



T.C.  
ARDAHAN BELEDİYESİ

**BİYOĞAZ VE ENERJİ POTANSİYELİNİN  
ARAŞTIRILMASINA YÖNELİK FİZİBİLİTE  
ÇALIŞMASI**

**FİZİBİLİTE RAPORU**



**BOYLAM MÜHENDİSLİK  
VE ÇEVRE YÖNETİMİ LTD. ŞTİ.**

**KASIM 2013**

## 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.....	17
2.3	Enerji Mevzuatı .....	17
2.3.1	Yenilenebilir Enerji Kanunu .....	17
2.4	Tarım Mevzuatı .....	19
2.4.1	Organik Gübre Yönetmeliği.....	19
2.4.2	İnsan Tüketimi Amacıyla Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünler Yönetmeliği .....	20
2.4.3	Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği	20
2.4.4	Kokuya Sebep Olan Emisyonların Kontrolü Yönetmeliği.....	21
2.5	Avrupa Birliği Mevzuatları ile Uyumluluk .....	22
3	HAYVANCILIKTA MEVCUT DURUM .....	24
3.1	Hayvancılık Sektörü .....	24
3.2	Türkiye’de ve Dünyada Hayvancılık.....	24
3.2.1	Büyükbaş Hayvancılık .....	24
3.2.2	Küçükbaş Hayvancılık .....	25
3.2.3	Kümes Hayvancılığı.....	26
3.3	Doğu Anadolu Bölgesinde Hayvancılık .....	26
3.3.1	Coğrafi Yapı, İklim ve Arazi Kullanımı .....	26
3.3.2	Bölgede Büyükbaş Hayvan Varlığı.....	27
3.4	Ardahan İlinde Hayvancılık.....	28
3.4.1	İlin Genel Tarımsal Durumu .....	28

4	HAYVANSAL ATIKLAR .....	30
4.1	Hayvan Atıkları .....	30
4.2	Hayvan Atıklarının Tanımı .....	30
4.3	Çevresel Etkileri .....	31
4.4	Atıkların Yönetimi .....	33
5	BİYOGAZ TESİSLERİ VE GAZ KULLANIM ALTERNATİFLERİ.....	35
5.1	Türkiye'deki Mevcut Biyogaz Tesislerine Genel Bakış .....	35
5.2	Biyogaz Kullanım Alternatifleri .....	37
5.2.1	Bölgesel Gaz Kullanımı .....	37
5.2.2	Elektrik Üretimi.....	38
5.2.3	Boru Hattına Vermek .....	39
6	ARDAHAN İLİ HAYVAN SAYILARI .....	41
6.1	Ardahan'daki Geçmiş ve Mevcut Hayvan Sayıları .....	41
6.2	Ardahan İlçeleri Bazında Hayvan Sayıları .....	42
7	HAYVANSAL ATIK OLUŞUMU .....	44
7.1	Hayvan Başı Atık Oluşumu .....	44
7.2	Toplam Atık Potansiyeli .....	44
7.3	Erişilebilir Atık Miktarı .....	45
7.4	Bölgesel Atık Miktarları .....	47
8	BİTKİSEL ATIK OLUŞUMU.....	50
8.1	Ardahan İli Tarım Sektörü.....	50
8.2	Tarımsal Atık Oluşumu .....	50
8.3	Ardahan İli Tarımsal Artık Üretimi .....	50
8.4	Biyogaz için Enerji Bitkisi (Substrat) Potansiyeli .....	52
9	SAHA VE LABORATUAR ÇALIŞMALARI.....	54
9.1	Saha Çalışmaları .....	54
9.2	Laboratuvar Çalışmaları .....	56
9.3	Laboratuvar Analiz Sonuçları.....	58
9.3.1	KM ve UKM Analiz Sonuçları .....	58
9.3.2	Biyogaz Potansiyeli Sonuçları .....	59
9.3.3	Metan İçerikleri .....	60
10	ARDAHAN İLİ BİYOGAZ POTANSİYELİ.....	62

10.1	Temel Parametre Kabulleri.....	62
10.2	Toplam KM ve UKM Miktarları .....	62
10.3	Hayvansal Biyogaz Üretim Potansiyeli .....	64
10.4	Ardahan İli Tarımsal Biyogaz Potansiyeli.....	64
10.5	Enerji Üretim Potansiyeli .....	66
11	İLÇE BAZLI DEĞERLENDİRME VE KONUM ANALİZİ .....	69
11.1	İlçe Bazlı Hayvansal Biyogaz Potansiyeli .....	69
11.2	İlçe Bazlı Bitkisel Biyogaz Potansiyeli .....	71
11.3	Toplam İlçe Bazlı Biyogaz Potansiyeli .....	73
11.4	Konum Analizi.....	74
11.5	Atıkların Nakliyesi ve Önerilen Taşıma Mesafeleri.....	75
11.6	İlçe Bazında Tesis Potansiyelleri.....	76
12	ARDAHAN MERKEZ BİYOGAZ TESİSİ .....	79
12.1	Batı Ardahan Bölgesi.....	81
12.2	Doğu Ardahan Bölgesi .....	84
13	MALİ ANALİZ .....	87
13.1	Gelirler ve Ek Faydalar.....	87
13.1.1	Elektrik Enerjisi Geliri .....	87
13.1.2	Organik Gübre Geliri .....	87
13.2	Batı Ardahan Biyogaz Tesisi Mali Analizi.....	89
13.3	Doğu Ardahan Biyogaz Tesisi Mali Analizi .....	91
14	SONUÇ .....	94
15	KAYNAKÇA.....	96
16	EKLER.....	102

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1 Biyogazla İlişkili Yürürlükteki Mevzuat .....	13
Tablo 3.1 Ardahan İl Geneli Arazi Kullanım Durumu .....	29
Tablo 4.1 Hayvan Atıklarının Anaerobik Dekompozisyonu Sonucunda Ortaya Çıkan Bileşikler (Anonymous, 2003) .....	33
Tablo 5.1 Sektörlere göre biyogaz tesislerinin dağılımı, durumları ve toplam kurulum kapasiteleri .....	35
Tablo 5.2 Biyogaz Kullanımı Seçeneklerinin Teknik Fizibilitesi Özeti .....	40
Tablo 6.1 Ardahan Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Sayıları (2001-2013) .....	41
Tablo 6.2 Ardahan Diğer Hayvan Sayıları (2001-2013) .....	42
Tablo 6.3 İlçe Bazında Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Sayıları .....	43
Tablo 6.4 İlçe Bazında Diğer Hayvan Sayıları .....	43
Tablo 7.1 Birim Atık Oluşum Kabulleri .....	44
Tablo 7.2 Ardahan İli Toplam Hayvansal Atık Oluşumu .....	45
Tablo 7.3 Hayvan Türüne Göre Toplanabilir Dışkı Oranları .....	46
Tablo 7.4 Erişilebilir Atık Miktarı .....	46
Tablo 7.5 İlçe Bazında Atık Oluşum Miktarları .....	48
Tablo 7.6 İlçe Bazında Erişilebilir Atık Miktarı .....	48
Tablo 8.1 Hasat Edilen Tarımsal Ekim Alanları (2012) (TÜİK, 2013) .....	51
Tablo 8.2 Dekar Başı Tarımsal Artık Oluşumları .....	52
Tablo 8.3 Ardahan İlçeleri Toplam Tarımsal Artık Oluşumu .....	52
Tablo 9.1 Ziyaret Edilen İşletmeler .....	54
Tablo 9.2 Analize Esas Nihai Numuneler ve Özellikler .....	57
Tablo 9.3 Numunelerde KM ve UKM Sonuçları .....	59
Tablo 9.4 Nihai Biyogaz Potansiyel Sonuçları (L CH <sub>4</sub> / g UKM <sub>eklenen</sub> ) .....	60

Tablo 9.5 Nihai Biyogaz Potansiyel Sonuçları ( $m^3 CH_4/ ton UKM$ ).....	60
Tablo 9.6 Metan İçeriği Ölçüm Sonuçları.....	60
Tablo 10.1 Hayvan Atıklarının KM ve UKM Değer Kabulleri .....	62
Tablo 10.2 Hayvan Atıklarının Birim Metan Gazı Potansiyeli Değer Kabulleri.....	62
Tablo 10.3 Toplam Katı Madde Miktarları .....	63
Tablo 10.4 Toplam Uçucu (Organik) Katı Madde Miktarları.....	63
Tablo 10.5 Ardahan İli Toplam Biyogaz Üretim Potansiyeli .....	64
Tablo 10.6 Tarımsal Artıkların Birim Biyogaz Potansiyelleri.....	65
Tablo 10.7 Ardahan İli Toplam Bitkisel Metan Potansiyelleri .....	65
Tablo 10.8 Enerji Hesaplarında Yapılan Kabuller (DBFZ, 2011) .....	66
Tablo 10.9 Toplam Hayvansal Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyeli.....	66
Tablo 10.10 Toplam Bitkisel Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyeli .....	67
Tablo 10.11 Toplam Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyeli.....	67
Tablo 10.12 Toplam Hayvansal Isı Enerjisi Üretim Potansiyeli.....	68
Tablo 10.13 Toplam Bitkisel Isı Enerjisi Üretim Potansiyeli .....	68
Tablo 10.14 Toplam Isı Enerjisi Üretim Potansiyeli.....	68
Tablo 11.1 İlçe Bazlı Hayvansal UKM Değerleri (ton/yıl).....	69
Tablo 11.2 İlçe Bazlı Hayvansal Metan Gazı Değerleri ( $m^3/yıl$ ).....	70
Tablo 11.3 İlçe Bazlı Hayvansal Net Enerji Potansiyelleri (kWh/yıl).....	70
Tablo 11.4 İlçe Bazlı Hayvansal Kurulu Güç Potansiyelleri (MW) .....	71
Tablo 11.5 İlçe Bazlı Bitkisel Biyogaz Değerleri ( $m^3CH_4/yıl$ ) .....	71
Tablo 11.6 İlçe Bazlı Bitkisel Net Enerji Potansiyelleri (kWh/yıl) .....	72
Tablo 11.7 İlçe Bazlı Bitkisel Kurulu Güç Potansiyelleri (MW).....	72
Tablo 11.8 İlçe Bazlı Toplam Biyogaz Potansiyelleri ( $m^3CH_4/yıl$ ) .....	73
Tablo 11.9 İlçe Bazlı Toplam Net Enerji Potansiyelleri (kWh/yıl) .....	73

Tablo 11.10 İlçe Bazlı Toplam Kurulu Güç Potansiyelleri (MW).....	74
Tablo 11.11 Çeşitli Grup Hayvan Atıkları Katı Madde (KM) Miktarları ve Önerilen Taşıma Uzaklıkları.....	76
Tablo 11.12 İlçelerin Merkeze Mesafeleri .....	76
Tablo 11.13 İlçe Bazında Tesis Potansiyelleri .....	77
Tablo 12.1 Batı Ardahan Bölgesi Hayvan Sayıları (Ardahan Tarım Müdürlüğü, 2012).....	81
Tablo 12.2 Batı Ardahan Bölgesi Hayvansal Atık Oluşumu .....	82
Tablo 12.3 Batı Ardahan Bölgesi Enerji Potansiyeli Hesabı .....	83
Tablo 12.4 Doğu Ardahan Bölgesi Hayvan Sayıları (Ardahan Tarım Müdürlüğü, 2012).....	84
Tablo 12.5 Doğu Ardahan Bölgesi Atık Oluşumu.....	85
Tablo 12.6 Doğu Ardahan Bölgesi Enerji Potansiyeli Hesabı .....	86
Tablo 13.1 Batı Ardahan Organik Gübre Üretim Miktarları.....	88
Tablo 13.2 Doğu Organik Gübre Üretim Miktarları .....	88
Tablo 13.3 Gübre Gelirleri .....	89
Tablo 13.4 Batı Ardahan Biyogaz Tesisinin Atık ve Biyogaz Üretimi .....	90
Tablo 13.5 Batı Ardahan Biyogaz Tesisi ile Sağlanabilecek Ek Faydalar.....	91
Tablo 13.6 Doğu Ardahan Biyogaz Tesisinin Atık ve Biyogaz Üretimi .....	92
Tablo 13.7 Doğu Ardahan Biyogaz Tesisi ile Sağlanabilecek Ek Faydalar .....	93

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1 Bölge ve Türkiye Ölçeğinde Büyükbaş Hayvan Sayısındaki Değişim 1991-2009 ..	28
Şekil 5.1 Türkiye'deki biyogaz tesislerinin dağılımı (işletmedeki tesislerin sayıları) .....	36
Şekil 5.2 Türkiye'deki biyogaz tesis sayıları (durum: işletmede ve planlamada) .....	36
Şekil 7.1 Hayvan Atıklarının Kaynağına Göre Dağılımı .....	47
Şekil 7.2 İlçe Bazında Erişilebilir Hayvansal Atık Dağılımı .....	49
Şekil 9.1 Ziyaret Edilen İşletmelerin Konumları .....	55
Şekil 9.2 Ziyaret Edilen İşletmelerden Görüntüler .....	55
Şekil 9.3 Ziyaret Edilen İşletmelerden Görüntüler .....	56
Şekil 9.4 Numune Alımlarından Örnekler .....	56
Şekil 9.5 Laboratuvarda Numune Hazırlama ve KM-UKM Ölçümleri.....	57
Şekil 9.6 Laboratuvarda Karıştırma ve Biyogaz Oluşum Süreçleri .....	58
Şekil 9.7 Laboratuvarda Metan Ölçümleri .....	58
Şekil 9.8 Biyogaz Analiz Sonuçları .....	59
Şekil 11.1 İlçelerin Bitkisel Biyogaz Kurulu Güç Potansiyelleri.....	75
Şekil 11.2 Öngörülen Tesis Konumları ve Kapasiteleri.....	78
Şekil 12.1 Ardahan Merkez İlçe Biyogaz Tesisleri için Mesafe Bazlı Yer Tespiti .....	80



## KISALTMALAR

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

- 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	

## 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'nin hayvancılıkta Doğu Anadolu Bölgesi'nin önemli bir yeri bulunmaktadır. Özellikle Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Kars, Ardahan ve Iğdır İllerinde geniş mera imkanları nedeniyle hayvancılık öncelikli sektörler arasındadır.

## 1.2 Projenin Amacı

Yapılması planlanan çalışmanın genel amacı, **Ardahan Belediyesi** tarafından yaptırılacak olan “*Biyogaz ve Enerji Potansiyelinin Araştırılmasına Yönelik Fizibilite Çalışmasının* teknik esaslarının belirlenmesidir. Bu fizibilite çalışması Ardahan İl’indeki küçükbaş ve büyükbaş hayvanlar ile kümes hayvanlarından kaynaklanan hayvansal atıklardan, tarımsal atıklardan, katı atık ve evsel atık su çamurlarından elde edilebilecek biyogaz ve enerji potansiyelinin belirlenmesi ve gerekli yatırımların uygulanabilirliğinin irdelenmesidir. 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 Ardahan bölgesindeki mevcut küçükbaş, büyükbaş ve kümes hayvan çiftliklerinden ve tarımsal alanlardan çıkan atıklar ile evsel atık su çamurları ve 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. Üretilecek 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 atıklarının 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 içermekteydi. 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 girmiştiir.

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 Resmî 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, dışkılar, 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 kullanılamayacağına 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 kgN/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 olacaktır ve işletmelerin 13 Aralık 2014 tarihine kadar yasada belirtilen şartlara adapte edilmesi 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 kirlenici 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 kullanılacak 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 oturtulamadığını 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

üretimine tamamına yakını ve et üretimine 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 itibarıyla 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 gereksinimlerin 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 Doğu Anadolu Bölgesinde Hayvancılık

Doğu Anadolu Bölgesi hayvancılık denilince Türkiye’de akla gelen ilk bölgedir. Bölgenin hayvancılığa elverişli olan, kaliteli ve geniş meralara sahip olması, hayvancılığı ön plana çıkarmaktadır. Bölgede hayvancılık ileri tekniklerle yapılmamakla birlikte, halkın geçiminde önemli yer tutmaktadır. Bu nedenle hayvancılık sektörünün mevcut durumunun, bölgenin güncel sorunlarının, ihtiyaçlarının, potansiyelinin analizler ile ele alınması, bölgede en fazla istihdamı sağlayan sektörün anlaşılması açısından önem taşımaktadır. (SERKA, 2011)

Kırsal ekonomik yapının önemli ve ayrılmaz bir parçası olan hayvancılık sektörüne, ülke kalkınmasında olduğu gibi bölge ve il bazında da önemli iktisadi fonksiyonlar yüklenmiştir. Bunlar sanayi sektörüne girdi sağlama, kırsal alandan göçü önleme, sektör içinde ve diğer sektörlerde yeni istihdam sahası yaratma şeklinde sıralanabilir.

#### 3.3.1 Coğrafi Yapı, İklim ve Arazi Kullanımı

Bölge coğrafi yapısı ve sahip olduğu geniş çayır ve mera varlığı nedeniyle hayvancılığa elverişli durumdadır. İkliminin yem bitkisi üretimine uygun olması hayvancılığın bölgede

gelişmesine katkıda bulunurken, kışların uzun ve sert geçmesi olumsuz bir durum olarak ortaya çıkmaktadır. Mera ve çayırların uzun süre karla kaplı olması hayvanların ahırda kalma süresini artırmaktadır.

