T.C. SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

SERKA KALKINMA AJANSI DEVELOPMENT AGENCY

ARDAHAN İLİ BİYOGAZ TESİSİ
Ön Fizibilite Raporu

T.C. SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

SERKA KALKINMA AJANSI DEVELOPMENT AGENCY

ARDAHAN İLİ BİYOGAZ TESİSİ

Ön Fizibilite Raporu

2020

EKİM

RAPORUN KAPSAMI

Bu ön fizibilite raporu, yatırım ortamının geliştirilmesi amacıyla Ardahan ilinde Biyogaz Tesisi kurulmasının uygunluğunu tespit etmek, yatırımcılarda yatırım fikri oluşturmak ve detaylı fizibilite çalışmalarına altlık oluşturmak üzere Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda faaliyet gösteren Serhat 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 Serhat Kalkınma Ajansı sorumlu tutulamaz.

Bu raporun tüm hakları Serhat Kalkınma Ajansına 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; Serhat 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

İÇİNDEKİLER 1
TABLOLAR 2
ŞEKİLLER 3
ARDAHAN İLİ BİYOGAZ SEKTÖRÜ ÖN FİZİBİLİTE RAPORU 4
1. YATIRIMIN KÜNYESİ 4
2. EKONOMİK ANALİZ 6
2.1 Sektörün Tanımı 6
2.2 Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler 6
2.2.1 Yatırım Teşvik Sistemi 6
2.2.2 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması 9
2.2.3 Diğer Destekler 10
2.3 Sektörün Profili 10
2.4 Dış Ticaret Ve Yurt İçi Talep 16
2.5 Üretim, Kapasite Ve Talep Tahmini 16
2.6 Girdi Piyasası 20
2.7 Pazar Ve Satış Analizi 21
3. TEKNİK ANALİZ 22
3.1 Kuruluş Yeri Seçimi 22
3.2 Üretim Teknolojisi 27
3.3 İnsan Kaynakları 32
4. FİNANSAL ANALİZ 34
4.1 Sabit Yatırım Tutarı 34
4.2 Yatırımın Geri Dönüş Süresi 35
5. ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİ ANALİZİ 38
Kaynakça 42

TABLOLAR

Tablo 1 Bölgesel Teşvik Uygulamalarında Sağlanan Destek Unsurları 8
Tablo 2 Biyogaz Bileşimi 10
Tablo 3 Çeşitli atık kaynaklarından elde edilebilecek biyogaz verimleri ve biyogazdaki metan miktarları 11
Tablo 4 Türkiye'de bulunan hayvansal kaynaklı biyogaz enerji santralleri.....13
Tablo 5 Birim Atık Oluşum Kabulleri 17
Tablo 6 İlçe Bazında Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Sayıları 17
Tablo 7 Ardahan İli Toplam Hayvansal Atık Oluşumu 17
Tablo 8 Erişilebilir Atık Miktarı 18
Tablo 9 Katı Madde ve Uçucu Katı Madde Miktarları 19
Tablo 10 Ardahan İli Toplam Biyogaz Üretim Potansiyeli.....19
Tablo 11 Enerji Hesaplarında Yapılan Kabuller (DBZF, 2011) 19
Tablo 12 Toplam Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyeli 20
Tablo 13 Birim Atık Oluşum Kabulleri 22
Tablo 14 İlçe Bazında Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Sayıları 23
Tablo 15 İlçe Bazında Atık Oluşum Miktarları (ton/yıl) 23
Tablo 16 İlçe Bazında Erişilebilir Atık Miktarı (ton/yıl) 23
Tablo 17 Katı Madde ve Uçucu Katı Madde Miktarları 24
Tablo 18 Ardahan İli İlçe Bazında Toplam Biyogaz Üretim Potansiyeli 25
Tablo 19 Enerji Hesaplarında Yapılan Kabuller (DBZF, 2011) 26
Tablo 20 Toplam Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyeli 26
Tablo 21 İlçelerin Merkeze Mesafeleri 27
Tablo 22 Ardahan Nüfusunun Eğitim Kademelerine Göre Durumu 32
Tablo 23 Çalışma Çağındaki Nüfus (15-65 yaş arası) İstatistikleri ve Bu İstatistiğin Ardahan Nüfusuna Oranı 33
Tablo 24 Genç Nüfus İstatistikleri ve Bu İstatistiğin Çalışma Çağındaki Nüfusa Oranı.....33
Tablo 25 Yıllık Personel Giderleri 33
Tablo 26 İnşaat İşleri Maliyet Tablosu 34
Tablo 27 Makine Ekipman Fiyatlandırması 35
Tablo 28 Sabit Yatırım Giderleri 35
Tablo 29 Bakım Onarım Giderleri 36
Tablo 30 Giderler Toplamı 37
Tablo 31 Gelir Gider Dengesi 37

ŞEKİLLER

Şekil 1 Biyokütle Santrallerinin Yıllara Göre Kurulu Güç Kapasiteleri (EPDK ve EMO) 14
Şekil 2 Biyokütle Santrallerinin Üretim Miktarları (EPDK ve EMO) 14
Şekil 3 En çok süt sığırı bulunan iller 15
Şekil 4 En çok süt sığırı bulunan ilçeler 15
Şekil 5 Elektrik İthalat ve İhracat Miktarı (EPDK) 16
Şekil 6 Atık yüklemede kullanılabilecek örnek bir araç.....21
Şekil 7 Atık taşımada kullanılabilecek örnek bir araç 21
Şekil 8 İlçelerin Potansiyel Kurulu Güç Potansiyelleri 26
Şekil 9 Biyogaz Üretim Süreci 28
Şekil 10 Biyogaz Tesisi Şeması.....29
Şekil 11 Elektrik üretimine yönelik modern bir biyogaz tesisi akış şeması.....31

ARDAHAN İLİ BİYOGAZ SEKTÖRÜ ÖN FİZİBİLİTE RAPORU

1. YATIRIMIN KÜNYESİ

Yatırım Konusu	Ardahan İli Biyogaz Sektörü Ön Fizibilite Raporu	
Üretilecek Ürün/Hizmet	Elektrik Enerjisi	
Yatırım Yeri (İl – İlçe)	Ardahan- Merkez	
Tesisin Teknik Kapasitesi	2 MW	
Sabit Yatırım Tutarı	6.620.158 USD	
Yatırım Süresi	1 Yıl	
Sektörün Kapasite Kullanım Oranı	%100	
İstihdam Kapasitesi	17	
Yatırımın Geri Dönüş Süresi	6,56 Yıl	
İlgili NACE Kodu (Rev. 3)	35.11.19 Elektrik Enerjisi Üretimi	
İlgili GTİP Numarası	271600000000 Elektrik Enerjisi	
Yatırımın Hedef Ülkesi	Türkiye	
Yatırımın Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına* Etkisi	Doğrudan Etki	Dolaylı Etki
	Amaç 7: Erişilebilir ve Temiz Enerji **Amaç 9:** Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı **Amaç 11:** Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar	**Amaç 3**: Sağlık ve Kaliteli Yaşam **Amaç 6**: Temiz Su ve Sanitasyon **Amaç 12**: Sorumlu Üretim ve Tüketim
Diğer İlgili Hususlar	YEKDEM kapsamındaki destekler 5346 sayılı YEK Kanunu'nun yürürlük tarihi olan 18/5/2005 tarihinden 31/12/2020 tarihine kadar işletmeye girmiş ya da girecek olan ve bu Kanun kapsamında yer alan üretim tesislerine 10 yıl süre ile uygulanır. Önümüzdeki yıllar için YEKDEM'in süresinin uzatılıp uzatılmayacağı belirsizdir.	

Subject of the Project	Ardahan Province Biogas Sector Pre-Feasibility Report	
Information about the Product/Service	Electric Energy	
Investment Location (Province-District)	Ardahan Province – Central District	
Technical Capacity of the Facility	2 MW	
Fixed Investment Cost (USD)	6.620.158 USD	
Investment Period	1 Year	
Economic Capacity Utilization Rate of the Sector	%100	
Employment Capacity	17	
Payback Period of Investment	6,56 Years	
NACE Code of the Product/Service (Rev.3)	35.11.19 Production of Electricity	
Harmonized Code (HS) of the Product/Service	271600000000 Electric Energy	
Target Country of Investment	Turkey	
Impact of the Investment on Sustainable Development Goals*	Direct Effect	Indirect Effect
	Goal 7: Affordable and Clean Energy **Goal 9:** Industry, Innovation and Infrastructure **Goal 11:** Sustainable Cities and Communities	**Goal 3:** Good Health and Well Being **Goal 6:** Clean Water and Sanitation **Goal 12:** Responsible Consumption and Production
Other Related Issues	Supports within the scope of YEKDEM (Renewable Energy Resources Support Mechanism) are applied for a period of 10 years to facilities that have been started operation or will be start operation from 18/5/2005 to 31/12/2020 and are covered by the Renewable Energy Law No:5346. It is unclear whether YEKDEM will be extended for the coming years.	

2. EKONOMİK ANALİZ

2.1 Sektörün Tanımı

Biyogaz, biyokütlenin anaerobik çürüme ile oksijensiz ortamda işlenmesi sonucunda elde edilen yanıcı bir gazdır. Biyogaz, yanıcı diğer gazlardan farklı olarak sadece hayvansal veya bitkisel gibi organik hammaddelerden elde edilmektedir. Biyolojik atıklar, gıda sanayii kaynaklı organik atıklar, mısır veya şeker pancarı gibi enerji bitkileri ile hayvan besiciliğinde oluşan hayvansal dışkılar biyogaz tesislerinde hammadde olarak kullanılabilir. İçerdiği metan gazı, biyogazın ısıl değerini oluşturan ana maddedir. Metan, karbondioksite göre 23 kat daha fazla sera etkisine neden olur. Bu bakımdan hayvansal, bitkisel ve endüstriyel atıklardan biyogaz elde edilmesi, ekonomik getirisinin yanı sıra çevreci bir yaklaşıma da sahiptir.

Doğalgaz ile kullanım alanları hemen hemen aynı olan biyogaz, çok yönlü bir enerji kaynağı olarak doğrudan ısıtma ve aydınlatma amacıyla kullanıldığı gibi, elektrik enerjisine ve mekanik enerjiye çevrilerek kullanımı da (gaz türbini-jeneratör, kojenerasyon, yakıt pilleri) mümkün olmaktadır. Eğer bu gaz sıkıştırılırsa tıpkı sıkıştırılmış doğalgaz (CNG) olarak motorlu araçlarda yakıt olarak da kullanılabilmektedir. Ayrıca biyogaz üretimi sonucu ortaya çıkan yan ürünler de çeşitli amaçlarla kullanılabilmektedir. Öngörülen tesiste elde edilen biyogaz ile elektrik enerjisi elde edilmesi planlanmıştır.

Bu değerlendirme kapsamında ürünün;

NACE KODLARI:

35.11.19 Elektrik Enerjisi Üretimi

GTİP NUMARALARI:

271600000000 Elektrik enerjisi

2.2 Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler

Sektöre yönelik sağlanan devlet destekleri aşağıda yer alacaktır. Konu ile ilgili güncel veriler, ilgili kurumlardan temin edilecektir.

2.2.1 Yatırım Teşvik Sistemi

15/06/2012 tarih ve 2012/3305 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile “Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar” yürürlüğe girmiş; Kararın uygulanmasına ilişkin usul ve esaslar da 2012/1 sayılı Tebliğ ile belirlenmiştir. Türkiye'nin 2023 vizyonu ile üretim ve ihracat odaklı büyüme stratejisi bakımından büyük önem taşıyan Yatırım Teşvik Sistemi, kalkınma planları ve yıllık programlarda öngörülen hedeflere uygun olarak;

- Tasarrufları katma değeri yüksek yatırımlara yönlendirmek,
- Üretimi ve istihdamı artırmak,
- Uluslararası rekabet gücünü artıracak ve araştırma-geliştirme içeriği yüksek büyük ölçekli yatırımlar ile stratejik yatırımları özendirmek,
- Uluslararası doğrudan yatırımları artırmak,
- Uluslararası doğrudan yatırımları artırmak,
- Bölgesel gelişmişlik farklılıklarını azaltmak,
- Kümelenme ve çevre korumaya yönelik yatırımları özendirmek, amaçlarını gerçekleştirmeyi hedeflemektedir.

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Yatırım Teşvik Sistemine göre kurulacak olan biyogaz tesisi asgari 5 milyon TL olması şartı ile Öncelikli Yatırımlar arasında bulunmaktadır. Ülkemizin ihtiyaçları doğrultusunda, tespit edilen alanlarda yapılacak olan yatırımlar, öncelikli yatırımlar olarak belirlenmiş ve bu yatırımlara 1. 2. 3. ve 4. Bölgelerde gerçekleştirilmiş olsalar dahi 5. Bölgede uygulanan destekler sağlanmıştır. Bu yatırımlara, 5. ve 6. Bölgede gerçekleştirilmeleri halinde ise kendi bölgelerinde uygulanan destekler sağlanmaktadır.

Ardahan ili 6. Bölgede yer alması sebebi ile öncelikli yatırım koşulu olan yatırımın 5 milyon TL olmasına gerek kalmaksızın asgari 500.000 TL yatırım şartı ile aşağıda açıklanan 6. Bölge teşvikleri uygulanmaktadır.

Teşvik Unsurları;

- **Gümrük Vergisi Muafiyeti:**

Teşvik belgesi kapsamında yurt dışından temin edilecek yatırım malı makine ve teçhizat için gümrük vergisinin ödenmemesi şeklinde uygulanır.

