



T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



Elâzığ İli Biyogaz Üretim Tesisi

Ön Fizibilite Raporu





T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



Elâzığ İli Biyogaz Üretim Tesisi

Ön Fizibilite Raporu



2020
E K İ M

RAPORUN KAPSAMI

Bu ön fizibilite raporu, Elâzığ ilinde Biyogaz Üretim Tesisi kurulmasının uygunluğunu tespit etmek, yatırımcılarda yatırım fikri oluşturmak ve detaylı fizibilite çalışmalarına altlık oluşturmak üzere Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda faaliyet gösteren Fırat Kalkınma Ajansı tarafından hazırlanmıştır.

HAKLAR BEYANI

Bu rapor, yalnızca ilgililere genel rehberlik etmesi amacıyla hazırlanmıştır. Raporda yer alan bilgi ve analizler raporun hazırlandığı zaman diliminde doğru ve güvenilir olduğuna inanılan kaynaklar ve bilgiler kullanılarak, yatırımcıları yönlendirme ve bilgilendirme amaçlı olarak yazılmıştır. Rapordaki bilgilerin değerlendirilmesi ve kullanılması sorumluluğu, doğrudan veya dolaylı olarak, bu rapora dayanarak yatırım kararı veren ya da finansman sağlayan şahıs ve kurumlara aittir. Bu rapordaki bilgilere dayanarak bir eylemde bulunan, eylemde bulunmayan veya karar alan kimselere karşı Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Fırat Kalkınma Ajansı sorumlu tutulamaz.

Bu raporun tüm hakları Fırat Kalkınma Ajansı'na aittir. Raporda yer alan görseller ile bilgiler telif hakkına tabi olabileceğinden, her ne koşulda olursa olsun, bu rapor hizmet gördüğü çerçevenin dışında kullanılamaz. Bu nedenle; Fırat Kalkınma Ajansı'nın yazılı onayı olmadan raporun içeriği kısmen veya tamamen kopyalanamaz, elektronik, mekanik veya benzeri bir araçla herhangi bir şekilde basılamaz, çoğaltılamaz, fotokopi veya teksir edilemez, dağıtılamaz, kaynak gösterilmeden iktibas edilemez.

İÇİNDEKİLER

1	YATIRIMIN KÜNYESİ	4
2	EKONOMİK ANALİZ.....	6
2.1	Sektörün Tanımı	6
2.2	Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler	7
2.3	Diğer Destekler	7
2.4	Sektörün Profili	9
2.5	Dış Ticaret Ve Yurt İçi Talep.....	14
2.6	Üretim, Kapasite Ve Talep Tahmini.....	15
2.7	Girdi Piyasası.....	26
2.8	Pazar Ve Satış Analizi	31
3	TEKNİK ANALİZ	32
3.1	Kuruluş Yeri Seçimi	32
3.2	Üretim Teknolojisi	33
3.3	İnsan Kaynakları	40
4	FİNANSAL ANALİZ	40
4.1	Sabit Yatırım Tutarı	40
4.2	Yatırımın Geri Dönüş Süresi.....	42
5	ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİ ANALİZİ	44

TABLÖLAR

Tablo 1: Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesisleri İçin Uygulanacak Fiyatlar	8
Tablo 2: Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesisleri İçin Yerli İlavesi Katkı Oranı	8
Tablo 3: Dünya Biyogaz Kaynakları ve AB Biyogaz Üretimi-2010 (7)	10
Tablo 4: Türkiye’de Biyokütle Lisansı Alan Şirketler (7)	12
Tablo 5: Elektrik Enerjisi (GTİP 271600) 2015-2019 Arası Dış Ticaret İstatistikleri (9)	14
Tablo 6: Hayvansal/bitkisel gübreler (GTİP310100) 2015-2019 Arası Dış Ticaret İstatistikleri (13).....	15
Tablo 7: Hayvan türüne göre toplanabilir dışkı oranları (8)	16
Tablo 8: Yetişkin veya yavru olmasına bağlı olarak büyükbaş hayvan dışkı özellikleri (8)	17
Tablo 9: Et ve yumurta tavuğu dışkı özellikleri (8)	17
Tablo 10: Elâzığ İli 2019 Hayvan Sayıları (11).....	17
Tablo 11: Atık Türüne Göre Hesaplanmış Biyogaz Potansiyelleri	18
Tablo 12: Sektörlere göre biyogaz potansiyelleri karşılaştırması	19
Tablo 13: 2019 yılı Elâzığ İli ve İlçelerinin Güncel Büyükbaş Hayvan Sayıları (11).....	19
Tablo 14: 2019 yılı Elâzığ İlçeleri Güncel Tavuk Sayıları (11)	20
Tablo 15: Elâzığ İli Merkez İlçesindeki Büyükbaş Atıklarının Miktarları	21
Tablo 16: Elâzığ İli Merkez İlçesindeki Bitkisel Atık Miktarları.....	21
Tablo 17: Elâzığ İli Merkez İlçesindeki Bitkisel ve Hayvansal Atıkların Enerji İçerikleri.....	22
Tablo 18: Elâzığ İli Karakoçan İlçesindeki Büyükbaş Atık Miktarları	23
Tablo 19: Elâzığ İli Karakoçan İlçesindeki Bitkisel Atık Miktarları	23
Tablo 20: Elâzığ İli Kovancılar İlçesindeki Büyükbaş Atık Miktarları	24
Tablo 21: Elâzığ İli Kovancılar İlçesindeki Bitkisel Atık Miktarları	24
Tablo 22: Karakoçan ve Kovancılar İlçesinin Toplam Atıkları ve Biyogaz İçerikleri.....	24
Tablo 23: Biyogaz Tesisleri Ürün Bilgileri	25
Tablo 24: Türkiye Hayvansal Atık Miktarları (15)	27
Tablo 25: Elâzığ Hayvansal Atık Miktarları (ton / yıl) (15)	27
Tablo 26: Merkez İlçe Büyükbaş Sayıları (16).....	28
Tablo 27: Kovancılar İlçesi Büyükbaş Sayıları (16).....	28
Tablo 28: Karakoçan İlçesi Büyükbaş Sayıları (16)	28
Tablo 29: Atık Miktarları ve Özellikleri	35
Tablo 30: Kullanılacak Ekipman ve Ünite Özelliklerinin Kapsam Listeleri	37
Tablo 31: Bir Biyogaz Tesisinin Tesis Kumlum Zaman Tablosu	39

Tablo 32: Elâzığ Çalışma Çağındaki Nüfus İstatistikleri.....	40
Tablo 32: Bölüşümlü Fiyat Tablosu	41
Tablo 33: Tesis Maliyet Analizi	42
Tablo 34: Kredi ve Öz Sermaye ile Tesis Geri Ödemesi.....	44

ŞEKİLLER

Şekil 1: 2018 Yılı Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (12).....	14
Şekil 2: BEPA Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (15).....	26
Şekil 3: Bir Biyogaz Tesisinde Üretim Aşamaları	34

ELÂZİĞ İLİ BİYOGAZ ÜRETİMİ ÖN FİZİBİLİTE RAPORU

1 YATIRIMIN KÜNYESİ

Yatırım Konusu	Elâzığ İlindeki Hayvansal Atıkları İşleyerek Enerji ve Gübreye Dönüştürecek Biyogaz Üretim Tesisi	
Üretilen Ürün/Hizmet	1. Elektrik Enerjisi 2. Organik Toprak Düzenleyici (Organik Gübre) 3. Atık Isı	
Yatırım Yeri (İl – İlçe)	1. Elâzığ / Merkez 2. Elâzığ / Karakoçan	
Tesisin Teknik Kapasitesi	Tesis 1 (Merkez İlçe): 2.134 kW Elektrik Üretim Gücü, Günlük 48 Ton Katı, 346 Ton Sıvı Gübre Çıkışı, Tesis 2 (Karakoçan): 1.400 kW Elektrik Üretim Gücü, Günlük 36 Ton Katı, 243 Ton Sıvı Gübre Çıkışı	
Sabit Yatırım Tutarı	Tesis 1 (Merkez İlçe): 6.572.090 USD Tesis 2 (Karakoçan) : 5.469.021 USD	
Yatırım Süresi	24 Ay	
Sektörün Kapasite Kullanım Oranı	-	
İstihdam Kapasitesi	Tesis 1 (Merkez İlçe): 7 Kişi Tesis 2 (Karakoçan) : 5 Kişi	
Yatırımın Geri Dönüş Süresi	Tesis 1 (Merkez İlçe): 4,52 Yıl Tesis 2 (Karakoçan) : 6,23 Yıl	
İlgili NACE Kodu (Rev. 2)	35.11.19 38.21.01 20.15.01	
İlgili GTİP Numarası	271600 310100	
Yatırımın Hedef Ülkesi	Türkiye	
Yatırımın Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına Etkisi	Doğrudan Etki	Dolaylı Etki
	Amaç 7: Erişilebilir ve Temiz Enerji	Amaç 3: Sağlıklı ve Kaliteli Yaşam, Amaç 6: Temiz Su ve Sanitasyon, Amaç 8: İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme, Amaç 11: Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar, Amaç 13: İklim Eylemi

Subject of the Project	Biogas Production Plant to Process Animal Wastes into Energy and Fertilizer in Elazig Province	
Information about the Product/Service	1. Electric Energy 2. Organic soil conditioner (organic fertilizer) 3. Waste Heat	
Investment Location (Province-District)	1. Elâzığ - Merkez 2. Elâzığ - Karakoçan	
Technical Capacity of the Facility	Plant 1 (Merkez District): 2.134 kW Electricity Generation Power, 48 tons of solid & 346 tons of liquid fertilizer output per day Plant 2 (Karakoçan District): 1.400 kW Electricity Generation Power, 36 tons of solid & 243 tons of liquid fertilizer output per day	
Fixed Investment Cost (USD)	Plant 1 (Merkez District): 6.572.090 USD Plant 2 (Karakoçan District) : 5.469.021 USD	
Investment Period	24 Months	
Economic Capacity Utilization Rate of the Sector	-	
Employment Capacity	Plant 1 (Merkez-District): 7 employee Plant 2 (Karakoçan-District) : 5 employee	
Payback Period of Investment	Plant 1 (Merkez-District): 4,52 year Plant 2 (Karakoçan-District) : 6,23 year	
NACE Code of the Product/Service (Rev.2)	35.11.19 38.21.01 20.15.01	
Harmonized Code (HS) of the Product/Service	271600 310100	
Target Country of Investment	Türkiye	
Impact of the Investment on Sustainable Development Goals	Direct Effect	Indirect Effect
	Goal 7: Affordable and Clean Energy	Goal 3: Good Health and Well Being, Goal 6: Clean Water and Sanitation, Goal 8: Decent Work and Economic Growth, Goal 11: Sustainable Cities and Communities, Goal 13: Climate Action

2 EKONOMİK ANALİZ

Dünya nüfusunun her geçen gün artması, insanoğlunun temel ihtiyaçlarının yeter ve nitelikli düzeyde üretilmesi zorunluluğunu doğurmaktadır. Teknolojinin gelişmesi insanoğlunun hayat standartlarını yükseltip yaşamı kolaylaştırırken kişi başına düşen enerji tüketimini de artırmaktadır.

Enerji yükünü hafifletmek adına enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, sürdürülebilir ve yerli kaynaklardan faydalanılması, enerjide verimliliğin artırılması gerekmektedir. Bu ihtiyacı karşılayacak en önemli kaynak yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Çevre dostu, güvenilir, sürdürülebilir, yeşil enerji olarak adlandırılan yenilenebilir enerji; artan enerji ihtiyacı, küresel ısınma, fosil enerji kaynaklarının giderek azalması ile enerjide alternatif bir kaynak olmaktadır.

Günümüzde çevresel sorun yaratan atıkların işlenerek zararsız hale getirilmesi ve enerji elde edilmesinde kullanılabilmesini sağlayan biyogaz teknolojisi, yenilenebilir enerji üretimi açısından önemli bir faktördür.

Toplumda enerji üretim metodu olarak bilinen biyogaz, ülkemizde değerlendirilebilecek organik atık potansiyelinin olmasına rağmen, gerektiği gibi değerlendirilememektedir. Bunların değerlendirilmesi halinde, ekonomik açıdan büyük bir girdi sağlanması söz konusudur.

Türkiye'nin enerji ihtiyacının karşılanmasında ve enerji sorununun çözümünde tarımsal ve hayvansal atıkların, anaerobik işlemler ile değerlendirilmesi gerektiği açıktır. Bu amaçla, Elâzığ ilinde biyogaz fizibilitesi çalışması yapılmıştır. Bu ön fizibilite çalışmasının amacı, Elâzığ ilinde ortaya çıkan atıkların değerlendirilip enerji üretildiğinde elde edilecek enerjinin, dolayısı ile kurulacak tesislerin kapasitelerinin belirlenmesi ve bu kapasiteler ile kurulacak tesislerin lokasyonlarının tespit edilmesidir.

2.1 Sektörün Tanımı

Enerjide dışa bağımlı olan ülkemizin yenilenebilir enerji potansiyeli oldukça yüksek olup, mevcut potansiyelin değerlendirilmesine yönelik talep ve ihtiyaç her geçen gün artmaktadır.

Elâzığ ilinde tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin bir sonucu olarak yenilenebilir enerji kaynaklarından biyogaz konusunda önemli bir potansiyel barındırdığı düşünülmektedir. Elâzığ'da hayvancılık ile ilgili destekler kaynaklı büyük ölçekli hayvancılık işletmelerinin artış eğiliminde olması, gerek bu işletmelerden kaynaklı atıkların bertaraf edilmesine ve gerekse söz konusu atıklara ekonomik değer kazandırılmasına ilişkin çözümler geliştirilmesi ihtiyacı doğurmuştur.

Bu potansiyelin somut bir şekilde tespiti, bölgede kurulacak tesisler aracılığıyla biyogaz üretim olanaklarının değerlendirilmesi, elde edilen biyogazın enerjiye dönüştürülmesine yönelik imkânların ortaya çıkarılması ve bu alanda yapılabilecek kamu ve özel sektör yatırımlarına yol gösterilmesi amacıyla biyogaz konusunda önemli bir potansiyel taşıdığı değerlendirilen Elâzığ ilinde kurulabileceği değerlendirilmektedir.

TÜİK' in 2020 yılı NACE_REV.2-ALTILI sınıflandırmasına göre biyogaz tesisinde üretilen ürünlerin NACE ve GTİP numaraları aşağıda yer verilmiştir:

- **35.11.19** Termal, nükleer, hidroelektrik, gaz türbini, dizel ve yenilenebilir enerji de dahil, elektrik enerjisi üretim tesislerinin işletilmesi (GTİP 271600)
- **38.21.01** Tehlikesiz atıkların, elektrik veya buhar, kompost gübre, ikame yakıt, biyogaz veya ileride kullanılması mümkün diğer yan ürünlerin üretimi ile sonuçlansın veya sonuçlanmasın özel yakma fırınlarında veya diğer yöntemlerle bertaraf edilmesi
- **20.15.01** Hayvansal ve bitkisel gübrelerin imalatı (kimyasal olarak işlenmiş olsun ya da olmasın) (GTİP 310100)

2.2 Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler

2.2.1 Yatırım Teşvik Sistemi

Yatırım teşvik sisteminde söz konusu yatırım “Biyogazdan Biyokütle elektrik enerjisi üretimi 401000192” US-97 sınıflandırması altında yer almaktadır.

Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar ve Tebliğine göre yatırım konusu bölgesel teşvik uygulamalarından yararlanamamaktadır.

Genel Teşvik uygulamasından yararlanması öngörülen yatırım için KDV İstisnası ve Gümrük Vergisi Muafiyeti destekleri mevcuttur.

KDV İstisnası, 3065 sayılı Katma Değer Vergisi Kanunu, 3305 Sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar ile Hazine ve Maliye Bakanlığı tarafından yayımlanan genel tebliğ, iç genelge, genel yazı ve sirkülerle yapılan düzenlemeler çerçevesinde Yatırım Teşvik Belgesi kapsamında alınan makine ve teçhizat için KDV tutarından muaf tutulması işlemidir.

Gümrük Vergisi Muafiyeti, Yatırım Teşvik Belgesi kapsamında yurt dışından ithal edilen makine ve teçhizat için gümrük vergisi uygulanmaması halidir.

2.3 Diğer Destekler

2.3.1 YEK Destekleme Mekanizmasının (YEKDEM)

8 Ocak 2011 tarihli ve 27809 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren 6094 sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun” ile yenilenebilir enerji kaynaklarına kaynak türüne ve yerlilik oranına göre teşvik verilmesi düzenlenmiştir. Bu çerçevede EPDK tarafından hazırlanan yönetmelik ile Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizmasının ayrıntıları belirlenmiştir.

“Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik” 01.10.2013 tarihli ve 28782 sayılı Resmi Gazete ’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Yönetmelik ile yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik enerjisi üretiminin teşvik edilmesine yönelik olarak üretim lisansı sahiplerine Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi verilmesi ve YEK Destekleme Mekanizmasının (YEKDEM) kurulmasına ve işletilmesine ilişkin esaslar düzenlenmiştir.

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun’un altıncı maddesinde “Bu Kanunun yürürlüğe girdiği 18/5/2005 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. Ancak, arz güvenliği başta olmak üzere diğer gelişmeler doğrultusunda 31/12/2015 tarihinden sonra işletmeye girecek olan YEK Belgeli üretim tesisleri için bu Kanuna göre uygulanacak miktar, fiyat ve süreler ile kaynaklar Cetveldeki fiyatları geçmemek üzere, Cumhurbaşkanı tarafından belirlenir.” ifadesi yer almaktadır. Kanunun eki I ve II Sayılı Cetvellere göre uygulanacak fiyatlar ve yerli katkı ilaveleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir (6).

Tablo 1: Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesisleri İçin Uygulanacak Fiyatlar**I Sayılı Cetvel**

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD Doları cent/kWh)
a. Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
b. Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
d. Biyokütleye dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3
e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

Tablo 2: Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesisleri İçin Yerli Katkı İlavesi Oranı**II Sayılı Cetvel**

Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh)
E- Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Akışkan yataklı buhar kazanı	0,8
	2- Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı	0,4
	3- Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6
	4- Buhar veya gaz türbini	2,0
	5- İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0,9
	6- Jeneratör ve güç elektroniği	0,5
	7- Kojenerasyon sistemi	0,4

2.3.2 Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme (TKDK)-Tarımsal İşletmelerin Fizikî Varlıklarına Yönelik Yatırımlar (101)

Çiftçi Kayıt Sistemi veya Hayvan Kayıt Sistemine kayıtlı gerçek ve tüzel Kişiler başvuru yapabilmektedir.

Proje kapsamında yapım işleri, makine-ekipman alımları, sisteme bağlı olan (on-grid) öz tüketim amaçlı yenilenebilir enerji (biyogaz ve güneş) yatırımları ile hizmet alımı kapsamında yer alan iş planı hazırlığı, mühendislik, mimarlık ve diğer danışmanlık ücretleri, lisans ve patent haklarının devralınmasına yönelik maliyetler ve görünürlük giderleri uygun harcamalardır.

Program kapsamında geri ödemesiz (hibe) destek oranı uygun maliyetlerin tüzel işletmeler için % 50'si, gerçek kişiler için % 55'i, üretici örgütleri (ıslah amaçlı yetiştirici birlikleri, kooperatifler) için % 60'ı oranında olup, bu oranlara başvuru sahibi 40 yaş altındaysa % 5, yatırım dağlık alandaysa % 5 ilave edilmektedir. Proje kapsamında destek limitleri süt, et ve yumurta sektörleri için en az 5000 Avro en fazla 500.000 Avro, broiler ve hindi sektörleri için en az 5000 Avro en fazla 250.000 Avro ve kaz sektörü için en az 5000 Avro en fazla 125.000 Avro tutarındadır.

En son 2020 yılında uygulanan programın gelecek yıllarda da benzer şekilde uygulanacağı öngörülmektedir.

