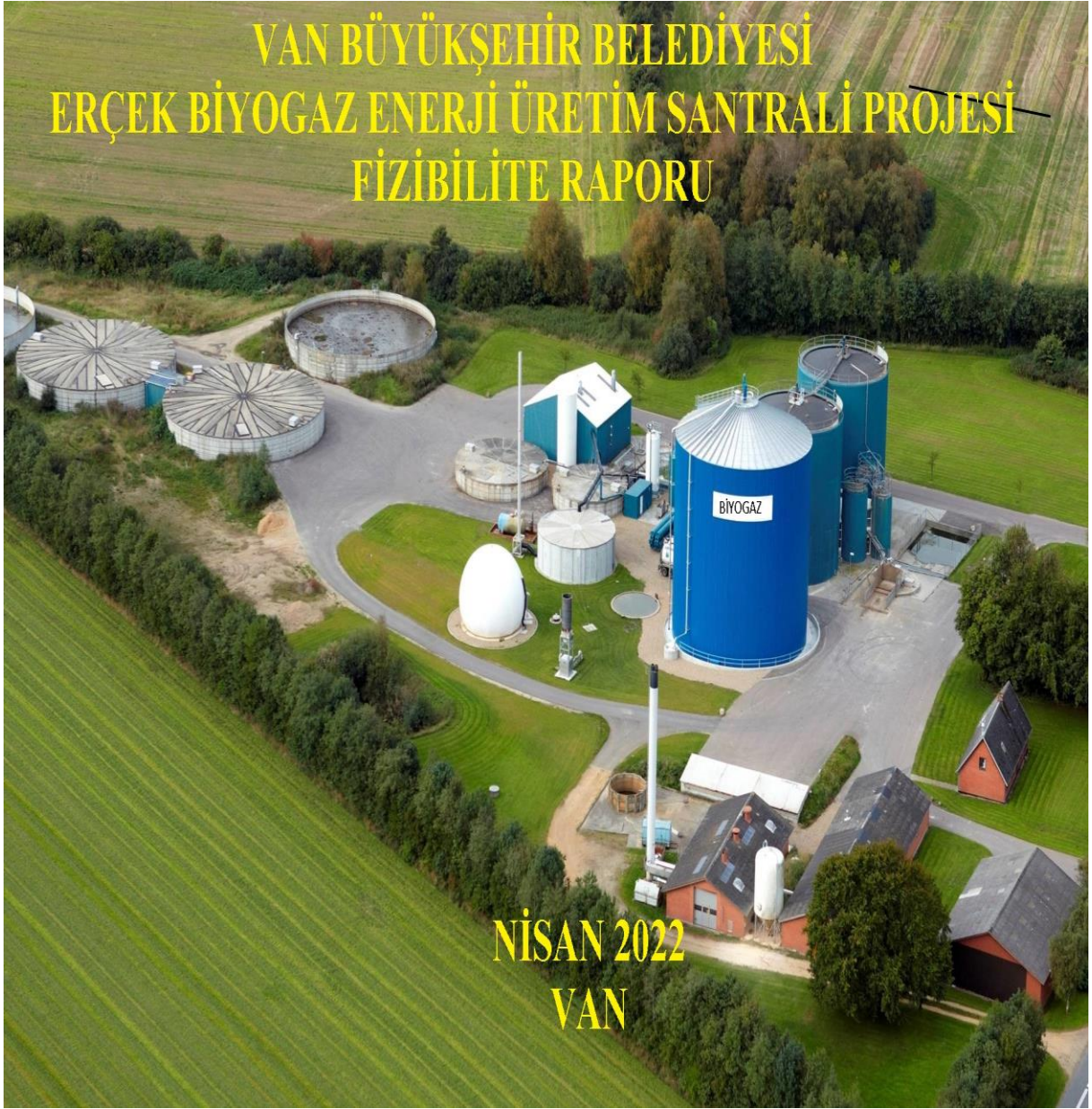




VAN BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ ERÇEK BİYOGAZ ENERJİ ÜRETİM SANTRALİ PROJESİ FİZİBİLİTE RAPORU





HAZIRLAYAN VE SUNAN:
GBB ENERJİ A.Ş.
GAZİANTEP-NİSAN 2022

DANIŞMAN:

Figen GÜNDÖNDÜ

Enerji Sistemleri Danışmanı / Uzman Mühendis
NOVABES

Ahmet Kürşat KOÇ

Enerji Sistemleri Danışmanı / Uzman Mühendis
NOVABES

Van Büyükşehir Belediyesi Erçek Biyogaz Enerji Üretim Santrali Projesi Fizibilite Etüdünün içeriği Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı ve/veya Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının görüşlerini yansıtmamakta olup içerik ile ilgili sorumluluk Van Büyükşehir Belediyesine ve GBB Enerji A.Ş. 'ne aittir.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
TABLolar DİZİNİ	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
1. PROJE KÜNYESİ.....	1
2. PROJENİN GEREKÇESİ, HEDEF VE AMAÇLARI	3
2.1. Projenin Konusu ve Sorun/İhtiyaç Tanımı.....	3
2.2. Projenin Arka Planı ve Müdahale Gerekçesi	4
2.3. Projenin Genel Hedefi.....	8
2.4. Projenin Genel ve Özel Amacı.....	9
2.5. Projenin Hedef Aldığı Kesim.....	10
2.5.1 Hedef gruplar.....	10
2.5.2 Nihai faydalanıcılar	10
3. PROJE FİKRİNİN KAYNAĞI ve DAYANAKLARI.....	11
3.1. Projenin Politika Dokümanlarına ve Yasal Mevzuatlara Uygunluğu	11
3.2. Proje Yürütücüsünün Mevcut Projeleri ve Diğer Kurum Projeleri ile Bağlantıları.....	12
3.3. Proje ile İlgili Geçmişte Yapılmış Etüt Araştırma ve Diğer Çalışmalar	12
3.4. Proje İhtiyacı/Talebi.....	13
3.5. Proje Alternatifleri.....	16
3.5.1 Projesiz durum.....	16
3.5.2 Bakım onarım veya tevzii yatırımı.....	17
3.5.3 En iyi iki ikinci alternatif	17
3.5.4 En iyi alternatif.....	17
3.6. Teknoloji ve Tasarım	17
3.6.1 Anaerobik fermantasyonun esasları	17
3.6.2 Biyokütleden enerji ve gübre üretimine ilişkin entegre tasarım	35
3.6.3 Fermantasyon çıktısının organik gübre olarak değerlendirilmesi	44
3.6.4 Biyogaz tesisi atık ısısının kullanım alternatifleri.....	57
3.6.5 Erçek biyogaz enerji ve gübre üretim santrali için önerilen üretim modeli	59
3.6.6 Teknik analiz ve tasarım	70
4. PROJE UYGULAMASI İLE İLGİLİ AYRINTILI BİLGİLER.....	75
4.1. Proje Kapsamında Yapılacak Faaliyetler	75
4.2. Proje Bileşenlerinin Maliyeti ve Bütçe	75
4.2.1 Yapım işlerinin tahmini bedelinin proje bütçesine oranı	76
4.3. Beklenen Çıktı ve Sonuçlar.....	76
4.4. Beklenen Etkiler.....	77
4.5. Projenin İl/ilçe/Bölge Ekonomisine Katkısı.....	78
4.6. Performans Göstergeleri.....	79
4.7. Proje Konusu Taşınmazların Mülkiyet Durumu	79
4.8. İş Planı.....	79
4.8.1 Yönetim yapısı	81
4.8.2 Proje süresince yönetim modeli	81
4.8.3 Üretilcek çıktı ve hizmetler	81
4.8.4 Çıktı ve Hizmetlerin Kullanıcıları.....	82
4.8.5 Proje sonrası yönetim modeli.....	82
5. YER SEÇİMİ VE ARAZİ MALİYETİ	83
5.1. Fiziksel ve Coğrafi Özellikler	84
5.1.1 Coğrafi Konum.....	84
5.1.2 İklim	85
5.1.3 Bitki örtüsü.....	86
5.1.4 Plato ve Yaylalar	87

5.1.5	Ovalar ve Vadiler	87
5.1.6	Göller.....	87
5.2.	Ekonomik ve Fiziksel Altyapı.....	88
5.3.	Sosyal altyapı ve sosyal etkiler	91
5.4.	Çevresel Etkiler	95
5.5.	Alternatifler, yer seçimi ve arazi maliyeti (Kamulaştırma bedeli de dâhil).....	96
6.	TALEP TAHMİNİ VE KAPASİTE SEÇİMİ.....	97
6.1.	Varsayımlar	97
6.2.	Talep Tahmin Yöntemi	97
6.3.	Talep Analizi	98
6.4.	Talep Tahmin Sonuçları	100
6.5.	Kapasite Seçimi.....	100
7.	YATIRIM TUTARI.....	101
7.1.	Sabit Sermaye Yatırım Tutarı	101
7.2.	Arazi Kamulaştırma Bedeli.....	102
7.3.	İşletme Sermayesi	102
7.4.	Toplam Yatırım Tutarı ve Yıllara Dağılımı	104
8.	PROJENİN FİNANSMANI VE FİNANSAL ANALİZ	105
8.1.	Finansman Öngörüsü.....	105
8.2.	Finansman İhtiyacı ve Kaynakları.....	105
8.3.	Finansman Koşulları ve Sermaye Maliyeti	105
8.4.	Finansman Tablosu ve Finansal Oranlar Analizi	105
9.	TİCARİ ANALİZ.....	106
9.1.	Ticari Analiz ile İlgili Temel Varsayımlar	106
9.2.	Ticari Faydalar ve Maliyetler	107
9.3.	Ticari Faydalar ve Maliyetler	111
10.	EKONOMİK ANALİZ	116
10.1.	Ekonomik Analiz ile İlgili Temel Varsayımlar	116
10.2.	Ekonomik Faydalar ve Maliyetler	116
10.3.	Ekonomik Fayda Maliyet Analizi	117
10.4.	Maliyet Etkinlik Analizi.....	117
10.5.	Diğer Ekonomik Analiz Ölçütleri	117
11.	FİNANSAL ANALİZ	117
12.	RİSK ANALİZİ.....	117
12.1.	Duyarlılık Analizi.....	117
12.2.	Proje ile İlgili Riskler ve Etkiler	118
12.3.	Temel Risklerle İlgili Risk Azaltma Tedbirleri.....	120
13.	ÇEVRESEL ANALİZ.....	121
13.1.	Çevresel Etkilerin Ön Değerlendirmesi	121
13.2.	Çevresel Riskler ve Azaltma Tedbirleri	121
14.	SOSYAL ANALİZ	121
14.1	Projenin Sosyal Etkileri.....	121
14.2.	Projenin Toplumsal Gruplara Etkisi.....	122
15.	PROJE YÖNETİMİ VE UYGULAMA PROGRAMI.....	122
15.1.	Proje Yürütücüsü Kuruluş ve Teknik Kapasitesi	122
15.2.	Proje Organizasyonu ve Yönetim	123
15.3.	Proje Uygulama Planı ve Projede Kritik Aşamalar.....	123
16.	SONUÇ	124
	EKLER	126

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Sorun/ihitiyaç tanımları ve çözümleri mantıksal çerçeve matrisi	6
Tablo 2. Van Büyükşehir Belediyesi Stratejik Planı kapsamındaki ilgili amaç ve hedef listesi	12
Tablo 3. Mikro element sınır değerleri.....	26
Tablo 4. Anaerobik fermantasyon için zararlı maddeler ve sınır değerleri.....	28
Tablo 5. Sindirilebilir madde kütleleri	33
Tablo 6. Biyogazın ortalama bileşimi	34
Tablo 7. Biyogaz üretim yöntemleri	35
Tablo 8. Desülfürizasyon işlemi süreci genel parametreleri	42
Tablo 9. Metan zenginleştirme yöntemlerinin karşılaştırması	43
Tablo 10. Fermantasyon artıklarının ve çiftlik gübrelerinin karşılaştırmalı referans değerleri ve özellikleri.....	45
Tablo 11. Fermantasyon artıklarının ve çiftlik gübrelerinin karşılaştırmalı ağır metal oranları	46
Tablo 12. Sıvı gübrede ve organik atıklarda infeksiyoz ajanlar.....	47
Tablo 13. Biyogaz tesisi materyallerinde ve fermantasyon Salmonella'nın varlığı	48
Tablo 14. Hazırlama yöntemleri için örnek olarak hesaplanmış besin maddeleri içerikleri....	55
Tablo 15. Fermantasyon atığı hazırlama yöntemlerinin karşılaştırmalı değerlendirilmesi.....	56
Tablo 16. Hammadde hazırlama havuzları özellikleri	62
Tablo 17. Çürütücü işletim koşulları.....	64
Tablo 18. Erçek biyogaz santrali atık ve üretim potansiyeli	71
Tablo 19. Fermantör hacmi tasarımı	72
Tablo 20. Fermantasyon prosesi kütle denge tablosu	72
Tablo 21. Susuzlaştırma prosesi kütle denge tablosu.....	73
Tablo 22. Kojenerasyon tasarımı	73
Tablo 23. Seçilen fermantör tipi.....	74
Tablo 24. Seçilen seperatör tipi.....	74
Tablo 25. Teknik verileri tasarım özet	74
Tablo 26. Tesis kurulum maliyetleri	76
Tablo 27. Entegre tesis gelirleri	78
Tablo 28. Çıktı ve sonuç göstergeleri.....	79
Tablo 29. Proje iş planı aşamaları	79
Tablo 30. Van ili genel bilgiler	89
Tablo 31. Van ili tarım alanlarının dağılımı ve üretim miktarları (TÜİK Verileri)	89
Tablo 32. Van ili 2020 tarla ürünleri verileri (TÜİK Verileri).....	90
Tablo 33. Van ili 2020 meyvecilik verileri (TÜİK Verileri).....	90
Tablo 34. Van ili 2020 sebze üretim verileri (TÜİK Verileri)	90
Tablo 35. Van ili hayvan varlığı (TÜİK Verileri)	91
Tablo 36. Yıllara göre Van nüfusu (TÜİK Verileri)	92
Tablo 37. 2020 yılı TÜİK bölgesel işgücü göstergeleri	92
Tablo 38. İŞKUR 2021 işgücü piyasası araştırması kapsamında veri derlenen işletme sayısı	93
Tablo 39. Aylık ve yıllık bazda kapasite seçimi	100
Tablo 40. Ana yatırım kalemleri maliyet tablosu.....	101
Tablo 41. Yıllık işletme giderleri	102
Tablo 42. Yıllık amortisman giderleri.....	104
Tablo 43. Toplam yatırım tutarı ve yıllara göre dağılımı.....	104
Tablo 44. Öngörülen finansman modeli.....	105
Tablo 45. Finansman modeli	105
Tablo 46. İşletme Gelir ve Giderleri Tablosu (\$).....	107
Tablo 47. Ticari nakit akış tablosu	109

Tablo 48. Net bugünkü değer tablosu	111
Tablo 49. İç karlılık oranı tablosu	112
Tablo 50. Geri ödeme süresi tablosu	113
Tablo 51. Fayda/maliyet oranı verileri	114
Tablo 52. Proje Duyarlık Analizi	118
Tablo 53. Risklerin etki olasılık analizi	120
Tablo 54. Riskler için alınabilecek tedbirler	120

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Sürdürülebilir biyogaz üretim döngüsü.....	16
Şekil 2. Anaerobik fermantasyon biyokimyasal aşamaları	20
Şekil 3. Yükleme oranı.....	29
Şekil 4. Hidrolik bekleme süresi	30
Şekil 5. Farklı materyal konsantrasyonlarında yükleme oranı ile hidrolik bekleme süresi arasındaki ilişki	30
Şekil 6. Metan üretkenliği	31
Şekil 7. Yükleme oranı.....	32
Şekil 8. Biyokütle bozunma derecesi	32
Şekil 9. Biyogaz tesisi entegre tasarım örneği	35
Şekil 10. Açık depolama yöntemi şeması	37
Şekil 11. Kapalı depolama yöntemi şeması	38
Şekil 12. Biyogaz üretiminde genel uygulama süreci	39
Şekil 13. Komateryal kullanılan bir biyogaz tesisi şeması.....	40
Şekil 14. Tesise ait yerleşim planı.....	60
Şekil 15. Tesiste planlan kojenereasyon motoru (örnek).....	67
Şekil 16. Flare sistemi - örnek.....	70
Şekil 17. Seçilen araziye ait uydu görüntüsü	84
Şekil 18. Van il haritası	85
Şekil 19. Van sıcaklık ve yağış grafiği.....	86
Şekil 20. Van Gölü.....	88
Şekil 21. Yıllar itibariyle Van İŞKUR kayıtlı işsiz sayıları	93
Şekil 22. Van ili genelinde sektörlere göre ihracat yapan işletmelerin oranı.....	94
Şekil 23. AS 4360 risk analiz matrisi	119

1. PROJE KÜNYESİ

Projenin Adı:	Van Büyükşehir Belediyesi Erçek Biyogaz Enerji ve Organik Gübre Üretim Santrali Fizibilite Projesi
Projenin Türü:	Bölgesel hayvansal atık bertaraf problemini ortadan kaldıracak enerji / yenilenebilir enerji sektöründe faaliyet gösterecek bir lisanslı enerji üretim biyogaz santrali kurulumu
Projenin Yürütücüsü:	Van Büyükşehir Belediyesi
Ortaklar:	-
İştirakçiler:	-
Uygulama Yeri:	Van İli İpekyolu İlçesi Yalınağaç Mahallesi 109 Ada 136 Parsel
Uygulama Süresi:	18 Ay
Projenin Kapsamı:	Van ili ülkemizde hayvancılık potansiyeli açısından önde gelen illerden bir tanesi konumunda olup TÜİK 2020 verilerine göre 197.506 adet büyükbaş (%1,08) ve 3.166.236 küçükbaş hayvan (%5,85) varlığına sahiptir. Hayvansal üretim sürecinde önemli miktarda hayvansal gübre ortaya çıkmakta olup bu çerçevede Van ilinde sadece büyükbaş hayvancılık sektöründe 4,1 milyon ton yıllık atık oluşmaktadır. Hayvancılık sektöründe hayvansal atıkların bertaraf edilmesi genellikle yetiştiriciler tarafından gerekli önlemler alınmaksızın yapılmaya çalışmakta ve bu da başta çevre açısından olmak üzere çeşitli sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Özellikle depolanan ya da önlem alınmadan çevreye bırakılan hayvan atıkları koku ve hijyen problemlerine neden olmakta, yer altı sularına karışması durumunda nitrat problemlerine yol açmaktadır. Aynı zamanda, nitrat oksitleri ve metan gazı olarak sera gazı oluşumuna da sebep olmaktadır. Gelişen teknolojiler ve dünya uygulamalarındaki başarı sonuçları ile beraber, tarım ve hayvancılığın yaygın bir şekilde yapıldığı ülkemizde organik atıklardan biyogaz dönüşümünün yapılması hem çevresel problemlerin çözümünde hem de atığı bir girdi olarak

	kullanarak enerji ile işlenmiş katı ve sıvı gübre elde edilmesi yönünde ekonomik ve çevreci bir çözüm olarak görülmektedir. Bu çerçevede, proje kapsamında kurulacak Erçek Biyogaz Enerji ve Organik Gübre Üretim Santrali ile Van İpekyolu ilçesinde ve yakın çevrelerde üretilen işlenmemiş hayvan gübreleri toplanarak hem elektrik enerjisi üretilecek hem de tarımsal faaliyetlerde kullanılmak üzere uygun formlarda sıvı ve katı gübre üretilerek çevrenin korunması ile birlikte bölge ekonomisine önemli katkı sağlanacaktır. Proje kapsamında başlıca aşağıdaki faaliyetlerin gerçekleştirilmesi planlanmıştır: • Alternatif proje yerlerinin belirlenmesi ve uygun proje yerinin saptanması • Belirlenen proje yeri ve bölgesinde uygun hayvansal ve bitkisel atık potansiyelinin saptanarak, projelendirilecek enerji santrali için gerekli hammadde rasyonu ve kurulu güç hesaplamalarının yapılması • Belirlenen arazi için detaylı zemin etüt çalışmalarının yapılması • Atık numunesi alınarak laboratuvar sonuçlarına göre kapasitelerin hesaplanması • Çevre etki değerlendirme raporunun hazırlanması • Proje örnek genel yerleşim planının hazırlanması • Ön finansal proje fizibilitesinin yapılması • Yatırımcı modeli alternatiflerinin oluşturulması ve ilgili ihalelerin düzenlenmesi
--	---

2. PROJENİN GEREKÇESİ, HEDEF VE AMAÇLARI

2.1. Projenin Konusu ve Sorun/İhtiyaç Tanımı

Tarımda organik “kapalı dolaşım ekonomisi” konsepti, basit bir fikir üzerine kuruludur: Hayvan yetiştiriciliği süreçlerinde ortaya çıkan atık maddeler, sıvı ve katı hayvan gübresi ya da gübre şerbeti, bitkiler açısından besin maddesi bakımından zengin çiftlik gübreleri olarak tarlalara uygulanır ve tarlalarda sonuç olarak tekrar hayvanlara yem olarak verilen bitkiler yetişir. Böylece pahalı ve yoğun enerji sarfiyatıyla üretilen kimyasal gübrelerin kullanımı azaltılabilir. Ancak hayvansal dışkıları, herhangi bir ön işleminden geçirilmeden bitkisel üretimde gübre olarak kullanılmaları halinde çevreye oldukça büyük zararlar (yer altı ve üstü suları kirliliği, sera gazı emisyonu vb.) ve rahatsızlıklar (koku ve hijyen problemleri vb.) verebilmektedir. Gerek tarım arazilerine aşırı gübre uygulaması gerekse de hayvansal dışkıların bu amaçlar için öngörülme alanlara ve sulara deşarj edilmesi sonucunda bu zarar ve rahatsızlıklar ortaya çıkabilmektedir.

Ete, süte ve yumurtaya yönelik olarak, özellikle de geçen on yıl içerisinde, artan talep Türkiye’deki hayvan yetiştiriciliğinin giderek yoğunlaşmasına yol açmıştır. Tarım arazileri bulunmayan veya küçük olan ve sayıları giderek artan tarımsal işletmeler, ortaya çıkan hayvansal dışkıları genelde muntazam olarak değerlendirememektedir. Birçok çiftçinin etkili gübreleme teknikleri hakkında yeterince bilgi ve beceriye sahip olmaması ve sıvı hayvan gübresi ile gübre şerbetinin depolanmasına ilişkin kesin bir yasal mevzuatın bulunmaması da çevrenin yoğun bir şekilde kirlenmesine sebep olmaktadır.

Hayvansal atıkların yarattığı görüntü, koku ve sağlık problemlerinin yanı sıra atığın kontrolsüz çürümesinden meydana gelen metan (CH_4) ve karbondioksit (CO_2) küresel ısınma ve iklim değişikliğinde en aktif role sahip sera gazlarıdır. Yine bu çürümeden kaynaklanan hidrojen sülfür (H_2S) ise koku probleminin oluşmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda bu atık yüksek organik içeriği sebebiyle insan sağlığına zararlı olabilecek birçok organizma için uygun bir yaşama ve çoğalma ortamı sağlamaktadır.

Proje kapsamında biyogaz elektrik santrali, katı gübre üretim tesisi ve sıvı gübre üretim tesisinden oluşan entegre bir tesis kurulacak ve bu tesiste hammadde olarak 109.500 ton/yıl büyükbaş hayvan ve 10.950 ton/yıl yumurta tavuğu dışkısı olmak üzere toplamda 120.450 ton/yıl hayvan dışkısı kullanılarak elde edilecek biyogazdan 20.592.000 kWh/yıl elektrik enerjisi, 31.463 ton/yıl katı hayvan gübresi ve 75.117 ton/yıl sıvı hayvan gübresi üretilenektir. Tesis işletmeye geçiş sonrası yılın 365 günü boyunca atık kabulü yaparak fermentasyon

prosesini gerçekleştirecek ve dolayısıyla gübre üretim kapasitesi 8760 saat/yıl olacaktır. Fermantasyon prosesi sonucunda elde edilen biyogazın kojenerasyon sisteminde kullanılması neticesinde ısı ve elektrik üretimi sağlanacaktır. Kojenerasyon sisteminin rutin bakım onarım çalışmaları nedeniyle oluşacak zorunlu duruşlar nedeniyle elektrik üretimi kapasitesi 7500 saat/yıl olacaktır. Bu sayede hayvansal atık kaynaklı çevresel problemlerin çözümüne katkı sağlanmasının yanı sıra Van'da örnek niteliğinde bir yenilenebilir enerji santrali kurulmuş olacak ve tesiste ortaya çıkan atık ısı yan bir tesis de (gübre üretim tesisleri) kullanılarak kaynak verimliliği konusunda da örnek bir model oluşturulmuş olunacaktır. Şehirde sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlanacak, toprak verimliliği artırılacak ve temiz su kaynaklarının kirlenmesi engellenecektir.

Çevresel etkileri ortadan kaldırılarak oluşturulacak hayvancılık modeli ile bölgede hayvancılık yatırımları cazip hale gelecektir. Hayvansal atıkların organik gübreye dönüştürülerek milli ekonomiye katma değer sağlanması ve atığın zararlı çevresel etkilerinin ortadan kaldırılması sağlanacaktır. Kullanılan organik gübrelerle sürdürülebilir tarım alternatifleri gelişecek, ithal kimyevi gübrenin oluşturduğu cari açık ve topraktaki zararların ortadan kaldırılmasıyla bölge çiftçisi daha modern ve verimli üretim şansına sahip olacaktır. Tüm bu katkılar bölgede "Yeşil Ekonomi" prensibi ışığında, ekolojik açıdan sürdürülebilir, ekonomik açıdan karlı ve sosyal açıdan uyumlu bir ekonomik kalkınmanın temelini oluşturacaktır. Dolayısıyla proje İpekyolu ilçesinde ve Van genelinde tarım ve hayvancılık faaliyetleri yapan halkla birlikte birçok işletmenin kalkınması ile Van ve hatta ulusal bazda kırsal kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesi adına iyi bir örnek teşkil edecektir.

2.2. Projenin Arka Planı ve Müdahale Gerekçesi

Toplam alanının %35'ine karşılık gelen 27 milyon ha alanda tarım yapılan Türkiye'de tarım ve atıklar sera gazı emisyonuna sebep olan dört ana sektörden ikisini teşkil etmektedir. TÜİK 2020 verilerine göre Türkiye'deki toplam hayvan mevcudu yaklaşık olarak 10 milyon sığır, 30 milyondan fazla koyun ve keçi ve 300 milyondan fazla kümes hayvanı civarında olup hayvansal üretim sonucunda yılda yaklaşık 11 milyar ton hayvansal dışkı olduğu tahmin edilmektedir. Ülkemizin küçükbaş hayvan varlığının %5,85 olan 3.166.236 baş ve büyük baş hayvan varlığının %1,08'i olan 197.483 baş Van ilinde bulunmakta sadece büyükbaş hayvancılık kaynaklı atık miktarının 4,1 milyon ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu katı ve sıvı atık maddelerin uygunsuz bir şekilde çevreye salınması veya depolanması, Van ili dahil ülkemizin birçok bölgesinde yeraltı ve yerüstü sularının yüksek derecede kirlenmesine,

rahatsız edici kokuların oluşmasına ve hijyen sorunlarına yol açmaktadır. Ayrıca bu yolla iklime zarar veren nitrik oksit ve metan emisyonları oluşmaktadır.

Türkiye'nin yaklaşık 117 milyar ton/yıl biyokütle potansiyeli bulunmakta olup bu değer yıllık 32 milyon ton eşdeğer petrol mtep'tir. Bu miktarın önemli kısmını bitkisel atıklar kaynaklı biyokütle oluştururken hayvansal atık kaynaklı biyogaz miktarının ise 1,5-2 mtep düzeylerinde olduğu tahmin edilmektedir. Buna karşılık ülkemizdeki biyogaz tesisi sayısı yok denecek kadar az olmakla birlikte Van ilinde faal biyogaz tesisi bulunmamaktadır. Bu tesislerin arttırılması hem ülkemizdeki çevresel sorunların azalmasına hem de ekonomik açıdan olumlu kazanımlara sebep olacaktır.

Son yıllarda ülkemizin sahip olduğu yenilenebilir enerji potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik çeşitli adımlar atılmıştır. Biyogaz üretim santrallerini de kapsayan yenilebilir enerji yatırımları konusunda 11. Kalkınma Planı'nda (2019 – 2023) ulusal düzeyde “Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi artırılacak, yenilenebilir enerji üretiminin şebekeye güvenli bir şekilde entegrasyonunun sağlanması amacıyla gerekli planlama ve yatırımlar gerçekleştirilecektir.” amacı belirlenmiştir. Van ilini de kapsayan TRB2 Düzey II Bölgesi için DAKA tarafından hazırlanan 2014 – 2023 Bölge Planı'nda “Enerji Potansiyelinin Etkin Biçimde Kullanılması (Hedef 6)” ana hedef olarak belirlenmiş ve bu hedef kapsamında yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımı artırmak üzere “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Sağlanması” stratejisi ortaya koyulmuştur. Ülkemiz ve TRB2 Bölgesinin yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanma potansiyelinin artırılmasına yönelik bu planlamalar çeşitli hibe ve teşvik programlarıyla da desteklenmeye başlanmıştır.

Van Büyükşehir Belediyesi 2020 – 2024 Stratejik Planı'nda kırsal alanın kalkınması ve kırsal atıkların değerlendirilmesi konularında çeşitli amaç ve hedefler belirlenmiştir. Bu kapsamda belirlenen hedeflerden bir tanesi “Enerji Kaynaklarının Verimliliği Artırmak; Sürdürülebilir Enerji Kaynaklarını ve Kurumsal Gelişimi Sağlamak”tır. Ulusal, bölgesel ve il düzeyindeki plan ve stratejilere uygun olarak gerçekleştirilmesine karar verilen Erçek Biyogaz Enerji ve Organik Gübre Üretim Santrali Projesi hem ülkemiz yenilenebilir enerji potansiyelinin kullanımına hem de biyolojik katı ve sıvı gübre üretimine önemli destek sağlayacak, tarımsal atıkların değerlendirilmesi yoluyla da çevre kirliliğinin önlenmesine katkı sunacaktır.

Projenin uygulanması ile birlikte hayvansal atıkların anaerobik ortamda çürütülerek biyogaz elde edilmesi ve çürümüş posanın organik gübre olarak kullanıma sunulması yöntemiyle enerji ve yüksek kaliteli gübreler elde edilerek sera gazı emisyonlarının azaltılması, toprak verimliliğinin artırılması ve temiz su kaynaklarının korunması amaçlamaktadır. Biyogaz

üretimini modern ve verimli kaynak kullanımını gözeten bir tarıma entegre edilmesi ile hayvan refahını gözeten ve çevre dostu bir hayvancılık modeli geliştirilerek önemli çevresel etkileri olan bu atıkların geri kazanımı ve değer kazandırılması ile milli ekonomiye katma değer sağlanması ve atığın zararlı çevresel etkilerinin ortadan kaldırılması sağlanacaktır.

Söz konusu proje, hayvansal ve bitkisel atık biyokütle kaynaklarının iki aşamalı anaerobik fermentasyon yöntemiyle biyogaza dönüştürülmesi ve biyogazın içten yanmalı motorlarda yakılarak elektrik ve ısı üretiminin yapılacağı 3,12 MWe kapasiteli şebeke bağlantılı biyogaz santrali yapımıdır. Ayrıca, Biyogaz Santrali faaliyeti sonucunda yıllık 31.463 ton organik katı gübre ve 75.117 ton kapasiteli sıvı gübre üretilecektir.

Van Erçek Biyogaz Enerji Santrali projesinin hayata geçmesi ile birlikte elde edilecek en büyük kazanım il genelinde hayvancılık işletmelerinden kaynaklanan kontrolsüz atık deşarjı problemi için kalıcı bir çözüm oluşturulacak olmasıdır. Bu doğrultuda Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu ve diğer kurumların sağladığı hibe ve teşvikler ile bölgede yatırım yapmaya hevesli pek çok yatırımcı için atık yönetimi konusu işletmeye engel bir risk olmaktan çıkacak ve yeni yatırımların önü açılacaktır. Mevcut hayvansal atıklar katma değerli yan ürünlere (elektrik, ısı, organik gübre) çevrilerek bölgesel ve ulusal ekonomiye katkı sağlanacak, tarımsal üretim kalitesi arttırılacak ve nitelikli istihdam alanı yaratılacaktır.

Bahsedilen tüm sorun/ihtiyaç tanımları ve önerilen çözümler kapsamında aşağıdaki mantıksal çerçeve matrisi incelenebilir.