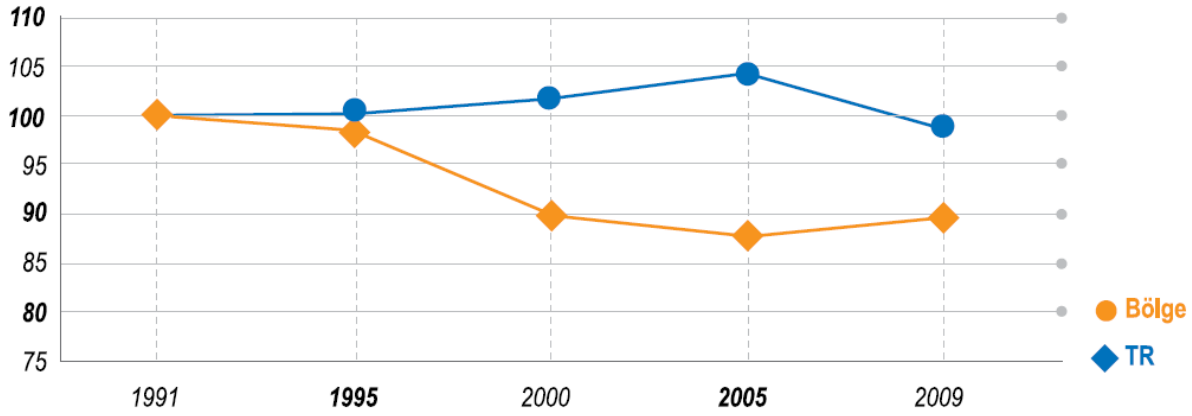
Türkiye’de çayır ve mera alanları toplamı 14,6 milyon hektar olup bunun yaklaşık yarısı (%42) olan 6,1 milyon hektarlık kısmı Doğu Anadolu Bölgesi’nde yer almaktadır

Ülkemizde ve bölgede tarım arazilerinin kullanımı ile ilgili çeşitli sorunlar mevcuttur. Tarım arazilerinin parçalı ve ekonomik işletmeye yetmeyen büyüklükte olması, yeterli tapulaştırma çalışmalarının yapılamaması, arazi amenajmanının yapılmamış olması ve bilinçsiz otlatma bu sorunlardan bazılarıdır. Bu doğrultuda tarım arazilerinin parçalanmasının önlenmesi, parçalı arazilerin toplulaştırılması, az topraklı ve topraksız çiftçilerin yeterli gelir elde edebilecekleri tarımsal aile işletmeleri kurabilecek şekilde topraklandırılmaları gerekmektedir. Bunlara ek olarak, arazinin hâlihazır kuru tarım, sulu tarım, mera, yerleşim yeri terk ve diğer kullanım şekillerine göre değerlendirilme şeklinin belirlenmesi, tarım arazilerinin korunarak verimli kullanımı, ıslah ve toprağa yönelik tüm ekonomik girdilerin etkinliğini artırmak amacıyla yapılacak arazi toplulaştırması gibi konularda çalışmaların yoğunlaştırılması ve ilgili hukuki düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

### 3.3.2 Bölgede Büyükbaş Hayvan Varlığı

Son yirmi yıla bakıldığında ülkemizdeki hayvan varlığında, Dünya’daki ilerlemenin aksine önemli bir gerileme söz konusudur. Türkiye büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığı açısından, Avrupa’da ikinci ve dünyada altıncı sırada olmasına rağmen (2003), hayvan sayısı gittikçe azalmaktadır. Tablo 3’de yıllar itibarıyla büyükbaş hayvan varlığı hem Türkiye hem de Üç Düzey 2 Bölgesi ölçeğinde verilmiştir. 1991 yılı baz alındığında TRA2 Bölgesinin (Ağrı, Ardahan, Iğdır, Kars) büyükbaş hayvan varlığı %17,83’lük bir artış gösterirken, TRA1 (Erzurum, Erzincan, Bayburt) ve TRB2 (Van, Muş, Bitlis, Hakkari) Bölgelerinin hayvan varlığı ise sırasıyla %8,3 ve %19,25 oranında bir gerileme göstermiştir. Üç Düzey 2 Bölgesi bütün olarak ele alındığında son yirmi yılda ülkede hayvan varlığı bakımından % 10’luk bir gerileme görülürken, bölgede hayvan mevcudiyeti korunmuştur.

Grafik 1’de ise yıllar itibarıyla Türkiye ve Bölgede hayvan varlığının değişimi gösterilmiştir. Türkiye genelinde son birkaç yılda hayvan varlığında bir artış ivmesi görülürken, Bölgede büyükbaş hayvan varlığı 2005 yılından itibaren azalmaya başlamıştır. (Şekil 3.1) (SERKA, 2011)



Şekil 3.1 Bölge ve Türkiye Ölçeğinde Büyükbaş Hayvan Sayısındaki Değişim 1991-2009

### 3.4 Ardahan İlinde Hayvancılık

#### 3.4.1 İlin Genel Tarımsal Durumu

Ardahan ekonomisi genel olarak tarım ve özelde de hayvancılık sektörüne dayanmaktadır. TÜİK verilerine göre İlerdeki toplam istihdamın yaklaşık %70'i tarım ve hayvancılık sektöründe gerçekleşmektedir. Uygun olmayan iklim şartları nedeniyle bitkisel üretim yem bitkileri haricinde verim açısından son derece düşüktür. Ancak üretimden elde edilen tarımsal ürünler kalite bakımından özellikle de ekolojik bakımdan oldukça iyi durumdadır. İlde yapılan bitkisel üretim ve arı ürünlerin hemen hemen tamamı organik ürün niteliğine sahiptir.

İldeki tarım işletmelerinin % 95 'i bitkisel ve hayvansal üretimin birlikte yapıldığı polikültür işletmelerdir. Sadece bitkisel üretim yapan işletmeler % 4 ve sadece hayvansal üretim yapan işletmeler ise % 1'dir. Sektörde yer alan işletmelerin tamamına yakını küçük ölçekli, kapalı ekonomi tipi, geleneksel üretimde bulunan aile işletmeleridir. Türkiye genelinde olduğu gibi Ardahan İlindeki tarım işletmeleri; hızlı nüfus artışı ve artan nüfusun tarım dışı sektörde istihdam edilmesi zorunluluğuna karşılık, bu sektörlerde iş gücü talebinin nüfus artışına uygun düzeyde artırılamaması; tarımın gelişim hızının nüfus artışını karşılamada yetersiz kalması ve miras yoluyla arazilerin bölünmesi gibi nedenlerle giderek küçülmüştür. İlin en önemli tarımsal aktivitesi mera hayvancılığı olması nedeniyle tarım alanlarının işlemeli tarımdan ziyade, mera - yayla öncesi ve sonrası doğal otlaklık olarak değerlendirilmesi şeklindedir. 3-4 aylık mera ve yayla süresi içerisinde bu alanlardan, tamamen hububat (arpa, buğday) ve kaba yem (fiğ, korunga, yonca, çavdar, yulaf, çayır otu) üretimi sağlanmaktadır.

İl'de tarımsal faaliyet içerisinde hayvancılık ön plandadır. Mevcut tarımsal işletmelerin % 95.60'ı hayvancılık yapmaktadır. Hayvancılık işletmelerinin tamamında sığır yetiştiriciliği

ağırlıkta olmak üzere bir kısmı aynı zamanda koyunculuk ve/veya arıcılıkta yapmaktadır.  
(Ardahan Tarım Müdürlüğü, 2012)

**Tablo 3.1 Ardahan İl Geneli Arazi Kullanım Durumu**

Arazi Dağılımı	Yüzölçümü (ha)	Yüzelik dilim (%)
Tarıma elverişli alan (ha)	84.251	17,4 %
Çayır alanı* (ha)	79.900	16,5 %
Mera alanı (ha)	205.778	42,5 %
Orman ve fundalık alan (ha)	31.957	6,6 %
Tarım dışı alan (ha)	82.314	17 %
<b>Toplam</b>	<b>484.200</b>	<b>100 %</b>

\* Özel mülkiyetteki Çayırıklar

## 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 kullanıma 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)**

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

#### 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

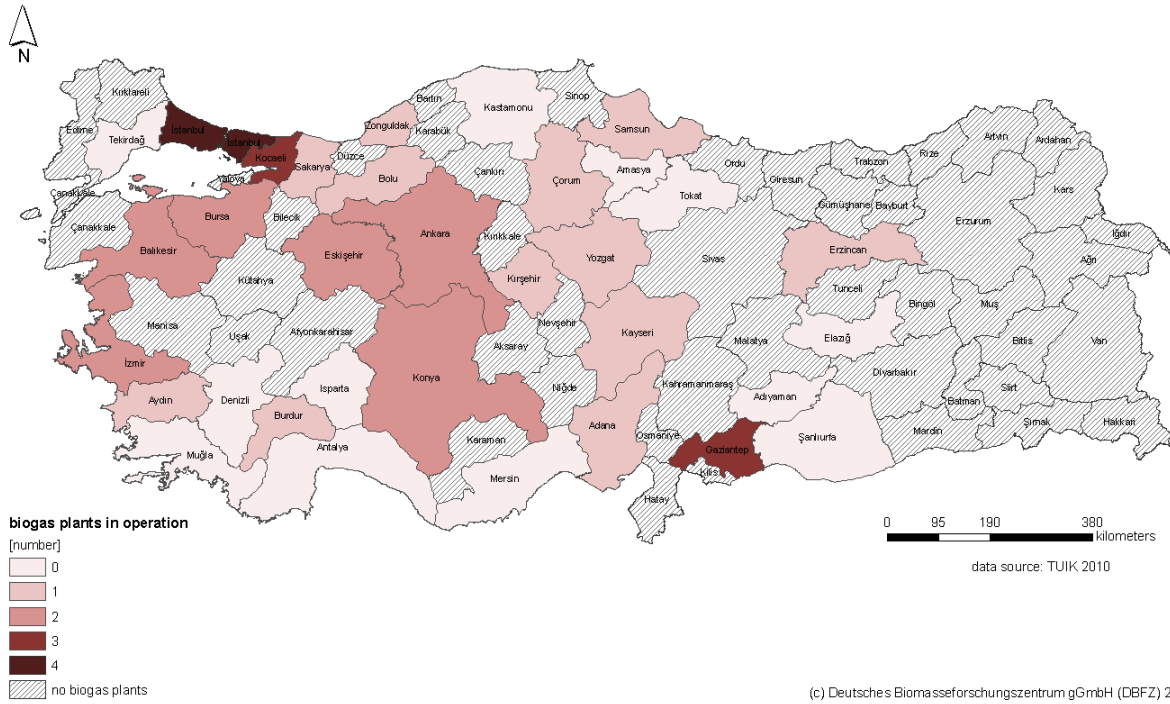
Türkiye, sadece hayvan atıkları ile çalışabilecek, 2.000 adet biyogaz tesisi kapasitesine sahiptir (IEA Bioenergy Task 37, 2011). Fakat, şu anda ülkede 36'sı çalışmakta olan toplam 85 biyogaz tesisi bulunmaktadır. (Şekil 5.1)

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)

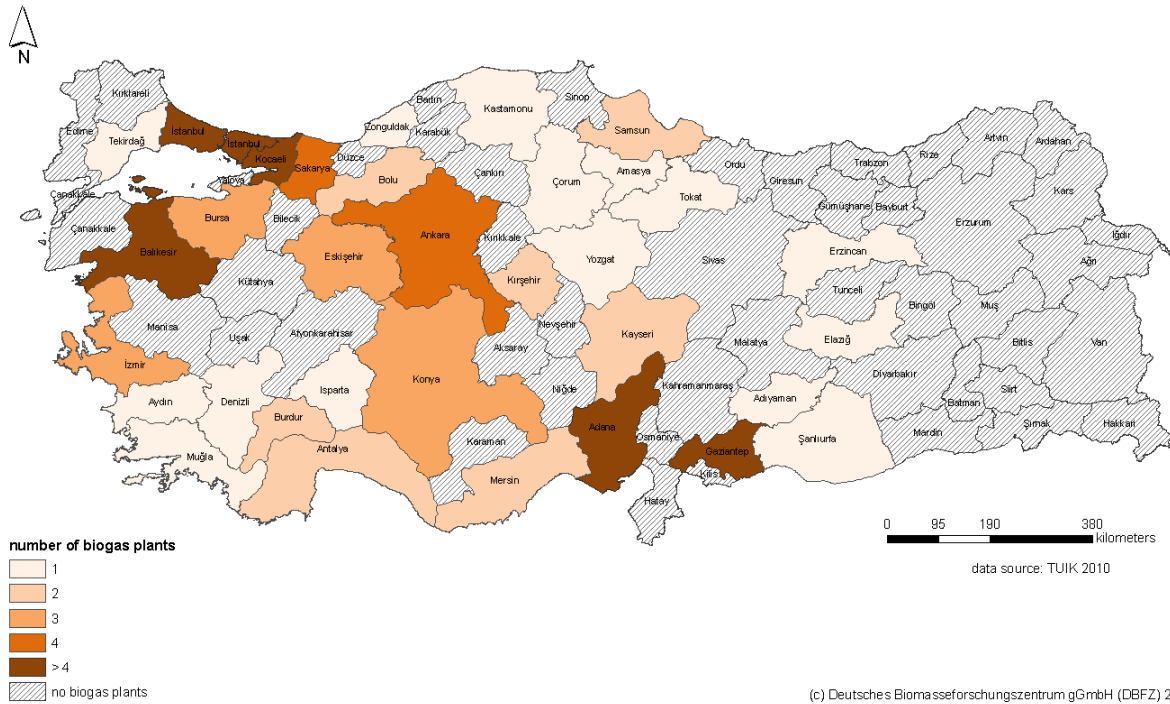
**Tablo 5.1 Sektörlere göre biyogaz tesislerinin dağılımı, durumları ve toplam kurulum kapasiteleri**

	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



(c) Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH (DBFZ) 2011

**Şekil 5.1 Türkiye'deki biyogaz tesislerinin dağılımı (işletmedeki tesislerin sayısı)**



(c) Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH (DBFZ) 2011

**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’dan 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 (CH<sub>4</sub>) 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 düşükçe 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 kullanmaktadırlar. 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<sub>x</sub> 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 prosestir.

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



**Tablo 5.2 Biyogaz Kullanımı Seçeneklerinin Teknik Fizibilitesi Özeti**

Seçenekler	Depolanmış min. atık miktarı*	Gaz kalitesi (min. CH <sub>4</sub> kons.)	Uygulanabilirlik
Bölgesel Gaz Kullanımı Sahada veya endüstri, yerleşim yerleri veya ticari tesislerde doğrudan kullanım	1 milyon ton	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.
<b>Elektrik Üretimi</b>			
İY Motorlar	1,5 milyon ton	40%	Elektrik şebekesi gerekli, satılan elektrik kullanıcının ekipmanıyla uyumlu olmalıdır. Sahada kullanım, elektrik kullanan yardımcı ekipmanlara sahip sahalar için uygundur.
<b>Boru Hattına Verme</b>			
Orta Kalite Gaz Boru Hatları	1 milyon ton	30-50%	Orta kalite gaz boru hattı şebekesi bulunmalı ve ilave gazı taşıyacak kapasitede olmalıdır.
Yüksek Kalite Gaz Boru Hatları	1 milyon ton	95%	Yoğun gaz işleme gerekmekte ve yüksek kalitede gaz boru hattı şebekesi bulunmalı ve ilave gaz taşıyacak kapasitede olmalıdır.
<b>Diğer Seçenekler</b>			
Yakma	Tüm tesisler için uygun.	20%	Her boyuttaki tesiste uygulanabilir.

## 6 ARDAHAN İLİ HAYVAN SAYILARI

### 6.1 Ardahan'daki Geçmiş ve Mevcut Hayvan Sayıları

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı verilerine göre Ardahan'da 2001 yılından 2013 yılına kadar ortalama gerçekleşen büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları Tablo 6.1'de, diğer hayvan sayıları ise Tablo 6.2'de verilmiştir. Bu tablolardaki veriler bir önceki yılın ortalamasını göstermektedir.

**Tablo 6.1 Ardahan Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Sayıları (2001-2013)**

Yıl	Büyükbaş				Küçükbaş		
	Sığır	Buzağı – Dana*	Manda	Toplam	Koyun	Keçi	Toplam
2001	125.120	103.987	145	<b>229.252</b>	60.865	2.561	<b>63.426</b>
2002	129.620	104.732	105	<b>234.457</b>	59.742	2.881	<b>62.623</b>
2003	179.463	64.650	58	<b>244.171</b>	39.996	1.709	<b>41.705</b>
2004	176.504	73.500	80	<b>250.084</b>	42.444	3.161	<b>45.605</b>
2005	186.770	74.710	29	<b>261.509</b>	40.969	1.247	<b>42.216</b>
2006	187.737	73.016	33	<b>260.786</b>	68.319	1.812	<b>70.131</b>
2007	194.791	76.339	29	<b>271.159</b>	66.000	2.375	<b>68.375</b>
2008	184.035	76.636	27	<b>260.698</b>	60.026	1,388	<b>60.027</b>
2009	177.467	85.551	15	<b>263.033</b>	52.581	1.146	<b>53.727</b>
2010	173.021	81.923	0	<b>254.944</b>	41.010	1.492	<b>42.502</b>
2011	172.293	76.068	0	<b>248.361</b>	34.508	1.461	<b>35.969</b>
2012	267.052	93.751	14	<b>360.817</b>	36.337	1.477	<b>37.814</b>
2013	245.230	95.406	15	<b>340.651</b>	40.309	1.901	<b>42.210</b>

(\*) : Buzağı-Dana: 1 yaşın altındaki hayvanlar

Tablo 6.1'deki hayvan sayılarının yıllara bağlı değişimine bakıldığında büyükbaş hayvan sayılarının artış eğiliminde olduğu küçükbaş hayvan sayılarında ise kısmi bir azalma olduğu görülmektedir.