2.3.3 Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı Kapsamında Tarıma Dayalı Ekonomik Yatırımların Desteklenmesi

Çiftçi Kayıt Sistemi'ne veya bakanlığın oluşturduğu diğer kayıt sistemlerine kayıtlı; şahıs işletmeleri, şirketler, tarımsal amaçlı kooperatifler, birlikler ve üst birlikler programdan yararlanabilmektedir.

Biyogazdan ısı ve/veya elektrik üreten tesisler hibe sağlanacak yatırım konuları arasındadır. Kırsal ekonomik altyapı yatırımları haricindeki yatırım konularına %50 oranında; yeni tesis yatırımlarında kooperatif veya tüzel kişilere 1.250.000 TL, gerçek kişilere 625.000 TL; tamamlama yatırımlarında kooperatif veya tüzel kişilere 875.000 TL gerçek kişilere 500.000 TL; kapasite artırımı ve/veya teknoloji yenileme yatırımlarında kooperatif veya tüzel kişilere 625.000 TL, gerçek kişilere 375.000 TL hibe verilebilmektedir. Hibe tutarları ve diğer şartlar başvuru dönemi tebliğ ilan edildiğinde belirlenmektedir.

2.4 Sektörün Profili

Dünya nüfusunun her geçen gün artması, insanoğlunun temel ihtiyaçlarının yeter ve nitelikli düzeyde üretilmesi zorunluluğunu doğurmaktadır. Teknolojinin gelişmesi insanoğlunun hayat standartlarını yükseltip yaşamasını kolaylaştırırken kişi başına düşen enerji tüketimini de artırmaktadır. Bu da doğal olarak dünyada enerji üretiminin artmasına sebep olmaktadır. Dünyanın enerji ihtiyacının her geçen gün artması, fosil kökenli enerji kaynaklarının yakın bir gelecekte tükenecek olması, tahrip edilen doğal dengenin dünya üzerinde başta iklim ve sıcaklık değişiklikleri olarak kendisini göstermesi, bilim adamlarını fosil kökenli enerji kaynaklarının daha verimli olarak kullanılması ve diğer taraftan da çevreyle dost, yenilenebilir alternatif enerji kaynaklarının daha etkin bir şekilde kullanılması konusunda çalışmaya yönlendirmiştir. Aksi taktirde dünyada yakın bir gelecekte enerji dar boğazı yaşanılması kaçınılmaz bir gerçektir (18).

Avrupa Komisyonu tarafından 1997 yılında yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili hazırlanan beyaz belgede Avrupa Birliği enerji sektöründeki yenilenebilir enerji kaynakları oranının iki katına çıkarılarak %6'dan %12 ye ulaşılması amaçlanmış ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik projeksiyonlar yapılmıştır (25).

Yenilenebilir enerji kaynakları; hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarıdır.

Fotosentez amacıyla bitkiler tarafından tutulan enerjinin insanların beslenmesi için sadece 1/150'si kullanılmaktadır. Hayvanlar ise yemdeki besin maddelerinin ancak %45'inden yararlanabilirler ve bitki besin maddelerinin yarısından fazlası dışkı ile ahır gübresine geçer. Bu nedenle beslenme amacıyla kullanılamayan bitkisel ve hayvansal atıkların yenilenebilir ve çevre dostu enerji kaynağı olarak kullanılması uzun yıllar boyunca araştırılmış ve bazı sonuçlar uygulamaya aktarılabilmektedir (18).

Doğal olarak oluşmuş bataklıklarda milyonlarca yıldır mikroorganizmalar, oksijensiz veya sınırlı oksijenli ortamda kendi metabolik faaliyetleri için organik ve inorganik maddeler kullanarak metan, karbondioksit ve eser miktarda hidrojen, azot ve hidrojen sülfür içeren bir gaz karışımı oluştururlar. Bu gaz, bataklık gazı, gübre gazı veya biyogaz gibi isimlerle anılmaktadır. Bu proses, insanoğlunun çok sonra dikkatini çekmiş ve biyogaz üretim teknolojileri geliştirilmiştir (20).

Biyogaz teknolojisi özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sürekli gündemde kalan ve önemini artıran alternatif enerji kaynağıdır. Özellikle biyogazın gaz motorlarında yakılması ve elektrik enerjisi üretilmesi bu teknolojinin kullanımını artırmıştır.

Bilim adamları ilk kez 1630 yılında organik maddelerin anaerobik fermantasyonundan yanıcı bir gaz elde edilebileceğini saptamışlardır. Organik madde ile yanıcı gaz üretimi miktarı arasında direkt ilişki olduğu 1776 yılında belirlenmiştir. Sığır gübresinin anaerobik fermantasyonu esnasında oluşan yanıcı gazın metan gazı olduğu ise 1808 yılında saptanmıştır. İlk pratik uygulama 1895 yılında İngiltere'nin Exeter şehrinde yapılmıştır. Şehir kanalizasyonunun toplandığı özel bir tesiste elde edilen biyogaz sokak lambalarının enerjisini sağlamada kullanılmıştır. Dünyada 1900'lü yıllardan sonra mikrobiyoloji ve bilimdeki gelişmeler doğrultusunda bu konudaki araştırmalar artmış, anaerobik bakteriler ve

özellikleri saptanarak metan üretimi teşvik edilmiştir. Daha sonra petrolün bol ve ucuz sağlanması nedeniyle biyogaz konusundaki araştırmalar yavaşlamış, 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi ile konu tekrar gündeme gelmiştir (18).

Günümüzde dünyada biyogaz üretimi ve kullanımı giderek artmaktadır. Hayvan gübresiyle çalışan tesislerin %80'i Çin Halk Cumhuriyeti'nde, %10'u Hindistan, Nepal ve Tayland'da, kalan %10'u da başta Almanya olmak üzere diğer ülkelerdedir (21).

Çin ve Hindistan'da biyogaz üretimi oldukça önemlidir. Çin'de hayvan ve insan atıklarının kullanıldığı 7 milyon biyogaz üretim ünitesi bulunmaktadır (21).

Çin'de bulunan 7 milyon aile ölçütlerinde yapılmış düşük teknoloji kullanan basit biyogaz üreteçleri ile elde edilen biyogaz, yemek pişirme, aydınlatma gibi evsel ihtiyaçların giderilmesinde kullanılmaktadır. Biyogaz tesisleri sayesinde koku kontrolü, patojen kontrolü, besin maddesi kaybı, sıvı gübre depolaması gibi problemlere büyük ölçüde çözüm getirilmektedir. Biyogaz tesisleri zaman içinde gelişme göstererek çiftliklere uygun, endüstriyel ve şehirselleşen atıkları da işleyebilecek bir yapı kazanmışlardır (18).

Avrupa'nın hayvan gübresi ile elde ettiği biyogaza ve tesis sayısına bakılacak olursa bu noktada Almanya 2014 yılı sonu itibarıyla 7.944 tesis ve 3.859 MWh ile en fazla üretim yapan ülke konumundadır (8). Bu ülkeyi 70 tesis ile İtalya takip etmektedir (21). Almanya'da biyogaz tesislerinin sayısı 1993 yılında 159 iken günümüzde 8.000 tesisi geçmiştir (22).

Türkiye enerjide dışa bağımlı bir ülkedir. Türkiye'de üretilen enerjide ağırlık olarak petrol ve doğal gaz bağımlılık söz konusudur. Yerli ve yenilenebilir kaynakların tamamı hızlı bir şekilde geliştirilerek Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının azaltılması atılması gereken en önemli adımlardan biri haline gelmiştir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre 2019 yılı Eylül ayı sonu itibarıyla ülkemiz kurulu gücü 90.720 MW'a ulaşmıştır. 2019 yılı Eylül ayı sonu itibarıyla kurulu gücümüzün kaynaklara göre dağılımı; yüzde 31,4'ü hidrolik enerji, yüzde 28,6'sı doğal gaz, yüzde 22,4'ü kömür, yüzde 8,1'i rüzgâr, yüzde 6,2'si güneş, yüzde 1,6'sı jeotermal ve yüzde 1,7'si ise diğer kaynaklar şeklindedir (7).

Tablo 3: Dünya Biyogaz Kaynakları ve AB Biyogaz Üretimi-2010 (7)

Dünya Biyogaz Kaynakları	Üretilen Biyogaz (TEP / Yıl)	Kullanılabilir Biyogaz (TEP / Yıl)
Kentsel ve endüstriyel katı atık	750	60 ila 100
Kentsel ve endüstriyel atık su	50	40 ila 50
Tarımsal artıklar	1000	40 ila 50
TOPLAM	1800	140 ila 300
Biyogaz / dünya çapında doğal gaz tüketimi	100%	8% ila 17%

	ÜLKE	Çöpgazı (krbe)	Arıtma Çamuru gazı (krbe)	Diğer Biyogaz (krbe)	TOPLAM (krbe)
1	Almanya	265,5	386,7	3561,2	4213,4
2	İngiltere	1474,4	249,5	0,0	1723,9
3	Fransa	440,3	45,2	38,7	526,5
4	İtalya	361,8	5,0	77,5	444,3
5	Hollanda	39,2	48,9	179,8	267,9
6	İspanya	140,9	10	32,9	183,7
7	Avusturya	4,9	18,9	141,2	165,1
8	Çek Cumhuriyeti	29,2	33,7	67	129,9
9	Belçika	44,3	2,1	78,2	124,7
10	İsveç	34,5	60	14,7	109,2
11	Danimarka	6,2	20	73,4	99,6
12	Polonya	35,5	58	4,5	98
13	Yunanistan	46,3	12,2	0,2	58,7
14	Finlandiya	30,6	10,7	0,0	41,4
15	İrlanda	23,6	8,1	4,1	35,8
16	Macaristan	2,8	10,3	17,5	30,7
17	Portekiz	0	0	23,8	23,8
18	Slovenya	8,3	3	11	22,4
19	Slovakya	0,8	14,8	0,7	16,3
20	Lüksemburg	0	0	12,3	12,3
21	Letonya	7	2,7	0	9,7
22	Litvanya	1,30	2,10	1,20	4,70
23	Estonya	2	0,9	90	0,99
24	Romanya	0,10	0,70	0,50	1,30
TOPLAM					8344,29

Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi'nin verilerine göre Türkiye'de biyokütle lisansı alan şirket sayısı 28'e, toplam kurulu güç ise 147,7 MWe'ye ulaşmıştır. Doğu Anadolu Bölgesi'nde biyokütle lisansı alan şirket ise henüz bulunmamaktadır (7).

Tablo 4: Türkiye’de Biyokütle Lisansı Alan Şirketler (7)

	Şirket Adı	Lisans Türü	Lisans Tarihi / Lisans Süresi	Tesis Yeri	Tesis Türü	Kuru Güç(MWe)
1	Istanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değil San. ve Tic. A.Ş.	Otoprodüktör Lisansı	28.08.2003/10	Istanbul	Biyokütle LFG	4,02
2	Çağrı Tarım ve Gıda San. Tic. A.Ş.	Otoprodüktör Lisansı	20.09.2007/30	Bursa	Biyokütle BG	0,12
3	Yeni Adana İmar İnşaat Tic. A.Ş.	Otoprodüktör Lisansı	25.05.2007/49	Adana	Biyokütle BG	0,8
4	Yeni Adana İmar İnşaat Tic. A.Ş.	Otoprodüktör Lisansı	30.03.2004/15	Adana	Biyokütle BG	0,8
5	Bel-Ka Ankara Katı Atıkların Ayıkl. Değil Bilg. İnş. San. ve Tic. A.Ş.	Otoprodüktör Lisansı	01.05.2003/15	Ankara - Sincan	Biyokütle LFG	3,2
6	Ortadoğu Enerji San. ve Tic. A.Ş.	Uretim Lisansı	26.10.2007/24 yıl 2 ay	Istanbul - Eyüp	Biyokütle LFG	28,3
7	Ortadoğu Enerji San. ve Tic. A.Ş.	Uretim Lisansı	25.10.2007/23 yıl 2 ay	Istanbul - Şile	Biyokütle LFG	7,56
8	ITC-KA Enerji Uretim San. ve Tic. A.Ş.	Uretim Lisansı	08.04.2006 / 49	Ankara-Mamak Biyogaz Santrali	Biyokütle LFG	36
9	Ekolojik Enerji Anonim Şirketi	Uretim Lisansı	05.10.2004/49	Kemerburgaz- Istanbul	Biyokütle LFG	5,826
10	GASKİ Enerji Yatırım Hizmetleri İnş. San. ve Tic. A.Ş.	Uretim Lisansı	22.03.2007/49	Gaziantep	Biyokütle BG	1,66
11	Ekolojik Enerji Anonim Şirketi	Uretim Lisansı	24.09.2008/49	Tekirdağ - Çorlu	Biyokütle LFG	0,8
12	ITC-KA Enerji Uretim San. ve Tic. A.Ş.	Uretim Lisansı	20.11.2008/17/09 /2051'e kadar	Ankara -Sincan	Biyokütle LFG	5,66
13	Çev Enerji Uretim San. ve Tic. Ltd. Şti.	Uretim Lisansı	27.08.2009/28.10 2037'ye kadar	Gaziantep - Şahinbey	Biyokütle LFG	5,655
14	ITC Adana Enerji Uretim Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Uretim Lisansı	04.02.2010/30	Adana Yüreğir Katı Atık Alana / Enerji Uretim Tesisi	Biyokütle LFG	11,32
15	CEV Marmara Enerji Uretim Sanayi Ve Ticaret Ltd. Şti.	Uretim Lisansı	17.06.2010/09.02 2038'e kadar	Bolu - Merkez	Biyokütle LFG	1,131
16	ESES Eskişehir Enerji Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Otoprodüktör Lisansı	17.06.2010/49	Eskişehir - Orduşazarı	Biyokütle BG	2,042
17	Konbeltaş Konya İnşaat Taahhütçülük Hizmet Danışmanlık Ve Park İşletmeciliği Ticaret Anonim Şirketi	Uretim Lisansı	13.04.2010/04.06 2085'e kadar	Konya - Karatay Atıksu Arıtma Tesisleri Elektrik Santrali	Biyokütle BG	2,436

18	Bereket Enerji Üretim A.Ş.	Üretim Lisansı	27.10.2010/29.10.2020'ye kadar	Denizli - Merkez LFG Santrali	Biyokütle LF	0,635
19	Mersin Büyükşehir İmar İnşaat Ve Ticaret A.Ş.	Üretim Lisansı	05.04.2011/20.05.2040'a kadar	Mersin	Biyokütle BG	1,9
20	Samsun Avdan Enerji Üretim ve Ticaret A.Ş.	Üretim Lisansı	18.05.2011/15.07.2039'a kadar	Samsun Biyogaz Tesisi	Biyokütle BG	2,472
21	ITC-KA Enerji Üretim Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi	Üretim Lisansı	24.03.2011/10	Konya - Karatay Katı Atık Alanı Enerji Üretim Tesisi	Biyokütle LFG	5,66
22	Pamukova Yenilenebilir Enerji ve Elektrik Üretim A.Ş.	Üretim Lisansı	12.05.2011/26.02.2039'a kadar	Sakarya-Pamukova Biyogaz Santrali	Biyokütle BG	1,4
23	Körfez Enerji Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Üretim Lisansı	10.06.2011/20.10.2039'a kadar	Kocaeli Çöp Biyogaz Tesisi Projesi	Biyokütle LFG	2,4
24	İzaydas İrmil Atık ve Atıkların Arıtma Yakma ve Değerlendirme Anonim Şirketi	Üretim Lisansı	26.10.2011/03.12.2059'a kadar	Amasya - Suluova Biyogaz Tesisi	Biyokütle BG	2
25	Sigma Elektrik Üretim Mühendislik Ve Pazarlama Limited Şirketi	Üretim Lisansı	26.10.2011/03.12.2059'a kadar	Amasya - Suluova Biyogaz Tesisi	Biyokütle BG	2
26	Derin Enerji Üretim Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi	Üretim Lisansı	11.11.2011/20	Ankara - Beypazarı Biyogaz Tesisi	Biyokütle BG	0,576
27	Her Enerji Ve Çevre Teknolojileri Sanayi Ticaret Anonim Şirketi	Üretim Lisansı	11.08.2011/10.09.2020	Kayseri - Koca Sinan Katı Atık Depo Sahası Biyogaz Santrali	Biyokütle BG	1,56
28	ITC Bursa Enerji Üretim Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Üretim Lisansı	12.01.2011/14.01.2040'a kadar	Bursa - Osmangazi Katı Atık Alanı	Biyokütle LFG	9,8
TOPLAM KURULU GÜÇ (MWe)						147,73

2.5 Dış Ticaret Ve Yurt İçi Talep

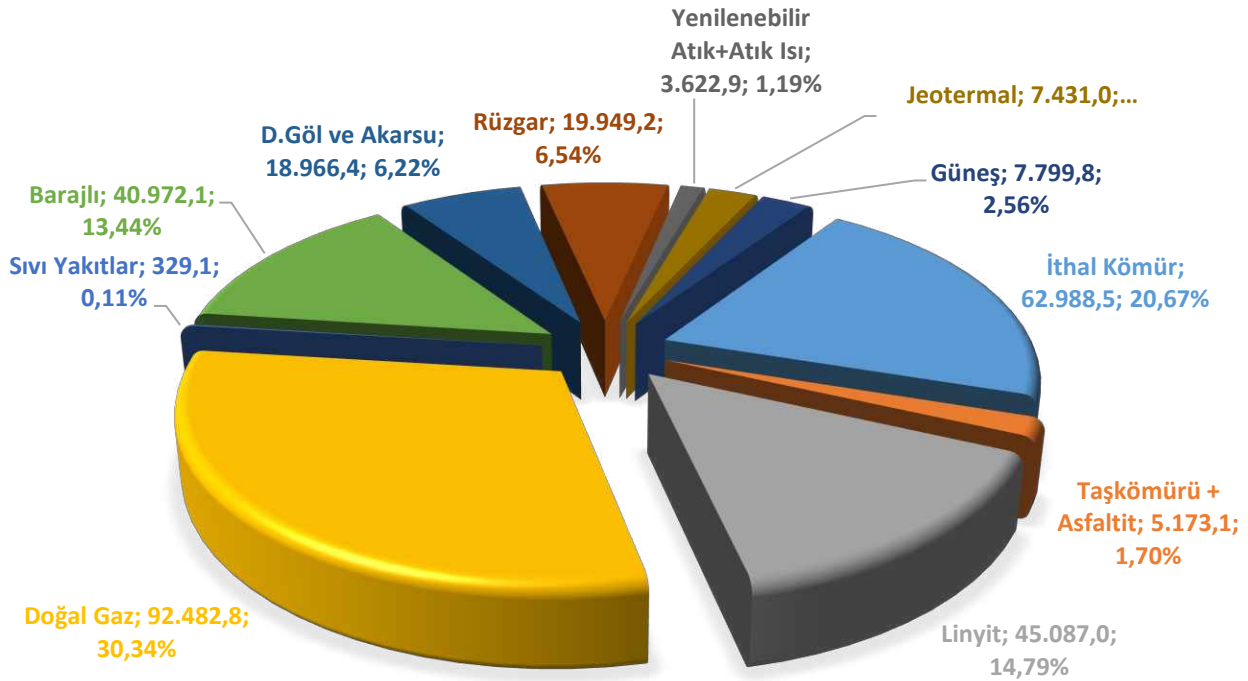
Türkiye’de tüketilen enerjide ağırlıklı olarak petrol ve doğal gazla bağımlılık söz konusudur. Yerli ve yenilenebilir kaynakların tamamı hızlı bir şekilde devreye sokularak Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığının azaltılması, çözümlenmesi gereken en önemli sorunlardan birisi haline gelmiştir. Yıllara göre Türkiye’de kurulu güç değişimine bakıldığında, 2010 yılından sonra hidrolik ve yenilenebilir enerji üzerine kurulan tesislerin ciddi artış gösterdiği görülmektedir.

