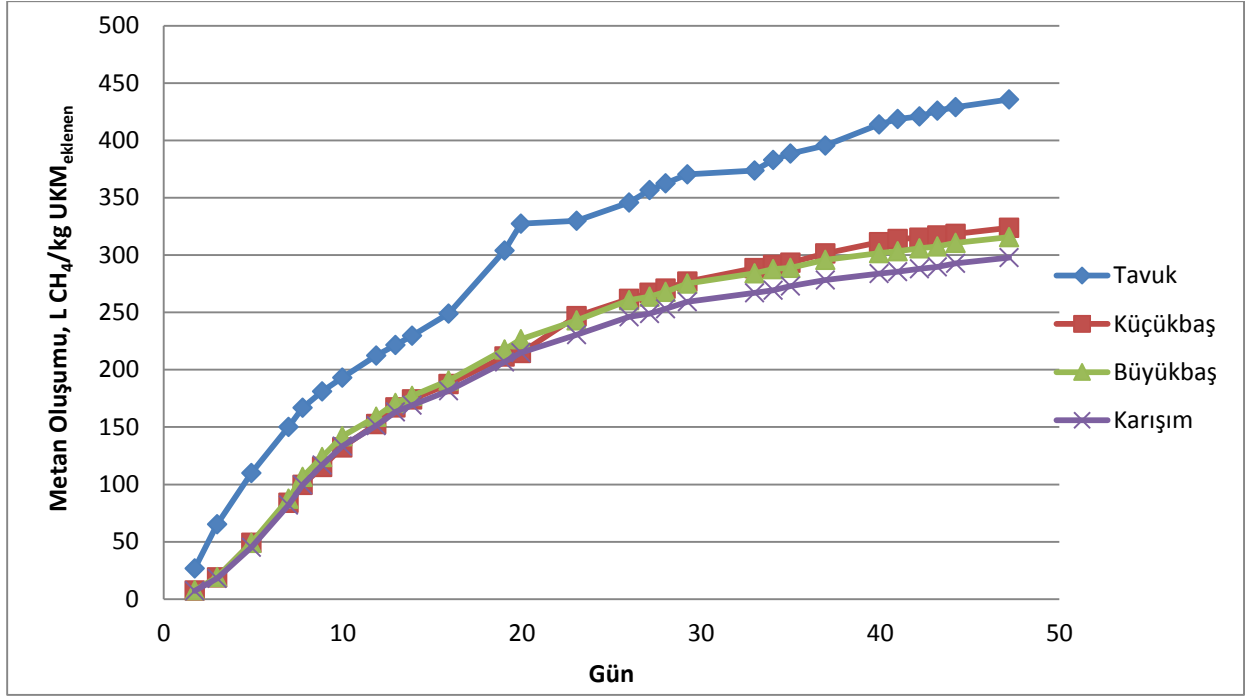
Laboratuvarda ilk etapta numuneler üzerinde KM (Katı Madde) ve UKM (Uçucu Katı Madde) ölçümleri yapılmıştır. Uçucu Katı Madde parametresi Organik Katı Madde İçeriğini göstermektedir.

Tablo 8.3 Numunelerde KM ve UKM Sonuçları

Atık Türü	Katı Madde (KM)	Uçucu Katı Madde (UKM)
Büyükbaş	% 14	% 62
Küçükbaş	% 36	% 81
Kanatlı	% 25	% 64

8.3.2 Biyogaz Potansiyeli Sonuçları

Bulamaç hazırlama ve karıştırma sürecinden sonra reaktöre alınan numunelerde anaerobik şartların oluşmasıyla birlikte biyogaz oluşumu başlamaktadır. Bu süreç yaklaşık 1 ay sürmektedir. Normal koşullarda bir ay zarfında biyogaz oluşumu giderek artmakta ve pik değere ulaşıp sabitlenmektedir. Yapılan analiz çalışmasında da aynı süreç gözlemlenmiştir. 19 Şubat 2015’de başlayan reaktör sürecinde son ölçüm alınan 6 Nisan 2015 tarihine kadar biyogaz üretimi giderek artmış ve sabitleneceği pik değere yaklaşmıştır. (Şekil 8.)



Şekil 8.11 Biyogaz Analiz Sonuçları

Şekil 8.'de görüldüğü gibi üç numunenin biyogaz oluşumu esas olarak paralel seyretmektedir. Giderek yükselen ve doğrusallığa yaklaşan eğriler analiz sürecinin sonunda belirli bir pik değerinde sabitlenmektedir. Bu pik değerle ilgili analiz yetkilisince verilen değer Tablo 8.4'de görülmektedir.

Tablo 8.4 Nihai Biyogaz Potansiyel Sonuçları (L CH₄/ kg UKM_{eklenen})

No	Numuneler	CH ₄ üretimi (L CH ₄ / kg UKM _{eklenen})
1	Büyükbaş	316
2	Küçükbaş	324
3	Kanatlı	436
4	Karışım	298

Tablo 8.4'de verilen değerler (L CH₄/ kg UKM) laboratuvar ölçeğinde kullanılan kilogram UKM (Uçucu(Organik) Katı Madde) başına litre cinsinden üretilen metan gazını göstermektedir. Bu değer tesis tasarımına esas olacak pratik değeri ton UKM başına metreküp cinsinden metan gazıdır. (m³ CH₄/ ton UKM) Bu iki birimin değerleri aynıdır.

Bu sonuçlara göre biyogaz verimi en yüksek atığın kanatlı hayvan atığı olduğu görülmektedir. Daha sonra biyogaz veriminin büyükten küçüğe doğru sırasıyla küçükbaş, büyükbaş ve karışım numunelerine ait olduğu görülmektedir.

8.3.3 Metan İçerikleri

Numunelerden elde edilen biyogazda metan içeriği ölçümleri yapılmıştır. Metan içeriği sonuçları de görülmektedir.

Tablo 8.5 Metan İçeriği Ölçüm Sonuçları

No	Numuneler	Metan İçeriği
1	Büyükbaş	% 58
2	Küçükbaş	% 61
3	Kanatlı	% 58
4	Karışım	% 58

Tablo 8.5’de görüldüğü gibi numunelerden elde edilen biyogazda metan içeriği en yüksek atık %61 ile küçükbaş hayvan atığıdır.

İTÜ Çevre Mühendisliği Laboratuvarınca yapılan analiz sonuç raporu ekte sunulmuştur. Bu raporda analiz yöntemleri de belirtilmiştir.

9 TEKİRDAĞ İLİ BİYOGAZ POTANSİYELİ

9.1 Temel Parametre Kabulleri

Hayvansal dışkıların enerji üretim potansiyelleri, bu çalışma içinde incelenmiştir. Her dışkı tipi, fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı değişen enerji potansiyeline sahiptir. Bu atıkların miktarları ile ilgili hesaplamalar Bölüm 7’de verilmiştir. Hesaplamalarda hayvansal atıkların tiplerine bağlı olarak, katı madde ve organik katı madde içeriği ve metan gazı üretim potansiyeline ilişkin yapılan kabuller aşağıdaki tabloda özetlenmiştir. Bu kabuller laboratuvar analiz sonuçlarına dayanmaktadır. (Tablo 9.1, Tablo 9.2)

Tablo 9.1 Hayvan Atıklarının KM ve UKM Değer Kabulleri

Atık Türü	Katı Madde (KM)	Uçucu Katı Madde (UKM)	Kaynak
Büyükbaş	%14	%62	Laboratuvar Analizi
Küçükbaş	%36	%81	Laboratuvar Analizi
Kanatlı	%25	%64	Laboratuvar Analizi

Tablo 9.2 Hayvan Atıklarının Birim Metan Gazı Potansiyeli Değer Kabulleri

Atık Türü	Birim Metan Potansiyeli (m ³ CH ₄ / ton UKM)	Kaynak
Büyükbaş	316	Laboratuvar Analizi
Küçükbaş	324	Laboratuvar Analizi
Kanatlı	436	Laboratuvar Analizi

9.2 Toplam KM ve UKM Miktarları

Biyogaz üretim hesaplamalarına esas olmak üzere her hayvan atık türü için Toplam Katı Madde (KM) ve Toplam Uçucu Katı Madde Miktarları hesaplanmıştır.(Tablo 9.3)

Tablo 9.3 Toplam Katı Madde Miktarları

Hayvan Türleri	Erişilebilir Atık Miktarı	Toplam KM İçeriği	Toplam KM Miktarı
Birim	ton/yıl	%	ton/yıl
Büyükbaş	861.616	14%	120.626
Küçükbaş	57.632	36%	20.748
Kanatlı	10.527	25%	2.632
Tırnaklı	3.830	14%	536
Toplam	933.605		144.542

Tablo 9.3’de hesaplanan Toplam Katı Madde Miktarı üzerinden Toplam Uçucu (Organik) Katı Madde Miktarı hesaplanmıştır.