**Tablo 6.2 Ardahan Diğer Hayvan Sayıları (2001-2013)**

Yıl	Tek Tırnaklı			Kanatlı	Kovan Varlığı
	At-Katır	Eşek	Toplam		
2001	15.041	1.574	<b>16.615</b>	290.836	20.032
2002	15.058	1.353	<b>16.411</b>	295.200	21.738
2003	11.526	1.004	<b>12.530</b>	295.200	20.280
2004	12.570	2.465	<b>15.035</b>	306.000	20.280
2005	14.461	1.146	<b>15.607</b>	268.740	20.740
2006	12.386	1.248	<b>13.634</b>	292.767	30.032
2007	9.745	686	<b>10.431</b>	349.805	30.900
2008	12.331	1.489	<b>13.820</b>	334.715	40,014
2009	11.438	1.455	<b>12.893</b>	301.782	34,418
2010	8.907	434	<b>9.341</b>	299.783	34.152
2011	8.907	434	<b>9.341</b>	299.783	34.152
2012	11.312	1518	<b>12.830</b>	276.413	34.192
2013	8.736	435	<b>9.171</b>	257.819	35.064

Tablo 6.2'deki hayvan sayılarının yıllara bağlı değişimine bakıldığında tek tırnaklı ve kanatlı hayvan sayılarında ise kısmi bir azalma olduğu görülmektedir.

## 6.2 Ardahan İlçeleri Bazında Hayvan Sayıları

2013 yılı itibariyle bir önceki yılın (2012) yıllık ortalama gerçekleşen hayvan varlığı Tablo 6.3'de verilmiştir.

**Tablo 6.3 İlçe Bazında Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Sayıları**

İlçe Adı	Büyükbaş				Küçükbaş		
	Sığır (Ergin)	Buz. – Dana (*)	Manda	Toplam	Koyun	Keçi	Toplam.
01-Merkez	76.588	31.240	4	107.832	10.325	976	11.301
02-Göle	72.155	25.847	7	98.009	2.200	300	2.500
03-Hanak	32.485	13.368	3	45.829	3.400	100	3.500
04-Damal	14.581	6.107	0	20.688	0	0	0
05-Posof	16.386	5.224	0	21.610	1.384	25	1.409
06-Çıldır	33.035	13.620	1	46.656	23.000	500	23.500
<b>Toplam</b>	<b>245.230</b>	<b>95.406</b>	<b>15</b>	<b>340.624</b>	<b>40.309</b>	<b>1.901</b>	<b>42.210</b>

(\*) : Buzağı-Dana: 1 yaşın altındaki hayvanlar

**Tablo 6.4 İlçe Bazında Diğer Hayvan Sayıları**

İlçe Adı	Tek Tırnaklı			Kanath	Arı
	At-Katır	Eşek	Toplam		
01-Merkez	1.762	33	<b>1.795</b>	<b>100.911</b>	<b>13.176</b>
02-Göle	5.080	75	<b>5.155</b>	<b>72.586</b>	<b>4.706</b>
03-Hanak	959	127	<b>1.086</b>	<b>27.912</b>	<b>4.683</b>
04-Damal	150	0	<b>150</b>	<b>2.667</b>	<b>815</b>
05-Posof	285	0	<b>285</b>	<b>17.401</b>	<b>5.217</b>
06-Çıldır	500	200	<b>700</b>	<b>39.935</b>	<b>6.467</b>
<b>Toplam</b>	<b>8.736</b>	<b>435</b>	<b>9.171</b>	<b>261.412</b>	<b>35.064</b>

## 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			
Sığır	37,50	13,69	(DBFZ, 2011)
Buzağı - Dana	9,40	3,43	(DBFZ, 2011)
Koyun	2,00	0,73	(Berkes & Kışlalıoğlu, 1993)
Keçi	2,00	0,73	(Berkes & Kışlalıoğlu, 1993)
At - Katır	25,30	9,23	(Yurtseven, 2013)
Kanatlı	0,13	0,05	(DBFZ, 2011)

### 7.2 Toplam Atık Potansiyeli

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

**Tablo 7.2 Ardahan İli Toplam Hayvansal Atık Oluşumu**

Hayvan Türleri	Sayıları	Birim Dışkı Oluşumu	Toplam Atık Oluşumu
Birim	Adet	ton/hayvan.yıl	ton/yıl
Sığır	245.230	13,69	3.356.586
Buzağı - Dana	95.406	3,43	327.338
Koyun	40.309	0,73	29.426
Keçi	1.901	0,73	1.388
At - Katır	8.736	9,23	80.673
Kanatlı	257.819	0,05	12.234
<b>Toplam</b>	<b>649.401</b>		<b>3.807.643</b>

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

### 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. Doğu bölgelerinde ise özellikle yaz aylarında uzun otlatma günleri, dışkının biyogaz üretimi için toplanmasını zorlaştırmaktadır.

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**

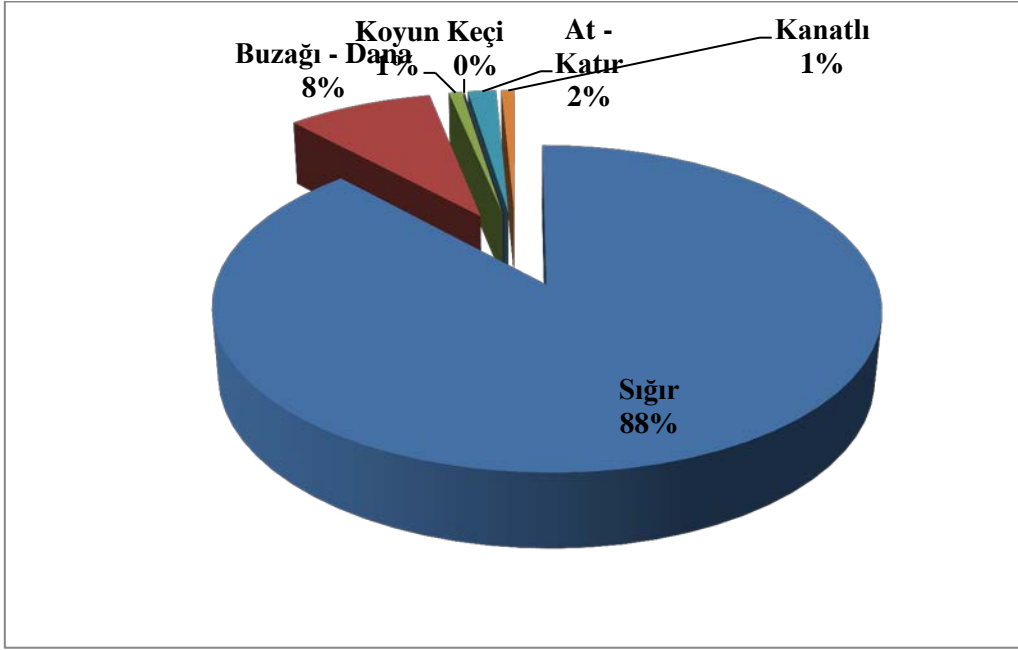
Hayvan Türü	Toplanabilir Hayvan Dışkısı Oranları (Diğer Aylar)	Toplanabilir Hayvan Dışkısı Oranları (Mera Ayları)	Yıl Ortalaması
	9 Ay	3 Ay	
Sığır – Buzağı - Dana	%50	%15	%41
Koyun - Keçi	%50	%15	%41
At – Katır - Eşek	%40	%10	%33
Kanatlı	%99	%99	%99

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

**Tablo 7.4 Erişilebilir Atık Miktarı**

Hayvan Türleri	Toplam Atık Oluşumu	Toplanabilme Oranları	Erişilebilir Atık Miktarı
Birim	ton/yıl	%	ton/yıl
Sığır	3.356.586	41%	1.384.592
Buzağı - Dana	327.338	41%	135.027
Koyun	29.426	41%	12.138
Keçi	1.388	41%	572
At - Katır	80.673	33%	26.219
Kanatlı	12.234	99%	12.111
<b>Toplam</b>	<b>3.807.643</b>		<b>1.570.659</b>

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



Şekil 7.1 Hayvan Atıklarının Kaynağına Göre Dağılımı

Şekil 7.1’de Ardahan İlindeki erişilebilir hayvan atıklarının kaynağına göre yüzdelik dağılımı görülmektedir. Dağılımdan görüldüğü gibi Ardahan İlindeki hayvansal atıkların büyük çoğunluğu %88’lik bir oranla sığır kaynaklıdır. Büyükbaş grubu olarak %8’lik buzağı-danayı da dikkate aldığımızda bu oran %96’ya yükselmektedir.

#### 7.4 Bölgesel Atık Miktarları

Ardahan’da İlçe bazında atık oluşum miktarları hesaplandığında Tablo 7.5’de yer alan sonuçlar ortaya çıkmaktadır.



**Tablo 7.5 İlçe Bazında Atık Oluşum Miktarları**

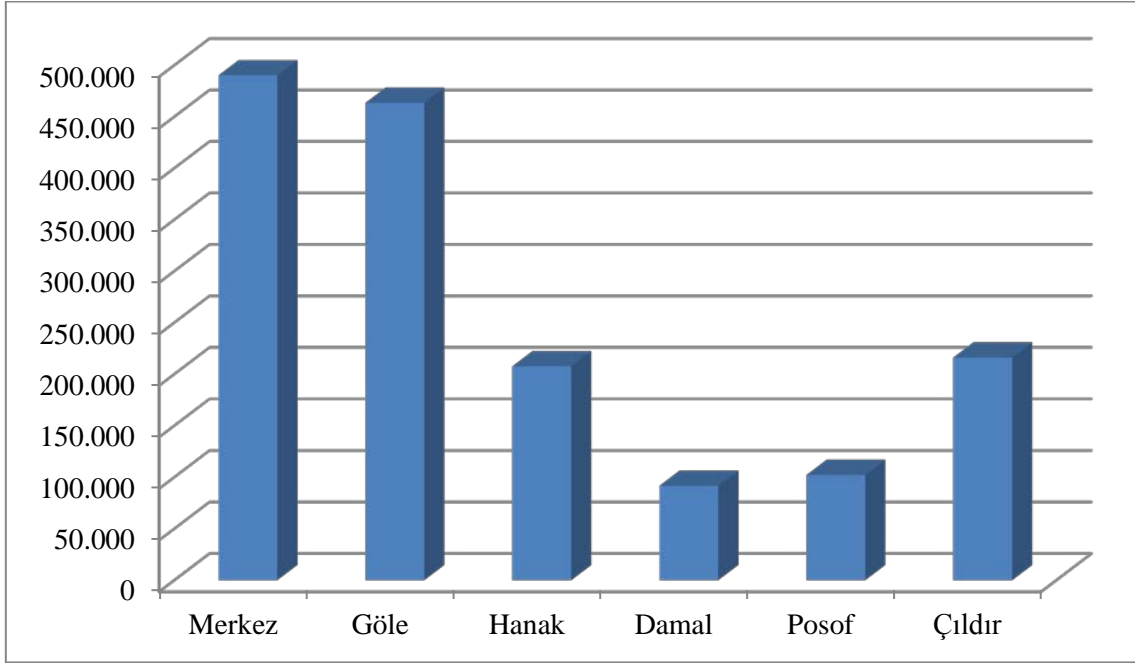
İlçeler	Sığır	Buzağı-Dana	Koyun-Keçi	At-Katır	Kanath	Toplam
<b>Yıllık Birim Atık</b>	<b>13,69</b>	<b>3,43</b>	<b>0,73</b>	<b>9,23</b>	<b>0,05</b>	
Merkez	1.048.298	107.184	8.250	16.271	4.788	<b>1.184.792</b>
Göle	987.622	88.681	1.825	46.911	3.444	<b>1.128.483</b>
Hanak	444.638	45.866	2.555	8.856	1.324	<b>503.239</b>
Damal	199.577	20.953	0	1.385	127	<b>222.042</b>
Posof	224.283	17.924	1.029	2.632	826	<b>246.693</b>
Çıldır	452.167	46.730	17.155	4.617	1.724	<b>522.393</b>
<b>Toplam</b>	<b>3.356.586</b>	<b>327.338</b>	<b>30.813</b>	<b>80.673</b>	<b>12.234</b>	<b>3.807.643</b>

Tablo 7.5’de yer alan atık oluşum potansiyeli üzerinden Tablo 7.3’deki toplanabilir oranları dikkate alınarak erişilebilir atık miktarları hesaplanmıştır. (Tablo 7.6)

**Tablo 7.6 İlçe Bazında Erişilebilir Atık Miktarı**

İlçeler	Sığır	Buzağı-Dana	Koyun-Keçi	At-Katır	Kanath	Toplam
<b>Erişilebilirlik</b>	<b>41%</b>	<b>41%</b>	<b>41%</b>	<b>33%</b>	<b>99%</b>	
Merkez	432.423	44.214	3.403	5.288	4.740	<b>490.068</b>
Göle	407.394	36.581	753	15.246	3.410	<b>463.384</b>
Hanak	183.413	18.920	1.054	2.878	1.311	<b>207.576</b>
Damal	82.326	8.643	0	450	125	<b>91.544</b>
Posof	92.517	7.393	424	855	817	<b>102.007</b>
Çıldır	186.519	19.276	7.076	1.501	1.707	<b>216.079</b>
<b>Toplam</b>	<b>1.384.592</b>	<b>135.027</b>	<b>12.710</b>	<b>26.219</b>	<b>12.111</b>	<b>1.570.659</b>

Yukarıdaki tablolardan da görüleceği üzere, en yüksek büyükbaş kaynaklı atık miktarı yine büyükbaş hayvan sayısı en fazla olan Ardahan Merkez İlçede gerçekleşmektedir. Merkez İlçeyi sırasıyla Göle, Çıldır, Hanak, Posof ve Danal İlçeleri izlemektedir. Söz konusu dağılım Şekil 7.2’de de görülmektedir.



Şekil 7.2 İlçe Bazında Erişilebilir Hayvansal Atık Dağılımı

## 8 BİTKİSEL ATIK OLUŞUMU

### 8.1 Ardahan İli Tarım Sektörü

Ardahan ekonomisi genel olarak tarım ve özeldede hayvancılık sektörüne dayanmaktadır. Uygun olmayan iklim şartları nedeniyle bitkisel üretim yem bitkileri haricinde verim açısından son derece düşüktür.

İldeki tarım işletmelerinin % 95 'i bitkisel ve hayvansal üretimin birlikte yapıldığı polikültür işletmelerdir. Sadece bitkisel üretim yapan işletmeler % 4 ve sadece hayvansal üretim yapan işletmeler ise % 1'dir. Sektörde yer alan işletmelerin tamamına yakını küçük ölçekli, kapalı ekonomi tipi, geleneksel üretimde bulunan aile işletmeleridir.

İlin en önemli tarımsal aktivitesi mera hayvancılığı olması nedeniyle tarım alanlarının işlemeli tarımdan ziyade, mera - yayla öncesi ve sonrası doğal otlaklık olarak değerlendirilmesi şeklindedir. 3-4 aylık mera ve yayla süresi içerisinde bu alanlardan, tamamen hububat (arpa, buğday) ve kaba yem (fiğ, korunga, yonca, çavdar, yulaf, çayır otu) üretimi sağlanmaktadır. (Ardahan Tarım Müdürlüğü, 2012)

### 8.2 Tarımsal Atık Oluşumu

Tarımsal aktivitelerden kaynaklı atıkları üç ayrı kategoride toplamak mümkündür:

1. Yıllık ekinler hasat edildikten sonra tarlada kalan artıklar; Türkiye'nin başlıca yıllık ekinlerini tahıl, darı, pamuk, pirinç, tütün, ayçiçeği, yer fıstığı, soya fasulyesi oluşturur.
2. Uzun ömürlü bitkilerin budanmasından sonra kalan ağaç kabukları, çekirdekler,
3. Tarım-Sanayi atıkları, pamuk çırçırılama, tohum yağı endüstrisi, zeytin yağı endüstrisi, pirinç sanayi, mısır sanayi, şarap ve çekirdek fabrikaları gibi.

Tarımsal artıkların biyogaz potansiyel hesaplamaları için genellikle, domates artıkları, tahıl sapları, şeker pancarı yaprakları ve nadas arazileri üzerinde ekimi mümkün enerji bitkileri ele alınmaktadır. (DBFZ, 2011)

### 8.3 Ardahan İli Tarımsal Artık Üretimi

2012 yılı TÜİK verilerine Ardahan İli ve İlçelerinde tarımsal üretim olarak tahıl üretimi ön planda olup genellikle tüm İlçelere yayılmış tahıl üretimi bulunmaktadır. Tahıl üretiminden kaynaklanan bitkisel artıklar ile özellikle Posof İlçesindeki sebze üretimi artıkları da biyogaz hammaddesi olarak hesaplara dahil edilmiştir.

Meyve üretimi ise Posof ve Çıldır İlçelerinde Vişne, Elma, Armut, Erik ve Kiraz olarak ağaç meyveciliği ağırlıklıdır. Ağaç meyveciliğinde biyogaz tesisi ile ilişkili artık oluşumu yok denecek kadar azdır.

Tarımsal artık oluşumu hesabında genellikle hasat edilen arazi alanı üzerinden hareket edilmektedir. Buna göre biyogaz eldesiyle ilişkili tarımsal ekim alanlarının Ardahan İlçelerindeki dağılımı aşağıdaki Tablo 8.1’de görülmektedir. Bu veriler 2012 yılı TÜİK istatistiklerinden alınmıştır.