Türkiye elektrik enerjisi dış ticaretini sınır komşuları olan Yunanistan, Bulgaristan, Gürcistan, Irak ve İran ile yapmaktadır. 2019 yılı itibari ile ihraç ettiği elektrik enerjisi, ithal ettiği miktarın 2 katıdır. Bu durum Türkiye’nin enerjideki dışa bağımlı olma durumunu değiştirmez. Türkiye’nin elektrik üretimi ve ısınma için kullanılan GTİP 2711- Petrol gazları ve diğer gazlı hidrokarbonlar ihracatı 2019 yılında 85 milyon dolar seviyesindeyken ithalatımız 1,39 milyar dolar seviyesindedir (9). 2018 yılında Türkiye ürettiği elektrik enerjisinin %30’unu ithal ettiği doğal gaz ile gerçekleştirmektedir (12).

Tablo 5: Elektrik Enerjisi (GTİP 271600) 2015-2019 Arası Dış Ticaret İstatistikleri (9)

Yıl	İhracat Tutarı Toplamı (USD)	İhracat Miktarı (1000 KWH)	İthalat Tutarı Toplamı (USD)	İthalat Miktarı (1000 KWH)
2015	73.852.024	1.096.173	325.171.296	5.313.935
2016	13.588.880	255.945	213.614.469	4.366.780
2017	81.877.251	1.595.418	85.501.108	1.667.694
2018	99.621.275	1.838.831	57.030.872	1.389.296
2019	104.425.146	1.941.617	40.606.430	930.920

Şekil 1: 2018 Yılı Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (12)



Tablo 6: Hayvansal/bitkisel gübreler (GTİP310100) 2015-2019 Arası Dış Ticaret İstatistikleri (13)

Yıl	İhracat Tutarı Toplamı (USD)	İhracat Miktarı (KG)	İthalat Tutarı Toplamı (USD)	İthalat Miktarı (KG)
2015	1.938.236	3.460.048	5.856.851	5.745.829
2016	2.734.358	4.274.278	5.741.456	3.815.016
2017	3.850.479	7.734.081	6.643.361	4.938.534
2018	4.116.990	10.472.907	7.376.956	5.710.823
2019	4.453.141	9.007.273	7.477.609	6.583.649

2019 yılında Türkiye'nin Hayvansal/bitkisel gübreler ihracatı 4,45 milyon dolar iken ithalatı 6,58 milyon dolar seviyesindedir.

2.6 Üretim, Kapasite Ve Talep Tahmini

Biyogaz potansiyelinin, teorik, teknik, ekonomik ve gerçekleştirilebilen olmak üzere farklı tanımlamaları bulunmaktadır (8).

- Teorik potansiyel: Belirlenmiş alan içerisindeki tüm biyokütleden sağlanabilecek teorik potansiyeli ifade eder.
- Teknik potansiyel: Yapısal ekolojik sınırlamalar ve teknik imkânlar neticesinde kullanılabilirliği mümkün biyokütle potansiyelini ifade eder.
- Ekonomik potansiyel: Ekonomik çerçeve bağlamında, ekonomik olarak kullanılması mümkün potansiyeli ifade eder.
- Gerçekleştirilebilir potansiyel: Biyoenerjinin beklenen mevcut kullanımını ifade eder.

Elâzığ'da yüksek biyogaz potansiyeline sahip bölgeler, hayvansal ve bitkisel atık miktarlarının hesaplanması ile belirlenmiştir. Fakat yerel biyogaz tesislerinin işletilmesi için mevcut kullanım yöntemleri, organik atıkların piyasa fiyatları ve mevcut yerel şartlar (örn. Enerji ihtiyacı, aktörler, finansal durum) daha detaylı olarak ele alınmalıdır.

Her bir atık girdisinin biyogaz potansiyelinin hesaplanması için, aşağıdaki veriler büyük önem taşımaktadır (8).

- Substratın (atığın) türü,
- Yıllık miktarı,
- Kuru madde (KM) ve organik kuru madde (OKM) miktarları,
- Biyogaz miktarının hesaplanabilmesi için, biyogaz verimleri ve metan içerikleri,
- Biyokütlenin mevsimsel kullanılabilirlik durumu,
- Mevcut kullanım yöntemleri.

İl ve ilçe belediyelerine ait katı atık miktarlarını içeren bilgiler için ilgili belediyelerden alınan veriler kullanılmıştır.

Elâzığ ilinde hayvancılık sektörü genelde merkezde modern tesisler, ilçe ve köylerde ise küçük çaplı çiftliklerden oluşmaktadır. İlçe ve köylerdeki küçük hayvancılık işletmeleri yüksek üretim maliyetleri ve düşük verimlere sahiptir.

Türkiye'de hayvansal atıklara dair problem, atığın toplanması işlemleri ile birlikte başlar. Özellikle Elâzığ ilinin de içinde bulunduğu doğu bölgelerinde uzun otlatma süreleri, atığın toplanmasını neredeyse imkânsız hale getirmektedir. Bu problemten ötürü, Türkiye'nin batısı biyogaz potansiyeli açısından daha verimli olarak değerlendirilebilir. Çünkü hayvanlar modern ahırlarda, otlatma yapılmaksızın tutulmaktadır. Batı, doğuya kıyasla daha büyük çaplı çiftlik ve işletmelerle karakterize edilir (8).

Arka bahçe hayvancılığı olarak da tasvir edilen, birkaç hayvanlı işletme tipi, doğu bölgelerinde olduğu gibi Elâzığ iline bağlı köylerde de yaygın bir özelliktir. Hayvan atıklarının toplanması ise genelde, ahır içerisinde bulunan çukurlarda yapılır; çukurda toplanan bu atıklar daha sonra çiftlikten su ile birlikte atılır. Bu sulandırılmış atığın, ahır dışındaki depo sahalarında geçici olarak depolanması gereklidir. Fakat bu geçici depo sahalarının, genelde standartlarda belirtilen geçirimsizlik özelliği yoktur ve bu atık, topraktan süzülerek yer altı sularına karışmaktadır (8).

Türkiye’de son 20 yılda tarımda meydana gelen hızlı gelişmeler nedeniyle, entegre çiftlik ve işletme sayılarında önemli artış gerçekleşmiştir. Türkiye’de hayvan atıklarının en yaygın kullanım yöntemi tarlaya sermedir; hayvan dışıklarını genellikle atık olarak kabul eden çiftçiler, dışıkları depolamak için boş sahalar ararlar. Çoğu hayvan işletmesinin, atığın depolanmasına elverişli depolama tankları bulunmamaktadır ya da var olanlar yapısal olarak yeterli değildir. Bu durum, koku, görüntü kirliliği, su kirliliği ve çevre sağlığı problemlerini de içine alan çevresel problemlere neden olmaktadır (8).

TÜİK 2019 verilerine göre Türkiye’deki büyükbaş hayvan sayısı (sığır) 17.872.331 adet ve küçükbaş hayvan sayısı ise 48.481.479 adettir. Koyun sayısı 37.276.050 adet, keçi sayısı da 11.205.429 adet olarak gerçekleşmiştir (10).

2019 yılı itibarıyla kümes hayvanları toplamı 348.784.885 adet olmuştur. Et tavuğu sayısı 221.841.860 adet olurken, yumurta tavuğu sayısı 120.725.299 adet olmuştur. Hindi sayısı 4.541.102 adet, ördek sayısı 519.575 adet, kaz sayısı da 1.157.049 adet olarak gerçekleşmiştir (10).

Teknik biyogaz potansiyeli hesaplamaları için Türkiye’nin batısı ve doğusu ayrı ayrı ele alınmalıdır. Türkiye’nin batısı, doğusu ile kıyaslandığında daha büyük işletmelere sahiptir. Hayvanlar ahırlarda, çayır ve meralarda otlatılmadan tutulmaktadır. Doğu bölgelerinde ise uzun otlatma günleri, dışkının biyogaz üretimi için toplanmasını imkânsız hale getirmiştir. Teorik biyogaz potansiyeli hesaplamaları için aşağıdaki varsayımlar yapılmıştır (8).

- Batı bölgelerindeki büyükbaş dışkısı %100 mevcut,
- Doğu bölgelerindeki büyükbaş dışkısı %30 mevcut,
- Kanatlı dışkısı %100 mevcut,

Teknik biyogaz potansiyeli için mevcut dışkının, büyükbaş için %50’si toplanabilir kabul edilirken, kanatlı için bu değer %99 olarak kabul edilmiştir (8).

Batıdaki büyükbaş hayvanlar için kullanılabilir dışkı %50 iken, bu değer doğudaki büyükbaş hayvan dışkısı için %15’tir (8).

Tablo 7: Hayvan türüne göre toplanabilir dışkı oranları (8)

Hayvan Türü	Toplanabilir hayvan dışkı oranları
Süt sığır	0,5
Besi sığırı	0,5
Yumurta Tavuğu	0,99

Toplam sığır popülasyonunun %89’u yetişkin, %11 ’i ise yavru olarak kabul edilmiştir.

Yavru sığırlardan günlük elde edilebilecek atık miktarı, günlük yetişkin sığır atık miktarının yarısı olarak kabul edilmiştir. Genç ve yetişkin sığır dışıkları için farklı dışkı özellik varsayımları kabul edilir. Kanatlı dışkı özellikleri için ise et ve yumurta tavuğu dışıkları ayrı ayrı ele alınmıştır (8).

Tablo 8: Yetişkin veya yavru olmasına bağlı olarak büyükbaş hayvan dışkı özellikleri (8)

Parametreler	Sığır(Yetişkin)	Sığır(buzağı)
Kg dışkı/ hayvan x gün	37,5	9,4
Ton dışkı/ hayvan x yıl	13,7	3,4
% Katı Madde oranı (KM)	14,5	14,5
% organik katı madde oranı (oKM)	77,5	77,5
Taze madde içeriğine bağlı % Uçucu Katı içeriği	11,2	11,2
m ³ CH ₄ /kg UK dışkı	0,2	0,2
m ³ CH ₄ /kg TM dışkı	0,024	0,024
m ³ CH ₄ /hayvan * gün	0,9	0,2
m ³ CH ₄ /hayvan * yıl	323	80,8
kWh / hayvan * yıl	3.225,5	806,1

Tablo 9: Et ve yumurta tavuğu dışkı özellikleri (8)

Özellikler	Et tavuğu	Yumurta
Kg dışkı/ hayvan x gün	0,19	0,13
Taze madde içeriğine bağlı % Uçucu Katı içeriği	20	18,75
m ³ CH ₄ /kg UK	0,35	0,35
m ³ CH ₄ /kg TM dışkı	0,07	0,066
m ³ CH ₄ / hayvan *gün	0,013	0,009
m ³ CH ₄ / hayvan *yıl	4,9	3,1
Biyogaz potansiyeli kWh/ hayvan *yıl	47,25	30,6

Et tavuğu, yumurta tavuğu ile kıyaslandığında daha yüksek biyogaz potansiyeline sahiptir (8). Fakat et tavuğu dışkısı içerisinde, altlık ve tavuk gelişim süresinde verilen antibiyotiklerin kalıntılarının kalmasından dolayı, bu durumun biyogaz bakterisine etkilerinin araştırılması gerekmektedir. Yapılan bazı araştırmalarda dışkıdaki kalıntıların biyogaz bakterilerine zarar verdiği tespit edilmiştir.

Tablo 10: Elâzığ İli 2019 Hayvan Sayıları (11).

Hayvan Adı	Yetişkin	Genç-Yavru	Toplam
Büyükbaş			
Sığır (Kültür)	45.013	39.137	84.150
Sığır(Melez)	44.327	48.006	92.333
Sığır(Yerli)	7.837	7.044	14.881
Manda	40	27	67
Büyükbaş Toplam	97.217	94.214	191.431
Küçükbaş			
Koyun (Yerli)	468.646	134.157	602.803
Keçi(Kıl)	94.048	25.327	119.375
Küçükbaş Toplam	562.694	159.484	722.178
Kümes Hayvancılığı			
Et Tavuğu			3.772.668
Yumurta Tavuğu			1.332.810
Hindi			17.248
Kaz			10.747
Ördek			2.943
Kümes Hayvancılığı Toplam			5.136.416
TOPLAM			5.858.594

Hesaplamalar sonucunda, sığır dışkısından elde edilebilecek teorik biyogaz potansiyeli 313.573 MWh/yıl olarak bulunurken, kanatlı (yumurta tavuğu) dışkısından elde edilebilecek teorik biyogaz potansiyeli 62.975 MWh/yıl olarak bulunmuştur. Genç-Yavru atık miktarı dikkate alınmamıştır. Sığır ve kanatlı toplamında Elâzığ ilinin yıllık teorik biyogaz potansiyeli 376.548 MWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Sığır ve kanatlı birlikte ele alındığında, sığır dışkısı en yüksek biyogaz potansiyeline sahiptir.

Teorik biyogaz potansiyeli ele alındığında, sığırlardan kaynaklı potansiyel %83'lük kısmı oluştururken, bu değer, teknik biyogaz potansiyelinde Türkiye'nin doğusu ile batısı arasındaki mümkün ve toplanabilir dışkı oranları farkı nedeniyle, %54'e düşer (8). Elâzığ ili de, büyükbaş hayvan işletmelerinin büyük bir kısmının aile tipi olması ve hayvanların merada otlatılması sebebiyle, bu genellemeye uygundur.

Sığır ve yumurta tavuğu dışkılarının toplam teknik biyogaz potansiyeli 157.047 MWh/yıl olarak hesaplanmıştır (sığır dışkısı: 94.072 MWh/yıl; Yumurta tavuğu dışkısı: 62.975 MWh/yıl).

Biyogaz Potansiyel Analiz Değerlendirmesi

İl bazındaki verilere dayanılarak hayvan atıklarının, tarımsal atıkların, tarım-sanayi atıklarının ve belediye atıklarının yüksek biyogaz potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 11: Atık Türüne Göre Hesaplanmış Biyogaz Potansiyelleri

Sektör	Substrat	Teorik Biyogaz	Teknik Biyogaz
Hayvansal Atıklar	Sığır dışkısı	313.573	94.072
	Kanatlı dışkısı	62.975	62.975
Tarımsal atıklar	Tahıl sapları	215.949	21.595
	Şeker pancarı yaprakları	3.481,6	870,4
	Domates atığı	1.575,9	394,2
Tarım-Sanayi Atıkları	Et üretimi artıkları (Büyükbaş)	257	128,5
	Et üretimi artıkları (Kanatlı)	59,4	29,7
	Şeker Pancarı Fabrika Atıkları	3.491,6	1.745,8
	Şarap Sanayii Atıkları (Üzüm Posası)	754,7	679,2
	Meyve Posası Atıkları	1.805,2	1.624,7
	Peynir Altı Atık Suyu	3.495	3.145,5
Belediye atığı	Belediye atığı	19.087,7	9.543,9
	Toplam	626.505	196.804

Tablo 12: Sektörlere göre biyogaz potansiyelleri karşılaştırması

Sektör	Teorik Biyogaz Potansiyeli (MWh/yıl)	Teknik Biyogaz Potansiyeli (MWh/yıl)
Hayvansal Atıklar	376.548	157.047
Tarımsal artıklar	221.006,5	22.859,6
Tarım-Sanayi Artıkları	9.862,9	7.353,4
Belediye Atıkları	19.087,7	9.543,9
Toplam	626.505	196.804

Türkiye’de tahıl saplarının en yaygın kullanımı hayvancılıkta yem olarak kullanım şeklindedir. Patlıcan, biber ve domates atıkları, biyogaz tesislerinde kullanılmak için uygun olmasına rağmen silaj oluşturulması gereklidir. Bu atıkların depolanması için çok fazla alan gerekli olması bu atıkların kullanımını pahalılaştırmaktadır. Biyogaz olarak da değerlendirilebilecek, şeker pancarı üretiminin yan ürünü olan pres kek ve molazların büyük çoğunluğu yem olarak kullanılmaktadır. Tarımsal atıkların biyogaz tesisinde değerlendirilebilmesi için büyük depo alanlarına ihtiyaç duyulması, hayvan yemi olarak kullanılma alternatifi, tarım-sanayi atıkları ve belediye atıklarına benzer olarak teknik biyogaz potansiyeli düşük olması ve bu atıkların lojistiğindeki güçlükler nedeniyle kurulacak biyogaz tesisinde kullanılması planlanmamaktadır.

Elâzığ ilinde en yüksek teknik biyogaz potansiyeli, hayvansal atıklardan elde edilebilir. Hayvansal atıklar belli merkezlerde toplanabilirse 157.047 MWh/yıllık elektrik üretimi gerçekleştirilebilir.

Biyogaz tesislerinin ana girdisinin büyükbaş atığı ve yumurta tavuğu atığı olmasından dolayı, Elâzığ ilinde bulunan büyükbaş ve yumurta tavuğu adedi ve ilçelere dağılımı önemli bir kriterdir.

Hayvansal Atıkların Dağılımı

Elâzığ Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Bakanlığın talimatı ile 2016 yılının başında il genelinde istatistik verilerini dikkate almayarak güncel hayvan sayımı yapmıştır. TURK-VET verilerine göre il geneli büyükbaş hayvan sayısı 142.922 adet olarak belirlenmişken son sayıma göre büyükbaş hayvan sayısı 118.819 olarak belirlenmiştir. Bu sayımlara göre hayvan sayılarında %17’lik bir düşüş gözlenmiştir. 2019 istatistiklerine göre büyükbaş hayvan sayılarının ilçelere göre dağılımı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 13: 2019 yılı Elâzığ İli ve İlçelerinin Güncel Büyükbaş Hayvan Sayıları (11)

İLÇE	SIĞIR	BUZAĞI-DANA	MANDA	TOPLAM
Merkez	55.434	16.283	0	71.717
Ağın	651	242	0	893
Alacakaya	3.099	1.070	0	4.169
Arıcak	7.569	2.776	0	10.345
Baskil	3.998	828	0	4.826
Karakoçan	27.440	8.815	20	36.275
Keban	1.677	461	0	2.138
Kovancılar	31.197	7.337	7	38.541
Maden	4.080	1.687	0	5.767
Palu	7.390	2.800	0	10.190
Sivrice	4.965	1.565	0	6.530
Toplam				191.391

Son yapılan sayımlara göre Elâzığ ilinin büyükbaş hayvan sayısı 191.391 adet olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre hayvan sayısı bakımından en yüksek olan ilçeler;

- Merkez ilçe 71.717 adet büyükbaş,
- Kovancılar ilçesi 38.541 adet büyükbaş,
- Karakoçan ilçesi 36.275 adet büyükbaş olmuştur.

2019 TÜİK verilerine göre yumurtalık, broiler ve damızlık tavuk sayımları da yapılmıştır. Bu sayıma göre Elâzığ ilindeki tavukların dağılımı aşağıdaki Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14: 2019 yılı Elâzığ İlçeleri Güncel Tavuk Sayıları (11)

İlçe Adı	Yumurta Tavuğu Sayısı	Et Tavuğu Sayısı
Merkez	1.233.500	3.205.188
Ağın	1.000	0
Alacakaya	5.150	30.000
Ancak	5.800	0
Baskil	4.010	20.000
Karakoçan	24.000	165.000
Keban	2.450	120.000
Kovancılar	32.000	165.000
Maden	6.200	19.100
Palu	15.700	19.900
Sivrice	3.000	28.500
Toplam	1.332.810	3.772.668

Elâzığ ilinin yumurta ve et tavuğu sayıları sırasıyla 1.332.810 adet, 3.772.668 adet olarak belirlenmiştir. Yapılan bu sayıma göre yumurta tavuk sayısı en fazla olan ilçeler; Merkez (1.233.500 yumurta tavuğu) ve Kovancılar (32.000 yumurta tavuğu) ilçesidir.