Tablo 9.4 Toplam Uçucu (Organik) Katı Madde Miktarları

Hayvan Türleri	Toplam KM Miktarı	Toplam UKM İçeriği	Toplam UKM Miktarı
Birim	ton/yıl	%	ton/yıl
Büyükbaş	120.626	62%	74.788
Küçükbaş	20.748	81%	16.805
Kanatlı	2.632	64%	1.684
Tırnaklı	536	62%	332
Toplam	144.542		93.611

9.3 Hayvansal Biyogaz Üretim Potansiyeli

Tekirdağ İli’nin toplam biyogaz potansiyelinin belirlenmesi amacıyla Bölüm 7, Tablo 7.4’de verilen erişilebilir atıklardaki Toplam Uçucu Katı Madde Miktarı üzerinden metan üretim potansiyel hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

Tablo 9.5 Tekirdağ İli Toplam Biyogaz Üretim Potansiyeli

Hayvan Türleri	Toplam UKM Miktarı	Birim Metan Potansiyeli	Toplam Metan Potansiyeli
Birim	ton/yıl	m ³ CH ₄ / ton UKM	m ³ CH ₄
Büyükbaş	74.788	316	23.633.106
Küçükbaş	16.805	324	5.444.980
Kanatlı	1.684	436	734.395
Tırnaklı	332	316	105.040
Toplam	93.611		29.917.521

9.4 Enerji Üretim Potansiyeli

Tablo 9.5’de hesaplanan toplam metan gazı potansiyeli üzerinden aşağıdaki Tablo 9.6’da yer alan kabuller kullanılarak toplam enerji üretim potansiyeli hesaplanmıştır.(Tablo 9.7)

Tablo 9.6 Enerji Hesaplarında Yapılan Kabuller (DBFZ, 2011)

Parametre	Değer	Birim
Metanın Enerji İçeriği	9,97	kWh/m ³ CH ₄
Kojenerasyon Elektrik Üretim Verimi	40%	yüzde
Doğalgaz Kalorifik Değeri	8.250	kcal/Sm ³
Elektrik Birim Satış Fiyatı	0,133	ABD Doları/kWh

Tablo 9.7 Toplam Hayvansal Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyeli

Hayvan Türleri	Toplam Metan Potansiyeli	Toplam Enerji Potansiyeli	Net Enerji Potansiyeli	Kurulu Güç
Birim	m ³ CH ₄ / yıl	kWh / yıl	kWh / yıl	MW
Büyükbaş	23.633.106	235.622.071	94.248.828	10,76
Küçükbaş	5.444.980	54.286.454	21.714.582	2,48
Kanatlı	734.395	7.321.913	2.928.765	0,33
Tırnaklı	105.040	1.047.248	418.899	0,05
Toplam	29.917.521	298.277.686	119.311.074	13,62

Sonuç olarak Tekirdağ İli hayvansal atıklarının toplamından yaklaşık olarak yılda yaklaşık 30 milyon metreküp metan gazını potansiyel olarak elde etmek mümkündür. Bu metan gazını enerjiye dönüştürdüğümüzde yılda yaklaşık 119 milyon kWh elektrik enerjisi elde edilebilmektedir. Elektrik enerji eldesine yönelik böyle bir tesisin kurulu gücü ise yaklaşık 13 MW olacaktır.

Söz konusu enerji tesisinde elektrik enerjisinin yanı sıra atık ısıdan ısı enerjisi de elde edilebilmektedir. Tesisin toplam potansiyel ısı üretimi ise Tablo 9.8’de verilmiştir.

Tablo 9.8 Toplam Isı Enerjisi Üretim Potansiyeli

Hayvan Türleri	Toplam Isı Üretimi	Net Isı Üretimi
Birim	kcal/yıl	kcal/yıl
Büyükbaş	93.211.334.945	37.284.533.978
Küçükbaş	21.475.546.965	8.590.218.786
Kanatlı	2.896.525.439	1.158.610.176
Tırnaklı	414.287.802	165.715.121
Toplam	117.997.695.151	47.199.078.061

10 İLÇE BAZLI DEĞERLENDİRME VE KONUM ANALİZİ

Bu bölümde biyogaz ve enerji potansiyeli hesapları ilçe bazlı hesaplanmış ve İlçelerin potansiyelleri değerlendirilmiştir.

10.1 İlçe Bazlı Hayvan Sayıları

Bölüm 6'da, ayrıntılı olarak verilen ilçe bazlı hayvan sayılarının özet tablosu aşağıda sunulmuştur. (Tablo 10.1)

Tablo 10.1 İlçe Bazlı Hayvan Sayıları Özet Tablosu

İlçeler	Büyükbaş	Küçükbaş	Kanath	Tırnaklı	Toplam
Çerkezköy	8.539	11.100	11.500	160	31.299
Çorlu	10.860	20.000	36.951	110	67.921
Hayrabolu	26.000	28.000	55.000	101	109.101
Malkara	56.200	41.050	39.500	125	136.875
M. Ereğlisi	2.300	3.900	6.500	44	12.744
Merkez	18.598	32.175	35.570	50	86.393
Murathı	8.275	12.800	10.844	46	31.965
Saray	14.332	17.364	22.490	190	54.376
Şarköy	7.500	25.000	5.750	450	38.700
Toplam	152.604	191.389	224.105	1.276	569.374

10.2 İlçe Bazlı Erişilebilir Atık Miktarı

Bölüm 6'da, ayrıntılı olarak verilen İlçe bazlı hayvan sayılarından yararlanılarak hesaplanmış olan erişilebilir atık miktarlarına ilişkin özet tablosu aşağıda sunulmuştur. (Tablo 10.2)

Tablo 10.2 İlçe Bazlı Erişilebilir Hayvansal Atık Miktarı Özet Tablosu (ton/yıl)

İlçeler	Büyükbaş	Küçükbaş	Kanath	Tırnaklı	Toplam
Çerkezköy	48.212	3.342	540	480	52.575
Çorlu	61.317	6.023	1.736	330	69.405
Hayrabolu	146.798	8.432	2.584	303	158.117
Malkara	317.310	12.361	1.856	375	331.902
M. Ereğlisi	12.986	1.174	305	132	14.598
Merkez	105.006	9.689	1.671	150	116.516
Murathı	46.721	3.854	509	138	51.223
Saray	80.920	5.229	1.056	570	87.775
Şarköy	42.346	7.528	270	1.351	51.494
Toplam	861.616	57.632	10.527	3.830	933.605

10.3 İlçe Bazlı Hayvansal Biyogaz Potansiyeli

Bölüm 7, Tablo 7.4’de hesaplanan İlçe bazlı erişilebilir hayvansal atık miktarları üzerinden öncelikle Uçucu Katı Madde Miktarları hesaplanmıştır. (Tablo 10.3)

Tablo 10.3 İlçe Bazlı Hayvansal UKM Değerleri (ton/yıl)

İlçeler	Büyükbaş	Küçükbaş	Kanath	Tırnaklı	Toplam
UKM	9%	29%	16%	9%	
Çerkezköy	4.185	975	86	42	5.288
Çorlu	5.322	1.756	278	29	7.385
Hayrabolu	12.742	2.459	413	26	15.640
Malkara	27.543	3.605	297	33	31.477
M. Ereğlisi	1.127	342	49	11	1.530
Merkez	9.115	2.825	267	13	12.220
Murathı	4.055	1.124	82	12	5.273
Saray	7.024	1.525	169	49	8.767
Şarköy	3.676	2.195	43	117	6.031
Toplam	74.788	16.805	1.684	332	93.611