Tablo 1. Sorun/ihtiyaç tanımları ve çözümleri mantıksal çerçeve matrisi

	Proje Mantığı	Objektif Olarak Doğrulanabilir Başarı Göstergeleri	Doğrulama Kaynakları ve Amaçları	Varsayımlar
Genel Amaç	Bölgesel Hayvancılık Faaliyetlerinden kaynaklı hayvansal atıkların kontrolsüz deşarjı ile oluşan çevresel kirliliğin önlenmesi	* Kontrolsüz deşarjı tespit edilen hayvansal atıkların miktarındaki azalma * Van İli genel hava kalitesindeki iyileşme	* Van İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü Çevre Yönetimi ve Denetiminden Sorumlu Çevre Müdürlüğü Yıllık Faaliyet Raporları *Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Hayvan Sağlığı ve Yetiştiriciliği Şube Müdürlüğü ve Kırsal Kalkınma ve Örgütlenme Şube Müdürlüğü Yıllık Faaliyet Raporları	

Özel Amaçlar	Hayvansal atık bertarafı konusunda yerel yetkili kurum tarafından avantajlı bir çözüm üretilmesi ile hayvancılık faaliyetlerine nitelik kazandırılması ve bu sektöre yönelecek yeni girişimcilerin heveslendirilmesi	* Projenin hayata geçirilmesi öncesinde var olan hayvancılık işletmelerinin, oluşturulan alternatif hayvansal atık bertarafı yöntemi ile hayvan sayılarındaki artış ve hayvan sağlığının iyileşmesi * Projenin uygulanması ile birlikte yeni hayvancılık işletmesi başvuru sayısındaki artış	* Van İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü Çevre Yönetimi ve Denetiminden Sorumlu Çevre Müdürlüğü Yıllık Faaliyet Raporları * Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Hayvan Sağlığı ve Yetiştiriciliği Şube Müdürlüğü ve Kırsal Kalkınma ve Örgütlenme Şube Müdürlüğü Yıllık Faaliyet Raporları	* Hayvansal Atık sahipleri ile atık tedariki ve teslim koşullarını içeren atık sözleşmeleri oluşturulmalıdır. İlgili atıkların kabul kriterleri (kuru madde, organik içerik, vb.) sözleşmede belirtilmelidir. İşletme süresince bu kriterlerde gerçekleşecek sapmalara karşı gerekli yaptırımlar sözleşmenin konusu olmalıdır. * Bölgede oluşturulacak özel nitelikli lojistik ağı sorumlusu ile ilgili atıkların kaynaklarından toplanarak santral sahasına ulaştırılması konusunda koşul ve şartları belirleyen tedarik ve lojistik sözleşmesi oluşturulmalıdır. Tedarik ağı ve akışındaki kesintilerin, işletmenin ve yürütülecek biyolojik fermantasyon prosesinin sürdürülebilirliği için hayati öneme sahip olması konusunda tüm çözüm ortakları (hayvancılık işletmesi yetkilileri ve lojistik sorumlusu) bilgilendirilmeli ve bu konuda keskin yaptırımlar ilgili iş birliği sözleşmelerinde yer almalıdır.
Beklenen Sonuçlar	* Elektrik Enerjisi Üretimi * Isı Enerjisi Üretimi * Organik Gübre Üretimi * İl Geneline Gerçekleşen Tarımsal Faaliyetlerde Kalite ve Verim Artışı * Nitelikli Personel İstihdamı Artışı	* Santral tarafından üretilen Yıllık Elektrik Enerjisi Miktarı (kWh/yıl) * Santral tarafından üretilen Yıllık Organik Gübre Miktarı (ton/yıl) * Van genelinde üretilen Yıllık Bitkisel Ürün Miktarı ve Kalite İçeriği, Tarımsal üretimin gerçekleştiği arazilerde organik içerik ve toprak kalitesindeki artış * Bölgede sağlanan personel istihdamı sayısı ve niteliğindeki artış	* T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Lisanslı Tesisler Enerji Üretimi Yıllık Faaliyet Raporları * Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şube Müdürlüğü Yıllık Faaliyet Raporları * Van İŞKUR İl Müdürlüğü Yıllık Faaliyet Raporları	* İşletme sürecinde yürütülecek biyolojik proses için gerekli teknik bilginin sağlanması, işletme sağlığı takibi ve inovatif kalite ve verim artırıcı bileşenler konusunda uzman bir firmadan teknik danışmanlık hizmeti alınmalıdır. * Elektrik ve Isı üretimi için kullanılacak kojenerasyon sistemleri ve yan donanımları için yetkili servis periyodik bakım hizmetleri alınmalıdır. * Organik gübre uygulamaları teknik açıdan uygun araçlarla ve uygun dönemlerde yapılmalıdır. * İşletme genelinde çalıştırılacak tüm personellere uygun işbaşı eğitimleri verilmeli ve her yıl periyodik olarak hatırlatma ve gelişim eğitimlerine devam edilmelidir.

Faaliyetler	*Hayvansal atıkların kaynaklarından toplanarak santrale taşınması için gerekli lojistik faaliyetleri *Tesis Ulaşan hayvansal atıkların uygun prosese alınarak işlenmesi ve biyogaz elde edilmesi *Elde edilen biyogazın kojenerasyon ünitelerinde yakılması ile elektrik ve ısı enerji üretiminin sağlanması *Fermente edilmiş hayvansal atıkların susuzlaştırma işleminden geçirilerek organik katı ve sıvı fazlı gübrelerin üretimi *Elde edilen organik gübrelerin bölgedeki tarımsal üretim arazilerinde uygun dönemlerde kullanılması *İşletmenin Yürütülmesi için gerekli personel istihdamının sağlanması ve ilgili eğitimler sonrası istihdam edilen personellere nitelik kazandırılması	*İlgili hayvansal atıkların lojistiği için oluşturulacak yerel tedarikçi ağı *Biyogaz Enerji Santrali *Kojenerasyon Sistemi ve Şebeke Bağlantı Donanımları *Seperatör Üniteleri ve Gübre Depoları *Gübre uygulama araç ve makineleri (vidanjör, kamyon, dağıtıcı, enjektörlü gübre dağıtım araçları, vb.) *Teknik Proses ve İşletme Danışmanlık Hizmeti verecek özel danışman	*Santral İşletme Raporları *Hayvancılık İşletmeleri Atık Teslim ve Lojistik Sorumlusu Taşıma Raporları Tutanakları *Teknik Danışman Hizmet Raporları	*İşletme sürecinde yürütülecek biyolojik proses için gerekli teknik bilginin sağlanması, işletme sağlığı takibi ve inovatif kalite ve verim artırıcı bileşenler konusunda uzman bir firmadan teknik danışmanlık hizmeti alınmalıdır. *Elektrik ve ısı üretimi için kullanılacak kojenerasyon sistemleri ve yan donanımları için yetkili servis periyodik bakım hizmetleri alınmalıdır. *Organik gübre uygulamaları teknik açıdan uygun araçlarla ve uygun dönemlerde yapılmalıdır. *İşletme genelinde çalıştırılacak tüm personellere uygun işbaşı eğitimleri verilmeli ve her yıl periyodik olarak hatırlatma ve gelişim eğitimlerine devam edilmelidir.
-------------	---	--	---	--

2.3. Projenin Genel Hedefi

Proje kapsamında biyogazdan 20.592.000 kWh/yıl net elektrik enerjisi, 31.463 ton/yıl katı organik gübre ve 75.117 ton/yıl sıvı organik gübre üretilecek kapasiteye sahip Biyogaz Enerji ve Organik Gübre Üretim Tesisi kurulması hedeflenmektedir. Van ilinde sadece büyükbaş hayvancılık sektöründe 4,1 milyon ton hayvansal atık üretilmektedir. Bu açıdan bakıldığında kurulacak tesis toplam üretim yanında düşük bir miktarda atığı işleyebilecek kapasitede olsa da diğer girişimciler için önemli bir örnek teşkil edecektir. Bu sayede çeşitli kurumlar tarafından yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik sağlanan hibe ve teşvik desteklerinin bölgede biyogazdan enerji üretim amacıyla etkin bir şekilde kullanılmasına da katkı sağlanacaktır.

Proje kapsamındaki yatırım hem hayvansal atık temininde üreticilere sağlayacağı gelir hem sağlayacağı istihdam hem de enerji ve organik gübre satışından elde edeceği gelir ile bölgede kırsal alanın ekonomik kalkınmasına destek sağlanmış olacaktır. Ekonomik faydaları yanında

sera gazı emisyonlarının azaltılması, toprak verimliliğinin artırılması ve temiz su kaynaklarının kirlenmesinin engellenmesi gibi çevresel yönden önemli katkılar sağlayacaktır.

Kullanılan organik gübrelerle sürdürülebilir tarım alternatifleri gelişecek, ithal kimyevi gübrenin oluşturduğu cari açık ve topraktaki zararların ortadan kaldırılmasıyla bölge çiftçisi daha modern ve verimli üretim ortamına sahip olacaktır. Tüm bu katkılar bölgede "Yeşil Ekonomi" prensibini ışığında ekolojik açıdan sürdürülebilir, ekonomik açıdan karlı ve sosyal açıdan uyumlu bir ekonomik kalkınmanın temelini oluşturacaktır.

2.4. Projenin Genel ve Özel Amacı

Bölgede bulunan mevcut hayvansal atıklar anaerobik fermentasyon prosesine tabi tutulacaktır. Proses sonucu biyogaz elde edilmesi sağlanacak ve elde edilen biyogaz kojenerasyon tesisinde kullanılarak elektrik ve ısı enerjisine dönüştürülecektir. Prosese tabi tutulmuş hayvansal atıklar ilgili mevzuat kapsamında hijyenizasyon işlemine tabi tutularak organik gübreye dönüştürülecektir. Böylece, projenin tamamlanması ile birlikte bölgede yürütülen hayvancılık faaliyetleri sonucu ortaya çıkan hayvansal atıklardan kaynaklanan çevre problemlerinin ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. Mevcut hayvansal atıklar katma değerli yan ürünlere (elektrik enerjisi, ısı enerjisi, organik gübre) çevrilerek bölgesel ve ulusal ekonomiye katkı sağlanacak, bölgede mevcut ve potansiyel tarımsal üretim kalitesi artırılacak ve nitelikli istihdam alanı yaratılacaktır.

Yatırımın yapılacağı bölge önemli tarım ve hayvancılık potansiyeline sahip olup hayvansal atık problemleri nedeniyle çevre ve su kirliliği yaşayan bir bölgedir. Yatırım sayesinde Van ili için örnek niteliğinde bir biyogaz enerji ve organik gübre üretim tesisi kurulmuş ve aşağıdaki özel amaçlara ulaşılmasına katkı sağlamış olacaktır.

- Üretimde 120.450 ton/yıl hayvan dışkısı kullanılarak biyogazdan 20.592.000 kWh/yıl net elektrik enerjisi, 31.463 ton/yıl katı organik gübre ve 75.117 ton/yıl sıvı organik gübre üretilmesi ve bu sayede hem yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılması hem de organik katı ve sıvı gübre üretilmesi sağlanacaktır.
- Tarım ve hayvancılığın yaygın olduğu bölgede doğaya kontrolsüz olarak salınan hayvansal atık miktarı azaltılarak çevre ve su kirliliğinin önüne geçilecektir. Hayvansal atıkların doğaya salınımı sonucu oluşan metan gazı ve nitrat oksitlerinin oluşturduğu sera gazının azaltılmasına ve nitrat nedeniyle suların kirlenmesinin önlenmesine katkı sağlanmış olacaktır.
- Biyogazdan elde edilen elektrik enerjisi ve organik gübrelerin (katı ve sıvı) satışı ile önemli bir ekonomik gelir (2.749.181 \$/yıl) elde edilecektir.

- Farklı niteliklerde toplamda 17 kişinin istihdamı ile istihdam politikalarına katkı sağlanacaktır.

2.5. Projenin Hedef Aldığı Kesim

2.5.1 Hedef gruplar

Projenin uygulama sürecinin tamamlanması ile birlikte proje sonuçlarından doğrudan olumlu fayda sağlayacak olan grup: Van ili sınırları içerisinde halihazırda hayvancılık faaliyetleri yürütmekte olan işletmeler ve bu tip işletmeler kapsamında yatırım planlayan girişimciler olacaktır. Ayrıca, Van ilinde yaşayan işsiz gençler de projenin hedef grubunu oluşturmakta olup bu gruptan tesisin faaliyete geçmesiyle birlikte istihdam edilecek kişiler doğrudan etkilenecektir. Ayrıca Van Büyükşehir Belediyesi de yatırım neticesinde önemli bir gelir kaynağı elde edeceğinden proje sonucundan olumlu yönde etkilenecek hedef gruptadır.

2.5.2 Nihai faydalanıcılar

Projenin tamamlanması ile orta-uzun vadede (1-5 yıl) proje sonuçlarından doğrudan fayda sağlayacak olan nihai faydalanıcı ilk grup, hâlihazırda hayvancılık faaliyetleri yürütmekte olan işletmeler ve bu tip işletmeler kapsamında yatırım planlayan gerçek ve/veya tüzel kişiler olacaktır. Benzer doğrultuda bölgede halihazırda tarımsal üretim faaliyetleri gerçekleştirmekte olan çiftçiler ve bu tip faaliyetler kapsamında yatırım planlayan gerçek veya tüzel kişiler de nihai faydalanıcı grubuna dâhil olacaktır. Üretilecek organik gübrelerin mera ıslah projelerinde kullanılma potansiyeli ile ilgili kamu kuruluşları da dolaylı nihai faydalanıcı pozisyonundadır.

3. PROJE FİKRİNİN KAYNAĞI ve DAYANAKLARI

3.1. Projenin Politika Dokümanlarına ve Yasal Mevzuatlara Uygunluğu

Ülkemiz 11. Kalkınma Planı'nda (2019 – 2023) yenilenebilir enerji üretim ve kullanımı konusunda “Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi artırılacak, yenilenebilir enerji üretiminin şebekeye güvenli bir şekilde entegrasyonunun sağlanması amacıyla gerekli planlama ve yatırımlar gerçekleştirilecektir.” amacı belirlenmiş ve bu amaca ulaşmaya yönelik proje ve faaliyetler gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Yine, Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı 2014 – 2023 Bölge Planı'nın hedeflerinden bir tanesi “Enerji Potansiyelinin Etkin Biçimde Kullanılması (Hedef 6)” olarak belirlenmiş olup bu hedef çerçevesinde belirlenen stratejilerden ilki “Strateji 1: Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Sağlanması”dır. Bu strateji çerçevesinde Ülkemizin yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin hedefine katkı sağlayacak çalışmalar yapılması hedeflenmiştir. Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payının 2023 yılında en az %30 düzeyine çıkarılması hedeflenmektedir. TRB2 2014 – 2023 Bölge Planında Ülkemizin yenilenebilir enerji alanındaki hedeflerine ulaşılabilmesi ve Bölge'nin ekonomik gelişimi için TRB2 Bölgesi'nin yenilenebilir enerji potansiyelinin etkin bir biçimde değerlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Planda TRB2 Bölgesi'nin biyogaz ile elektrik üretme potansiyeline sahip olduğu ve bu potansiyelin değerlendirilerek Bölge'nin ekonomik gelişimi ve çevresel tahribatın en aza indirilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Van Büyükşehir Belediyesi 2020 – 2024 Stratejik Planı'nda kırsal alanın kalkınması ve kırsal atıkların değerlendirilmesi konularında çeşitli amaç ve hedefler belirlenmiştir. Bu kapsamda söz konusu 2020 – 2024 Stratejik Planı'nda belirlenen hedeflerden proje konusuyla ilgili olanlar Tablo 2'de verilmiştir. Bu çerçevede hazırlanan işbu Erçek Biyogaz Enerji ve Organik Gübre Üretim Santrali kurulumu projesi de hem ulusal hem bölgesel hem de il ölçeğindeki plan ve stratejilerin hedeflerine ulaşmasında katkı sağlamak üzere planlanmıştır. Proje konusu yatırım için Van Büyükşehir Belediyesi tarafından ön fizibilite raporu hazırlanmış olup işbu fizibilite raporunun hazırlanmasını takiben uygulama aşamalarına geçilecektir. Van Büyükşehir Belediye tarafından uygulanacak proje ile kurulacak biyogaz enerji üretim tesisi hem Van'da hem de bölge illerinde benzer uygulamalar yapmak isteyen kurum/kuruluşlar için önemli bir örnek teşkil edecektir. Yukarıda anılan plan ve stratejilere uyumlu bir şekilde kurgulanmış olan yatırımın gerçekleştirilmesiyle birlikte hem il ölçeğinde Van Büyükşehir Belediyesi 2020 – 2024 Stratejik Planı hem bölge ölçeğindeki TRB2 2014 – 2023 Bölge Planı

hem de ulusal ölçekteki 11. Kalkınma Planı amaç ve hedeflerine ulaşılmasına katkı sağlanmış olacaktır.

Tablo 2. Van Büyükşehir Belediyesi Stratejik Planı kapsamındaki ilgili amaç ve hedef listesi

AMAÇ (A2)	Kırsal alanların adil, bütüncül ve etkin olarak planlanması, tarımsal üretimi sürdürülebilir şekilde çeşitlendirerek geliştirmek ve bu sayede sosyo-ekonomik düzeyi artırmak
HEDEF (H2.2)	Van'da tarımsal verimliliği ve ürün çeşitliliğini artırmak
AMAÇ (A2)	Kırsal alanların adil, bütüncül ve etkin olarak planlanması, tarımsal üretimi sürdürülebilir şekilde çeşitlendirerek geliştirmek ve bu sayede sosyo-ekonomik düzeyi artırmak
HEDEF (H2.3)	Kırsal alanlarda sunum kapasitesini geliştirmek ve bilgi düzeyini artırmak
AMAÇ (A2)	Kırsal alanların adil, bütüncül ve etkin olarak planlanması, tarımsal üretimi sürdürülebilir şekilde çeşitlendirerek geliştirmek ve bu sayede sosyo-ekonomik düzeyi artırmak
HEDEF (H2.4)	Kırsal üretimde iyi tarım uygulaması için etkin bir denetim mekanizması oluşturmak
AMAÇ (A4)	Var olan canlı-cansız çevre ilişkisinin ve kent yaşam kalitesinin yönetim, korunması, geliştirilmesi doğrultusunda ekolojik bir toplum inşası
HEDEF (H4.3)	Katı atıkların tamamını sürdürülebilir ve güvenli bir katı atık yönetim sistemi ile bertaraf etmek
AMAÇ (A7)	Belediye kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanımı ve hizmet kalitesini artırmak amacıyla kurumsal kapasitesinin artırılması bilgi teknolojilerinin etkin kullanılarak halkın memnuniyet düzeyini artırmak
HEDEF (H7.2)	Enerji Kaynaklarının Verimliliği Arttırmak; Sürdürülebilir Enerji Kaynaklarını ve Kurumsal Gelişimi Sağlamak
AMAÇ (A7)	Belediye kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanımı ve hizmet kalitesini artırmak amacıyla kurumsal kapasitesinin artırılması bilgi teknolojilerinin etkin kullanılarak halkın memnuniyet düzeyini artırmak
HEDEF (H7.3)	Kurum Kaynaklarının geliştirilmesi, gelir getirici kaynakların sağlanması

3.2. Proje Yürütücüsünün Mevcut Projeleri ve Diğer Kurum Projeleri ile Bağlantıları

Proje, Van Büyükşehir Belediyesi tarafından veya başka bir kurum tarafından önceki yıllarda yürütülmüş veya halihazırda yürütülen bir başka proje ile ilişkili değildir. Daha önce Van Büyükşehir Belediyesince biyogaz enerji üretim tesisi için ön fizibilite raporu hazırlanmış ve işbu fizibilite raporu da hazırlanarak yatırımın gerçekleştirilmesi aşamasına geçilecektir.

3.3. Proje ile İlgili Geçmişte Yapılmış Etüt Araştırma ve Diğer Çalışmalar

Van Büyükşehir Belediyesi tarafından İpekyolu İlçesinde yapılması planlanan Biyogaz Enerji ve Organik Gübre Üretim Santrali Projesi 11. Kalkınma Planı (2019 – 2023), TRB2 Bölge Planı (2014 – 2023) ve Van Büyükşehir Belediyesi Stratejik Planı (2020 – 2024) plan ve stratejilerinde belirlenmiş amaç ve hedefler çerçevesinde ildeki ihtiyaçlar dikkate alınarak

planlanmış bir projedir. Projenin uygulanmasına hazırlık olarak bu fizibilite raporu öncesi bir ön fizibilite raporu hazırlanmıştır. Bu çerçevede hem ofis hem de saha araştırmaları yapılmış, ilgili kurumlarla iş birliği yapılarak uygun yatırım alanının belirlenmesine çalışılmıştır. Hazırlanan ön fizibilite raporu yatırım için hazırlanan işbu fizibilite raporu için de temel teşkil etmiştir.

Projenin ön hazırlıkları kapsamında hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı yerlerde hayvansal atık potansiyeline yönelik ofis ve saha çalışmaları yapılarak hammadde olarak hayvansal atık temin imkanları araştırılmıştır. Bu çerçevede birçok üretici ile görüşülmekle birlikte ilk etapta yıllık yaklaşık 70 bin ton düzeyinde hayvan dışkısı üretim potansiyeline sahip çiftçilerden tedarik konusunda beyan alınmıştır. Üreticilerin yoğun olduğu Van İli İpekyolu İlçesi'nde uygun bir yatırım alanı araştırılmış ve bu amaçla Yalınağaç Mahallesi 109 Ada 136 Parseldeki 54.000 m²'lik hazine arazisi yatırım arazisi olarak belirlenmiştir. Arazi tahsisi için Van Büyükşehir Belediyesi'nce gerekli başvurular yapılmış ve hazine arazisinin Belediye'ye tahsisi tamamlanmak üzeredir. Tahsis başvurusu tamamlanmak üzere olan ilgili alan için tapu işlemleri ve ilgili arazide projenin hayata geçmesi için gerekli zemin etüdü çalışması Van Büyükşehir Belediyesi tarafından başlatılmıştır (Ek-4). Bu kapsamda ön zemin etüdü raporu hazırlanmış olup yatırım süreci öncesinde nihai zemin etüdü çalışmaları yapılacaktır.

Belirlenen yatırım arazisinde gerekli tapu işlemleri, nihai zemin etüdü çalışmaları ve izin işlemlerinin ardından işbu fizibilite raporuyla da maliyetlerin ortaya koyulmasıyla birlikte yatırım sürecine geçilecektir.

3.4. Proje İhtiyacı/Talebi

Van ili, tarım ve hayvancılığın ortalamanın üstünde yapıldığı bir bölgedir. Bu etkinliklerden büyük miktarda organik bazlı atık ve artık oluşmaktadır. Aşağıdaki bölümlerde de detaylı olarak açıklandığı gibi bu atıkların anaerobik olarak parçalanması hem önemli bir çevre kirliliğini önleyecek hem de yenilenebilir enerji elde edilmesine yol açacaktır.

Hayvan katı atıkları gübre olarak veya kurutulduktan sonra yakıt kaynağı olarak tarih boyunca kullanılmıştır. Ancak, son yıllarda çiftlik kapasitelerinde ve dolayısıyla dışkı miktarlarındaki büyük artışlar nedeniyle önemli çevre problemleri gündeme gelmektedir. Hayvan atıklarından kaynaklanan çevre sağlığı sorunları bazı endüstriyel atıklar sebebiyle oluşan problemler kadar zararlı olabilmektedir. Özellikle yüzey sularının alıcı ortama drenajı, tarımsal deşarjlar ile hayvan atıkları için nihai depolama alanı olarak kullanılan araziler su kirliliğinin başlıca kaynakları olarak ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde mevcut olan büyük baş hayvan sayısı ele alındığında, çok önemli miktarda hayvan atığının bulunduğu ortaya çıkmaktadır. Hayvan

atıklarının arıtılmadan doğaya salınması ile başta atıktan kaynaklanan gazların oluşturduğu küresel ısınma problemi olmak üzere, yerüstü sularının kirlenmesi ve patojenik kontaminasyon gibi çevre ve insan sağlığı sorunlarına yol açmaktadır. Hayvancılık sektöründeki gelişmelerin çoğu tarımı ve çevreyi kirleten bir kaynak olarak ortaya çıkmıştır.

Organik atıklar, yüksek biyolojik oksijen gereksiniminden dolayı su kirliliğine sebep olurlar. Bununla birlikte, hayvansal atıklar içerdikleri yüksek azot ve fosfor miktarları nedeniyle ötrofikasyona neden olmaktadır. Ayrıca, patojen kontaminasyonunun olası bir kaynağıdır. Küçükbaş hayvancılık işletmelerinde ise atık sorunu olmayıp ortaya çıkan dışkı toprak ıslah edici bir materyal olarak kabul edilmektedir. Sığır ve kümes hayvanlarının yoğun üretiminin olduğu çiftliklerde hayvansal dışkının dağılımı sorun yaratmaktadır. Hayvansal üretimin çevreye yaptığı en olumsuz etki, bir takım bulaşıcı hastalık etkenlerinin kaynağını oluşturmasıdır. Bütün bu etkenlerin çözümü çevreye yayılma yolu doğrudan ve dolaylı atık bertarafıdır. Ahır ve kümeslerden uzaklaştırılan atıkların depolandıkları çukurlar, insan ve hayvanlar için hastalık kaynağı olarak büyük tehlike oluşturmaktadır.

Hayvansal atıklar %50-75 oranında mikroorganizmalar yardımıyla ayrışabilen organik maddeleri içerir. Organik maddelerin ortamdaki oksijen durumuna bağlı olarak ayrışımı sonucu kokular oluşur. Hayvansal atıkların aerobik koşullar altında hızlı ayrışımında azot ve kükürdün inorganik bileşikleri de ortaya çıkar. Ayrışmada ortama çok az miktarda karbondioksit gazı yayılırken aşırı derecede koku yayan bileşikler oluşur. Hayvancılık işletmelerinde yığılan dışkı, önceleri zayıf bir koku çıkarır. Daha sonra yüksek ısı ve nem etkisi ile bakteriyolojik parçalanma başlar. Ürik asit hızla amonyum tuzlarına dönüşür. Amonyak çıkışı artarak çevreye rahatsız edici bir koku yayılır.

Hayvan atıklarının nakliyesi de günümüzde önemli bir sorun oluşturmaktadır. Hayvan atıklarının bertaraf yöntemlerinin uygulanmasında karşılaşılabilecek önemli problemlerden biri, yeterli miktarda çiftlik hayvanı dışkısının ekonomik olarak merkezi ünitelere ulaştırılamamasıdır. Hayvan dışkısının uygun taşıma mesafelerine göre nakliye edilmemesi ile taşıma esnasında oluşabilecek atık kokusu ve hijyen problemlerinin yanı sıra uygun olmayan nakliyelerin de ekonomik olarak masraflı olması sorun oluşturmaktadır.

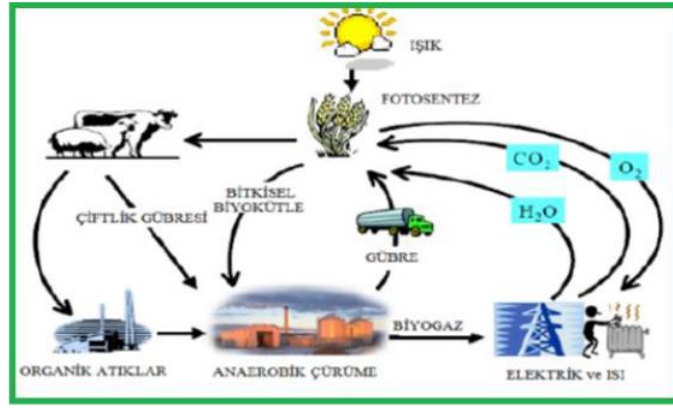
Hayvan üretimi sonucu oluşan atıklar, hayvan dışkıları ve kesim işlemi sonucu kalan iç organlardır. Mevcut durumda bu atıklar çiftliklerden toplanarak işlenmemiş halde tarımsal alanlara veya toprak yüzeylere serilmekte, suyla kürenerek sonrasında fizikokimyasal ve/veya biyolojik proseslerle arıtılıp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

atıklarının tarımsal arazilere uygulanması ile atık içinde bulunan zararlı maddeler tarımsal toprağın verimliliğini düşürmekte ve çevresel kirliliğe sebep olmaktadır.

Hayvan atıklarının yanlış yönetilmesinden kaynaklı olumsuzluklar şu şekilde özetlenebilir:

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

Bu atıkların kirlilik kaynakları olması nedeniyle uygun atık yönetim sistemlerinin uygulanması gerekmektedir. Mevcut durumda uygulanan depolama, kontrolsüz yakma veya su kaynaklarına deşarj, organik içeriği yüksek ve enerji üretim potansiyeli olan bu atıkların değer kaybına yol açmaktadır. Ayrıca, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde belirlenen kirletici kaynakların deşarj limit değerleri mevcuttur. Hayvansal atıkların bu limit değerlere ulaşılabilmesi için azot ve fosfor giderimli membran biyoreaktörde arıtma sonrası nanofiltrasyon gibi pahalı ileri arıtma teknolojilerinin kullanımı gerekmektedir. Bütün bu yanlış atık uygulamaları göz önünde bulundurulduğunda, hayvansal atıklar için sürdürülebilir atık yönetimi yaklaşımının benimsenmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. *Hayvansal atık yönetiminin* amacı; büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvancılığın gerçekleştirildiği bölgelerde, büyük miktardaki potansiyel hayvan atıklarının kullanım kapasitesini, sağlıklı çevre, ekonomik ve sosyal yararlar dikkate alınarak ve sürdürülebilir biçimde arttırmaktır. Bu kapsamda hayvansal atıklar, miktar ve özelliklerine bağlı olarak ve uygun teknolojiler kullanılarak enerji elde edilmesi amacıyla atık yönetimi çerçevesinde değerlendirilebilmektedir. Biyogaz tesislerinde kullanılabilen hammaddeler ve bunların sürdürülebilir döngüsü aşağıda Şekil 1.'de verilmiştir.



Şekil 1. Sürdürülebilir biyogaz üretim döngüsü

2020 yılı TÜİK verilerine göre Van ilinde 197.483 büyükbaş hayvan, 3.166.236 küçükbaş hayvan ve 423.904 yumurta tavuğu bulunmakta olup bu hayvanlar sırasıyla yıllık yaklaşık 4,1 milyon ton, 1,4 milyon ton ve 16.950 ton hayvan dışkısı üretmektedir. Kurulması planlanan biyogaz enerji ve organik gübre işleme tesisinde yılda 109.500 ton büyükbaş hayvan ve 10.950 ton yumurta tavuğu dışkısı olmak üzere toplamda 120.450 ton/yıl hayvan dışkısı kullanılarak biyogazdan biyogazdan 20.592.000 kWh/yıl net elektrik enerjisi, 31.463 ton/yıl katı organik gübre ve 75.117 ton/yıl sıvı organik gübre üretilecektir. Üretilen ürünlerden elektrik enerjisi bölgenin enerji ihtiyacının karşılanmasında kullanılmak üzere ilgili kurumlara satılacakken, organik katı ve sıvı gübreler ise bölgede tarımsal üretim yapan ve ağırlıklı olarak kimyevi gübre kullanan çiftçilerin kullanımına uygun fiyatlarla sunulacaktır. Van'da 29 bin çiftçi yaklaşık 3 milyon hektarlık alanda tarımsal faaliyet yürütmekte olup tarımsal faaliyetlerinin sürdürülebilmesi için organik ve uygun fiyatlı gübreye ihtiyaç duymaktadırlar. Biyogazdan enerji üretimi yanı sıra işlendikten sonra besin değeri artırılarak satışa sunulacak katı ve sıvı gübreler bölgedeki çiftçi için önemli bir tedarik alanı oluşturmuş olacaktır.

Van ilinde toplamda 5,5 milyon ton/yıl civarında hayvan dışkısı elde edilmekle birlikte proje kapsamında kurulacak tesiste ancak 120.450 ton/yıl hayvan dışkısı işlenebilecektir. Kurulan işletmenin karlılığı benzer yatırımları yapmak isteyen faydalanıcılar açısından da cazip bir nitelik taşıyacaktır.

3.5. Proje Alternatifleri

3.5.1 Projesiz durum

Bölgede yürütülen hayvancılık faaliyetleri sonucu ortaya çıkan hayvansal atıklardan kaynaklanan çevre problemlerinin ortadan kaldırılması ihtiyacı için halihazırda yürütülmekte olan bir uygulama bulunmamaktadır.