Biyogaz tesislerinde yumurta tavuğu dışkıları kullanılabilir. Et tavuğu yetiştiriciliğinden ortaya çıkan atık gübre, biyogaz tesislerinde kullanılmadığı için et tavuğu tavuk sayıları hesaplamalarda dikkate alınmamıştır. Et tavuğu yetiştiriciliğinden çıkan gübrenin, kuru olması ve daha çok suya ihtiyaç duyması, tavuk gelişim sürecinde kullanılan antibiyotik ilaç kalıntılarının gübrede kalması, içerisine karıştırılan ve bölgeye göre değişen tavuk altlık malzemesinin olumsuz etkisi gibi sebeplerden dolayı anaerobik teknikle çalışan biyogaz tesislerinde kullanımı uygun olmaz. Bu atığın kullanılması için farklı bertaraf teknikleri kullanılmalıdır.

Elâzığ ilindeki büyükbaş hayvan yetiştiriciliği ve yumurta üretiminin ildeki coğrafi dağılımı incelendiğinde, biyogaz tesisi projelendirmek için uygun 2 bölge görülmektedir. Bunlar;

- 1. Bölge: Elâzığ Merkez ilçe ve buraya bağlı olan belediyeler
- 2. Bölge: Karakoçan ve Kovancılar ilçesi ve bunlara bağlı belediyeler

Elâzığ Merkez İlçesi ve Bağlı Belediyelerdeki Atık Dağılımı

Elâzığ Merkez ilçe, büyükbaş hayvancılığın ve yumurta tavuğu yetiştiriciliğinin en yoğun olduğu bölgedir; 2019 TÜİK verilerine göre; 71.727 büyükbaş hayvan tespit edilmiştir.

Elâzığ ilinde 18.176 adet büyükbaş işletmesi olup bunların 11.186 tanesi 1-5 başlık aile tipi işletmedir. Sadece 336 adet işletme 50 baş ve üzeri hayvan yetiştiriciliği yapmaktadır. Bu büyük işletmelerin çoğu merkez ilçeye bağlı belediyelerde bulunmaktadır.

Elâzığ Karakoçan ve Kovancılar İlçelerinin Atık Dağılımı

Elâzığ ili Karakoçan ilçesi, Kovancılar ile birlikte büyükbaş hayvancılığın en yoğun olduğu ikinci bölgedir. Son sayımlara göre; 36.275 büyükbaş varlığı tespit edilmiştir. Hesaplamalar sonucunda 11.460 adet büyükbaş hayvanın atığı kullanılabilir mesafededir.

Son sayıma göre, Kovancılar ilçesinde 38.541 büyükbaş hayvan ve 32.000 yumurta tavuğu bulunduğu tespit edilmiştir. Kovancılar ilçesinde büyükbaş yetiştiriciliği aile tipi olup büyük kapasiteli çiftlikler yok denecek kadar azdır. Hesaplamalar sonucunda 6.712 adet büyükbaş hayvanın atığı kullanılabilir mesafededir. Bu bölgede biyogaz tesisi kurulması uygun olmayıp atıkların en yakın tesis olarak düşünülen Karakoçan ilçesine kurulması daha uygundur.

Kovancılar ilçesinde büyükbaş tesislerinin dağınık olmasından dolayı atıkların kurulacak bir toplama merkezinde toplanıp Karakoçan ilçesinde kurulacak bir tesise taşınması daha uygun gözükmektedir. Toplanan atıkların en düşük maliyetle en uzak mesafeye taşınması düşünülerek buna uygun kapasitede araç seçilmelidir. Burada 10 km sınırı aranmayabilir.

Karakoçan ilçesinde kurulacak tesise taşınacak atıklar lojistik olarak ek maliyet oluşturacaktır. Kurulan tesisin ihtiyacı olan atığın sağlanamaması durumunda ise ortaya çıkacak zararın bu lojistik giderden daha fazla olması muhtemeldir.

Merkez İlçedeki Atıkların Enerji Hesabı

Merkez ilçede hesaplanmış atık tonajları Tablo 15 ve 16'da gösterilmiştir.

Tablo 15: Elâzığ İli Merkez İlçesindeki Büyükbaş Atıklarının Miktarları

Tür	Adet	Atık Miktarı ton/gün (%100)	Kullanılabilir Atık ton/gün (%50)
Besi (Dana)	8.635	216	108
Süt (İnek)	11.637	465	233
Tavuk (Yumurta)	1.233.500	185	53
Toplam		866	394

Tablo 16: Elâzığ İli Merkez İlçesindeki Bitkisel Atık Miktarları

Tür	Üretim Miktarı	Atık Miktarı ton/yıl (%100)	Kullanılabilir Atık ton/yıl (%20)	Kullanılabilir Atık ton/gün (8300h =345 gün)
Meyve	82.314	10.786	2.157,2	6
Sebze	57.654	4.606	921,2	3,5
Tarla Bitkileri	114.118	167.834	-	-
Tarla Bitkileri (Yaprak)	42.216	26.143	5.228,6	16
Yem Bitkileri	92.348	4.790	-	-
Toplam	388.648	214.159	4.153,5	25,5

Elâzığ ili Merkez ilçesinde ortaya çıkan ve Tablo 15 ile 16'da gösterilen atıklardan üretilecek biyogaz miktarı ve elektrik enerjisi için atıkların enerji içeriklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu değerler akredite kuruluşlar tarafından hesaplanmıştır ve uygulamalarda literatür olarak kullanılmaktadır. Hesaplanan atıkların enerji içerikleri Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17: Elâzığ İli Merkez İlçesindeki Bitkisel ve Hayvansal Atıkların Enerji İçerikleri

Tür	V (ton/gün)	DM (%Kuru Madde)	VS (% Organik Madde)	Gaz Çıkışı (Nm3)	CH4 (%)
Besi (Dana)	108	25	80	455	55
Süt (İnek)	233	10	80	375	56
Tavuk (Yumurta)	53	25	75	438	64
Meyve	2,95	35	88	148	68
Sebze	1,26	25	80	350	56
Tarla Bitkileri (Ş.Pancarı Yapağı)	7,16	16	77,5	313	54,5

Tablodaki veriler kullanılarak elde edilecek biyogaz miktarı ve bu biyogazdan üretilecek elektrik miktarı aşağıdaki formül ile hesaplanacaktır.

- **Üretilen Günlük Biyogazın Miktarını Hesaplama**

$$V_{biogas\ Gün} = (V_1 \times DM_1 \times VS_1 \times Gaz\ çıkışı_1 + V_2 \times DM_2 \times VS_2 \times Gaz\ çıkışı_2 + V_3 \times DM_3 \times VS_3 \times Gaz\ çıkışı_3 \times \dots)$$

- **Üretilen Saatlik Biyogazın Miktarını Hesaplama**

$$V_{biogas\ Saat} = V_{biogas\ Gün} / 24$$

- **Üretilen Biyogazdan Elde Edilecek Saf Metan Hesabı**

$$V_{CH_4\ Gün} = (V_1 \times DM_1 \times VS_1 \times CH_4-1 + V_2 \times DM_2 \times VS_2 \times CH_4-2 + V_3 \times DM_3 \times VS_3 \times CH_4-3 \times \dots)$$

- **Üretilen Saatlik Saf Metan Hesaplama**

$$V_{CH_4\ Saat} = V_{CH_4\ Gün} / 24$$

- **Tesis Kapasitesi / Saatlik Elektrik Üretimi**

$$TK\ saatlik\ üretim = V_{CH_4} \times 10\ kWh \times 40\% \text{ (el. effic. CHP)}$$

- **Tesis Yıllık Elektrik Üretimi**

$$TK\ yıllık\ üretim = TK\ saatlik\ üretim \times 8300 \text{ (Yıllık çalışma saati)} / 1000 \text{ (MW olarak)}$$

(Vbiogas Gün: Günlük Biyogaz Üretimi, **V1:** 1. Atığın günlük besleme miktarı, **DM1:** 1. Atığın Kuru Madde Miktarı, **VS1:** 1. Atığın Organik Madde Miktarı, **Gaz Çıkışı 1:** 1. Atığın Ürettiği Biyogaz Miktarı, **Vbiogas Saat:** Saatlik Biyogaz Üretimi, **VCH4 Gün:** Günlük Saf Metan Üretimi, **VCH4 Saat:** Saatlik Saf Metan Üretim **CH4-1:** 1. Atığın Ürettiği Biyogazdaki Metan Miktarı, **TK saatlik üretim:** Tesis kapasitesi ve saatlik elektrik üretimi (kWh), **TK yıllık üretim:** Tesisin yıllık elektrik üretimi (MW))

Merkez ilçede verilen hayvansal atık tonajlarının %50'si ile hesaplama yapıldığında;

$$V_{biogas\ Gün} = 21.170,63\ m^3/gün$$

$$V_{biogas\ Saat} = 882,1\ m^3/saat$$

$$V_{CH_4\ Gün} = 12.105,5\ metan/gün$$

VCH4 Saat= 504,4 metan/saat

TK saatlik üretim= 2.017,5 kWh el

TK yıllık üretim= 16.745,25 MWh el / yıl

2,017 MWh kapasiteli bir biyogaz tesisi kurulacağı hesaplanmıştır. Bu hesaplamada bitkisel atıklar dikkate alınmamıştır. Tablo 16'da verilen kullanılabilir bitkisel atıklar ton/gün olarak hesaplama dâhil edildiğinde ise;

Vbiogas Gün= 23.180,65 m³/gün **Vbiogas Saat=** 965,9 m³/saat **VCH4 Gün =** 13.324,3 metan/gün

VCH4 Saat= 555,2 metan/saat

TK saatlik üretim= 2.331,7 kWh el

TK yıllık üretim= 19.353,5 MWh el /yıl

2,331 MWh kapasiteye çıkılacağı hesaplanmıştır. Günlük 25,5 ton atık bitkisel ürün beslemesi ile tesisin 314 kWh daha fazla elektrik üreteceği hesaplanmıştır.

Karakoçan ve Kovancılar İlçelerindeki Atıkların Enerji Hesabı

Karakoçan ilçesindeki hesaplanmış atık tonajları Tablo 18 ve 19'da gösterilmiştir.

Tablo 18: Elâzığ İli Karakoçan İlçesindeki Büyükbaş Atık Miktarları

Tür	Adet	Atık Miktarı ton/gün (%100)	Kullanılabilir Atık ton/gün (%50)
Besi (Dana)	4.342	108	54
Süt (İnek)	5.399	216	108
Toplam		324	162

Tablo 19: Elâzığ İli Karakoçan İlçesindeki Bitkisel Atık Miktarları

Tür	Üretim Miktarı (ton)	Atık Miktarı ton/gün (%100)	Kullanılabilir Atık, ton/yıl (%20)	Kullanılabilir Atık ton/gün (8300h =345 gün)
Meyve	1.764	155,4	310,8	0,9
Sebze	2.133	134,5	26,9	0,07
Tarla Bitkileri	24.245	35.863	-	-
Yem Bitkileri	16.353	890	-	-
Toplam	44.495	1.215,7		0,97

Karakoçan ilçesindeki verilen hayvansal atık tonajlarının %50'si ile hesaplama yapıldığında;

Vbiogas Gün= 8.154 m³/gün

Vbiogas Saat= 339,75 m³/saat

VCH4 Gün = 4.517,1 metan/gün

VCH4 Saat= 180,2 metan/saat

TK saatlik üretim= 790,5 kWh el

TK yıllık üretim= 6.561 MWeI /yıl

790 kWh kapasiteli biyogaz tesisi kurulacağı hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda elde edilen enerji miktarı düşük olduğu için Kovancılar bölgesindeki atıkların bu bölgeye getirileceği varsayılarak iki bölge atıkları ile kurulabilecek biyogaz tesisi hesaplaması yapılmıştır. Kovancılar ilçesindeki hesaplanmış atık tonajları Tablo 20 ve 21'de gösterilmiştir.

Tablo 20: Elâzığ İli Kovancılar İlçesindeki Büyükbaş Atık Miktarları

Tür	Adet	Atık Miktarı ton/gün (%100)	Kullanılabilir Atık ton/gün (%50)
Besi (Dana)	2.230	78	39
Süt (İnek)	3.777	152	76
Tavuk (Yumurta)	32.000	5	2
Toplam		235	117

Tablo 21: Elâzığ İli Kovancılar İlçesindeki Bitkisel Atık Miktarları

Tür	Üretim Miktarı	Atık Miktarı ton/gün (%100)	Kullanılabilir Atık ton/gün (%20)	Kullanılabilir Atık ton/gün (8300h =345 gün)
Meyve	6.189	528,8	105,8	0,3
Sebze	14.143	1.139	227,8	0,7
Tarla Bitkileri	40.079	55.397	-	-
Tarla Bitkileri (Yaprak)	13.920	9.569	1.913,8	5,5
Yem Bitkileri	28.157	1.544	-	-
Toplam	102.488	68.177,8	2.247,4	6,5

Tablo 22: Karakoçan ve Kovancılar İlçesinin Toplam Atıkları ve Biyogaz İçerikleri

Tür	V	DM (Kuru	VS (Organik	Gaz Çıkışı	CH4
Besi (Dana)	93	25	80	455	55
Süt (İnek)	184	10	80	375	56
Tavuk (Yumurta)	2	25	75	438	64
Meyve	1,2	35	88	148	68
Sebze	0,77	25	80	350	56
Tarla Bitkileri (Ş.Pancarı Yaprağı)	5,5	16	77,5	313	54,5

Tablo 22'deki veriler dikkate alınarak Karakoçan ve Kovancılar bölgesindeki hayvansal atık tonajlarının %50'si ile hesaplama yapıldığında;

Vbiogas Gün= 14.180 m³/gün

Vbiogas Saat= 590,8 m³/saat

VCH₄ Gün = 7.872 metan/gün

VCH₄ Saat= 328 metan/saat

TK saatlik üretim= 1.378 kWh el

TK yıllık üretim= 11.434 MWh el /yıl

1.378 kWh kapasiteli bir biyogaz tesisi kurulacağı hesaplanmıştır. Bu hesaplamada bitkisel atıklar dikkate alınmamıştır. Tablo 22'de belirtilen Karakoçan ve Kovancılar ilçelerindeki kullanılabilir bitkisel atıklar ton/gün olarak hesaplama dâhil edildiğinde ise; **Vbiogas Gün= 14.502,17 m³/gün Vbiogas Saat= 604,3 m³/saat VCH₄ Gün = 8.055,7 metan/gün VCH₄ Saat= 335,7 metan/saat TK saatlik üretim= 1.410 kWh el TK yıllık üretim= 11.700 MWh el/yıl**

1,410 MWh kapasiteye çıkılacağı hesaplanmıştır. Karakoçan ilçesinden 1215,7 ton, Kovancılar ilçesinden 2.247,4 ton bitkisel atık depolanıp günlük 7,5 ton atık bitkisel ürün beslemesi ile tesisin 38 kWh daha fazla elektrik üreteceği hesaplanmıştır.

Merkez ve Karakoçan ilçelerinde kurulacak tesislerde üretilecek olan enerji ve gübre bilgileri Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23: Biyogaz Tesisleri Ürün Bilgileri

Biyogaz	Birim	2.134 kW için Değer (1)	1.400 kW için Değer (2)
Toplam Üretilen Biyogaz Miktarı	m ³ /saat	882	590
	m ³ /yıl	7.320.600	4.897.000
Elektrik Enerjisi Üretimi	Birim	2.134 kW için Değer	1.400 kW için Değer
Kojen. Sistemi Elektrik Verimi	%	40,0	40,0
Kapasite Kullanımı	%	93,5	93,5
Hat / Trafo / İletim Kaybı	%	98,5	98,5
Tesis Kullanım Sonrası Elektrik Üretimi	%	94	94
Üretilen Elektrik Enerjisi Miktarı	kWh/yıl	15.238.287	10.334.878
Seçilen Kojen. Sistemi Kapasitesi	kWh	1.067 kWx 2	1.400 kW
Kojen. Yıllık çalışma saati	h/yıl	8.191	8.191
Üretilen Net Elektrik Enerjisi	kWh/yıl	14.323.990	9.714.879
Isı Enerjisi Üretimi	Birim	2.134 kW için Değer	1.400 kW için Değer
Kojen. Sistemi Isı Verimi	%	43	43
Üretilen Isı Enerjisi Miktarı	kWh/yıl	18.000.000	12.292.000
Biyogaz Tesisi İç Isı Sarfıyatı	kWh/yıl	5.275.000	3.622.000
Üretilen Net Isı Enerjisi ¹	kWh/yıl	12.725.000	8.670.000

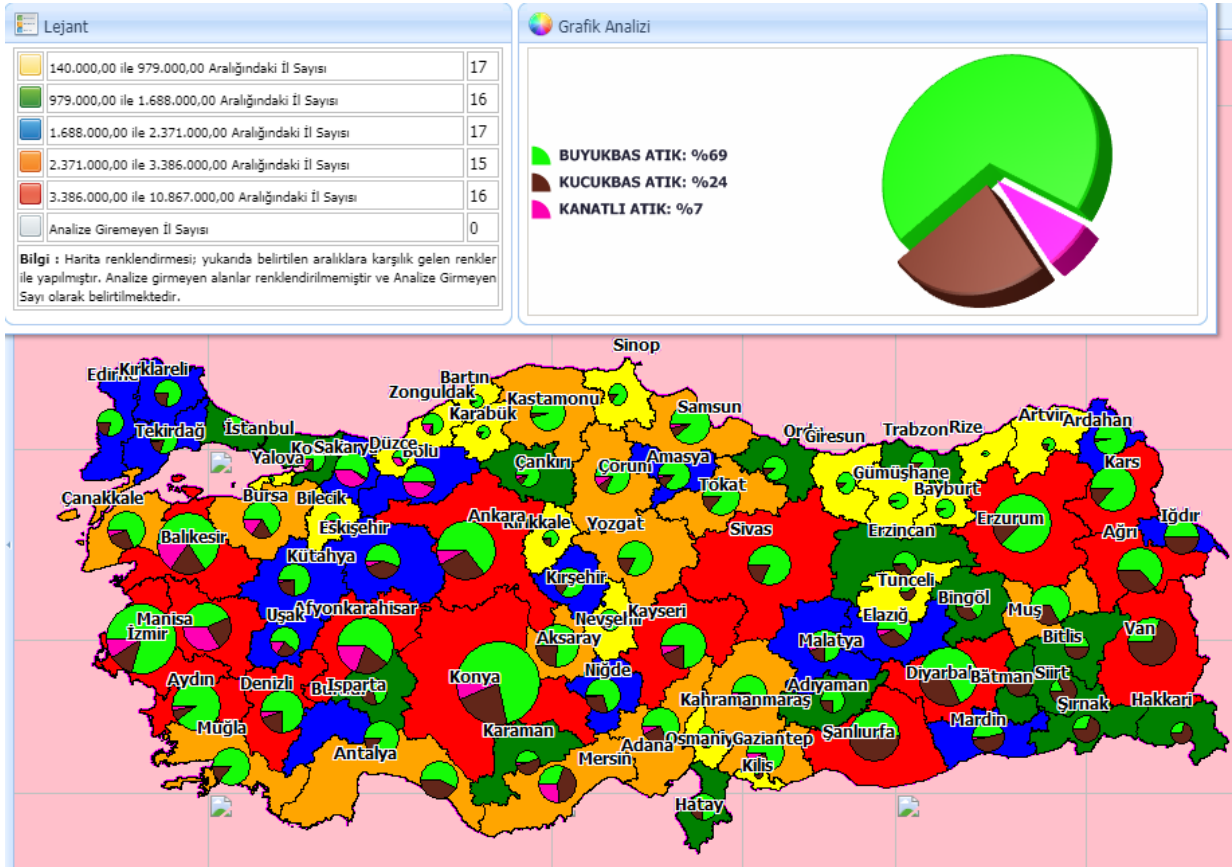
¹ Hijyenizasyon ihtiyacı olması durumun da sistemin ısı sarfıyatı artabilecektir. Hijyenizasyon şartı çıkan gübre bileşenlerine göre değişmektedir.