**Tablo 8.1 Hasat Edilen Tarımsal Ekim Alanları (2012) (TÜİK, 2013)**

	Buğday	Mısır	Arpa	Çavdar	Yulaf	Tritikale	Fasulye	Toplam
Merkez	16.290		42.500	30	2.100			<b>60.920</b>
Göle	5.397		5.000	10.000	4.000			<b>24.397</b>
Hanak	11.786		19.021	750				<b>31.557</b>
Damal	3.588		11.844	16.500				<b>31.932</b>
Posof	4.661	90	2.400	300	4	10	140	<b>7.605</b>
Çıldır	12.757		29.000	17	375			<b>42.149</b>
<b>Toplam</b>	<b>54.479</b>	<b>90</b>	<b>109.765</b>	<b>27.597</b>	<b>6.479</b>	<b>10</b>		<b>198.560</b>

Tablo 8.1’de verilen ürünlerin birim artık oluşumları olarak, Türk-Alman Biyogaz Projesinde esas alınan dekar başı tarımsal artık miktarları dikkate alınmıştır. Söz konusu birim artık oluşumları Tablo 8.2’de verilmiştir.

**Tablo 8.2 Dekar Başı Tarımsal Artık Oluşumları**

Ürün Adı	Birim Artık Oluşumu kg/da
Buğday	325
Mısır	1.480
Arpa	200
Çavdar	450
Yulaf	434
Tritikale	738
Fasulye	2.300

Tablo 8.2’de dekar başı artık oluşumlarına göre Ardahan İlçelerindeki toplam tarımsal artık oluşumları Tablo 8.3’de verilmiştir.

**Tablo 8.3 Ardahan İlçeleri Toplam Tarımsal Artık Oluşumu**

	Buğday	Mısır	Arpa	Çavdar	Yulaf	Tritikale	Fasulye	Toplam
Merkez	5.294		8.500	14	911			<b>14.719</b>
Göle	1.754		1.000	4.500	1.736			<b>8.990</b>
Hanak	3.830		3.804	338				<b>7.972</b>
Damal	1.166		2.369	7.425				<b>10.960</b>
Posof	1.515	133	480	135	2	7	322	<b>2.594</b>
Çıldır	4.146		5.800	8	163			<b>10.116</b>
<b>Toplam</b>	<b>17.706</b>	<b>133</b>	<b>21.953</b>	<b>12.419</b>	<b>2.812</b>	<b>7</b>		<b>55.352</b>

#### 8.4 Biyogaz için Enerji Bitkisi (Substrat) Potansiyeli

Biyogaz üretimine özel enerji bitkisi (substrat) yetiştirme potansiyeli için Ardahan İli’ndeki tarımsal uygunluğu irdelenmiştir. Bu bitkiler genellikle tahıl ağırlıklı olup mısır, arpa gibi ürünler tercih edilmektedir.

Bu doğrultuda İl Tarım Müdürlüğü'nün tarımsal arazi sınıflamasında İl genelinde arazi yapısı; arazinin çevresel özellikleri, potansiyel verim ve arazi uygunluğu benzer olan özelliklere sahip iki alt bölgeye ayrılmıştır. Birinci alt bölge olan Ardahan Merkez İlçe, Göle, Hanak, Damal ve Çıldır alt bölgesi ortalama 1800-2000 m. rakımlı olup, sert ve uzun kış şartlarından dolayı 123 günlük kısa bir yetiştirme periyoduna sahiptir. İkinci alt bölge olan Posof alt bölgesi ilçe merkezi ve daha aşağılarda kalan köyleri ortalama 900 m. diğer kısımları 1583-1700 m. rakımda olup, 214 günlük yetiştirme periyoduna sahiptir. Bu alt bölge mikro klima özelliğinden dolayı değişik ürünlerin yetiştirilmesi avantajına sahip olup yılın büyük bir bölümünde bitki örtüsü yeşil olarak kalabilmektedir. İlçede büyük oranda meşe, çam, köknar, ladin, huş, kızılâğaç, gürgen ve fındık ağaçlarından oluşan doğal orman alanı içerisinde yer almaktadır. Bu alt bölgede arpa, buğday, çavdar, fasulye, mısır, elma, erik, kiraz, vişne, ceviz, patates, lahana, salatalık, marul ve soğan gibi tarımsal ürünler yetiştirilebilmektedir. Yetiştiriciliği yapılan bu ürünler çoğunlukla öz tüketimde kullanılmaktadır.

Bu değerlendirmeye göre Posof alt bölgesi enerji bitkisi (substrat) yetiştiriciliği için uygun olup gelecekte biyogaz tesisi girdilerinin artırılmasına yönelik kullanılabilir.

## 9 SAHA VE LABORATUAR ÇALIŞMALARI

### 9.1 Saha Çalışmaları

15-18 Temmuz 2013 tarihleri arasında Ardahan'da saha çalışmaları yürütülmüştür. Bu doğrultuda gerekli verilerin toplanmasına yönelik olarak öncelikle İdare ile görüşmeler yapılmıştır. Daha sonra her atık türünü temsil edecek nitelikte işletmeler ziyaret edilmiştir. Ardahan İlinde biyogaz

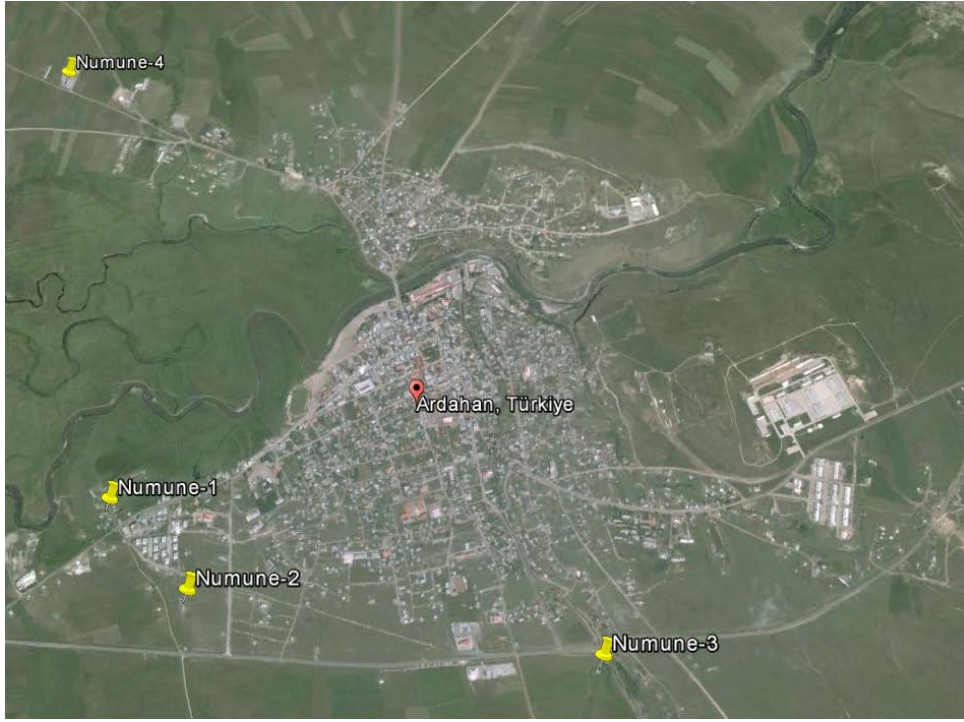
Numuneler farklı hayvan ırklarından alınmış olup, rastgele örnekleme yöntemi ile Ardahan İlindeki ırk dağılımının örneklem kümesine yansması sağlanmıştır. Örneklem kümesi, Ardahan İlinde olduğu gibi ağırlıklı olarak Montofon Melezi, Turj Melezi ve Simental Melezi'dir. Hayvansal dışkı kaynaklı biyogaz potansiyellerinde belirleyici olan hayvanın besin kaynağıdır. Bu ırkların besin kaynakları ve dışkıları arasında biyogaz potansiyeli açısından belirgin bir farklılık bulunmamaktadır.

Ziyaret edilen işletmelerle ilgili bilgiler aşağıdaki Tablo 9.1'de verilmiştir.

**Tablo 9.1 Ziyaret Edilen İşletmeler**

No	İşletme Adı/Yetkili	Adresi	Büyükbaş Adedi	Kanath Adedi
1	Rasim Aydın	İnönü Mah. Kurtuluş sok no:3	20	10
2	Rafet Yıldız	Gülçayır Sokak	20	
3	Dürizar Bozkurt Mecit Taşdemir	Kaptanpaşa mah.	29	20
4	Efe Eminoğlu	Sulakyurt köyü no:269	70	30

Tablo 9.1'deki işletmelerin harita üzerindeki konumları Şekil 9.1'de verilmiştir.



**Şekil 9.1 Ziyaret Edilen İşletmelerin Konumları**

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



**Şekil 9.2 Ziyaret Edilen İşletmelerden Görüntüler**





Şekil 9.3 Ziyaret Edilen İşletmelerden Görüntüler



Şekil 9.4 Numune Alımlarından Örnekler

## 9.2 Laboratuvar Çalışmaları

Saha ziyaretlerinde farklı hayvan türleri için alınan numuneler bekletilmeden 1 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) ve kanatlı olmak üzere iki tür numune üzerinde çalışılmıştır. Ayrıca biyogaz tesisi şartlarını gözlemlemek

amacıyla üçüncü bir karışım numunesi hazırlanmıştır. Karışım oranının belirlenmesinde ise Ardahan'daki büyükbaş ve kanatlı hayvanların potansiyel atık miktarları dikkate alınmıştır.

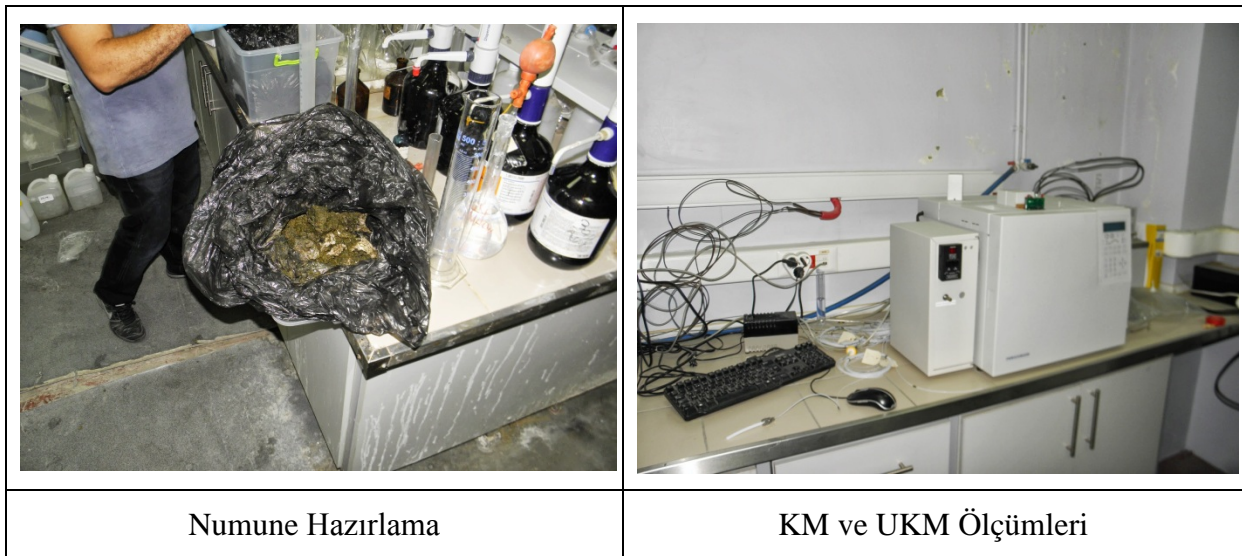
Analize konu olan nihai numuneler ve özellikleri Tablo 9.2'de verilmiştir.

**Tablo 9.2 Analize Esas Nihai Numuneler ve Özellikler**

No	Numuneler	Büyükbaş	Kanatlı
1	Büyükbaş	% 100	-
2	Kanatlı	-	% 100
3	Karışım	%2,4	%97,6

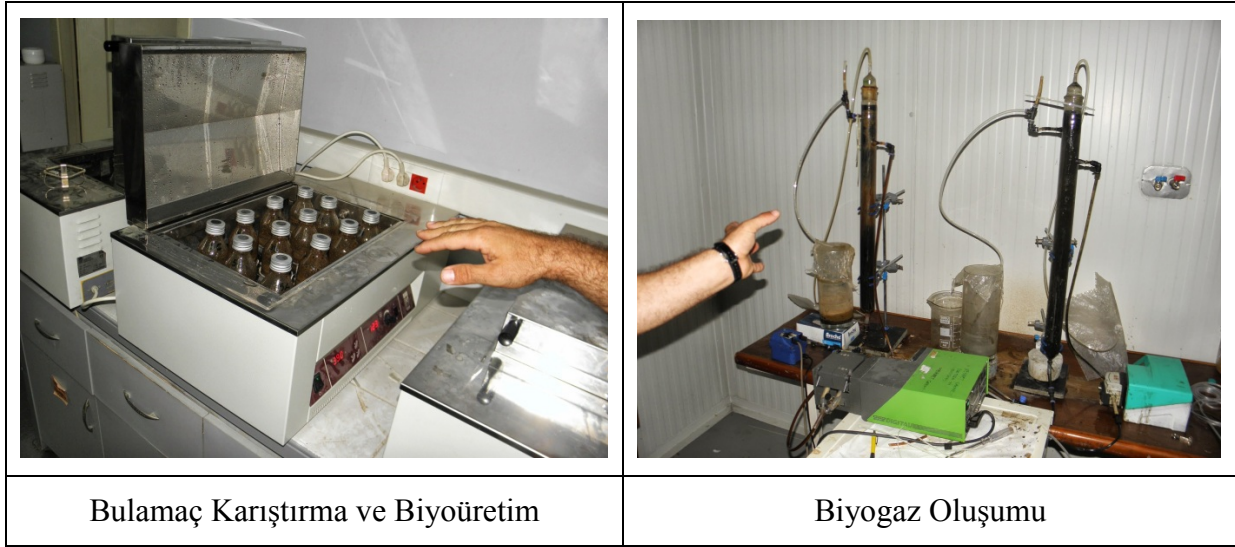
Laboratuvar çalışmalarında sırasıyla şu aşamalardan geçilmiştir.

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

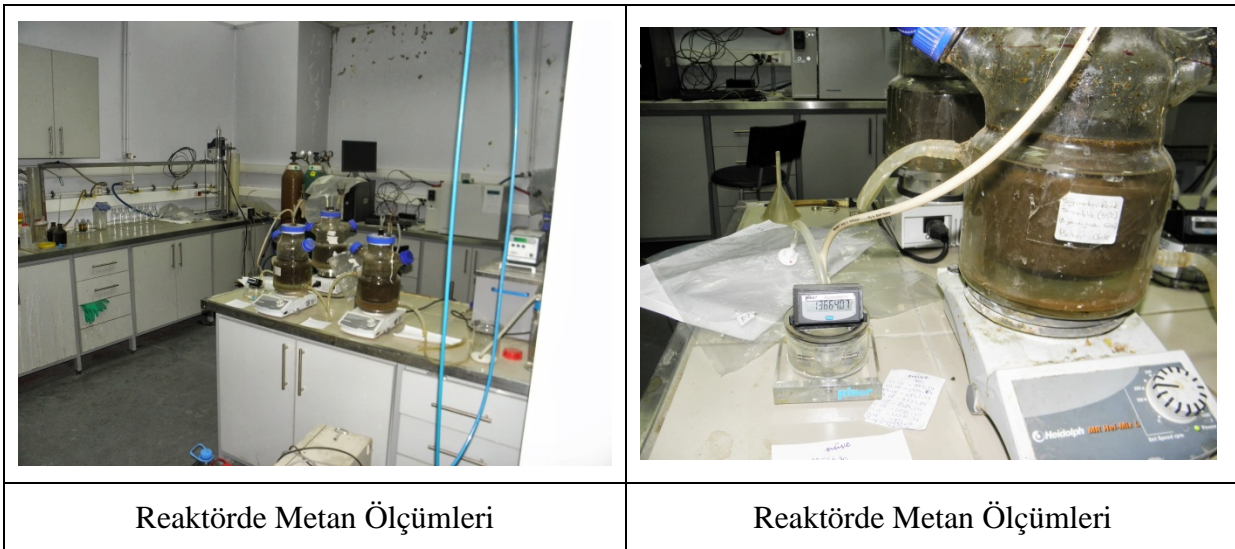


**Şekil 9.5 Laboratuvarda Numune Hazırlama ve KM-UKM Ölçümleri**





Şekil 9.6 Laboratuvarda Karıştırma ve Biyogaz Oluşum Süreçleri



Şekil 9.7 Laboratuvarda Metan Ölçümleri

### 9.3 Laboratuvar Analiz Sonuçları

#### 9.3.1 KM ve UKM Analiz Sonuçları

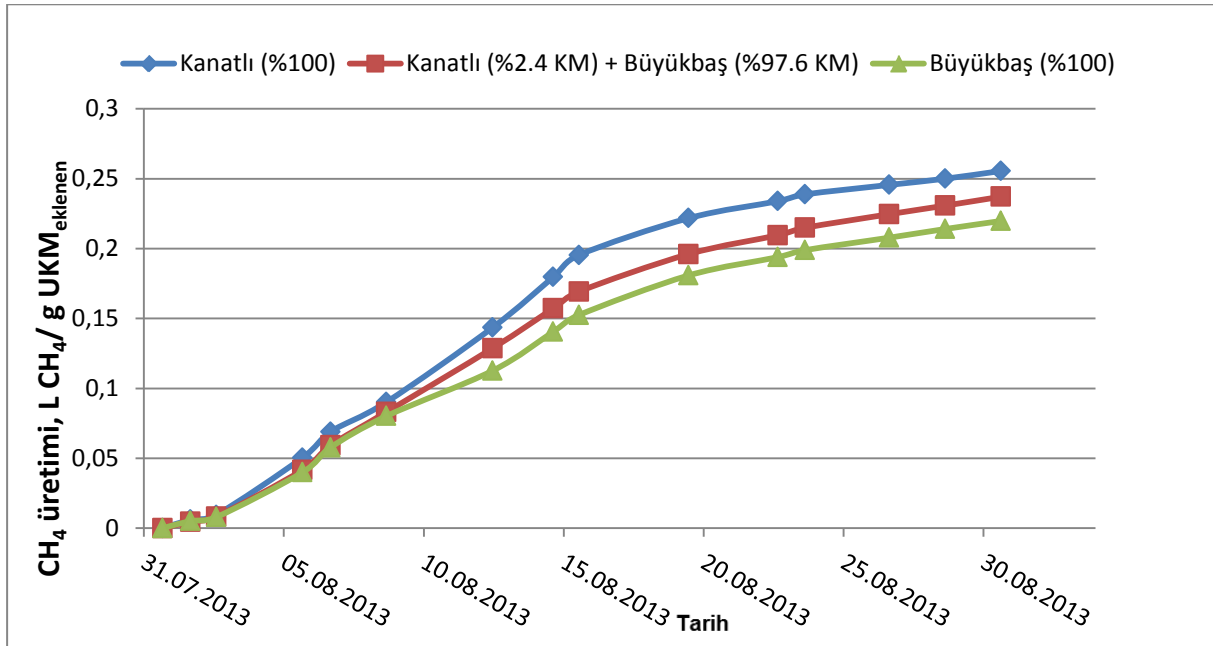
Laboratuvarda ilk etapta numuneler üzerinde KM (Katı Madde) ve UKM (Uçucu Katı Madde) ölçümleri yapılmıştır. Uçucu Katı Madde parametresi Organik Katı Madde İçeriğini göstermektedir.