3.5.2 Bakım onarım veya tevzii yatırımı

Halihazırda proje konusu mal/hizmet ihtiyacını karşılayan bir birim bulunmamaktadır.

3.5.3 En iyi iki ikinci alternatif

Yapılan ön etüt ve analizler doğrultusunda, belirtilen temel hedeflere ulaşmayı sağlayacak ve tercih edilen alternatiften sonra gelen proje alternatifi, ilgili hayvansal ve bitkisel atıkların biyogaz prosesine tabi tutulmadan direkt olarak organik gübre formuna dönüştürülmesini sağlayacak olan gübre üretim tesislerinin kurgulanması olmuştur. Ancak bu kapsamda hayvansal ve bitkisel atıkların aerobik bir proses olan kompost teknolojisi ile ön işleme tabi tutulması gerekecektir. Açık ortamda yürütülmesi gereken kompost işlemi sırasında açığa çıkacak olan gaz formundaki karbondioksit (CO₂) ve azotlu diğer bileşikler kontrolsüz şekilde atmosfere salınmış olacak ve hava kirliliğindeki artışa sebep olmaya devam edecektir. Böylece hayvansal ve bitkisel atıkların yarattığı potansiyel çevre kirliliği kapsamında, yeraltı kaynakları korunmuş olsa da hava kirliliğine katkıları devam edecek ve hedeflenen çevre koruma politikaları tamamen ortadan kaldırılamayacaktır. Ayrıca potansiyel enerji üretimi de sağlanamamış olacaktır.

3.5.4 En iyi alternatif

En iyi alternatif olarak kurgulanan proje hayvansal ve bitkisel atık kaynaklarının iki aşamalı anaerobik fermantasyon yöntemiyle biyogaz ve fermente gübre elde edilmesidir. Biyogazın kojenerasyon sistemlerinde yakılması ile elektrik ve ısı üretimi yapılacak ve anaerobik fermantasyon prosesinden geçirilmiş fermente posanın uygun ek proseslerden geçirilmesi ile organik gübre elde edilmesi sağlanacaktır. Bu teknolojinin tercih edilmesi ile hayvansal ve bitkisel atıklardan enerji elde edilmesi sağlanacak, üretilen elektrik enerjisi şebeke bağlantılı şekilde piyasaya arz edilecek, üretilen ısı enerjisi tesisin iç ihtiyacında kullanılarak önemli bir işletme maliyeti kalemi olan yakıt giderleri ortadan kaldırılacak, üretilen sıvı ve katı formulu organik gübreler ile bölge genelinde yürütülmekte olan tarımsal faaliyetlerde kalite ve verim parametreleri iyileştirilecektir.

3.6. Teknoloji ve Tasarım

3.6.1 Anaerobik fermantasyonun esasları

3.6.1.1 Biyogaz üretiminin faydaları

Anaerobik bozundurma ile atıkların biyogaz ve gübreye dönüştürülerek, enerji eldesi ve tarımda kullanılması pek çok avantaj sunmaktadır. Bunlar şöyle özetlenebilir:

- Biyogaz eldesi için kullanılabilecek hayvansal, evsel vb. atıklar pek çok kirletici içermekte ve herhangi bir arıtıma tabi tutulmadan doğaya verildiğinde insan sağlığı ve çevresel değerler üzerinde ciddi tehdit oluşturmaktadır. Bu atıkların anaerobik bozundurmaya tabi tutulması, içerdikleri kirleticilerin önemli ölçüde giderilmesine yol açmaktadır.
- Biyogaz üretiminde kullanılan biyokütle (hayvansal, evsel, vb. atıklar) yenilenebilir bir enerji kaynağıdır.
- Biyogaz; kırsal ölçekte evlerde kullanılan diğer enerji türlerine (elektrik, kömür, LPG, ağaç ve tezek) göre yenilenebilir, ucuz, hijyen ve çevre dostu olma özelliklerinden en az birisi ile daha avantajlıdır. Kurulma maliyetini kısa sürelerde amorti eden biyogaz tesisleri, uzun süreler (15-20 yıla kadar) atıklardan enerji ve yüksek kaliteli gübre üretebilir.
- Temiz yanma özelliği ile biyogaz kullanımı dış ortam olduğu kadar iç ortamlarda da hava kirliliği kaynaklı sağlık ve çevre sorunlarında iyileşmeler sağlar.
- Kırsal kesimde ısınmak için ağaç kullanan ailelerin biyogaza geçmeleri, yakacak elde edilmesi kaynaklı orman tahribatını azaltma/durdurma potansiyeline sahiptir. Ayrıca biyogaza geçiş, bu bölgelerdeki aile üyelerinin (genelde kadın ve çocuklar) ağaç parçaları toplamak ve hayvansal atıkları uzaklaştırmak için harcadıkları zamanı farklı işlerde kullanmaları olanağını sağlayacaktır.

Hayvansal atıklar doğrudan gübre olarak kullanıldıklarında içerdikleri patojenler, bu atıkları kullanan aileler için ve yeraltı suyuna sızarak çevredeki yerleşim birimleri için sağlık riski oluşturur. Oysa, anaerobik bozunma hayvansal atıkların içediği patojenleri büyük ölçüde yok ederek daha güvenli bir gübre elde edilmesine yol açar. Ayrıca, anaerobik bozundurma hayvansal atıkların azot ve fosfor içeriğinin yükselmesi ve/veya bitkiler tarafından daha kolay kullanılabilir hale gelmesiyle de avantajlar sunar. Çiftçilerin gübre elde edilmesi bazında kendilerine yeter hale gelmeleri ve kullanım fazlası gübreyi satmaları da kendilerine önemli bir mali kazanç sağlayacaktır.

3.6.1.2 Biyogaz üretimi ile elde edilen çevresel kazanımlar

Karbon içeren pek çok bileşiğe ek olarak, pestisit kullanımı kaynaklı tehlikeli ve kanserojen atıklar olan klorlu organik bileşikler (klorofenoller, klorometanlar, kresol, PCBler, vd.) anaerobik bozundurma ile giderilebilmektedir. Çeşitli yakıtların yakılması sonu ortaya çıkan hava emisyonları incelendiğinde biyogaz hava kirliliği emisyonları bazında diğer yakıtlara

göre çok temiz bir yakıttır. Biyogazın yakılması sonucu ortaya çıkan NO_x ve SO_2 emisyonları herhangi bir arıtım olmaksızın Türkiye'deki emisyon standartlarını sağlamaktadır.

Organik atıklardan biyogaz eldesi küresel ısınma ile mücadelede de önemli bir role sahiptir. Organik atıkların anaerobik olarak bozundurulması sonucu oluşan biyogaz yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Biyogazın yakılması sonucu ortaya çıkan CO_2 biyogaz eldesinde kullanılan organik atığın bünyesinde var olan ve atmosfer kaynaklı karbondur. Dolayısıyla biyogaz CO_2 nötral bir yakıttır ya da biyogazın yakılması sonucu ortaya çıkan CO_2 atmosferik CO_2 düzeyinde bir artışa yol açmaz. Biyogazın enerji eldesi için kullanımı, halihazırda kullanımda olan ve yakılmaları sonucu önemli miktarlarda sera gazı emisyonlarına yol açan yenilenemeyen fosil kökenli yakıtların (kömür, petrol ve doğal gaz) kullanılmaması anlamına gelecektir. Böylelikle biyogazın kullanımı ile üretilen enerji eşdeğerine karşılık gelen ve fosil kökenli yakıtların yakılması sonucu ortaya çıkan CO_2 emisyonları önlenmiş olacaktır. Ayrıca biyogaz elde edilmesinde kullanılan organik atıkların kontrolsüzce doğaya verildiği durumda çürümeleri sonucu neden olacakları sera gazı emisyonları (CH_4 , CO_2 ve N_2O) bu atıkların anaerobik olarak bozundurulmaları ve üretilen biyogazın kullanılması sonucu önlenmiş olacaktır.

3.6.1.3 Biyogazın enerji içeriği, eşdeğeri ve kullanımı

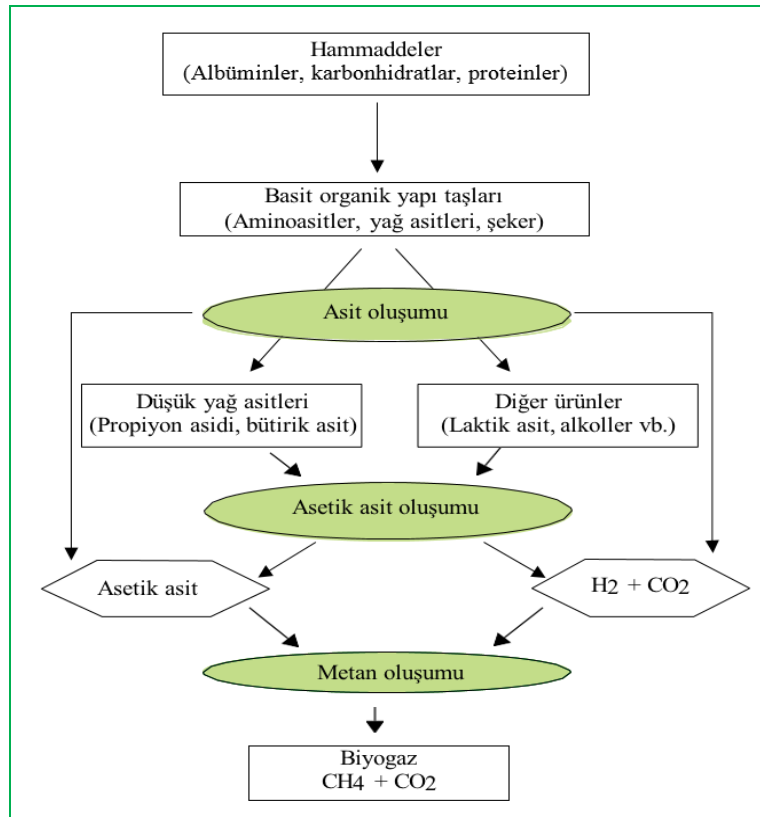
Kalorifik değeri 20 Megajul/ m^3 olan biyogaz; aydınlatma, yemek pişirme, elektrik üretimi ya da modifiye edilmiş içten yanmalı motorlarda yakıt olarak kullanılması gibi pek çok enerji gereksiniminin karşılanmasında kullanılabilir. 1 m^3 biyogazın enerji eşdeğeri 5-6 kişilik bir ailenin 3 öğün yemeğinin pişirilmesi, 2 kW-saat elektrik üretimi ya da 1 Beygir gücünde içten yanmalı bir motoru 2 saat çalıştırmak için yeterlidir. Diğer yakıtlar ile karşılaştırıldığında ise 1 m^3 biyogaz (4700-5700 kcal/ m^3) 0,62 litre gazyağı, 1,46 kg odun kömürü, 3,47 kg odun, 0,43 kg bütan gazı ya da 12,3 kg tezek ile eşdeğerdir. Kalorifik değeri daha düşük olmakla birlikte anaerobik bozunma sürecinde oluşan biyogaz, doğalgaza benzerlik gösteren ve doğal gaz için tasarlanmış her türlü uygulamada kullanılabilen bir yakıttır.

3.6.1.4 Biyogaz oluşumu

İsminden de anlaşılacağı üzere, “biyo” gaz biyolojik bir prosesle oluşmaktadır. Oksijensiz bırakılmak (anaerobik olarak da adlandırılır) suretiyle organik kütleden biyogaz adı verilen bir gaz karışımı ortaya çıkar. Doğada yaygın olarak görülen bu proses örneğin bataklıklarda, deniz tabanlarında, sıvı gübre çukurlarında ve geviş getiren hayvanların içkembelerinde de gerçekleşir. Bu esnada organik kütle bir dizi mikroorganizma tarafından neredeyse tümüyle

biyogaza dönüştürülür. Bunun yanı sıra belirli miktarlarda enerji (ısı) ve yeni biyokütle oluşur.

Biyogaz metandan (%50-75 Hac.) ve karbondioksitten (%25-50 Hac.) oluşmaktadır. Bunun yanında biyogazda düşük miktarlarda hidrojen, hidrojen sülfür, amonyak ve eser miktarda diğer gazlar da bulunur. Bileşim asıl olarak kullanılan materyaller, fermentasyon işlemi ve farklı teknik uygulamalarla belirlenir. Biyogazın oluşum prosesi çok sayıda aşamada gerçekleşmektedir (Şekil 2.). Bu esnada prosesin bütününün bir olumsuzluğa meydan vermeyecek şekilde gelişmesi için bozunma aşamalarının birbirleri ile uyumlu olması gerekir.



Şekil 2. Anaerobik fermentasyon biyokimyasal aşamaları

İlk aşama olan “hidroliz” esnasında hammaddenin kompleks yapıları (örneğin karbonhidratlar, yağlar vb.) daha basit organik yapılara (örneğin aminoasitler, şeker, yağ asitleri) dönüştürülür. Buna katılan hidrolitik bakteriler, malzemeyi biyokimyasal olarak parçalayan enzimleri serbest bırakırlar.

Oluşan ara ürünler “asetojenez aşaması”nda fermente edici (asit oluşturan) bakteriler tarafından düşük yağ asitlerine (asetik, propiyon ve bütirik asit), karbondioksit ve hidrojene ayrıştırılır. Bu esnada aynı zamanda düşük miktarlarda laktik asit ve alkoller de oluşur. Bu aşamada oluşan ürünün türü, oluşan hidrojenin yoğunluğu tarafından belirlenir.

Asetojenez, yani “asit oluşumu” aşamasında bu ürünler asetojen bakteriler tarafından biyogazın öncül maddelerine (asetik asit, hidrojen ve karbondioksit) dönüştürülür. Bu bağlamda kısmi hidrojen basıncı büyük önem taşımaktadır. Fazla yüksek hidrojen miktarı enerjisel nedenlerle asetojenizin ara ürünlerinin bozunmasını engeller. Bunun sonucu olarak propiyon asidi, izobütrik asit, izovaleriyon asidi ve kapron asidi gibi organik asitler zenginleşir ve metan oluşumunu engellerler. Asetojen bakteriler (hidrojen oluşturunca) bu nedenle hidrojeni karbondioksitle birlikte metan gazı oluşturmada kullanan (türler arası hidrojen transferi) ve bu sayede asetik asit oluşturan bakteriler için kabul edilebilir çevre koşulları oluşturan ve hidrojen tüketen metanojenik bakteriler ile sıkı bir yaşam ortaklığı kurmak zorundadırlar.

Biyogaz oluşumunun son aşaması olan “metanojeniz” de öncelikle asetik asitler, hidrojen ve karbondioksit, mutlak anaerobik metanojen bakteriler tarafından metana dönüştürülür. Hidrojen kullanan metanojenler hidrojen ve karbondioksitten metan üretirken, asetoklastik metan oluşturunca asetik asidi ayrıştırarak metan oluşturunca. Tarımsal biyogaz tesislerinde hüküm süren koşullar altında metan oluşumu yüksek ortam basıncında ağırlıklı olarak hidrojen sentezi reaksiyonuyla, nispeten daha düşük ortam basıncında asetik asidin parçalanması reaksiyonuyla gerçekleşir. Metanın %70 oranında asetik asidin parçalanması, %30 oranında da hidrojenin sentezi sonucu oluştuğuna dair atık su çamuru fermentasyonundan elde edilen bilgi, tarımsal biyogaz tesislerinde her halükârda çok kısa bekleme süresine sahip yüksek basınç fermentörleri için geçerlidir. Yapılan yeni araştırmalar, türler arası hidrojen transferinin hız belirleyici aşama olacağını ortaya koymaktadır.

Oksijensiz bozunmanın dört aşaması aslında tek basamaklı bir proseste paralel olarak aynı zamanda gerçekleşir. Ancak her bozunma aşamasının bakterileri farklı yaşam alanı taleplerine sahip oldukları için (örneğin pH değeri, ısı) proses tekniği bakımından bir uzlaşmanın yaratılması gerekir. Metanojeniz mikroorganizmalar düşük büyüme hızları nedeniyle biyogenezin en zayıf halkası olduklarından ve olumsuz çevresel koşullara karşı çok hassas tepki vermelerinden ötürü çevre koşullarında metan oluşturan bakterilerin taleplerine uydurulması gerekmektedir. Hidrolizi ve asit oluşumunu metan oluşumundan iki ayrı proses aşaması ile ortamsal olarak ayırma girişimi (iki aşamalı proses uygulaması) pratikte sınırlı şekilde gerçekleşmektedir, çünkü hidroliz aşamasında düşük bir pH değerine ($\text{pH} < 6.5$) rağmen yine de kısmen metan oluşumu gerçekleşmektedir. Oluşan hidroliz gazı karbondioksit ve hidrojenin yanı sıra metan da içerir, bundan ötürü çevre üzerindeki olumsuz etkilerden ve güvenlik risklerinden kaçınmak için hidroliz gazının bir değerlendirmeye veya işleme tabi tutulması gerekir.

Biyogaz tesisinin konstrüksiyonuna ve işletme tarzına, ayrıca materyal olarak kullanılan hammaddenin özelliklerine ve konsantrasyonuna bağlı olarak çok aşamalı proseslerde her bir fermantör basamağında farklı çevre koşulları oluşturulabilir. Çevre koşulları da mikrobiyolojik biyogenezin bileşimini ve aktivitelerini etkiler ve böylelikle oluşan metabolizma ürünlerine doğrudan etki ederler.

3.6.1.5 Çevre koşulları

Çevre koşullarının tarif edilmesinde yaş fermantasyon ile katı fermantasyon (kuru fermantasyon olarak da anılır) arasında ayırım yapılması gerekir, çünkü her iki işlem arasında özellikle su miktarı, besin maddesi içeriği ve materyal transferi bakımından farklılıklar vardır. Sürecin yaş ve katı fermantasyon olarak kesin bir şekilde ayrılması yanıltıcıdır, çünkü fermantasyon sürecine katılan mikroorganizmalar büyümek ve hayatta kalmak için her halükârda sıvı bir maddeye ihtiyaç duymaktadırlar. Fermente edilecek hammaddenin içindeki kuru kütle oranının tanımlanmasında da sık sık farklı kuru kütle oranlarına sahip çok sayıda materyal kullanıldığı için yanlış anlaşılmalara ortaya çıkmaktadır. Burada işlemin bölümlendirilmesi için belirleyici olanın her bir materyalin içindeki kuru kütle oranının değil, aksine fermantöre aktarılan materyal karışımının içindeki kuru kütle oranı olduğu konusunda işletmeci bilgi sahibi olmalıdır. Bu nedenle burada yaş ve katı fermantasyon ayrımı, fermantör içeriğinin kuru kütle oranına göre yapılacaktır. Bu noktada mikroorganizmaların her iki durumda da kendi dolaysız çevrelerinde yeterli suya ihtiyaç duyduklarına bir kez daha işaret edilmelidir. Aslında, yaş ile katı fermantasyon arasındaki sınıra dair kesin bir tanım bulunmamakla birlikte uygulamada enerji bitkileri kullanıldığında fermantörde yaklaşık %12 oranında bir kuru kütle oranı yaş fermantasyona karşılık gelmektedir. Çünkü fermantör içeriği bu su oranında hâlâ pompalama yeteneğine sahiptir. Fermantördeki kuru kütle oranı %15-16'nın üzerine çıktığında malzeme artık pompalanamaz ve bundan ötürü proses katı fermantasyon olarak adlandırılır. Pratikteki baskın uygulama nedeniyle burada sadece yaş fermantasyon konusu ele alınacaktır.

Oksijen

Metanojenik bakteriler dünyamızın en eski canlılarından olup bundan üç ila dört milyar yıl önce, bildiğimiz kadarıyla atmosferin oluşmasından çok önce, ortaya çıkmışlardır. Bu nedenle bu mikroorganizmalar günümüzde oksijenin bulunmadığı bir yaşam ortamına muhtaçtırlar. Pek çok türü çok az miktardaki oksijen tarafından dahi öldürülür. Ancak genelde fermantöre oksijen girişini tümüyle engellemek mümkün değildir. Metanojenik bakterilerin faaliyetlerinin derhal durmamasının veya tümüyle ölmemelerinin nedeni, gerçekleşen

bozunma aşamalarında oksijen tüketen bakterilerle bir arada yaşamalarıdır. Bunlardan bazıları fakültatif anaerobik bakteriler olarak adlandırılır. Bu bakteriler hem oksijen etkisi altında hem de tümüyle oksijensiz ortamda yaşayabilirler. Oksijen miktarı çok fazla değilse oksijensiz bir ortama zorunlu olarak ihtiyaç duyan metanojenik bakterilere zarar vermesinden önce oksijeni tüketirler. Biyolojik desülfürizasyon işlemi için fermantörün gaz bölmesine sevk edilen havadaki oksijen, bundan ötürü metan oluşumu üzerinde olumsuz etki etmez.

Sıcaklık

Esas olarak; çevre ısısı ne kadar yüksek ise kimyasal reaksiyonların da o kadar hızlı gerçekleştiği kabul edilir. Ancak bu durum biyolojik bozunma ve indirgenme proseslerine kısmen uygulanabilir. Burada metabolizma prosesine katılan mikroorganizmaların varlıklarını farklı sıcaklık koşullarında sürdürdükleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bu optimal sıcaklık alanlarının altına düşüldüğünde veya üstüne çıkıldığında, bu durum sürecin kesintiye uğramasına ve uç durumlarda sürece katılan mikroorganizmaların geri dönüşü olmayacak zararlara uğramasına yol açabilir.

Bozunmaya katılan mikroorganizmalar sıcaklık istekleri nedeniyle üç gruba ayrılırlar. Bunlar sakrofilik, mezofilik ve termofilik olarak adlandırılan mikroorganizmalardır. Sakrofilik mikroorganizmaların sıcaklık istekleri 25 °C altındaki sıcaklıklardır. Bu sıcaklıklarda materyallerin veya fermantörün ısıtılmasına gerek yoktur, ancak bozunma performansı veya gaz üretimi düşüktür. Bu yüzden biyogaz tesislerinin ekonomik bir şekilde işletilmesi mümkün değildir. Bilinen metan oluşturunucuların büyük kısmının sıcaklık isteği 37 ve 42 °C arasındaki sıcaklık alanında bulunmaktadır. Mezofilik alanda faaliyet gösteren tesisler uygulamada en yaygın görülenlerdir, çünkü bu sıcaklık alanında nispeten yüksek bir gaz verimliliği ve iyi bir proses istikrarı sağlanabilmektedir. Materyalin hijyenleştirilmesiyle sağlığa zararlı bakteriler öldürülecekse veya yüksek öz ısıya sahip (örneğin proses suyu) materyale bağlı yan ürün veya atık madde olarak kullanılacaksa, termofilik kültürler fermantasyon için çok uygundur. Yine de fermantasyon prosesinin ısıtılması için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sıcaklık alanındaki fermantasyon prosesi rahatsız edici etkilere, materyal beslemesindeki düzensizliklere ve fermantörün çalışma tarzına karşı hassastır, çünkü termofil koşullar altında metanojenik mikroorganizmaların daha az sayıda çeşidi bulunmaktadır. Bu bağlamda sıcaklık alanları arasındaki geçişlerin akışkan olduğunu, hızlı sıcaklık değişimlerinin mikroorganizmalara zarar verdiğini, ancak metanojenik mikroorganizmaların yavaş gerçekleşen sıcaklık değişimlerinde farklı sıcaklık seviyelerine uyum gösterebildiğini ortaya koymuştur. Sürecin

istikrarlı işlemleri için mutlak bir sıcaklık yerine, bir alt üst sıcaklık seviyesi içindeki değişmezlik belirleyicidir. Bu bağlamda uygulamada çok sık gözlemlenen kendiliğinden ısınma etkisinin anılması gereklidir. Bu etki ağırlıklı olarak karbonhidrat içeren materyallerin yer aldığı, sıvı hammaddelerin bulunmadığı ve iyi izole edilmiş tanklarda kullanılması durumunda ortaya çıkar. Kendiliğinden ısınma, bazı mikroorganizma gruplarının karbonhidrat bozunması esnasında ürettikleri ısıya bağlanmaktadır. Bu etki, aslında mezofilik işletme için öngörülmüş olan işletimde, sıcaklığın 43-48 °C 'ye kadar yükselmesi sonucunu doğurabilir. Yoğun bir analitik izleme ve buna bağlı proses kontrolüyle, kısa süreli ve az sayıda kesintilerle gaz üretimi devam eder. Ancak prosese gereken müdahaleler (örneğin girdi miktarlarının düşürülmesi) yapılmadığı takdirde, mikroorganizmalar sıcaklık değişimine uyum sağlayamazlar ve en kötü durumda gaz üretimi tümüyle sona erer.

pH değeri

pH değeri için de sıcaklık için bahsedilenlere benzer bağlamlar geçerlidir. Bozunmanın çeşitli aşamalarına katılan mikroorganizmalar, optimum büyüyecekleri farklı pH değerlerine ihtiyaç duyarlar. Örneğin hidrolize eden ve asit üreten bakteriler için pH optimum düzeyi 5,2 ile 6,3 arasında bulunmaktadır. Ancak bu bakteriler bu değerlere bağlı kalmak zorunda olmayıp çok az daha yüksek pH değerlerinde de materyalleri dönüştürebilirler. Ancak faaliyetleri bundan ötürü bir miktar azalır. Buna karşın asetik asit oluşturan bakteriler ve metanojenik arkeler mutlaka 6,5 ile 8 arasındaki nötral alanda bulunan bir pH değerine ihtiyaç duyarlar. Fermantasyon prosesi sadece bir fermantörde gerçekleşiyorsa buna uygun olarak pH alanına uyulması gerekir.

Bir prosesin tek veya çok aşamalı olmasından bağımsız olarak sistemin içindeki pH değeri anaerob bozunma esnasında oluşan alkali ve asitli metabolizma ürünleri tarafından otomatik olarak ayarlanır. Bu dengenin ne kadar hassas olduğunu ise aşağıdaki zincirleme reaksiyon ortaya koymaktadır. Örneğin prosese çok kısa bir sürede çok fazla organik malzeme eklendiğinde ya da metan oluşumu başka bir nedenden ötürü engellendiği takdirde fermantasyonun asitli metabolizma ürünleri zenginleşir. Normal şartlarda pH değeri nötral alandaki karbonat ve amonyak tarafından ayarlanır. Sistemin tamponlama kapasitesi dolduğunda, yani çok fazla organik asit oluştuğunda sistemin pH değeri düşer. Bundan dolayı hidrojen sülfürün ve propiyon asidinin engelleyici etkisi artar, dolayısıyla fermantörün çok kısa bir sürede “çökmesi” söz konusu olabilir. Öte yandan organik azot bağlantılarının bozunmasıyla, suyla birlikte amonyuma dönüşen amonyak serbest bırakıldığında da pH değeri yükselebilir. Bundan dolayı amonyakın engelleyici etkisi artar. Proses kontrolü

bakımından pH değerinin tesis yönetiminde kullanılamayacağı ancak yüksek önemi nedeniyle daima ölçülmesi gerektiği dikkate alınmalıdır.

Besin değeri

Anaerobik bozunmada mikroorganizmalar türlerine özgü olarak makro ve mikro besinlere ve vitaminlere ihtiyaç duyarlar. Bu bileşenlerin konsantrasyonu ve bulunabilirlikleri, çeşitli popülasyonların büyüme hızlarını ve aktivitelerini etkiler. Türler için özgü asgari ve azami konsantrasyonlar mevcuttur ancak farklı kültürlerin çeşitliliği ve kısmen çok belirgin uyum sağlama yetenekleri nedeniyle bunların tespiti çok zordur. Kullanılan materyallerden mümkün olduğu kadar fazla metan üretebilmek için mikroorganizmaların optimal besin desteğinin sağlanması gerekir. Kullanılan materyallerden nihayetinde ne kadar metan üretileceği, bu maddelerde bulunan protein, yağ ve karbonhidrat oranları tarafından belirlenir. Bu faktörler, besin maddelerine olan spesifik ihtiyacı da etkiler.

İstikrarlı bir proses işleyişi için makro ve mikro besinler arasında dengeli bir ilişkiye gerek vardır. Karbondan sonra en fazla ihtiyaç duyulan besin maddesi azottur. Bu, metabolizmayı gerçekleştiren enzimlerin oluşturulmasında kullanılır. Bu yüzden de kullanılan materyallerin C/N oranı yüksekse (fazla C ve az N), yetersiz metabolizma nedeniyle mevcut karbon tümüyle dönüştürülemez, bundan ötürü de mümkün olan azami metan verimliliğine ulaşamaz. Aksi durumda da azot fazlalığı aşırı amonyak (NH_3) oluşumuna neden olur, bu da çok düşük konsantrasyonlarda bile bakterilerin büyümesini engeller ve hatta bütün mikroorganizma popülasyonunun tümüyle çökmesine neden olabilir. Bu nedenle iyi işleyen bir proses için C/N oranı 10 ila 30 aralığında bulunmalıdır. Karbonun ve azotun yanında fosfor ve sülfür de mikro besin maddeleridir. Sülfür aminoasitlerin bileşenidir, fosfor bağlantıları ATP (Adenosintrifosfat) ve NADP (Nikotin- amid- Adenin-Dinükleotidfosfat) enerji taşıyıcıları için gereklidir. Mikroorganizmaları yeterince besinle destekleyebilmek için, reaktördeki C:N:P:S oranının 600:15:5:3 olması gerekir.

Makro besin maddelerinin yanı sıra yeterli miktarda münferit mikro element varlığı da mikroorganizmalar açısından hayati önem taşımaktadır. Tarımsal biyogaz tesislerinin çoğunda mikro besin maddeleri ihtiyacı genel olarak özellikle hayvan dışkılarının kullanılmasıyla karşılanmaktadır. Ancak özellikle enerji bitkilerinin monofermantasyonunda genellikle mikro element eksikliği ortaya çıkar. Metanojen bakteriler kobalt (Co), nikel (Ni), molibden (Mo) ve selenyum (Se) bazen de kısmen wolfram (W) elementlerine ihtiyaç duyarlar. Bunun ötesinde magnezyum (Mg), demir (Fe) ve mangan (Mn) da elektron transferi ve belirli enzimlerin fonksiyonları için gereken önemli besin maddeleridir. Bu yüzden

reaktörde mikro elementlerin konsantrasyonu çok önemli bir değerdir. Bu konuyla ilgili olarak kaynaklar birbirleriyle karşılaştırıldıklarında özellikle esansiyel oldukları kabul edilen mikro element konsantrasyonundaki çok büyük dalgalanma (kısmen 100 kata kadar) dikkat çekicidir.

Tablo 3. Mikro element sınır değerleri

Mikro Element Konsantrasyon Alanı [mg/l]		
Eser Element	Minimum	Tavsiye Edilen
Co	0,06	0,12
Ni	0,006	0,015
Se	0,008	0,018
Mo	0,05	0,15
Mn	0,005-50	Veri yok
Fe	1-10	Veri yok

Tarımsal biyogaz tesisleri için Tablo 3' de gösterilmiş olan konsantrasyon alanları sadece belirli koşullar altında kullanılabilir, çünkü anılan kaynaklardan alıntılanan araştırmalar kısmen farklı çıkış koşullarına sahip atık sular ve farklı araştırma yöntemlerinden elde edilmişlerdir. Bunun ötesinde aralıklar aşırı yüksektir ve ortaya konulan proses koşullarına dair veri (örneğin yükleme oranı, bekleme süresi) yok denecek kadar azdır. Mikro elementler reaktörde serbest fosfat, sülfid ve karbonatla çözülmesi güç bağlantılar içine girebilirler ve böylelikle mikroorganizmalar için kullanılabilir olmaktan çıkarlar. Bundan ötürü, fermente edilecek materyal içindeki mikro element konsantrasyonu analiziyle mikro elementlerin kullanılabilirliğine dair kesin bir yargıya varılamaz. Sadece toplam konsantrasyon belirlenir. Bu sebepten ötürü prosese sadece eksik konsantrasyonun dengelenmesi için gerekenden daha fazla miktarda mikro element aktarılması gerekir. Bir ihtiyaç tespiti yapıldığında daima bütün materyallerin mikro element konsantrasyonları dikkate alınmalıdır.

Çeşitli yem maddelerinin içindeki mikro element miktarı analizlerinden, hatırı sayılır dalgalanmaların söz konusu olabileceğini tahmin edilmektedir. Bu durum, eksiklik durumunda mikro elementlerin optimal dozajının ayarlanmasını son derece güçleştirmektedir. Ancak mikro elementlerin ilave edilmesinden önce fermentörde mikro besin maddelerinin miktarı tespit edilmelidir, aksi takdirde mikro elementlerin aşırı dozda bulunması söz konusu olabilir. Aşırı dozaj durumunda fermentasyon artıklarında ağır metal konsantrasyonu tarımsal

kullanım için izin verilen sınır değerlerini aşabilir, bu da fermantasyon artıklarının organik gübre olarak kullanılmasını engeller.