2.7 Girdi Piyasası

Türkiye'nin biyokütle atık potansiyelinin yaklaşık 8,6 milyon ton eşdeğer petrol (MTEP) ve üretililecek biyogaz miktarının 1,5-2 MTEP olduğu tahmin edilmektedir. Başlıca biyokütle kaynakları aşağıda listelenmiştir (14):

1. Bitkisel Biyokütle Kaynakları
 - Yağlı tohumlu bitkiler (kanola, ayçiçeği, soya v.b.)
 - Şeker ve nişasta bitkileri (patates, buğday, mısır, şeker pancarı v.b.)
 - Elyaf bitkileri (keten, kenaf, kenevir, sorgum, miskantus, v.b.)
 - Protein bitkileri (bezelye, fasulye v.b.)
 - Bitkisel ve tarımsal artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk, v.b.)
2. Orman ve Orman Ürünlerinden Elde Edilen Biyokütle Kaynakları
 - Odun ve orman atıkları (enerji ormanları ve enerji bitkileri, çeşitli ağaçlar)
3. Hayvansal Biyokütle Kaynakları
 - Sığır, at, koyun, tavuk gibi hayvanların dışkıları, mezbahane atıkları ve hayvansal ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklar.
4. Organik Çöpler, Şehir ve Endüstriyel Atıklardan Elde Edilen Biyokütle Kaynakları
 - Kanalizasyon ve dip çamurları, kağıt, sanayi ve gıda sanayi atıkları, endüstriyel ve evsel atık sular, belediye ve büyük sanayi tesisleri atıkları

Şekil 2: BEPA Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (15)



BEPA Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası'na göre Elâzığ biyokütle enerjisi bakımından orta seviyede potansiyeli bulunan iller arasındadır.

Tablo 24: Türkiye Hayvansal Atık Miktarları (15)

Hayvansal Atık Miktarı (ton/yıl)	
Büyükbaş Hayvanlar	134.150.417
Küçükbaş Hayvanlar	46.511.866
Kanatlı Hayvanlar	13.215.796
Büyükbaş Hayvanlar	975.180
Küçükbaş Hayvanlar	105.648
Kanatlı Hayvanlar	3.304.544
Hayvansal Atıkların Ekonomik Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl)	
Büyükbaş Hayvanlar	273.050
Küçükbaş Hayvanlar	8.452
Kanatlı Hayvanlar	803.004

**Tablo 25: Elâzığ Hayvansal Atık Miktarları (ton / yıl) (15)**

Hayvansal Atık Miktarı (ton/yıl) :	
Büyükbaş Hayvanlar	2.341.641,88
Küçükbaş Hayvanlar	723.552,64
Kanatlı Hayvanlar	176.724,32

Elâzığ hayvansal atık miktarları incelendiğinde büyükbaş atıkları, 2,6 milyon ton ile Türkiye'nin % 1,7'sini, küçükbaş atıkları 723 bin ton ile Türkiye'nin % 1,6'sını, kanatlı atıkları 176 bin ton ile Türkiye'nin %1,3'ünü oluşturmaktadır.

Elâzığ Merkez İlçesi Büyükbaş Atık Dağılımı

Elâzığ Merkez ilçe, büyükbaş hayvancılığın en yoğun olduğu bölgedir; 2019 TÜİK verisine göre 71.727 büyükbaş hayvan tespit edilmiştir.

Elâzığ ilinde 18.176 adet büyükbaş işletmesi olup bunların 11.186 tanesi 1-5 başlık aile tipi işletmedir. Sadece 336 adet işletme 50 baş ve üzeri hayvan yetiştiriciliği yapmaktadır. Bu büyük işletmelerin çoğu merkez ilçeye bağlı belediyelerde bulunmaktadır (17).

Büyükbaş hayvancılığının en yoğun olarak yapıldığı yer Elâzığ Merkez ilçesidir. Büyükbaş hayvanların %37'si Elâzığ Merkez ilçede yer almaktadır.

Tablo 26: Merkez İlçe Büyükbaş Sayıları (16)

Tür	Baş Sayısı
Sığır (1 yaş ve üzeri)	55.441
Buzağı ve Dana (1 yaşından küçük)	16.283
Manda	3
TOPLAM	71.727

Büyükbaş hayvancılığının ikinci en yoğun olarak yapıldığı yer Elâzığ Kovancılar ilçesidir. Büyükbaş hayvanlarının %20'si Elâzığ Kovancılar ilçesinde yer almaktadır.

Tablo 27: Kovancılar İlçesi Büyükbaş Sayıları (16)

Tür	Baş Sayısı
Sığır (1 yaş ve üzeri)	31.207
Buzağı ve Dana (1 yaşından küçük)	7.337
Manda	2
TOPLAM	38.546

Büyükbaş hayvancılığının üçüncü en yoğun olarak yapıldığı yer Elâzığ Karakoçan ilçesidir. Büyükbaş hayvanlarının %20'si Elâzığ Karakoçan ilçesinde yer almaktadır.

Tablo 28: Karakoçan İlçesi Büyükbaş Sayıları (16)

Tür	Baş Sayısı
Sığır (1 yaş ve üzeri)	27.458
Buzağı ve Dana (1 yaşından küçük)	8.815
Manda	9
TOPLAM	36.282

Biyogaz, insan faaliyetleri sonucu açığa çıkan organik içerikli çöpler, hayvan dışkıları, tarım faaliyetleri sonucu açığa çıkan organik atıklar, pamuk, mısır, buğday gibi bitkilerin sap ve saman artıkları, şeker ve gıda faaliyetleri sonucu üretilen melas, meyve posaları, peynir fabrikalarından arta kalan peynir altı atık suyu ve tesis yıkama suyu gibi materyallerin anaerobik koşullarda bakterilerle tüketilerek metan gazı oluşturulma işlemidir. Oluşturulan metan gazı temizlenir, enerji üreten motorlarda yakılarak elektrik ve ısı üretilir.

Tesiste Kullanılan Atıklar

Biyogaz tesisi kurulumuna karar vermek ve kapasiteyi belirlemek hassas bir konudur. Tesis yapısının ve kapasitesinin belirlenmesinde en önemli etken atıkların cinsleri ve miktarlarının belirlenmesidir.

Biyogaz tesislerinde en fazla kullanılan atıklar;

- Büyükbaş hayvan atıkları,
- Tavuk atıklarıdır.

Büyükbaş Hayvan Atıkları

Büyükbaş gübresi biyogaz tesisinin temel atığıdır. Biyogazı üreten bakteriler büyükbaş atığı ile beslenir ve çoğalırlar. Bu yüzden biyogaz tesislerinde kullanılan atığın %50'den fazlasının büyükbaş atığı olması sistemin düzenli ve verimli çalışmasını sağlamaktadır. Büyükbaş atığı besi çiftliği atığı ve süt çiftliği atığı olarak 2 bölümde incelenebilir.

Besi Çiftliği

Besi çiftliklerinde büyükbaş hayvanlar et üretimi için yetiştirilmektedirler. Çiftlikte bulunan dana ve tosunlar bulundukları alanlar içerisinde gezerler. Dışkıları bu alanda birikmektedir. Bu atıklar belirli periyodlarla çiftlik çalışanları tarafından elle veya makine ile kazıma yapılarak toplanırlar. Bu dışkıların katı madde oranı %20-25 arasında değişmektedir. Katı madde oranı hava şartları ile orantılı olarak değişmektedir.

Son yıllarda TKDK desteği ile yapılan modern besi çiftliklerinde atıklar büyükbaş hayvanların bulundukları zeminden alt kısmı alınarak, alttan sıyırma sistemi ile su ilave edilerek toplanabilir. Bu sistemlerden elde edilen dışkıların katı madde oranı %10-15 arasında değişmektedir.

Elâzığ ili Merkez ilçesinde kurulacak 2.134 kWh kapasiteli Tesis 1 ve Karakoçan ilçesinde kurulacak 1.400 kWh kapasiteli Tesis 2 olarak belirlenen tesisler için Tablo 17 ve 22'de verilen toplam 201 ton/gün katı (besi) büyükbaş hayvan gübresi kullanılacağı hesaplanmıştır.

Süt Çiftliği

Süt üretim çiftliklerinde, doğum yapmaya hazır belli bir sayıda dişi büyükbaş hayvan alınır ve doğum ile birlikte süt üretimi başlar.

Modern süt çiftlikleri yarı açık ahır yapısı, süt sağım odası, padoklarla çevrili otomatik sıyrıcılı gübre çukuru, bakıcı binası, doğumhane ve reviri olan tesislerdir. Bu tesislerde dölleme ile başlayan süreçte, doğan hayvanlar cinsiyete göre ayrılırlar, bu hayvanların dişi olanları süt çiftlikleri için, erkek olanları ise besi çiftlikleri için ayrılarak büyütölmeleri ve sağlık bakımlarının tamamı tesis içerisinde yapılabilir. Bu tesislerde büyükbaş hayvanlar bulundukları yerde beslenir ve atık bırakırlar. Sıyırma sistemleri ile atıkları toplanarak gübre çukuruna toplanır. Gübre çukurlarında karıştırıcılar bulunmaktadır. Bu karıştırıcıların amacı, gübrenin katı madde miktarının homojen olmasını sağlayıp pompalar vasıtası ile taşınmasına imkân vermektir.

Bu tesislerde büyükbaş hayvanlar bulundukları yerde beslenir ve atık bırakırlar. Sıyırma sistemleri ile atıkları toplanarak gübre çukuruna toplanır. Gübre çukurlarında karıştırıcılar bulunmaktadır. Bu karıştırıcıların amacı, gübrenin katı madde miktarının homojen olmasını sağlayıp pompalar vasıtası ile taşınmasına imkân vermektir.

Elâzığ ili Merkez ilçesinde kurulacak 2.134 kWh kapasiteli Tesis 1 ve Karakoçan ilçesinde kurulacak 1.400 kWh kapasiteli Tesis 2 olarak belirlenen tesisler için Tablo 17 ve 22'de verilen toplam 417 ton/gün büyükbaş süt (inek) gübresi kullanılacağı hesaplanmıştır.

Tavuk Atıkları

Tavuk atıkları, broiler tavuk yetiştiriciliği ve yumurta üretiminden ortaya çıkan atıklardır. Bu atıklar da kendi içerisinde ikiye ayrılır.

- Yumurta Tavuğu Atığı
- Broiler (Etlik) Tavuk Atığı

Bu atıklardan yumurta tavuğu ve damızlık tavuk atığı biyogaz tesislerinde kullanılabilir. Tavuk dışkısının içeriğinden dolayı biyogaz tesislerinde kullanımının kontrollü olarak yapılması gerekmektedir. Fazla kullanımı biyogaz içerisinde zararlı gazların artmasına ve bakterilerin ölmesine neden olmaktadır.

Yumurta Tavuğu Atığı

Yumurta üretiminde kullanılan tavukların atıkları düzenli olarak bant sistemi ile boşaltılmaktadır.

Yumurta tavuğu dışkısının günlük olarak tesisten uzaklaştırılması biyogaz tesisleri için çok büyük bir avantaj olmaktadır. Günlük olarak elde edilen atık biyogaz tesislerine günlük hammadde desteğini sağlamaktadır.

Tavuk dışkısı, nitrat içeriğinden dolayı rahatsız edici bir kokuya sahip olduğu için taşınması ve biyogaz tesislerinde kullanılması sırasında çevreyi koruyacak önlemlerin alınması gerekmektedir.

Elâzığ ili Merkez ilçesinde kurulacak 2.134 kWh kapasiteli Tesis 1 olarak belirlenen tesis için Tablo 17'de verilen 53 ton/gün yumurta tavuğu dışkısı kullanılacağı hesaplanmıştır.

Broiler (Etlik) Tavuk Atığı

Broiler yetiştiriciliğinde etlik piliçlerin beslenme periyodu 6 haftalık sürede tamamlanmaktadır. Bu sürede piliç, atığını gezdiği alana bırakır. Gezi alanında bulunan yataklık gübre ile karışarak kurur ve piliçlerin alt kısımlarında koruyucu tabaka oluşturur.

6 haftalık yetiştirme periyodunda hayvan dışkısı kümeden alınmaz. Kesim için kümes boşaltılır, gübre temizlenir ve kümes dezenfekte edilir.

Kümeden temizlenen atık sadece tavuk atığı değildir. Yataklıkla karışmış gübre karışımıdır. Gübre içerisinde bulunan ve yataklık olarak kullanılan pirinç kavuzu, talaş vb. atıklar biyogaz tesisi için uygunsuz ürün sınıfına girmektedir. Bu uygunsuz ürünler, ayrıştırılmadığı için, broiler (etlik) tavuk atığı biyogaz tesislerinde kullanıldığında sisteme zarar verir.

Piliç gelişim sürecinde kullanılan antibiyotik ilaç kalıntılarının gübrede kalmasından dolayı, broiler (etlik) tavuk atığının biyogaz tesislerinde kullanımı uygun olmamaktadır.

Tesisin İhtiyacı Olan Atıkların Toplanması/Tedarikine İlişkin, Yöre Şartlarına Uygun İş Modelinin Belirlenmesi

Elâzığ ili Merkez ilçe için 2.134 kWh olarak tasarlanan biyogaz tesisinde 394 ton/gün atık kullanılacaktır. Bu atıkların 108 tonu katı büyükbaş hayvan dışkısı, 233 tonu sıvı büyükbaş hayvan dışkısı ve 53 tonu da tavuk dışkısı olarak planlanmaktadır. Tesis projelendirilmesi ve çiftliklerin tesise olan uzaklıkları göz önüne alındığında atıkların günlük taşınabileceği öngörülmektedir.

Sıvı gübre taşımada Silobas olarak adlandırılan dorse tanker veya küçük tankerler kullanılmaktadır.

Katı ve tavuk gübresi taşımada üstü kapanabilir kasa tipi araçlar kullanılmaktadır. Bu araçlarda tesislerin büyüklüklerine göre farklı büyüklükte ve damperli olanları seçilebilmektedir. Atık taşıyan aracın sızdırmazlığının olması ve çevreye zarar vermeyecek donanımda olması gerekmektedir.

Elâzığ ili Karakoçan ilçesi için 1.400 kWh olarak tasarlanan biyogaz tesisinde 277 ton/gün atık kullanılacaktır. Bu atıkların 93 tonu katı büyükbaş hayvan dışkısı, 184 tonu sıvı büyükbaş hayvan dışkısı olarak planlanmaktadır.

Atıkların bir kısmının Kovancılar tarafından geleceği planlandığı için Kovancılar ilçesinde birkaç noktada atık toplama birimleri oluşturulması gerekmektedir. Bunun için atık elde edilecek tesis tonajları netleştirilerek firmalarla atık sözleşmesi yapılmalıdır. Yapılan sözleşmelerdeki tonajlara göre atık toplama biriminin lokasyonu belirlenir.

Atık toplama yerlerinin genel özellikleri;

- Üç tarafının beton duvarla kapalı olması,
- Zeminin sızdırmaz ve araç kullanımına uygun olan beton zemin olması,
- Üstünün kapalı olup iklim şartlarından en az şekilde etkilenmesi,
- Atık getiren traktörler için boşaltma rampası olması.

Bu özelliklerde bir yapı, atığın düzenli ve temiz olarak boşaltılıp depolanmasına olanak sağlar. Gelen atıkların 3 günden fazla depolama alanında durmaması gerekir. Bunun sebebi atığın organik içeriğini kaybetmemesi ve depolama yakınlarındaki yerleşim yerlerini rahatsız etmemesi olarak belirtilebilir.

Tesise getirilecek atıkların nakliyesinin taşıeron bir firma tarafından yapılması daha uygundur. Araç maliyetleri ve atık takibi çalışmaları daha düzenli ve sistemli olmaktadır.

Tesisin Kurulumunda ve İşletilmesinde Görev Alabilecek Paydaşların/Ortakların Önerilmesi

Elâzığ ili Merkez ilçe ve Karakoçan ilçesinde projelendirilen biyogaz tesisleri için paydaşların işletme sahiplerinden oluşması atık tedarik ve yönetimi açısından daha uygundur. Biyogaz tesisinin, büyük bir büyükbaş süt veya besi işletmesinin iştiraki ile işletmenin yanına kurulması durumunda, tesisin lojistik giderleri düşer ve çiftliğin atık miktarı kadar atık girişi sisteme direkt verilebilir. 500 baş üzeri tesislerde bu uygulanabilir yöntemdir.

Tesisin kurulumunun hayvancılık kooperatifleri tarafından yapılması durumunda, kooperatife üye olan çiftlikler atıklarını tesiste değerlendirerek üretim sonunda ortaya çıkan organik gübreyi hayvan yetiştiriciliği için kullandıkları tarımsal üretimde kullanabilirler. Böylece tesis sahipleri bağlı oldukları kooperatif kanalı ile atıklarını bertaraf ederken, tesisten aldıkları organik gübreyi kullanarak bitkisel üretimlerinde verim artışı sağlamaları sayesinde kazanç sağlamış olurlar.

Tesis projelendirilmesi, Merkez ilçe için 2.134 kW (Tesis 1) ve Karakoçan İlçesi için 1.400 kW (Tesis 2) olmak üzere 2 alternatifli şekilde hazırlanmıştır.

Tesis 1: (Elâzığ Merkez İlçe - Yurtbaşı Belediyesi)

2,134 MWel (1,067 kW x 2) üretimi yapacak bir tesisin atık girdileri aşağıdaki gibidir.

Katı Sığır Dışkısı : 39.420 ton/yıl

Sıvı Sığır Gübresi : 85.245 ton/yıl

Yumurta Tavuğu Dışkısı : 19.245 ton/yıl

Toplam; 143.910 ton/yıl girdi ile **2,134 MWel/saat** üretim yapılması planlanmaktadır.

Tesis 2: (Elâzığ Karakoçan İlçesi - Sarıcan Belediyesi)

1400 MWel (1,400 kW) üretimi yapacak bir tesisin atık girdileri aşağıdaki gibidir.

Katı Sığır Dışkısı : 33.945 ton/yıl

Sıvı Sığır Gübresi : 67.160 ton/yıl

Toplam; 101.105 ton/yıl girdi ile **1,400 MWel/saat** üretim yapılması planlanmaktadır.

2.8 Pazar Ve Satış Analizi

Elâzığ ili Merkez ilçede 2.134 kW kapasiteli Tesis 1 ve Karakoçan ilçesinde 1.400 kW kapasiteli Tesis 2 olarak tasarlanan biyogaz tesislerinde, tesislere girdi olarak hesaplanan oranda hayvansal atık girer. Belirli bir fermantasyon sürecinden geçtikten sonra çıktı olarak;

- Elektrik,
- Isı
- Organik toprak düzenleyici (organik gübre) ortaya çıkar.

Elektrik

Bu tesislerin kurulum amacı elektrik üretmek olduğu için, devletin teşvik mekanizması vardır; üretilen 1 kW elektrik devlet tarafından 13,3 dolar cent'ten alınmaktadır.

Isı

Biyogaz tesisinin %20 iç ısı ihtiyacı bulunmaktadır. Geriye kalan %80 ısı çevrede bulunan konut, fabrika, sera veya okul gibi ısı ihtiyacı olan yerlerde kullanılarak kâr elde edilebilir. Tesis ihtiyacı dışında kalan ısı kullanılmazsa bu ısının tesiste tekrar kullanılması için soğutulması gerekmektedir. Bu da enerji harcanmasına sebep olacaktır.

Organik Toprak Düzenleyici (Organik Gübre)

Tesis 1 olarak belirlenen Merkez ilçedeki 2.134 kW kapasiteli tesisin günlük 48 ton katı, 346 ton sıvı gübre çıkışı, Tesis 2 olarak belirlenen Karakoçan ilçesindeki 1.400 kW tesisin günlük 36 ton katı, 243 ton sıvı gübre çıkışı olacaktır. Planlanan tesislerde sıvı gübrenin 3 aylık bir süre ile depolanması için depolama tankları sisteme ilave edilmiştir.

Son yönetmelikler ile sıvı gübrenin kullanımında hijyenizasyon şartı getirilmiştir. Hijyenizasyon istenmesi durumunda, sıvı gübrenin 80 derecede 3 saat işleme tabi tutulması gerekmektedir. Bu işlem için tesise ilave ünite ve üretilen ısının kullanılması gerekecektir. Bu ünite tesiste planlanmamıştır.