**Tablo 9.3 Numunelerde KM ve UKM Sonuçları**

Atık Türü	Katı Madde (KM)	Uçucu Katı Madde (UKM)
Büyükbaş	%19	%90
Kanatlı	%44	%89

### 9.3.2 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. 31 Temmuz 2013’de başlayan reaktör sürecinde son ölçüm alınan 30 Ağustos 2013 tarihine kadar biyogaz üretimi giderek artmış ve sabitleneceği pik değere yaklaşmıştır. (Şekil 9.8)



**Şekil 9.8 Biyogaz Analiz Sonuçları**

Şekil 9.8’de görüldüğü gibi üç numunenin biyogaz oluşumu esas olarak paralel seyretmektedir. Giderek yükselen ve doğrusallığa yaklaşan eğriler analiz sürecinin sonunda belirli bir pik değerde sabitleneceklerdir. Bu pik değerle ilgili analiz yetkilisince verilen değer Tablo 9.4’de görülmektedir.

**Tablo 9.4 Nihai Biyogaz Potansiyel Sonuçları (L CH<sub>4</sub>/ g UKM<sub>eklenen</sub>)**

No	Numuneler	CH <sub>4</sub> üretimi (L CH <sub>4</sub> / g UKM <sub>eklenen</sub> )
1	Büyükbaş	0,220
2	Kanatlı	0,256
3	Karışım	0,237

Tablo 9.4’de verilen değerler (L CH<sub>4</sub>/ g UKM) laboratuvar ölçeğinde kullanılan gram UKM (Uçucu(Organik) Katı Madde) başına litre cinsinden üretilen metan gazını göstermektedir.

Bu değerlerin tesis tasarımına esas olacak pratik değeri ton UKM başına metreküp cinsinden metan gazıdır. (m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ ton UKM) Bu değere göre dönüştürülmüş sonuçlar Tablo 9.5’de verilmiştir.

**Tablo 9.5 Nihai Biyogaz Potansiyel Sonuçları (m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ ton UKM)**

No	Numuneler	CH <sub>4</sub> üretimi (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / ton UKM)
1	Büyükbaş	220
2	Kanatlı	256
3	Karışım	237

Bu sonuçlara göre biyogaz verimi en yüksek atığın kanatlı hayvan atığı olduğu görülmektedir.

### 9.3.3 Metan İçerikleri

Numunelerden elde edilen biyogazda metan içeriği ölçümleri yapılmıştır. Metan içeriği sonuçları Tablo 9.6’da görülmektedir.

**Tablo 9.6 Metan İçeriği Ölçüm Sonuçları**

No	Numuneler	Metan İçeriği
1	Büyükbaş	%61,8
2	Kanatlı	%57,6
3	Karışım	%59,0

Tablo 9.6’de görüldüğü gibi numunelerden elde edilen biyogazda metan içeriği en yüksek atık %61,8 ile büyükbaş hayvan atığıdır.

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

## 10 ARDAHAN İLİ BİYOGAZ POTANSİYELİ

### 10.1 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.(Tablo 10.1, Tablo 10.2)

**Tablo 10.1 Hayvan Atıklarının KM ve UKM Değer Kabulleri**

Atık Türü	Katı Madde (KM)	Uçucu Katı Madde (UKM)	Kaynak
Büyükbaş	%19	%90	Laboratuvar Analizi
Küçükbaş	%28	%80	(ADSYB , 2011)
Kanatlı	%44	%89	Laboratuvar Analizi

**Tablo 10.2 Hayvan Atıklarının Birim Metan Gazı Potansiyeli Değer Kabulleri**

Atık Türü	Birim Metan Potansiyeli (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / ton UKM)	Kaynak
Büyükbaş	220	Laboratuvar Analizi
Küçükbaş	200	(ADSYB , 2011)
Kanatlı	256	Laboratuvar Analizi

Ayrıca yine fizibilite hesaplamalarında temel alınan kömür, doğalgaz, elektrik fiyatları, kojenerasyon verimi, kömür ve doğalgazın kalorifik değeri aşağıda verilmiştir.

### 10.2 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 10.3

**Tablo 10.3 Toplam Katı Madde Miktarları**

Hayvan Türleri	Erişilebilir Atık Miktarı	Toplam KM İçeriği	Toplam KM Miktarı
Birim	ton/yıl	%	ton/yıl
Sığır	1.384.592	19%	263.072
Buzağı - Dana	135.027	19%	25.655
Koyun	12.138	28%	3.399
Keçi	572	28%	160
At - Katır	26.219	19%	4.982
Kanatlı	12.111	44%	5.329
<b>Toplam</b>	<b>1.570.659</b>		<b>302.597</b>

Tablo 10.3’de hesaplanan Toplam Katı Madde Miktarı üzerinden Toplam Uçucu (Organik) Katı Madde Miktarı hesaplanmıştır.

**Tablo 10.4 Toplam Uçucu (Organik) Katı Madde Miktarları**

Hayvan Türleri	Toplam KM Miktarı	Toplam UKM İçeriği	Toplam UKM Miktarı
Birim	ton/yıl	%	ton/yıl
Sığır	263.072	90%	236.765
Buzağı - Dana	25.655	90%	23.090
Koyun	3.399	80%	2.719
Keçi	160	80%	128
At - Katır	4.982	90%	4.483
Kanatlı	5.329	89%	4.743
<b>Toplam</b>	<b>302.597</b>		<b>271.928</b>



### 10.3 Hayvansal Biyogaz Üretim Potansiyeli

Ardahan 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 10.5 Ardahan İli Toplam Biyogaz Üretim Potansiyeli**

Hayvan Türleri	Toplam UKM Miktarı	Birim Metan Potansiyeli	Toplam Metan Potansiyeli
Birim	ton/yıl	m3 CH4/ ton UKM	m3 CH4
Sığır	234.134	220	52.088.335
Buzağı - Dana	22.833	220	5.079.713
Koyun	2.719	200	543.785
Keçi	128	200	25.645
At - Katır	4.434	210	941.510
Kanatlı	4.796	256	1.214.141
<b>Toplam</b>	<b>269.044</b>		<b>59.893.128</b>

### 10.4 Ardahan İli Tarımsal Biyogaz Potansiyeli

Bölüm 8.3'de ele alınan tarımsal ürün artıklarının birim biyogaz potansiyelleri Tablo 10.6'da verilmiştir.

**Tablo 10.6 Tarımsal Artıkların Birim Biyogaz Potansiyelleri**

Ürün Adı	Birim Biyogaz Potansiyelleri m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / ton
Buğday	295,2
Mısır	250,9
Arpa	351,9
Çavdar	273,6
Yulaf	290,5
Tritikale	280
Fasulye	76,5

Tablo 8.3’de hesaplanan İlçe bazlı tarımsal artık miktarlarına göre Ardahan İli için toplam bitkisel biyogaz potansiyelleri Tablo 10.10’de sunulmuştur.

**Tablo 10.7 Ardahan İli Toplam Bitkisel Metan Potansiyelleri**

Ürün Adı	Birim Biyogaz Potansiyelleri (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / ton)	Toplam Bitkisel Atık Miktarı (ton/yıl)	Toplam Metan Potansiyeli (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> )
Buğday	295,2	17.706	<b>5.226.715</b>
Mısır	250,9	133	<b>33.420</b>
Arpa	351,9	21.953	<b>7.725.261</b>
Çavdar	273,6	12.419	<b>3.397.743</b>
Yulaf	290,5	2.812	<b>816.853</b>
Tritikale	280	7	<b>2.066</b>
Fasulye	76,5	322	<b>24.633</b>
<b>Toplam</b>		<b>55.352</b>	<b>17.226.691</b>

## 10.5 Enerji Üretim Potansiyeli

Tablo 10.5’de hesaplanan toplam metan gazı potansiyeli üzerinden aşağıdaki Tablo 10.8’da yer alan kabuller kullanılarak toplam enerji üretim potansiyeli hesaplanmıştır.(Tablo 10.9)

**Tablo 10.8 Enerji Hesaplarında Yapılan Kabuller (DBFZ, 2011)**

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

**Tablo 10.9 Toplam Hayvansal Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyeli**

Hayvan Türleri	Toplam Metan Potansiyeli	Toplam Enerji Potansiyeli	Net Enerji Potansiyeli	Kurulu Güç
Birim	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / yıl	kWh / yıl	kWh / yıl	MW
Sığır	52.088.335	519.320.699	207.728.279	23,71
Buzağı - Dana	5.079.713	50.644.736	20.257.894	2,31
Koyun	543.785	5.421.532	2.168.613	0,25
Keçi	25.645	255.683	102.273	0,01
At - Katır	941.510	9.386.851	3.754.740	0,43
Kanatlı	1.214.141	12.104.982	4.841.993	0,55
<b>Toplam</b>	<b>59.893.128</b>	<b>597.134.482</b>	<b>238.853.793</b>	<b>27,27</b>

**Tablo 10.10 Toplam Bitkisel Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyeli**

Bitki Türleri	Toplam Metan Potansiyeli	Toplam Enerji Potansiyeli	Net Enerji Potansiyeli	Kurulu Güç
Birim	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / yıl	kWh / yıl	kWh / yıl	MW
Buğday	5.226.715	52.110.351	20.844.140	2,38
Mısır	33.420	333.196	133.278	0,02
Arpa	7.725.261	77.020.849	30.808.340	3,52
Çavdar	3.397.743	33.875.494	13.550.198	1,55
Yulaf	816.853	8.144.023	3.257.609	0,37
Tritikale	2.066	20.602	8.241	0,00
Fasulye	24.633	245.591	98.236	0,01
<b>Toplam</b>	<b>17.226.691</b>	<b>171.750.107</b>	<b>68.700.043</b>	<b>7,84</b>

**Tablo 10.11 Toplam Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyeli**

Atık Türleri	Toplam Metan Potansiyeli	Toplam Enerji Potansiyeli	Net Enerji Potansiyeli	Kurulu Güç
Birim	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / yıl	kWh / yıl	kWh / yıl	MW
Hayvansal Atıklar	59.893.128	597.134.482	238.853.793	27,27
Bitkisel Atıklar	17.226.691	171.750.107	68.700.043	7,84
<b>Toplam</b>	<b>77.119.819</b>	<b>768.884.589</b>	<b>307.553.836</b>	<b>35,11</b>

Sonuç olarak Ardahan İli hayvansal ve bitkisel atıklarının toplamından yaklaşık olarak yılda 77 milyon metreküp metan gazını potansiyel olarak elde etmek mümkündür. Bu metan gazını enerjiye dönüştürdüğümüzde yılda yaklaşık 307 milyon kWh elektrik enerjisi elde edilebilmektedir. Elektrik enerji eldesine yönelik böyle bir tesisin kurulu gücü ise yaklaşık 35 MW olacaktır.

Söz konusu enerji tesisinde elektrik enerjisinin yanı sıra atık ısıdan ısı enerjisi de elde edilebilmektedir. Tesisin hayvansal ve bitkisel potansiyel ısı üretimleri Tablo 10.12 ve Tablo 10.13'de, toplam potansiyel ısı üretimi ise Tablo 10.14'de verilmiştir.

**Tablo 10.12 Toplam Hayvansal Isı Enerjisi Üretim Potansiyeli**

Hayvan Türleri	Toplam Isı Üretimi	Net Isı Üretimi
Birim	kcal/yıl	kcal/yıl
Sığır	205.441.601.581	82.176.640.632
Buzağı - Dana	20.034.894.865	8.013.957.946
Koyun	2.144.740.579	857.896.232
Keçi	101.147.432	40.458.973
At - Katır	3.713.408.223	1.485.363.289
Kanatlı	4.788.691.913	1.915.476.765
<b>Toplam</b>	<b>236.224.484.593</b>	<b>94.489.793.837</b>

**Tablo 10.13 Toplam Bitkisel Isı Enerjisi Üretim Potansiyeli**

Bitki Türleri	Toplam Isı Üretimi	Net Isı Üretimi
Birim	kcal/yıl	kcal/yıl
Buğday	20.614.687.657	9.482.756.322
Mısır	131.811.349	60.633.220
Arpa	30.469.200.727	14.015.832.334
Çavdar	13.401.036.746	6.164.476.903
Yulaf	3.221.749.456	1.482.004.750
Tritikale	8.150.088	3.749.041
Fasulye	97.155.015	44.691.307
<b>Toplam</b>	<b>67.943.791.038</b>	<b>31.254.143.878</b>

**Tablo 10.14 Toplam Isı Enerjisi Üretim Potansiyeli**

Atık Türleri	Toplam Isı Üretimi	Net Isı Üretimi
Birim	kcal/yıl	kcal/yıl
Hayvansal	236.224.484.593	94.489.793.837
Bitkisel	67.943.791.038	31.254.143.878
<b>Toplam</b>	<b>304.168.275.631</b>	<b>125.743.937.715</b>

## 11 İLÇE BAZLI DEĞERLENDİRME VE KONUM ANALİZİ

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

### 11.1 İlçe Bazlı Hayvansal Biyogaz Potansiyeli

Bölüm 7, Tablo 7.6'da hesaplanan İlçe bazlı erişilebilir hayvansal atık miktarları üzerinden öncelikle Uçucu Katı Madde Miktarları hesaplanmıştır. (Tablo 11.1)

**Tablo 11.1 İlçe Bazlı Hayvansal UKM Değerleri (ton/yıl)**

İlçeler	Sığır	Buzağı-Dana	Koyun-Keçi	At-Katır	Kanathı	Toplam
Merkez	73.944	7.561	762	904	1.856	<b>85.028</b>
Göle	69.664	6.255	169	2.607	1.335	<b>80.031</b>
Hanak	31.364	3.235	236	492	513	<b>35.841</b>
Damal	14.078	1.478	0	77	49	<b>15.682</b>
Posof	15.820	1.264	95	146	320	<b>17.646</b>
Çıldır	31.895	3.296	1.585	257	669	<b>37.701</b>
<b>Toplam</b>	<b>236.765</b>	<b>23.090</b>	<b>2.847</b>	<b>4.483</b>	<b>4.743</b>	<b>271.928</b>

Daha sonra Tablo 11.1'de yer alan UKM miktarları üzerinden hayvansal metan gazı oluşumlar hesaplanmıştır. (Tablo 11.2)

**Tablo 11.2 İlçe Bazlı Hayvansal Metan Gazı Değerleri (m<sup>3</sup>/yıl)**

İlçeler	Sığır	Buzağı-Dana	Koyun-Keçi	At-Katır	Kanathı	Toplam
<b>Metan</b>	<b>220</b>	<b>220</b>	<b>200</b>	<b>210</b>	<b>256</b>	
Merkez	16.267.754	1.663.315	152.455	189.897	475.218	<b>18.748.639</b>
Göle	15.326.158	1.376.175	33.726	547.490	341.827	<b>17.625.376</b>
Hanak	6.900.010	711.754	47.216	103.355	131.445	<b>7.893.781</b>
Damal	3.097.093	325.156	0	16.166	12.560	<b>3.450.974</b>
Posof	3.480.485	278.142	19.008	30.715	81.946	<b>3.890.297</b>
Çıldır	7.016.834	725.171	317.024	53.887	171.144	<b>8.284.061</b>
<b>Toplam</b>	<b>52.088.335</b>	<b>5.079.713</b>	<b>569.430</b>	<b>941.510</b>	<b>1.214.141</b>	<b>59.893.128</b>

Tablo 11.2’de yer alan metan gazı değerlerine göre İlçe bazlı hayvansal net enerji potansiyelleri hesaplanmıştır.

**Tablo 11.3 İlçe Bazlı Hayvansal Net Enerji Potansiyelleri (kWh/yıl)**

İlçeler	Sığır	Buzağı-Dana	Koyun-Keçi	At-Katır	Kanathı	Toplam
Merkez	64.875.804	6.633.300	607.991	757.309	1.895.168	<b>74.769.572</b>
Göle	61.120.719	5.488.185	134.499	2.183.388	1.363.208	<b>70.290.000</b>
Hanak	27.517.242	2.838.475	188.299	412.179	524.204	<b>31.480.398</b>
Damal	12.351.205	1.296.721	0	64.470	50.088	<b>13.762.484</b>
Posof	13.880.176	1.109.230	75.804	122.493	326.801	<b>15.514.505</b>
Çıldır	27.983.133	2.891.983	1.264.293	214.900	682.524	<b>33.036.834</b>
<b>Toplam</b>	<b>207.728.279</b>	<b>20.257.894</b>	<b>2.270.886</b>	<b>3.754.740</b>	<b>4.841.993</b>	<b>238.853.793</b>

Tablo 11.3’de yer alan net enerji potansiyellerine göre İlçe bazlı kurulu güç potansiyelleri hesaplanmıştır.