Daha sonra Tablo 10.3’de yer alan UKM miktarları üzerinden hayvansal metan gazı oluşumlar hesaplanmıştır. (Tablo 10.4)

Tablo 10.4 İlçe Bazlı Hayvansal Metan Gazı Değerleri (m³/yıl)

İlçeler	Büyükbaş	Küçükbaş	Kanath	Tırnaklı	Toplam
Metan	316	324	436	316	
Çerkezköy	1.322.397	315.793	37.686	13.171	1.689.047
Çorlu	1.681.840	568.996	121.089	9.055	2.380.980
Hayrabolu	4.026.505	796.595	180.236	8.314	5.011.649
Malkara	8.703.445	1.167.865	129.442	10.290	10.011.042
M. Ereğlisi	356.191	110.954	21.301	3.622	492.068
Merkez	2.880.190	915.373	116.563	4.116	3.916.242
Murathı	1.281.513	364.158	35.536	3.787	1.684.993
Saray	2.219.533	494.002	73.700	15.641	2.802.877
Şarköy	1.161.492	711.245	18.843	37.044	1.928.624
Toplam	23.633.106	5.444.980	734.395	105.040	29.917.521

Tablo 10.4’de yer alan metan gazı değerlerine göre İlçe bazlı hayvansal net enerji potansiyelleri hesaplanmıştır.

Tablo 10.5 İlçe Bazlı Hayvansal Net Enerji Potansiyelleri (kWh/yıl)

İlçeler	Büyükbaş	Küçükbaş	Kanath	Tırnaklı	Toplam
Çerkezköy	5.273.720	1.259.382	150.290	52.527	6.735.919
Çorlu	6.707.179	2.269.157	482.902	36.112	9.495.349
Hayrabolu	16.057.702	3.176.819	718.780	33.157	19.986.458
Malkara	34.709.340	4.657.444	516.214	41.036	39.924.035
M. Ereğlisi	1.420.489	442.486	84.947	14.445	1.962.366
Merkez	11.486.198	3.650.506	464.854	16.415	15.617.972
Murathı	5.110.672	1.452.260	141.717	15.101	6.719.751
Saray	8.851.499	1.970.082	293.915	62.375	11.177.872
Şarköy	4.632.029	2.836.446	75.145	147.731	7.691.351
Toplam	94.248.828	21.714.582	2.928.765	418.899	119.311.074

Tablo 10.5’de yer alan net enerji potansiyellerine göre İlçe bazlı kurulu güç potansiyelleri hesaplanmıştır.

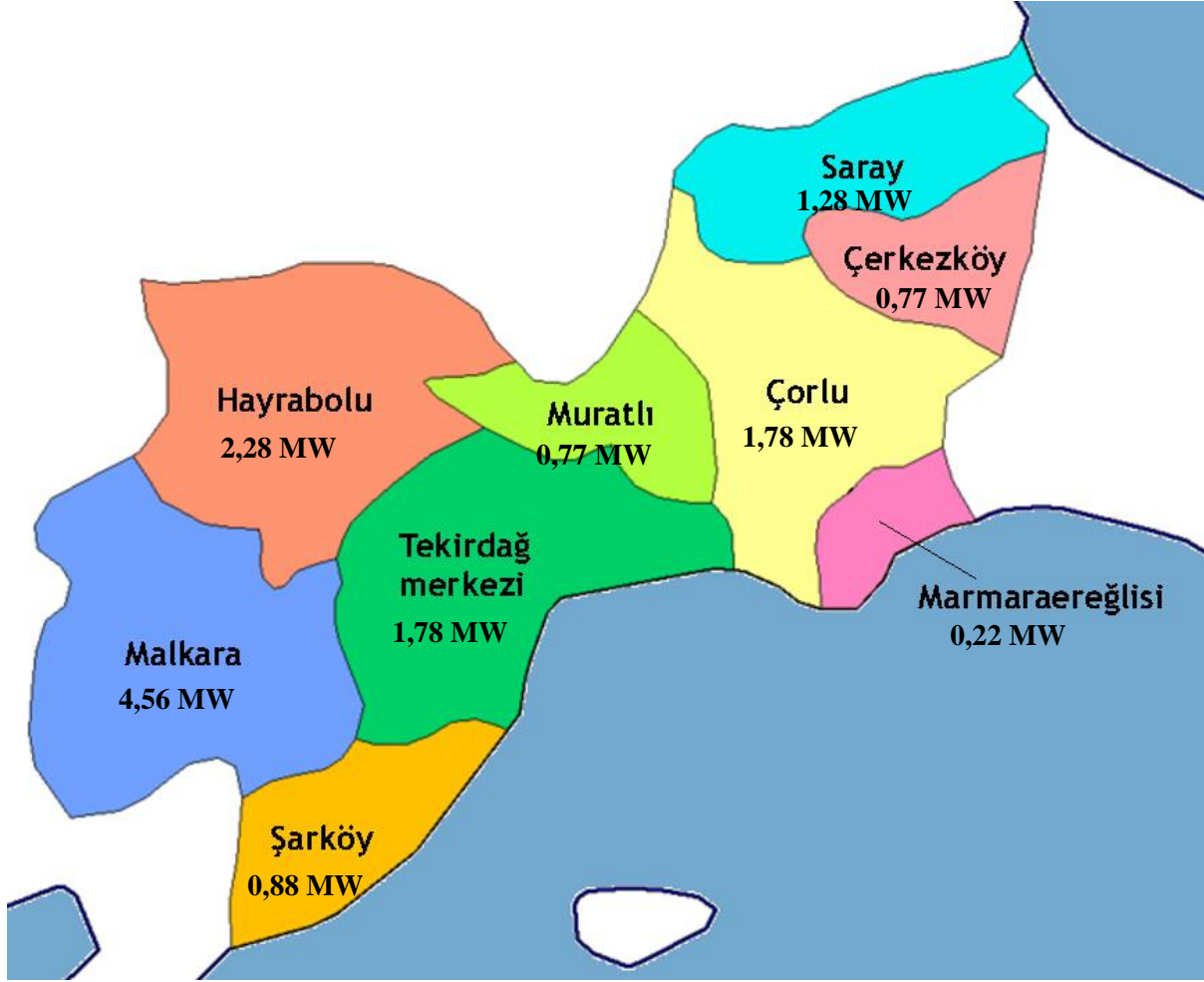
Tablo 10.6 İlçe Bazlı Hayvansal Kurulu Güç Potansiyelleri (MW)

İlçeler	Büyükbaş	Küçükbaş	Kanath	Tırnaklı	Toplam
Çerkezköy	0,60	0,14	0,02	0,01	0,77
Çorlu	0,77	0,26	0,06	0,00	1,08
Hayrabolu	1,83	0,36	0,08	0,00	2,28
Malkara	3,96	0,53	0,06	0,00	4,56
M. Ereğlisi	0,16	0,05	0,01	0,00	0,22
Merkez	1,31	0,42	0,05	0,00	1,78
Murathı	0,58	0,17	0,02	0,00	0,77
Saray	1,01	0,22	0,03	0,01	1,28
Şarköy	0,53	0,32	0,01	0,02	0,88
Toplam	10,76	2,48	0,33	0,05	13,62

Tablo 10.6'e göre kurulu güç potansiyeli açısından Malkara İlçesi 4,56 MW ile ilk sırada yer alırken Hayrabolu İlçesi de 2,28 MW'lık potansiyeli ile ikinci sırada önem arz etmektedir. Tekirdağ İli'nin toplam hayvansal biyogaz kurulu güç potansiyeli ise toplam 13,62 MW'dır.

10.4 Konum Analizi

Tablo 10.6'de verilen İlçe potansiyellerini konumlarıyla birlikte değerlendirebilmek için bu değerler İlçe haritası üzerine gösterilmiştir. (Şekil 10.1)



Şekil 10.1 İlçelerin Hayvansal Biyogaz Kurulu Güç Potansiyelleri

Şekil 10.1’den de görüldüğü gibi Tekirdağ İl sınırları genelinde Batı Bölümündeki hayvan varlığına bağlı olarak enerji potansiyelinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Batı Bölümünde 4,56 MW’lık kurulu güç potansiyeli ile esas olarak Malkara İlçesi’nin enerji potansiyeli öne çıkmaktadır. Yine Batı Bölümünde Hayrabolu 2,28 MW’lık kurulu güç potansiyeli ikinci önemli potansiyeli göstermektedir. Üçüncü olarak Tekirdağ Merkez ve Çorlu İlçelerinin her biri 1,78 MW’lık kurulu güç potansiyeline sahiptir.