- **Katma Değer Vergisi İstisnası:**

Teşvik belgesi kapsamında yurt içinden ve yurt dışından temin edilecek yatırım malı makine ve teçhizat ile belge kapsamındaki yazılım ve gayri maddi hak satış ve kiralamaları için katma değer vergisinin ödenmemesi şeklinde uygulanır.

- **Gelir Vergisi Stopajı Desteği:**

Teşvik belgesi kapsamı yatırımla sağlanan ilave istihdam için ödenmesi gereken gelir vergisi stopajının asgari ücrete tekabül eden kısmının 10 yıl süreyle terkin edilmesidir. 6. bölgede gerçekleştirilecek yatırımlar için düzenlenen teşvik belgelerinde öngörülür.

- **Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği:**

Teşvik belgesi kapsamı yatırımla sağlanan ilave istihdam için ödenmesi gereken sigorta primi işveren hissesinin asgari ücrete tekabül eden kısmının OSB Dışında olması durumunda 10 yıl, OSB içerisinde olması durumunda 12 yıl süreyle Bakanlıkça karşılanmasıdır.

- **Vergi İndirimi:**

Gelir veya kurumlar vergisinin, yatırım için öngörülen katkı tutarına ulaşıncaya kadar, indirimli olarak uygulanmasıdır. Öngörülen katkı oranı 6. Bölge için OSB dışında olması durumunda %50, OSB içinde olması durumunda %55 olarak belirlenmiştir.

- **Yatırım Yeri Tahsisi:**

Teşvik Belgesi düzenlenmiş yatırımlar için Maliye Bakanlığınca belirlenen usul ve esaslar çerçevesinde yatırım yeri tahsis edilmesidir.

- **Faiz-Kâr Payı Desteği:**

Faiz veya Kar Payı Desteği, teşvik belgesi kapsamında kullanılan en az bir yıl vadeli yatırım kredileri için sağlanan bir finansman desteği olup, teşvik belgesinde kayıtlı sabit yatırım tutarının %70'ine kadar kullanılan krediye ilişkin ödenecek faizin veya kâr payının belli bir kısmının Bakanlıkça karşılanmasıdır.

6. Bölge için faiz veya kâr payı desteği iç kredilerde 7 puan, Döviz/Dövize Endeksli Kredilerde 2 puan olarak belirlenmiştir.

- **Sigorta Primi Desteği:**

Teşvik belgesi kapsamı yatırımla sağlanan ilave istihdam için ödenmesi gereken sigorta primi işçi hissesinin asgari ücrete tekabül eden kısmının 10 yıl süreyle Bakanlıkça karşılanmasıdır. 6. bölgede gerçekleştirilecek bölgesel ve stratejik yatırımlar için düzenlenen teşvik belgelerinde öngörülür.

Tablo 1 Bölgesel Teşvik Uygulamalarında Sağlanan Destek Unsurları

Destek Unsurları			BÖLGELER					
			I	II	III	IV	V	VI
KDV İstisnası			VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR
Gümrük Vergisi Muafiyeti			VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR
Vergi İndirimi	Yatırıma Katkı Oranı (%)	OSB ve EB Dışı	15	20	25	30	40	50
		OSB ve EB İçi	20	25	30	40	50	55
Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği	Destek Süresi	OSB ve EB Dışı	2 yıl	3 yıl	5 yıl	6 yıl	7 yıl	10 yıl
		OSB ve EB İçi	3 yıl	5 yıl	6 yıl	7 yıl	10 yıl	12 yıl
Yatırım Yeri Tahsisi			VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR
Faiz veya Kâr Payı Desteği	İç Kredi		YOK	YOK	3 Puan	4 Puan	5 Puan	7 Puan
	Döviz/Dövize Endeksli Kredi				1 Puan	1 Puan	2 Puan	2 Puan
Sigorta Primi (İşçi Hissesi) Desteği			YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	10 Yıl
Gelir Vergisi Stopajı Desteği			YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	10 Yıl

Desteklerden Yararlanma Koşulları:

Yatırım Teşvik Sistemi kapsamındaki uygulamalarla sağlanan desteklerden, her bir uygulamanın gerektirdiği koşulları sağlamak kaydı ile;

- Gerçek kişiler, adi ortaklıklar, sermaye şirketleri, birlikler, kooperatifler, iş ortaklıkları,
- Kamu kurum ve kuruluşları (genel ve özel bütçeli kurum ve kuruluşlar, il özel idareleri, belediyeler ve kamu iktisadi teşebbüsleri ile bunların sermaye bileşimindeki hisse oranları yüzde elliyi geçen kurum ve kuruluşlar),
- Kamu kuruluşu niteliğindeki meslek kuruluşları ve üniversiteler,
- Dernekler ve vakıflar,
- Yurt dışındaki yabancı şirketlerin Türkiye'deki şubeleri faydalanabilmektedir.

4875 sayılı Doğrudan Yabancı Yatırımlar Kanununa göre yabancı ülkelerin vatandaşlığına sahip olan gerçek kişiler ve/veya yabancı ülkelerin kanunlarına göre kurulmuş (şirketler gibi) tüzel kişiler tarafından Türkiye'de kurulan şirketler, Türk şirketi statüsünde oldukları için Yatırım Teşvik Programı kapsamındaki desteklerden yerli yatırımcılarla eşit koşullarda faydalanma hakkına sahiptir.

Dolayısıyla bu nitelikteki şirketler, yukarıda belirtilen "sermaye şirketleri" kapsamında değerlendirilmekte ve Yatırım Teşvik Programı'ndan faydalanmaktadır. Diğer taraftan, merkezleri Türkiye dışında bulunan yabancı şirketlerin Türk Ticaret Kanunu'na göre Türkiye'de kurdukları, şirket statüsünde olmayan "şubeler" de desteklerden faydalanabilecekler arasında yer almaktadır.

Türkiye'de yatırım yapmak isteyen yabancı bir gerçek kişi Türkiye'de kuracağı anonim veya limited şirketle; yurtdışında kurulmuş bir yabancı şirket ise yine Türkiye'de kuracağı anonim veya limited şirketle ya da şubeyle Yatırım Teşvik Programı'ndan faydalanmak üzere başvuruda bulunabilmektedir.

Yatırım Teşvik Belgesi Müracaatı:

Destek unsurlarından yararlanabilmek için yatırımcı adına yatırım teşvik belgesi düzenlenmesi gerekmekte olup, Bakanlık internet sitesinde bulunan Elektronik Teşvik Uygulama ve Yabancı Sermaye Bilgi Sistemi (E-TUYS) adlı web tabanlı uygulamaya giriş yapılarak yatırım teşvik belgesi müracaatı yapılabilmektedir.

Yatırım Teşvik Belgesi Alabilmek İçin Aranan Belgeler:

Teşvik belgesi düzenlenebilmesi için yapılacak müracaatlarda aşağıda belirtilen belgeler aranır:

- Kamu kurum ve kuruluşları tarafından yapılacak müracaatlar hariç olmak üzere, 31/05/2006 tarihli ve 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu uyarınca Türkiye genelinde Sosyal Güvenlik Kurumuna muaccel olmuş prim ve idari para cezası borçlarının bulunmadığına veya tecil ve/veya taksitlendirildiğine ya da yapılandırıldığına ve yapılandırmanın bozulmadığına dair Sosyal Güvenlik Kurumunun ilgili birimlerinden alınacak yazı veya Kurumun elektronik bilgi iletişim ortamından alınacak barkotlu çıktı.
- 03/10/2013 tarihli ve 28784 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği hükümlerine göre "Çevresel Etki Değerlendirmesi Olumlu Kararı" veya "Çevresel Etki Değerlendirmesi Gerekli Değildir Kararı" şartı aranması gereken yatırım konuları için Çevre ve Şehircilik Bakanlığından alınan Karar ve/veya Karara ilişkin yazı,
- Teşvik belgesi talebinde bulunulmadan önce yatırımın karakteristiğine bağlı olarak ilgili mevzuatı gereği diğer kamu kurum ve kuruluşlarından alınması gereken ve 2012/3305 sayılı Kararın EK2'sinde belirtilen bilgi ve belgeler.
- Stratejik yatırımlar için ayrıca, yatırım konusu ile ilgili olarak sektörel, mali ve teknik analizlerin yanında 10 uncu maddede belirtilen kriterlerin her birinin yerine getirildiğini tevsik eden bilgi, belge, hesap ve tabloları içeren fizibilite raporu.
- Yatırımın sektörüne, büyüklüğüne veya teşvik uygulamalarına bağlı olarak Genel Müdürlükçe talep edilebilecek diğer bilgi ve belgeler.

Başvuru ve Uygulama Usul ve Esasları:

Yatırımcıların, Yatırım Teşvik Programı kapsamındaki uygulamalar çerçevesinde desteklerden yararlanabilmek için resmi bir başvuruda bulunması gerekmektedir. Belirli usul ve esaslara dayalı olarak yapılacak başvurudan önce yatırımcılar Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Teşvik Uygulama ve Yabancı Sermaye Genel Müdürlüğü'nden projesinin hangi uygulama kapsamında desteklenebileceği konusunda bilgi alabilir veya teşvik kararını inceleyerek hangi uygulamaya dâhil olduklarını tayin edebilirler. Yatırımcıların projesi ile ilgili olarak aşağıda belirtilen konulara ilişkin bilgilere sahip olması, bu bilgi edinme sürecinin verimli bir şekilde yürütülebilmesine katkı sağlayacaktır:

- Proje için belirlenen yatırım yeri veya alternatif yatırım yerleri
- Yatırım projesinin sektörü
- Yatırım projesinin konusu, kapasitesi ve yaklaşık tutarı
- Stratejik yatırımlar için, üretilecek ürüne ilişkin yurt içi üretim kapasitesi ve ithalat verileri

2.2.2 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması

Biyokütle kapsamında değerlendirilen biyogaz tesisleri için en büyük destek 2005 yılında çıkarılan 5346 sayılı YEK Kanunu ile YEKDEM (Yenilenebilir enerji kaynaklarını destekleme mekanizması) mekanizmasıdır. YEKDEM ile amaç ülkemizdeki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinin sayısı artırarak, fosil yakıtlı çevreye zararlı üretim tesislerine olan ihtiyacı ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmaktır.

YEKDEM kapsamına giren ilgili üretim tesislerinin ürettikleri elektriğe, maksimum 10 yıl olacak şekilde, sabit bir fiyattan alım garantisi verilir. Tesislere uygulanacak bu fiyatlar YEK Kanunu ile belirlenmiş olup şu şekildedir; hidroelektrik ve rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesislerine 7.3 UScent/kWh,

jeotermal enerjisine dayalı üretim tesislerine 10.5 UScent/kWh, **biyokütle** ve güneş enerjisine dayalı üretim tesislerine **13.3 UScent/kWh.**

5346 sayılı YEK Kanunu'nun yürürlük tarihi olan 18/5/2005 tarihinden 31/12/2020 tarihine kadar işletmeye girmiş ya da girecek olan ve bu Kanun kapsamında yer alan üretim tesislerine 10 yıl süre ile uygulanır. Önümüzdeki yıllar için YEKDEM'in süresinin uzatılıp uzatılmayacağı belirsizdir.

2.2.3 Diğer Destekler

Biyogaz tesisleri için Tarımsal ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK) da 302 – Çiftlik Faaliyetlerinin Çeşitlendirilmesi ve İş Geliştirme tedbiri altında Yenilenebilir Enerji Yatırımlarına destek sağlamaktadır. Avrupa Birliği Katılım Öncesi Yardım Aracı Kırsal Kalkınma Bileşeni (IPARD) çerçevesinde hibe destek sağlayan TKDK, 5 MW kapasiteye kadar olan yenilenebilir enerji yatırımları desteklemekte olup 500.000 Avro üst yatırım limiti olarak belirlenmiştir. (2020 yılı dokuzuncu çağrı ilanı çerçevesinde Avro kuru 1 Avro = 7,2475 TL) Ardahan ilinde yapılacak yatırımlar için üst sınırı aşmamak kaydıyla %65 destek sağlanmaktadır.

2.3 Sektörün Profili

Biyokütle kaynaklarından elde edilen bir biyoyakıt türü olan biyogaz, hayvansal ve bitkisel kökenli organik atıkların, oksijensiz (anaerobik) ortamda mikroorganizmalar tarafından biyolojik parçalanması (fermantasyon) sonucunda ortaya çıkan renksiz, havadan hafif, parlak mavi bir alevle yanan bir gaz karışımıdır. Biyogaz, bataklık gazı veya gübre gazı olarak da bilinmektedir. Biyogaz düşük sıcaklıklarda (-164°C) sıvılaştırılabilmektedir. Bileşiminde kükürtlü bileşiklerin bulunması sebebiyle kokusu çürük yumurta kokusuna benzetilmektedir. Yanma sırasında bu kokusunu kaybetmektedir.

Biyogaz üretiminde kullanılan hayvansal ve bitkisel kökenli atıklar tek başlarına kullanılabileceği gibi, biyogaz üretim sürecinin daha verimli ve sürdürülebilir olması için uygun oranlarda karıştırılarak da kullanılabilir. Biyogaz üretiminde kullanılabilecek atık kaynakları aşağıda listelenmiştir.

Bitkisel Atıklar: İnce kıyılmış sap, saman, anız ve mısır artıkları, şeker pancarı yaprakları ve çimen artıkları gibi bitkilerin işlenmeyen kısımları ile bitkisel ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan artıklardır.