Zararlı Maddeler

Gaz üretimi veya proses akışı engellenmiş ise bunun çeşitli nedenleri olabilir. Bunlar bir yandan işletme tekniğine bağlı sebepler olabilir. Öte yandan zararlı maddeler proses ilerleyişini geciktirebilir. Bunlar belirli koşullarda çok düşük miktarlarda dahi bozunma performansını düşüren ya da toksik konsantrasyonda bozunma prosesini durduran maddelerdir. Burada materyal ilavesiyle fermantöre giren ve ara ürün olarak bozunma aşamalarında oluşan zararlı maddeler arasında ayırım yapılması gerekir.

Bir fermantörün “beslenmesi” esnasında aşırı materyal eklenmesinin de fermantasyon prosesini durdurabileceği dikkate alınmalıdır, çünkü her materyalin içindeki farklı bileşikler bakteriler üzerine olumsuz etki yapabilir. Bu özellikle antibiyotikler, dezenfektanlar, çözücü maddeler, herbisitler, tuzlar veya ağır metaller gibi, çok düşük miktarlarda bile bozunma prosesini durdurabilecek bileşenler için geçerlidir. Antibiyotik girişi genellikle çiftlik gübresi veya hayvani yağlar yoluyla gerçekleşir, fakat her antibiyotiğin engelleyici etkisi çok farklı olabilir. Fakat esansiyel mikro elementler de yüksek konsantrasyonlarda mikroorganizmalar için toksik olabilir. Mikroorganizmalar bu tür maddelere belli bir ölçüde uyum sağlayabildikleri için, bir maddenin hangi konsantrasyondan itibaren zarar vermeye başlayacağını tespit etmek çok güçtür. Bazı zararlı maddelerin başka maddelerle etkileşime girmesi söz konusu olabilir. Örneğin ağır metaller sadece çözünmüş durumda fermantasyon prosesine zarar verirler. Ancak, ağır metaller yine aynı şekilde fermantasyon prosesinde ortaya çıkan hidrojen sülfür tarafından bağlanır ve zor çözünür sülfidler olarak etkisizleşirler. Metan fermantasyonunda H_2S daima olduğu için prosesin ağır metaller tarafından sekteye uğratılması genel olarak beklenmez. Ancak bu antibakteriyel etkileri nedeniyle çok düşük konsantrasyonlarda (40-50 mg/l) bile toksik olan ve örneğin tarımsal işletmelerde tırnak dezenfeksiyonu için kullanılması nedeniyle bulunan bakır bileşikleri için geçerli değildir.

Fermantasyon prosesi esnasında prosesi engelleyebilecek bir dizi madde oluşur. Ancak bu noktada bir kez daha bakterilerin çok yüksek adaptasyon yeteneğine vurgu yapılması ve genel geçerli olan mutlak sınırlardan söz edilmesinin mümkün olamayacağının belirtilmesi gereklidir. Özellikle iyonik olmayan, serbest amonyak (NH_3) çok düşük (NH_4^+) dengede bulunan bakteriler üzerinde zararlı etkide bulunur (Amonyak burada su ile tepkimeye girerek amonyum ve bir OH iyonuna dönüşür, aynısı aksi yönlü olarak da gerçekleşir). Bunun anlamı, giderek artan bir temel pH değerinde, yani OH iyonu konsantrasyonunun yükselmesinde

denge kaymakta ve amonyak konsantrasyonu yükselmektedir. Örneğin 6,5'lik bir pH değerinin 8.0'a yükselmesi, serbest amonyak konsantrasyonunun 30 kat artmasına neden olur. Fermantördeki sıcaklık artışı da engelleyici amonyak yönünde bir denge kaymasına neden olur. Yüksek azot konsantrasyonlarına uyum sağlamamış bir fermantasyon sistemi için NH_3 engelleme eşiği 80-250 mg/l'dir. pH değerine ve fermantasyon sıcaklığına bağlı olarak bu değer 1,7-4 g/l oranında bir amonyum konsantrasyonuna denk gelmektedir. Edinilen tecrübeler ışığında 3.000-3.500 mg/l arasındaki bir toplam amonyum azotu konsantrasyonu engelleyici etki göstermektedir.

Fermantasyon prosesinin bir başka ürünü olarak ortaya çıkan hidrojen sülfür (H_2S), ayrışmamış ve çözünmüş formda hücre zehiri olarak yaklaşık 50 mg/l konsantrasyonda bile bozunma prosesini engelleyebilir. pH değerinin düşmesiyle birlikte serbest H_2S oranı yükselir, bu da engelleme tehlikesini artırır. H_2S miktarını düşürmenin bir yolu, demir iyonlarının sülfid olarak çökeltilmesidir. H_2S başka ağır metallerle de tepki verir ve sülfid iyonlarının oluşmasıyla (S_2^-) bağlanır ve çökeltir.

Daha önce de anıldığı üzere, sülfür, enzimlerin oluşması için yeterli konsantrasyonda bulunması gereken önemli bir mikro besin maddesi olup, sülfid olarak daha fazla çökmesi aynı şekilde metanojenenezin engellenmesine yol açabilir. Dolayısıyla çeşitli maddelerin engelleyici etkileri çok sayıda faktöre bağlıdır ve sabit sınır değerlerinin belirlenmesi çok zordur. Bazı zararlı maddelerin listesi Tablo 4'de görülmektedir.

Tablo 4. Anaerobik fermantasyon için zararlı maddeler ve sınır değerleri

Zararlı Maddeler	Engelleme Konsantrasyonu	Açıklama
Oksijen	> 0,1 mg/l	Bağlayıcı anaerobik metanojen arkelerin engellenmesi söz konusu olur.
Hidrojen Sülfür	> 50 mg/l	pH değeri düştüğü zaman engelleme etkisi artar
Uçucu Yağ Asitleri	> 2.000 mg/l Hac (pH=7,0)	pH değeri düştüğü zaman engelleme etkisi artar
Amonyum Azotu	> 3.500 mg/l NH_4 (pH=7,0)	pH değeri düştüğü zaman engelleme etkisi artar. Bakterilerin yüksek adaptasyon yeteneği vardır.
Ağır Metaller	Cu > 50 mg/l Zn > 150 mg/l Cr > 100 mg/l	Sadece çözünebilir metaller engelleyici etkiye sahiptir. Sülfidin çökeltilmesi ile zehirden arındırma sağlanabilir.
Dezenfeksiyon Aracı Antibiyotikler	> 0,1 mg/l	Ürüne özgü engelleme etkisi oluşur.

3.6.1.6 İşletme Parametreleri

Fermantörün yükleme ve bekleme süresi

Biyogaz tesislerinin yapımında genellikle ekonomik düşünceler ön planda bulunmaktadır. Bundan ötürü fermantör büyüklüğünün seçiminde her zaman azami gaz verimi veya ham maddede bulunan organik kütlenin tümüyle bozunması hedeflenmemektedir. Organik içerik maddelerinin bütünüyle bozunmasının sağlanması istenildiği takdirde, bunun gerçekleştirilmesi için materyalin fermantörde çok uzun sürelerde kalması ve uygun büyüklükte tank hacmi sağlanmalıdır, çünkü bazı maddeler çok uzun sürelerden sonra şayet mümkünse bozunmaktadırlar. Dolayısıyla karşılanabilir bir ekonomik maliyetle optimum bozunma performansının sağlanmasına çalışılmalıdır. Bu anlamda yükleme oranı (B_R) önemli bir işletme parametresidir. Yükleme oranı bir m^3 çalışma hacmine bir zaman dilimi için kaç kilogram organik kuru madde beslemesi yapılması gerektiğini belirler. Yükleme oranı $kg OKM / (m^3.d)$ olarak verilir.

$$B_R = \frac{\dot{m} \cdot c}{V_R \cdot 100}$$

B_R : Yükleme oranı ($kg OKM/m^3d$)

$\dot{m}$: Bir zaman diliminde eklenen materyal miktarı (kg/d)

c : Organik materyal konsantrasyonu (% OKM)

V_R : Reaktör hacimleri (m^3)

Şekil 3. Yükleme oranı

Yükleme oranı her basamak için (gaz geçirmez, yalıtılmış ve ısıtılmış tanklar), sistemin bütünü için (bütün basamakların çalışma hacimlerinin toplamı) ve malzeme geri beslemesi dahil edilerek veya edilmeyerek verilebilir. Referans büyüklüklerin değişmesi ile bir tesisin yükleme oranı için çok farklı sonuçla elde edilebilir. Farklı biyogaz tesislerinin mümkün olduğu kadar anlamlı bir mukayesesi amacıyla, bu parametrelerin sistemin bütünü için ve malzeme geri beslemesini dikkate almadan, yani sadece taze materyal için tespit edilmesi tavsiye edilir.

Tank büyüklüklerinin boyutlandırılması için bir diğer parametre hidrolik bekleme süresidir (HRT; hydraulic retention time). Bu, eklenen bir materyalin matematiksel olarak tekrar çıkartılıncaya kadar fermantörde kaldığı ortalama süredir. Hesaplama için reaktör hacmi (V_R) her gün eklenen materyal miktarı (V) ile ilişkilendirilir. Hidrolik bekleme süresi gün olarak verilir. Gerçek bekleme süresi ise hidrolik bekleme süresinden sapmaktadır, çünkü

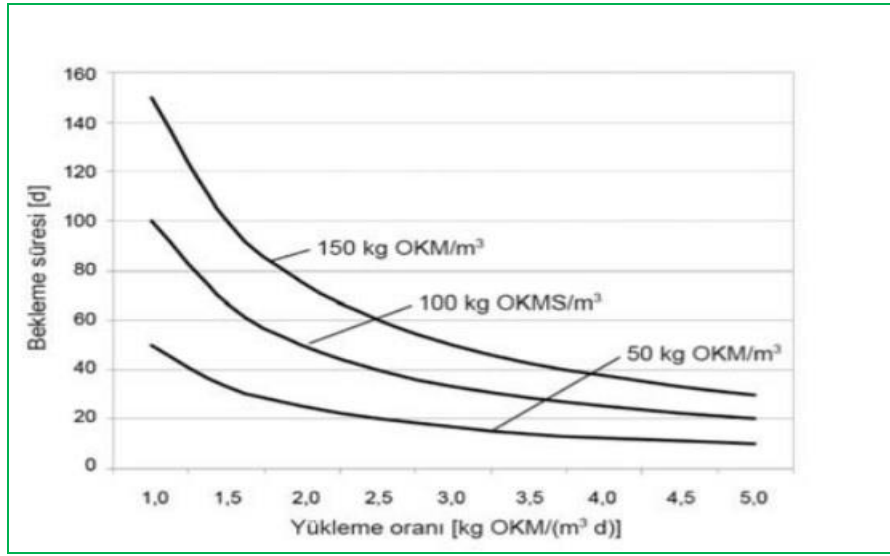
kariştırmaya, ya da örneğin kısa devre akımlarına bağlı olarak materyal bileşenleri fermentrden farklı hızlarla ayrılmaktadır.

$$HRT = \frac{V_R}{\dot{V}}$$

HRT: Hidrolik bekleme süresi (d)
V_R: Reaktör hacimleri (m³)
: Her gün eklenen materyal hacimleri (m³/d)

şekil 4. Hidrolik bekleme süresi

Yükleme oranı ile hidrolik bekleme süresi arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır.



şekil 5. Farklı materyal konsantrasyonlarında yükleme oranı ile hidrolik bekleme süresi arasındaki ilişki

Aynı kalan bir materyal bileşimi kullanıldığı takdirde, artan yükleme oranı karşısında fermentöre daha fazla girdi eklenecek ve bu nedenle bekleme süresi kısılacaktır. Fermantasyon prosesinin düzgün bir şekilde sürdürülebilmesi için hidrolik bekleme süresi, reaktör içeriğinin sürekli değişmesi nedeniyle bu süre zarfında reyebileceğinden daha fazla mikroorganizmanın fermentöre taşınmayacağı şekilde ayarlanmalıdır (rneğin bazı metanojenik bakteriler 10 gün veya daha uzun sürede iki katına çıkmaktadır). Ayrıca kısa bekleme sürelerinde mikroorganizmalara materyali bozundurmak için pek az süre kaldığı ve bu nedenle yetersiz gaz verimi elde edildiği de dikkate alınmalıdır. Yani bekleme süresini kullanılan materyalin zgn bozunma hızına uydurmak aynı ölçüde önemlidir. Günlük eklenen miktar bilindiği takdirde, materyalin bozunabilirliği ve ulaşılmaya çalışılan bekleme süresiyle bağlantılı olarak gereken reaktör hacimleri hesaplanabilir.

Bir biyogaz tesisinin anılan işletme parametreleri öncelikle tesisin öncelikle tesisin durumunun belirlenmesi için gereklidir (örneğin diğer bir tesisle karşılaştırma). Parametreler sadece başlangıç aşamasında tesisin kontrolünde yavaş, kesintisiz bir artış için faydalı olabilir. Bu esnada kural olarak her şeyden önce yükleme oranına dikkat edilir. Girdi yönlü olarak yüksek miktarda sıvı, düşük miktarlarda bozunabilir organik madde (sıvı gübre tesisleri) içeren tesislerde bekleme süresi büyük önem taşımaktadır.

Üretkenlik, verim ve bozunma derecesi

Bir biyogaz tesisinin performans durumunu tanımlamak için üretkenlik ($P_{(CH_4)}$), verim ($A_{(CH_4)}$) ve bozunma derecesi (η_{OKM}) parametreleri kullanılır. Gaz üretimi fermantör hacmiyle ilişkilendirildiğinde, bu durumda üretkenlikten söz edilir. Üretkenlik, günlük gaz üretiminin reaktör hacmine bölünmesinden elde edilir (üreteç özgül gaz üretimi olarak da adlandırılır) ve buna bağlı olarak verimlilik hakkında bilgi verir. Üretkenlik hem biyogaz ($P_{(Biyogaz)}$), hem de metan üretimi (hammadde özgül metan üretimi olarak da adlandırılır) ($P_{(CH_4)}$) ile ilişkilendirilebilir ve $Nm^3/(m^3 \cdot d)$ olarak belirtilir.

$$P_{(CH_4)} = \frac{\dot{V}_{(CH_4)}}{V_R}$$

$P_{(CH_4)}$: Metan üretkenliği (Nm^3/m^3d)
 $\dot{V}_{(CH_4)}$: Metan üretimi (Nm^3/d)
 V_R : Reaktör hacmi (m^3)

Şekil 6. Metan üretkenliği

Gaz üretimi girdi materyalleriyle ilişkilendirildiğinde, burada verim söz konusu olur. Verim de aynı şekilde biyogaz ($A_{(Biyogaz)}$) veya metan üretimiyle ($A_{(CH_4)}$) ilişkilendirilebilir. Verim üretilen gaz miktarının eklenen organik materyale bölünmesiyle tanımlanır ve Nm^3/t OKM olarak belirtilir. Verim değerleri, kullanılan materyallerden biyogaz veya metan üretiminin etkinliğini belirler. Ancak münferit parametre olarak çok fazla bir şey ifade etmezler, çünkü fermantörün yüklenme miktarı dikkate alınmaz. Bundan ötürü verim daima yükleme oranıyla birlikte dikkate alınmalıdır.

$$A_{(CH_4)} = \frac{\dot{V}_{(CH_4)}}{\dot{m}_{oTS}}$$

$A_{(CH_4)}$: Yükleme oranı (Nm³/t OKM)
 $\dot{V}_{(CH_4)}$: Metan üretimi (Nm³/d)
 $\dot{m}_{oTS}$: Eklenen organik kuru madde (t/d)

Şekil 7. Yükleme oranı

Bozunma derecesi kullanılan materyallerin değerlendirilme etkinliği hakkında bilgi verir. Bozunma derecesi organik kuru madde ya da kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) yardımıyla belirlenebilir. Pratikte ağırlıklı olarak uygulanan analitik nedeniyle OKM bozunma derecesinin belirlenmesi önerilir.

$$\eta_{OKM} = \frac{oTS_{sub} \cdot m_{zu} - (oTS_{abl} \cdot m_{abl})}{oTS_{sub} \cdot m_{zu}} \cdot 100$$

η_{OKM} : Biyokütlenin bozunma derecesi (%)
 oTS_{sub} : İlave edilen hammaddenin organik kuru madde oranı (kg/t YM)
 m_{zu} : İlave edilen hammaddenin kütlesi (t)
 oTS_{abl} : Fermentör çıkışında organik kuru madde oranı (kg/t YM)
 m_{abl} : Fermantasyon artıklarının kütlesi (t)

Şekil 8. Biyokütle bozunma derecesi

3.6.1.7 Karıştırma

Yüksek bir biyogaz üretimi gerçekleştirmek için bakterilerle materyalin yoğun temasına ihtiyaç duyulur, bu da genel olarak fermentasyon tankının karıştırılmasıyla elde edilir. Karıştırılmamış bir fermentörde bir süre sonra segregasyonla (çökelme) birlikte katman oluşumu gözlemlenir, bu da fermentör içerisinde bulunan materyalde yoğunluk farklılığına ve gaz üretiminde azalmaya neden olur. Bu esnada bakteri kütlesinin büyük kısmı yüksek yoğunluk nedeniyle alt kısımda toplanırken bozunacak materyal genellikle üst katmana çıkar. Bu durumda temas alanı her iki katmanın birleştiği alanla sınırlıdır ve pek az bozunma meydana gelir. Bunun yanı sıra yüzen katı maddeler, gaz çıkışını engelleyen bir yüzer örtü meydana getirirler. Dolayısıyla fermentasyon tankının karıştırılması suretiyle mikroorganizmalar ile materyalin temasının sağlanması önemlidir. Yine de aşırı karıştırmadan kaçınılmalıdır. Özellikle asetik asit oluşturan bakteriler (asetogenezde aktif) ve metanogenez bakteriler, sorunsuz bir biyogaz oluşumu prosesi için büyük öneme sahip bir yaşam birliği oluştururlar. Bu yaşam birliği yoğun karıştırma nedeniyle ortaya çıkan ayrıştırma sonucunda

tahrip olduğu takdirde, anaerobik bozunma olumsuz bir şekilde etkilenebilir. Dolayısıyla her iki koşulu da uygun bir şekilde karşılayacak uygulama şekli bulmak gereklidir. Pratikte bu bir yandan yavaş dönmek suretiyle düşük ayrıştırma etkisi oluşturan, öte yandan da reaktör içeriğini belirli aralıklarla (önceden tanımlanmış kısa zaman dilimleri) karıştıran bir karıştırıcıyla gerçekleştirilir.

3.6.1.8 Gaz Oluşum Potansiyeli ve Metanojenik Aktivite

Olası gaz verimi ve gaz kalitesi

Bir biyogaz tesisinde ne kadar biyogaz üretileceği, esas olarak kullanılan materyallerin bileşimine bağlıdır. Bunun için olanaklar dahilinde kullanılan materyal karışımıyla bir fermentasyon testi yapılmalıdır. Ayrıca girdilerde bulunan materyallerin gaz çıkışlarının toplamından da gaz randımanı tahmin edilebilir ancak bunun için materyallerin gaz çıkış değerlerine ait tabloların bulunması gerekmektedir.

Fermentasyon testi için veri tabanı bulunmayan egzotik materyaller için gaz çıkışı tahmini sindirim oranları üzerinden yapılabilir, çünkü bir biyogaz tesisindeki bozunma prosesleriyle geniş getirenlerin sindirme süreçleri arasında paralellikler bulunmaktadır. Yenilenebilir hammaddelerde bunun için gereken endeks verileri, DLG yem değeri tablolarından temin edilebilir. Bu tablolarda kuru madde (KM) bağlamında Weender Yem Maddesi Analizi'nden ve bunların sindirilebilirliklerinden (VQ) kül (RA), ham elyaf (RF), yağ (RL), protein (RP) ve azot içermeyen ekstrakt maddelerinin (NfE) oranları bulunmaktadır. RF ve NfE oranları birlikte karbonhidrat miktarını verirler. Her bir madde grubu için görece farklı karbon oranlarından tespit edilen özgül gaz üretimi ve metan miktarı bilinmektedir.

Bu bilgilerle organik kuru madde ve her kg kuru madde başına içindeki sindirilebilir madde gruplarının kütlesi hesaplanabilir.

Tablo 5. Sindirilebilir madde kütleleri

Sindirilebilir Madde Grupları	Kütle Formülleri	Birim
OKM miktarı	$(1000 - \text{Ham kül(g/kg)})/10$	%KM
Sindirilebilir protein	$(\text{Ham protein} \cdot \text{VQRP})/1000$	kg/kg KM
Sindirilebilir yağ	$(\text{Ham yağ} \cdot \text{VQRL})/1000$	kg/kg KM
Sindirilebilir karbonhidrat	$((\text{Ham elyaf} \cdot \text{VQRF}) + (\text{NfE} \cdot \text{VQNfE}))/1000$	kg/kg KM

Biyogaz, ağırlıklı olarak metan (CH_4) ve karbondioksitten (CO_2), ayrıca su buharından ve eser miktarda diğer gazlardan oluşan bir gaz karışımıdır. Burada ilk etapta metan oranı önem taşımaktadır çünkü metan biyogazın yanıcı kısmını teşkil etmekte ve böylece ısı değerini doğrudan etkilemektedir. Biyogazın bileşimine hedefe yönelik proses kontrolüyle sadece sınırlı ölçüde tesir edilebilir. Biyogaz bileşimi ilk etapta girdi malzemesinin bileşimine bağlıdır. Bunun ötesinde metan oranı fermantasyon ısısı, reaktörün yükleme oranı ve hidrolik bekleme süresi gibi proses parametrelerinin yanı sıra proseslerde yaşanan duraklamalardan ve biyolojik desülfürizasyon işleminden de etkilenir. Hedeflenebilir metan verimi ise asıl olarak kullanılan materyallerin bileşimi yani; yağ, protein ve karbonhidrat oranları tarafından belirlenir. Bu esnada yukarıda anılan madde gruplarının spesifik metan verimleri de aynı sıralamaya bağlıdır. Kütleye bağlı olarak, karbonhidrat yerine yağ kullanılması durumunda daha yüksek bir metan verimi elde edilir.

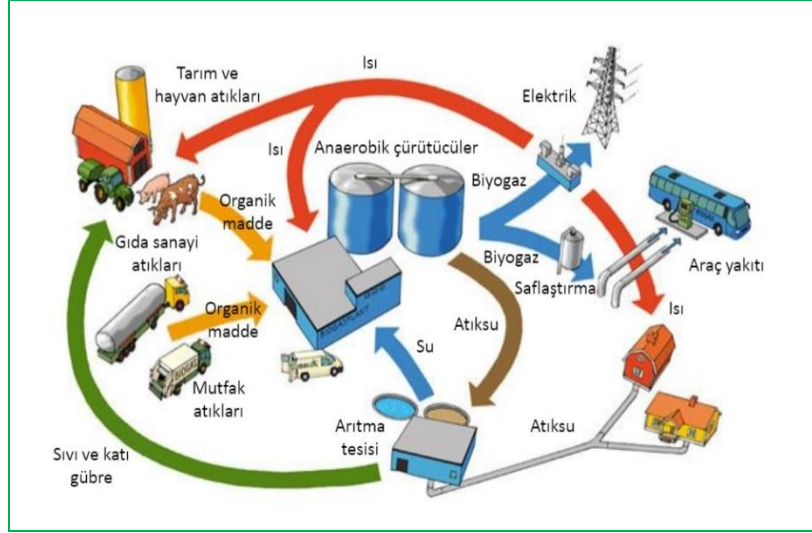
Gaz karışımının kalitesi bakımından eser gaz hidrojen sülfür (H_2S) konsantrasyonu önemli bir rol oynar. Hidrojen sülfür çok düşük konsantrasyonlarda bile bozunma süreci üzerinde engelleyici bir etki yaratabildiği için, fazla yüksek olmamalıdır. Öte yandan biyogazdaki yüksek H_2S konsantrasyonları kullanım esnasında kombine ısı ve enerji santrallerinde ve ısı kazanlarında korozyon hasarlarına neden olur. Biyogazın ortalama bileşimine dair genel bilgi Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Biyogazın ortalama bileşimi

Bileşen	Hacimsel Konsantrasyon
Metan (CH_4)	%50-75
Karbondioksit (CO_2)	%25-45
Su (H_2O)	%2-7 (20 - 40°C)
Hidrojen sülfür (H_2S)	20 - 20000 ppm
Azot (N_2)	< %2
Oksijen (O_2)	< %2
Hidrojen (H_2)	< %1

3.6.2 Biyokütleden enerji ve gübre üretimine ilişkin entegre tasarım

Bu bölümde Şekil 9’da örneği gösterilen biyokütleden anaerobik fermantasyon yöntemiyle biyogaz üretimi ve bu gazın elektrik ve ısı üretmek amaçlı kojenerasyon tesisinde kullanılması ve fermantasyon sonrası çıktıların gübre olarak kullanımından oluşan entegre süreç tanımlanmaya çalışılacaktır.



Şekil 9. Biyogaz tesisi entegre tasarım örneği

Biyogaz üretimi farklı yöntemlerle gerçekleşir. Tipik özellikler Tablo 7’de tasvir edilmektedir.

Tablo 7. Biyogaz üretim yöntemleri

Kriter	Ayrılcı özellikler
Materyallerin kuru madde miktarları	- Yaş fermantasyon
	- Katı fermantasyon
Besleme türü	- Sürekli olmayan besleme
	- Kesik besleme
	- Sürekli besleme
Proses aşamalarının sayısı	- Tek aşamalı
	- İki aşamalı
Proses ısısı	- Sakrofil
	- Mezofil
	- Termofil

3.6.2.1 Materyallerin (Biyokütlelerin) kuru madde miktarları

Materyallerin niteliği içlerindeki kuru madde oranına bağlıdır. Bu da biyogaz teknolojisinin yaş ve katı fermentasyon süreci olarak temel ayırımını teşkil eder. Yaş fermentasyon sürecinde pompalamaya uygun materyallerle çalışılır. Katı fermentasyonda istiflenebilir materyaller kullanılır.

Yaş fermentasyon ile katı madde fermentasyonu (kuru fermentasyon olarak da adlandırılır) kavramları arasında belirgin bir sınırlama mevcut değildir. Prosesin kuru fermentasyon olarak adlandırılması için girdi içindeki kuru madde oranının en az %30 olması ve fermentördeki yükleme oranının en az 3,5 kg OKM/ (m³.d) olması gerekmektedir.

Yaş fermentasyon sürecinde fermentör sıvısında kuru madde oranı %12'e kadar olabilir. Ana kural olarak kullanılan materyalin pompalanabilirliği için %15'lik bir kuru madde oranı söz konusudur, ancak bu veri kalitatiftir ve kullanılan bütün materyaller için uygulanamaz. İnce dispersli partikül dağılımına ve yüksek miktarda çözünmüş maddelere sahip bazı materyaller %20 oranına kadar kuru madde miktarına sahip olsalar bile pompalanabilirler, örneğin tankerden gelen disperse edilmiş yemek artıkları gibi. Buna karşın, örneğin meyve ve sebze kabukları gibi bazı materyaller ise %10-12 kütle oranlarında bile istiflenebilir formda bulunmaktadır.

Tarımsal biyogaz tesislerinde ağırlıklı olarak klasik silindir şeklindeki tanklarda yaş fermentasyon uygulanmaktadır. Yapımı gerçekleştirilmiş katı madde fermentasyonu tesisleri ise geçtiğimiz beş yılda Alman mevzuatında yapılan değişikliğinden sonra piyasa olgunluğuna ulaşmıştır ve özellikle yenilenebilir hammaddeler alanında uygulama bulunmaktadır. Fermentör yapısı formlarına dair detaylı açıklamalar ilerleyen bölümlerde verilmektedir.

3.6.2.2 Besleme türü

Biyogaz tesisinin besleme rejimi büyük ölçüde mikroorganizmalar için taze materyal bulunabilirliğine bağlıdır ve biyogaz üretimi üzerinde de etkili olur. Materyal ihtiyacının karşılanması sürekli besleme, kesik besleme ve sürekli olmayan besleme şeklinde üç ayrı yöntemle gerçekleşir.

Sürekli ve kesikli besleme

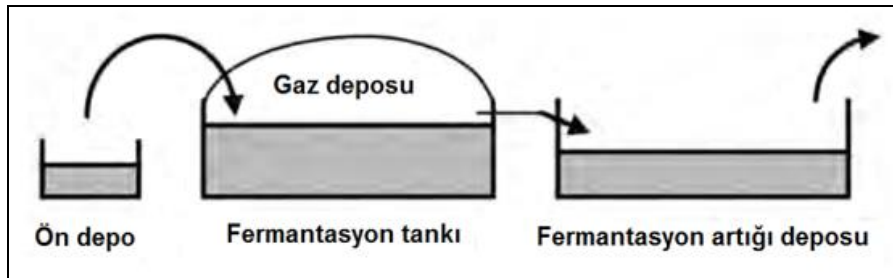
Materyal ihtiyacının sürekli ve kesik besleme ile karşılanmasında sürekli yüklemeli yöntem ile depolamalı akışlı yöntem söz konusudur. Kaynaklarda halen kısmen anılan beklemeli

yöntem burada ele alınmayacaktır, çünkü bu yöntem ekonomik ve teknik nedenlerden ötürü pratikte yok denecek kadar az uygulanmaktadır. Sürekli besleme yönteminin aksine, kesikli besleme yönteminde fermantöre günde en az bir kez taze materyal şarjı yapılmaktadır. Günde birkaç kez küçük miktarlarda materyal şarjının daha avantajlı olduğu görülmüştür.

Sürekli yüklemeli sistem

Geçmişte biyogaz tesislerinin birçoğu sürekli yükleme sistemiyle çalışacak şekilde kuruluyordu. Bu sistemde materyal bir stoklama tankından veya hazırlama tankından günde birkaç kere fermantöre pompalanır. Fermantöre aktarılan taze materyal miktarı ile aynı miktarda materyal fermantasyon artığı deposuna aktarılır. Bu işlem ya yeni yüklenen materyalin basınç etkisiyle gerçekleşir ya da bir düzenek aracılığı ile fermantörden alınır.

Fermantör bu yöntemde daima doludur ve sadece tamirat çalışmaları için boşaltılır. Bu yöntem dengeli bir gaz üretimini ve fermantörden optimum faydalanmayı sağlar. Ancak yine de fermantörde bypass akımı, yani yeni ilave edilen materyalin derhal yeniden tankı terk etme tehlikesi söz konusudur. Bunun yanı sıra açık fermantasyon artığı depolarında metan gazı emisyonu oluşmaktadır. Son yıllarda gaz kaçırmayacak şekilde yalıtılmış fermantasyon artığı depolarına önem verilmektedir, bundan ötürü açık depolama yönteminin ileride önemini tümüyle yitirmesi beklenmektedir.

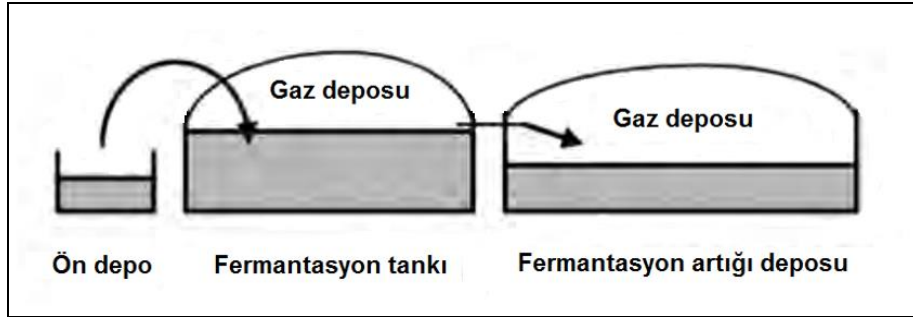


Şekil 10. Açık depolama yöntemi şeması

Depolamalı akış yöntemi

Sürekli yüklemeli sistemin bir değişik şeklidir. Bu yöntemde göre çalışan biyogaz tesislerinde fermantasyon artığı deposunun üzeri diğerlerinde olduğu gibi örtülüdür. Bu şekilde ortaya çıkan biyogaz tutulmakta ve değerlendirilmektedir. Yani fermantasyon artığı deposu bir tür “depolama tesisi” görevi görmektedir. Bu depolama tesisi kısmının önünde bir akış fermantörü devreye sokulmuştur. Örneğin gübre olarak kullanılmak üzere çok miktarda fermente olmuş materyale ihtiyaç duyuluyorsa, bu durumda akış fermantöründen de materyal alınabilir. Şekil 11’de işlem şematik olarak gösterilmektedir. Bu yöntem düzenli bir gaz üretimi sağlamaktadır. Bekleme süresi tam olarak saptanamayabilir, çünkü akış

fermantöründe bypas akımları söz konusu olabilir. Bu yöntem teknolojinin son durumuna uygundur. Fermantasyon artığı deposunun üzerinin örtülmesiyle oluşabilecek yatırım maliyeti, elde edilen ilave gaz miktarıyla kesin olarak karşılanır.