10.5 Atıkların Nakliyesi ve Önerilen Taşıma Mesafeleri

Hayvan atıklarının nakliyesi biyogaz tesislerinin planlanmasında belirleyici öneme sahiptir. Hayvan atıklarının bertaraf yöntemlerinin uygulanmasında karşılaşılabilecek önemli problemlerden biri, yeterli miktarda çiftlik hayvanı dışkısının ekonomik olarak merkezi ünitelere ulaştırılamamasıdır. Hayvan dışkısının ekonomik açıdan kabul edilebilen en fazla taşıma uzaklıkları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Hayvan dışkısının uygun taşıma mesafelerine

göre nakliye edilmemesi ile taşıma esnasında oluşabilecek atık kokusu ve hijyen problemlerinin yanı sıra uygun olmayan nakliyelerin de ekonomik olarak masraflı olması sorun oluşturmaktadır. (ADSYB , 2011)

Tablo 10.7 Çeşitli Grup Hayvan Atıkları Katı Madde (KM) Miktarları ve Önerilen Taşıma Uzaklıkları

Grup	Kuru Madde Miktarı (%)	Taşıma Mesafesi (km)
Sığır ve koyun	8-15	10-15
Yumurta üretimi ve kümes hayvanı yetiştirme (sadece dışkı)	30 (70)	40
Izgarahklar, hindi ve diğer kümes hayvanları (çöp niteliğindeki atıklar+ dışkı)	70	40

10.6 İlçe Bazında Tesis Potansiyelleri

Önceki bölümde nakliye mesafesi kriterleri göz önünde bulundurularak yakın vadede 1, orta vadede ise ayrıca 1 tesis olmak üzere toplam 2 tesisin kurulabileceği tespit edilmiştir.

İlk etapta potansiyelin en yüksek olduğu Malkara İlçesinde, ikinci etapta ise Hayrabolu İlçesi yakınlarında ve Tekirdağ Merkez’de bir biyogaz tesisi kurulması önerilmektedir. Bu tesisler için kurulu güç önerileri Tablo 10.8’de verilmiştir.

Tablo 10.8 İlçe Bazında Tesis Potansiyelleri

Tesis No	Tesis Yeri	*Öncelikli Hizmet Alanı	Yaklaşık Kurulu Gücü
1	Malkara	Malkara (Kısmen Şarköy)	5 MW
2	Hayrabolu	Hayrabolu	2,5 MW
3	Tekirdağ	Tekirdağ Merkez	2 MW

* Öncelikli hizmet alanları dışından da atık alınabilir.

Önerilen tesis yerleşimleri Şekil 10.2’de görülmektedir.



Şekil 10.2 Öngörülen Tesis Konumları ve Kapasiteleri

11 TEKNİK DEĞERLENDİRME

11.1 Biyogaz Prosesi

Hayvansal atıklardan biyogaz üretimine yönelik farklı türlerde proses tipleri bulunmakla birlikte yaygın olarak biyometanizasyon prosesi sıvı fermantasyon yöntemi kullanılmaktadır. Fermentörde (çürütücü) geçen proses aşamaları esas olarak iki aşamalıdır: Hidroliz ve metanlaştırma. Bu aşamalar tek tankta gerçekleşirse tek aşamalı, iki tankta gerçekleşirse iki aşamalı bir proses söz konusudur. Bu tankların yanı sıra tarımsal uygulamalarda genellikle bir materyal hazırlama tankı da yer almaktadır.

11.2 Uygulama Tekniği

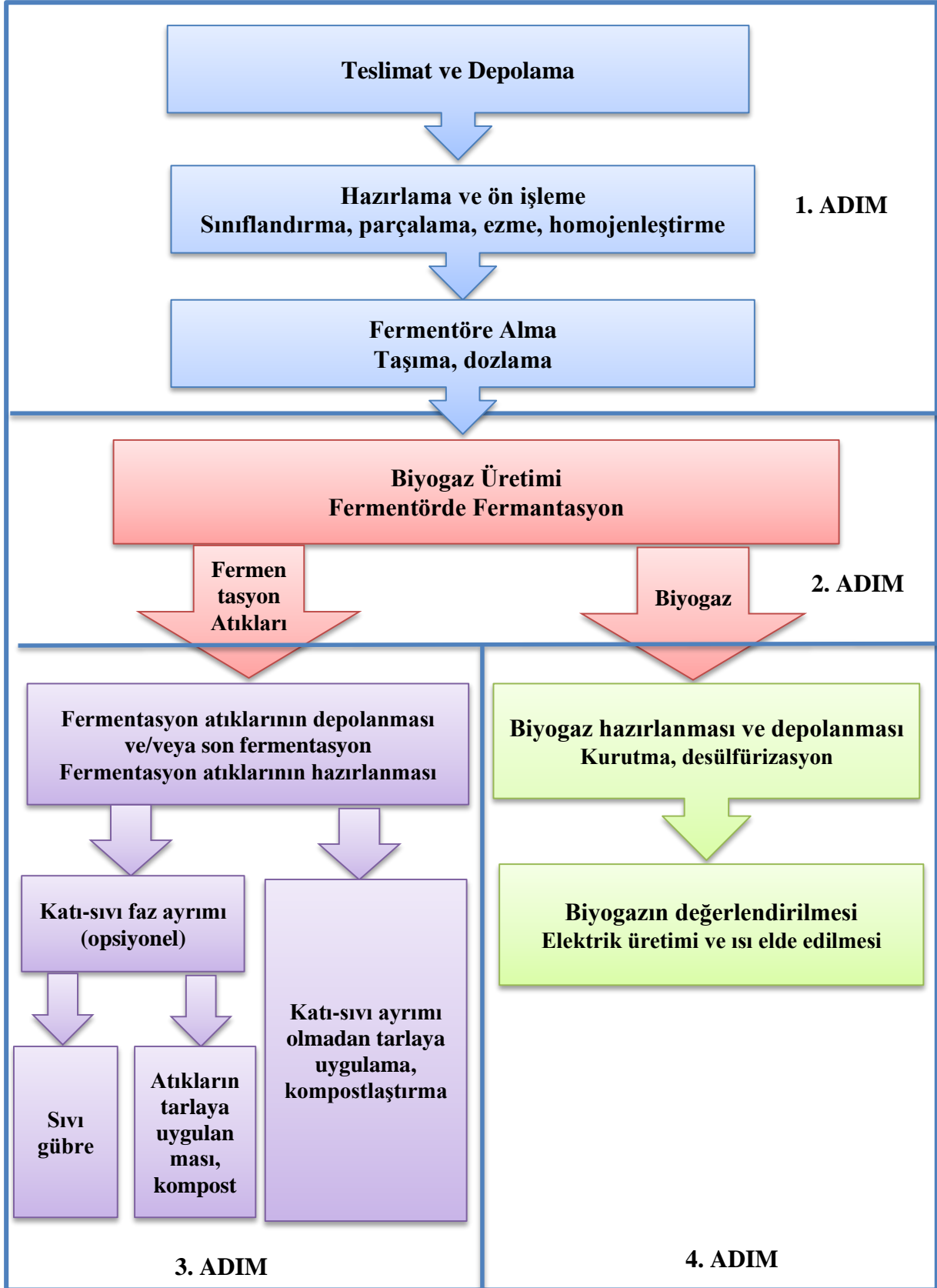
Bir tarımsal biyogaz tesisi işletme tarzından bağımsız olarak dört farklı uygulama adımına ayrılabilir:

1. Materyal yönetimi (tedarik, depolama, hazırlama, nakliyat ve fermentöre alınma)
2. Biyogaz elde edilmesi
3. Fermantasyon artıklarının depolanması, tanktan çıkartılması
4. Biyogazın depolanması, hazırlanması ve değerlendirilmesi.