Hayvansal Atıklar: Sığır, at, koyun, tavuk gibi hayvanların dışkıları, mezbahane atıkları ve hayvansal ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklar, özellikle kırsal kesimler için önerilen biyogaz tesislerinde kullanılmaktadır.

Organik İçerikli Şehir ve Endüstri Atıkları: Atık su arıtma tesisi çamurları; evsel katı atıklar, kâğıt endüstrisi atıkları; deri ve tekstil endüstrisi atıkları, peynir altı suyu, zeytin küspesi, meyve posası gibi gıda endüstrisi atıkları çözünmüş organik madde derişimi yüksek atıklar olarak biyogaz üretiminde kullanılmaktadır.

Endüstri ve sanayide kullanılan çeşitli gazlar gibi biyogaz da kendine özgü bazı özelliklere sahiptir. Tipik bir biyogaz bileşimi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 Biyogaz Bileşimi

Madde	Oran (%)
Metan (CH_4)	50-70
Karbondioksit (CO_2)	30-40
Hidrojen (H_2)	5-10
Azot (N_2)	1-2
Su Buharı (H_2O)	0,3
Hidrojen Sülfür (H_2S)	Eser miktarda

Gülen J., Arslan H., Biogas, Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, (2005), 2005/4.

Biyogaz üretiminde kullanılan bazı atıkların biyogaz verim değerleri ve biyogazdaki metan içerikleri Tablo 4'de verilmiştir. Tablo 4'de verilen biyogaz verimleri, ilgili atık türünün 1 ton'u için elde edilebilecek hacimsel biyogaz miktarını (m^3) göstermektedir. Ayrıca, metan oranı ise hacimsel olarak üretilecek biyogaz miktarı içerisindeki metanın hacimsel oranını göstermektedir. Örneğin; sığır gübresinin verim aralığı 90-310 m3/ton arasında değişmektedir. Yani, 1 ton sığır gübresinden 90-310 m3 biyogaz elde edilebilir. Bu biyogazın %65'ini metan oluşturduğu için 1 ton sığır gübresinden elde edilecek metan ise 58-200 m3'tür.

Tablo 3 Çeşitli atık kaynaklarından elde edilebilecek biyogaz verimleri ve biyogazdaki metan miktarları

Kaynak	Biyogaz Verimi (m^3/ton)	Metan Oranı (Hacimce Yüzdesi, %)
Sığır Gübresi	90-310	65
Kanatlı Gübresi	310-620	60
Buğday Samanı	200-300	50-60
Çavdar samanı	200-300	59
Arpa samanı	290-310	59
Mısır sapları ve artıkları	380-460	59
Keten, Kenevir	360	59
Çimen	280-550	70
Sebze artıkları	330-360	Değişken
Ziraat atıkları	310-430	60-70
Dökülmüş ağaç yaprakları	210-290	58
Algler	420-500	63
Atık su çamuru	310-800	65-80
Peynir altı suyu	30,4 (m^3/ m^3)	72-82

Demirer G.N., Duran M., Güven E., Uğurlu Ö., Ergüder T.H., Tezel U., Şen S., Korkusuz E. A., Varolan N. (2001), Organik Atıklardan Anaerobik Yöntemlerle Biyogaz Eldesi: Türkiye'de Uygulanabilirlik, Yenilenebilir Enerji Sempozyumu, İzmir, 18-20 Ocak 2001.

Biyogaz, diğer gaz formunda bulunan enerji kaynaklarına göre daha düşük enerji içeriğine sahip bir gazdır. Havayla hızla karışabilen ve bu sebeple havadaki oranı düşen bir formdadır. Bu durum, ani patlama ve yanma riskini azaltmakla birlikte, tutuşma sıcaklığının yüksek olması da bu açıdan önemli bir avantaj olarak değerlendirilebilir. İçeriğindeki karbondioksit bileşimi sebebiyle yanma hızı (0,25 m/s)

düşüktür. Yanma koşullarının sağlanması için hava içerisinde en az %5 oranında bulunması gerekir. 1 m3 biyogazın yanması için 5,7 m3 hava (soluduğumuz, atmosferik) gereklidir. İdeal bir yanma için bu oranın %20-30 olması gereklidir. Yandığı zaman LPG gazlarda olduğu gibi alev rengi mavi renktir.
Biyogazın ısıl değeri bileşimindeki metan oranına bağlı olarak 4.100 – 6.000 kcal/m3 arasında değişir. Normal şartlar altında 1 m3 biyogazın etkili ısısı

- 0,66 litre motorin,
- 0,62 litre gaz yağı,
- 0,75 litre benzin,
- 1,46 kg kömür,
- 3,47 kg odun
- 12,3 kg tezek
- 4,70 kWh elektrik
- 0,43 kg bütan gazının sağladığı ısıya eşittir.

Biyogaz Kullanım Alanları:
Doğalgaz ile kullanım alanları hemen hemen aynı olan biyogaz, çok yönlü bir enerji kaynağı olarak doğrudan ısıtma ve aydınlatma amacıyla kullanıldığı gibi, elektrik enerjisine ve mekanik enerjiye çevrilerek kullanımı da (gaz türbini-jeneratör, kojenerasyon, yakıt pilleri) mümkün olmaktadır. Eğer bu gaz sıkıştırılırsa tıpkı sıkıştırılmış doğalgaz (CNG) olarak motorlu araçlarda yakıt olarak da kullanılabilmektedir. Ayrıca biyogaz üretimi sonucu ortaya çıkan yan ürünler de çeşitli amaçlarla kullanılabilmektedir.
Biyogazın Isıtmada Kullanılması: Biyogazın yanma özelliği bileşiminde bulunan metan gazından kaynaklanır. Biyogaz hava ile 1/7 oranında karıştığı zaman tam yanma gerçekleşir. Isıtma amacıyla gaz yakıtlarla çalışan fırın ve ocaklardan yararlanılabileceği gibi termosifon ve şofbenlerde biyogazla çalıştırılarak kullanılabilir. Biyogaz, sıvılaştırılmış petrol gazı ile çalışan sobaların meme çaplarında basınç ayarlaması yapılarak kolaylıkla kullanılabilmektedir. Biyogaz sobalarda kullanıldığında bünyesinde bulunan hidrojen sülfür gazının yanmadan ortama yayılmasını önlemek üzere bir baca sistemi gerekli olmaktadır. Bu nedenle, daha sağlıklı bir ısınma için kalorifer sistemleri tercih edilmektedir.
Biyogazın Enerji Amaçlı Kullanılması: Biyogaz tıpkı doğalgaz gibi uygun gaz motorlarında yakılarak jeneratör vasıtasıyla elektrik üretmekte, motorun ceket suyu, soğutma suyu ve egzoz gazından elde edilen ısı ile hem biyogaz sisteminin ısı ihtiyacı karşılanmakta, hem de atık ısı ile ısınma amaçlı kullanılmaktadır (Kojenerasyon). Bu sayede hem elektrik üretimi doğalgazı ikame eden yenilenebilir kaynak kullanılarak üretilmekte, hem de atık ısı kullanılarak termal verim %90'lara ulaşmaktadır.
Biyogazın Motorlarda Kullanımı: Biyogaz, benzinle çalışan motorlarda hiçbir katkı maddesine gerek kalmadan doğrudan kullanılabildiği gibi içeriğindeki metan gazı saflaştırılarak da kullanılabilmektedir. Dizel motorlarda kullanılması durumunda belirli oranlarda (%18-20) motorin ile karıştırılması gerekmektedir.
Yan Ürün Değerlendirme İmkânları: Biyogaz üretimi sonucu sıvı formda fermente organik gübre elde edilmektedir. Elde edilen gübre tarlaya sıvı olarak uygulanabilir, granül haline getirilebilir ve/veya beton-toprak havuzlarda doğal kurumaya bırakılabilir. Fermantasyon sonucu elde edilen organik gübrenin temel avantajı anaerobik fermantasyon sonucunda patojen mikroorganizmaların büyük bir bölümünün yok olmasıdır. Bu özellik kullanılacak olan organik gübrenin yaklaşık %10 daha verimli olmasını sağlar.

Biyogaz'ın Dünya Genelinde Kullanımı:
Biyogaz üretimine küresel anlamda baktığımız zaman birçok ülke mevcut metan potansiyelini verimli ve en ucuz maliyetle temin etme yolunu seçmektedir. Hindistan, Çin, Pakistan ve Kore Cumhuriyeti gibi Güneydoğu Asya ülkelerinde biyogazdan yaygın bir şekilde faydalanılmaktadır. Çin'de 7 milyon civarında biyogaz tesisi vardır. Yıllık enerji ihtiyacının %10'unu biyogazdan sağlamaktadır. Hindistan, biyogaz teknolojisinde öncü ülkelerdendir ve bu konudaki çalışmalara 1930'lu yıllarda başlamıştır. Ülkede çeşitli boyutlarda 2,3 milyon biyogaz tesisi bulunmaktadır. Pakistan'da 20 bin civarında biyogaz tesisi bulunmaktadır. Tayland'da 1980 yılında yapılan planlama ile 106'sı köy tipi ve 60 bini aile tipi olmak üzere biyogaz tesislerinin kurulması kararlaştırılmış ve bu karar büyük ölçüde uygulamaya geçirilmiştir. Dünyadaki kurulu tesislerin %80'i Çin'de, %10'u Hindistan, Nepal ve Tayland'da bulunmaktadır. Avrupa'nın hayvan gübresi ile elde ettiği biyogaz tesisi sayısına bakıldığında 10.000'i aşan tesis ile Almanya en fazla üretim yapan ülke konumundadır. Almanya'yı 1.500'ün üzerinde tesis ile İtalya takip etmektedir.
Avrupa Birliği'nin 2020 yılı hedefleri kapsamında yürüttüğü "yenilenebilir enerjinin AB'nin enerji tüketimi içerisindeki payını en az %20'ye çıkarma" politikası ile elektrik üretimini destekleyen teşvik

mekanizmaları oluşturulmuştur. Diğer taraftan atıkların bertarafının sağlanması amacıyla yapılan çevresel regülasyonlar ve yaptırımlar, son yıllarda görülen bu artış üzerinde önemli bir etken olmuştur.

Ülkemizde Biyogaz Üretimi:
Ülkemizde bulunan 390 MW Kurulu güce sahip, yıllık 1.839 GWh'lik elektrik üretimi yapan 82 adet Biyogaz, Biyokütle, Atık Isı ve Pirolitik Yağ Enerji Santrali bulunmaktadır. Bu tesislerden 31 tanesi Biyogaz Tesisi olup 65,51 MW toplam kurulu güce sahiptir. Bu tesislerden hayvansal kaynaklı atıklarla işletilen 16 adet biyogaz tesisinin listesi aşağıda olup toplam kurulu gücü 49,45 MW'dir.

Tablo 4 Türkiye'de bulunan hayvansal kaynaklı biyogaz enerji santralleri

No	Santral Adı	İl	Firma Adı	Kurulu Güç (MW)
1	Bağdaş Gübre Fabrikası Biyogaz Santrali	Balıkesir	Bağdaş Gübre Fabrikası	9,92
2	Aksaray OSB Gübre Gazı Elektrik Santrali	Aksaray	Sütaş Süt Enfaş Enerji	6,4
3	Avdan Biyogaz Tesisi	Samsun	Avdan Enerji	6
4	Ovacık Biyogaz Enerji Santrali	Kırklareli	Işıt Biyokütle	4,8
5	Afyon Biyogaz Enerji Santrali	Afyonkarahisar	Afyon Enerji	4,02
6	Gönen Biyogaz Tesisi	Balıkesir	Gönen Yenilenebilir Enerji	3,62
7	Senkron Efeler Biyogaz Santrali	Aydın	Senkron Grup	2,4
8	Karacabey Biyogaz Tesisi	Bursa	Sütaş Süt Enfaş Enerji	2,13
9	Bandırma Edincik Biyogaz Santrali	Balıkesir	Telko Enerji	2,13
10	Eses Enerji Biyogaz Santrali	Eskişehir	Eskişehir B.B.	2,04
11	Polatlı Biyogaz Tesisi	Ankara	Polres Elektrik Üretim	1,47
12	Karaman Biyogaz Tesisi	Karaman	Karaman Yenilenebilir Enerji	1,41
13	Ekim Grup Gübre Gazı	Konya	Ekim Grup Elektrik	1,2
14	Sigma Suluova Biyogaz Tesisi	Amasya	Sigma Elektrik Üretim	1
15	Beypazarı Biyogaz Tesisi	Ankara	Derin Enerji Üretim	0,79
16	Cargill Tarım Bursa Bioenerji Santrali	Bursa	Cargill Tarım	0,12
Toplam				49,45

Yılmaz A., Ünvar S., Koca T., Koçer A., Türkiye'de Biyogaz Üretimi ve Biyogaz Üretimi İstatistik Bilgileri, Enerji ve Çevre, (2018), Temmuz-Ağustos 2018.

Türkiye'de elektrik enerjisi kurulu gücü 2019 yılı itibariyle 91.270 MW olup, biyogaz santrallerinin toplam kurulu güç içerisindeki payı %0,1, tüm biyokütle santrallerinin toplam kurulu güç içerisindeki

payı ise %1'dir. Kurulu enerji gücü üzerinde biyokütle santralleri 2018 yılında 2.308.369,27 MWh elektrik üretimi gerçekleştirirken 2019 yılında %36,37 artışla 3.147.897,16 MWh elektrik üretimi gerçekleştirmişlerdir. (emo.org.tr) Devlet destekleri ve enerji ihtiyacı sebebiyle her geçen gün yenilenebilir enerji kaynaklarına ve biyokütle santrallerine yatırım artmaktadır.