Şekil 11. Kapalı depolama yöntemi şeması

Kesikli besleme (Batch sistem)

Kesik beslemede fermentör tümüyle taze materyalle doldurulur ve ağzı hava almayacak şekilde kapatılır. Materyal belirlenen bekleme süresinin sonuna kadar tankta kalır, bu esnada materyal eklenmesine veya alınmasına gerek yoktur. Bekleme süresinin bitimiyle birlikte fermentör boşaltılır ve taze materyalle yeniden doldurulur, bu esnada bozunmuş materyalin küçük bir kısmı yeni ilave edilen materyalin aşılınması için tankta bırakılabilir. Kesik besleme kabının hızlı bir şekilde doldurulması ve boşaltılması için, ilave taze materyal ve depolama tanklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Beklemeli sistemde gaz üretim miktarı zamana bağlı olarak değişmektedir. Örneğin gaz üretimi dolundan sonra yavaşça artar, materyale göre birkaç gün zarfında azami seviyeye ulaşır, sonra da sürekli olarak düşer. Bundan ötürü tek bir fermentörde sabit bir gaz üretimi ve kalitesi söz konusu değildir, aksine birden fazla fermentörün değişik zamanlarda doldurulmasıyla (dönüşümlü tank yöntemi) dengelenmelidir. Bu sayede asgari bekleme süresine tam olarak uyulabilir. Tek fermentörlü kesik besleme yönteminin uygulama bakımından anlamı yoktur, dönüşümlü tank yöntemi ilkesi konteynır tipi tesislerde (katı madde fermentasyonu) kullanılır.

3.6.2.3 Proses aşama sayısı

Proses aşaması olarak pH değeri veya ısı gibi kendine özgü proses koşulları olan biyolojik çevre – hidroliz veya metanlaştırma aşaması – anlaşılmaktadır. Aynı tankta işlem söz konusu olduğunda, tek aşamalı bir prosten söz edilmektedir. Ayrı tanklarda hidroliz ve metanlaştırma uygulandığında, işletme iki aşamalıdır. Basamak, biyolojik aşamadan bağımsız olarak proses tankını tanımlar. Buna bağlı olarak örneğin tarımda sıklıkla rastlanan ve hazırlık tankı, fermentör ve fermentasyon sonrası depodan oluşan tesis konsepti bir aşamalı ama üç

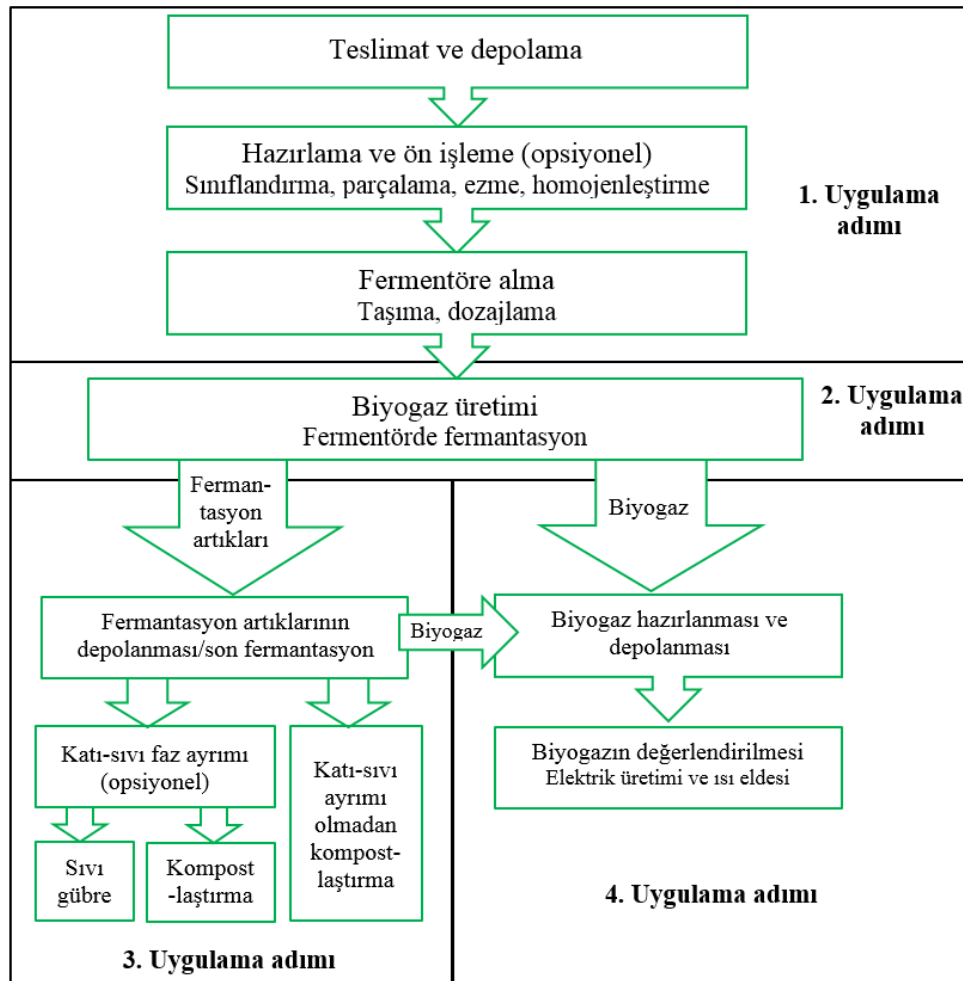
basamaklıdır. Açık hazırlık tankı ise bir aşama teşkil etmemektedir. Buna karşın kapalı ön depo ayrı bir aşama (hidroliz aşaması) olarak değerlendirilmektedir. Fermantör ile fermentasyon sonrası tankı birlikte metan aşaması olarak değerlendirilir. Tarımsal biyogaz tesislerinde genellikle bir veya iki aşamalı yöntemler kullanılır, ancak ağırlık tek aşamalı tesislerdedir.

Uygulama tekniği

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

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

Her bir adım Şekil 12’de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

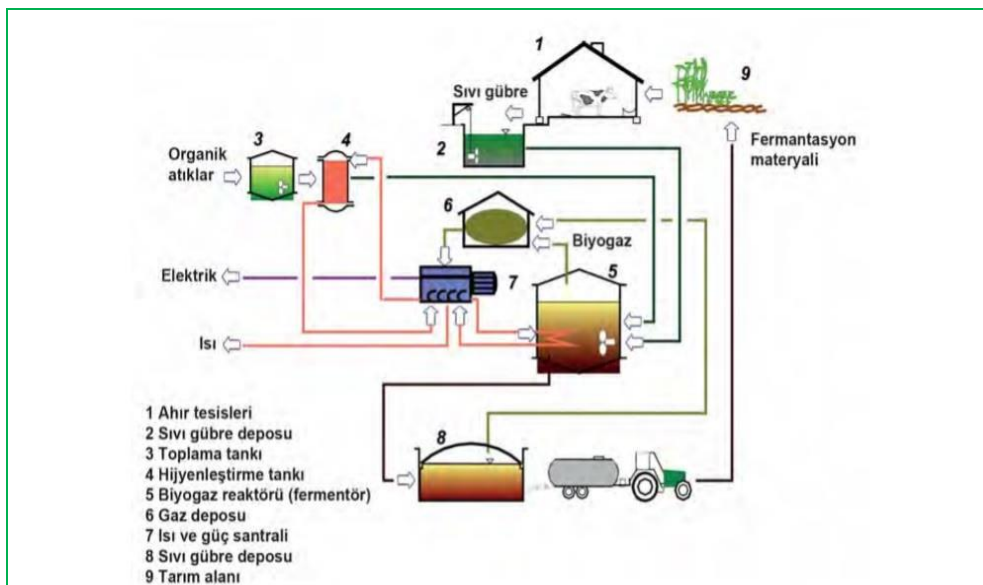


Şekil 12. Biyogaz üretiminde genel uygulama süreci

Bu dört uygulama adımı birbirinden bağımsız değildir. Özellikle adım 2 ile adım 4 arasında yakın bir ilişki mevcuttur, çünkü adım 4 normalde adım 2’de ihtiyaç duyulan proses ısısını sağlamaktadır. Adım 4’e ait biyogazın hazırlanması ve değerlendirilmesi ve fermantasyon artıklarının hazırlanması ve işlenmesi daha sonra ayrı ayrı tasvir edilmektedir.

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. Materyal bir ön işlemeden sonra bozunacağı fermantöre aktarılır.

Yaş fermantasyonda genellikle sürekli yüklemeli yöntemle göre çalışan bir ve iki basamaklı tesisler kullanılır. İki basamaklı yöntemlerde asıl fermantöre bir fermantasyon sonrası deposu eklenmektedir. Materyal, fermantörden zor bozunan materyallerin de bozunmasını sağlamak için fermantasyon sonrası tankına aktarılır. Fermantasyon artıkları kapalı fermantasyon artığı tanklarında ya da açık fermantasyon artığı 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 13’de tek basamaklı ve hijyenleştirme gereken komateryal de kullanan bir tarımsal biyogaz tesisinin belli başlı tesis bileşenleri, yapı grupları ve düzenekleri, gösterilmektedir.



Şekil 13. Komateryal kullanılan bir biyogaz tesisi şeması

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

Biyogaz arındırma ve hazırlanması

Ham biyogaz su buharına doymuştur ve metan (CH_4) ile karbondioksitin (CO_2) yanı sıra, azımsanmayacak miktarlarda hidrojen sülfür (H_2S) de içerir. Hidrojen sülfür toksiktir ve hoş olmayan çürük yumurta kokusu yayar. H_2S ile biyogazda bulunan su buharı bir araya geldiğinde sülfürik asit oluşur. Asitler biyogazın değerlendirilmesinde kullanılan motorlar ve bunun öncesinde ve sonrasında bulunan yapı parçalarına (gaz hattı, atık gaz hattı) zarar verirler. Kükürt bileşenleri, sistem çıkışındaki arındırma basamaklarında (CO_2 'den arındırma) güç azalmasına neden olur. Bundan ötürü tarımsal biyogaz tesislerinde normalde kükürttten arındırma ve kazanılan biyogazın kurutulması işlemi gerçekleşir. Biyogazda bulunan diğer maddelere veya kullanılan diğer teknolojilere (örneğin doğalgaz ikamesi olarak) bağlı olarak, daha geniş çerçevede bir gaz hazırlama sistemine gerek olabilir. Kombine ısı ve güç santrali üreticileri, asgari taleplerini kullanılan yanıcı gazların özelliklerine göre ayarlarlar. Bu, biyogazın kullanımı için de geçerlidir. Daha uzun bakım aralıkları ve motorların hasar görmesinin engellenmesi için yanıcı gazların özelliklerine uyulmalıdır.

Desülfürizasyon

Desülfürizasyon işlemi esnasında çeşitli yöntemler kullanılır. Biyolojik, kimyasal ve fiziksel desülfürizasyon yöntemleri olabileceği gibi, uygulama durumuna göre kaba ve ince desülfürizasyondan da söz edilebilir. Uygulanan yöntem ya da yöntemler kombinasyonu, bunun ardından gelen yararlanma sistemine göre düzenlenir. Ele alınan yöntemlerin karşılaştırmalı bir genel bakışı Tablo 8.'de görülmektedir.

Tablo 8. Desülfürizasyon işlemi süreci genel parametreleri

Yöntem	Enerji ihtiyacı		İşletim maddeleri		Hava girişi	Safılık (ppmv)	DVGW Gerçekleşti mi? ¹	Problemler
	El.	Term.	Tüketim	Atığa çıkarma				
Fermentörde Biyo. desülfürizasyon	++	o	++	++	Evet	50-2.000	Hayır	Kesin olmayan proses kontrolü
Harici biyo. desülfürizasyon	-	o	+	+	Evet	50-100	Hayır	Kesin olmayan proses kontrolü
Biyogaz yıkayıcı	-	o	-	+	Hayır	50-100	Hayır	Yüksek işlem maliyeti
Sülfür çökelimi	o	o	--	o	Hayır	50-500	Hayır	Ağır işleyen yöntem
Dahili kimyasal desülfürizasyon	o	o	--	--	Evet	1-100	Hayır	Hızla azalan arındırma etkisi
Aktif karbon	o	o	--	-	Evet	< 5	Evet	Yüksek atık miktarları
++ özellikle avantajlı, + avantajlı, o nötr, - dezavantajlı, -- özellikle dezavantajlı								

¹ DVGW yönergesi G 260 uyarınca

Gaz bileşiminin yanı sıra biyogazın özellikle desülfürizasyon düzeneğinde oluşan akış hızı önemli bir rol oynar. Bu, proses kontrolüne bağlı olarak ciddi dalgalanmalar gösterebilir. Özellikle yüksek geçici biyogaz üretim miktarları ve bunun sonucu oluşan yüksek akım hızları, fermentörün ham materyalle yüklenmesinden sonra ve karıştırıcıların çalışması esnasında gözlenebilir. Kısa süreli yüksek akış hızları, ortalama değer %50'sinin üzerinde gerçekleşebilir. Kükürttten arındırmanın güvenilir bir şekilde gerçekleşmesi için genellikle aşırı boyutlandırılmış kükürttten arındırma sistemleri kullanılır ya da farklı yöntemler kombine edilir.

Kurutma

Gaz değerlendirme düzeneklerini yüksek aşınmadan ve tahribattan korumak, ya da müteakiben gelecek olan arındırma basamaklarının taleplerini karşılamak için su buharı biyogazdan ayrılmalıdır. Biyogazın alabileceği su veya su buharı miktarı, gazın ısisına bağlıdır. Biyogazın oransal nemliliği fermentörde %100 'dür, yani biyogaz bu şekilde su buharına doymuştur. Biyogazın kurutulması için yoğunlaştırarak kurutma, adsorbsiyonlu kurutma (silika jeli, aktif karbon), harici absorbsiyonlu kurutma (glükol yıkama) kullanılabilir.

Karbondioksit ayrışması

Karbondioksit ayrıştırması, gazın biyometan olarak kullanılması durumunda gereklidir. 2006'dan bu yana Almanya'da 38 tesis, hazırladıkları biyogazı doğalgaz şebekesine vermeye başlamıştır. Hazırlama yöntemi olarak hem Almanya'da hem de diğer Avrupa ülkelerinde ağırlıklı olarak kimyasal yıkama yapılan basınçlı suyla yıkama ve basınç değişimli absorpsiyon yöntemi kullanılmaktadır. Uygulanacak yöntemin seçimi için belirleyici olan gazın özellikleri, ulaşılabilir gaz kalitesi, metan kalitesi ve son olarak da yerel özelliklere göre değişiklik gösterebilecek hazırlama maliyetleridir. Tablo 9'da hazırlama işleminin belli başlı özellikleri bir araya getirilmiştir.

Tablo 9. Metan zenginleştirme yöntemlerinin karşılaştırması

Yöntem	Etki prensibi / Referans özellikler	Ulaşılabilir CH ₄ Oranı	Diğerleri
Basınç değişikliği Adsorpsiyonu (PSA)	Basınç değişikliği ile değişken fiziksel adsorpsiyon ve desorpsiyon	>% 97	Çok sayıda gerçekleştirilmiş proje, önceden desülfürizasyon ve kurutma gerekli, düşük tesis düzenlenebilirliği, Yüksek elektrik ihtiyacı, ısı ihtiyacı yok, yüksek metan kaybı, proses kimyasalı yok
Basınçlı suyla yıkama (DWW)	Çözücü olarak suyla, basıncın düşürülmesiyle rejenerasyon	>% 98	Gerçekleştirilmiş birçok proje, önceden desülfürizasyon ve kurutma gerekmez, gaz debisine esnek uyum, yük- sek elektrik ihtiyacı, Isı gerektirmez, yüksek metan kaçağı, proses kimyasalları gerektirmez
Amin yıkama	Soda kullanılarak kimyasal adsorpsiyon (Amin), H ₂ O buharı ile rejenerasyon	>% 99	Gerçekleştirilen birkaç proje, küçük gaz debileri için, düşük elektrik ihtiyacı (basıncsız yöntem), çok yüksek ısı ihtiyacı, asgari metan kaçağı, yüksek yıkama maddesi ihtiyacı
Genosorb yıkama	Genosorb DWW ile aynı (ya da. Selexol) çözücü olarak	>% 96	Az sayıda gerçekleştirilen proje, ekonomik olarak tavsiye edilir, desülfürizasyon ve kurutma gerekmez, esnek uyumlulaşma, çok düşük elektrik ihtiyacı, düşük ısı ihtiyacı, yüksek metan kaçağı
Membran ayırma işlemi	Gözenekli membranda gaz ayırımı için basınç düşüşü, onun dışında gazların difüzyon hızı	>% 96	Az sayıda gerçekleştirilen proje, desülfürizasyon ve kurutma gerekmez, çok yüksek elektrik ihtiyacı, ısı ihtiyacı yok, yüksek metan kaçağı, proses kimyasalına gerek duymaz
Cyrogen işlemi	Rektifikasyon yoluyla gaz sıvılaştırma, çok düşük sıcaklıklarda ayırma	>% 98	Pilot tesis statüsü, önceden desülfürizasyon gerekli, çok yüksek elektrik ihtiyacı, çok düşük metan kaçağı, proses kimyasalına gerek duymaz

3.6.3 Fermantasyon çıktısının organik gübre olarak değerlendirilmesi

3.6.3.1 Özellikler, besin maddeleri ve değerli içerik maddeleri

Fermantasyon artıklarının veya bunların içeriklerinin özellikleri büyük ölçüde anaerobik fermantasyon için kullanılan maddeler ve fermantasyon prosesinin kendisi tarafından belirlenmektedir. Tarımsal biyogaz tesislerinde ağırlıklı olarak sıvı sığır gübresi, katı sığır ve kanatlı gübresi kullanılmaktadır. Yüksek oranda amonyum içermesi ve kireç verilmesi nedeniyle yumurta tavuğu gübresi kullanımı daha az söz konusudur.

Çiftlik gübrelerinin fermantasyonunun uzun süreden beri bilinen fermantasyon artığı üzerindeki tahmini etkilerinden söz etmek gerekir:

- Uçucu organik bileşiklerin bozunması sayesinde koku emisyonunun azalması
- Kısa zincirli organik asitlerin büyük oranda bozunması ve neticede bitkilerde yaprak yanma riskinin azalması
- Akışkan özelliklerinin iyileştirilmesi ve buna bağlı olarak yem bitkilerinde yaprak kirliliklerinin azalması ve homojenleştirmede daha düşük külfet
- Hızlı etki eden azotun yükseltilmesi sayesinde kısa süreli azot etkisinin yükseltilmesi
- Yabani ot tohumlarının ve hastalık etmenlerinin (insan, hayvan ve fito patojen) öldürülmesi veya etkisizleştirilmesi

Fermantasyon sonucu temelde materyallerin karbon bileşenleri değiştirildiğinden, bunların içinde bulunan besin maddeleri tamamen korunmaktadır. Bunlar nihayetinde anaerobik bozunma prosesi sayesinde daha iyi çözünür veya bitkiler tarafından daha fazla kullanılabilirler.

Biyogaz üretimi için ağırlıklı olarak enerji bitkileri kullanılırsa, benzer materyaller veya yem maddeleriyle, çiftlik hayvanlarının sindirim sistemindekiyle kıyaslanabilir prosesler meydana gelmektedir. Bu nedenle zorunlu olarak özellikleri bakımından sıvı çiftlik gübresiyle kıyaslanabilir fermantasyon artıkları oluşmalıdır. Tablo 10'da fermantasyon artıklarının referans değerleri görülmektedir. Sıvı sığır gübresi ve enerji bitkilerinin, sıvı domuz gübresi ve enerji bitkilerinin, ağırlıklı olarak enerji bitkilerinin yanı sıra atıkların (kısmen enerji bitkileriyle karıştırılmış) fermantasyonundan kaynaklanan fermantasyon artıkları araştırılmıştır. Sonuçların daha iyi tasnif edilebilmesi ve karşılaştırılabilmesi için işlenmemiş sıvı gübreden de numunelerden rastgele bir numune analiz edilmiştir. Araştırmalardan elde edilen en önemli bulgular şunlardır:

Fermantasyon artıklarının kuru kütle oranları (ortalama olarak YM'nin %7'si) ham sıvı gübreninkine göre yaklaşık %2 daha düşüktür.

- Fermantasyon artıklarındaki toplam azot oranları 4,6 ila 4,8 kg/t YM (yaş madde) ile sıvı sığır gübresine göre biraz daha yüksektir.
- C/N oranı fermantasyon artıkların yaklaşık 5 ila 6'dır ve böylece ham sıvı gübrenin belirgin şekilde altındadır (C/N:10).
- Organik materyalin bozunması, organik bağlı azotun inorganik bağlı azota aktarılmasına ve bu bağlamda fermantasyon artıklarındaki toplam azottaki amonyum oranının artmasına neden olmaktadır (yaklaşık %60 ila %70).
- Sıvı domuz gübresi ve biyolojik atık fermantasyonu artıklarından oluşan fermantasyon artıkları, sıvı sığır gübresi veya NawaRo ve bunların karışımlarından oluşan fermantasyon artıklarına göre daha yüksek fosfor oranlarına, daha yüksek amonyum azotu oranlarına, buna karşın daha düşük KM ve potasyum oranları yanı sıra daha düşük organik madde oranına sahiptir.
- Magnezyum, kalsiyum ve kükürt de besin maddeleri bakımından belirgin farklar tespit edilmemiştir.

Tablo 10. Fermantasyon artıklarının ve çiftlik gübrelerinin karşılaştırmalı referans değerleri ve özellikleri

Parametre	Birim veya tanımlama	Ham sıvı gübre ağırlıklı sıvı sığır gübresi	Fermantasyon artıkları			
			Sıvı sığır gübresi ve NawaRo	Sıvı domuz gübresi ve NawaRo	NawaRo	Atık (ve NawaRo)
Kuru madde	% YM	9,1	7,3	5,6	7	6,1
Asitlik derecesi	pH	7,3	8,3	8,3	8,3	8,3
Karbon/Azot oranı	C/N	10,8	6,8	5,1	6,4	5,2
Bazik etkili maddeler	BWS (kg CaO/t YM)	2,9	-	-	3,7	3,5
kg/t YM						
Azot	N _{toplam}	4,1	4,6	4,6	4,7	4,8
Amonyum-N	NH ₄ -N	1,8	2,6	3,1	2,7	2,9
Fosfor	P ₂ O ₅	1,9	2,5	3,5	1,8	1,8
Potasyum	K ₂ O	4,1	5,3	4,2	5	3,9
Magnezyum	MgO	1,02	0,91	0,82	0,84	0,7
Kalsiyum	CaO	2,3	2,2	1,6	2,1	2,1

Kükürt	S	0,41	0,35	0,29	0,33	0,32
Organik madde	o. S.	74,3	53,3	41,4	51	42

YM: Ham mahsul (yaş materyal)

3.6.3.2 Zararlı maddeler

Fermantasyon artığındaki zararlı madde konsantrasyonunun yüksekliği, temelde kullanılan materyaller tarafından belirlenmektedir. Fermantasyon artıklarındaki ağır metal oranlarının çiftlik gübrelerine kıyasla referans değerleri Tablo 11.'de gösterilmiştir. Biyogaz prosesinde mutlak ağır metal miktarları değişmez, KM üzerinden hesaplamada ve organik maddenin bozunması nedeniyle fermantasyon sonrasında ağır metal oranları yükselir. Toplamda ağır metal oranları sıvı sığır gübresi ile aynı seviyededir. Sıvı gübreler Pb, Cd, Cu ve Zn için nispeten yüksek konsantrasyonlara sahiptir. Cu ve Zn ağır metaller arasında yer almakla birlikte, aynı zamanda hayvan ve bitki beslenmesi yanı sıra biyogaz tesisindeki mikrobiyolojik prosesler için yararlı mikro besin maddeleridir. Bunlar hem hayvan beslenmesine hem de NawaRo (yenilenebilir biyokütle) kullanan biyogaz tesislerine ilave edilmektedir. Bu nedenle Cu ve Zn elementleri için gübre maddesi yönetmeliğinde herhangi bir sınır değer tanımlanmamıştır. Verilen konsantrasyonlarda fermantasyon artıklarının değerlendirilmesi açısından toprakta ve sularda herhangi bir kirlilik beklenmemektedir.

Tablo 11. Fermantasyon artıklarının ve çiftlik gübrelerinin karşılaştırmalı ağır metal oranları

	Fermantasyon artıkları (mg/kg KM)	DüMV'ye göre deklarasyon değerlerine oran (%)	DüMV'ye göre sınır değerlerine oran (%)	BioAbfV'ye göre sınır değerlerine oran (%)	Sığır sıvı gübresi (mg/kg KM)	Sıvı Domuz gübresi (mg/kg KM)
Pb	2,9	2,9	1,9	< 5	3,2	4,8
Cd	0,26	26	17,3	17	0,3	0,5
Cr	9	3	-1	9	5,3	6,9
Ni	7,5	18,8	9,4	15	6,1	8,1
Cu	69	14 ³ (35)	-2	70	37	184
Zn	316	31 ³ (158)	-2	80	161	647
Hg	0,03	6	3	< 5	-	-

¹ Sadece Cr(VI) için sınır değer

² DüMV hiçbir sınır değer içermez

³ Çiftlik gübresi için deklarasyon değeri

KM: Kuru kütle

3.6.3.3 Hijyenik özellikler

Sıvı gübrede ve diğer organik atıklarda, insanları ve hayvanları enfekte eden bir dizi patojen mikroorganizma ortaya çıkabilmektedir (Tablo 12). Yapılan araştırmalar sırasında pozitif salmonella bulguları belirlenmektedir (Tablo 13). Ancak bu sırada pozitif salmonella bulguları %5'in altında olmakla birlikte, klinik açıdan sağlıklı çiftlik hayvanları da etkilenmektedir. Bu nedenle enfeksiyon döngülerinin kırılması için, sadece hayvansal kökenli çiftlik gübrelerinden üretilen fermentasyon artıklarının da özellikle bunların piyasaya sürülmesi durumunda hijyenleştirilmeleri avantajlıdır. Ancak çoğu durumda, bir biyogaz tesisinde çiftlik gübresinin hijyenize edilmesi hukuken beklenmemektedir. Kullanılan diğer hayvansal kökenli kofermentler ve biyolojik kökenli atıklar için geçerli katı hijyenleştirme yükümlülüklerine her zaman uyulmadığını, biyolojik atık fermentasyonu yapan biyogaz tesislerindeki bulgular göstermektedir.

Tablo 12. Sıvı gübrede ve organik atıklarda infeksiyöz ajanlar

Bakteriler	Virüsler	Parazitler
Salmonella (RG, SG, HK)	Tabak virüsleri	Yuvarlak solucanlar
Eşerşiya koli (RG)	Domuz vebası	Kıl küflücesi
Şarbon bakterisi (RG)	Domuzlarda kesecik hastalığı	Emici solucanlar
Brusella (RG, SG)	Domuz gribi	Karaciğer paraziti
Leptospiroz (RG, SG)	Oldenburg domuz vebası (TGE)	Akciğer solucanı
Salmonella (RG, SG, HK)	Rota virüsü enfeksiyonları	Mide bağırsak solucanları
Erizipel (yılancık) bakterileri (RG, SG)	Teşen hastalığı	
Klostridya (HK)	Aujeszky hastalığı	
Streptokoklar	Atipik tavuk vebası (kuş gribi)	
Enterobakteriler	Mavi dil hastalığı	
	Retrovirüs, parvovirüs, ekovirüs, entero- virüs	

RG: Sıvı sığır gübresi; SG: Sıvı domuz gübresi; HK: Tavuk dışkısı

Tablo 13. Biyogaz tesisi materyallerinde ve fermantasyon Salmonella'nın varlığı

	Ham sıvı gübre			Fermantasyon artıkları	
	Sıvı sığır gübresi, sıvı domuz gübresi, klinik açıdan sağlıklı	Ağırlıklı sıvı sığır gübresi		Sıvı gübreler ve NawaRo	Biyolojik atık ve NawaRo
Numune sayısı	280	132	51	190	18
Pozitif salmonella sayısı	7	5	0	6	2
Pozitif salmonella yüzdesi	2,5	3,8	0	3,2	11,1
Numune alma yılı	1989	1990	2005'den 2008'e kadar		

Fitohijyen alanında hijyenleştirme tedbirleri sayesinde zararlı organizmalarının yayılmasının engellenmesi amaçlanmaktadır. Bu sırada patates ve pancar hastalıkları büyük önem taşımaktadır (*Clavibacter michiganensis*, *Synchytrium endobioticum*, *Rhizoctonia solani*, *Polymyxa betae*, *Plasmodiophora brassicae*). Bu nedenle gıda maddesi endüstrisinden gelen atıklar ve atık sular, biyogaz tesisinde kullanılmadan önce daima bir hijyenleştirmeye tabi tutulmalıdır. Araştırmalar çerçevesinde neredeyse 200 farklı sıvı gübre ve fermantasyon artığı, mısır ve tahıl açısından karakterize edilmiş fitopatojen mantar mikroorganizmaları *Helminthosporium*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phytium intermedium* ve *Fusarium oxysporum* bakımından araştırılmıştır. Ancak sadece bir örnekte bir patojen belirlenebilmiştir.

3.6.3.4 Fermantasyon artığının tarımsal alanlarda değerlendirilmesi

Topraklardan sürdürülebilir şekilde faydalanmak için temel şartlar, toprak faunasının organik madde ile yeterince beslenmesinin yanı sıra bitki ihtiyacına ve toprak türüne uygun besin maddelerinin topraklara aktarılmasıdır. Son yıllarda mineral gübrelerin fiyat artışları nedeniyle maliyeti, fermantasyon artıklarının ve çiftlik gübrelerinin nakliyesi ve dışarı aktarılması için oluşan maliyete rağmen kullanımı ekonomiklik eşiğine ulaşılmıştır, böylece fermantasyon artıkları, besin maddesi değerleri nedeniyle genellikle nakledilmeye değer bir ürün teşkil etmektedir. Bunun dışında fermantasyon artıkları ve çiftlik gübreleriyle gübreleme işlemi, enerji bilançoları bakımından, sadece mineral gübrelemeyi baz alan uygulamalara göre daha uygun maliyetli olduğu şeklinde değerlendirilmektedir.

3.6.3.5 Azotun yararlanılabilirliği ve besin maddesi etkisi

Analiz değerlerinin istinaden fermentasyon sayesinde materyallerin KM oranı genellikle düşmektedir. Ayrıca ayrışma derecesine bağlı olarak metan fermentasyonu neticesinde fermentasyon artığında C/N oranı da küçülmektedir. Bunun gübreleme üzerinde olumlu etkisi vardır, çünkü bitkilerin yararlanacağı amonyum oranı artmaktadır. C/N oranı sıvı gübrede yaklaşık 10:1'den yaklaşık 5 ila 6:1'e veya katı gübrede 15:1'den 7:1'e azalmaktadır. Böylece mineralize edilebilir organik maddenin bir kısmı bozunmaktadır. Bu, organik bağlanmış N'den bitki tarafından kullanılabilir kısmının uygulama yılında sadece %5 (veya takip eden yıllarda %3) olduğu anlamına gelmektedir.

Uygulama yılında fermentasyon artığında mevcut azotun hesaplanması için mineral gübre eşdeğeriyle hesaplama yapılabilir. Mineral gübre eşdeğeri uygulama yılında temelde amonyum azotunun kullanılabilirliği tarafından belirlenmektedir. Takip eden yıllarda fermentasyon artığından sadece düşük N miktarları sağlanmaktadır. Amonyak kayıpları büyük ölçüde engellenirse kısa süreli mineral gübre eşdeğeri oranı %40-60 olacaktır. Bu oran, mineral gübre ihtiyacı hesabında dikkate alınmalıdır. Uzun süreli bir fermentasyon artığı uygulamasında (10-15 yıl sonra) %60-70'lik bir mineral gübre eşdeğeri esas alınabilmektedir. Ancak toplamda, fermentasyon artıklarında bulunan azotun etkinliğinin, temelde uygulama türü ve zamanı, hava koşulları, toprak türü ve yetiştirilen bitki türü tarafından belirlenmesi söz konusudur.