Her bir adım Şekil 11.1’de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

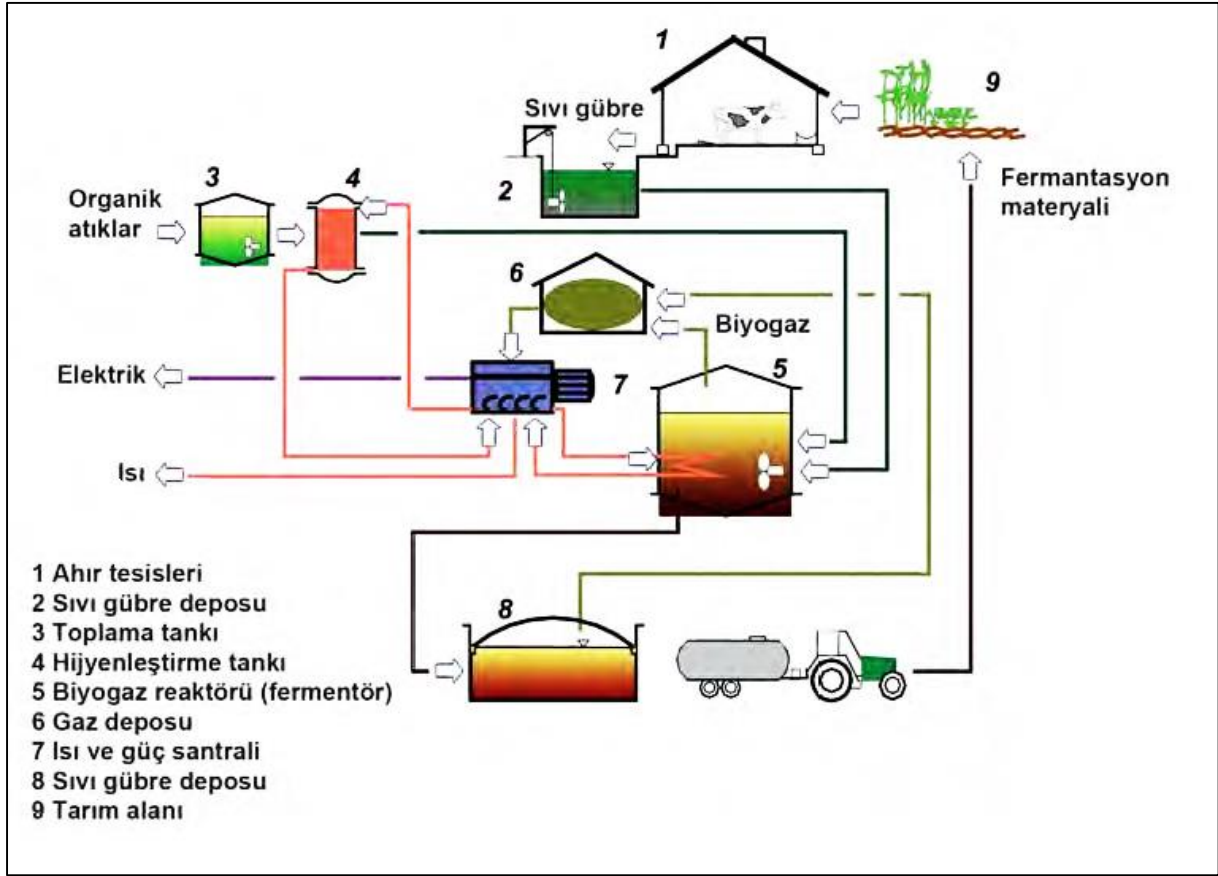
Bu dört uygulama adımı birbirinden bağımsız değildir.

Özellikle Adım 2 ile Adım 4 arasında yakın bir ilişki mevcuttur, çünkü Adım 4 normalde Adım 2’de ihtiyaç duyulan proses ısısını sağlamaktadır.



Şekil 11.1 Biyogaz Üretiminde Genel Uygulama Adımları

Aşağıdaki Şekil 11.2’de tek basamaklı ve hijyenleştirme gereken komateryal de kullanan bir tarımsal biyogaz tesisinin belli başlı tesis bileşenleri, yapı grupları ve düzenekleri, gösterilmektedir.



Şekil 11.2 Proses Akım Şeması ve Tesis Birimleri

Buradaki uygulama adımları şu şekildedir:

İlk uygulama adımının (depolama, hazırlama, nakliyat ve materyallerin fermentöre alınması) unsurları arasında sıvı gübre çukuru veya hazırlık tankı (2), toplama kabı (3) ve hijyenleştirme tankı bulunmaktadır (4). İkinci uygulama adımı (biyogaz üretimi), aynı zamanda fermentör olarak da adlandırılan biyogaz reaktöründe (5) gerçekleştirilir. Üçüncü uygulama adımı sıvı gübre deposu (8) veya fermantasyon atığı deposundan ve fermente olmuş materyallerin tarım alanına götürülmesinden (9) oluşmaktadır. Dördüncü uygulama adımı (biyogaz depolanması, hazırlanması ve değerlendirilmesi) gaz deposunda (6) ve kojenerasyon santralinde (7) uygulanır. (DBFZ, 2011)

12 MALİ ANALİZ

12.1 Yatırım Maliyetleri

Malkara, Hayrabolu ve Tekirdağ için öngörülen tesislerin yaklaşık yatırım maliyeti kalemleri aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 12.1 Yatırım Maliyeti Kalemleri (TL)

Yatırım Kalemleri	Malkara Maliyet	Hayrabolu Maliyet	Merkez Maliyet
Kurulu Güç	5 MW	2,5 MW	2 MW
Hafriyat, yol yapımı	1.600.000	800.000	700.000
Ön depo	890.000	450.000	350.000
Konteynır içi pompa	600.000	300.000	240.000
Fermenter	6.590.000	3.300.000	2.580.000
Fermentasyon atıkları deposu	2.720.000	1.360.000	1.070.000
Elektrikli otomasyon sistemi	839.000	420.000	328.000
Elektrik tesisatı	609.000	305.000	238.000
Kombine ısı ve enerji santrali	8.450.000	4.230.000	3.310.000
Isı tesisat ve donanımı	786.000	394.000	308.000
Diğer (Kantar, çit, ağaçlandırma vs.)	1.000.000	800.000	700.000
Kum ayırma ünitesi	1.476.000	739.000	578.000
Ara toplam, tesis yapım maliyeti	25.560.000	13.098.000	10.402.000
Beklenmeyen masraflar (%5)	1.278.000	654.900	520.100
Harçlar ve tesisin kabulü	100.000	100.000	100.000
Mühendislik ücreti	200.000	200.000	200.000
Ara toplam, tesis yapım yan masraf	300.000	300.000	300.000
Toplam yatırım masrafları, net	25.860.000	13.398.000	10.702.000

12.2 İşletme Maliyetleri

Malkara, Hayrabolu ve Tekirdağ için öngörülen tesislerin yaklaşık işletme maliyeti kalemleri aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 12.2 İşletme Maliyeti Kalemleri (TL)

	Malkara Maliyet	Hayrabolu Maliyet	Tekirdağ Maliyet
	5 MW	2,5 MW	2 MW
Faiz masrafı	1.035.000	536.000	429.000
Fiziki tesis parçaları amortismanı	1.080.000	540.000	420.000
Teknik donanım amortismanı	640.000	320.000	250.000
Sermaye Masrafları Toplamı	2.755.000	1.396.000	1.099.000
Fiziki parçalar bakım, onarım	90.000	50.000	40.000
Biyogaz mekanik bakım, onarım	100.000	80.000	80.000
Enerji bakım, onarım	750.000	380.000	290.000
İşletme yönetimi, sigorta, muhasebe	300.000	200.000	200.000
Harici denetim ve uzman desteği	50.000	50.000	50.000
İşçilik maliyetleri	300.000	250.000	250.000
Makine maliyeti, yakıt	160.000	100.000	100.000
Mikro besin maddesi beslemesi	80.000	50.000	40.000
Sıvı sığır gübresi nakliyesi	1.300.000	650.000	510.000
Biyogaz tesisi elektrik tüketimi	340.000	170.000	140.000
Tavuk gübresi alımı ve nakliyesi	340.000	170.000	130.000
Uygulama	1.790.000	900.000	700.000
Yıllık diğer cari masraflar toplamı	5.600.000	3.050.000	2.530.000
Cari masraflar toplamı	8.355.000	4.446.000	3.629.000

12.3 Gelirler ve Ek Faydalar

Tesisten elde edilebilecek çıktılar 2 grupta ele alınmıştır: Doğrudan Gelirler ve Ek Faydalar.