Şekil 1 Biyokütle Santrallerinin Yıllara Göre Kurulu Güç Kapasiteleri (EPDK ve EMO)

Şekil 2 Biyokütle Santrallerinin Üretim Miktarları (EPDK ve EMO)

Türkiye'nin biyokütle atık potansiyelinin yaklaşık 8,6 milyar ton eşdeğer petrol (MTEP) ve üretilebilecek biyogaz miktarının 1,5-2 MTEP olduğu tahmin edilmektedir. 17 milyonu aşan Türkiye toplam büyükbaş hayvan varlığı ile yılda 12 Milyar kWh elektrik enerjisi üretilebileceği potansiyel olarak

değerlendirilmektedir. TÜİK verilerine göre Ardahan ilinde 348.878 büyükbaş hayvan bulunup bunların 119.720 adeti Merkez ilçede bulunmaktadır. Ülke genelinde süt sığırı varlığı ile Ardahan ili 8. sırada Ardahan-Merkez ilçesi ise 4. sıradadır. Ardahan il genelinin hayvan varlığı ile yaklaşık 250 milyon kWh (250000 MWh, 250 GWh, 0,25 TWh) yıllık elektrik enerjisi üretebilecek potansiyele sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu potansiyele rağmen Ardahan ilinde herhangi bir biyogaz tesisi bulunmamaktadır.

Şekil 3 En çok süt sığırı bulunan iller

Şekil 4 En çok süt sığırı bulunan ilçeler

(Ulusal Süt Konseyi)

2.4 Dış Ticaret Ve Yurt İçi Talep

Biyogaz tesislerinde nihai ürün olarak elektrik enerjisi temel çıktı olarak kabul edilmektedir. Elektrik ithalat ve ihracatı genel olarak yıllar içerisinde dalgalı bir seyir göstermekle birlikte son yıllarda ithalat ile ihracatın birbirini karşıladığı görülmektedir.

Şekil 5 Elektrik İthalat ve İhracat Miktarı (EPDK)

Bununla birlikte Türkiye'de elektrik enerjisi üretimi büyük oranda ithal kaynaklarla (doğalgaz ve ithal kömür) yapılmaktadır. 2018 yılında Türkiye'deki elektrik üretiminin yaklaşık %50'si (152.23 TWh) ithal edilen kaynaklardan (Doğalgaz + ithal kömür) yapılmıştır. 2019 yılında ise üretimin %39,61'i (115.29 TWh) ithal kaynaklardan gerçekleştirilmiştir. (EMO)

Bu anlamda Türkiye enerjide dışa bağımlı bir ülke olup enerji kaynakları da ithalatında önemli bir yer tutmaktadır. Atlas Economic Complexity (https://atlas.cid.harvard.edu/) verilerine göre son güncel 2017 yılı için Türkiye ithalatının %3,36'sı petrol 8.46 Milyar Dolar, %2,41'i doğalgaz 6,08 Milyar Dolar ve %1,32'si kömürdür. Türkiye 2017 yılında petrol için 8,46 milyar Dolar, doğalgaz için 6,08 milyar Dolar ve kömür için 3,33 milyar Dolar aktarmıştır. Nüfus ve sanayinin gelişmesiyle elektrik enerjisine her geçen gün ihtiyaç artmaktadır. Bu kapsamda biyogaz ile üretilen elektriğin ancak yurtiçi talebine yönelik olacağı anlaşılmaktadır.

2.5 Üretim, Kapasite Ve Talep Tahmini

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

Çalışma kapsamında, Türkiye hayvancılık sektöründe kabul gören günlük atık miktarları ve özellikleri kabul edilmiştir. Hayvan tiplerine bağlı günlük atık miktarları tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5 Birim Atık Oluşum Kabulleri

Hayvan Türü	Birim Yaş Dışkı Oluşumu	
Birim	Kg/Hayvan (gün)	Ton/Hayvan (yıl)
Sığır – Tosun	37,50	13,69
Buzağı – Dana	9,40	3,43
Koyun	2	0,73
Keçi	2	0,73

2019 yılı itibariyle ilçelerin hayvan varlığı Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6 İlçe Bazında Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Sayıları

İlçe Adı	Büyükbaş			Küçükbaş		
	Sığır- Tosun (Ergin)	Buzağı – Dana	Toplam	Koyun	Keçi	Toplam
Merkez	85.841	33.879	119.720	46.058	1.795	47.853
Göle	63.839	30.089	93.928	15.888	1.008	16.896
Hanak	33.060	12.312	45.372	3.678	149	3.827
Damal	14.210	5.241	19.361	233	14	247
Posof	14.624	5.592	20.216	796	43	839
Çıldır	34.345	15.936	50.281	28.815	755	29.578
Toplam	245.829	103.049	348.878	95.468	3.772	99.240

TÜİK 2019

Tablo 5'de verilen birim atık oluşumları ve Tablo 6'da verilen Ardahan'daki toplam hayvan sayıları dikkate alınarak tablo 7'de toplam atık potansiyeli hesaplanmıştır.

Tablo 7 Ardahan İli Toplam Hayvansal Atık Oluşumu

Hayvan Türü	Adet	Birim Dışkı Oluşumu (ton/hayvan.yıl)	Toplam Atık Oluşumu (ton/yıl)
Sığır – Tosun	245.829	13,69	3.365.399
Buzağı – Dana	103.049	3,43	353.458
Koyun	95.468	0,73	69.691
Keçi	3.772	0,73	2.753
Toplam	448.118		3.791.301

Tablo 7'de verilen atık oluşum verileri potansiyel atık oluşumu olup pratikte bu atığın sadece belirli bir kısmı toplanabilir.

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

Örneğin Türkiye'nin batısı, doğusu ile kıyaslandığında daha büyük işletmelere sahiptir. Hayvanlar ahırlarda, çayır ve meralarda otlatılmadan tutulmaktadır. Doğu bölgelerinde ise özellikle yaz aylarında uzun otlatma günleri, dışkının biyogaz üretimi için toplanmasını zorlaştırmaktadır.

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

Ardahan İli'nde hayvancılık faaliyetleri yıl içindeki iki ana dönemde incelenmektedir. Kış dönemi olarak adlandırılan ve kasım ayı ortası-nisan ayı ortası olan süreci kapsayan 150 günlük 1. dönemde hayvanlar ahırlarda tutulurken, nisan ayı ortası-kasım ayı ortası arasındaki süreci kapsayan 210 günlük 2. dönemde hayvanlar gündüzleri mera ve çayırlarda, geceleri ise ahır veya ahır çevrelerinde geçirmektedir. Ayrıca, İl genelinde 2. dönem içerisinde bölgesel olarak değişkenlik gösteren yayla kullanımı da söz konusu olmaktadır. Bu sebeple yapılacak atık projeksiyonu ve kapasite belirlemesi sırasında bu 2 dönemin ayrı değerlendirmeye alınması gerekmektedir. Hayvan dışkılarının tamamen kapalı ahırlarda beslendiği kış aylarında ve gündüz merada gece ahırda geçirdikleri aylarda toplanabilir hayvan dışkısı oranı %50 olarak belirlenmiştir. Hayvanların tamamen merada olduğu 3 ay süresi için toplanabilir hayvan dışkısı oranı %15 olarak kabul edilmiştir. Böylece yıllık erişilebilir atık ortalaması %41 olarak belirlenmiştir. Bu toplanabilirlik oranına göre erişilebilir atık miktarı Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8 Erişilebilir Atık Miktarı

Hayvan Türleri	Toplam Atık Oluşumu (ton/yıl)	Toplanabilme Oranları	Erişilebilir Atık Miktarı (ton/yıl)
Sığır	3.365.399	%41	1.379.814
Buzağı – Dana	353.458	%41	144.918
Koyun	69.691	%41	28.573
Keçi	2.753	%41	1.129
Toplam	3.791.301	%41	1.554.434

Biyogaz üretim hesaplamalarına esas olmak üzere her hayvan atık türü için birim metan potansiyeli, Toplam Katı Madde (KM) ve Toplam Uçucu Katı Madde Miktarları (UKM) için 2013 yılında Ardahan Belediyesi'nin SERKA iş birliğiyle hazırladığı Ardahan İli Biyogaz ve Enerji Potansiyelinin Araştırılmasına Yönelik Fizibilite Çalışmasında yapılan laboratuvar analizleri esas alınmıştır. Buna göre Toplam Katı Madde ve Uçucu (Organik) Katı Madde Miktarları Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9 Katı Madde ve Uçucu Katı Madde Miktarları

Hayvan Türleri	Erişilebilir Atık Miktarı (ton/yıl)	Toplam KM İçeriği	Toplam KM Miktarı (ton/yıl)	Toplam UKM İçeriği	Toplam UKM Miktarı (ton/yıl)
Sığır	1.379.814	%19	262.165	%90	235.948
Buzağı – Dana	144.918	%19	27.534	%90	24.781
Koyun	28.573	%28	8.000	%80	6.400
Keçi	1.129	%28	316	%80	253
Toplam	1.554.434		298.016		**267.382**

Ardahan İli'nin toplam biyogaz potansiyelinin belirlenmesi amacıyla Toplam Uçucu Katı Madde Miktarı üzerinden metan üretim potansiyel hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

Tablo 10 Ardahan İli Toplam Biyogaz Üretim Potansiyeli

Hayvan Türleri	Toplam UKM Miktarı (ton/yıl)	Birim Metan Potansiyeli (m^3 CH_4/ton UKM)	Toplam Metan Potansiyeli (m^3 CH_4)
Sığır	235.948	220	51.908.603
Buzağı – Dana	24.781	220	5.451.815
Koyun	6.400	200	1.280.070
Keçi	253	200	50.579
Toplam	267.382		**58.691.067**

Tablo 10'da hesaplanan toplam metan gazı potansiyeli üzerinden aşağıdaki Tablo 11'de yer alan kabuller kullanılarak toplam enerji üretim potansiyeli hesaplanmıştır.(Tablo 12)

Tablo 11 Enerji Hesaplarında Yapılan Kabuller (DBZF, 2011)

Parametre	Değer	Birim
Metanın Enerji İçeriği	9,97	kWh/m^3 CH_4
Kojeneresyon Elektrik Üretim Verimi	%40	Yüzde
Doğalgaz Kalorifik Değeri	8.250	Kcal/Sm^3
YEKDEM Biyokütle tesisleri Elektrik Birim Satış Fiyatı	0,133	ABD Doları/kWh

Tablo 12 Toplam Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyeli

Hayvan Türleri	Toplam Metan Potansiyeli (m^3 CH_4/yıl)	Toplam Enerji Potansiyeli (kWh/yıl)	Net Enerji Potansiyeli (kWh/yıl)	Kurulu Güç (MW)
Sığır	51.908.603	517.528.769	207.011.507	23,63
Buzağı – Dana	5.451.815	54.354.597	21.741.839	2,48
Koyun	1.280.070	12.762.302	5.104.921	0,58
Keçi	50.579	504.275	201.710	0,02
Toplam	58.691.067	585.149.942	234.059.977	**26,71**

Sonuç olarak Ardahan İli hayvansal atıklarının toplamından yaklaşık olarak yılda 58 milyon metreküp metan gazını potansiyel olarak elde etmek mümkündür. Bu metan gazını enerjiye dönüştürdüğümüzde yılda yaklaşık 234 milyon kWh elektrik enerjisi elde edilebilmektedir. Elektrik enerji eldesine yönelik böyle bir tesisin kurulu gücü ise yaklaşık 26,71 MW olacaktır.

Bunun yanında **3.1 Kuruluş Yeri Seçimi** başlığında da aktarıldığı gibi tavsiye edilen yatırım ilk etapta öncelikle Ardahan Merkez İlçe ve köylerine hizmet edecek ve yaklaşık 2 MW kurulu güce sahip olacaktır. Tesisten yılda yaklaşık 16,2 milyon KwH elektrik enerjisi elde edilebilecektir. Kurulu kapasite öngörülerek önümüzdeki 5 yıl boyunca aynı düzeyde üretim yapacağı 16.200.000 KW olarak öngörülmüştür. Ardahan Merkez'deki tesisi takiben Göle ve Çıldır'da da 2 ve 1 MW Kurulu güce sahip tesislerin kurulabileceği önerilmektedir.

2.6 Girdi Piyasası

Biyogaz tesisinin çalışması ve devamlılığı için sürekli olarak büyükbaş hayvan atığının taşınması söz konusu olacaktır. Yukarıda kapasite analizi kısmında yapılan hesaplamalarda 1.554.434 ton/yıl erişilebilir atık miktarı hesaplanmıştır. Atıklar köylerden bir kamyon yardımıyla alınıp biyogaz tesisine taşınacaktır. Dolayısıyla köylerde atıkların depolanmasını sağlayacak her 4-10 işletmenin atığını alabilecek betonarme gübre havuzları yapılması da faydalı olacaktır. Atıklar 20 ton kapasiteli kamyonlar ile toplanacaktır. Kamyonların tam kapasitede atık taşıması için atıkların köylerden toplanma süresi, 1 ile 3 gün olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar 7 gün atık beklemesini kabul edilebilir bulmaktadır. Biriktirilen atıkların toplanması yükleyici (Görsel 1) yardımıyla, taşınması ise tozuma ve koku yönünden çevreyi kirletmeyecek şekilde üzeri kapanabilir, sızdırmaz kamyonlar ile yapılmalıdır (Görsel 2). Modern tesis olarak adlandırılabilecek tesislerde ise bu atık çukurlarının zaten bulunduğu görülmüştür.