Şu anda çalışan tesisler elde ettikleri organik gübreyi bölgedeki tarım arazilerinde kullanılması için çiftçilere vermektedirler.

Elâzığ ilinde planlanan biyogaz tesislerinde üretilen sıvı ve katı gübrelerin, bölgedeki sera, bağ ve tarımsal üretimin her dalında kullanılarak toprak kalitesinin artırılması planlanmaktadır.

3 TEKNİK ANALİZ

3.1 Kuruluş Yeri Seçimi

Elâzığ ilinin idari yapısına bakıldığında Merkez ilçe dâhil 11 ilçe, 20 belde ve 550 köy bulunmaktadır. Elâzığ ilinin nüfus yoğunluğu 62 kişi/km²'dir. Elâzığ ili, 9.313 km² yüzölçümü ile Türkiye yüzölçümünün % 1,2'sine denk gelmektedir (2). Elâzığ ilinin 2019 yılı nüfusu 591.098 kişidir. Nüfus bakımından en büyük ilçeler sırasıyla Merkez, Kovancılar, Karakoçan ve Palu'dur. Nüfus bakımından en küçük ilçe ise Ağın'dır. (1)

Elâzığ ilinde karasal iklim hüküm sürmektedir. Karasal iklimin yanı sıra yer yer Akdeniz iklimi özelliği de taşımaktadır. Bu iklim değişikliği Keban Barajı kurulduktan sonra meydana gelmiştir. Elâzığ iklimi, Akdeniz iklimi ve karasal iklim arasında bir geçiş özelliği gösterir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve sert geçmektedir. ısı -22,6 °C ile +42,2 °C arasında seyretmektedir. İlin gerek coğrafi konumu, gerekse morfolojik özellikleri bu elverişli durumun ortaya çıkmasında en büyük etken olmuştur (3)(4).

Elâzığ ilinin uzun yıllar (1950-2014) iklim verilerinin 64 yıllık aylık ortalaması alındığında en yüksek sıcaklıklar sırasıyla 34,2°C 34,1°C ve 29,5°C ile Temmuz, Ağustos ve Haziran aylarında, en düşük sıcaklıkların ise sırasıyla -4,1 °C, -3,2°C ve -1,3°C ile Ocak, Şubat ve Aralık aylarında olduğu belirlenmiştir (4).

Uzun yıllar (1950-2014) aylık toplam yağış miktarı ortalamaları incelendiğinde en az yağışın sırasıyla 0,6 kg/m², 1,9 kg/m² ve 8,2 kg/m² ile Ağustos, Temmuz ve Eylül aylarında olduğu belirlenmiştir. İlin uzun yıllar (1981-2010) yağış ortalaması ise 584,4 mm'dir (5).

Bir biyogaz tesisi için kullanılacak atıkların tesise olan uzaklığının 10 km'yi geçmesi uygun görülmez. Bunun sebebi, atıkların taşıma masraflarının çok yüksek olması ve biyogaz tesisinin karlılığını ortadan kaldırmasıdır. Biyogaz biyolojisini bozmayacak her atık tesiste işlenebilir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Mekanik Ayırma, Biyokurutma Ve Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Tebliği'ne göre tesis sınırının yerleşim alanlarına en yakın mesafesi 250 metre olacak şekilde, hakim rüzgar yönü de dikkate alınarak yer seçimi yapılır. Seçilen yerin uygunluğu ile ilgili Mahalli Çevre Kurulu (MÇK) Kararı alınır. Alıcı ortamın, toprağın, yer üstü ve yer altı sularının kirlenmesini önleyecek şekilde tesis tasarımı yapılır.

Elâzığ ilindeki büyükbaş hayvan yetiştiriciliği ve yumurta üretiminin ildeki coğrafi dağılımı incelendiğinde, biyogaz tesisi projelendirmek için uygun 2 bölge görülmektedir. Bunlar;

1. Bölge: Elâzığ Merkez ilçe ve buraya bağlı olan belediyeler
2. Bölge: Karakoçan ve Kovancılar ilçesi ve bunlara bağlı belediyeler

Merkez ilçedeki hayvan varlığı en fazla olan yer Yazıkonak beldesidir. Bu beldede modern çiftliklerin bulunduğu görülmektedir. Bu yüzden biyogaz tesis çalışmasının bu bölgede yapılması uygun görülmektedir. Yazıkonak beldesini merkez kabul ederek 10 km yarıçap hesaplandığında, bu yarıçap içerisindeki hayvan adetleri toplamı 21.921 adet olarak hesaplanmıştır. Bu bölgedeki çiftlik yapılan incelendiğinde büyük bir kısmı eski tip ahır olduğu görülmektedir. Son yıllarda TKDK destekli kurulan çiftliklerin büyük bir kısmı bu bölgede bulunmaktadır.

Elâzığ ili Karakoçan ilçesi, Kovancılar ile birlikte büyükbaş hayvancılığın en yoğun olduğu ikinci bölgedir. Son sayımlara göre; 36.275 büyükbaş varlığı tespit edilmiştir. Hesaplamalar sonucunda 11.460 adet büyükbaş hayvanın atığı kullanılabilir mesafededir.

Bulgurcuk Köyü ve Sarıcan Belediyesi, hayvan sayısı olarak Karakoçan ilçesinin %65 ini oluşturmaktadır. Bu bölgede büyükbaş yoğunluğunun çok olması biyogaz tesisi kurulması için önemli bir parametre olmaktadır. Bu yüzden, fizibilitesi yapılan biyogaz tesisi için bu bölge seçilmiştir.

Son sayıma göre, Kovancılar ilçesinde 38.541 büyükbaş hayvan ve 32.000 yumurta tavuğu bulunduğu tespit edilmiştir. Kovancılar ilçesinde büyükbaş yetiştiriciliği aile tipi olup büyük kapasiteli çiftlikler yok denecek kadar azdır. Hesaplamalar sonucunda 6.712 adet büyükbaş hayvanın atığı kullanılabilir mesafededir. Bu bölgede biyogaz tesisi kurulması uygun olmayıp atıkların en yakın tesis olarak düşünülen Karakoçan ilçesine götürülmesi daha uygundur.

Kovancılar ilçesinde büyükbaş tesislerinin dağınık olmasından dolayı atıkların kurulacak bir toplama merkezinde toplanıp Karakoçan ilçesinde kurulacak bir tesise taşınması daha uygun gözükmektedir. Toplanan atıkların en düşük maliyetle en uzak mesafeye taşınması düşünülerek buna uygun kapasitede araç seçilmelidir. Burada 10 km sınırı aranmayabilir.

Karakoçan ilçesinde kurulacak tesise taşınacak atıklar lojistik olarak ek maliyet oluşturacaktır. Kurulan tesisin ihtiyacı olan atığın sağlanamaması durumunda ise ortaya çıkacak zararın bu lojistik giderden daha fazla olması muhtemeldir.

3.2 Üretim Teknolojisi

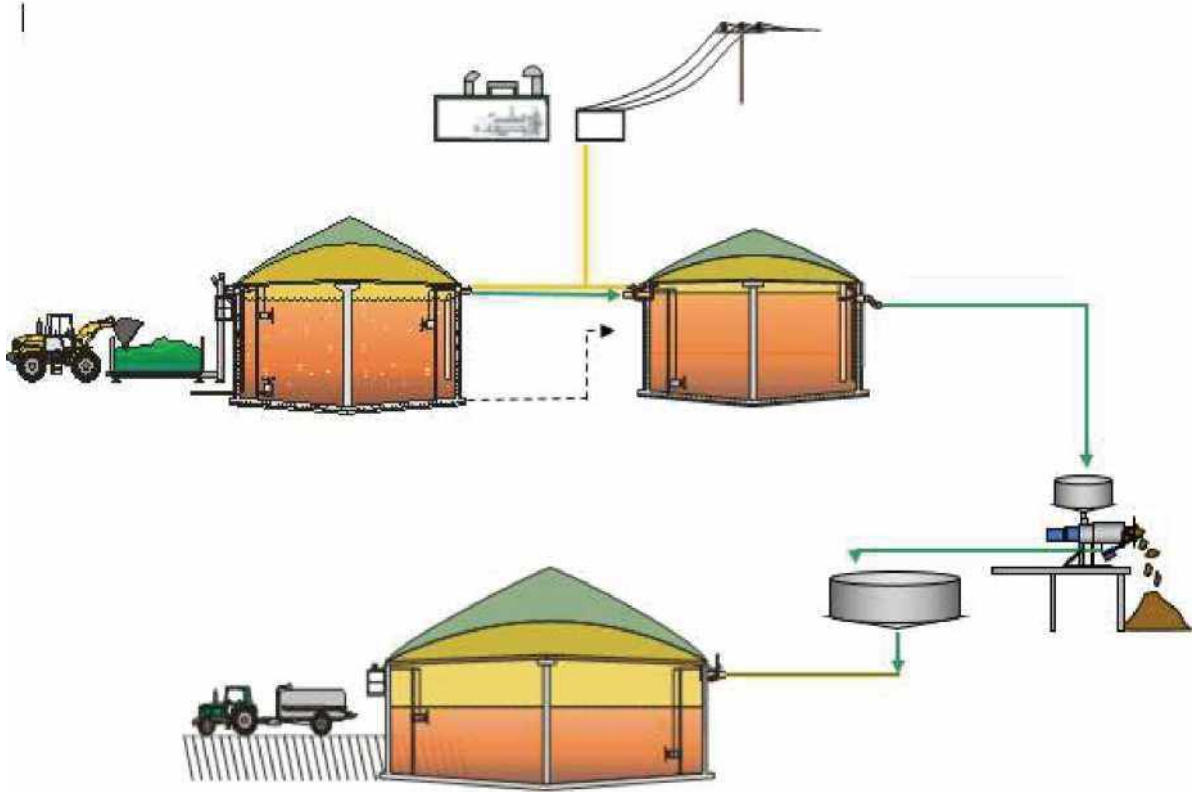
Bir biyogaz tesisi, işletme tarzından bağımsız olarak dört farklı uygulama adımına ayrılabilir.

- Materyal yönetimi (tedarik, depolama, hazırlama, nakliyat ve fermentöre alınma)
- Biyogaz elde edilmesi
- Fermantasyon atıklarının depolanması, tanktan çıkartılması (organik gübre)
- Biyogazın depolanması, hazırlanması ve değerlendirilmesi.

Tesis için yöntem tekniğine uygun hangi donanımın seçileceği, esas olarak mevcut materyallere bağlıdır. Materyallerin miktarı bütün düzeneklerin ve tankların hacimlerini belirlemektedir. Materyallerin kalitesi (KM miktarı, yapı, köken vs.) uygulama tekniğinin yorumunu belirleyecektir. Materyallerin bileşimine göre zararlı maddeleri ayırmak ya da pompalanacak duruma gelmeleri için materyallere su karıştırmak gerekebilir.

Hijyenleştirilmeleri gereken maddeler kullanıldığı takdirde, bir hijyenleştirme basamağının planlanması zorunludur. Bu hijyenleştirmenin yeni yönetmelikler ile materyal girişinde veya organik gübre çıkışında zorunlu olarak kullanılması istenilmektedir. Materyal bir ön işlemeden sonra gaz üreteceği fermentöre aktarılır. Yaş fermantasyonda genellikle sürekli yükleme yöntemi göre çalışan bir ve iki basamaklı tesisler kullanılır.

Fermantasyon atıkları kapalı fermantasyon atığı tanklarında ya da açık fermantasyon atığı tanklarında depolanır ve genel olarak sıvı gübre şeklinde tarım alanlarına uygulanır. Fermantasyon esnasında ortaya çıkan biyogaz depolanır ve temizlenir. Bu biyogaz genellikle aynı anda elektrik ve ısı üretimi için kojenerasyon santrallerinde (BHKW) değerlendirilir.

Şekil 3: Bir Biyogaz Tesisinde Üretim Aşamaları

Bir biyogaz tesisinde uygulama aşamaları şu şekilde olmaktadır:

- Tesise gelen atıklar yükleyici vasıtası ile ön depolama tankına yüklenir. Ön depolama tankının görevi, içerisine konan kuru madde oranı farklı atıkları karıştırarak hesaplanan girdiyi sağlamaktır. Ön depolama tankında hazırlanan ürün belirli periyotlarla fermentör olarak adlandırılan tanka alınır. Bu tankta beslenen atıklar bakteriler tarafından tüketilir ve gaz üretilir. Tesislerin büyüklüklerine göre fermentör sayıları da artar. Birden fazla fermentör olan tesislerde gaz üretimi birkaç tankta olur. Fermentörlerde oluşan gazlar blower pompalar vasıtasıyla toplanır. Toplanan gaz soğutulur, içerisindeki nem uzaklaştırılır ve gaz temizleme ünitesine aktarılır. Gaz temizleme ünitesinde kojeneratör sistemine zarar verici gazlar temizlenir. Elde edilen biyogaz elektrik ve ısı üreten kojeneratöre gönderilerek elektrik ve ısı üretilir. Elektrik şebekeye gönderilir. Isı ise sistemin iç ihtiyacı ve bölgedeki ısı kullanımı olan sera vb. tesisler için kullanılır.
- Üretim sonrası çıkan fermentasyon atığı, seperatörden geçerek katı ve sıvı olarak 2'ye ayrılır. Katı kısım katı depolama bölgesinde depolanır. Sıvı olan kısım ise gübre deposuna gönderilir. Sıvı fermentasyon atığının gaz üretimi az da olsa devam ettiği için, bu atığın üstü kapalı bir tankta depo edilmesi daha uygundur. Elde edilen sıvı gübre tankerler ile taşınarak tarlalarda kullanılabilir. Bu sıvı gübreyi işlemden geçirerek kaliteli gübre yapmak da mümkündür.

Bir biyogaz tesisi planlanırken kullanılacak atığın ilk olarak KM (kuru madde) içeriği hesaplanır. Daha sonra bu KM içeriğinin OKM (organik kuru madde- uçucu kuru madde) içeriği hesaplanır. Anaerobik ortamda bakteri OKM'yi tüketerek beslenir ve gaz üretir. Bütün materyallerin OKM değerleri ile bundan üretilen biyogaz değerleri farklı olmaktadır. Biyogaz tesisi planlarken bölgede bulunan atıkların OKM içeriği ve bundan üretilecek gaz ile üretilen elektrik hesaplaması yapılır.

Tesisin Kurulum Unsurlarının Nitelik ve Nicelik Olarak Belirlenmesi ve Maliyetlerinin Tespiti

Biyogaz tesisinin tasarımında belirlenen 2 bölgede hesaplanan atık bilgileri esas alınmıştır. Tasarlanan tesiste aşağıdaki ana üniteler yer almaktadır. Sistem ile ilgili açıklamalar ve teknik detaylar ilerleyen bölümlerde anlatılmıştır.

- Atık dengeleme ve besleme sistemi,
- Anaerobik çürütme sistemi,
- Kojenerasyon sistemi,
- Seperatör susuzlaştırma sistemi
- Kum ayırma sistemi (opsiyonel)
- Katı gübre kurutma sistemi (opsiyonel)
- Sıvı gübre arıtma sistemi (opsiyonel)

Atık Giriş Değerleri

Tablo 17 ve Tablo 22'de hesaplanan atık miktarları Tablo 29'da birleştirilmiş ve tasarıma esas alınan atık miktarları ve özellikleri belirtilmiştir.

Tablo 29: Atık Miktarları ve Özellikleri

Atık Tipi	Katı Madde	Tesis-1	Tesis -2 1.400
Katı Sığır Büyükbaş Dışkısı	25	108	93
Sıvı İnek Büyükbaş Dışkısı	10	233	184
Yumurta Tavuğu Dışkısı	25	53	-
Toplam		394	277

Atık Besleme Sistemi

Tablo 22'de belirtilen dışkı ve atıkların mevcut gübre havuzuna getirileceği kabul edilmiştir. Havuz içeriği dalgıç karıştırıcı ile sürekli homojen halde tutulacak ve askıda katı maddelerin çökmesi önlenecektir.

Atıklar lob tipi pozitif deplasmanlı bir pompa ile dengeleme havuzundan emilerek anaerobik reaktöre beslenecektir. Emiş hattı üzerinde dışkı içinde olabilecek saman veya benzeri maddelerin ufalanması için hat tipi parçalayıcı bulunacaktır.

Besleme hattı üzerinde debimetre ve frekans invertörü ile debi kontrolü yapılacaktır.

Anaerobik Çürütme Sistemi

Anaerobik çürütme sisteminde organik atıklar anaerobik bakteriler tarafından parçalanarak metan gazına dönüştürülmektedir. Proses havasız ortamda, optimum sıcaklık ve pH değerinde çalıştırılmaktadır.

Anaerobik çürütme sistemi silindirik formda betonarme olarak inşa edilecektir. Çürütücü yavaş devirli palet karıştırıcılar ile sürekli karışım halinde tutulacaktır. Karıştırıcılar zaman kontrollü çalıştırılacak ve enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Anaerobik çürütme işlemi için gerekli sıcaklık kontrolü dâhili ısıtma boruları ile sağlanacaktır ve reaktör içeriği sıcak su tesisatının kontrol edildiği otomasyon sistemi ile optimum sıcaklık olan 37 - 39°C arasında tutulacaktır. Isıtma enerjisi için kojenerasyon ünitesinin yan ürünü olan sıcak su kullanılacaktır.

Anaerobik reaktörde üretilen biyogaz, çürütücüler üzerine monte edilen gaz depolarında toplanacak ve blower vasıtasıyla kojenerasyon ünitesine iletilecektir. Biyogaz içerisinde hidrojen sülfür havalı biyolojik reaksiyonla okside edilecek (dâhili desülfrizasyon) ve çürütücü içeriğinde muhafaza edilecektir.

Kojenerasyon Ünitesi

Kojenerasyon sistemi öncesinde, biyogaz içerisinde bulunan nem bir kurutma ünitesi ile uzaklaştırılacak ve sistemin nemden etkilenmesi önlenecektir. Biyogazın bakım veya başka bir nedenle kojenerasyon ünitesinde yakılamaması durumunda flare ünitesinde yakılacaktır. Kojenerasyon ünitesi konteyner içerisinde paket sistem olarak temin edilecektir.

Gübre Susuzlaştırma Sistemi

Anaerobik reaktörlerin çıkışında elde edilen çürümüş karışım doğrudan tarım arazisinde toprak şartlandırıcı veya gübre olarak kullanılabilir özelliktedir. Ancak, Türkiye’de tarım sektöründeki genel eğilim sıvı veya katı gübre olarak kullanılmasıdır.

Susuzlaştırma sistemi olarak separatör önerilmiştir. Anaerobik çürütücü çıkışında fermente ürün pompa ile separatöre beslenecektir. Separatör çıkışında katı kısım doğrudan gübre olarak değerlendirilebilecektir. Sıvı kısım da doğrudan değerlendirilebilecek olup, kış aylarında gübreleme müsaadesinin olmadığı periyot için lagünde depolanması tavsiye edilmektedir.

Katı Gübre Kurutma Sistemi (Opsiyonel)

Separasyon çıkışında katı gübrenin kompostlanması veya biyogaz tesisinde elde edilen ve kullanılmayan atıl ısı enerjisi ile kurutulması mümkündür. Opsiyonel olarak önerilen kurutma sisteminde katı fermente ürün konveyör ile bant tipi kurutucuya beslenecektir. Kurutucuda kojenerasyon sistemi gövde ve egzoz ısısından elde edilecek olan sıcak sudan faydalanılarak sıcak hava üretilmekte ve sıcak hava ile bant üzerinde taşınan gübre kurutulmaktadır.

Bantlı kurutucular dünyada yaygın olarak kullanılmakta olup konteyner formunda kompakt olarak temin edilebilmektedir. Kurutma sonucunda %80 - 85 kuruluğunda ürün elde etmek mümkün olacaktır. Ürün, otomatik paketleme ünitesinde pakettikten sonra organik gübre olarak satılabilecektir.