Doğrudan gelir grubunda elektrik enerjisi ile gübre üretimi esas alınmıştır. Ek fayda grubunda ise karbon tasarruf kredileri ele alınmıştır.

Tesisten elde edilecek ısı enerjisinin önemli bir bölümünün gübre kurutma ve reaktör ısıtma işlemlerinde kullanılacağı varsayılmıştır. Bu nedenle ısıl fayda ayrıca gelir olarak ücretlendirilmemiştir.

12.3.1 Elektrik Enerjisi Geliri

Elektrik enerjisi üretimi, Yenilenebilir Enerji Kanunu uyarınca biyokütleyle dayalı yenilenebilir enerji statüsünde olup kWh başına 13,3 Cent ABD Doları üzerinden satış garantisi bulunmaktadır.

12.3.2 Organik Gübre Geliri

12.3.2.1 Organik Gübre Üretim Prosesi

Gübrenin gerekli ön işlemlerden geçirilip paketlenerek organik gübre olarak satılması mümkündür. Organik gübre üretimi için ayrıca gübre üretim tesisinin kurulması gerekmektedir.

Gübre üretimi tesisinde ham sıvı gübre öncelikle dekantörde susuzlaştırılmakta ve yaklaşık %30 Katı Madde oranı elde edilmektedir. Susuzlaştırılmış gübre daha sonra kurutma ünitesine alınmakta ve enerji santralinden gelen artık ısı ortamında mekanik karıştırma yoluyla kurutulmaktadır. Kurutma sistemleri vasıtasıyla, %80 - %95 aralığında KM oranları elde edilebilmektedir. Kurutma sonrası katı gübre peletleme makinasına alınarak silindirik peletler haline getirilmektedir. Pelet haline getirilen gübreler son olarak çuvallanarak satışa hazır hale getirilmektedir. Bu işlemler sırasında azot, fosfor ve potasyum oranlarını dengelemek amacıyla ilave işlemler de gerekmektedir.

12.3.2.2 Organik Gübre Üretim Miktarları

Malkara Tesisi için gübre üretim miktarı hesabı Tablo 12.3'de verilmiştir. Buradaki hayvansal atık girdisinin Katı Madde Oranı laboratuvar analizleri sonucunda elde edilen Katı Madde Miktarlarının ağırlıklı ortalaması hesaplanarak bulunmuştur.

Tablo 12.3 Malkara Tesisi Organik Gübre Üretim Miktarları

Kütlesel Gübre Bileşenleri	Kütle ton /yıl	Katı Madde ton /yıl	Katı Madde Oranı %
Hayvansal Atık Girdisi	331.902	49.785	15%
Fermentasyon Artığı	315.307	29.324	9%
Dekantör Çıkışı Katı Madde	50.449	16.144	32%
Kurutma Sonrası Pelet Ürün	17.657	15.538	88%

Tablo 12.3'de görüldüğü gibi Malkara Bölgesindeki tesisten yılda 17.657 ton organik gübre elde edilebilmektedir.

Hayrabolu Bölgesi için gübre üretim miktarı hesabı Tablo 12.4'de verilmiştir.

Tablo 12.4 Hayrabolu Tesisi Organik Gübre Üretim Miktarları

Kütlesel Gübre Bileşenleri	Kütle ton /yıl	Katı Madde ton /yıl	Katı Madde Oranı %
Hayvansal Atık Girdisi	158.117	23.718	15%
Fermentasyon Artığı	150.211	13.970	9%
Dekantör Çıkışı Katı Madde	24.034	7.691	32%
Kurutma Sonrası Pelet Ürün	8.412	7.402	88%

Tablo 12.4’de görüldüğü gibi Hayrabolu Bölgesindeki tesisten yılda 8.412 ton organik gübre elde edilebilmektedir.

Hayrabolu Bölgesi için gübre üretim miktarı hesabı Tablo 12.4’de verilmiştir.

Tablo 12.5 Tekirdağ Merkez Tesisi Organik Gübre Üretim Miktarları

Kütlesel Gübre Bileşenleri	Kütle ton /yıl	Katı Madde ton /yıl	Katı Madde Oranı %
Hayvansal Atık Girdisi	116.516	17.477	15%
Fermentasyon Artığı	110.690	10.294	9%
Dekantör Çıkışı Katı Madde	17.710	5.667	32%
Kurutma Sonrası Pelet Ürün	6.199	5.455	88%

Tablo 12.4’de görüldüğü gibi Tekirdağ Bölgesindeki tesisten yılda 6.199 ton organik gübre elde edilebilmektedir.

12.3.2.3 Gübre Üretim Mali Analizi

Bir önceki bölümde prosesi tariflenen gübre üretim ünitesinin yatırım bedeli toplam yatırım maliyetlerine eklenmiştir.

Gübre için yapılan fiyat araştırmasında yaygın olarak kullanılan gübre türlerinin ortalama kg fiyatının 0,5 TL olduğu tespit edilmiştir.

Buna göre Malkara ve Hayrabolu Bölgeleri için tahmini gübre gelirleri Tablo 12.6’de verilmiştir.

Tablo 12.6 Gübre Gelirleri

Tesisler	Gübre Miktarı (ton/yıl)	Gübre Geliri (TL/yıl)
Malkara Tesisi	17.657	8.828.602
Hayrabolu Tesisi	8.412	4.205.905
Tekirdağ Tesisi	6.199	3.099.318
Toplam	32.268	16.133.825

12.4 Malkara Biyogaz Tesisi Mali Analizi

İlk olarak Malkara ve Hayrabolu Bölgelerine hizmet vermek üzere 2 tesis öngörülmüştür.

Buna göre Malkara Biyogaz Tesisinin maliyet analizine ilişkin hesaplama ve sonuçlar aşağıdaki Tablo 12.7’de verilmiştir.

Tablo 12.7 Malkara Biyogaz Tesisinin Atık ve Biyogaz Üretimi

Açıklama	Miktar	Birim
Toplam Hayvansal Atık Girdisi	331.902	ton/yıl
Metan Üretimi	10.011.042	m ³
Üretim Çıktıları		
Net Enerji Üretimi	39.924.035	kWh/yıl
Net Isı Üretimi	18.162.893.162	Kcal/yıl
Gübre Üretimi	17.657	ton/yıl
Kurulu Güç	4,56	MW
Gelir ve Gider		
Elektrik Geliri	13.805.731	TL/yıl
Gübre Geliri	8.828.602	TL/yıl
Toplam Gelir	22.634.333	TL/yıl
Toplam Gider	8.355.000	TL/yıl
Net Gelir	14.279.333	TL/yıl
Yatırım		
Yatırım Bedeli	25.860.000	TL
Geri Ödeme Süresi	1,9	Yıl

Sonuç olarak Malkara Bölgesi için yaklaşık 5 MW'lık biyogaz tesisinin yaklaşık yatırım maliyeti 27 milyon TL olup, elektrik enerjisi ve gübre üretimi geliri olarak yıllık net 14 milyon TL gelir getirmesi beklenmektedir. Bu koşullarda yatırımın kendisini yaklaşık 2 yılda geri ödeyebileceği öngörülmüştür.

Tablo 11.4'de verilen mali getirilerin yanı sıra tesisten elde edilebilecek ilave faydalar bulunmaktadır (Tablo 12.8). Bu ilave faydaların da gelire dönüştürülme şansı bulunmaktadır.

Tablo 12.8 Malkara Biyogaz Tesisi ile Sağlanabilecek Ek Faydalar (Karbon Tasarrufu)

Açıklama	Miktar	Birim
Emisyon Azaltımı		
Elektrik Üretimi Kaynaklı	20.760	ton/yıl
Metan Bertarafı Kaynaklı	105.515	ton/yıl
Toplam Emisyon Azaltımı	126.275	ton/yıl
Karbon Geliri		
Karbon Kredisi Birim Fiyatı	13,8	TL/CO _{2e}
Potansiyel Karbon Geliri	1.742.605	kWh _{th} /yıl

Yukarıdaki Tablo 12.8'ye göre, Malkara Biyogaz Tesisi sera gazı emisyon azaltım potansiyeli, yıllık 126.000 tCO_{2e} civarındadır. Bu miktardaki karbon emisyon azaltımından kaynaklı gelir ise; 1.742.605 kWh/yıl seviyesindedir.