Şekil 6 Atık yüklemede kullanılabilecek örnek bir araç

Şekil 7 Atık taşımada kullanılabilecek örnek bir araç

Yapılan gözlem, inceleme ve görüşmelerde kurulacak biyogaz tesisi yatırımı konusunda çiftçilerden olumlu izlenimler edinilmiştir. Bölgede eskiden tezek yapımında kullanılan büyükbaş hayvan atıklarının, günümüzde bu amaçla eskisi kadar yaygın kullanılmadığı belirtilmiştir. Atık temini konusunda herhangi bir olumsuz durum olmayacağı tahmin edilmekte olup ayrıca, tesisten çıkacak gübrenin atık sahipleriyle tekrar paylaşılabileceği gibi bir sosyal proje kurgulanabilmektedir. Tesisten çıkan gübrenin atık sahipleriyle paylaşılması durumunda bölgedeki çiftçilerin desteklenmesi, tarımsal faaliyetlerin gelişmesi ve tarımsal alanlarda kaliteli gübre kullanımının yaygınlaşması projenin önemli bir çıktısı olacaktır. Saha çalışmasında edinilen izlenimler doğrultusunda atık temininin herhangi bir bedel ödenmeden sağlanacağı belirlenmiştir. Yan atık olarak kullanabilecek peynir altı suyu ve atık su arıtma çamuru da bedelsiz olarak ulaşılabilecek atıklardır.

2.7 Pazar Ve Satış Analizi

Sektör Profili başlığı altında bahsedildiği üzere Türkiye'nin biyokütle atık potansiyelinin yaklaşık 8,6 milyar ton eşdeğer petrol (MTEP) ve üretilebilecek biyogaz miktarının 1,5-2 MTEP olduğu tahmin edilmektedir. 17 milyonu aşan Türkiye toplam büyükbaş hayvan varlığı ile yılda 12 Milyar kWh elektrik enerjisi üretilebileceği potansiyel olarak değerlendirilmektedir. TÜİK verilerine göre Ardahan ilinde 348.878 büyükbaş hayvan bulunup bunların 119.720 adeti Merkez ilçede bulunmaktadır.

Ülke genelinde süt sığırı varlığı ile Ardahan ili 8. sırada Ardahan-Merkez ilçesi ise 4. sıradadır. Ardahan il genelinin hayvan varlığı ile yaklaşık 250 milyon kWh (250000 MWh, 250 GWh, 0,25 TWh) yıllık elektrik enerjisi üretebilecek potansiyele sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu potansiyele rağmen Ardahan ilinde herhangi bir biyogaz tesisi bulunmamaktadır.

Bunun yanında en büyük dezavantaj ve risk ise atıkların sürekliliği ve biyogaz verim değeridir. Büyük tek bir çiftlik yerine dağınık ve profesyonelce yönetilmeyen çok sayıda küçük işletmeden atıkların

uygun şekilde toplanması, taşınması, tesise teslimi, önemli bir lojistik yönetimi gerektirmektedir. Atıkların verim kaybı yaşamaması için, mümkün olduğunca beklemeden (7 gün bekleme kabul edilebilir bir süredir. Bu sürenin üzerine çıkılması durumunda biyogaz veriminde düşüş yaşanabilecektir.) toparlanarak tesise getirilmesi gerekmektedir. Ahırların ilkel koşullarda işletilmesinden dolayı atıklara karışabilecek yabancı maddelerin kaynağında önlenmesi gereklidir. Ayrıca işletmelerin küçük ölçekte olması ve modern olarak tabir edilen büyük çiftlik sayılarının az olması, atık toplama ve tesis işletme açısından potansiyel bir risk oluşturduğundan toplanabilir atık miktarının azalmasına ve hedeflenen atık miktarının tamamının toplanamamasına neden olabilir.

Bu aşamada tesisten elde edilebilecek çıktılar 2 grupta ele alınmıştır: Doğrudan Gelirler ve Ek Faydalar. Doğrudan gelir grubunda elektrik enerjisi ile gübre üretimi esas alınmıştır. Tesisten elde edilecek ısı enerjisinin önemli bir bölümünün gübre kurutma ve reaktör ısıtma işlemlerinde kullanılacağı varsayılmıştır. Bu nedenle ısıl fayda ayrıca gelir olarak ücretlendirilmemiştir.

Elektrik enerjisi üretimi, Yenilenebilir Enerji Kanunu uyarınca biyokütleye dayalı yenilenebilir enerji statüsünde olup kWh başına 13,3 Cent ABD Doları üzerinden satış garantisi bulunmaktadır. Yukarıda yapılan hesaplarda Ardahan ili için elde edilecek biyogazdan üretilecek elektrik enerjisi 234 milyon kWh olarak bulunmuştur. Üretilecek elektrik enerjisinin yaklaşık %6'sının iç tüketime harcanacağı varsayılarak yıllık satılabilir elektrik üretimi 215,28 milyon kWh olarak belirlenmiştir. Buna göre 219.960.000*13,3= 2.925.468.000 USCent (29.254.680 USDollar) elektrik enerjisi geliri elde edilebileceği hesaplanmıştır.

Bunun yanında ilk etapta kurulması planlanan tesis **3.1 Kuruluş Yeri Seçimi** ve **2.5 Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini** bölümlerinde açıklandığı üzere Ardahan Merkez İlçe ve köylerine hitap edip 2 MW kurulu güce sahip olup 16,2 milyon kWh yıllık elektrik enerjisi üretecektir. Üretilecek elektrik enerjisinin yaklaşık %6'sının iç tüketime harcanacağı varsayılarak yıllık satılabilir elektrik üretimi 15,23 milyon kWh olarak belirlenmiştir. Buna göre 15.230.000*13,3=202.559.000 USCent **(2.025.590 USDollar)** elektrik enerjisi geliri elde edilebileceği hesaplanmıştır.

Biyogaz tesisinde üretilecek organik gübrenin gerekli ön işlemlerden geçirilip paketlenerek organik gübre olarak satılması mümkündür. Organik gübre üretimi için ayrıca gübre üretim tesisinin kurulması gerekmektedir.

Saha çalışmasında edinilen izlenimler doğrultusunda atık temininin herhangi bir bedel ödenmeden sağlanacağı belirlenmiş olmakla birlikte tesisten çıkacak gübrenin atık sahipleriyle ücretsiz tekrar paylaşılabileceği gibi bir sosyal proje kurgulanabilmektedir. Tesisten çıkan gübrenin atık sahipleriyle paylaşılması durumunda bölgedeki çiftçilerin desteklenmesi, tarımsal faaliyetlerin gelişmesi ve tarımsal alanlarda kaliteli gübre kullanımının yaygınlaşması projenin önemli bir çıktısı olacak hayvan atıklarının ücretsiz alınması aşamasında da çiftçiyle herhangi bir sıkıntı yaşanmaması sağlanacaktır.

3. TEKNİK ANALİZ

3.1 Kuruluş Yeri Seçimi

Çalışma kapsamında, Türkiye hayvancılık sektöründe kabul gören günlük atık miktarları ve özellikleri kabul edilmiştir. Hayvan tiplerine bağlı günlük atık miktarları tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13 Birim Atık Oluşum Kabulleri

Hayvan Türü	Birim Yaş Dışkı Oluşumu	
Birim	Kg/Hayvan (gün)	Ton/Hayvan (yıl)
Sığır – Tosun	37,50	13,69
Buzağı – Dana	9,40	3,43
Koyun	2	0,73
Keçi	2	0,73

2019 yılı itibariyle ilçelerin hayvan varlığı Tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 14 İlçe Bazında Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Sayıları

İlçe Adı	Büyükbaş			Küçükbaş		
	Sığır- Tosun (Ergin)	Buzağı – Dana	Toplam	Koyun	Keçi	Toplam
Merkez	85.841	33.879	119.720	46.058	1.795	47.853
Göle	63.839	30.089	93.928	15.888	1.008	16.896
Hanak	33.060	12.312	45.372	3.678	149	3.827
Damal	14.210	5.241	19.361	233	14	247
Posof	14.624	5.592	20.216	796	43	839
Çıldır	34.345	15.936	50.281	28.815	755	29.578
Toplam	245.829	103.049	348.878	95.468	3.772	99.240

TÜİK 2019

Ardahan'da ilçe bazında atık oluşum miktarları hesaplandığında Tablo 15'deki sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Tablo 15 İlçe Bazında Atık Oluşum Miktarları (ton/yıl)

İlçeler	Sığır	Buzağı – Dana	Koyun	Keçi	Toplam
Yıllık Birim Atık Ton/Hayvan (yıl)	13,69	3,43	0,73	0,73	
Merkez	1.175.163	116.205	33.622	1.310	1.326.301
Göle	873.956	103.205	11.598	736	989.495
Hanak	452.591	42.230	2.685	109	497.615
Damal	194.535	17.977	170	10	212.692
Posof	200.203	19.181	581	31	219.996
Çıldır	470.183	54.660	21.035	551	546.430
Toplam	3.365.399	353.458	69.692	2.754	3.791.302

Tablo 15'de yer alan atık oluşum potansiyeli üzerinden %41 erişilebilir yıllık ortalama atık miktarı hesap edilerek Tablo 16'daki ilçe bazında erişilebilir atık miktarları hesaplanmıştır.

Tablo 16 İlçe Bazında Erişilebilir Atık Miktarı (ton/yıl)

İlçeler	Sığır	Buzağı- Dana	Koyun	Keçi	Toplam
Merkez	481.817	47.644	13.785	537	543.783
Göle	358.322	42.314	4.755	302	405.693
Hanak	185.562	17.314	1.101	45	204.022
Damal	79.759	7.370	70	4	87.204
Posof	82.083	7.864	238	13	90.198
Çıldır	192.775	22.411	8.624	226	224.036
Toplam	1.379.814	144.918	28.574	1.129	1.554.434

Yukarıdaki tablolardan da görüleceği üzere, en yüksek büyükbaş kaynaklı atık miktarı yine büyükbaş hayvan sayısı en fazla olan Ardahan Merkez İlçede gerçekleşmektedir. Merkez İlçeyi sırasıyla Göle, Çıldır, Hanak, Posof ve Damal İlçeleri izlemektedir.

Erişilebilir Atık Miktarına Göre İlçe Bazında Toplam Katı Madde ve Uçucu (Organik) Katı Madde Miktarları Tablo 17'de gösterilmiştir.

Tablo 17 Katı Madde ve Uçucu Katı Madde Miktarları

İlçeler	Hayvan Türleri	Erişilebilir Atık Miktarı (ton/yıl)	Toplam KM İçeriği	Toplam KM Miktarı (ton/yıl)	Toplam UKM İçeriği	Toplam UKM Miktarı (ton/yıl)
Merkez	Sığır	481.817	%19	91.545	%90	82.391
	Buzağı – Dana	47.644	%19	9.052	%90	8.147
	Koyun	13.785	%28	3860	%80	3.088
	Keçi	537	%28	150	%80	120
	Toplam	543.783		104.607		**93.746**
Göle	Sığır	358.322	%19	68.081	%90	61.273
	Buzağı – Dana	42.314	%19	8.040	%90	7.236
	Koyun	4.755	%28	1.331	%80	1.065
	Keçi	302	%28	85	%80	68
	Toplam	405.693		77.537		**69.642**
Hanak	Sığır	185.562	%19	35.257	%90	31.731
	Buzağı – Dana	17.314	%19	3.290	%90	2.961
	Koyun	1.101	%28	308	%80	247
	Keçi	45	%28	13	%80	10
	Toplam	204.022		38.868		**34.949**
Damal	Sığır	79.759	%19	15.154	%90	13.639
	Buzağı – Dana	7.370	%19	1.400	%90	1.260
	Koyun	70	%28	20	%80	16
	Keçi	4	%28	1	%80	1
	Toplam	87.204		16.575		**14.916**
Posof	Sığır	82.083	%19	15.596	%90	14.036
	Buzağı – Dana	7.864	%19	1.494	%90	1.345
	Koyun	238	%28	67	%80	53
	Keçi	13	%28	4	%80	3
	Toplam	90.198		17.161		**15.437**
Çıldır	Sığır	192.775	%19	36.627	%90	32.965
	Buzağı – Dana	22.411	%19	4.258	%90	3.832
	Koyun	8.624	%28	2415	%80	1.932
	Keçi	226	%28	63	%80	51
	Toplam	224.036		43.363		**38.780**
Toplam		1.554.434		298.016		**267.470**

Ardahan İli'nin toplam biyogaz potansiyelinin belirlenmesi amacıyla Toplam Uçucu Katı Madde Miktarı üzerinden ilçe bazında metan üretim potansiyel hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