**Tablo 11.4 İlçe Bazlı Hayvansal Kurulu Güç Potansiyelleri (MW)**

İlçeler	Sığır	Buzağı-Dana	Koyun-Keçi	At-Katır	Kanatlı	Toplam
Merkez	7,41	0,76	0,07	0,09	0,22	<b>8,54</b>
Göle	6,98	0,63	0,02	0,25	0,16	<b>8,02</b>
Hanak	3,14	0,32	0,02	0,05	0,06	<b>3,59</b>
Damal	1,41	0,15	0,00	0,01	0,01	<b>1,57</b>
Posof	1,58	0,13	0,01	0,01	0,04	<b>1,77</b>
Çıldır	3,19	0,33	0,14	0,02	0,08	<b>3,77</b>
<b>Toplam</b>	<b>23,71</b>	<b>2,31</b>	<b>0,26</b>	<b>0,43</b>	<b>0,55</b>	<b>27,27</b>

Tablo 11.4'e göre kurulu güç potansiyeli açısından Merkez İlçe 8,54 MW ile ilk sırada yer alırken Göle İlçesi de 7,59 MW'lık potansiyeli ile ikinci sırada önem arz etmektedir. Ardahan İli'nin toplam hayvansal biyogaz kurulu güç potansiyeli ise toplam 27,27 MW'dır.

## 11.2 İlçe Bazlı Bitkisel Biyogaz Potansiyeli

Bölüm 8, Tablo 8.3'de hesaplanan İlçe bazlı erişilebilir bitkisel atık miktarları üzerinden öncelikle biyogaz potansiyelleri hesaplanmıştır. (Tablo 11.5)

**Tablo 11.5 İlçe Bazlı Bitkisel Biyogaz Değerleri (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/yıl)**

	Buğday	Mısır	Arpa	Çavdar	Yulaf	Tritikale	Fasulye	Toplam
Merkez	1.562.863		2.991.150	3.694	264.762			<b>4.822.468</b>
Göle	517.788		351.900	1.231.200	504.308			<b>2.605.196</b>
Hanak	1.130.749		1.338.698	92.340				<b>2.561.787</b>
Damal	344.233		833.581	2.031.480				<b>3.209.293</b>
Posof	447.176	33.420	168.912	36.936	504	2.066	24.633	<b>713.648</b>
Çıldır	1.223.907		2.041.020	2.093	47.279			<b>3.314.298</b>
<b>Toplam</b>	<b>5.226.715</b>	<b>33.420</b>	<b>7.725.261</b>	<b>3.397.743</b>	<b>816.853</b>	<b>2.066</b>	<b>24.633</b>	<b>17.226.691</b>



Tablo 11.5’de yer alan metan gazı değerlerine göre İlçe bazlı bitkisel net enerji potansiyelleri hesaplanmıştır. (Tablo 11.6)

**Tablo 11.6 İlçe Bazlı Bitkisel Net Enerji Potansiyelleri (kWh/yıl)**

	Buğday	Mısır	Arpa	Çavdar	Yulaf	Tritikale	Fasulye	Toplam
Merkez	6.232.696	0	11.928.706	14.730	1.055.870	0	0	<b>19.232.002</b>
Göle	2.064.939	0	1.403.377	4.910.026	2.011.180	0	0	<b>10.389.522</b>
Hanak	4.509.426	0	5.338.728	368.252	0	0	0	<b>10.216.406</b>
Damal	1.372.800	0	3.324.320	8.101.542	0	0	0	<b>12.798.662</b>
Posof	1.783.339	133.278	673.621	147.301	2.011	8.241	98.236	<b>2.846.028</b>
Çıldır	4.880.939	0	8.139.588	8.347	188.548	0	0	<b>13.217.422</b>
<b>Toplam</b>	<b>20.844.140</b>	<b>133.278</b>	<b>30.808.340</b>	<b>13.550.198</b>	<b>3.257.609</b>	<b>8.241</b>	<b>98.236</b>	<b>68.700.043</b>

Tablo 11.6’da yer alan net enerji potansiyellerine göre İlçe bazlı kurulu güç potansiyelleri hesaplanmıştır. (Tablo 11.7)

**Tablo 11.7 İlçe Bazlı Bitkisel Kurulu Güç Potansiyelleri (MW)**

	Buğday	Mısır	Arpa	Çavdar	Yulaf	Tritikale	Fasulye	Toplam
Merkez	0,711	0,000	1,362	0,002	0,121	0,000	0,000	<b>2,20</b>
Göle	0,236	0,000	0,160	0,561	0,230	0,000	0,000	<b>1,19</b>
Hanak	0,515	0,000	0,609	0,042	0,000	0,000	0,000	<b>1,17</b>
Damal	0,157	0,000	0,379	0,925	0,000	0,000	0,000	<b>1,46</b>
Posof	0,204	0,015	0,077	0,017	0,000	0,001	0,011	<b>0,32</b>
Çıldır	0,557	0,000	0,929	0,001	0,022	0,000	0,000	<b>1,51</b>
<b>Toplam</b>	<b>2,379</b>	<b>0,015</b>	<b>3,517</b>	<b>1,547</b>	<b>0,372</b>	<b>0,001</b>	<b>0,011</b>	<b>7,84</b>

Tablo 11.7’ye göre kurulu güç potansiyeli açısından Merkez İlçe 2,20 MW ile ilk sırada yer alırken Çıldır İlçesi de 1,51 MW’lık potansiyeli ile ikinci sırada önem arz etmektedir. Ardahan İli’nin toplam bitkisel biyogaz kurulu güç potansiyeli ise toplam 7,84 MW’dır.

### 11.3 Toplam İlçe Bazlı Biyogaz Potansiyeli

Önceki iki bölümde hesaplanan hayvansal ve bitkisel biyogaz potansiyelleri toplamı Tablo 11.8’de verilmiştir.

**Tablo 11.8 İlçe Bazlı Toplam Biyogaz Potansiyelleri (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/yıl)**

	Hayvansal	Bitkisel	Toplam
Merkez	18.748.639	4.822.468	<b>23.571.107</b>
Göle	17.625.376	2.605.196	<b>20.230.572</b>
Hanak	7.893.781	2.561.787	<b>10.455.568</b>
Damal	3.450.974	3.209.293	<b>6.660.267</b>
Posof	3.890.297	713.648	<b>4.603.945</b>
Çıldır	8.284.061	3.314.298	<b>11.598.359</b>
<b>Toplam</b>	<b>59.893.128</b>	<b>17.226.691</b>	<b>77.119.819</b>

Tablo 11.8’de yer alan metan gazı değerlerine göre İlçe bazlı toplam net enerji potansiyelleri hesaplanmıştır. (Tablo 11.12)

**Tablo 11.9 İlçe Bazlı Toplam Net Enerji Potansiyelleri (kWh/yıl)**

	Hayvansal	Bitkisel	Toplam
Merkez	74.769.572	19.232.002	<b>94.001.574</b>
Göle	70.290.000	10.389.522	<b>80.679.522</b>
Hanak	31.480.398	10.216.406	<b>41.696.804</b>
Damal	13.762.484	12.798.662	<b>26.561.146</b>
Posof	15.514.505	2.846.028	<b>18.360.533</b>
Çıldır	33.036.834	13.217.422	<b>46.254.256</b>
<b>Toplam</b>	<b>238.853.793</b>	<b>68.700.043</b>	<b>307.553.836</b>

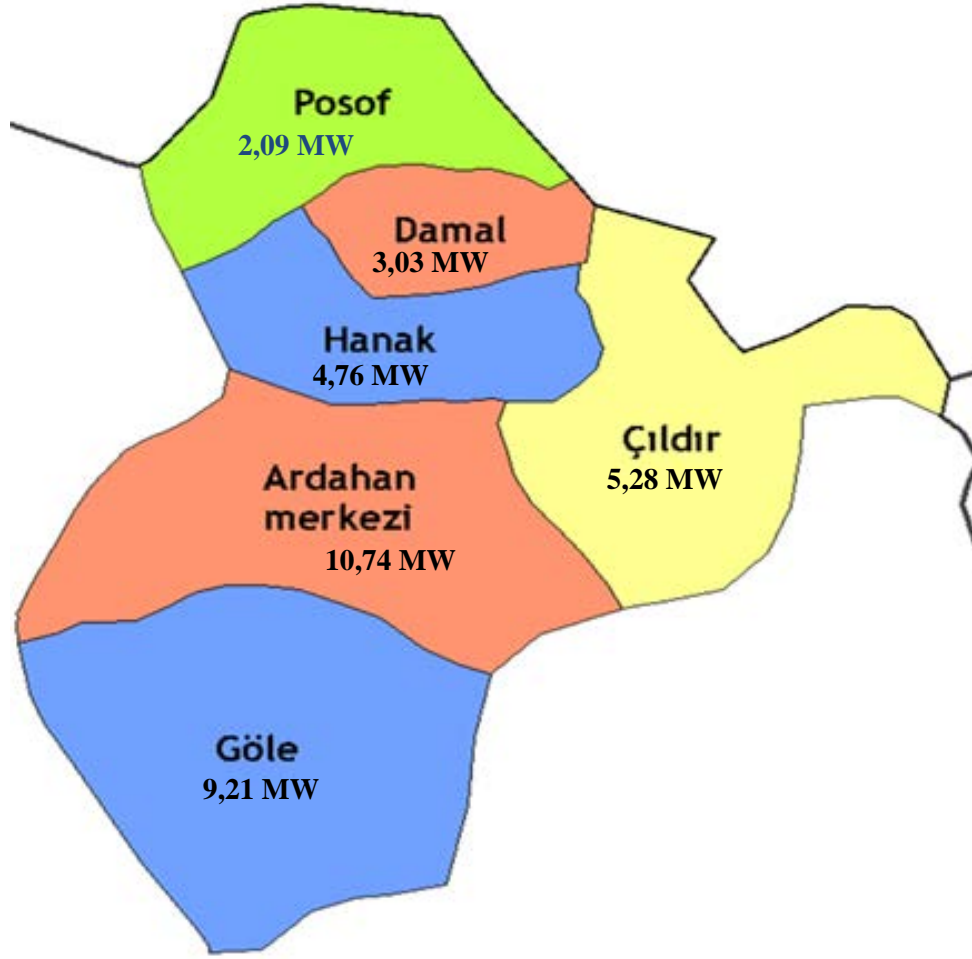
Tablo 11.9’da yer alan net enerji potansiyellerine göre İlçe bazlı kurulu güç potansiyeller, hesaplanmıştır. (Tablo 11.13)

**Tablo 11.10 İlçe Bazlı Toplam Kurulu Güç Potansiyelleri (MW)**

	Hayvansal	Bitkisel	Toplam
Merkez	8,54	2,20	<b>10,74</b>
Göle	8,02	1,19	<b>9,21</b>
Hanak	3,59	1,17	<b>4,76</b>
Damal	1,57	1,46	<b>3,03</b>
Posof	1,77	0,32	<b>2,09</b>
Çıldır	3,77	1,51	<b>5,28</b>
<b>Toplam</b>	<b>27,27</b>	<b>7,84</b>	<b>35,11</b>

#### 11.4 Konum Analizi

Tablo 11.13’da verilen İlçe potansiyellerini konumlarıyla birlikte değerlendirebilmek için bu değerler İlçe haritası üzerine gösterilmiştir. (Şekil 11.1)



Şekil 11.1 İlçelerin Bitkisel Biyogaz Kurulu Güç Potansiyelleri

Şekil 11.1'den de görüldüğü gibi Ardahan İl sınırları dahilinde yaklaşık 10 MW'lık kurulu güç potansiyelleri ile esas olarak Merkez ve Göle İlçeleri'nin enerji potansiyeli öne çıkmaktadır. Bu ilçeleri 5,28 MW ile Çıldır ve 4,76 MW ile Hanak İlçesi izlemektedir.

### 11.5 Atıkların Nakliyesi ve Önerilen Taşıma Mesafeleri

Bitkisel atıklar uzun süreli nakliye koşullarına karşı dayanıklı olduklarından nakliye süreleri ve mesafelerinin belirlenmesinde hayvansal atıklar belirleyicidir.

Hayvan atıklarının nakliyesi de günümüzde önemli bir sorun oluşturmaktadır. 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 11.11 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
Izgaralıklar, hindi ve diğer kümes hayvanları (çöp niteliğindeki atıklar+ dışkı)	70	40

Ardahan'da İlçelerin Merkeze olan uzaklıkları ve ulaşım süreleri Tablo 11.12'de gösterilmiştir.

**Tablo 11.12 İlçelerin Merkeze Mesafeleri**

İlçeler	Merkeze Mesafe	Süre
Göle	45 km	44 dakika
Hanak	24 km	36 dakika
Damal	45 km	51 dakika
Posof	81 km	1 saat 32 dakika
Çıldır	45 km	50 dakika

Sığır ve koyun dışkısı için önerilen taşıma mesafesi 10-15 km olduğundan ve Hanak dışındaki İlçelerin Merkeze uzaklıkları fazla olduğundan il geneline hitap edecek merkezi bir tesis kurulması teknik ve ekonomik olarak uygun görünmemektedir. Buna göre ilk etapta ilçe bazında kurulabilecek tesis potansiyelleri aşağıdaki bölümde açıklanmıştır.

## 11.6 İlçe Bazında Tesis Potansiyelleri

Önceki bölümde nakliye mesafesi kriterleri göz önünde bulundurularak yakın vadede 2, orta vadede ise ayrıca 1 tesis olmak üzere toplam 3 tesisin kurulabileceği tespit edilmiştir.

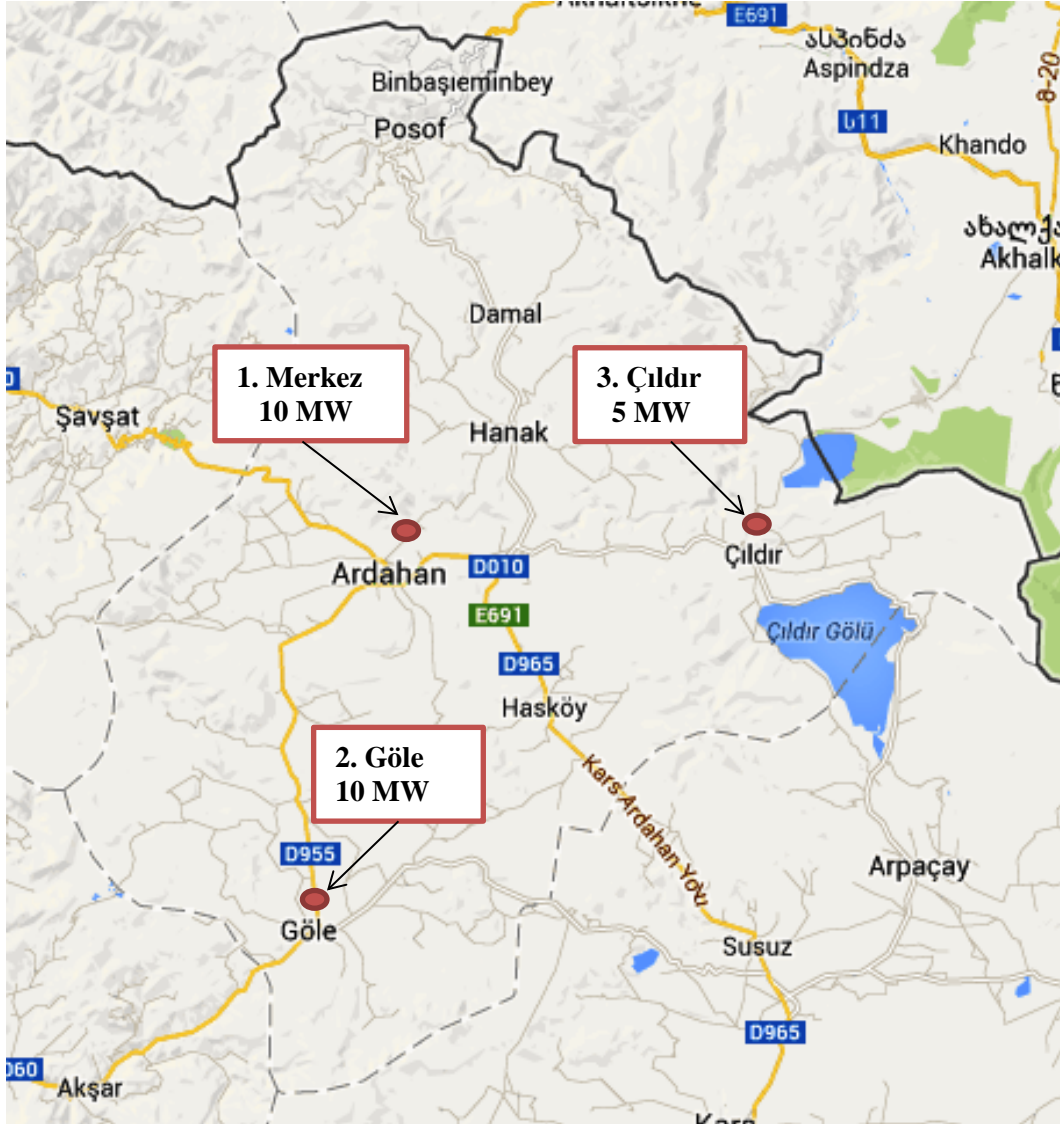
İlk etapta Ardahan Merkez’de, ikinci etapta ise Göle İlçesi yakınlarında, 3. Etapta ise Çıldır İlçesi yakınlarında bir biyogaz tesisi kurulması önerilmektedir. Bu tesisler için kurulu güç önerileri Tablo 11.13’de verilmiştir.