Bant kurutma sistemine alternatif olarak kompost sistemi de kurulabilecektir. Her iki sistemin yatırım maliyetleri benzer olup kompost sistemi tesisin et işleme tesislerinin yakınında bulunması durumunda koku problemine sebep olabilecektir.

Sıvı Gübre Arıtma Tesisi (Opsiyonel)

Sıvı gübrenin tarımsal amaçlı değerlendirilmesinin mümkün olmadığı durumlarda bu gübrenin arıtılarak kanalizasyon sistemine veya alıcı ortama verilmesi mümkündür. Ancak, bunun için biyogaz tesisi sonuna ilave bir arıtma sistemi kurulması gerekmektedir. Arıtma sistemi ikinci kademe separasyon aşaması ve biyolojik arıtma kademelerini içermektedir.

Sıvı gübre tarımsal araziler için besin değeri muhteva ettiğinden normal şartlarda arıtma tesisi kurulması tavsiye edilmemektedir.

Kum Ayırma Sistemi (Opsiyonel)

Yumurta tavuğu dışkısı içerisinde, işletmeye göre değişken oranlarda kum ve/veya mermer tozu bulunmaktadır. Yumurta tavuğu dışkısı işleyen biyogaz tesislerinde bu kum zaman içerisinde çürütücü içerisinde birikerek çürütücünün faydalı hacmini azaltmaktadır.

Bu kumun belirli aralıklar ile temizlenmesi gerekmektedir. Temizleme işlemi esnasında reaktör üzeri açılacağından enerji üretiminde kayıplar yaşanabilmektedir.

Bundan dolayı, tesis için kum ayırma sistemi önerilmektedir. Sistem, atık kabul havuzu içerisinde kumu sıyırarak ayırmakta ve kumun çürütücüye beslenmeden dışkıdan ayrılmasını mümkün kılmaktadır. Sistem tesis yapımına ilave yatırım ve işletme bedeli oluşturduğundan opsiyonel olarak önerilmiştir.

Kum ayırma sistemi 1.000 kW kapasitesinden büyük tesisler için önerilmektedir. Daha küçük tesislerde maliyet açısından uygun görülmemektedir.

Tesis 1 ve Tesis 2’de Kullanılacak Ekipman ve Ünite Listesi**Tablo 30: Kullanılacak Ekipman ve Ünite Özelliklerinin Kapsam Listeleri**

Ekipman İsmi	Tesis 1 2.134 kW Adet / Set	Tesis 2 1.400 kW Adet / Set
Atık Dengeleme ve Besleme Sistemi		
Atık Dengeleme Havuzu (400 m ³)	1 Adet	1 Adet
Atık Dengeleme Havuzu Karıştırıcısı (10 kW)	2 Adet	2 Adet
Çürütücü Besleme Pompası	2 Adet	2 Adet
Hat Tipi Parçalayıcı	1 Adet	1 Adet
Anaerobik Çürütme Sistemi		
Anaerobik Çürütücü ve Isı İzolasyonu (4.300 m ³)	4 Adet	3 Adet
Anaerobik Çürütücü Karıştırıcıları ve Servis Platformu (18.5 kW)	8 Adet	6 Adet
Isıtma Sistemi (Reaktör İçi Isıtma Boruları ve Pompaları)	4 Set	3 Set
Biyogaz Deposu ve Aksesuarları (Reaktör Üstü Monte Tip)	4 Set	3 Set
Gübre Susuzlaştırma Sistemi		
Separatör Sistemi, Besleme Pompası ve Servis Platformu	2 Adet	2 Adet
Kojenerasyon Sistemi		
Kojenerasyon Ünitesi (Konteyner Tipi) ve Besleme Bloweri (1.400 kWe ve 1.067 kWe)	2 Adet	1 Adet
Flare (otomatik) yakma Bacası	1 Adet	1 Adet
Sıvı Gübre Depolama Lagünü (6.000 m ³)	3 Adet	2 Adet
Güç, Otomasyon ve Kontrol Sistemi		
MCC ve PLC panoları, SCADA Sistemi	1 Set	1 Set
Kontrol Enstrümanları, Online Biyogaz Analiz Cihazı	1 Set	1 Set
Laboratuvar Cihazları	1 Set	1 Set
Katı Gübre Kurutma Sistemi (Opsiyonel)	1 Set	1 Set
Sıvı Gübre Arıtma Sistemi (Opsiyonel)	1 Set	1 Set

Mekanik İşler

Tesiste yer alan tüm ekipmanların mekanik montajı, boru tesisat malzemeleri temini ve montajı, vanalar, çelik konstrüksiyon işleri (borulama destekleri ve platformlar) tesis kurulumunu yapan firma tarafından yapılmaktadır.

Elektrik İşleri ve Otomasyon

Biyogaz tesisi içerisindeki AG güç ve sinyalizasyon tesisat işleri kurulum firması tarafından yapılmaktadır. Ekipmanların güç beslemesi için 1 adet MCC panosu ve otomasyonu sağlamak için 1

adet PLC panosu elektrik işlerinden sorumlu firma tarafından temin edilmektedir. Topraklama ve yıldırımdan koruma tesisatı ile harici aydınlatma işleri ve priz tesisat işleri yapılmaktadır.

Kurulum firması tarafından kontrol odasında tesis edilecek 19 monitörlü bir bilgisayara PLC yazılımı yüklenmesi ve yazılımın tesise adapte edilmesiyle sistem operatörün kontrolünde olacaktır. Operatör bu programla tesisin durumunu ekranda izleyebilecek ve sisteme müdahale edebilecektir.

PLC ve SCADA sistemi Windows işletim sistemi altında çalışacaktır. Enerjinin kesildiği durumlarda gerekli cihazların beslenmesi için 1 adet kesintisiz güç kaynağı sağlanacaktır.

SCADA yazılımında gerekli ekran, program ve konfigürasyon değişiklikleri yapılabilecektir. SCADA sisteminde yetkisiz kişilerin müdahalesini önleyebilmek için şifre ile çalışan güvenlik sistemi bulunacaktır. SCADA sistemi üzerinden belirlenmiş proses raporları alınabilecektir.

İnşaat İşleri

Kurulum firması tarafından yapılacak inşaat projelendirme ve yapım işleri ile ilgili kalemler aşağıda listelenmiştir.

- Jeo-teknik ve topoğrafik etüt işleri,
- Statik projelendirme işleri,
- Atık dengeleme havuzu,
- Anaerobik çürütücü,
- Sıvı gübre depolama lagünü,
- Kojenerasyon sistemi kaidesi,
- Kontrol konteyneri kaidesi,
- Flare kaidesi,
- Boru ve elektrik tesisat kanal kazı işleri
- Yol, çit, peyzaj işleri

Trafo ve ENH Bağlantısı

Tesisin ürettiği elektrik bölgesel dağıtım firmasının onay verdiği noktadan dağıtım şebekesine bağlanacaktır. Bu bağlantıyı sağlamak için gerekli malzeme ve ekipmanlar yatırımcı firma kapsamında değerlendirilir. Fakat lisanslı biyogaz tesislerinde ENH (Enerji Nakil Hattı) için yapılan masraflar dağıtım firması tarafından 5 yıl içerisinde 12 taksitle firma sahibine geri ödenir. Kurulan hat yerel dağıtım şirketi bünyesinde kaldığı için bu ödeme yasal bir zorunluluktur. Tesis sahibi ENH için yaptığı masrafı 5 yıl içerisinde geri alır.

Teslim Süresi

Tesisin ortalama teslim süresi sözleşme imzalanmasından itibaren 12 aydır. Yatırımcı tarafından yapılacak işlerin (örneğin lisans, yapı ruhsatı alımı vb. gibi) zamanında bitirilmesi bu süreyi doğrudan etkilemektedir. Tesisin bakanlık kabul tarihi lisans vb. resmi başvuruların sonuçlanmasına göre değişmektedir.

Elâzığ ili Merkez ilçe ve Karakoçan ilçesinde projelendirilen biyogaz tesisleri için yatırım kararı ile başlayan ve bakanlık kabulü ile elektrik satışına kadar olan süreçteki zaman tablosu aşağıdaki gibidir. Bu tabloda, tesisin üretim aşamasına kadar geçen süreçte izlenecek yol ve zaman belirtilmiştir.

Tablo 31: Bir Biyogaz Tesisinin Tesis Kurulum Zaman Tablosu

1. PROJE HAZIRLIK DÖNEMİ	12 HAFTA
1.1 .Saha Keşfi ve Detay Araştırması	4 HAFTA
1.2.Tedarikçilerle görüşme, sözleşme düzenleme ve imza	8 HAFTA
1.3. Ön Fizibilite Çalışması ve Çevre Bakanlığı Onayı	6 HAFTA
1.4.Proje / Tesis Şeklinin Belirlenmesi ve Teklif Alma	8 HAFTA
2.ÖN LİSANS (İLK BAŞVURU)	8 HAFTA
2.1. Tesis Kurulacak Yerin Tapu İşlemleri	6 HAFTA
2.2. Koordinatlı Aplikasyon Krokisi	1 HAFTA
2.3. Tesis İmar Durumu (Belediye İmar İşleri veya İl Özel İdare)	4 HAFTA
2.4. Tek Hat Şeması	2 HAFTA
2.5. ÇED Beyanı (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğüne verilecek)	1 HAFTA
3. LİSANS	12 HAFTA
3.1. Proje Tanıtım Dosyası	
3.1.1. ÇED Dosyası	12 HAFTA
3.1.2. Kurum Görüşleri	8 HAFTA
3.1.3. 1/1000 lik Plan	6 HAFTA
3.2. İmar İzni Görüşü	1 HAFTA
4. YAPI İNŞAAT RUHSATI	24 HAFTA
4.1. Mimari Proje	
4.2. İnşaat Projesi (Isı Yalıtım, Statik, Çatı Projesi)	
4.3. Makine ve Tesisat Projesi (Sihhi Tesisat, Havalandırma, İklimlendirme)	
4.4. Yangın Projesi	
4.5. Jeolojik Etüd Raporu	
4.6. Yapı Denetim Sözleşmesi	
4.7. Müteahhit Sözleşmesi (Şantiye Şefi, Demirci ve Kalıpcı Usta Sözleşmeleri)	
5. İŞYERİ AÇMA VE ÇALIŞMA İZNİ (GSM RUHSATI)	
6. KAPASİTE RAPORU	
7. SANAYİİ SİCİL BELGESİ	
8. ÇEVRE KANUNU GEREĞİNCE ALINACAK İZİN VE LİSANSLAR	
9. TESİSİN KURULMASI VE DEVREYE ALINMASI, BAKANLIK KABULÜ	60 HAFTA
9.1. KABA İNŞAAT SÜRECİ	40 HAFTA
9.2. TEKNOLOJİ KURULUM SÜRECİ	40 HAFTA
9.3. ELEKTRİK BAĞLANTI HATLARI VE PLC SİSTEM KURULUM SÜRECİ	12 HAFTA
9.4. TESİS ÇALIŞTIRMA TESTLERİ (SOĞUK VE SICAK TESTLER)	12 HAFTA
9.5. İLK DEVREYE ALMA PROGRAMI	12 HAFTA
9.6. BAKANLIK KABULÜ	1 HAFTA

Başvuru ve inşaat sürelerindeki izlenecek aşamalara göre süreler birbirleriyle beraber veya ayrı zamanlarda olmaktadır. Bir başvuru sonuçlandırılmadan diğerine geçmek mümkün değildir. Resmi prosedürün tamamlanması ve tesisin kurulup bakanlık kabulünün yapılması süre olarak 24 ayı bulmaktadır.

3.3 İnsan Kaynakları

Elâzığ'ın çalışma çağındaki toplam nüfusu 2019 yılı itibariyle 401.738 olup çalışma çağındaki nüfus oranı ise %68'dir. (1)

Tablo 32: Elâzığ Çalışma Çağındaki Nüfus İstatistikleri

Yıllar	Toplam Nüfus	Çalışma Çağındaki Nüfus	Çalışma Çağındaki Nüfus Oranı
2015	574.304	389.557	68%
2016	578.789	394.137	68%
2017	583.671	397.633	68%
2018	595.638	405.491	68%
2019	591.098	401.738	68%

Elâzığ ili Merkez ilçe ve Karakoçan ilçesinde projelendirilen Tesis 1 ve Tesis 2 olarak isimlendirilen biyogaz tesisleri yatırımı için tesisi kuracak firmalardan mühendislik desteği alınmalıdır. Bu firmanın mühendisleri resmi prosedürün başlamasıyla göreve başlayıp tesisin devreye alınma sürecinin sonuna kadar sistemin başında bulunmalıdır.

Tesiste çalışacak vasıflı ve vasıfsız elemanlar, tesisin inşaat çalışmaları başladığı zaman belirli kriterlere göre işe alınmalıdır. Bu gibi tesisler için gerekli eleman bulunması zor olduğu için çalışacakları görevlere uygun yükseköğretim ve üniversite mezunu çalışanlar işe alınarak sahada eğitim verilmelidir. Tesisin kuran mühendislik firması ile anlaşma yapılırken çalışan eğitimleri unutulmamalı ve bu firma ile uzun süreli eğitim anlaşması imzalanmalıdır.

Tesis inşaat aşamasında çalışanların işe alınması gereksiz gibi gözükse de, çalışanlar inşaat aşamasından itibaren tesiste bulunan sistemi ayrıntılı bir şekilde bilerek ve anlayarak öğrenmiş olmaktadır.

Biyogaz tesislerinde borulama sistemleri genelde yer altında olmaktadır. Bütün projeyi uygulamalı olarak bilen bir çalışan, ileride yapılacak kazı vb. tadilat işlerinde ekipleri yönlendirebilecektir.

Projelendirilen 2.134 kWh kapasiteli Tesis 1 ve 1.400 kWh kapasiteli Tesis 2 biyogaz tesisleri için gerekli çalışan sayıları tesis yıllık maliyetleri içerisinde verilmiştir. Buna göre,

- Merkez ilçede projelendirilen 2.134 kWh kapasiteli Tesis 1 için 7 kişinin, Karakoçan ilçesinde projelendirilen 1.400 kWh kapasiteli Tesis 2 için ise 5 kişinin çalışacağı planlanmıştır.
- Üretim takibi yapan teknisyenler 3 vardiya, atık yükleme işlemi yapan saha elemanları 2 vardiya olarak çalışacaktır.
- Tesiste atık tedarik ve güvenlikten sorumlu olarak çalışacak elemanlar bu sayıya dâhil edilmemiştir.
- Tesisin temizlik ve saha düzeni için çalışacak personel sayısı sistem devreye alındıktan sonra ihtiyaca göre belirlenecektir.

4 FİNANSAL ANALİZ

4.1 Sabit Yatırım Tutarı

Tesiste belirtilen ekipman ve işlerin kapsam dâhilinde ortalama fiyatları aşağıda belirtilmiştir. Ayrıca, toplam yatırım bedelinin görülebilmesi için tesisin yatırımcısının yapması gereken işler için bedeller belirtilmiştir. Örnek tesisin çalışması sırasındaki giderler ve çalışan sayısı hesaplanmıştır. Tesis üretim sonucunda elde edilen kazanç, geri dönüş yılı ve iş verim oranı kredi ve öz sermaye kullanımına göre hesaplanmıştır.

Tablo 32: Bölüşümlü Fiyat Tablosu

Açıklama	Tesis 1 2.134 kW Fiyatı (€)	Tesis 2 1.400 kW Fiyatı (€)
Kurulum Firması Kapsamı		
Mühendislik, Proje Yönetimi, Ekipman Temini ve Montajı Devreye Alma Hizmetleri	1.950.000	1.750.000
İnşaat Yapımı ve Projelendirme işleri (Lagün Yapımı Dâhil)	1.160.000	1.095.000
Kojenerasyon Sistemi Temini, Montaj ve Devreye Alma	885.000	558.000
Tesis Kurulum Bütçesi Toplamı	3.995.000	3.403.000
Yatırımcı Kapsamı (*)		
OG Elektrik Tesisat ve Pano İşleri, Enerji Nakil Hattı (**)	175.000	150.000
Lisans (***), Ruhsat, Sigorta ve Diğer Genel Giderler	130.000	94.500
Tesis Kurulum Dışındaki Giderler Toplamı	305.000	244.500
Tesis Yatırım Toplamı	4.300.000	3.647.500
Tesis - Trafo Merkezi arası Havai Hat Çekilmesi Gerekirse (1 km) (****)	(30.000)	(30.000)
Opsiyonel Yatırımlar		
Gübre Kurutma Tesisi Anahtar Teslim Fiyatı (Opsiyonel)	525.000	475.000
Sıvı Gübre Arıtma Sistemi Anahtar Teslim Fiyatı (Opsiyonel)	750.000	500.000
Kum Ayırma Sistemi Anahtar Teslim Fiyatı (Opsiyonel)	100.000	100.000
Opsiyonel Yatırım Toplamı	1.375.000	1.075.000
Toplam Yatırım	5.675.000	4.722.500

Açıklamalar:

- (*) Yatırımcı tarafından yaptırılacak ve takip edilecek işler olup genel fiyatlardır.
- (**) Tesis lokasyonu ile Enerji Nakil Hattı arasındaki mesafeye göre fiyat değişebilir.
- (***) Tesiste Lisanslı Üretim yapılacağı varsayılmıştır.
- (****) Lisanslı kurulumda Dağıtım Şirketi bu bedeli geri ödemektedir.
- Biyogaz Tesisinin kurulacağı zeminde iyileştirme gerekmediği varsayılmıştır.
- Fiyatlara KDV dâhil değildir. (Kurulan tesis Gümrük Vergisi ve KDV muafiyetinden faydalanabilir)

4.2 Yatırımın Geri Dönüş Süresi

Çalışma sonucunda Elâzığ ili Merkez ilçede 2.134 kW kapasiteli Tesis 1 ve Karakoçan ilçesinde 1.400 kW kapasiteli Tesis 2'nin kurulmasının uygun olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Kurulacak bu tesisler ile bölgede oluşan atıklar bertaraf edilirken enerji üretimi gerçekleşecektir. Üretilen enerjinin devlet tarafından desteklenen fiyattan alınması, tesisin ticari olarak kaygı duymadan çalışabileceğinin göstergesidir.

Tesis 1 ve Tesis 2 FAVÖK tablosunda da görüldüğü gibi kredi kullanımında tesisin geri dönüş yılı 5 - 7 yıl arasında olmaktadır. Yatırımların bu kadar kısa sürede geri dönmesi bu yatırımların uygulanabilir olduğunun göstergesidir.

Elâzığ ilinde kurulacak biyogaz tesisleri istihdamı artıracaktır. Üretim sonucunda elde edilen organik gübre ile tarımsal üretimde gözle görülür değişimler olacaktır.