Tablo 18 Ardahan İli İlçe Bazında Toplam Biyogaz Üretim Potansiyeli

İlçeler	Hayvan Türleri	Toplam UKM Miktarı (ton/yıl)	Birim Metan Potansiyeli (m^3 CH_4/ton UKM)	Toplam Metan Potansiyeli (m^3 CH_4)
Merkez	Sığır	82.391	220	18.126.020
	Buzağı – Dana	8.147	220	1.792.340
	Koyun	3.088	200	617.600
	Keçi	120	200	24.000
	Toplam	93.746		**20.559.960**
Göle	Sığır	61.273	220	13.480.060
	Buzağı – Dana	7.236	220	1.591.920
	Koyun	1.065	200	213.000
	Keçi	68	200	13.600
	Toplam	69.642		**15.298.580**
Hanak	Sığır	31.731	220	6.980.820
	Buzağı – Dana	2.961	220	651.420
	Koyun	247	200	49.400
	Keçi	10	200	2.000
	Toplam	34.949		**7.683.640**
Damal	Sığır	13.639	220	3.000.580
	Buzağı – Dana	1.260	220	277.200
	Koyun	16	200	3.200
	Keçi	1	200	200
	Toplam	14.916		**3.281.180**
Posof	Sığır	14.036	220	3.087.920
	Buzağı – Dana	1.345	220	295.900
	Koyun	53	200	10.600
	Keçi	3	200	600
	Toplam	15.437		**3.395.020**
Çıldır	Sığır	32.965	220	7.252.300
	Buzağı – Dana	3.832	220	843.040
	Koyun	1.932	200	386.400
	Keçi	51	200	10.200
	Toplam	38.780		**8.491.940**
Toplam		267.470		**58.710.320**

Tablo 18'de hesaplanan toplam metan gazı potansiyeli üzerinden aşağıdaki Tablo 19'da yer alan kabuller kullanılarak ilçeler bazında toplam enerji üretim potansiyeli hesaplanmıştır.(Tablo 20)

Tablo 19 Enerji Hesaplarında Yapılan Kabuller (DBZF, 2011)

Parametre	Değer	Birim
Metanın Enerji İçeriği	9,97	kWh/m^3 CH_4
Kojeneresyon Elektrik Üretim Verimi	%40	yüzde
Doğalgaz Kalorifik Değeri	8.250	Kcal/Sm^3
YEKDEM Biyokütle tesisleri Elektrik Birim Satış Fiyatı	0,133	ABD Doları/kWh

Tablo 20 Toplam Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyeli

Hayvan Türleri	Toplam Metan Potansiyeli (m^3 CH_4/yıl)	Toplam Enerji Potansiyeli (kWh/yıl)	Net Enerji Potansiyeli (kWh/yıl)	Kurulu Güç (MW)
Merkez	20.559.960	204.982.801	81.993.120	**9,36**
Göle	15.298.580	152.526.843	61.010.737	**6,96**
Hanak	7.683.640	76.605.891	30.642.356	**3,50**
Damal	3.281.180	32.713.365	13.085.346	**1,49**
Posof	3.395.020	33.848.349	13.539.340	**1,55**
Çıldır	8.491.940	84.664.642	33.865.857	**3,87**
Toplam	**58.710.320**	585.341.890	234.136.756	**26,73**

Sonuç olarak Ardahan İli hayvansal atıklarının toplamından yaklaşık olarak yılda 58 milyon metreküp metan gazını potansiyel olarak elde etmek mümkündür. Bu metan gazını enerjiye dönüştürdüğümüzde yılda yaklaşık 234 milyon kWh elektrik enerjisi elde edilebilmektedir. Elektrik enerji eldesine yönelik böyle bir tesisin kurulu gücü ise tüm Ardahan geneli için yaklaşık 26,71 MW olacaktır. Tablo 21'de görüldüğü üzere Ardahan il sınırları dahilinde yaklaşık 9,36 MW kurulu güç potansiyeli ile Ardahan Merkez ilçesi öne çıkmaktadır. Merkez ilçeyi 6,96 MW ile Göle 3,87 MW ile Çıldır ve 3,50 MW ile Hanak ilçeleri takip etmektedir.

Şekil 8 İlçelerin Potansiyel Kurulu Güç Potansiyelleri

Ardahan'da İlçelerin Merkeze olan uzaklıkları ve ulaşım süreleri Tablo 21'de gösterilmiştir.

Tablo 21 İlçelerin Merkeze Mesafeleri

İlçeler	Merkeze Mesafe	Süre
Göle	45 Km	40 Dakika
Hanak	29 Km	27 Dakika
Damal	44 Km	34 Dakika
Posof	80 Km	1 Saat 15 Dakika
Çıldır	44 Km	38 Dakika

Sığır ve koyun dışkısı için her ne kadar 7 güne kadar beklenebileceği öngörülse de önerilen taşıma mesafesi 10-15 km olduğundan ve Hanak dışındaki İlçelerin Merkeze uzaklıkları fazla olduğundan il geneline hitap edecek merkezi bir tesis kurulması teknik ve ekonomik olarak uygun görünmemektedir. Buna göre Merkez ve Göle'de yoğun olarak bulunan mandıraların işlenmeyen ve doğaya atık olarak bırakılan peynir altı sularını ve Merkez'de bulunan atık su arıtma tesisi çamurunun da girdi olarak kullanabileceği göz önünde bulundurulduğunda ilk etapta ilçe bazında Ardahan Merkez ve Köylerini hedef alan bir tesisin uygun olduğu anlaşılmaktadır. Sektörde biyogaz tesisi kurulum ve işletimi sağlayan işletmelerle yapılan görüşmelerde ise 10 MW Kurulu gücün yerel şartlarda idare edilmesinin zorluğuna değinilmiş, Ardahan gibi mera hayvancılığının yüksek olduğu bir ilde riskli olabileceği belirtilmiştir. Tüm bu değerlendirmeler kapsamında tesis sadece gerekli olması durumunda Hanak, Göle ve diğer ilçelerden takviye alabilecek olup 2 MW kurulu güce sahip olacaktır. Merkez ilçeyi takiben sırasıyla Göle ve Çıldır'da da 2 ve 1 MW kurulu güce sahip tesislerin kurulabileceği önerilmektedir.

Proje kapsamında tesis kurulumu için 20 dekarlık bir araziye ihtiyaç vardır. Arazi Ardahan Şehir Merkezi'nin dışında fakat azami 7 km uzaklıkta Merkez ilçeye bağlı köylere hizmet edebilecek şekilde uygun bir yerde seçilecektir. Yatırım Teşvik Sistemi ile tahsis edilecek Milli Emlak arazileri tesis için tercih edilecektir.

3.2 Üretim Teknolojisi

Biyogaz prosesi anaerobik çürütme yöntemine dayanmaktadır. Anaerobik çürütme her türlü organik atığın enerji çevrim sürecinde kullanılabilen bir yöntemdir. Bütün bitkisel ve hayvansal kaynaklı organik maddeler bakteri olarak adlandırılan organizmalar tarafından çürütülerek bozunmaya uğrar. Bozunma havalı (oksijenli) ortamda gerçekleşirse aerobik bakteri adı verilen bazı bakteriler tarafından, havasız (oksijensiz) ortamda gerçekleşirse anaerobik bakteri adı verilen bazı bakteriler tarafından gerçekleşir. Anaerobik bozunma (çürüme), ölü bitkisel ve hayvansal maddelerin anaerobik bakteriler tarafından bozunmaya uğrayarak gaz parçacıkları çıkarması ile sonuçlanır. Bu kabarcıklar metan, karbondioksit ve hidrojen gazlarıdır. Anaerobik bozunma asit ve metan bakterileri başta olmak üzere farklı mikroorganizmaların da rol aldıkları karmaşık bir biyokimyasal süreçten oluşmaktadır. Anaerobik çürüme büyük hayvanların ve termitlerin sindirim sistemlerinde ve bataklık diplerinde doğal bir süreç olarak gözlemlenir.

Biyogaz üretimi için dört bileşenin olması gerekir;

1. Organik Madde
2. Bakteri
3. Anaerobik Ortam
4. Isı

1. **Organik Madde:** Metan üreten bakteri için gerekli besin maddesidir. Biyogaz üretimi için gerekli organik maddenin en önemli kaynağı hayvan çiftlikleri ve tarımsal alanlardır. Bunlara ilaveten çöp gibi artıklar ve arıtma tesisi çamuru gibi atıklar da biyogaz üretimi için gerekli organik maddenin kaynaklarıdır.

2. **Bakteri:** Anaerobik bakteri oksijensiz ortamda organik materyali ayrıştırır veya parçalar ve bir atık ürün olarak biyogazı üretir. Fermantasyon sırasında asit oluşturucu bakterilerle metan oluşturucu bakteriler karşılıklı yardımlaşma halinde yaşamaktadırlar. Asit oluşturan bakterilerin salgıladıkları enzimler, protein ve aminoasitlerinin amonyum tuzları haline dönüşmesini sağlar, metan oluşturan bakteriler azot ihtiyaçlarını bu tuzlardan temin etmektedirler. Metanojenik bakteriler kimyasal reaksiyonu büyük ölçüde etkilemektedirler. Eğer fermantasyonun içindeki bakteriler az ise gaz üretimi de az olur. Fermantasyonun içindeki kimyasal oluşum iki önemli aşamadan meydana gelmektedir. Birincisi bakteriler kompleks organik materyalleri parçalar (çürütürler), ikincisi parçalanan organik materyalle metanojenik mikroorganizma adı verilen çeşitli bakteriler üretirler.
3. **Anaerobik Ortam:** Bitkisel ve hayvansal atıkların içinde bulunan yağ, protein, karbonhidrat ve selüloz gibi maddeler anaerobik (havasız) şartlarda parçalanmaktadırlar. Parçalanmış olan bu maddeler metan bakterileri tarafından alınarak kullanılır. Bu bakteriler, yaşamaları için gerekli olan enerjiyi üretirken oksijene ve karbona ihtiyaç duyarlar.
4. **Isı:** Sıcaklığın biyolojik sistem üzerine büyük etkileri vardır. Metabolik hızda, iyonizasyon denkliklerinde ve besin maddelerinin çözünürlüğünde sıcaklık önemli bir parametredir.

Biyogaz üretiminin gerçekleştiği organik maddelerin anaerobik fermantasyonu (bozunma) üç temel aşamada gerçekleşir. Bu esnada prosesin bütününün bir olumsuzluğa meyden vermeyecek şekilde gelişmesi için tek tek bozunma aşamalarının birbirleri ile çok uyumlu olması gerekir. Her aşamada, aşamalarla aynı ismi taşıyan bakteri grupları görev almaktadır. İlk aşama olan "hidroliz" esnasında hammaddenin kompleks yapıları (örneğin karbonhidratlar, albüminler, yağlar) daha basit organik yapılara (örneğin aminoasitler, şeker, yağ asitleri) dönüştürülür. Buna katılan hidrolitik bakteriler, malzemeyi biyokimyasal olarak parçalayan enzimleri serbest bırakırlar. Oluşan ara ürünler "asidojenez aşaması"nda fermente edici (asit oluşturan) bakteriler tarafından düşük yağ asitlerine, karbondioksit ve amonyağa ayrıştırılır. Asetojenez, yani "asit oluşumu" aşamasında bu ürünler asetojen bakteriler tarafından biyogazın öncül maddelerine (asetik asit, hidrojen ve karbondioksit) dönüştürülür. Biyogaz oluşumunun son aşaması olan "metanojenez (metan oluşumu)"de, oluşan tüm asitler, hidrojen ve karbondioksit, anaerobik metanojen bakteriler tarafından ayrıştırılarak metana dönüştürülür. Anaerobik fermantasyonun aşamaları Şekil 1'de görülmektedir.

Şekil 9 Biyogaz Üretim Süreci

Anaerobik fermantasyonun son aşamasında devreye giren ve metan oluşumunu sağlayan metan bakterileri, fermantasyon ortamının sıcaklığına göre üç gruba ayrılır. Bunlar;

1) Sakrofilik (Psychrophilic) Bakteriler: Optimum faaliyet sıcaklığı 5- 25 °C,
2) Mezofilik (Mezophilic) Bakteriler: Optimum faaliyet sıcaklığı 25- 38 °C,
3) Termofilik (Thermophilic) Bakteriler: Optimum faaliyet sıcaklığı 50 – 60 °C,

Sakrofilik bakteriler deniz ve göl diplerindeki tortullar ile bataklıklarda, termofilik bakteriler ise yüksek sıcaklıklardaki volkanik ve jeotermal bataklıklar içerisinde yaşamaktadırlar. Mezofilik bakteriler ise hayvan gübresi içerisinde hali hazırda bulunan ve yaşayan bakterilerdir.

Biyogaz Üretiminde Kullanılan Ana Ekipmanlar

Modern bir biyogaz tesisinde üç ana organ yer almaktadır. Bunlar:

Fermentör - Sindireç (Organik maddenin doldurulduğu tank depo): Hammadde beslemesinin yapılarak fermantasyon işleminin (anaerobik bozunma, çürüme) gerçekleştiği tanklardır. Beslenen hammadde belirli bir sıcaklıkta, belirli bir süre bu tanklarda tutularak gaz üretimi bu tanklarda gerçekleşmektedir. Hava almayacak şekilde tasarlanan ve içerisinde bir karıştırıcı olan bu tankın içerisine ayrıca bir ısıtıcı yerleştirilmelidir. Biyogazın üretilmesi için fermantör içerisindeki organik madde bulamacının sıcaklığı 35°C'den az olmamalıdır. Fermantör sıcaklığı düştükçe bakteri aktivitesinin azalmasına bağlı olarak, gaz üretimi de düşmektedir. Ayrıca yine içeriye hava almayacak şekilde fermantöre bir organik madde giriş ve çıkış ağzı yerleştirilmelidir.

Gaz deposu: Büyük kapasiteli tesislerde oluşan biyogazı, bir yerde toplamak ve gaz basıncının sabit kalmasını sağlamak için kullanılan depo kısmıdır. Fermentör üzerinden alınan gaz bir boru ile bu depoya taşınarak buradan kullanıma gönderilir. Kullanım fazlası depoda kalır. Şekil 2 ve Şekil 3'de bir biyogaz tesisi ve akış şeması görülmektedir.