**Tablo 11.13 İlçe Bazında Tesis Potansiyelleri**

Tesis No	Tesis Yeri	*Öncelikli Hizmet Alanı	Yaklaşık Kurulu Gücü
1	Ardahan Merkez	Merkez – (Kısmen Hanak)	10 MW
2	Göle	Göle	10 MW
3	Çıldır	Çıldır	5 MW

\* Öncelikli hizmet alanları dışından da atık alınabilir.

Önerilen tesis yerleşimleri Şekil 11.2’de görülmektedir.



Şekil 11.2 Öngörülen Tesis Konumları ve Kapasiteleri

## 12 ARDAHAN MERKEZ BİYOGAZ TESİSİ

Ardahan Merkez'in toplam kurulu güç potansiyeli 10 MW'dır. Büyükbaş hayvan dışkısının optimum taşıma mesafesinin 10-15 km olduğu göz önünde bulundurularak Ardahan Merkez'in kendi içinde de bölgelendirme yapılmıştır.

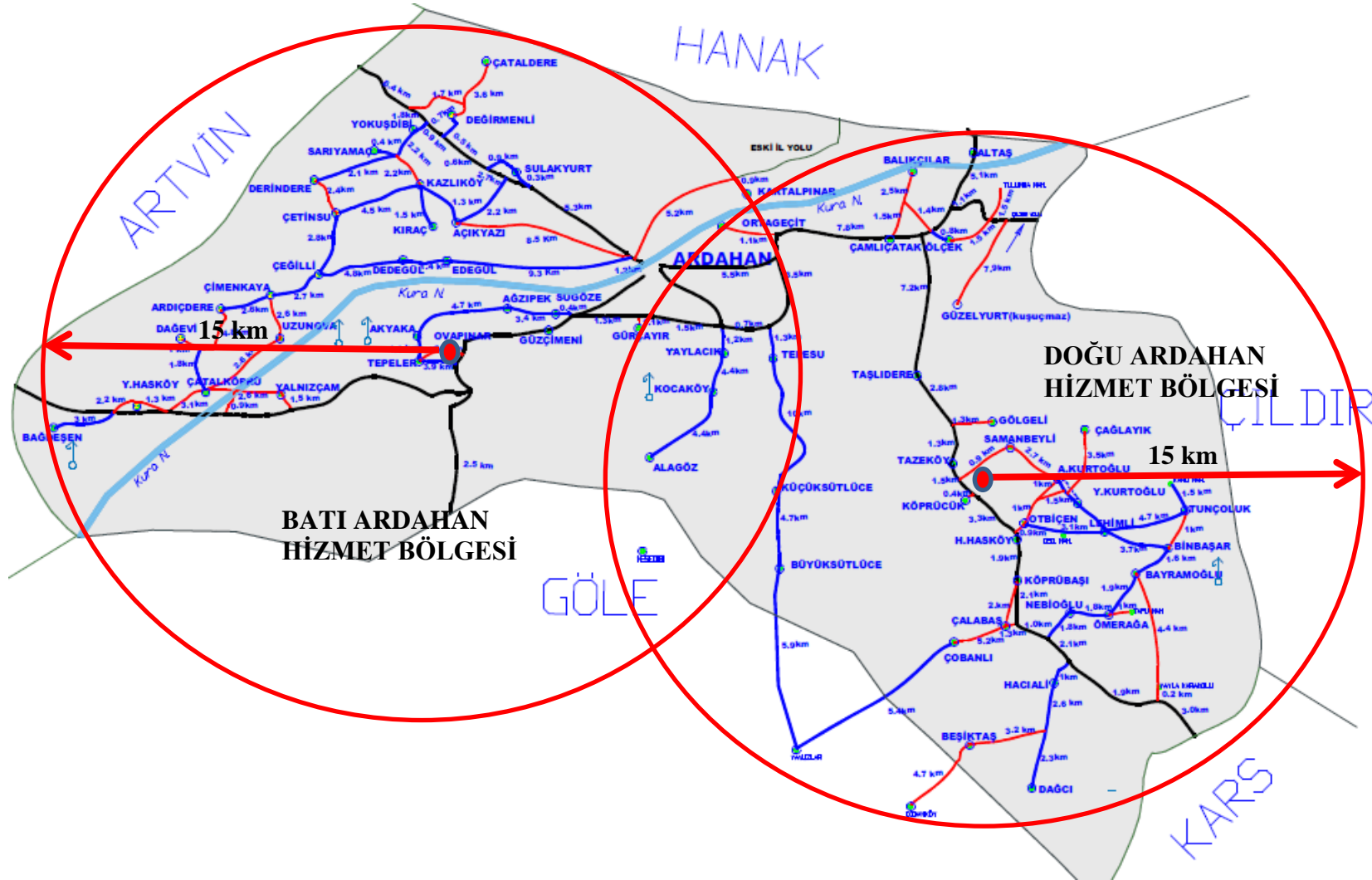
Buna göre optimum taşıma mesafesi 15 km kabul edilerek Ardahan Merkez Mahalle ve Köyleri 2 grupta toplanmıştır. Mesafelere dayalı söz konusu gruplandırma Şekil 12.1'de görülmektedir.

Şekil 12.1'de görüldüğü gibi 15 km yarıçapındaki yerleşimlere hizmet vermek üzere Ardahan Merkez'in Batısında ve Güneydoğusunda 2 ayrı nokta tespit edilmiştir.

Şekil 12.1'de yer alan iki noktada kurulacak tesislerin kapasitelerini belirlemek üzere öncelikle mahalle ve köy bazında hayvan sayıları üzerinden bölgesel hayvan sayılarına ulaşılmıştır. Buna göre Batı ve Doğu Ardahan olarak adlandırdığımız bölgelerin hayvan sayıları ile atık ve enerji potansiyeli hesapları ilerleyen bölümlerde verilmiştir.

Ardahan Merkez İlçesi için daha önceki bölümlerde verilen bitkisel üretim ve atık miktarları İlçe geneline dağılmış vaziyette olduğundan bitkisel biyogaz potansiyelleri, hayvansal atıklar üzerinden yapılan bölgelendirmeye yarı yarıya dağıtılmıştır.





Şekil 12.1 Ardahan Merkez İlçe Biyogaz Tesisleri için Mesafe Bazlı Yer Tespiti

## 12.1 Batı Ardahan Bölgesi

**Tablo 12.1 Batı Ardahan Bölgesi Hayvan Sayıları (Ardahan Tarım Müdürlüğü, 2012)**

Mahalle/köy	Boğa	Dişi buzacağı	Dişi dana	Düve	Erkek buzacağı	Erkek dana	İnek	Tosun	Toplam
Açıkyazı	14	148	42	128	141	5	427	13	918
Ağzıpek	28	218	116	130	207	140	561	81	1.481
Akyaka	43	159	31	146	185	27	451	76	1.118
Alagöz	147	222	100	305	239	123	1.152	342	2.630
Ardıçdere	22	141	31	117	146	13	374	82	926
Bağdaşen	536	510	183	616	566	363	1.774	823	5.371
Çataldere	220	355	34	343	359	44	1.015	219	2.589
Çatalköprü	38	202	38	217	204	59	547	153	1.458
Çeğilli	51	241	74	235	244	78	670	159	1.752
Çetinsu	124	280	82	213	288	46	941	129	2.103
Çimenkaya	22	179	72	97	191	73	458	71	1.163
Dağevi	34	200	66	156	194	61	509	128	1.348
Dedegül	20	198	24	146	203	19	629	46	1.285
Değirmenli	65	195	72	137	189	61	484	119	1.322
Derindere	11	78	38	44	81	5	226	6	489
Edegül	15	87	23	116	81	2	207	8	539
Gürçayır	14	125	3	89	132	5	248	60	676
Güzçimeni	48	89	12	97	136	48	272	264	966
Kartalpınar	84	172	69	193	168	72	550	164	1.472
Kazlıköy	24	142	35	99	132	14	348	36	830
Kıraç	5	17	3	0	25	0	56	0	106
Kocaköy	21	122	47	96	155	50	440	120	1.051
Merkez-Atatürk	185	195	69	245	212	172	947	420	2.445
Merkez-Halilefendi	150	447	130	482	433	112	1.639	361	3.754
Merkez-İnönü	38	54	16	60	62	24	212	49	515
Merkez-Kaptanpaşa	115	22	14	30	46	41	139	146	553
Merkez-Karagöl	57	11	16	42	23	47	167	83	446
Merkez-Yenimahalle	467	153	84	294	228	69	1.401	389	3.085
Meşedibi	304	398	129	457	458	346	1.282	762	4.136
Ortageçit	48	106	14	128	151	22	518	101	1.088
Ovapınar	29	213	35	195	218	9	628	73	1.400
Sarıyamaç	7	126	33	78	135	20	291	39	729
Sugöze	20	76	43	49	88	6	238	5	525
Sulakyurt	119	585	159	620	573	136	2.222	357	4.771
Tepeler	66	361	51	298	396	66	1.138	211	2.587
Tepesuyu	56	173	29	160	168	20	572	68	1.246
Uzunova	3	52	9	27	47	9	119	7	273
Yalnızçam	97	287	62	276	311	53	878	273	2.237
Yalnızçamhasköy	233	257	100	331	275	115	723	337	2.371
Yaylacık	16	30	35	56	29	25	250	29	470
Yokuşdibi	13	108	40	137	135	17	348	37	835
<b>TOPLAM</b>	<b>3.609</b>	<b>7.734</b>	<b>2.263</b>	<b>7.685</b>	<b>8.254</b>	<b>2.617</b>	<b>26.051</b>	<b>6.846</b>	<b>65.059</b>

Batı Ardahan Bölgesinde yer alan köy ve mahallelerin hayvan sayıları Tablo 12.1’de görülmektedir. Bu sayılardan hareketle bu bölge için toplam atık oluşumu hesaplanmıştır (Tablo 12.2)

**Tablo 12.2 Batı Ardahan Bölgesi Hayvansal Atık Oluşumu**

<b>Hayvan Türleri</b>	<b>Hayvan Sayıları</b>	<b>Birim Dışı Oluşumu (ton/hayvan.yıl)</b>	<b>Toplam Atık Oluşumu (ton/yıl)</b>
Boğa	3.609	13,69	49.407
Dişi Buzağı	7.734	3,43	26.528
Dişi Dana	2.263	13,69	30.980
Düve	7.685	3,43	26.360
Erkek Buzağı	8.254	3,43	28.311
Erkek Dana	2.617	13,69	35.827
İnek	26.051	13,69	356.638
Tosun	6.846	13,69	93.722
<b>Toplam</b>	<b>65.059</b>		<b>647.773</b>

Tablo 12.2’de yer alan atık oluşumu hesapları üzerinden enerji ve kurulu güç potansiyeli hesabı Tablo 12.3’de gösterilmiştir.

**Tablo 12.3 Batı Ardahan Bölgesi Enerji Potansiyeli Hesabı**

Parametre	Değer	Birim
Hayvan Sayısı	65.059	adet
Toplam Atık Oluşumu	647.773	ton/yıl
Toplanabilme Oranı	41%	%
Erişilebilir Atık Miktarı	265.587	ton/yıl
Toplam KM İçeriği	19%	%
Toplam KM Miktarı	50.461	ton/yıl
Toplam UKM İçeriği	90%	%
Toplam UKM Miktarı	45.415	ton/yıl
Birim Metan Potansiyeli	220	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / ton UKM
Hayvansal Metan Potansiyeli	9.991.376	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /yıl
Bitkisel Metan Potansiyeli	2.411.234	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /yıl
Toplam Metan Potansiyeli	12.402.610	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /yıl
Toplam Enerji Potansiyeli	123.654.023	kWh/yıl
Net Enerji Potansiyeli	49.461.609	kWh/yıl
<b>Kurulu Güç</b>	<b>5,65</b>	<b>MW</b>
Toplam Isı Üretimi	48.917.134.464	kcal/yıl
Net Isı Üretimi	22.501.881.853	kcal/yıl

Sonuç olarak Tablo 12.3’de görüldüğü gibi Batı Ardahan Bölgesinin kurulu güç potansiyeli 5,65 MW’dır.

## 12.2 Doğu Ardahan Bölgesi

Doğu Ardahan Bölgesinin hayvan sayıları Tablo 12.4’de verilmiştir.

**Tablo 12.4 Doğu Ardahan Bölgesi Hayvan Sayıları (Ardahan Tarım Müdürlüğü, 2012)**

Mahalle/köy	Boğa	Dişi buzacağı	Dişi dana	Düve	Erkek buzacağı	Erkek dana	inek	Tosun	Toplam
Altaş	30	81	61	78	113	35	411	37	846
Aşağıkurtoğlu	207	125	40	150	138	41	499	175	1.375
Balıkçılar	37	128	60	125	152	85	500	119	1.206
Bayramoğlu	160	387	116	418	371	110	1.189	380	3.131
Beşiktaş	168	308	148	273	284	173	1.225	242	2.821
Binbaşar	202	240	39	224	266	77	756	246	2.050
Büyüksütlüce	86	318	57	291	324	61	987	233	2.357
Çağlayık	297	350	57	359	336	53	1.082	340	2.874
Çalabaş	50	121	58	223	157	84	658	130	1.481
Çamlıçatak	48	113	46	301	121	23	965	102	1.719
Çobanlı	45	72	34	84	88	23	274	57	677
Dağcı	256	363	85	426	394	82	1.153	352	3.111
Gölgeli	85	172	26	201	176	40	604	210	1.514
Güzelyurt	18	57	27	68	61	43	352	65	691
Haciali	94	93	151	260	82	143	1.072	200	2.095
Hoçvanhasköy	181	462	96	539	486	117	1.683	521	4.085
Köprücük	307	127	34	142	126	77	441	353	1.607
Küçüksütlüce	89	468	97	361	450	76	1.238	204	2.983
Lehimli	97	174	78	194	202	72	616	174	1.607
Nebioğlu	95	243	102	270	256	106	1.110	194	2.376
Otbiçen	73	117	38	114	146	29	454	49	1.020
Ölçek	143	389	108	397	387	85	1.361	202	3.072
Ömerağa	40	128	25	86	107	28	310	60	784
Samanbeyli	51	279	149	188	273	41	941	54	1.976
Taşlıdere	257	202	100	336	250	127	1.040	431	2.743
Tazeköy	35	254	115	269	293	47	881	61	1.955
Tunçoluk	763	560	204	710	557	269	2.400	842	6.305
Yukarıkurtoğlu	89	249	54	356	231	83	999	352	2.413
<b>TOPLAM</b>	<b>4.003</b>	<b>6.580</b>	<b>2.205</b>	<b>7.443</b>	<b>6.827</b>	<b>2.230</b>	<b>25.201</b>	<b>6.385</b>	<b>60.874</b>

Doğu Ardahan Bölgesinde yer alan köy ve mahallelerin hayvan sayıları Tablo 12.4’de görülmektedir. Bu sayılardan hareketle bu bölge için toplam atık oluşumu hesaplanmıştır (Tablo 12.5)

**Tablo 12.5 Doğu Ardahan Bölgesi Atık Oluşumu**

<b>Hayvan Türleri</b>	<b>Hayvan Sayıları</b>	<b>Birim Dışkı Oluşumu (ton/hayvan.yıl)</b>	<b>Toplam Atık Oluşumu (ton/yıl)</b>
Boğa	4.003	13,69	54.801
Dişi Buzağı	6.580	3,43	22.569
Dişi Dana	2.205	13,69	30.186
Düve	7.443	3,43	25.529
Erkek Buzağı	6.827	3,43	23.417
Erkek Dana	2.230	13,69	30.529
İnek	25.201	13,69	345.002
Tosun	6.385	13,69	87.411
<b>Toplam</b>	<b>60.874</b>		<b>619.444</b>

Tablo 12.5’de yer alan atık oluşumu hesapları üzerinden enerji ve kurulu güç potansiyeli hesabı Tablo 12.6’da gösterilmiştir.

**Tablo 12.6 Doğu Ardahan Bölgesi Enerji Potansiyeli Hesabı**

Parametre	Değer	Birim
Hayvan Sayısı	60.874	adet
Toplam Atık Oluşumu	619.444	ton/yıl
Toplanabilme Oranı	41%	%
Erişilebilir Atık Miktarı	253.972	ton/yıl
Toplam KM İçeriği	19%	%
Toplam KM Miktarı	48.255	ton/yıl
Toplam UKM İçeriği	90%	%
Toplam UKM Miktarı	43.429	ton/yıl
Birim Metan Potansiyeli	220	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / ton UKM
Hayvansal Metan Potansiyeli	9.554.429	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /yıl
Bitkisel Metan Potansiyeli	2.411.234	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /yıl
Toplam Metan Potansiyeli	11.965.663	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /yıl
Toplam Enerji Potansiyeli	119.297.660	kWh/yıl
Net Enerji Potansiyeli	47.719.064	kWh/yıl
<b>Kurulu Güç</b>	<b>5,45</b>	<b>MW</b>
Toplam Isı Üretimi	47.193.771.518	kcal/yıl
Net Isı Üretimi	21.709.134.898	kcal/yıl

Sonuç olarak Tablo 12.6’da görüldüğü gibi Doğu Ardahan Bölgesinin kurulu güç potansiyeli 5,45 MW’dır.

## 13 MALİ ANALİZ

### 13.1 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.

#### 13.1.1 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.

#### 13.1.2 Organik Gübre Geliri

##### 13.1.2.1 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 peletle 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.