Ham sıvı gübreyle kıyaslandığında fermentasyon artıklarının daha yüksek olan pH değerleri, amonyak kayıpları üzerine önemsiz ölçüde etki eder, çünkü ham sıvı gübrelerin tarlaya aktarılmasından kısa süre sonra pH değerleri aynı şekilde 8,0 ila 8,5'lik değerlere ulaşmaktadır. Bu nedenle amonyak emisyonları belirgin bir farklılık göstermemektedir.

3.6.3.6 Fermentasyon artığının hazırlanması

Biyogaz tesislerinin sayısı ve büyüklüğü tüm Avrupa ülkelerinde hızla artmaktadır. Buna, bölgelerde yüksek hayvan yoğunluğu ile gerçekleşen hayvan yetiştiriciliği yatırımları eşlik etmektedir. Bu gelişme çiftlik gübrelerinin bölgesel olarak yüksek miktarda oluşmasına neden olmakta, neticede fermentasyon artıkları sıklıkla yerinde, mantıklı bir şekilde gübre olarak kullanılamamaktadır. Bu gübreler sadece yüksek besin maddesi potansiyeline sahip olmayıp, kurallara uygun şekilde kullanılmadıkları zaman, doğal metabolizma döngülerini aşırı yükleyebilmektedirler. Besin maddesi potansiyelinden verimli bir şekilde faydalanmak için, bölgelerde besin maddesi fazlası olmadan kullanılabilecek, taşınmaya değer bir gübre

materyalinin elde edilmesi için, besin maddelerinin konsantre edilmesi gerekli ve faydalı olabilmektedir.

Aşağıda, fermantasyon artıklarından besin maddelerinin ayrılması için kullanılan teknolojilerin ve yöntemlerin güncel durumu açıklanmaktadır. Olası besin maddesi konsantrasyonlarının derecesinin yanı sıra yöntemlerin masrafları ve işlevselliği dikkate alınarak yöntemler değerlendirilir. Yöntemlerin masraflarının, fermantasyon artığı kullanımının güncel masrafları ile karşılaştırılması ile, yöntemlerin pratikte uygunluğu incelenmektedir.

Hazırlama teknikleri

Fermantasyon artıklarının değerlendirilmesinin en basit yolu, bunların önceden hazırlama olmaksızın, gübreleme amacıyla tarımsal alanlara aktarılmasıdır. Böylesi bir değerlendirme çoğunlukla işletmeye uygun değildir veya kısıtlı bir şekilde mümkündür. Uygun alanlar için yüksek kira fiyatları veya uzak taşıma mesafeleri ve böylece yüksek taşıma masrafları, ekonomik açıdan mantıklı bir değerlendirmeyi güçleştirmektedir. Fermantasyon artıklarının taşımaya değer niteliğinin artırılabilmesi için, fiziksel, kimyasal veya biyolojik proseslere dayanan çeşitli yöntemler kullanılmakta veya geliştirilmektedir. Aşağıda sadece fiziksel yöntemler incelenmektedir.

Fermantasyon artıklarını hazırlama olmadan değerlendirilmesi (işlenmemiş fermantasyon artığının depolanması ve kullanılması)

Besin maddelerinin sirkülasyon prosesi bağlamında, fermantasyon artıklarının, fermantasyon için kullanılan yenilenebilir hammaddelerin ekildiği alanlara aktarılması, tercih sebebidir. Genellikle bu alanlar biyogaz tesisinin doğrudan yakınında bulunur, böylece oluşan taşıma uzaklığı azdır. Ayrıca hem taşıma hem de tarlaya uygulamanın aynı araçla yapılması sayesinde de uygun maliyetli bir çözüm sağlanmaktadır. Yaklaşık 5 km ve üzerindeki taşıma mesafelerinde, taşıma ve uygulama işlemlerinde kullanılan mekanizasyon düzenlemeleri farklıdır. Genel olarak taşıma mesafesinin artmasıyla, her iki işlemin de masraflarının yükselmesi söz konusu olur, çünkü fermantasyon artıklarının besin maddesi oranları, kütlelerine kıyasla nispeten düşüktür. Bu nedenle fermantasyon artıklarını hazırlamanın hedefleri, inert su oranının düşürülmesi ve besin maddeleri konsantrasyonunun hedefli bir şekilde arttırılmasıdır.

Katı maddeleri ayırma

Katı maddeleri ayırma, fermantasyon artığı hazırlamasının temel yöntemidir. Katı maddelerin ayrılmasının avantajları, sıvı fermantasyon artıkları için depolama hacminin düşürülmesi ve depolama sırasında çökelen ve yüzen katmanların azaltılmasıdır. Ancak her şeyden önce besin maddelerinin ayrılması söz konusu olur, çünkü çözünür, mineral azot özellikle sıvı fazda kalırken, organik bağlı azot ve fosfor büyük oranda katı fazla birlikte ayrılmaktadır. Ayrılmış KM'si düşük sıvı faz dışarı aktarılabilir ve hazırlanma işlemine devam edilebilirken, ayrılmış katı maddeler kompostlanabilir veya kurutulabilir. Gerekli ayırma derecesine bağlı olarak özellikle helezon presli ayırıcılar, süzgeçli tamburlar veya süzgeç bantlı presler ve dekantörler kullanılmaktadır. Her yöntemin ayırma kapasitesi, fermantasyon artığının özelliklerine ve ayırıcıdaki ayarlara fazlasıyla bağlıdır. Fermantasyon artığının KM oranı ne kadar yüksek olursa, ulaşılabilir hacim azaltımı ve fosfor ile organik azotun katı fazla birlikte ayrılması o kadar artar. Helezon presli ayırıcılarla katı fazda %30'luk kuru madde oranlarına ulaşılırken bu oran dekantörlerle genellikle mümkün değildir, ancak sıvı fazın işlenmesinde bazı müteakip yöntemler için önkoşul olan sıvı fazın %3'ün altındaki KM oranlarına sadece bu yöntemle ulaşılabilir. Fakat dekantörlerde giriş malzemesinin sabit bileşimi gereklidir ve seperatörlere kıyasla daha yüksek aşınmaya ve enerji tüketimine maruz kalırlar. Ayırma sırasında ayrıştırma kapasitesinin iyileştirilmesi için kısmen çöktürücü maddeler kullanılır. Bu sırada gübreleme mevzuatı ile ilgili konular dikkate alınmalıdır.

Katı fazın işlenmesi

Ayrılmış katı fazın doğrudan tarlaya uygulanması mümkündür. Ancak bu durumda azotun immobilizasyonu, koku gelişimi veya yabancı ot tohumlarının yayılması söz konusu olabileceğinden, ayrılan katı maddeler genellikle müteakip işlemlere tabi tutulmaktadır.

Kompostlama

Kompostlama, organik bileşenlerin stabilize edilmesi, patojen bakterilerin ve yabancı ot tohumlarının öldürülmesi yanı sıra koku yoğunluğuna sahip bileşiklerin eliminasyonu hedefiyle, organik atıkların aerobik işlenmesidir. Kompostlanacak fermantasyon artığına yeteri miktarda oksijen takviyesi gerekmektedir. Fermantasyon artığında daha ziyade düşük strüktürlü bir malzeme söz konusu olduğundan, başarılı bir kompostlama için strüktür malzemesi (örneğin ağaç kabuğu malçı) ilave edilmeli veya malzeme sıkça karıştırılmalıdır.

Biyogaz tesisindeki karbonun anaerobik bozunması nedeniyle, biyogaz artığı materyalin işlenmemiş organik malzemeye kıyasla kompostlama sırasında kendi kendine ısınması daha

az olmaktadır. Kompostlama sırasında başarılı bir hijyenleştirme için gerekli olduğu üzere 75 °C değil, sadece 55 °C'ye kadar sıcaklıklara ulaşılmaktadır. Oluşan kompost, klasik komposta kıyasla, doğrudan toprak iyileştirici olarak kullanılabilir.

Kurutma

Kurutma için halihazırda başka alanlardaki olgunlaşmış yöntemler burada da kullanılabilir. Bunlar örneğin tamburlu, bantlı veya itmeli döndürmeli kurutuculardır. Çoğu kurutma sisteminde ısı, kurutulacak ürünün üzerinden veya arasından akan sıcak hava sayesinde aktarılmaktadır. Bunun için biyogaz tesislerinde (eğer farklı şekilde kullanılamıyorsa) atık ısının kullanılması söz konusu olabilir.

Katı fazda bulunan amonyum kurutma sırasında büyük oranda amonyak olarak kurutucunun çıkış havasına geçmektedir. Bu nedenden dolayı amonyak emisyonlarının engellenmesi için hava çıkışının işlenmesi gerekli olabilir. Aynı şekilde koku maddelerinin emisyonu söz konusu olabilir. İmkanlara bağlı olarak çıkış havası kurutma istemine bağlantılı bir hava çıkışı temizleme sistemi ile temizlenmelidir. Katı fazın kurutulması sayesinde en azından %80'lik kuru madde oranları elde edilebilir. Bu sayede materyal depolanabilmekte ve taşınabilmektedir.

Sıvı fazın işlenmesi

Ayrılan sıvı fazın düşük KM oranları, işlenmemiş fermantasyon artığına kıyasla depolama ve dışarı aktarmayı kolaylaştırmaktadır. Ancak sıvı fazda müteakip bir hacim azaltımı veya besin maddesi zenginleştirilmesi sıklıkla tercih edilen bir durumdur.

Membran tekniği

Organik açıdan aşırı yük binmiş suyun membran yöntemiyle işlenmesi, atık su temizliği alanında zaten çok yaygındır. Bu, söz konusu tam hazırlama yönteminin halihazırda nispeten iyi bir şekilde fermantasyon artıklarına uyarlanabilmesini ve bazı biyogaz tesislerinde kullanılmasını sağlamıştır. Bu yöntem, diğer fermantasyon artığı hazırlama yöntemlerinin çoğuna kıyasla herhangi bir ısıya ihtiyaç duymamaktadır. Böylece diyafram tekniği, bir mikrogaz şebekesine veya gaz hazırlamasına bağlanmış olan ve böylece fazladan ısıya sahip olmayan tesisler üzerinde de uygulanabilmektedir. Diyafram tekniği, azalan gözenek büyüklüğüne sahip bir filtrasyon prosesine, bunu takip eden, boşaltılabilir bir süzüntü ve besin maddeleriyle çok zenginleştirilmiş bir konsantre oluşturan, bir ters ozmoza sahiptir. Konsantre materyal amonyum ve potasyum açısından zengin, bu arada fosfor özellikle ultra filtrasyonda tutulur ve filtre edilmeyen kısımda bulunur. Ters ozmozun süzüntüsü büyük

oranda besin maddesi içermez ve boşaltım kalitesine ulaşır. Hesaplamalarda, besin maddesi açısından zengin her iki sıvı fazın müştereken bir karışımında dışarı aktarıldığı düşüncesinden yola çıkılmıştır. Membranların erken tıkanmasını önlemek için sıvı fazdaki KM oranı, %3'ü aşmamalıdır. Dolayısıyla çoğu durumda bir dekantör ile katı-sıvı ayrımını gerektirmektedir.

Buharlaştırma

Fermantasyon artıklarının buharlaştırılması, yüksek ısı fazlasına sahip biyogaz tesisleri açısından ilgi çekici olabilir, çünkü 300 kWh/m³ enerji gereksinimine ihtiyaç duyulmaktadır. Büyük oranda sıvı gübre ile işletilen ve böylelikle üretilen enerjiye oranla büyük bir fermantasyon artığı hacmine sahip tesisler için bu yöntem sadece kısıtlı bir şekilde uygulanabilmektedir. Burada hesaplanan model tesis için, giriş materyalinde %50'lik bir sıvı gübre oranında, gereken ısının sadece %70'i biyogaz tesisi tarafından sağlanabilmektedir. Fermantasyon artığı buharlaştırma tesisleri için şimdiye kadarki işletme deneyimleri sayısı çok azdır. Yöntem çoğu zaman çok kademeli bir proseste gerçekleşir. Önce malzeme ısıtılır ve ardından sıcaklık vakum altında kademe kademe kaynama noktasına kadar yükseltilir. Amonyak kayıplarını önlemek için pH değeri sıvı fazda asit eklenerek düşürülür. İşletim sırasında teknik sorunlar, kullanılan ısı değiştiricilerin tıkanması veya korozyonu yüzünden meydana gelebilmektedir. Bir vakum buharlaştırma tesisinde fermantasyon artığının miktarı yaklaşık %70 azaltılmaktadır. Fermantasyon artıklarının buharlaştırma sırasında 80-90 °C'ye kadar ısıtılması, proses çerçevesinde bir hijyen işlemini mümkün kılmaktadır. Buharlaştırma sayesinde konsantredeki girişe kıyasla 4 katına kadar katı madde konsantrasyonlarına ulaşılabilir, depolama ve nakliye işi uygun şekilde azalır. Ancak temizlenmiş materyalin su alıcısına doğrudan aktarılması mümkün değildir, çünkü yasal sınır değerlerine uyulamamaktadır.

Sıyırma

Sıyırma, içerik maddelerinin sıvılardan uzaklaştırılması için gazların (hava, su buharı, duman gazı vs.) sıvıların içinden geçirildiği ve içerik maddelerinin gaz fazına aktarıldığı bir yöntemi tanımlamaktadır. Amonyum bu sırada amonyağa dönüşür. Bu proses, sıcaklığın ve pH değerinin artırılması ile desteklenmektedir. Örneğin buharla sıyırmada bundan faydalanılır, çünkü artan sıcaklıkla birlikte gerekli gaz hacmi azalmaktadır. Bu işlemin sonuna yerleştirilmiş bir desorpsiyon adımı, gaz fazında bulunan amonyak, değerlendirilebilir veya temizlenebilir bir ürün olarak elde edilir. NH₃'ün gaz akışından desorpsiyonlu yoğunlaşma, asitlerle yıkama veya bir sulu alçı çözeltisinin reaksiyonuyla gerçekleştirilebilir. Desorpsiyonun nihai ürünleri genellikle amonyum sülfat veya sulu amonyaktır. Temizlenmiş

suyun direkt deşarjı için sınır değerlere ulaşılması buharlaştırmada olduğu gibi bu teknikle de sağlanamamaktadır.

3.6.3.7 Hazırlanmış fermantasyon artıklarının değerlendirilmesi

Federasyondan elde edilen katı maddeler, özelliklerine göre taze kompost ile kıyaslanabilir ve bunun gibi gübre olarak ve topraklardaki organik maddenin artırılması amacıyla kullanılabilir. Alman Federal Kompost Kalite Birliği, katı fermantasyon artıkları için kalite kriterleri geliştirmiştir ve bir kalite belgesi vermektedir. Ancak taze kompost özellikle tarımda kullanılır, çünkü bunun depolanması ve tarlaya uygulanması sırasında koku oluşumu meydana gelebilmektedir. Pazarlanabilir bir ürün, fermantasyon artıklarının örneğin kompostlama sayesinde stabilize edilmesiyle oluşur. Ancak bu yaklaşık 40 €/t.KM maliyet düzeyi ile ekonomik işletilememektedir. Katı maddelerin yukarıda açıklandığı gibi kurutulması, buna bir alternatif oluşturmaktadır. Bu sırada P ve K'nin arazi üzerine yüksek azot yüküyle amaca uygun bir şekilde uygulanabilmesi için (bkz. Tablo 14.) depolanabilir ve taşınabilir bir ürün oluşmaktadır. Kurutulmuş katı maddenin yakılması da mümkündür. Ancak fermantasyon artıklarının, sıvı gübre veya katı gübre birlikte fermente edildiğinde, genel yanıcı madde olması mümkün değildir. Bu durumda kapsamlı düzenlemelerle bir özel izin gerekli olmaktadır. Salt bitkisel kökenli fermantasyon artıkları için düzenleme ihtiyacı olmayabilmektedir.

Seperasyondan elde edilen sıvı faz bazı biyogaz tesislerinde kısmen resirkulat olarak kullanılmaktadır. Bunun haricinde düşürülmüş KM oranı, düşük NH₃ kayıplarıyla daha doğru kullanmayı mümkün kılmaktadır. İşlenmemiş fermantasyon artıklarına kıyasla daha düşük P oranları sayesinde, yoğun hayvan yetiştiriciliği yapılan bölgelerde büyük miktarlar işletmeye yakın yerlerde değerlendirilebilmektedir, çünkü buralarda tarlaya aktarma genellikle toprakların P oranları yüzünden sınırlanmıştır. Bölgesel azot fazlalıkları problemleri genellikle sadece sıvı fazın başka bir şekilde hazırlanmasıyla çözülür, çünkü sadece separasyon sayesinde taşıma hacminin azaltılması sağlanamamaktadır. Sıvı fazın besin maddesi içerikli hazırlama ürünleri için pazarlama sadece kısıtlı bir şekilde mümkündür. Gerçi besin maddesi konsantrasyonları fermantasyon artıklarına göre daha fazladır. Bu özellik bunların taşımaya değer olma niteliğini artırır, ancak çoğu zaman mineral gübrelerin altındadır. Bazı durumlarda kullanımı güç olabilir, çünkü uygun bir uygulama tekniği bulunmamaktadır.

Tablo 14. Hazırlama yöntemleri için örnek olarak hesaplanmış besin maddeleri içerikleri

Hazırlama yöntemi	Bölüm	Kütle oranı (%)	N _{org} (kg/t)	NH ₄ -N (kg/t)	P ₂ O ₅ (kg/t)	K ₂ O (kg/t)
İşlenmemiş	Sıvı		2	3,6	2,1	6,2
Separasyon	Katı	12	4,9	2,6	5,5	4,8
	Sıvı	88	1,6	3,7	1,6	6,4
Kurutma bandı	Katı	5	13,3	0,7	14,9	12,9
	Sıvı	88	1,6	3,7	1,6	6,4
	Çıkış havası	7	-	-	-	-
Buharlaştırma	Katı	19	4,9	4,4	6,8	4,5
	Sıvı	37	2,8	7,4	2,1	14,4
	Atık su (temizlenmiş)	44	Su alıcısına doğrudan aktarım için sınır değerlere ulaşılmış			
Buharlaştırma	Katı	19	4,9	4,4	6,8	4,5
	Sıvı	31	3,4	8,9	2,5	17,3
	Proses suyu	50		Su alıcısına aktarmak için uygun değil		
Sıyırma	Katı	27	6,8	3,5	7,5	21,7
	Sıvı (ASL)	3	0	80,6	0	0
	Proses suyu	70		Su alıcısına aktarmak için uygun değil		

ASL: Amonyum sülfat çözeltisi

Sıvı gübre ve fermentasyon artıklarının tarlaya uygulanmasında kullanıldığı üzere hareketli hortumlu sıvı gübre dağıtıcısıyla dışarı aktarma, besin maddelerinin arazi üzerine eşit bir şekilde dağıtılmasını mümkün kılmak için yeterince yüksek aktarma miktarlarına ihtiyaç duymaktadır. Mineralli sıvı gübreler, örneğin N oranı %28'in üzerinde olan amonyum üre çözeltisi sıklıkla bitki koruma enjeksiyonuyla uygulanır, ancak bunlar çoğunlukla sınırlı aktarma kapasitesine sahiptir. Belirgin şekilde 1 m³/ha üzerinde bulunan uygulama normları standart teknikle güçlüklerle gerçekleştirilebilmektedir.

Sıyırmadan elde edilen amonyum sülfat çözeltisi, değerlendirilebilir ve ürünün isteklerine en yakınıdır. Yaklaşık %10'luk bir N oranına sahiptir ve halihazırda hava çıkış temizlenmesinden elde edilen ürün kimya endüstrisinde yan ürün olarak tarımda büyük miktarlarda gübreleme maddesi olarak pazarlanmaktadır.

Besin maddesi azaltılmış veya besin maddesi bulunmayan sıvı faz için ekonomik hesaplamalarda hiçbir değerlendirme masrafı veya geliri varsayılmamıştır. Proses suyuna ihtiyaç duyan alıcılar bulunduğunda gelir elde etme mümkündür. Bu, tersinir osmozdan tam sulu bir süzütünün oluşması durumunda diyafram tekniğinde mümkün gözükmektedir.

Neredeyse hiç besin maddesi içermeyen tüm ürünler yağmurlama veya sulama için kullanımı, doğrudan aktarma iznine sahip ürünler için sulara deşarj da mümkün olmaktadır. Eğer bu olanaklar söz konusu değilse, uygun hidrolik ve biyolojik kapasitelerle bir arıtma tesisine bağlantının yapılması gerekmektedir. Bu yüzden dikkate alınması gereken ek masraflar oluşmaktadır.

3.6.3.8 Fermantasyon artığı hazırlama yöntemlerinin karşılaştırılması

Fermantasyon artıkları için burada gösterilmiş hazırlama yöntemleri, şimdiye kadarki uygulamaları ve işlev güvenlikleri bakımından çok farklıdır (bkz. Tablo 15). Fermantasyon artığı seperasyon yöntemleri, teknik duruma uygundur ve halihazırda sıkça kullanılmaktadır. Ancak bir kısmi hazırlama sırasında genellikle dışarı aktarılacak miktarların azaltılması söz konusu olmaz ve bu işlem için külfet artar.

Tablo 15. Fermantasyon atığı hazırlama yöntemlerinin karşılaştırmalı değerlendirilmesi

	Separasyon	Kurutma	Membran tekniği	Buharlaştırma	Sıyırma
İşlev güvenliği	++	+/o	+	o	o
Aktarma durumu (Tarlaya uygulama)	++	+	+	o	o
Giderler	+	+/o	o/-	o	+/o
Ürünlerin değerlendirilebilirliği					
Katı faz	o	+/o	o	o	o
Sıvı (besin maddesi açısından zengin)	o	o	+	+	++
Sıvı (besin maddesi açısından fakir)			+	o	o

++ = çok iyi, + = iyi, o = orta, - = kötü

Katı fazın kurutulması için yöntemler halihazırda başka uygulama alanlarında yerleşmiştir ve fermantasyon artığı kurutmasına uyarlanmaktadır. Bu işlemlerde sadece düşük düzeyde teknik problemler beklenmektedir. Ancak fermantasyon artıklarının kurutulması, kurutma sonrasında kazanç sağlayacak değerlendirme seçeneklerinin bulunması veya biyogaz tesisinin atık ısısı

için başka faydalanma olanağı bulunmaması halinde ekonomik açıdan ilginç hale gelmektedir.

Sıvı fazın işlenmesi için yöntem henüz teknik duruma uygun değildir ve büyük bir gelişim ihtiyacı görülmektedir. Teknik en fazla membran yönteminde gelişmiştir. Bu alanda piyasaya çok sayıda arz edilen ve büyük ölçüde sorunsuz çalışan referans tesis bulunmaktadır. Yine de burada, yöntemdeki değişiklikler ile enerji giderlerinin ve aşınmanın düşürülmesi bakımından halen geliştirme potansiyeli bulunmaktadır. Burada örneğin membranların kullanım süresinin uzatılması, enerji masraflarının azaltılması ve beklenen katı madde ayrıştırmasının iyileştirmesi konuları geliştirme aşamasındadır.

Buharlaştırma ve sıyırma ile ilgili yöntemler, büyük miktarlarda sürekli işletimde henüz çok gelişmemiştir. Bu nedenden dolayı ekonomik tahmin ve ürünlerin beklenen kalitesinde, halen büyük güvensizlikler vardır ve teknik riskler nispeten yüksektir.

3.6.4 Biyogaz tesisi atık ısının kullanım alternatifleri

Kojenerasyon prosesi esnasında ortaya çıkan ısıdan faydalanma, elektrik satışıyla birlikte bir biyogaz tesisinin ekonomik başarısı açısından giderek daha fazla belirleyici bir büyüklük olmaktadır. Isı kullanım imkânlarının buna bir katkı sağlayıp sağlayamayacağı, sağlayacaksa da bunu ne şekilde yapacağı, her şeyden önce kullanılabilir ısı miktarlarına bağlı bir durumdur.

Almanya’da FNR tarafından desteklenen “Geleceğe yönelik biyogaz projelerinde örnek çözümler” başlıklı yarışma çerçevesinde KTBL 2008 yılında 62 biyogaz tesisinin verilerini incelemiştir. Sonuçlar, biyogaz prosesi dışında kullanılan ısının, üretilen elektriğe kıyasla ortalama olarak sadece %39’u olduğunu ortaya koymuştur. Tesislerin 26’sı ısıyı kendi binalarında (atölye, büro) kullanmaktadır, 17 tesis ahır ısıtmaktadır, 16 tesis hastane, yüzme havuzu, okul ve çocuk yuvası gibi kamu binalarına ısı tedarik etmektedir, 13 tesiste de ısı kurutma işleminde kullanılmaktadır. Konutlar, mikrogaz şebekeleri, merkezi ısıtma veya bahçe bitkileri yetiştiriciliği ısı alıcısı olmak bakımından ikinci sırada yer almışlardır çünkü bu tür ısı kullanımı yüksek oranda biyogaz tesisi için seçilen bölgeye bağlıdır.

Aşağıdaki alt bölümlerde seçilen bazı ısı kullanım yöntemlerinin açıklanmaktadır.

3.6.4.1 Isı dağıtımı (Yakın ısı şebekeleri)

Yerinde elektrik üreten bir biyogaz tesisinin ekonomik olarak işletilmesi için belirleyici faktörlerden birisi, elektrik kazanımı esnasında ortaya çıkan ısının satılmasıdır. Özellikle

kırsal bölgelerde bu ısı civar sakinlerine satılabilir. Genel bir satış için yakın ısı şebekelerinin kurulumu söz konusu olabilir. Bu şebeke, suyu 90 °C (gidiş) ve 70 °C (geliş) sıcaklığı ile nakleden çift sarmal yalıtımlı çelik veya plastik borulardan oluşmaktadır. Biyogaz tesisinin ısıısının şebekeye verilmesi ısı aktarıcıları ile gerçekleşir, binalar ve aktarım istasyonları ısı sayaçlarıyla donatılır. Yakın ısı boruları bir sızıntı tanıma sistemine sahip olmalı ve trafik yüklerine ve düşük ısılara dayanabilmeleri için yeterli derinliğe (1 m) döşenmeleri gerekmektedir. Bunun dışında aşağıdaki noktalara da dikkat edilmelidir:

- Zamanında ön planlama ve konsept oluşturulması
- Yüksek bir asgari ısı satımı seviyesi
- Yeterli sayıda şebekeye bağlı konut ünitesi (asgari 40)
- Şebekeye bağlı konut ünitelerinin birbirlerine mümkün olduğunca yakın bulunmaları

3.6.4.2 Isının soğutma ihtiyacında kullanımı

Yanma prosesinden kaynaklanan ısıdan bir başka istifade yöntemi ise bu ısıyı soğuğa dönüştürmektir. Bu adsorbsiyon ve absorbsiyon olmak üzere ikiye ayrılan sorbsiyon yöntemleri tarafından gerçekleştirilir. Sahip olduğu yüksek önemden ötürü ve prensibi eski buzdolaplarından bilinen absorbsiyon soğutma makinesi açıklanacaktır.

Burada tek hareketli yapı parçası çözücü pompasıdır, bundan ötürü bu tesislerin aşınma ve dolayısıyla bakım giderleri çok düşüktür. Absorbsiyon soğutma sistemlerinin bir başka avantajı kompresyon soğutma sistemlerine göre daha düşük enerji tüketmeleridir, ancak diğeri kadar düşük sıcaklıklar üretemezler. Bu yöntem günümüzde sütleri soğutma veya ahır iklimlendirmesi gibi çeşitli tarımsal alanlarda kullanılmaktadır.

3.6.4.3 Atık ısıdan elektrik kazanımı konseptleri

ORC tekniği (Organic Rankine Cycle) ile BHKW'nin çok yüksek olmasa bile fazla atık ısıısının, hangi kısımlarının tekrar elektrik enerjisine dönüştürülebileceğini saptamaya yarayan bir teknolojidir. Bu teknolojinin prensibi buhar gücü prosesine dayanmaktadır ancak burada akışkan olarak su değil, düşük kaynama ve yoğunlaşma noktalarına sahip başka maddeler uygulama alanı bulmaktadır. Bu proses ilk kullanım yeri olan jeotermik elektrik üretiminden kaynaklanmaktadır ve bu alanda yıllardan beri başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Akışkan olarak halihazırda çevre dostu maddeler (silikon yağı) denenmekte olup, bu sayede bugüne dek kullanılan kolay tutuşabilir (tuluol, pentan, propan) veya çevreye zarar veren (FCKW) maddeleri piyasadan giderek çekilmektedir.

ORC prosesi her ne kadar bugüne dek ahşabın yakıt olarak kullanıldığı ısı santrallerinde gerçekleştirildiyse de bu teknolojinin motorlarda biyogaz yakımıyla kombinasyonu henüz geliştirme aşamasındadır.

3.6.4.4 Isı kullanım yöntemi olarak sera ısıtması

Seralar büyük ısı miktarlarını uzun bir dönem için satın alabilirler, bu bir yandan güvenilir bir gelir sağlarken, öte yandan sera işletmecisi için düşük ısı temini giderleri anlamına gelmektedir. “Ilımlı” ve “sıcak” kültür yönetimleri için tasarruf potansiyeli daha yüksek ısı kullanımı nedeniyle, sabit giderlerdeki küçük bir artışa rağmen %67’ye kadar çıkabilmektedir.

3.6.4.5 Atık ısının fermantasyon artıklarının kurutulmasında kullanılması

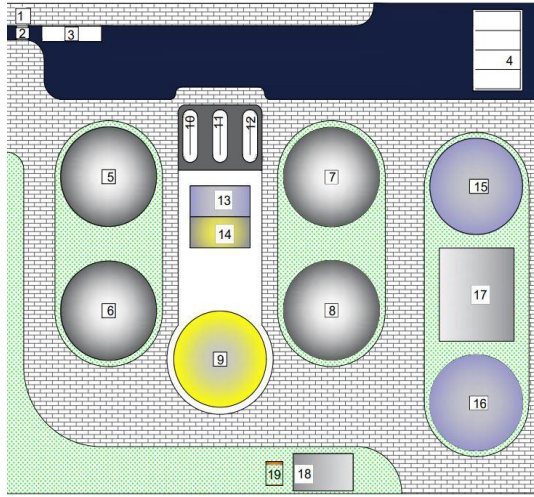
Fermantasyon artıklarının kurutulması KWK prosesinden kazanılan ısının değerlendirilmesinde desteklenmeye değer bir yöntem olarak değerlendirilmiştir. Ancak ısı değerlendirmesinin bu formu biyogaz tesisinin ekonomikliği üzerine pozitif olarak ancak başka gelir getirici ısı kullanım opsiyonları bulunmadığı takdirde etkili olabilir, çünkü gelirler genellikle artış göstermemektedir. Tarlaya uygulama giderlerinde bir düşme veya kurutma prosesi nedeniyle oluşacak değer artışı, sadece kurutulan ürün için değerlendirme veya pazarlama konseptleri mevcut olduğu takdirde ulaşılabilir.

3.6.4.6 Isının endüstriyel üretim proseslerinde kullanılması

Isıya ihtiyaç duyan endüstriyel üretim prosesleri de büyük ısı miktarlarını sürekli bir şekilde ihtiyaç duyarlar. Kurutma, kimyasal imalatı vb. gibi birçok değişik sektör proseslerinde buhara ihtiyaç duymaktadır. Biyogaz çıktısı atık ısının bu şekilde entegre bir üretim prosesinde kullanılması şüphesiz ki en verimli yöntem olacaktır.

3.6.5 Erçek biyogaz enerji ve gübre üretim santrali için önerilen üretim modeli

Pro kapsamında kurulacak tesisin planı Şekil 14’te verilmiş olup tesisteki biyogazdan elektrik enerjisi, katı gübre ve sıvı gübre üretim akış şeması ise Ek-1’de sunulmuştur.