Şekil 10 Biyogaz Tesisi Şeması

Gübre (organik madde) deposu: Biyogaz üretiminde karbon-azot oranı önemli bir faktördür. Bu oran 20:1 – 30:1 arasında olabilir. Örneğin sığır gübresi 25:1 olan oranı ile gaz üretimi için ideal olarak düşünülür. Fermentöre alınacak organik maddenin kuru madde içeriğinin kolay karışma ve muamelesi için başlangıç maddesinin % 8-10'u arasında olmalıdır. Örneğin sığır gübresi %10'luk katı içeriği ile istenen konsantrasyonu sağlamak için bire bir oranında su ile karıştırılması yeterli olur. Bu madde fermentasyon süresi sonunda fermentörden aynı şekilde çıkacaktır. Akışkan durumuna gelmiş olan bulamaç halindeki bu gübrenin depolanması için havuz şeklinde yapılmış bir gübre deposuna ihtiyaç vardır. Bu depo biyogaz üretimi sonrasında arta kalan hammaddenin katı ve/veya sıvı olarak depolandığı depodur.

Bu anlatılan üç ana organın yanı sıra yatırıma konu olan bir biyogaz üretim sistemi tam olarak aşağıdaki bileşenlerden oluşur;

• Atık hazırlama ya da kabul ünitesi (dengeleme havuzu): Hammaddenin fermentöre yüklenmeden önce tesiste depolandığı ve farklı materyallerin (sığır gübresi, tavuk gübresi, peynir altı suyu vb. gibi) kuru madde oranına göre karışımının yapıldığı ön kabul deposudur. Atık burada kuru madde içeriğine bağlı olarak gerekecek su ile karıştırılarak bulamaç haline getirilir.

• Anaerobik reaktör (fermentör): İstenen kuru madde oranında hazırlandıktan sonra biyogaz üretimi için yollanan hammadde burada bakteriler tarafından çürütülerek biyogaz üretimi yapılan tanklardır.

• Kojenerasyon ünitesi: Biyogazın saflaştırıldıktan sonra elektrik ve ısıya dönüşümünü sağlayan ünitedir.

• Seperatör: Fermentör sonrasında hammadde seperatör yardımıyla katı ve sıvı olmak üzere iki forma ayrıştırılır.

• Gaz boruları/valfleri ve bağlantı ekipmanları: Biyogazın taşınması için gerekli genellikle paslanmaz malzemeden yapılan borulama ve bunların ekipmanlarıdır.

• Isıtma sistemleri: Fermentörü optimum biyogaz üretimi için belli bir sıcaklıkta tutmak ısıtma sistemiyle mümkün olmaktadır.

Biyogaz tesisleri gerekli bileşen ve ekipmanlarıyla tamamen yerli olarak da üretilebilmekte olup yerli ve yabancı makine-ekipman alternatifleri bulunmaktadır.

Şekil 11 Elektrik üretimine yönelik modern bir biyogaz tesisi akış şeması

3.3 İnsan Kaynakları

Ardahan ili nüfusunun eğitim kademelerine göre durumu, çalışma çağındaki nüfus istatistikleri ve bu istatistiğin il nüfusuna oranı, genç nüfus istatistikleri ve bu istatistiğin çalışma çağındaki nüfusa oranı bilgileri Tablo 22, 23 ve 24'de verilmiştir.

Tablo 22 Ardahan Nüfusunun Eğitim Kademelerine Göre Durumu

Eğitim Durumu	Yıl	Kişi Sayısı
Okuma Yazma Bilmeyen	**2015**	6.517
	2016	6.081
	2017	5.677
	2018	5.373
	2019	4.955
Okuma Yazma Bilen Fakat Bir Okul Bitirmeyen	**2015**	10.648
	2016	9.423
	2017	9.044
	2018	8.771
	2019	8.720
İlkokul	**2015**	28.371
	2016	27.227
	2017	26.336
	2018	25.059
	2019	23.149
İlköğretim	**2015**	12.566
	2016	11.041
	2017	11.198
	2018	12.156
	2019	7.368
Ortaokul veya Dengi Meslek Okulu	**2015**	9.274
	2016	11.735
	2017	12.007
	2018	12.807
	2019	17.872
Lise ve Dengi Meslek Okulu	**2015**	13.663
	2016	14.539
	2017	14.691
	2018	15.977
	2019	16.340
Yüksekokul veya Fakülte	**2015**	7.345
	2016	7.879
	2017	7.722
	2018	8.450
	2019	8.885
Yüksek Lisans(5 veya 6 Yıllık Fakülteler Dahil)	**2015**	388
	2016	392
	2017	637
	2018	705
	2019	753
Doktora	**2015**	118
	2016	124
	2017	183
	2018	192
	2019	195

Tablo 23 Çalışma Çağındaki Nüfus (15-65 yaş arası) İstatistikleri ve Bu İstatistiğin Ardahan Nüfusuna Oranı

Yıllar	**İl Nüfusu**	**Çalışma Çağındaki Nüfus**	**Çalışma Çağındaki Nüfus / İl Nüfusu**
2015	99.265	64.018	0,64
2016	98.335	64.150	0,65
2017	97.096	63.427	0,65
2018	98.907	65.325	0,66
2019	97.319	64.151	0,66

Tablo 24 Genç Nüfus İstatistikleri ve Bu İstatistiğin Çalışma Çağındaki Nüfusa Oranı

Yıllar	Genç Nüfus	Çalışma Çağındaki Nüfus	Genç Nüfus / Çalışma Çağındaki Nüfus
2015	25.441	64.018	0,40
2016	25.161	64.150	0,39
2017	24.365	63.427	0,38
2018	24.836	65.325	0,38
2019	23.924	64.151	0,37

Ardahan Merkez İlçe ve köylerine hitap eden 2 MW kurulu güce sahip olup 16,2 milyon kWh yıllık elektrik enerjisi üretecek bir tesisin işletilmesi için 1 müdür, 2 mühendis, 4 teknisyen, 10 da vasıfsız personelin çalışması gerektiği değerlendirilmiştir. Vasıfsız personelin 3 adedi güvenlik elemanı, 1 adedi temizlik elemanı, 1 kişi sekreterya ve 5 kişi de şoför olacaktır.

Tablo 25 Yıllık Personel Giderleri

Personel ve İşçiler	Kişi Sayısı	Aylık Maaş (Brüt)	Yıllık Tutar (TL)
Müdür	1	10.000	120.000
Mühendis	2	7.500	180.000
Teknisyen	4	5.000	240.000
Vasıfsız Personel	10	3.500	420.000
Toplam			**960.000**

Biyogaz tesislerinin yaygın olduğu Çin, Hindistan, Pakistan gibi Güneydoğu Asya ülkelerinde asgari ücret ve çalışan maaşları ülkemize göre oldukça düşükken; Avrupada biyogaz tesislerinin yaygın olduğu Almanya, İtalya gibi ülkelerde ücretler ülkemize göre oldukça yüksektir.

Çin'de eyaletler arasında fark olmakla birlikte 2020 yılı itibariyle ortalama asgari ücret 300 $ civarında, Hindistan'da 90 $ ve Pakistan'da 150 $ olarak belirlenmiştir. Almanya'da asgari ücret 1.557 €, İtalya'da asgari ücret 1.376 €'dur.

Biyogaz tesisleri, yüksek istihdam sağlamayan ve hammaddeye yakınlığın önem arz ettiği bir sektör olması sebebiyle ücret kıyaslamaları yatırımcı için doğrudan etkileyen bir faktör değildir.

4. FİNANSAL ANALİZ

4.1 Sabit Yatırım Tutarı

Proje Etüt ve Danışmanlık Giderleri

Biyogaz tesisi kurulurken hammadde potansiyeli, toplanabilme sıklığı ve bölgesel ihtiyaca göre üretim şekli ortaya çıkar. Ortaya çıkan üretim şekline göre projenin etüt ve danışmanlık giderleri belirlenir. 2 MW kapasiteli büyükbaş hayvan gübresi, atık su arıtma çamuru ve peynir altı suyu kullanılarak yapılacak sürekli sistem, kojenerasyon üniteli biyogaz tesisi için belirlenen ortalama proje, etüt ve danışmanlık bedeli 1.000.000 dolar'dır. Bu bedelin güncel Türk Lirası karşılığı 6.981.010 TL'dir. (Ağustos 2020- (European Commission)

Arazi Giderleri

Proje kapsamında tesis kurulumu için 20 dekarlık bir araziye ihtiyaç vardır. Arazi Ardahan Şehir Merkezi yakınında fakat şehir dışında uygun bir yerde seçilecektir. Yatırım Teşvik Sistemi ile uygun bir Hazine Arazisine yapılabilecek yatırım için arazi gideri hesaplanmamıştır.

Arazi Düzenleme ve Çevre Düzenleme Giderleri

Proje sahasında 20 dekarlık bir alanda tesis kurulumu için arazi ve çevre düzenleme faaliyeti yapılacaktır. Arazi eğim özelliği az ve düze yakın bir formdadır. Arazinin tümsek olan kısımlarından alınacak hafriyat toprağı ile düşük kotlu alanlar doldurulacaktır. Arazi ve çevre düzenleme faaliyetleri için m² alan için piyasa koşullarında belirlenen bedel 5 TL/m²'dir. Proje sahası arazi ve çevre düzenleme giderleri 100.000 TL olarak hesaplanmıştır.

İnşaat İşleri

Proje kapsamında yapılacak inşaat işleri ve bedelleri aşağıdaki Tablo 27'de verilmiştir. İnşaat bedellerinin tespitinde biyogaz tesisi kurulum firmalarının piyasa fiyat araştırmalarının Euro cinsinden ortalamasının Türk Lirası karşılığı alınmıştır. 1 Euro 8,1978 TL olarak hesaplanmıştır. (Ağustos 2020- (European Commission)

Tablo 26 İnşaat İşleri Maliyet Tablosu

Ünite	Birim Fiyat (TL)
Atık Kabul ve Hazırlama Ünitesi	262.750
Anaerobik Çürütme Sistemi	3.607.000
Gaz Temizleme, Gaz şartlandırma ve Gaz Depolama Sistemi	525.500
Enerji Üretim Sistemi (Kojenerasyon Tesisi)	157.500
Hijyenizasyon Ünitesi ve Susuzlaştırma Sistemi (Dekantör, Seperatör ve Binası)	525.500
Çürütme Sonrası Dengeleme ve Depolama Sistemi (Dengeleme Tankları, Lagün ve Katı Fermente Ürün Depolama Alanı)	1.760.300
Tesis Kontrol ve Otomasyon	184.000
Toplam	**7.022.550**

Makine ve Ekipman Maliyetleri

Proje için belirlenen makine ve ekipmanlar sistem içinde aşamalara göre belirlenmiştir. Fiyatlandırma bu sistem aşamalarına göre piyasa araştırmalarının ortalamasıdır. Montaj bedelleri dâhil edilmiştir.

Tablo 27 Makine Ekipman Fiyatlandırması

Ünite	Makine, Ekipman ve Tesisat İşleri	Elektrik Ekipman ve Tesisat İşleri
Atık Kabul ve Hazırlama	500.000	225.000
Anaerobik Çürütme Sistemi	15.552.000	1.414.000
Gaz Temizleme, Gaz Şartlandırma ve Gaz Depolama Sistemi	1.613.000	627.000
Enerji Üretim Sistemi (Kojenereasyon Ünitesi	5.580.000	400.000
Hijyenizasyon Ünitesi ve Susuzlaştırma Sistemi (Dekantör, Seperatör)	1.000.000	442.000
Çürütme Sonrası Dengeleme ve Depolama Sistemi	1.108.000	330.000
Tesis Kontrol ve Otomasyon	920.000	442.000
Kamyon ve Yükleyici	819.000	
Toplam	**27.092.000**	**3.880.000**

Genel Giderler

Projede makine ekipman ve inşaat giderleri toplamının %3'ü oranında genel giderler hesap edilmektedir. Yatırım dönemine ilişkin seyahat, iletişim, kırtasiye, büro kirası ve hizmetleri, personel taşımaları, inşaat ruhsatı, ihale ve sözleşmesi giderleri, tanımlanmayan diğer faaliyetler için danışmanlık ücretleri, hasar v.s. için yapılan sigorta giderleri ile şantiye personeline ödenen ücretler, bu kapsamda belirtilir. Ayrıca bu giderlere ek olarak fiyat dalgalanmalarında veya proje kurulumu esnasında fiyat yükselmeleri genel giderler kapsamındadır. Projedeki genel giderler toplamı 1.139.836 TL'dir.

Tablo 28 Sabit Yatırım Giderleri

Sabit Yatırım Harcama Türü	Harcama Tutarı (TL)
Etüd-Proje Giderleri	6.981.010
Arazi Düzenleme ve Çevre Düzenleme Gideri	100.000
Tesis Kurulum; Makine – Ekipman Gideri	30.972.000
İnşaat – Hafriyat Gideri	7.022.550
Genel Giderler	1.139.836
Toplam	**46.215.396**

4.2 Yatırımın Geri Dönüş Süresi

Elektrik, Su ve Yakıt Giderleri

Tesis içi elektrik giderleri kojenerasyon ünitesi, hat ve trafo kaybı, bakım ve onarım saatleri ve atık bekleme süreleri dâhil olmak üzere tesis üretim kapasitesinin %6'sıdır. Bu hesaba göre yıllık elektrik

tüketimi 972.000 KWh olarak hesaplanmıştır. Tesisin kendi elektriğinden kullanılacağı için elektrik maliyeti (1 KWh = 0,133 cent/dolar) 902.475 TL'dir.