##### 13.1.2.2 Organik Gübre Üretim Miktarları

Batı Ardahan Bölgesi için gübre üretim miktarı hesabı Tablo 13.1'de verilmiştir.



**Tablo 13.1 Batı Ardahan Organik Gübre Üretim Miktarları**

<b>Kütlesel Gübre Bileşenleri</b>	<b>Kütle ton /yıl</b>	<b>Katı Madde ton /yıl</b>	<b>Katı Madde Oranı %</b>
Hayvansal Atık Girdisi	265.587	31.870	12%
Bitkisel Atık Girdisi	7.360	2.944	40%
Toplam Atık Girdisi	272.946	34.814	13%
Fermentasyon Artığı	252.307	18.772	7%
Dekantör Çıkışı Katı Madde	40.874	13.080	32%
<b>Kurutma Sonrası Pelet Ürün</b>	<b>14.120</b>	12.426	88%

Tablo 13.1’de görüldüğü gibi Batı Ardahan Bölgesindeki tesisten yılda 14.120 ton organik gübre elde edilebilmektedir.

Doğu Ardahan Bölgesi için gübre üretim miktarı hesabı Tablo 13.1’de verilmiştir.

**Tablo 13.2 Doğu Organik Gübre Üretim Miktarları**

<b>Kütlesel Gübre Bileşenleri</b>	<b>Kütle ton /yıl</b>	<b>Katı Madde ton /yıl</b>	<b>Katı Madde Oranı %</b>
Hayvansal Atık Girdisi	253.972	30.477	12%
Bitkisel Atık Girdisi	7.360	2.944	40%
Toplam Atık Girdisi	261.332	33.420	13%
Fermentasyon Artığı	241.273	17.951	7%
Dekantör Çıkışı Katı Madde	39.086	12.508	32%
<b>Kurutma Sonrası Pelet Ürün</b>	<b>13.503</b>	11.882	88%

Tablo 13.1’de görüldüğü gibi Doğu Ardahan Bölgesindeki tesisten yılda 13.503 ton organik gübre elde edilebilmektedir.

### 13.1.2.3 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 Batı ve Doğu Ardahan Bölgesi için tahmini gübre gelirleri Tablo 13.3'de verilmiştir.

**Tablo 13.3 Gübre Gelirleri**

Tesisler	Gübre Miktarı (ton/yıl)	Gübre Geliri (TL/yıl)
Batı Ardahan Tesisi	14.120	7.060.022
Doğu Ardahan Tesisi	13.503	6.751.270
<b>Toplam</b>	<b>27.623</b>	<b>13.811.292</b>

### 13.2 Batı Ardahan Biyogaz Tesisi Mali Analizi

1. Etap olarak Ardahan Merkez için Batı ve Doğu Ardahan Bölgelerine hizmet vermek üzere 2 tesis öngörülmüştür.

Buna göre Batı Ardahan Biyogaz Tesisinin maliyet analizine ilişkin hesaplama ve sonuçlar aşağıdaki Tablo 13.4'de verilmiştir.

**Tablo 13.4 Batı Ardahan Biyogaz Tesisinin Atık ve Biyogaz Üretimi**

Açıklama	Miktar	Birim
Toplam Hayvansal Atık Girdisi	265.587	ton/yıl
Toplam Bitkisel Atık Girdisi	7.360	ton/yıl
Metan Üretimi	12.402.610	m <sup>3</sup>
<b>Üretim Çıktıları</b>		
Net Enerji Üretimi	49.461.609	kWh/yıl
Net Isı Üretimi	22.501.881.853	Kcal/yıl
Gübre Üretimi	14.120	ton/yıl
Kurulu Güç	5,65	MW
<b>Gelir ve Gider</b>		
Elektrik Geliri	13.156.788	TL/yıl
Gübre Geliri	7.060.022	TL/yıl
Toplam Gelir	20.216.810	TL/yıl
Toplam Gider	4.716.395	TL/yıl
Net Gelir	15.500.415	TL/yıl
<b>Yatırım</b>		
Yatırım Bedeli	25.972.991	TL
Geri Ödeme Süresi	1,7	yıl
Yatırım Oranı	4.600	TL/kW

Sonuç olarak Batı Ardahan Bölgesi için yaklaşık 5 MW'lık biyogaz tesisinin yaklaşık yatırım maliyeti 25 milyon TL olup, elektrik enerjisi ve gübre üretimi geliri olarak yıllık net 15 milyon TL gelir getirmesi beklenmektedir. Bu koşullarda yatırımın kendisini yaklaşık 2 yılda geri ödeyebileceği öngörülmüştür.

Tablo 13.4'de verilen mali getirilerin yanı sıra tesisten elde edilebilecek ilave faydalar bulunmaktadır. Bu ilave faydaların da gelire dönüştürülme şansı bulunmaktadır.

**Tablo 13.5 Batı Ardahan Biyogaz Tesisi ile Sağlanabilecek Ek Faydalar**

Açıklama	Miktar	Birim
<b>Emisyon Azaltımı</b>		
Elektrik Üretimi Kaynaklı	25.720	ton/yıl
Metan Bertarafı Kaynaklı	130.722	ton/yıl
Toplam Emisyon Azaltımı	156.442	ton/yıl
<b>Karbon Geliri</b>		
Karbon Kredisi Birim Fiyatı	13,8	TL/CO <sub>2e</sub>
Potansiyel Karbon Geliri	2.158.901	kWh <sub>th</sub> /yıl

Yukarıdaki Tablo 13.5'ye göre, Batı Ardahan Biyogaz Tesisi sergazı emisyon azaltım potansiyeli, yıllık 156.000 tCO<sub>2e</sub> civarındadır. Bu miktardaki karbon emisyon azaltımından kaynaklı gelir ise; 2.000.000 kWh/yıl seviyesindedir.

### 13.3 Doğu Ardahan Biyogaz Tesisi Mali Analizi

Doğu Ardahan Biyogaz Tesisinin maliyet analizine ilişkin hesaplama ve sonuçlar aşağıdaki Tablo 13.4'de verilmiştir.

**Tablo 13.6 Doğu Ardahan Biyogaz Tesisinin Atık ve Biyogaz Üretimi**

Açıklama	Miktar	Birim
Toplam Hayvansal Atık Girdisi	253.972	ton/yıl
Toplam Bitkisel Atık Girdisi	7.360	ton/yıl
Metan Üretimi	11.965.663	m <sup>3</sup>
<b>Elektrik ve Isı Üretimi</b>		
Net Enerji Üretimi	47.719.064	kWh/yıl
Net Isı Üretimi	21.709.134.898	Kcal/yıl
Gübre Üretimi	13.503	
Kurulu Güç	5,45	MW
<b>Gelir ve Gider</b>		
Elektrik Geliri	12.963.721	TL/yıl
Gübre Geliri	6.751.720	TL/yıl
Toplam Gelir	19.444.541	TL/yıl
Toplam Gider	4.550.235	TL/yıl
Net Gelir	14.894.306	TL/yıl
<b>Yatırım</b>		
Yatırım Bedeli	25.057.956	TL
Geri Ödeme Süresi	1,2	yıl
Yatırım Oranı	4.600	TL/kW

Sonuç olarak Doğu Ardahan Bölgesi için yaklaşık 5 MW'lık biyogaz tesisinin yaklaşık yatırım maliyeti 25 milyon TL olup, elektrik enerjisi ve gübre üretimi geliri olarak yıllık net 14,9 milyon TL gelir getirmesi beklenmektedir. Bu koşullarda yatırımın kendisini yaklaşık 2 yılda geri ödeyebileceği öngörülmüştür.

Tablo 13.6'da verilen mali getirilerin yanı sıra tesisten elde edilebilecek ilave faydalar bulunmaktadır. Bu ilave faydaların da gelire dönüştürülme şansı bulunmaktadır.

**Tablo 13.7 Doğu Ardahan Biyogaz Tesisi ile Sağlanabilecek Ek Faydalar**

Açıklama	Miktar	Birim
<b>Emisyon Azaltımı</b>		
Elektrik Üretimi Kaynaklı	24.814	ton/yıl
Metan Bertarafı Kaynaklı	126.117	ton/yıl
Toplam Emisyon Azaltımı	150.931	ton/yıl
<b>Karbon Geliri</b>		
Karbon Kredisi Birim Fiyatı	13,8	TL/CO <sub>2e</sub>
Potansiyel Karbon Geliri	2.082.843	kWh <sub>th</sub> /yıl

Yukarıdaki Tablo 13.7'ye göre, Doğu Ardahan Biyogaz Tesisi seragazı emisyon azaltım potansiyeli, yıllık 150.000 tCO<sub>2e</sub> civarındadır. Bu miktardaki karbon emisyon azaltımından kaynaklı gelir ise; 2.082.000 kWh/yıl olarak hesaplanmıştır.

## 14 SONUÇ

Bu çalışmanın amacı, **Ardahan Belediyesi** tarafından yaptırılacak olan “*Biyogaz ve Enerji Potansiyelinin Araştırılmasına Yönelik Fizibilite Çalışması*”nın teknik esaslarının belirlenmesidir. Bu fizibilite çalışması Ardahan İl’indeki küçükbaş ve büyükbaş hayvanlar ile kümes hayvanlarından kaynaklanan hayvansal atıklardan ve tarımsal atıklardan, elde edilebilecek biyogaz ve enerji potansiyelinin belirlenmesi ve gerekli yatırımların uygulanabilirliğinin irdelenmesidir. 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 Ardahan 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 Ardahan İlindeki hayvan sayıları İlçe 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 biyogaz verimi değerleri dikkate alınarak Ardahan İlindeki biyogaz potansiyelleri hesaplanmıştır. Biyogaz ve enerji potansiyelleri ayrıca İlçe bazında ayrıntılı olarak değerlendirilmiş İlçelerde kurulabilecek tesis potansiyelleri belirlenmiştir.

Bu sonuçlar ışığında Ardahan Merkez’de toplam 10 MW’lık bir tesis önerilmiştir. İkinci etap olarak Göle İlçesine 10 MW’lık ikinci bir tesis ve 3. Etap olarak ise Çıldır İlçesine 5 MW’lık bir tesis opsiyonel olarak önerilmiştir. Ardahan Merkez için daha ayrıntılı bir çalışma ile taşıma mesafeleri dikkate alınarak Ardahan Merkez Mahalle ve Köyleri, Batı ve Doğu olmak üzere iki bölgeye ayrılmıştır. Bu bölgelendirmeye göre her iki bölge için 5’er MW’lık iki ayrı tesis kurulması öngörülmüştür.

Yapılan mali analiz sonucunda ilk etapta Ardahan Merkez'e kurulabilecek 5'er MW'lık iki biyogaz tesisinin her birinin yaklaşık yatırım maliyeti 25 milyon TL olup, yıllık yaklaşık 15 milyon net gelir getirmesi beklenmektedir. Bu koşullarda yatırımların kendisini 2 yıldan az bir sürede geri ödeyebileceği öngörülmüştür.

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.



## 15 KAYNAKÇA

- AAKY. (2011). *Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (24.11.2011 tarih ve 28035 sayılı Resmi Gazete)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- 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 Organik Fraction of Municipal Solid Waste*. Barcelona: IWA publishing.
- Ardahan Tarım Müdürlüğü. (2012). *Ardahan 2012 Tarım Envanter Raporu*. Ardahan: T.C. Ardahan Valiliği Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü.
- Armağan, B. (2004). *Katı Atık Toplama Maliyetlerinin Minimizasyonu için Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanıldığı Bir Optimizasyon Modeli Geliştirilmesi*. İstanbul: İTÜ.
- Atık Pil Yönetmeliği. (2004). *Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği, 31.08.2004 tarih ve 25569 sayılı Resmi Gazete*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Atıksu ve Katı Atık Tarife Yönetmeliği. (2010). *1.1.2.17 Atıksu Altyapı ve Evsel Katı Atık Bertaraf Tesisleri Tarifelerinin Belirlenmesine İlişkin Yönetmelik (27.10.2010 tarih ve 27742 sayılı Resmi Gazete)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- AYGEİY. (2008). *Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik (05.07.2008 tarih ve 26927 sayılı Resmi Gazete)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- AYİY. (2010). *Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik (06.10.2010 tarih ve 27721 sayılı Resmi Gazete)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- AYKY. (2008). *Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği (31.07.2009 tarih ve 27305 sayılı Resmi Gazete ve 30.03.2010 tarih ve 27537 sayılı)*. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- BAYKY. (2005). *Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği 19.04.2005 tarih ve 25791 sayılı Resmi Gazete*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.

- Belediye Gelirleri Kanunu. (1981). *Belediye Gelirleri Kanunu (07.06.2007 tarih ve 26545 sayılı Resmi Gazete ile değişik)*. Ankara: T.C. Bakanlar Kurulu.
- Belediye Kanunu. (2005). *5393 sayılı Belediye Kanunu (13.07.2005 tarih ve 25874 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 Partipication 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.
- ÇOB. (2010). *Sızıntı Suyu Yönetimi İhtisas Komisyonu Taslak Çalışma Raporu*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Atık Yönetimi Müdürlüğü.
- 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., & Steinhauer, 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.
- Düzenli Depo Denetim Genelgesi. (2011). *Düzenli Depolama Tesisleri Denetim Talimatnamesi (13.06.2011 tarih ve 2011/13 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Genelgesi)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.

- Düzenli Depolama Genelgesi. (2010). *Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliğe İlişkin Genelge (05.10.2010 tarih ve 2010/16 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Genelgesi)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- EAYP Genelgesi. (2010). *Entegre Atık Yönetim Planı Genelgesi (21.05.2011 tarih ve 2010/9 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Genelgesi)*. 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.
- Hafriyat Yönetmeliği. (2004). *Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (18.03.2004 tarih ve 25406 sayılı Resmi Gazete)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Harita Genel Komutanlığı. (2009). *Tematik Haritalar*. 2011 tarihinde Harita Genel Komutanlığı: <http://www.hgk.mil.tr> adresinden alındı
- İş Termin Planı Genelgesi. (2006). *Katı Atık Bertaraf Tesisleri ile İlgili İş Termin Planı Genelgesi (22.06.2006 tarih ve B.18.0.ÇYG.0.04.01.156/ 7204 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı yazısı)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- 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.
- KAAY. (2006a). *Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği, 08.01.2006 tarih ve 26047 sayılı Resmi Gazete*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- KADAY. (1993). *Katı Atık Depo Alanları Yönetimi ile İlgili Yönerge (17.05.1993 tarih ve 1993/6 sayılı genelge)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.

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.

Katı Atık Genelgesi. (2003). *Katı Atık Genelgesi (03.12.2003 tarih ve 2003/8 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Genelgesi)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.

Katı Atık Genelgesi. (2004). *Katı Atık Genelgesi (23.06.2004 tarih ve 2004/7 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Genelgesi)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.

Katı Atık Proje Genelgesi. (2011). *Katı Atık Bertaraf ve Ön İşlem Tesisleri Proje Onayı Genelgesi (14.06.2011 tarih ve 2011/12 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Genelgesi)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.

Katı Atık Uygulama Projesi Genelgesi. (2011). *Düzenli Depolama Tesisi Uygulama Projeleri Hazırlanmasına İlişkin Genelge (01.04.2011 tarih ve 2011/6 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Genelgesi)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.

Orman İzni Genelgesi. (2011). *2.2.3.10 Orman Sayılan Alanlarda Katı Atık Bertaraf ve Düzenli Depolama Tesislerine Verilecek İzinlere İlişkin Genelge (07.06.2011 tarih ve 2011/10 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Genelgesi)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.

ÖTA Yönetmeliği. (2009). *Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Yönetmeliği, 30.12.2009 tarih ve 27448 sayılı Resmi Gazete*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.

ÖTL Yönetmeliği. (2006). *Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin (ÖTL) Kontrolü Yönetmeliği 25.11.2006 tarih ve 26357 sayılı Resmi Gazete*. 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.
- Sayıştay. (2007). *Türkiye'de Atık Yönetimi, Ulusal Düzenlemeler ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi*. Ankara: Sayıştay.
- SERKA. (2011). *Doğu Anadolu Bölgesi Büyükbaş Hayvancılık Çalıştay Raporu*. Ardahan: Serhat Kalkınma Ajansı.
- T.C. Maliye Bakanlığı. (2010). *T.C. Maliye Bakanlığı Muhasebat Genel Müdürlüğü İnternet Sitesi*. 2011 tarihinde T.C. Maliye Bakanlığı: <http://www.muhasabat.gov.tr> adresinden alındı
- TAKY. (2005). *Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (14.03.2005 tarih ve 25755 sayılı Resmi Gazete, 30.03.2010 tarih ve 27537 sayılı Resmi Gazete ve 30.10.2010 tarih ve 27744 sayılı Resmi Gazete ile değişik)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- 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.
- Tehlikesiz Atık Tebliği. (2011). *Bazı Tehlikesiz Atıkların Geri Kazanımı Tebliği (17.06.2011 tarih ve RG27967 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Genelgesi)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Tıbbi Atık Genelgesi. (2010). *Tıbbi Atıkların Bertarafına Dair Genelge (05.11.2010 tarih ve 2010/17 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Genelgesi)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Tıbbi Atık Yönetmeliği. (2005). *Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (22.07.2005 tarih ve 25883 sayılı Resmi Gazete)*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- 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](http://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.

## 16 EKLER

# EK 1 LABORATUVAR ANALİZ SONUÇ RAPORU



# **BOYLAM MÜHENDİSLİK VE ÇEVRE YÖNETİMİ LTD. ŞTİ.**

Halide Edip Adıvar Mah. Tanyolu Sok. Emreca Apt. No: 10/12

34382 Şişli – İstanbul

Tel: 0536 696 86 78

[boylammuhendislik@gmail.com](mailto:boylammuhendislik@gmail.com)