12.5 Hayrabolu Biyogaz Tesisi Mali Analizi

Hayrabolu Biyogaz Tesisinin maliyet analizine ilişkin hesaplama ve sonuçlar aşağıdaki Tablo 12.9'da verilmiştir.

Tablo 12.9 Hayrabolu Biyogaz Tesisinin Atık ve Biyogaz Üretimi

Açıklama	Miktar	Birim
Toplam Hayvansal Atık Girdisi	158.117	ton/yıl
Metan Üretimi	5.011.649	m ³
Elektrik ve Isı Üretimi		
Net Enerji Üretimi	19.986.458	kWh/yıl
Net Isı Üretimi	9.092.565.517	Kcal/yıl
Gübre Üretimi	8.412	
Kurulu Güç	2,28	MW
Gelir ve Gider		
Elektrik Geliri	6.911.317	TL/yıl
Gübre Geliri	4.205.905	TL/yıl
Toplam Gelir	11.117.222	TL/yıl
Toplam Gider	4.446.000	TL/yıl
Net Gelir	6.671.222	TL/yıl
Yatırım		
Yatırım Bedeli	13.398.000	TL
Geri Ödeme Süresi	2	Yıl

Sonuç olarak Hayrabolu Bölgesi için yaklaşık 2,5 MW'lık biyogaz tesisinin yaklaşık yatırım maliyeti 14 milyon TL olup, elektrik enerjisi ve gübre üretimi geliri olarak yıllık yaklaşık net 7 milyon TL gelir getirmesi beklenmektedir. Bu koşullarda yatırımın kendisini yaklaşık 2 yılda geri ödeyebileceği öngörülmüştür.

Tablo 12.9'da verilen mali getirilerin yanı sıra tesisten elde edilebilecek ilave faydalar bulunmaktadır (Tablo 12.10). Bu ilave faydaların da gelire dönüştürülme şansı bulunmaktadır.

Tablo 12.10 Hayrabolu Biyogaz Tesisi ile Sağlanabilecek Ek Faydalar

Açıklama	Miktar	Birim
Emisyon Azaltımı		
Elektrik Üretimi Kaynaklı	10.393	ton/yıl
Metan Bertarafı Kaynaklı	52.822	ton/yıl
Toplam Emisyon Azaltımı	63.215	ton/yıl
Karbon Geliri		
Karbon Kredisi Birim Fiyatı	13,8	TL/CO _{2e}
Potansiyel Karbon Geliri	872.369	kWh _{th} /yıl

Yukarıdaki Tablo 12.10'ye göre, Hayrabolu Biyogaz Tesisi seragazı emisyon azaltım potansiyeli, yıllık 63.000 tCO_{2e} civarındadır. Bu miktardaki karbon emisyon azaltımından kaynaklı gelir ise; 872.000 kWh/yıl olarak hesaplanmıştır.

12.6 Tekirdağ Merkez Biyogaz Tesisisi Mali Analizi

Tekirdağ Merkez Biyogaz Tesisinin maliyet analizine ilişkin hesaplama ve sonuçlar aşağıdaki Tablo 12.9'da verilmiştir.

Tablo 12.11 Tekirdağ Merkez Biyogaz Tesisinin Atık ve Biyogaz Üretimi

Açıklama	Miktar	Birim
Toplam Hayvansal Atık Girdisi	116.516	ton/yıl
Metan Üretimi	3.916.242	m ³
Elektrik ve Isı Üretimi		
Net Enerji Üretimi	15.617.972	kWh/yıl
Net Isı Üretimi	7.105.182.717	Kcal/yıl
Gübre Üretimi	6.199	
Kurulu Güç	1,78	MW
Gelir ve Gider		
Elektrik Geliri	5.400.695	TL/yıl
Gübre Geliri	3.099.318	TL/yıl
Toplam Gelir	8.500.013	TL/yıl
Toplam Gider	3.629.000	TL/yıl
Net Gelir	4.871.013	TL/yıl
Yatırım		
Yatırım Bedeli	10.702.000	TL
Geri Ödeme Süresi	2,2	Yıl

Sonuç olarak Tekirdağ Bölgesi için yaklaşık 2 MW'lık biyogaz tesisinin yaklaşık yatırım maliyeti 11 milyon TL olup, elektrik enerjisi ve gübre üretimi geliri olarak yıllık yaklaşık net 5 milyon TL gelir getirmesi beklenmektedir. Bu koşullarda yatırımın kendisini yaklaşık 2 yılda geri ödeyebileceği öngörülmüştür.

Tablo 12.9'da verilen mali getirilerin yanı sıra tesisten elde edilebilecek ilave faydalar bulunmaktadır (Tablo 12.10). Bu ilave faydaların da gelire dönüştürülme şansı bulunmaktadır.

Tablo 12.12 Tekirdağ Biyogaz Tesisi ile Sağlanabilecek Ek Faydalar

Açıklama	Miktar	Birim
Emisyon Azaltımı		
Elektrik Üretimi Kaynaklı	8.121	ton/yıl
Metan Bertarafı Kaynaklı	41.277	ton/yıl
Toplam Emisyon Azaltımı	49.398	ton/yıl
Karbon Geliri		
Karbon Kredisi Birim Fiyatı	13,8	TL/CO _{2e}
Potansiyel Karbon Geliri	681.694	kWh _{th} /yıl

Yukarıdaki Tablo 12.10'ye göre, Hayrabolu Biyogaz Tesisi seragazi emisyon azaltım potansiyeli, yıllık 49.000 tCO_{2e} civarındadır. Bu miktardaki karbon emisyon azaltımından kaynaklı gelir ise; 681.000 kWh/yıl olarak hesaplanmıştır.

13 SONUÇ

Bu çalışmanın amacı, Tekirdağ İli'ndeki hayvansal biyogaz ve enerji potansiyelinin araştırılması ve bu potansiyele bağlı olarak kurulabilecek elektrik üretim tesisine yönelik fizibilite çalışmasının yapılmasıdır. Bu doğrultuda Tekirdağ İl'indeki büyükbaş ve küçükbaş hayvanlar ile kümes hayvanlarından kaynaklanan hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz ve enerji potansiyelinin belirlenmesi ve gerekli yatırımların uygulanabilirliği irdelenmiştir. Bu çalışmanın nihai amacı bölgesel tarıma ve hayvancılığa ekonomik katkı sağlamak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile Türkiye için sürdürülebilir kalkınmaya, sera gazı azaltılmasına ve çevrenin korunmasına katkı sağlamaktır

Bu çalışmada öncelikle projenin amacı ve kapsamında değinildikten sonra biyogaz yönetimine ilişkin güncel mevzuat irdelenmiş ve yasal gereklilikler saptanmıştır. Daha sonra hayvancılık sektörünün durumuna ilişkin veriler değerlendirilmiş ve sırasıyla ülke, bölge ve Tekirdağ İli ölçeğinde tarım ve hayvancılığın mevcut durumu ve gelişimi irdelenmiştir. İlerleyen bölümlerde hayvansal ve tarımsal atıklar ve bu atıkların yönetimiyle ilgili tespitlerde bulunulmuş ve ülkemizdeki mevcut biyogaz tesislerine ilişkin bilgiler verilmiştir. Bununla birlikte elde edilen biyogazın kullanım alternatifleri ele alınmıştır.

Çalışmanın sahaya özgü araştırma ve hesapları içeren sonraki bölümlerde ise öncelikle Tekirdağ İlindeki hayvan sayıları ilçeler bazında ele alınmıştır. Daha sonra birim atık oluşum kabulleri üzerinden toplam atık miktarları hesaplanmış ve erişilebilir atık miktarları bulunmuştur. İlerleyen bölümde sahada yapılan işletme ziyaretleri ile numuneler hakkında bilgi verilmiş ve gerçekleştirilen laboratuvar çalışmaları hakkında veriler sunulmuştur. Laboratuvar çalışmalarında elde edilen farklı hayvan türlerine ait biyogaz verimi değerleri dikkate alınarak Tekirdağ İlindeki biyogaz potansiyelleri hesaplanmıştır. Biyogaz ve enerji potansiyelleri ayrıca İlçe bazında ayrıntılı olarak değerlendirilmiş İlçelerde kurulabilecek tesis potansiyelleri belirlenmiştir.