2 MW kapasiteli biyogaz tesisinin personel ile birlikte günlük su sarfiyatı 230 m³ olarak hesap edilmektedir. Yıllık su sarfiyatı 82.800 m³'tür. Yıllık su sarfiyatı bedeli 496.800 TL (82.800 x 6)'dir. İşletme içinde personel servisleri ve tekerlekli doldurucular dahil günlük yakıt sarfiyatı 500 TL hesap edilmektedir. Yıllık yakıt gideri 180.000 TL hesap edilmiştir. Toplam yıllık elektrik, su ve yakıt giderleri 1.579.275 TL'dir.

Kojenerasyon Destek Giderleri

Proje de kojenerasyon destek gideri sistemin yıllık bakım, onarım ve arıza veren ünitelerinin parça değişimini kapsamaktadır. Proje de kojenerasyon destek gideri 1 kW kurulu güç için 50 Euro'dur. 2 MW kapasiteli bir biyogaz tesisinin kojenerasyon destek gideri yıllık 100.000 Euro'dur. Projenin yıllık kojenerasyon ünitesi destek gideri 819.780 TL olarak hesap edilmiştir.

Sigorta Giderleri

Biyogaz tesisi maliyetinin %1 oranında sigorta giderleri vardır. Tesisin yıllık sigorta giderleri maliyeti 379.945 TL'dir.

Nakliye Giderleri

Tesisin atık toplama alanlarına uzaklığı maksimum 20 km'dir. Tesislere atık taşıyacak nakliye araçlarının günlük azami 1 seferde kat edecekleri mesafe 50 km'dir. Bu mesafeye göre bir yılda 110.000 ton ürün taşınacaktır. Taşıma kamyonları yaklaşık 15 ton ürün alır ise 7.300 kamyon yük toplanacaktır. Yaklaşık ortalama 30 km yol kat edilecektir. 7.300 seferde kat edilecek mesafe 219.000 km'dir. Ülkedeki değişik belediyelerde hafriyat yıkıntı işlemleri ile ilgili ortalama yük taşıma bedelleri 0,55 kuruş ton/ km'dir. Yıllık taşıma maliyeti ise 1.806.750 TL olacaktır.

Bakım Onarım Giderleri

Bakım Onarım Giderleri Tablo 29'da gösterilmiştir.

Tablo 29 Bakım Onarım Giderleri

Bakım Onarıma Tabii Sabit Kıymet	Sabit Kıymet Gider Toplamı	Bakım Oranı (%)	Yıllık Bakım Onarım Gideri
Makine Ekipman	30.972.000	3	929.160
İnşaat Harcamaları	7.022.550	2	140.451
Toplam			**1.069.611**

Personel Giderleri

Bölüm **3.3 İnsan Kaynakları** Tablo 26'da özetlendiği gibi personel giderleri yıllık 960.000 TL'dir.

Amortisman Giderleri

Amortisman %4 oranında 25 yıllık olarak sabit yatırımlara uygulanacaktır. Buna göre yıllık amortisman gideri 1.519.782 TL'dir.

Giderler Toplamı

Tablo 30 Giderler Toplamı

Giderler	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. Yıl
Elektrik, Su, Yakıt	1.579.275	1.579.275	1.579.275	1.579.275	1.579.275
Kojenerasyon Destek Giderleri	819.780	819.780	819.780	819.780	819.780
Sigorta Giderleri	379.945	379.945	379.945	379.945	379.945
Nakliye Giderleri	1.806.750	1.806.750	1.806.750	1.806.750	1.806.750
Bakım Onarım Giderleri	1.069.611	1.069.611	1.069.611	1.069.611	1.069.611
Personel Giderleri	960.000	960.000	960.000	960.000	960.000
Amortisman Giderleri	1.519.782	1.519.782	1.519.782	1.519.782	1.519.782
Toplam	**8.135.143**	**8.135.143**	**8.135.143**	**8.135.143**	**8.135.143**

İşletme Dönemi Gelirleri

2 MW kurulu güçle yıllık 16.200.000 KWH elektrik enerjisi elde edilmesi planlanmaktadır. 16.200.000*0,133USD= 2.154.600 USD ve 15.041.262 Tl olarak öngörülmektedir. Gübre geliri planlanmamıştır.

Tablo 31 Gelir Gider Dengesi

	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	5.Yıl
Gelirler	15.041.262	15.041.262	15.041.262	15.041.262	15.041.262
Giderler	8.135.143	8.135.143	8.135.143	8.135.143	8.135.143
Vergilendirme Öncesi Kâr	6.906.119	6.906.119	6.906.119	6.906.119	6.906.119
Vergiler	1.381.223,8	1.381.223,8	1.381.223,8	1.381.223,8	1.381.223,8
Vergilendirme Sonrası Kâr	**5.524.895,2**	**5.524.895,2**	**5.524.895,2**	**5.524.895,2**	**5.524.895,2**

Ekonomik Değerlendirme

Ekonomik Ömür = Sabit Yatırım Tutarı /Amortisman Tutarı

= 46.215.396 TL / 1.519.782 TL = 30,41 Yıl

Yatırım Kârlılığı = (Vergi Sonrası Kâr/Toplam Yatırım Tutarı) x 100

= (5.524.895,2 TL/ 46.215.396 TL) x 100 = %11.96

Yatırımın Geri Dönüş Süresi = Toplam Yatırım Tutarı / (Vergi Sonrası Kâr + Amortisman + Faiz)

= 46.215.396 TL / (5.524.895,2 TL + 1.519.782 TL+ 0) = 6,56 Yıl

5. ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİ ANALİZİ

Biyogaz tesisleri, 29186 sayı ve 25.11.2014 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanan Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği'nin EK – 1 Çevresel Etki Değerlendirmesi Uygulanacak Projeler Listesi'nin 17. Maddesinde yer alan Günlük kapasitesi 100 ton ve üzeri hayvan yetiştiriciliğinden kaynaklı dışkıların yakıldığı, geri kazanıldığı ve/veya bertaraf edildiği tesisler kapsamına girip çevresel etki değerlendirmesine tabiidir. Ön fizibilitede öngörülen tesiste yıllık 110.000 ton ve günlük 301,4 ton ve üzeri hayvansal atığın biyogaza dönüştürülmesi planlanmaktadır.

Hayvansal ve bitkisel organik atık/artık maddeler, çoğunlukla ya doğrudan doğruya yakılmakta veya tarım topraklarına gübre olarak verilmektedir. Bu tür atıkların özellikle yakılarak ısı üretiminde kullanılması (tezek) daha yaygın olarak görülmektedir. Bölgemizde yaygın olan her iki kullanım şekli de istenen faydayı yeterince sağlayamamaktadır. Yakılarak kullanılmasında istenilen özellikte ısı üretilemediği gibi, ısı üretiminden sonra atıkların gübre olarak kullanılması da mümkün olmamaktadır. Bunun yanında Evlerde ısınma ve yemek pişirme amacıyla kullanılan çeşitli bitkisel, hayvansal kaynaklı yakıtlar, özellikle de kırsal kesimde kullanılan tezek, KOAH gelişiminde rol oynamaktadır (Türk Toraks Derneği, 2011). Tezek kullanımının azalması toplum sağlığı açısından da fayda sağlayacaktır.

Bunun yanında bu atıklar birçok yerleşim yerinde derelere verilmekte ve su kirliliğine neden olmaktadır. Dağınık kirlilik kaynakları olarak nitelendirilen gübreler, hayvansal atıklar vb. yüzey sularına veya yer altı sularına ulaşarak su kaynaklarının kalitesini bozmakta ve kullanılamaz duruma getirmektedir. Hayvansal üretimin çevre üzerine yaptığı en olumsuz etki, bir takım bulaşıcı hastalık etkenlerinin kaynağını oluşturmasıdır. Bu etkenlerin çevreye yayılma yolları doğrudan atım ve dolaylı atım şeklinde olmaktadır. Ahır ve kümeslerden uzaklaştırılan atıkların depolandıkları çukurlar, insan ve hayvanlar için hastalık kaynağı olarak büyük tehlike oluştururlar. Hayvanlardan kaynaklanan bazı hastalık etkenlerinin doğada yaklaşık 1 hafta ile 3 yıl canlı kalabilmeleri, çevrede oluşacak kirliliğin çok uzun zaman etkin olabileceğini göstermesi bakımından önemlidir. Atıkların uygun olmayan depolama şartları ve gübre dağıtımı nedeniyle arazilere de zarar vermektedir.

• Biyogaz teknolojisi organik kökenli atık/artık maddelerden hem enerji eldesine hem de atıkların toprağa kazandırılmasına imkan vermektedir.

• Ucuz - çevre dostu bir enerji ve gübre kaynağıdır.

• Atık geri kazanımı sağlar.

• Biyogaz üretimi sonucu hayvan gübresinde bulunabilecek yabancı ot tohumları çimlenme özelliğini kaybeder.

• Biyogaz üretimi sonucunda hayvan gübresinin kokusu hissedilmeyecek ölçüde yok olmaktadır.

• Hayvan gübrelerinden kaynaklanan insan sağlığını ve yeraltı sularını tehdit eden hastalık etmenlerinin büyük oranda etkinliğinin kaybolmasını sağlamaktadır.

• Biyogaz üretiminden sonra atıklar yok olmamakta üstelik çok daha değerli bir organik gübre haline dönüşmektedir.

Ek-1: Fizibilite Çalışması için Gerekli Olabilecek Analizler (Tüm Ön Fizibilite Çalışmalarında bu bölüme yer verilecektir.)

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 gözlemlemek 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 = Z (NA,/(l-k)^{t}) t=0

NAt : 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.

Cari Oran = Dönen Varlıklar/ 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.

Likidite Oranı= (Dönen Varlıklar- Stoklar)/Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar

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

- Başabas 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.

Başabaş Noktası = Sabit Giderler / (Birim Fiyat-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

Kaynakça

AQWADEM Consulting. (2015). *Tekirdağ İlinde Biyogazdan Elektrik Üretim Tesisine Yöenlik Fizibilite Çalışması.* Tekirdağ: Trakya Kalkınma Ajansı.

Atlas Economic Compexity. (tarih yok). *Country Profile - Turkey*. Haziran 8, 2020 tarihinde https://atlas.cid.harvard.edu/countries/224 adresinden alındı

Boylam Mühendislik ve Çevre Yönetimi Ltd. Şti. (2013). *Biyogaz ve Enerji Potansiyelinin Araştırılmasına Yönelik Fizibilite Çalışması.* Ardahan: Ardahan Belediyesi.

DBZF. (2011). *Türkiye'de Hayvansal Atıkların Biyogaz Yoluyla Kaynak Verimliliği Esasında ve İklim Dostu Kullanımı Projesi.* Anakra: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

Demirer G.N., D. M. (2001). Organik Atıklardan Anaerobik Yöntemlerle Biyogaz Eldesi: Türkiye'de Uygulanabilirlik. *Yenilenebilir Enerji Sempozyumu.*

Ekinci K., K. R. (2010). The prospective of potential biogas plants that can utilize animal manure in Turkey. *Energy, Exploration & Exploitation*, 187-206.

Eko Yenilenebilir Enerji A.Ş. (2016). *Elazığ İlinde Biyogaz Üretimi ve Biyogazdan Enerji Elde Edilmesi Konusunda Fizibilite Çalışması.* Elazığ: Fırat Kalkınma Ajansı.

Elektrik Mühendisleri Odası. (tarih yok). *Türkiye Elektrik Enerjisi İstatistikleri.* Mayıs 18, 2020 tarihinde http://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=88369&tipi=41&sube=0 adresinden alındı

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (tarih yok). *Elektrik Piyasası Resmi İstatistikleri Listesi.* Mayıs 18, 2020 tarihinde https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-167/resmi-istatistikler adresinden alındı

European Commission. (tarih yok). *Exchange Rate InforEuro*. https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/how-eu-funding-works/information-contractors-and-beneficiaries/exchange-rate-inforeuro_en) adresinden alınmıştır

Gülen J., A. H. (2005). Biogas. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*.

MEVA Tarımsal Danışmanlık ve Gıda San. Tic. Ltd. Şti. (2019). *Bartın İli Biyogaz ve Biyokütle Potansiyelinin Hesaplanmasına Yönelik Ön Fizibilite Raporu.* Bartın: Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı.

Türk Toraks Derneği. (2011). KOAH (Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı) ile Yaşam. *Sağlık Bakanlığı Yayın No: 866*.

Türkiye İstatistik Kurumu. (tarih yok). *TÜİK Merkezi Dağıtım Sistemi*. Haziran 20, 2020 tarihinde https://biruni.tuik.gov.tr/medas/ adresinden alındı

Ulusal Süt Konseyi. (tarih yok). *Hayvan Varlığı*. Haziran 3, 2020 tarihinde https://ulusalsutkonseyi.org.tr/hayvan-varligi/ adresinden alındı

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı. (tarih yok). *Biyogaz*. Mayıs 13, 2020 tarihinde http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx adresinden alındı

Yılmaz A., Ü. S. (2018). Türkiye'de Biyogaz Üretimi ve Biyogaz Üretimi İstatistik Bilgileri. *Enerji ve Çevre Dergisi*.

Ortakapı Mah. Atatürk Cad No:117 Merkez / Kars
Tel: 0 (474) 212 52 00 - Faks: 0 (474) 212 52 04
E-Posta: info@serka.gov.tr | www.serka.gov.tr

Kalkınma Ajansı Yayınları Bedelsizdir, Satılamaz