NO	AÇIKLAMA	ÖLÇÜLER
1	GÜVENLİK	5 m x 5 m
2	TEKERLEK YIKAMA ÜNİTESİ	4 m x 5 m
3	KANTAR	5 m x 20 m
4	KATI GÜBRE ÖN DEPOLAMA ALANI	15 m x 20 m
5	ÇÜRÜTÜCÜ -1	Ø= 32 m, Yükseklik 9 m
6	ÇÜRÜTÜCÜ -2	Ø= 32 m, Yükseklik 9 m
7	ÇÜRÜTÜCÜ -3	Ø= 32 m, Yükseklik 9 m
8	ÇÜRÜTÜCÜ -4	Ø= 32 m, Yükseklik 9 m
9	GAZ DEPOLAMA ALANI	Ø= 24 m, Yükseklik 12 m
10	HAMMADDE HAZIRLIK HAVUZU	Uzunluk =12m, Genişlik =5m, Derinlik= 4m
11	HAMMADDE HAZIRLIK HAVUZU	Uzunluk =12m, Genişlik =5m, Derinlik= 4m
12	HAMMADDE HAZIRLIK HAVUZU	Uzunluk =12m, Genişlik =5m, Derinlik= 4m
13	POMPA VE EŞANJÖR ODASI	10 m x 20 m
14	SÜLFÜR GİDERİM SİSTEMİ	10 m x 20 m
15	SON SIVI DEPO -1	Ø= 32 m, Yükseklik 9 m
16	SON SIVI DEPO -2	Ø= 32 m, Yükseklik 9 m
17	FERMENTE KATI ÜRÜN DEPOSU	26 m x 30 m
18	SANTRAL BİNASI	20 m x 25 m
19	ACİL DURUM BACASI (FLARE)	3 m x 3 m

Şekil 14. Tesise ait yerleşim planı

3.6.5.1 Güvenlik binası

Güvenlik binası yanında otomatik sürgülü demir kapı yapılacaktır. Tesisin güvenlik sistemine entegre olarak yapılacak olan sürgülü kapı güvenlik kulübesinden otomatik olarak kontrol edilecektir. Ayrıca tesisin güvenliği açısından tesisin çevresi tel çit ile çevrilecektir ve tüm dış ve iç saha için uzaktan izleme ve kayıt yapabilen kamera sistemleri kurulacaktır. Tesis ile alakalı güvenlik operasyonlarının yönetildiği binadır. Kantara gelen kamyonların plaka ve tonaj kontrolleri burada yapılır. Proje kapsamında sahada 25 m² güvenlik binası kurulacaktır.

3.6.5.2 Tekerlek yıkama ünitesi

“Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Tebliği” Üçüncü Bölüm 10-4. Maddesi’nde “Tesinde, araç parkı, kantar, tekerlek yıkama ünitesi ve idari bina bulunması zorunludur” denilmektedir. Tesislerin entegre tesis olması durumunda bu ünitelerden birer adet olması yeterlidir. Tebliğin bu maddesi kapsamında tesiste, işletmeye giriş-çıkış yapacak araçların dezenfeksiyonun sağlanması amacıyla 20 m² alana sahip bir tekerlek ve araç yıkama ünitesi kurulacaktır. Tekerlek yıkama ünitesi; 40 cm derinliğe sahip havuz ve fiskiye yönetimi ile basınçlı yıkama sisteminden oluşacaktır. Tekerlek yıkama ünitesinde oluşacak atık sular toplanarak kurulacak ileri arıtma tesisine yönlendirilecektir.

3.6.5.3 Kantar

İşletmeye hayvansal atıkları getirecek araçlar girişte bulunacak kantarda tartıldıktan sonra katı atık kabul birimine yönlendirilecektir. Tesise gelen tüm bitkisel atıklar tartılıp, kayıt altına alınarak kabul edilecektir.

“Mekanik Ayırma, Biyokurutma Ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği” Üçüncü Bölüm 10-9 Maddesinde “Tesise kabul edilen atığın kaynağı, kodu, miktarı, tesise erişim şekli gibi bilgileri içeren veri kayıt sistemi oluşturulur.” denilmektedir. Tesiste, atık miktarını, atığın kodunu, atığın miktarını vb. içeren gerekli veri sistemi oluşturulacaktır.

Kantarın üzerinden geçen araçlar tartılarak tesise gelen atık miktarı, türü, kodu, tesise erişim şekli gibi bilgiler takip edilecektir. Kurulacak kantar kapasitesi 60 ton olacaktır. Her gün tesise gelen atık miktarı kontrol odasındaki kayıt sisteminde kayıt altına alınacaktır. Tesise kabul edilecek atıklar yatırımcı tarafından ve/veya sözleşmeli üretim yapan üreticiler tarafından tesise taşınacaktır. Tesise taşınacak atıkların uygun koşullar, boyut ve özellikte getirilmemesi halinde, atıklar tesise kabul edilmeyecektir.

3.6.5.4 Katı atık ön depolama alanı

Tesis işletme süresince her gün 300 ton %20 kuru madde oranına sahip büyükbaş hayvan gübresi ve 30 ton %25 kuru maddeli yumurta tavuğu gübresini kabul edecektir. Günlük kabul edilen atıkların tamamı ilk olarak 900 m³’lük katı atık ön depolama alanı birimine alınacaktır. Katı atık kabul birimi, tabanı sızdırmazlığı sağlayacak şekilde en az 30 cm kalınlığında, C₃₀ geçirimsiz beton ve tutuşmaz malzemeden imal ve üstü ve yanları kapalı olarak inşa edilecektir. Katı atık ön kabul alanının amacı tesise gelen araçların hayvansal atıkları en kısa sürede boşaltıp tesisi terk etmeleri ve hayvansal atıkların işlenene kadar şekilde stoklanabilmesidir. Katı atık kabul birimindeki hayvansal atıklar, günlük olarak kullanılacak miktarda hammadde hazırlama havuzlarına alınacaklardır.

Proje kapsamında sahada 300 m² alana sahip katı atık ön depolama alanı kurulacaktır. Katı atık ön depolama alanı en az 30 cm kalınlığında, C₃₀ geçirimsiz beton ve tutuşmaz malzemeden yapılacaktır. Tabanda atığın yer altı suyu, kanalizasyon veya yer üstü suyuyla temas etmesini veya sızmasını engelleyecek şekilde ayrı toplama mekanizması geliştirilecektir. Bu alanda oluşacak sızıntı suyunun toplanabilmesi için zemine uygun şekilde eğim verilecektir. Toplanan sızıntı suları hammadde hazırlama havuzlarına alınarak hammadde olarak değerlendirilecektir.

3.6.5.5 Hammadde hazırlama havuzları

Tesiste günlük olarak kullanılacak hayvansal atıkların uygun oranda birleştirilmesi ve proses girişinde istenen kuru madde oranında seyreltilmesi amacı ile kullanılacak, tabanı sızdırmazlığı sağlayacak şekilde en az 30 cm kalınlığında, C₃₀ geçirimsiz beton ve tutuşmaz

malzemeden imal ve üstü ve yanları kapalı olarak inşa edilecek hammadde hazırlama havuzlarıdır.

Katı atık ön depolama alanında depolanmakta olan atıklar iş makinası vasıtası ile hammadde hazırlama havuzlarına aktarılacak ve günlük 330 ton katı gübre için 450 ton geri çevrim suyu kullanılacak ve proses öncesi istenen %11 kuru madde oranına getirilecektir. Kütle denge hesaplamaları aşağıdadır.

$$300 \times (20/100) + 30 \times (25/100) + 450 \times (4/100) = 85.5 \text{ ton Kuru Madde (hazırlanan hammadde)}$$

$$\text{Hazırlanan hammadde karışımının nihai kuru madde oranı} = (85.5 / 780) \times 100 = \%11$$

Bu şekilde elde edilen %11 kuru maddeli gübre 3 adet 270 ton/gün kapasiteli havuzlardan reaktör besleme pompaları ile 4 adet çürütücüye sürekli olarak çürütücülere aktarılacaktır. Hammadde havuzlarının kapasitesi toplam 810 ton olup günlük besleme miktarı olan 780 ton'dan fazladır. Bunun nedeni hammadde hazırlık aşamasında havuzlarının bir kısmının fiziki nedenlerle tam dolu olarak kullanılmamasıdır.

Proses başlangıcında hammadde hazırlama havuzlarının her birinde hedeflenen 270 m³/gün besleme materyali ayrı ayrı hazırlanacaktır. Bu şekilde başlatılan proses boyunca sürekli olarak çürütücülere pompalanan besleme materyali havuzun birinden pompalanırken, diğer havuzda aynı karışım hazırlanacak ve kesintisiz şekilde besleme devam edebilecektir. Proje kapsamında 3 adet hammadde hazırlama havuzu planlanmış ve her birinin 60 m² alana oturacak şekilde inşası planlanmıştır.

Tablo 16. Hammadde hazırlama havuzları özellikleri

Ünite	Kapasitesi	İç kaplamada kullanılan malzeme türü	Sıcaklık	pH	Bekletme Süresi
Hammadde Hazırlama Havuzları	270 m ³ x 3= 810 m ³	Havuzların iç yüzeyi aşınma ve korozyona karşı betonarme ile kaplanacaktır.	15-30°C	6,5-8	1 Gün

Hammadde hazırlama havuzları sahip olduğu dalgıç karıştırıcılar sayesinde homojen bir bulamaç hazırlanması için özel bir tasarıma sahip olacaktır. Tamamen kapalı bir sistem olan bu havuzların dış ortamla teması kesilmektedir. Ayrıca havuzların üzerinde besleme materyali hazırlanırken oluşabilecek kötü kokuların giderildiği bir biyofiltre kullanılacaktır. Biyofiltre tamamen doğal reçine yapısında olacaktır. Hammadde hazırlama havuzunda hazırlanan

besleme materyali, bir ön ısıtma eşanjöründen geçirilerek ısıtılacak ve sonra çürütücülere gönderilecektir.

3.6.5.6 Pompa ve eşanjör odası

Hammadde Hazırlama Havuzlarında hazırlanmış olan besleme materyali, ilgili havuzlarda bulunan dalgıç tip gübre transfer pompaları vasıtası ile havuzdan alınarak besleme hattına pompalanacaktır. Pompalanan besleme materyali vidalı tip ana besleme pompalarının ağzına ulaştığında bu pompalar vasıtası ile basınçlandırılacak ve bir ön ısıtma eşanjörüne alınacaktır. Ön ısıtma eşanjöründe 38-40°C sıcaklığa kadar ısıtılan besleme materyali transfer hattı boyunca vidalı pompaların yarattığı basınçlı akış ile taşınarak el değmeden çürütücülere aktarılacaktır. Ön ısıtma eşanjöründe besleme materyalinin istenen sıcaklığa getirilmesi için ihtiyaç duyulacak olan ısı enerjisi, kojenerasyon sisteminin ceket ısıtma suyu hattına kurulacak sekonder devrede elde edilen yaklaşık 80 °C sıcaklıktaki su ile sağlanacaktır. Bu şekilde tesiste elektrik enerjisi üretimi sırasında açığa çıkan termal enerjiden de yararlanılarak genel tesis verimi optimum düzeye çıkarılacaktır.

Bu alanda kullanılacak zemin betonu, alanda mevcut üniteler, ekipmanlar, havalı vanalar vb. nedeni ile oluşabilecek kayma riskine karşılık kaymaz pürüzlü yüzey ile kaplanacaktır. Proje kapsamında sahada 200 m² pompa ve eşanjör odası kurulacaktır.

3.6.5.7 Çürütücüler

İşletmedeki çürütücülere beslemesi yapılan organik bileşiklerin, reaktör içerisinde havasız ortamda (anaerobik) mikroorganizmalar aracılığı ile parçalanarak karbondioksit ve metan gazına dönüştürülmesi sağlanacaktır. Reaktör içindeki organik bileşiklerin anaerobik mikroorganizmalar tarafından karbondioksit ve metana parçalanması sırasındaki aşamalar aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. Proje kapsamında 4 adet 7.235 m³ kapasiteli, hammadde hazırlama havuzlarından pompalanan besleme materyalinin toplandığı hayvansal atıkların anaerobik (oksijensiz) ortamda bekletilerek fermente edildiği, tamamı betondan imal (tavan dahil) yapılardır. Bu yapılar içinde üretilen biyogaz doğal akış yöntemi ile dışarı alınarak harici gaz balonunda depolanacaktır. Çürütücüler silindirik formda olup her birinin kullanılabilir iç çapı 32 metre ve dolu hidrolik yüksekliği 9 metredir. Toplam 4 çürütücüde 28.940 m³ fermentasyon hacmi sağlanacaktır. Hesaplamalar yapılırken 1 m³ besleme materyalinin ağırlığı 1 ton olarak kabul edilmiştir. Çürütücülere günlük olarak pompalanacak olan gübre miktarı 780 ton olup buradan hareketle bekletme süresi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

Bekletme süresi = Toplam çürütücü hacmi/günlük yükleme

$$=28.940/780=37 \text{ gün}$$

“Mekanik Ayırma, Biyokurutma Ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği” Üçüncü Bölüm 10-3 Maddesinde; “*Biyometanizasyontesisleri, tebliğin 10’uncu maddesi ve 11’inci maddesini kinci fıkrasının (a) bendinde belirtilen hükümlere uymakla yükümlüdür. Bu hükümlere ek olarak;*

- Fermantasyon işleminin gerçekleştiği sızdırmaz özellikte reaktör,*
- Reaktör sıcaklığının izleneceği sıcaklık kontrol sistemi,*
- Rektöre beslenen atıkların, belirlenen bekleme süresi içerisinde parçalanması ve optimum düzeyde metan gazı oluşması için uygun karıştırma sistemi,*
- Elde edilen gazın biriktirileceği gaz depolama birimi,*
- Fermantasyon sonrasında oluşan ürünün depolanabileceği ürün depolama alanı,*
- Gaz arıtma sisteminin olduğu birim,*
- Olası gaz kaçaklarının önlenmesi için erken uyarı sistemi bulunur.”*

denilmektedir. Tesiste üretim aşamasında yukarıda belirtilen hususlar otomasyon sistemi ile kontrol altında tutulmaktadır ifadeleri dikkate alınarak tasarlanacaktır. Çürütücü işletim koşulları Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Çürütücü işletim koşulları

Anaerobik Çürütme Reaktör İçin Olması Gereken İşletim Koşulu								
Ünite	Adet	Kapasite	İç kaplamada kullanılan malzeme türü	Sıcaklık	pH	C/N Oranı	Bekletme Süresi	Kullanılan Ekipmanlar
Çürütücü Tank	4	7.235 m ³ x 4 =28.940 m ³	Tüm tanklar 100 mm izolasyonla izole edilecektir. (duvarları ve çatıları) (çelik emaye)	38 °C	6,5-8	30/1	37	Dalgıç karıştırıcılar

Çürütücüler içinde, kojenerasyon sisteminde üretilen ısı enerjisi kullanılarak elde edilen sıcak suyun sirküle edileceği ısıtma sistemleri yer alacaktır. Isıtma sistemi için gerekli olan boru

metrajı ısı kaybı hesabına göre belirlenecek olup, Çürütücü ünitelerinin yan duvarlarına tesisatı gerçekleştirilecektir. Çürütücülerin zeminine ve dış cephesine içerideki sıcaklığın korunması amacı ile yalıtım yapılacaktır.

“Mekanik Ayırma, Biyokurutma Ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği” Üçüncü Bölüm 11-5 Maddesinde “*Fermantasyon işleminin gerçekleştiği reaktör içerisindeki sıcaklık, basınç, pH, katı madde içeriği, organik yükleme değerleri, alkalinite, uçucu yağ asitleri ve biyogaz üretimi sürekli olarak izlenir*” denilmektedir. Tesiste üretim aşamasında bu maddeye uyularak izlemeler yapılacaktır.

Fermantasyon işleminin gerçekleştiği Çürütücüler içerisinde; sıcaklık, basınç, pH, katı madde içeriği, organik yükleme değerleri, alkalinite, uçucu yağ asitleri ve anlık biyogaz üretimi sürekli olarak izlenecektir. Çürütücü sıcaklıklarının izleneceği sıcaklık kontrol sistemi, Çürütücülere beslenen atıklardan, belirlenen bekleme süresi içerisinde parçalanma sonucu optimum düzeyde metan gazı oluşması için uygun karıştırma sistemi, elde edilen gazın biriktirileceği gaz depolama birimi, gaz arıtma sisteminin olduğu birim, olası gaz kaçaklarının önlenmesi için erken uyarı sistemi bulunacaktır. Çürütücüler, atıkların anaerobik yaş fermantasyon prosesinde bekleme süresi parametresi doğrultusunda, işletme esnekliği açısından, eşit hacimlerde tasarlanmıştır ve atıkların toplam fermente edilme süresi (hidrolik bekleme süresi) 37 gün olarak belirlenmiştir. Tesise kabul edilecek hayvansal ve bitkisel atıklardan, anaerobik yaş fermantasyon yöntemi ile mezofilik şartlarda biyogaz elde edilecektir.

3.6.5.8 Gaz depolama alanı

İşletme süresince tesiste gerçekleştirilecek fermantasyon prosesi sonucunda 31.706,3 m³/gün miktarda ve %58,8 Metan oranına sahip biyogaz elde edilecektir. Elde edilen biyogaz, çürütücü içinden ayrılmadan önce kontrollü şekilde içine dozlanan hava ile birlikte bir miktar H₂S’inden arındırılır. Çürütücülerden doğal akış ile ayrılan biyogaz desülfürizasyon ünitesine geçer. Desülfürizasyon ünitesinde; biyogazın içerisindeki istenmeyen H₂S konsantrasyonu, kullanılan absorbant kimyasallar sayesinde gazdan ayrıştırılır ve H₂S içeriği 200 ppm den daha az bir değere getirilerek depolanmak üzere gaz balonuna gönderilir.

Çürütücülerde üretilen gazın H₂S konsantrasyonunu azaltmak için üretilen gazın içerisine hava yoluyla Çürütücülerdeki gaz hacmine O₂ beslenir. Kaba sülfür giderimi denen bu dahili sistem sonrasında elde edilen gaz, çürütücülerden dışarı alınarak harici kimyasal giderim ünitesine alınarak H₂S konsantrasyonu istenen değerlere getirilecektir. H₂S bileşeninden

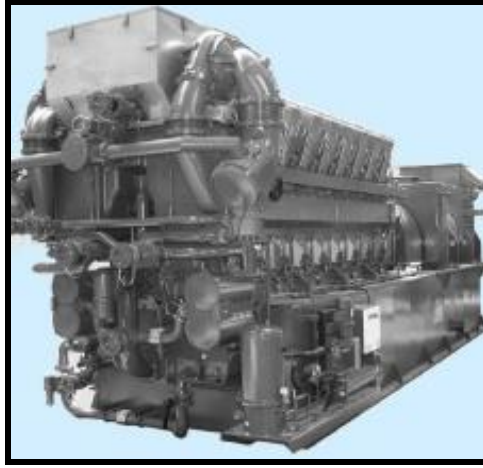
ayrıştırılan biyogaz nem alma ünitesine alınarak taşıdığı su buharından arındırılır. Daha sonra gaz balonuna alınarak depolanacaktır. Gaz balonunda depolanan biyogaz, gaz blowerları vasıtası ile bu alandan emilir. Gaz blowerları tarafından sıkıştırılarak basınçlandırılan biyogaz, kojenerasyon sisteminin giriş hattına istenen basınçta taşınır.

Proje kapsamında sahada 24 m çapında 12 m yüksekliğinde olmak üzere 452,16 m² taban alanına sahip gaz depolama alanı kurulacaktır. Kesik küre formuna sahip olacak gaz depolama ünitesinin yaklaşık depolama hacmi 7.200 m³ olacaktır. Saatlik üretilen gaz miktarı 1.321,1 m³ dür ve gaz üretimi ile eşzamanlı olarak kojenerasyon sisteminde gaz tüketimi gerçekleştirilecektir. Bu nedenle, kojenerasyon sistemindeki herhangi bir arıza veya zorunlu duruş nedeniyle tüketimin durması durumunda, gaz depolama alanında $7.200 / 1.321,1 = 5,45$ saat gaz depolama gerçekleştirilebilecektir. Ayrıca gaz temizleme alanı olarak (sülfür giderim alanı) 200 m² alan kurulacaktır.

3.6.5.9 Santral alanı ve şalt sahası

Çürütücüler içerisinde üretilen biyogaz, depolandığı gaz balonundan 1.321,1 m³/h emiş kapasiteli gaz blowerları ile emilir ve istenen basınca getirilerek kojenerasyon sistemine gönderilir. Gaz motorunda, ilk olarak gas-train dediğimiz ve kullanılacak gaz ile ilgili parametreleri değerlendiren bir sistem bulunmaktadır. Gaz motoru veriminin %41-42 olması için, biyogaz 120 mbar basınçta ve nem oranı %80 altında alınmış şekilde kullanılmalıdır. Bunun amacı gaz motoruna zarar vermemek ve %100 performans almaktır. Buradan geçen gaz, gaz motorunda hava ile karıştırıldıktan sonra yanma odalarına alınır. Yanma odalarında pistonlar vasıtası ile üretilen mekanik enerji, elektrik enerjisine dönüşmesi için şaft ile alternatöre aktarılır. Mekanik enerji burada elektrik enerjisine dönüştürülür ve öncelikle trafolarla daha sonra da şebeke hattına gönderilir.

İşletme kapsamında 1 adet kojenerasyon ünitesi olacaktır. Kojenerasyon ünitesinde saatte 1.605 kWhm/1.560 kWhe elektrik üretimi gerçekleştirilecektir. Üretilen biyogazdan elde edilecek elektrik enerjisine ilişkin detaylı hesaplar Ek-2’de sunulmuştur. Kojenerasyon motorları birleşik ısı ve elektrik üretimi sağlayan, sıkıştırma ve yakma esaslı ile çalışan içten yanmalı gaz motorlarıdır. Çevrenin korunması için oldukça düşük egzoz gazı emisyonlu yanma yöntemi geliştirilmiştir.



Şekil 15. Tesiste planlan kojenerasyon motoru (örnek)

NO_x emisyon değerleri açısından istenilen standartları sağlayacak gaz motoru, atık ısı geri kazanımını en üst düzeyde sağlayacak şekilde seçilecektir. Kojenerasyon binasının gaz motorlarının bulunduğu kısmında yağ toplama çukuru ve su gideri kısmı bulunacaktır. Ayrıca atık yağların toplandığı atık yağ toplama tankı yine bu kısımda olacaktır. Kojenerasyon binasının yüksekliği ve yapısı tamamen gaz motorları için uygun şekilde tasarlanmıştır. Üretilen atık ısı, atık ısı kazanları sayesinde sistemden alınıp ısı dağıtım sistemi üzerinden makine odasındaki ısı dağıtım elemanlarına oradan da ön ısıtma eşanjör sistemi ve reaktör içindeki ısıtma borularına gönderilecektir. Proje kapsamında sahada 500 m² şalt ve santral alanı kurulacaktır.

3.6.5.10 Hijyenizasyon ünitesi

Günlük beslenen 780 ton besleme materyalinin 38 ton'luk kısmı gazlaşmaktadır. Bakiye kalan 742 ton fermente posa, pompa vasıtası ile hijyenizasyon ünitesine alınarak patojen mikroorganizmalar, yabancı ot ve tohumlardan arındırılmak üzere "Mekanik Ayırma, Biyokurutma Ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği" madde 11-6'ya uygun şekilde 70°C sıcaklıkta en az 1 saat bekletilerek hijyenize edilecektir. Proje kapsamında sahada 100 m² hijyenizasyon ünitesi kurulacaktır.

3.6.5.11 Susuzlaştırma alanı (Seperatör)

Seperatör, biyogaz tesislerinde fermente ürünün katı ve sıvı formlara ayrıştırılması için kullanılan ekipmandır. Proje kapsamında 2 adet seperatör kullanılacaktır. Fermente çıktı, sıvı ve katı formda son ürün haline dönüştürülmek üzere sıkma vidalı filtre ilkesine göre çalışan, 5,5-7,5 kW gücünde seperatörde ayrıştırılacaktır. Kullanılacak seperatör %25-27 kuru maddeli katı fermente ürün ve %95-97 nemli sıvı fermente ürün ayrımı gerçekleştirebilecek

özelliklere sahip olacaktır. Seperatör dışı açılan bir sürücü parça yardımıyla sıvıdan ayrılan katı kısmı uzaklaştırılacak bir parçaya sahip olacaktır. Seperatör, sıvı fermente ürünün cazibe veya bir pompa yardımıyla uzaklaştırılmasını sağlayacak şekilde tasarlanmış olacaktır.

Hijyenizasyon prosesine tabi tutulan 742 ton/gün fermente posa susuzlaştırma sistemine alınır ve bu sistemin çıkışında 86,2 ton/gün miktarda %25 kuru maddeli katı organik gübre ve 655,8 ton/gün %4 kuru maddeli sıvı organik gübre elde edilir. Seperatörde ayrıştırılan katı fermente ürün iş makinası vasıtası ile katı fermente ürün deposuna ve sıvı fermente ürün ise cazibe ile sıvı fermente ürün deposuna alınacaktır. Proje kapsamında sahada 50 m² susuzlaştırma alanı kurulacaktır.

3.6.5.12 Sıvı fermente ürün deposu

“Mekanik Ayırma, Biyokurutma Ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği” Üçüncü Bölüm 10-7. Maddesinde “*Tesiste, atıkların işlenmesi sonucunda oluşan katı ve sıvı fermente ürünün meteorolojik olaylardan etkilenmeyecek şekilde en az bir ay süreyle biriktirileceği büyüklükte kapalı ürün deposu teşkil edilir.*” denilmektedir.

Seperatörlerde ayrıştırma sonrası elde edilen 655,8 ton/gün sıvı fermente ürün, öncelikle betonarme (C₃₀ ve geçirimsiz) sıvı fermente ürün deposuna alınarak depolanacaktır. Daha sonra bu depodan 450 ton/gün seyreltme suyu alınıp sisteme geri beslenecek ve kalan 205,8 ton/gün sıvı fermente ürün elde edilmiş olacaktır. Proje kapsamında sahada 2 adet 32 m çapında ve 9 m yüksekliğinde sıvı fermente ürün deposu kurulacaktır. Sıvı fermente ürün deposu, tabanı sızdırmazlığı sağlayacak şekilde en az 30 cm kalınlığında, C₃₀ geçirimsiz beton ve tutuşmaz malzemeden imal ve üstü ve yanları kapalı olarak inşa edilecektir. Kullanılabilir derinliği 4 metre olacaktır. Toplam stok hacmi $7.235 \text{ m}^3 \times 2 = 14.470 \text{ m}^3$ olacaktır. Sıvı Fermente Ürün Deposunun günlük olarak elde edilen 205,8 ton sıvı fermente ürün için depolama kapasitesi (sıvı fermente ürün yoğunluğu yaklaşık 1 m³/ton olarak kabul edilmiştir);

$$(14.470 \text{ m}^3) / (205,8 \text{ ton /gün}) = 70,3 \text{ gün dır.}$$

Tesiste bu kapsamda depolama teşkil edilecektir. Sıvı fermente ürün depolama alanı hacmi tespit edilirken, sıvı fermente ürünün en az bir ay süreyle biriktirileceği dikkate alınmıştır. Tebliğe göre sıvı fermente ürünün piyasaya arz edilmesi durumunda; 23/02/2018 tarih ve 30341 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Tarımda Kullanılan Organik, Mineral Ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik” hükümleri çerçevesinde sağlanacaktır.

3.6.5.13 Katı fermente ürün deposu

10.10.2015 tarihli ve 29498 sayılı resmî gazetede yayınlanan “Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Tebliği’nde belirtildiği üzere, susuzlaştırma ünitesinden çıkacak 86 ton/gün katı fermente ürün için meteorolojik olaylardan etkilenmeyecek şekilde en az 1 ay süreyle biriktirileceği büyüklükte üzeri kapalı toplam 780 m² alana sahip katı fermente ürün deposu inşa edilecektir. Bu alanda biriktirilen katı fermente ürün, iş makinaları vasıtası ile tesis içinde kurulacak gübre üretim tesisine taşınacaktır.

Çıkan katı fermente ürün piyasaya arz edilecek ve firmanın kendi arazilerinde gübre olarak kullanılacaktır. Biyometanizasyon sonucunda elde edilen katı fermente ürünün toprak iyileştirici olarak kullanılabilmesi için bu Tebliğin Ek-3 ve Ek-4’ünde yer alan kriterleri sağlaması zorunludur. Biyobozunur atıklardan elde edilen katı fermente üründe bu Tebliğin Ek-3’ünde yer alan kriterleri, 23/02/2018 tarih ve 30341 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Tarımda Kullanılan Organik, Mineral Ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik” hükümleri çerçevesinde sağlanacaktır.

Katı fermente ürün satılamaz ve atık durumuna düşerse, Katı Atık Yönetimi yönetmeliği Ek-4 de verilen Atık kodu listesinde uygun 19 06 06 Hayvansal ve bitkisel atıkların anaerobik arıtımından kaynaklanan posalar atık kodu ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’ndan lisans almış geri kazanım / bertaraf tesislerine verilmesi sağlanacaktır. Atıkların lisanslı firmalara verilmesi esnasında MOTAT sistemi üzerinden atık gönderimi sağlanacak ve her yılsonuna yine MOTAT sistemi üzerinden verilen atıklara ilişkin atık beyanı yapılacaktır. Proje kapsamında sahada 780 m² katı fermente ürün deposu kurulacaktır.

3.6.5.14 Acil durum biyogaz yakma ünitesi (Flare)

“Mekanik Ayırma, Biyokurutma Ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği” Üçüncü Bölüm 11-4 Maddesinde “*Biyometanizasyon tesisinde oluşan biyogaz toplanıp doğrudan veya işlenerek enerji ve/veya yakıt üretiminde kullanılır. Elde edilen biyogazın kullanılmaması halinde biyogaz, sera gazı etkisini azaltacak şekilde uygun kapasiteli meşalelerde yakılır, serbest olarak atmosfere verilemez.*” denilmektedir. Tesiste bu madde gereğince; üretilmiş enerji enterkonnekte ağa aktarılmış olacaktır. Şalt tesisinde bulunan sayaçlar yardımıyla üretilen elektrik kayıt altına alınacaktır. Biyogazın kullanılmadığı durumlarda üretimi minimuma indirmek için atık beslemesi kesilecek ve üretilen biyogaz flare ünitesinde yakılarak atmosfere salınımı engellenecektir.

Biyogaz santralinde herhangi bir aksaklık sonucu gazın kojenerasyon sisteminde harcanamadığı ve depolanamadığı durumda, biyogazın güvenli bir şekilde yakılabilmesi için 850 m³/h yakma kapasitesinde ve yaklaşık 2.000 kW termal güçte bir acil gaz yakma sistemi kullanılacaktır.



Şekil 16. Flare sistemi-örnek

Kullanılacak biyogaz yakma bacası minimum 5 mbar gaz basıncında çalışacak özelliklere sahip olacaktır. Biyogaz yakma bacası manuel ve proses tarafından yönetilen otomatik açma/kapama birimlerine, alev kapanına, ateşleme sistemine ve yakma düzeneğine sahip olacaktır. Sistemde bir sorun olduğunda kendiliğinden devreye girebilmesi ve gerektiğinde kapanması için kendi otomasyon sistemi de olacaktır. %95-98 yanma verimi olacaktır.

Biyogaz yakma bacası açık yanmalı tiptedir. Yanma sıcaklığı 1.200 °C'dir. Atex düzenlemelerine tamamen uygun olacaktır. Biyogaz yakma bacasının yanma öncesi gaz ile temas edecek aksamı tamamiyle paslanmaz çelikten, ana gövdesi ise galvaniz kaplı malzemeden olacaktır. Biyogazın yanması sırasında etrafına tehlike arz etmeyecek donanıma sahip olacaktır. Proje kapsamında sahada 9 m² flare kurulacaktır.

3.6.6 Teknik analiz ve tasarım

Erçek Biyogaz Enerji ve Organik Gübre Üretim Santrali üretim modeli için belirlenen üretim alanları ve makine ekipmanların teknik analizlerini içeren atık kompozisyonu ve enerji potansiyeli, fermantör hacmi, kütle denge tablosu ve reaktör çıktısı gübre miktarının tayini, susuzlaştırma prosesi kütle denge tablosu, kojenerasyon tesisi seçimi ve hesaplamaları, seçilen fermantör teknolojisi ve teknik tasarım verileri hesaplanmış ve tesisin tasarımı bu hesaplamalar doğrultusunda yapılmıştır.