Bu sonuçlar ışığında özellikle Tekirdağ İlinin batısında hayvan varlığıyla orantılı olarak biyogaz potansiyeli tespit edilmiştir. Bu biyogaz potansiyeli kurulu enerji üretim gücü üzerinden incelenmiş ve öncelikle Malkara İlçesi için yaklaşık 5 MW'lık bir tesis potansiyeli olduğu görülmüştür. İkincil olarak Hayrabolu İlçesinde 2,5 MW'lık ve üçüncü olarak da merkezde ise 2 MW'lık kurulu güce sahip bir tesis potansiyeli olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan mali analiz sonucunda ilk etapta Malkara'da kurulabilecek 5 MW'lık biyogaz tesisinin yaklaşık yatırım maliyeti 26 milyon TL olup, yıllık yaklaşık 14 milyon net gelir getirmesi

beklenmektedir. İkinci olarak ise Hayrabolu'da kurulabilecek 2,5 MW'lık biyogaz tesisinin yaklaşık yatırım maliyeti 14 milyon TL olup, yıllık yaklaşık 7 milyon net gelir getirmesi beklenmektedir. Üçüncü olarak ise Tekirdağ'da kurulabilecek 2 MW'lık biyogaz tesisinin yaklaşık yatırım maliyeti 11 milyon TL olup, yıllık yaklaşık 5 milyon net gelir getirmesi beklenmektedir. Bu koşullarda yatırımların kendisini 2 yıldan az bir sürede geri ödeyebileceği öngörülmektedir.

Fizibilite raporu özetle halihazırda atık olarak değerlendirilen hayvan dışkılarının gerçekçi bir yatırımla enerjiye ve gelire dönüştürülebileceğine yönelik bir perspektif sunmaktadır. Raporda sunulan bilgilerin, yatırıma ilişkin karar süreçlerine ışık tutması beklenmektedir.

14 KAYNAKÇA

- ADDDY. (2010). *Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik (26.03.2010 tarih ve 27533 sayılı Resmi Gazete)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- ADSYB . (2011). *Aydın İli Biyogaz Potansiyeli Fizibilite Raporu*. Aydın: Aydın İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği - Güney Ege Kalkınma Ajansı.
- Alpaslan, N. (2006). *Katı Atık Yönetimi*. İzmir: TMMOB Çevre Mühendisleri Odası.
- Alvarez, J. M. (2003). *Biomethanization of the Organic Fraction of Municipal Solid Waste*. Barcelona: IWA publishing.
- Armağan, B. (2004). *Katı Atık Toplama Maliyetlerinin Minimizasyonu için Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanıldığı Bir Optimizasyon Modeli Geliştirilmesi*. İstanbul: İTÜ.
- AYGEİY. (2008). *Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik (05.07.2008 tarih ve 26927 sayılı Resmi Gazete)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Berkes, F., & Kışlalıoğlu, M. (1993). *Çevre ve Ekoloji*. İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Cointreau-Levine, S. (1994). *Private Sector Participation in Municipal Solid Waste Services in Developing Countries, Vol.1, The Formal Sector*. Washington D.C.,USA: The World Bank.
- Ç.K. (1983 (Değişiklik: 2006)). *Çevre Kanunu (13.05.2006 tarih ve 26167 sayılı Resmi Gazete ile değişik)*. Ankara: T.C. Bakanlar Kurulu.
- ÇED Değişiklik Yönetmeliği. (2011). *ÇED Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (30.06.2011 tarih ve 27980 sayılı Resmi Gazete)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- ÇED Yönetmeliği. (2008). *Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği (19.12.2009 tarih ve 27437 sayılı Resmi Gazete ile değişik)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- DBFZ. (2011). *Türkiye’de Hayvansal Atıkların Biyogaz Yoluyla Kaynak Verimliliği Esasında ve İklim Dostu Kullanımı Projesi*. Ankara: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Deublein, D., & Steinhauser, A. (2008). *Biogas from Waste and Renewable Resources*. Deggendorf-Germany: Wiley-VCH.

- DHV-R&R. (2000). *Belediyelere Gelir Sağlanması, Rapor 3a, Katı Atık Yönetimi Stratejisinin Uygulanması amacı ile Kurumsal Güçlendirme Konusunda Teknik Asistanlık*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Ekinci, K., Kulcu, R., & Kaya, D. (2010). The prospective of potential biogas plants that can utilize animal manure in Turkey. *Energy, Exploration & Exploitation*, 187-206.
- Ertürk, M. C. (2010). *Evsel Katı Atık Yönetiminde Gelir Dağılımına Bağlı Finansman Modeli Önerisi*. İstanbul: İTÜ.
- Güler, B. A. (2001). *Çöp Hizmetleri Yönetimi*, . Ankara: TODAİE.
- İnan, H. (2012). *Trakya Bölgesinde Tarım ve Hayvancılığın Durumu*. Tekirdağ: Türkiye Ekonomi Kurumu.
- İzin ve Lisans Yönetmeliği. (2009). *Çevre Kanununca Alınması Gereken İzin ve Lisanslar Hakkında Yönetmelik (24.12.2009 tarih ve 27442 sayılı Resmi Gazete ve 24.02.2010 tarih ve 27503 sayılı Resmi Gazete ile değişik)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- KAAP. (2006). *Katı Atık Ana Planı*. İstanbul: Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Atık Yönetimi Daire Başkanlığı.
- KAKY. (1991). *Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (03.04.1991 tarih ve 20834 sayılı Resmi Gazete ve 05.04.2005 ve 25777 sayılı Resmi Gazete ile değişik)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Öztürk, İ. (2011). *Katı Atık Yönetimi ve AB Uyumlu Uygulamaları*. İstanbul: İSTAÇ A.Ş. Teknik Kitaplar Serisi 2.
- Öztürk, P. D. (2011). *Katı Atık Yönetimi ve AB Uyumlu Uygulamaları*. İstanbul: İSTAÇ A.Ş. Teknik Kitaplar Serisi 2.
- Palabıyık, H. (2006). *Kentsel Katı Atıklar ve Yönetimi*. Uşak.
- R&R, D. C. (2000). *Belediyelere Gelir Sağlanması, Rapor 3a, Katı Atık Yönetimi Stratejisinin Uygulanması amacı ile Kurumsal Güçlendirme Konusunda Teknik Asistanlık*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Semerci, A. (2006). *Trakya'da Tarımsal Yapı, Verimlilik ve Gelişmişlik Düzeyi*. Edirne: Tarım ve Mühendislik Dergisi.
- Tchobanoglous, G. T. (1997). *Solid Wastes*. New York: McGraw-Hill Series.

- Tchobanoglous, G. v. (2002). *Handbook of Solid Waste Management*. New York: McGraw-Hill Publishing.
- TCK. (2004). *Türk Ceza Kanunu (12.10.2004 tarih ve 25611 sayılı Resmi Gazete)*. Ankara: T.C. Bakanlar Kurulu.
- Tekirdağ İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. (2014). *2013 Yılı Tarım Raporu*. Tekirdağ: Tekirdağ Valiliği.
- TKKNKKSİY. (2010). Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik, 08.06.2010 tarih ve 27605 sayılı Resmi Gazete.
- TÜİK. (2011). *T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu Resmi İnternet Sitesi*. Temmuz 2011 tarihinde www.tuik.gov.tr adresinden alındı
- TÜİK. (2013). *Türkiye İstatistik Kurumu Verileri*. Ankara: TÜİK.
- Yurtseven, S. (2013). Hayvan Beslemenin Nihai Ürünü Dışkı ve Gaz Üretim Potansiyeli. *KSÜ Doğa Bil. Dergisi 16(1)*, 2013, 62-69.

15 EKLER

EK 1 LABORATUVAR ANALİZ SONUÇ RAPORU