Tesis Yıllık Giderleri

Tablo 33: Tesis Maliyet Analizi

Biyogaz Tesisi Yıllık Harcama Alt Kırımları

	Tesis 1 2.134 kW	Tesis 2 1.400 kW	NOTLAR
Kurulu kapasite (kW)	2.134	1.400	Planlanan Tesis Kapasitesi
Kapasite (kW)	2.020	1.370	Üretilcek Kapasite
Kapasite Kullanım	93,5%		Bakım günleri ve atık tedariki kesintileri dikkate alınmıştır.
Emre amadelik (saat/yıl)	8.191		Tesisin yıllık çalışma saati
Hat/Trafo/İletim Kaybı	98,5%		Hat kaybı göz ardı edilmiştir, trafo kaybı dikkate alınmıştır
Tesis iç kullanımı sonrası net elektrik üretimi	94,0%		Kojen. tesisi içsel elektrik kullanımı
Elektrik teşvik satış fiyatı (usd cent-kwh)	13,3		YEKDEM ücreti
YEKDEM ücretinin Euro - Dolar Paritesi	11,6		Euro çent - kWh
Motor ve diğer donanım bakım giderleri EUR	86.480		Yıllık tahmini bakım gideri
Dağıtım Giderleri (Sistem Kullanım Bedeli, EUR)	45.208	50.955	Dağıtım şirketinin tahsil ettiği ücret

Tesis Personel Maliyet Analizi

Personel Sayısı			NOTLAR
Teknisyen	4	3	3 vardiya
Diğer	3	2	2 vardiya
Teknisyen	1.382	1.382	Aylık brüt maaş
Diğer	957	957	Aylık brüt maaş
Toplam	100.781	72.716	
Sigorta	32.250	27.356	Yatırım tutarının %0,75'idir.
Lojistik	85.000	130.000	EUR/yıl

SPV Genel Giderleri	Yıllık EUR	Personel giderleridir.
Genel giderler	27.804	
Denetim masrafları	4.325	
GK masrafları	2.500	
EPDK Yıllık Lisans Bedeli	100	
Toplam	37.729	
	Tesis 1 Tesis 2 2.134 kW 1.400 kW	NOTLAR
SPV Yönetim Giderleri	Yıllık EUR	
İşletme yönetim ücreti	75.000	Kurulum firmasının proses ve işletme takibi, atık yönetimi, tedarik, AR-GE ve iş geliştirme hizmetleri.
İşletme masrafları	4.286	
Toplam	79.286	

Tasarımı Yapılan Biyogaz Tesisinin Yıllık Giderleri

Toplam Tesis Giderleri EUR	Tesis 1 2.134 kW	Tesis 2 1.400 kW	Açıklama
Motor ve diğer donanım bakım giderleri	86.480		Yıllık tahmini bakım gideri
Dağıtım Giderleri	45.208	50.955	Sistem Kullanım Bedeli
Personel Giderleri	100.781	72.716	Yıllık Personel Brüt Maaşları
Sigorta	32.250	27.356	Yatırım tutarının %0,75'i alınmıştır
Lojistik	130.000	85.000	Tesis getirilecek atıkların yıllık taşıma bedeli
SPV Genel Giderleri	37.729		Tesis Genel Giderleri
SPV Yönetim Giderleri	79.286		Tesis Yönetim Giderleri
Toplam	511.000	439.522	Tesisin Yıllık Giderleri

Tesis İç Verim Hesabı**Tablo 34: Kredi ve Öz Sermaye ile Tesis Geri Ödemesi**

FAVÖK (EBITDA) - Öz Sermaye			
	Yıllık EUR		Açıklama
	Tesis 1 2.134 kW	Tesis 2 1.400 kW	
Tesis Yıllık Elektrik Üretim Bedeli	1.766.193	1.197.821	Tesisin Yıllık Elektrik Üretim Bedeli
Tesis Yıllık Giderleri	511.000	439.522	Tesis Yıllık Çalışma Harcamaları
Tesis Yıllık Net Kazancı	1.255.193	758.299	Yıllık Net Kâr
Tesis Kurulum Ücreti	5.675.000	4.722.500	Tesis Toplam Ücreti - Öz Sermaye
Yatırım Geri Dönüş Yılı	4,52	6,23	Tesis Geri Dönüş Yılı
İç Verim Oranı (IRR)	22,1 %	16%	İç Verim

FAVÖK (EBITDA) - Kredi			
	Yıllık EUR		Açıklama
	Tesis 1 2.134 kW	Tesis 2 1.400 kW	
Tesis Yıllık Elektrik Üretimi	1.766.193	1.197.821	Tesisin Yıllık Elektrik Üretim Bedeli
Tesis Yıllık Giderleri	511.000	439.522	Tesis Yıllık Çalışma Harcamaları
Tesis Yıllık Net Kazancı	1.255.193	758.299	Yıllık Net Kâr
Tesis Kurulum Ücreti			
Öz Sermaye	1.418.750	1.180.500	%25 Sermaye
Kredi	4.256.250	3.541.500	%75 Kredi
Kredi Faizi	1.064.062	885.375	%5 Faiz (2 yıl ödemesiz 8 yıl geri ödemeli toplam 10 yıl)
Toplam	6.739.062	5.607.375	
Yatırım Geri Dönüş Yılı	5,37	7,39	Tesis Geri Dönüş Yılı
İç Verim Oranı (IRR)	18,6%	13,5 %	İç Verim

5 ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİ ANALİZİ

Türkiye'deki depolama sahalarının çok büyük bir kısmı, kentsel ve endüstriyel atıkların kontrolsüz bir şekilde birlikte depo edildiği alanlardır. Hiçbir ön işlem uygulanmadan kontrolsüz alanlara depolama, Türkiye'de atığın zararlarını önlemek için uygulanan en yaygın bertaraf yöntemidir. Çevresel etkilere bakılmaksızın, atık genelde, ortaya çıktığı alana yakın bir yere depolanır. Çoğu depolama sahasında atıkların depolanmasına ilişkin bir plan yoktur ve atıklar herhangi bir sıkıştırma ya da restorasyon yöntemi olmaksızın düzensiz bir şekilde depolanırlar. Sahalar nadiren evcil hayvan girişlerini önleyen

korkuluklarla çevrilidirler. Koku ve atık yakmadan kaynaklı zararlı duman ile zehirli sızıntı suyundan dolayı yer altı su rezervlerinin kirlenmesi, en büyük problemlerdir. Çöp alanlarında yangınlar ve çökmeler ise genel karşılaşılan bir durumdur. Sadece çok az sayıda depo sahası modern depolama sahalarının sahip olması gereken temel özelliklere sahiptir (8).

Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik 05 Temmuz 2008 tarihli Resmi Gazete ile duyurulmuştur. Yönetmeliğin asıl amacı atığın üretiminden bertarafına kadar olan süre içindeki zararlı etkilerinden korunmaktır. Biyokütleyle ilişkin düzenlemeler bu yönetmeliğe dâhil edilmemiştir (8).

Çevre Kanunu'na göre, ilgili kanunun ihlali, çevre kirliliğine yol açabilecek her türlü eylem ve aktivite yasaktır. Kanundaki tanımına göre belediye atığı, insan faaliyetlerinden kaynaklı, normalde katı halde bulunan, gereksiz veya istenmeyen her türlü atığı kapsar. Konutlardan, işletmelerden, fabrikalardan, parklardan ve sokaklardan ortaya çıkmış her türlü atık, belediye atığı tanımlamasına girer (8).

Çevre Kanunu'nda belediye atık yönetimi için mümkün olan en iyi yöntemle alakalı herhangi bir fikir birliği bulunmamaktadır. Bu nedenle, 1991 yılında katı atıkların toplanması, depolanması, taşınması ve bertaraf yöntemlerine ilişkin bilgileri içeren Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre, belediyeler katı atıkların toplanmasından, depolanmasından, taşınmasından ve bertaraf yöntemlerinden bizzat sorumludurlar. Katı atık depolama sahalarına giden, biyolojik olarak parçalanabilir atıkların miktarlarının azaltılmasına dair herhangi bir hedef, bu yönetmelikte belirtilmemiştir (8).

Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde son değişiklik, 05 Nisan 2010 tarihinde yapılmıştır. Yapılan son değişikliğin amacı, atığın direkt veya dolaylı olarak çevreye temasının engellenmesi ve atık yönetimidir. Bu değişiklik yakma ve kompostlama işlemlerini, atığın bertaraf yöntemleri olarak önermektedir (8).

Büyükbaş ve kanatlı dışkılarından kaynaklı koku emisyonları, 03 Temmuz 2009 tarihinde yayımlanan Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nde düzenlenmiştir. Fakat 20 Aralık 2014'te bu yönetmeliği değiştiren Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik yayımlanmıştır. Tarımsal aktiviteler (hayvan Atıkları ve bitki artıkları) sonucu oluşan atık, eğer yakıt olarak kullanılmak isteniyorsa, gerekli düzenlemeler yapılmalıdır (8). Bu düzenleme, 10 Ekim 2015 tarihinde yayımlanan Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Tebliği ile yapılmıştır.

Gübre Yönetmelikleri

Türkiye'de sıvı gübre genel olarak su ortamına deşarj edilmektedir, sıvı gübrenin tarımda kullanılmasına dair herhangi bir anlayış bulunmamaktadır. Bazı durumlarda, katı hayvan dışkıları gübre olarak kullanılmakta olsa da, genelde, dışkıları boş arazilere serilmekte veya özellikle küçük kasabalarda ısınma ihtiyaçlarının karşılanması için yakılmaktadır (8).

İnsan Tüketimi Amacıyla Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünler Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik içinde hayvan atıklarına ilişkin düzenleme 24 Aralık 2011 tarihinde 28152 sayı ile Resmi Gazete'de yayımlanmıştır.

Şu ana kadar, sıvı gübrenin depolanmasına ve kullanımına dair herhangi bir yönetmelik yayımlanmamıştır. Bu nedenle, şu anki şartlar altında sıvı gübrenin tarımda kullanımı söz konusu değildir ve sıvı gübrenin mevcut kullanım ve depolama yöntemleri, önemli çevresel problemlere sebep olmaktadır. Nitrat döngüsünün de kapatılabilmesi için sürdürülebilir gübre yönetim sistemine sahip olmak önemlidir (8).

Organik bitkisel üretim için, toplam organik gübre kullanımının 170 kg/N/ha/yıl değerini geçmemesi gerekmektedir. Gübre depolama sahaları için belirlenmiş geçirimsizliği sağlama amaçlı standartlar mevcuttur (8).

Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik 30341 numaralı resmi gazete ile 23 Şubat 2018 tarihinde yayımlanmıştır.

Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü

25.11.2014 tarih ve 29186 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği’ne göre “Günlük kapasitesi 100 ton ve üzeri hayvan yetiştiriciliğinden kaynaklı dışkıların yakıldığı, geri kazanıldığı ve/veya bertaraf edildiği tesisler” Çevresel Etki Değerlendirmesi Uygulanacak Projeler Listesi’nde yer almakta olup bu tesisler için ÇED raporu alma zorunluğu vardır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Tebliği’nde belirtilen fiziksel ve organizasyonel şartların yerine getirilmesi gerekmektedir. Tebliğe göre biyogaz tesisleri, Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği’ne göre çevre lisansı almaları zorunludur. Buna göre işletme çevre birimi kuracak veya çevre denetim bürolarından hizmet alacaktır.

KAYNAKLAR

- (1) Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21507#>, Veri alma tarihi 16.08.2020
- (2) Seçilmiş Göstergelerle Elâzığ 2013, TÜİK, Syf. XIII, Eylül 2014.
- (3) Elâzığ'da Tarım, Elâzığ İlinin Tarımsal Potansiyeli, Sorunları ve Çözüm Önerileri, T.C. Elâzığ İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. Elâzığ-2013.
- (4) Elâzığ İli Uzun Yıllar (1950-2014) Ortalama İklim Verileri. 08.02.2016 (<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ELAZIG#sfB>)
- (5) Elâzığ İli Yıllık Toplam Yağış Verileri. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 08.02.2016. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx?m=elazig#sfB>
- (6) 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, <https://www.mevzuat.gov.tr/>. Veri Alma Tarihi: 14.08.2020
- (7) Biyogaz Yenilenebilir Enerjisi, <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx> . Veri Alma Tarihi: 11.08.2020
- (8) Türkiye'de Biyogaz Yatırımları için Gerekli Koşulların ve Potansiyelin Değerlendirilmesi. Yazar: DBFZ - Deutsches Biomasse Forschungs Zentrum gemeinnützige GmbH, Torgauer StraBe 116, 04347 Leipzig. Çeviri: Funda Cansu Ertem. Aralık, 2011
- (9) Elektrik Enerjisi (GTİP 271600) 2015-2019 Arası Dış Ticaret İstatistikleri, TÜİK Veritabanı, www.tuik.gov.tr. Veri alma tarihi: 10.08.2020
- (10) Hayvansal Üretim İstatistikleri TÜİK Veritabanı, www.tuik.gov.tr . Veri alma tarihi: 10.08.2020
- (11) Hayvansal Üretim İstatistikleri, TÜİK Veritabanı, www.tuik.gov.tr. Veri alma tarihi: 21.08.2020
- (12) TEİAŞ Elektrik Üretim İstatistikleri, <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>. Veri alma tarihi: 18.08.2020
- (13) Hayvansal/bitkisel gübreler (GTİP310100) 2015-2019 Arası Dış Ticaret İstatistikleri, TÜİK Veritabanı, www.tuik.gov.tr. Veri alma tarihi: 14.08.2020
- (14) Başlıca Biyokütle Kaynakları, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-biyokutle>. Veri alma tarihi: 20.08.2020
- (15) BEPA Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası, <https://bepa.enerji.gov.tr/> . Veri alma tarihi: 20.08.2020
- (16) Hayvansal Üretim İstatistikleri, TÜİK Veritabanı, www.tuik.gov.tr . Veri alma tarihi: 19.08.2020
- (17) Elâzığ İli Gıda, tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, Elâzığ İli 2015 Yılı Tarım Brifingi
- (18) Süzer, S. ve Yıldız, O. (2006). Sığır Gübresi ve Peynir Altı Suyu Karışımlarından Biyogaz Üretimi

Üzerine Bir Araştırma. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2006, 19(2), 179-183. Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

(19) Özcan, M., Öztürk, S. ve Yıldırım M. (2011). Türkiye'nin Farklı Kaynak Tiplerine Göre Biyogaz Potansiyellerinin Belirlenmesi. Ocak, 2011. Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

(20) Üçgöl, İ. ve Akgöl, G. (2010). Biyokütle Teknolojisi, Yekanim Dergisi, 1(1), 2010, 3- 11. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi, Isparta.

(21) SERKA (2015). Yeşil Enerji Kaynakları Sektör Raporu. Ocak, 2015, T.C. Serhat Kalkınma Ajansı, Kars.

(22) Karakuz, S. (2015). Yenilenebilir Enerji Kaynağı Biyogaz, Biyogazın Güncel Durumu. Kocaeli Üniversitesi Sunumu - 15.05.2015. Schmack Biogas GmbH - Türkiye Koordinatörü. Kocaeli.

Ek-1: Fizibilite Çalışması için Gerekli Olabilecek Analizler

Yatırımcı tarafından hazırlanacak detaylı fizibilitede, aşağıda yer alan analizlerin asgari düzeyde yapılması ve makine-teçhizat listesinin hazırlanması önerilmektedir.

- **Ekonomik Kapasite Kullanım Oranı (KKO)**

Sektörün mevcut durumu ile önümüzdeki dönem için sektörde beklenen gelişmeler, firmanın rekabet gücü, sektördeki deneyimi, faaliyete geçtikten sonra hedeflediği üretim-satış rakamları dikkate alınarak hesaplanan ekonomik kapasite kullanım oranları tahmini tesis işletmeye geçtikten sonraki beş yıl için yapılabilir.

Ekonomik KKO= Öngörülen Yıllık Üretim Miktarı / Teknik Kapasite

- **Üretim Akım Şeması**

Fizibilite konusu ürünün bir birim üretilmesi için gereken hammadde, yardımcı madde miktarları ile üretimle ilgili diğer prosesleri içeren akım şeması hazırlanacaktır.

- **İş Akış Şeması**

Fizibilite kapsamında kurulacak tesisin birimlerinde gerçekleştirilecek faaliyetleri tanımlayan iş akış şeması hazırlanabilir.

- **Toplam Yatırım Tutarı**

Yatırım tutarını oluşturan harcama kalemleri yıllara sari olarak tablo formatında hazırlanabilir.

- **Tesis İşletme Gelir-Gider Hesabı**

Tesis işletmeye geçtikten sonra tam kapasitede oluşturması öngörülen yıllık gelir gider hesabına yönelik tablolar hazırlanabilir.

- **İşletme Sermayesi**

İşletmelerin günlük işletme faaliyetlerini yürütebilmeleri bakımından gerekli olan nakit ve benzeri varlıklar ile bir yıl içinde nakde dönüşebilecek varlıklara dair tahmini tutarlar tablo formunda gösterilebilir.

- **Finansman Kaynakları**

Yatırım için gerekli olan finansal kaynaklar; kısa vadeli yabancı kaynaklar, uzun vadeli yabancı kaynaklar ve öz kaynakların toplamından oluşmaktadır. Söz konusu finansal kaynaklara ilişkin koşullar ve maliyetler belirtilebilir.

- **Yatırımın Kârlılığı**

Yatırımı değerlendirmede en önemli yöntemlerden olan yatırımın kârlılığının ölçümü aşağıdaki formül ile gerçekleştirilebilir.

Yatırımın Kârlılığı= Net Kâr / Toplam Yatırım Tutarı

- **Nakit Akım Tablosu**

Yıllar itibariyle yatırımda oluşması öngörülen nakit akışını gözlemek amacıyla tablo hazırlanabilir.

- **Geri Ödeme Dönemi Yöntemi**

Geri Ödeme Dönemi Yöntemi kullanılarak hangi dönem yatırımın amorti edildiği hesaplanabilir.

- **Net Bugünkü Değer Analizi**

Projenin uygulanabilir olması için, yıllar itibariyle nakit akışlarının belirli bir indirgeme oranı ile bugünkü değerinin bulunarak, bulunan tutardan yatırım giderinin çıkarılmasıyla oluşan rakamın sıfıra eşit veya büyük olması gerekmektedir. Analiz yapılırken kullanılacak formül aşağıda yer almaktadır.

$$NBD = \sum_{t=0}^Z (NA_t / (1-k)^t)$$

NA_t : t. Dönemdeki Nakit Akışı

k: Faiz Oranı

n: Yatırımın Kapsadığı Dönem Sayısı

- **Cari Oran**

Cari Oran, yatırımın kısa vadeli borç ödeyebilme gücünü ölçer. Cari oranın 1,5-2 civarında olması yeterli kabul edilmektedir. Formülü aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Cari Oran} = \frac{\text{Dönen Varlıklar}}{\text{Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar}}$$

Likidite Oranı, yatırımın bir yıl içinde stoklarını satamaması durumunda bir yıl içinde nakde dönüşebilecek diğer varlıklarıyla kısa vadeli borçlarını karşılayabilme gücünü gösterir. Likidite Oranının 1 olması yeterli kabul edilmektedir. Formülü aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Likidite Oranı} = \frac{(\text{Dönen Varlıklar} - \text{Stoklar})}{\text{Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar}}$$

Söz konusu iki oran, yukarıdaki formüller kullanılmak suretiyle bu bölümde hesaplanabilir.

- **Başabaş Noktası**

Başabaş noktası, bir firmanın hiçbir kar elde etmeden, zararlarını karşılayabildiği noktayı/seviyeyi belirtir. Diğer bir açıdan ise bir firmanın, giderlerini karşılayabildiği nokta da denilebilir. Başabaş noktası birim fiyat, birim değişken gider ve sabit giderler ile hesaplanır. Ayrıca sadece sabit giderler ve katkı payı ile de hesaplanabilir.

$$\text{Başabaş Noktası} = \frac{\text{Sabit Giderler}}{(\text{Birim Fiyat} - \text{Birim Değişken Gider})}$$

Ek-2: Yerli/İthal Makine-Teçhizat Listesi

İthal Makine / Teçhizat Adı	Miktarı	Birimi (Adet, kg, m ³ vb.)	F.O.B. Birim Fiyatı (\$)	Birim Maliyeti (KDV Hariç, TL)	Toplam Maliyet (KDV Hariç, TL)	İlgili Olduğu Faaliyet Adı

Yerli Makine / Teçhizat Adı	Miktarı	Birimi (Adet, kg, m ³ vb.)	Birim Maliyeti (KDV Hariç, TL)	Toplam Maliyeti (KDV Hariç, TL)	İlgili Olduğu Faaliyet Adı



Niyazi Mahallesi Buhara Caddesi No:195 Kat:1 (Malatya TSO Hizmet Binası 1. Kat) Battalgazi / MALATYA

Tel.: 444 53 52 / +90 422 212 87 98 - 99 - Faks: +90 422 212 87 97

E-Posta: info@fka.gov.tr | www.fka.gov.tr

ISBN

Kalkınma Ajansı Yayınları Bedelsizdir, Satılamaz