3.6.6.1 Kapasite analizi ve seçimi

Biyogaz santrali atık ve üretim potansiyeli Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18. Erçek biyogaz santrali atık ve üretim potansiyeli

Erçek Biyogaz Enerji ve Organik Gübre Üretim Santrali Hammadde Kütile Balans Tablosu											
		Islak Mik.	Kuru Madde Oranı	Kuru Madde Mik.	Su Mik.	Org. Kuru Madde Oranı	Org. Kuru Madde Mik.	Metan Oranı	Metan Mik.	Biyogaz Mik.	Biyogaz Mik.
		ton/g	[%]	ton/g	ton/g	%	ton/g	(%)	m ³ /gün	m ³ /h	m ³ /g
Proses Girdileri	Besi Büyükbaş Gübresi	300	20	60	240	85	51	58	16.269	1.168,8	28.050,0
	Yumurta Tavuğu Gübresi	30	25	7,5	22,5	75	5,6	65	2.376,6	152,3	3.656,3
	Temiz Su	0	0	0	0	85	0	60	0	0	0
	Geri Çevrim Suyu	450	4	18	432	50	9	0	0	0	0
	Toplam Giriş	780	11	85,5	694,5	76,8	65,6	58,8	18.645,6	1.321,1	31.706,3
Proses Çıktıları-Gaz	Gazlaşan Organik Madde	38	100	38	-	-	-	-	-	-	-
Proses Çıktıları-Gübre	Katı Organik Gübre	86,2	25	21,6	64,7	-	-	-	-	-	-
	Sıvı Organik Gübre (Brüt)	655,8	4	26,2	629,6	-	-	-	-	-	-
	Geri Çevrimde Kullanılan Sıvı Organik Gübre	450	4	18	432	-	-	-	-	-	-
	Sıvı Organik Gübre (Net)	205,8	4	8,2	197,6	-	-	-	-	-	-
	Potansiyel Kurulu Güç	3,12 MWhe									

3.6.6.2 Fermantör hacminin belirlenmesi

Fermantör hacmi Tablo 19’ da belirlenen biyokütle miktarı ve özellikleri ile seçilen hidrolik bekleme süresi ve reaktör yükleme oranlarına dayanılarak belirlenmiştir.

Tablo 19. Fermantör hacmi tasarımı

Erçek Biyogaz Enerji Ve Organik Gübre Üretim Santrali Hammadde Kütle Balans Tablosu										
	Islak Miktar	Kuru Madde Oranı	Kuru Madde Miktarı	Su Miktarı	Organik Kuru Madde Oranı	Organik Kuru Madde Miktarı	Metan Oranı	Metan Miktarı	Biyogaz Miktarı	Biyogaz Miktarı
	ton/gün	%	ton/gün	ton/gün	%	ton/gün	%	m ³ /gün	m ³ /h	m ³ /gün
Besi Büyükbaş Gübre	300	20	60	240	85	51	58	16.269,00	1.168,80	28.050,00
Yumurta Tavuk Gübre	30	25	7,5	22,5	75	5,6	65	2.376,60	152,3	3.656,30
Geri Çevrim Suyu	450	4	18	432	50	9	0	0	0	0
Toplam Giriş	780	11	85,5	694,5	76,8	65,6	58,8	18.645,60	1.321,10	31.706,30

Hidrolik Bekleme Süresi: 37,1 gün

Hesaplanan Fermentör Hacmi:28.938 m³**3.6.6.3 Kütle denge tablosu ve reaktör çıktısı gübre miktarının tayini**

Tasarlanan fermentöre giren biyokütleden kaynaklanan biyogazın kütlelerinin düşülmesi yöntemiyle, reaktör içinde kalan biyokütlenin ortalama katı madde miktarları belirlenerek, seperatöre giden çürümüş biyokütle miktarı, seperatör çıktısı katı faz ve sıvı faz miktarları hesaplanmış ve sıvı fazın yaklaşık 70 günlük depolanması için gerekli depo hacmi hesaplanmıştır. Çevre mevzuatı gereğince sıvı fazın en az 30 gün depolanması zorunluluğu vardır. Kütle denge yöntemiyle yapılan bu hesaplamalar Tablo 20’ de özetlenmiştir.

Tablo 20. Fermantasyon prosesi kütle denge tablosu

Erçek Biyogaz Enerji Ve Organik Gübre Üretim Santrali Hammadde Kütle Balans Tablosu										
	Islak Miktar	Kuru Madde Oranı	Kuru Madde Miktarı	Su Miktarı	Organik Kuru Madde Oranı	Organik Kuru Madde Miktarı	Metan Oranı	Metan Miktarı	Biyogaz Miktarı	Biyogaz Miktarı
	ton/gün	%	ton/gün	ton/gün	%	ton/gün	%	m ³ /gün	m ³ /h	m ³ /gün
Besi Büyükbaş Gübre	300	20	60	240	85	51	58	16.269,00	1.168,80	28.050,00
Yumurta Tavuk Gübre	30	25	7,5	22,5	75	5,6	65	2.376,60	152,3	3.656,30

Geri Çevrim Suyu	450	4	18	432	50	9	0	0	0	0
Toplam Giriş	780	11	85,5	694,5	76,8	65,6	58,8	18.645,60	1.321,10	31.706,30

Tablo 21. Susuzlaştırma prosesi kütle denge tablosu

Seperatör Hesaplamaları		
Seperatöre Giren Posa Miktarı	270.830	m ³ /yıl
Seperasyon Sonrası Katı Gübre	31.463	m ³ /yıl
Seperasyon Sonrası Sıvı	239.367	m ³ /yıl
Seperasyon Sonrası Yeniden Kullanılan Sıvı	164.250	m ³ /yıl
Depolanacak Seperasyon Sıvısı	75.117	m ³ /yıl
Seperasyon Sonrası Kalan Sıvı Depolama Hacmi		
Maksimum Depolama Süresi	71	gün
Maksimum Depolama Hacmi	14.469	m ³

3.6.6.4 Kojenerasyon tesisi seçimi ve hesaplamaları

Tablo 18.'de belirtilen günlük biyogaz üretimi verisine istinaden 1.560 kWhe gücünde 2 adet içten yanmalı motor içeren kojenerasyon tesisi planlanmış olup seçilen tesis için yapılan elektrik ve ısı üretim hesaplamaları ve tesise gelecek olan biyogazın özellikleri Tablo 22'de özetlenmiştir.

Tablo 22. Kojenerasyon tasarımı

Biyogaz Hesapları		
Üretilen Biyogaz Miktarı	1321,1	m ³ /h
Üretilen Metan Miktarı	776,8	m ³ /h
Biyogaz Üst Isıl Değeri	6,54	kWh/m ³
Biyogaz Alt Isıl Değeri	4,5	kWh/m ³
Biyogaz Isıl Değeri (Hesaplamalarda Kullanılan %58,8 metan oranına sahip)	4,81	kWh/m ³
Kojenerasyon Seçimi		
Kojenerasyon Gücü	2x1560	kWe
Yıllık Çalışma Saati	7500	h
Kojenerasyon Elektrik Verimi	42	%

Brüt Elektrik Üretimi	23.400.000	kWe/yıl
İç Tüketim (%12)	2.808.000	kWe/yıl
Net Elektrik Üretimi	20.592.000	kWe/yıl
Brüt Isı Üretimi	25.710.000	kWter/yıl
İç Tüketim (%10)	2.571.000	kWter/yıl
Net Isı Üretimi	23.139.000	kWter/yıl

3.6.6.5 Seçilen fermantör teknolojisi ve teknik tasarım özetleri

Tablo 23. Seçilen fermantör tipi

Fermantör Tipi	
Kuru madde oranına göre	Yaş fermantasyon
Besleme türüne göre	Sürekli Besleme
Proses aşamasına göre	İki aşamalı
Proses ısısına göre	Mezofilik
Hidrolik Bekleme Süresi	37,1 gün
Hesaplanan Fermantör Hacmi	28.938 m ³

Tablo 24. Seçilen seperatör tipi

Seperatör	
Seperatör tipi	Helezonlu seperatör
Sıvı faz deposu	Üstü kapalı beton tank
Kapasite	3 x 20 m ³ / saat

Tablo 25. Teknik verileri tasarım özet

Teknik Tasarım Özet Tablosu		
Toplam Madde Akışı	284.700	Ton/yıl
Fermantör Hacmi	28.938	m ³
Sıvı Faz Depolama Hacmi	14.469	m ³

Katı Gübre Üretimi	31.463	m ³ /yıl
Sıvı Gübre Üretimi	75.117	m ³ /yıl
Saatte Üretilen Biyogaz	1.321	m ³
Kurulu Güç	3.12	mWe
Yıllık Elektrik Üretimi (Brüt)	23.400.000	kWe/yıl
Yıllık Isı Üretimi	25.710.000	kWter/yıl

4. PROJE UYGULAMASI İLE İLGİLİ AYRINTILI BİLGİLER

4.1. Proje Kapsamında Yapılacak Faaliyetler

Hazırlanan fizibilite raporu sonucunda Van ili İpekyolu İlçesinde mevcut arazi parselinde 3,12 MWe (20.592.000 kWh/yıl) gücünde biyogaz santralinin yapılması uygun görülmüştür. Bu doğrultuda projenin gerçekleştirilmesi için aşağıdaki temel faaliyetler gerçekleştirilecektir:

- Hazırlık sürecinde ziyaret edilen tedarikçi konumundaki hayvancılık işletmelerine ve ilave işletmelere ziyaretler yapılarak hammadde tedarikinin sürdürülebilir olması sağlanacaktır. Bu kapsamda atık beyanı imzalayan çiftçiler ile uzun süreli (en az 10 yıllık) tedarik sözleşmeleri imzalanacaktır. Bu kapsamda bölgedeki hayvan kapasitesi, hayvan sayısında sene içerisindeki değişim, atık toplama yöntemleri, atık bertaraf veya satış yöntemleri gibi teknik konularında bir veri tabanı oluşturulacaktır.
- Tesisin mülkiyet durumunun tamamen Van Büyükşehir Belediyesine geçmesi sonrası tesise ait mimari, statik, elektrik ve mekanik tesisat projeleri hazırlanacak, imar izni ve yapı ruhsatı işlemleri tamamlanarak kurulum aşamasına geçilecektir.
- Tesisin yapımı ve işletilmesi ile ilgili teknik şartlar belirlenecek ve yapım işi ile makine ekipman alımı ihale süreçleri yürütülecektir.
- Yenilenebilir enerji üretimi mevzuatı çerçevesinde ilgili kurumlardan gerekli izinlerin alınması için başvuru yapılacaktır.
- Yapım ve makine montaj aşamalarının tamamlanmasını takiben tesisin belirlenecek işletme yöntemine göre faaliyete geçmesi sağlanacaktır.
- Atık ısı ile katı ve sıvı gübrenin satışı ile proje karlılığının artırılması için, tüm alternatifler değerlendirilecek ve gerekli çalışmalar tamamlanacaktır.

4.2. Proje Bileşenlerinin Maliyeti ve Bütçe

Proje kapsamında entegre tesis bünyesinde yer alacak biyogazdan enerji üretimi, katı gübre üretimi ve sıvı gübre üretimine yönelik harcamalar yapılarak tesis kurulumu

gerçekleştirilecektir. Biyogaz üretim santrali, katı gübre üretim tesisi ve sıvı gübre üretim tesisi maliyetleri inşaat ve makine ekipman maliyetlerinden oluşmakta olup bu kapsamda 3,12 MWh kapasiteli biyogazdan elektrik üretim santrali, 31.463 ton/yıl kapasiteli katı organik gübre üretim tesisi ve 75.117 ton/yıl kapasiteli sıvı organik gübre üretim tesisi için KDV hariç 7.792.500 \$ yatırım yapılması planlanmıştır. Yatırım kapsamında kurulacak tesislerle yapılacak işler Tablo 26’da sunulmuştur. Bütçe kalemlerinin detayları ise Ek-3 sunulmuştur.

Tablo 26. Tesis kurulum maliyetleri

PROJE MALİYET TABLOSU		
SIRA	İŞ KALEMİ	BEDEL (\$)
1	İNŞAAT İŞLERİ	2.150.000
2	MEKANİK EKİPMANLAR VE MONTAJ İŞLERİ	3.650.000
3	ELEKTRİK İŞLERİ	1.000.000
4	LABORATUVAR İŞLERİ	60.000
5	İŞ MAKİNALARI	350.000
6	ETÜT, PROJE, MÜHENDİSLİK VE DANIŞMANLIK HİZMETİ GİDERLERİ	350.000
7	TEKNİK YARDIM VE LİSANS	100.000
8	TAŞIMA VE SİGORTA	20.000
9	GENEL GİDERLER	42.500
10	İŞLETMEYE ALMA GİDERLERİ	20.000
11	BEKLENMEYEN GİDERLER	50.000
GENEL TOPLAM		7.792.500

4.2.1 Yapım işlerinin tahmini bedelinin proje bütçesine oranı

Proje kapsamında inşaat ve makine ekipman yatırımları ve bunlara yönelik hizmet alımlarının toplamının 7.792.500 \$ düzeyinde olması beklenmekte olup bu tutarın 3.150.000 \$’lık kısmının inşaat işleri (inşaat ve elektrik işleri) olarak gerçekleştirileceği planlanmıştır. Bu kapsamda yapım işlerinin toplam bütçeye oranı %40 düzeyinde gerçekleşecektir.

4.3. Beklenen Çıktı ve Sonuçlar

Erçek Biyogaz Enerji ve Organik Gübre Üretim Santrali Projesi yatırımının gerçekleşmesi durumunda elde edilmesi beklenen çıktı ve sonuçlar aşağıdaki gibidir.

Çıktılar:

- 3.12 MWe kapasiteli BES santrali kurulmuş olacak ve yıllık 20.592.000 kWh/yıl net elektrik enerjisi üretilmiş olacaktır.
- Yıllık 31.463 tonluk üretim kapasitesine sahip organik katı gübre üretim tesisi kurulmuş olacaktır.

- Yıllık 75.117 tonluk üretim kapasitesine sahip organik sıvı gübre üretim tesisi kurulmuş olacaktır.
- BES santrali, katı gübre tesisi ve sıvı gübre tesisi üretim faaliyetleri sonucunda enerji geliri, karbon geri kazanım geliri, katı gübre geliri ve sıvı gübre gelirinden oluşan toplamda 2.749.181 \$/yıl gelir elde edilmiş olunacaktır.
- Entegre tesis kapsamında idari personel, operatör, elektrik bakım personeli, mekanik bakım personeli, laboratuvar sorumlusu, kepçe operatörü, kamyon şoförü, hammadde hazırlama personeli ve güvenlik gibi pozisyonlarda toplamda 17 kişi istihdam edilmiş olunacaktır.

Sonuçlar:

- Yıllık 120.450 tonluk gübrenin araziye kontrolsüz bir şekilde salınımının önüne geçilmiş, çevre kirliliği ve sera gazı oluşumunun engellenmesine katkı sağlanmış olunacaktır.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile önemli miktarda elektrik enerjisi üretilmiş ve ülkemizin enerji konusundaki dışa bağımlılığının azalmasına ve enerji arzının sürdürülebilir olmasına katkı sağlanacaktır. Böylece Ulusal, bölgesel ve yerel düzeydeki plan ve stratejilerin hedeflerine ulaşmasına da yardım edilmiş olunacaktır.
- Üretilen katı ve sıvı organik gübre uygun fiyatlarla bölgedeki çiftçilere sağlanmış ve üreticilerin girdi maliyetleri düşürülmüş olacaktır. Ayrıca, organik gübre kullanımı tarımsal faaliyetlerde verimi artırmanın yanı sıra kimyevi gübre kullanımını da azaltarak çift yönlü yarar sağlamış olacaktır. Neticede kimyevi gübre kullanımının azalması çevre ve su kirliliğinin önlenmesine önemli katkı sağlamış olacaktır.
- Hayvancılıkla uğraşan çiftçilerden alınacak hammadde konumunda gübre ile çiftçilere ek gelir imkânı sağlanmış ve tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliğine katkı sağlanmış olunacaktır. Yine tesis bünyesinde bölge halkından seçilecek kişilerin istihdamı ile kırsal alanda ek istihdam olanakları oluşturulacaktır. Bu sayede kırsal alanın ekonomik kalkınmasına ve ülkemizin kırsal kalkınma politikalarına destek sağlanmış olunacaktır.

4.4. Beklenen Etkiler

Söz konusu proje ile raporda özetlenmiş tüm çevresel problemlerin çözüme kavuşturulması yanında, üretilebilecek yenilenebilir enerji Van'da sürdürülebilir enerji yönetimi modellerine bir örnek teşkil etmekle birlikte tesiste ortaya çıkan atık ısı yan bir tesis de (gübre üretim tesisleri) kullanılarak, kaynak verimliliği konusunda da örnek bir model oluşturulabilir.

Şehirde sera gazı emisyonları azaltılmasına katkı sağlanacak, toprak verimliliği arttırılacak ve temiz su kaynaklarının kirlenmesi engellenecektir. Çevresel etkileri ortadan kaldırılarak oluşturulacak hayvancılık modeli ile bölgede hayvancılık yatırımları cazip hale gelecektir. Hayvansal atıkların organik gübreye dönüştürülerek milli ekonomiye katma değer sağlanması ve atığın zararlı çevresel etkilerinin ortadan kaldırılması sağlanacaktır. Kullanılan organik gübrelerle sürdürülebilir tarım alternatifleri gelişecek, ithal kimyevi gübrenin oluşturduğu cari açık ve topraktaki zararların ortadan kaldırılmasıyla bölge çiftçisi daha modern ve verimli üretim şansına sahip olacaktır.

4.5. Projenin İl/ilçe/Bölge Ekonomisine Katkısı

Proje kapsamında kurulacak entegre enerji ve gübre üretim tesisi ile yıllık 20.592.000 kWh elektrik enerjisi, 31.463 ton katı gübre, 75.117 ton sıvı gübre üretiminden elde edilen gelirler ile 150.000 \$/yıl'lık karbon geri kazanım geliri toplamında 2.749.181 \$'lık gelir elde edilecek (Tablo 27) ve il ekonomisine kazandırılmış olacaktır. Proje kapsamında ayrıca 17 kişi istihdam edilecek olup bu kişilerin toplamda 91.714,3 \$/yıl gelir elde etmeleri sağlanmış olacaktır. Yatırımın hazırlık çalışmaları sürecinde birçok gübre üreticisi konumundaki çiftçi ile görüşülerek beyanları alınmıştır. Söz konusu kişiler ve daha sonra hammadde olarak hayvan atığı temin edilecek kişiler önemli ve sürdürülebilir bir gelir kaynağı elde etmiş olacaklardır. Bu kapsamda gerçekleştirilecek hammadde alımları ve bunların lojistiği için 285.840 \$/yıl'lık bir maliyet öngörülmüş olup bu tutar il ekonomisine katkı olarak sağlanmış olacaktır.

Tablo 27. Entegre tesis gelirleri

Yıllık Gelirler	
Gelir Kalemi	Miktarı (\$)
BES Yıllık Net Üretim Miktarı (kW/yıl)	20.592.000
BES Elektrik Birim Satış Fiyatı (\$/kW)	0,1
Sıvı Gübre Yıllık Üretim Miktarı (ton/yıl)	75.117
Sıvı Gübre Birim Satış Fiyatı (\$/ton)	3
Katı Gübre Yıllık Üretim Miktarı (ton/yıl)	31.463
Katı Gübre Birim Satış Fiyatı ((\$/ton)	10
BES Yıllık Net Elektrik Üretim Geliri (\$/yıl)	2.059.200
Sıvı Gübre Satış Geliri (\$/yıl)	225.351
Katı Gübre Satış Geliri (\$/yıl)	314.630
Karbon Geri Kazanım Geliri (\$/yıl)	150.000
Yıllık Toplam Gelir (\$/yıl)	2.749.181

4.6. Performans Göstergeleri

Tablo 28. Çıktı ve sonuç göstergeleri

Gösterge türü	Gösterge	Birim	Başlangıç Değeri	Hedef
Çıktı Göstergeleri	Elektrik Üretimi	kWh/yıl	0	20.592.000
	Organik Katı Gübre	ton/yıl	0	31.463
	Organik Sıvı Gübre	ton/yıl	0	75.117
Sonuç Göstergeleri	Kapasite	%	0	86

4.7. Proje Konusu Taşınmazların Mülkiyet Durumu

İlgili arazinin vasfı hazine alanıdır ve 54.000 m² lik kısmı için gerekli başvurular ve işlemler Van Büyükşehir Belediyesi tarafından yürütülerek Belediye'ye tahsisi tamamlanmak üzeredir. Tahsis işlemlerinin tamamlanmasını takiben gerekli imar çalışmaları yapılacak ve Biyogaz Enerji ve Organik Gübre Üretim Tesisi yapı ruhsatı düzenlenerek uygulama aşamasına geçilecektir.

4.8. İş Planı

Tablo 29. Proje iş planı aşamaları

İŞ TANIMI	AÇIKLAMALAR
YASAL BAŞVURU VE ONAY SÜREÇLERİ	Ön Lisans / Lisans Başvuruları
	Ön Proje / Kati Proje Onaylarının Alınması
	ENH Projelendirme Hizmeti ve Kabul Süreci Yönetimi
	Yatırım Teşvik Sistemi ve Gübre Tesisi Yatırımları Hibe Başvurularının Yapılması ve Teşvik Belgesinin Alınması
	ÇED Başvurularının Yapılması, Gerekli Fizibilite ve Proje Tanıtım Dosyalarının Hazırlanması ve ÇED Belgelerinin Alınması
	İmar Durumu Yönetimi ve Gerekli Evrakların Alınması
	İnşaat Aşaması Sonrası İskân, Yapı Ruhsatı, vs. Alınması İçin Gerekli Sürecin Yürütülmesi
	Devreye Alma Öncesi Yangın Tesisatının Uygulanması ve Yangın Uygunluk Raporunun Alınması
	Devreye Alma Sonrası Geçici Faaliyet Belgesi ve Sonrasında Çevre İzni Alınmasına Dair Sürecin Yönetilmesi
	Fermente Katı ve Sıvı Çıktılar için Gübre Üretim İzni Alınması

SATIN ALMA VE TEDARİK YÖNETİMİ	Tüm İhtiyaç Kalemleri için (Malzeme, Ekipman, Hizmet) Teklif Toplama
	Toplanan Tekliflerin Kontrolü ve Değerlendirmesi
	Sipariş Öncesi Son İndirimlerin Alınması ve Siparişin Tamamlanması
	Sipariş Sonrası Termin Takibi
	Tedariklerin Sahaya İndirilmesi Sırasında Gerekli Kontrolörlük
PROJE&TEKNİK DOKUMANTASYON	Proje Tasarımı
	Tasarımın Uygulanması için Gerekli Tüm Teknik Çizimler (Mekanik, Elektrik, Statik ve Mimari, vb.) ve Dokumantasyon
	Yerli İmalata Konu Mekanik Ekipman Çizimlerinin Yapılması
	Elektromekanik Projelerin Oluşturulması
	SCADA Otomasyon Sistemi Fonksiyon Tarifi Hazırlanması ve Yazılımı
	Yangın Projelerinin Hazırlanması
PROJE UYGULAMA ÇALIŞMALARI	İnşaat/Mekanik/Elektrik Uygulama ve Kontrolörlüğü
	Elektromekanik Uygulama ve Kontrolörlüğü
	KOJEN Sistemi Kurulum Uygulama ve Kontrolörlüğü
	KOJEN Devreye Alma Kontrolörlüğü, Geçici Kabul Kontrolörlüğü
	Mekanik Ekipman İmalat & Kalite Kontrolörlüğü
	Yangın Projelerinin Uygulanması ve Yangın Uygunluk Raporunun Alınması
HAMMADDE ÇALIŞMALARI	Uygun Toplama Sistematiğinin Oluşturulması ve Gerekli Ekipmanların Belirlenmesi
	Maliyet Analizi
	Alternatif Hammadde Araştırmalarının Yapılması
FERMENTE ÜRÜN YÖNETİMİ	Alternatif Arıtma Tekniklerinin Araştırılması ve Projeye Kazandırılması
	Katı ve Sıvı Fermente Çıktıların Ambalajlı Gübre Olarak Pazara Sunulması için Güncel Pazar ve Teknoloji Araştırmaları
	Yakın Çevrede Yapılacak Gübre Uygulamalarının Kurgusu ve Takibi
İŞLETME YÖNETİMİ	Devreye Alma Çalışmaları
	Periyodik Analiz Sonuçlarının Yorumlanması ve Proses Verim Takibi
	Proses İyileştirme Hizmeti
	OPEX (İşletme Maliyet Tablosu) Çalışması
	Personel Eğitimi
	Kojen Yağ Kullanımı Takip Hizmeti (Analiz yorumlamaları, Güncel marka avantajları, vs.)
	GİP/GÖP Girişleri
	Dengesizlik Maliyeti Optimizasyonu

Projenin İşletme Modeli, Yönetim Yapısı ve Sürdürülebilirliği

4.8.1 Yönetim yapısı

5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu gereği faaliyetlerini yürüten Van Büyükşehir Belediyesi 2012 yılında kurulmuş olup söz konusu kanun büyükşehir belediyelerinin organlarına ilişkin düzenlemeler getirmiş, büyükşehir ilçe ve ilk kademe belediyelerinin organları ve bunların çalışma usul ve esasları konusunda 5393 sayılı Belediye Kanunu hükümlerinin geçerli olduğunu belirtmiştir. Büyükşehir Belediyesinin yönetim ve karar organları; Büyükşehir Belediye meclisi, Büyükşehir Belediye Encümeni ve Büyükşehir Belediye Başkanıdır. Van Büyükşehir Belediyesi'nde Belediye Başkanına bağlı olarak faaliyet gösteren Büyükşehir Belediyesi birimlerinden bir tanesi Kırsal Hizmetler Dairesi Başkanlığı'dır. Proje kapsamında gerçekleştirilecek Biyogaz Enerji ve Organik Gübre Üretim Tesisinin yatırımı Kırsal Hizmetler Dairesi Başkanlığı sorumluluğunda yürütülecektir. Daire Başkanlığı bünyesinde Daire Başkanı Yusuf Altun, Şube Müdürü Davut Sümen Proje Koordinatörü Ferdi Kartal ve ayrıca 2 inşaat mühendisi proje konusunda genel yönetimden sorumlu olacaktır.

4.8.2 Proje süresince yönetim modeli

Projenin yönetimi için Van Büyükşehir Belediyesi Kırsal Hizmetler Dairesi bünyesinde görev alacak proje ekibi yanı sıra 1 makine mühendisi, 2 inşaat mühendisi, 1 elektrik mühendisi, 1 harita mühendisi ve 1 çevre mühendisi proje uygulama faaliyetlerine destek olacaktır. Proje sahibi Van Büyükşehir Belediyesi olmakla birlikte yatırım konusunun teknik uzmanlık gerektirmesi nedeniyle projenin hayata geçirilmesi için Van B.B. tarafından teknik danışmanlık hizmeti alınacaktır. Proje süresince danışman firma tarafından gerçekleştirilecek tüm yasal başvuru ve teknik dokümantasyon hizmeti Van Büyükşehir Belediyesi tarafından yetkilendirilen bir ekip tarafından takip edilecek ve desteklenecektir. Satın alma ve tedarik işlemleri danışman firma tarafından yürütülecek, ancak mali harcamalar ve takip işlemleri doğrudan Van B.B. ile tedarikçiler arasında gerçekleşecektir. Projenin fiziki uygulamaları için teknik danışman tarafından onaylanan ekiplerle çalışmalar yürütülecek ve bu işlerde de fiziki süreç takip ve organizasyonu teknik danışmana, mali sürecin yürütülmesi ise Van Büyükşehir Belediyesi'ne ait olacaktır.

4.8.3 Üretilen çıktı ve hizmetler

Proje sonucunda elektrik ve ısı enerjisinin yanı sıra, organik sıvı ve katı gübre üretimi yapılacaktır. Bu amaçla kurulacak entegre biyogaz enerji ve organik gübre üretim tesisinde

yıllık toplamda 120.450 ton katı gübrenin işlenmesine göre kapasite planlaması yapılmıştır. Bu işleme faaliyeti sonucunda üretilen 20.592.000 kWh/yıl elektrik enerjisinden 2.059.200 \$, 31.463 ton/yıl organik katı gübreden 225.351 \$, 75.117 ton/yıl organik sıvı gübreden 314.630 \$ ve karbon geri kazanımından ise 150.000 \$ olmak üzere toplamda 2.749.181 \$ gelir elde edilmiş olunacaktır.

4.8.4 Çıktı ve Hizmetlerin Kullanıcıları

Üretilen ısı enerjisi tesis iç ihtiyacında kullanılacak, elektrik enerjisi EPIAŞ kapsamında serbest piyasaya arz edilecektir. Organik katı ve sıvı gübreler bölgede mevcut tarım arazilerinde tarımsal üretim yapan çiftçilerin arzına sunulacaktır.

4.8.5 Proje sonrası yönetim modeli

Projenin hedeflenen amaçlara ulaşması için öncelikli konu sürdürülebilir verimli bir işletme modelinin sağlanmasıdır. Bu kapsamda işletme ve proses organizasyon ve takip işlemleri için mutlaka teknik yeterliliğe sahip bir teknik danışmana ihtiyaç duyulacaktır. Van BB tarafından görevlendirilen ve takip edilen bir teknik danışman firma yönetiminde tüm personel işe alım süreçleri tamamlanacak, personel eğitimleri sağlanacak ve teknik işletme takibi yapılacaktır. Tesisin tam kapasitede çalışabilmesi için yapılan ihtiyaç analizine göre 17 personele ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda, 2 idari işler sorumlusu, 4 operatör, 2 kepçe operatörü, 3 hammadde hazırlama personeli, 1 elektrik bakım personeli, 1 mekanik bakım personeli ve 4 güvenlik personeli istihdam edilecektir.

5. YER SEÇİMİ VE ARAZİ MALİYETİ

Biyogaz tesisinin kurulacağı yerin belirlenmesi sürecinde en başta hammadde lojistiği olmak üzere inşaat masrafları kalemine yansıyan, tesisin kurulacağı yere özgü şartlar (uygun inşaat zemini, mekânın daha önceki kullanım şekli, şebeke bağlantı noktaları vs.) ile imar mevzuatıyla ilgili düzenlemeler ve toplumsal/sosyal hususlar dikkate alınmıştır.

Bölgede yapılan ön saha ve hammadde araştırmalarında farklı proje alanları değerlendirilmiştir. Bu alternatiflerin değerlendirilmesi yapıldığında coğrafi ve arazi şartları, hayvan çiftliklerine yakınlık, merkezi konum gibi avantajları nedeniyle İpekyolu ilçesindeki hazineye ait parsel öncelikli seçim olarak İpekyolu İlçesi Yalınağaç Mahallesi 109 Ada 136 Parsel proje için uygun bulunmuştur.

2020 yılı TÜİK verilerine göre Van ilinde 197.483 büyükbaş hayvan, 3.166.236 küçükbaş hayvan ve 423.904 yumurta tavuğu bulunmakta olup bu hayvanlar sırasıyla yıllık yaklaşık 4,1 milyon ton, 1,4 milyon ton ve 16.950 ton hayvan dışkısı üretmektedir. İpekyolu İlçesi sınırları içerisinde yatırım alanı olarak tespit ettiğimiz alan yapılan saha ziyaretlerinden de tespit edildiği üzere hayvancılığın yaygın olarak yapıldığı bir alandır. Bu durum yatırım yerinin tespitinde önemli bir rol oynamıştır.

Yatırımın planlandığı arazi 54.000 m² büyüklüğe sahip olup hazine arazisi vasfındaki arazinin Belediyemiz mülkiyetine geçirilmesi ve devamında imar izni çıkarılması süreçleri devam etmektedir. İlgili arazide projenin hayata geçmesi için gerekli ön zemin etüdü çalışması Van Büyükşehir Belediyesi tarafından tamamlanmış olup nihai zemin etüdü ve imar izni çalışmaları devam etmektedir.

Yatırım arazisinin yukarıda anılan avantajları yanı sıra önemli bir avantajı da hazine arazisi olması ve yapılan girişimler sonucu kamu yararı gözetilerek Van Büyükşehir Belediyesi'ne bedelsiz tahsis edilmesidir. Arazi tahsis usulüyle Belediyemiz kullanımına sunulmuş olup herhangi bir kamulaştırma bedeli bulunmamaktadır.

İpekyolu ilçesine yapılması planlanan 3,12 MWe kapasiteli şebeke bağlantılı lisanslı biyogaz tesisinin yer seçiminde öncelikle hammaddeye yakınlığı göz önünde bulundurulmuştur. İlgili sahanın etrafındaki 5 km çapındaki alanda bulunan büyükbaş hayvan çiftliklerinde ortaya çıkan hayvansal atıklar için ön tedarik sözleşmeleri yapılmıştır. Bu durum işletme safhasında hammadde lojistik maliyetlerinin azalması için önemli bir parametre olacak ve yatırım geri dönüş süresini anlamlı şekilde kısaltacaktır.



Şekil 17. Seçilen araziye ait uydu görüntüsü

5.1. Fiziksel ve Coğrafi Özellikler

5.1.1 Coğrafi Konum

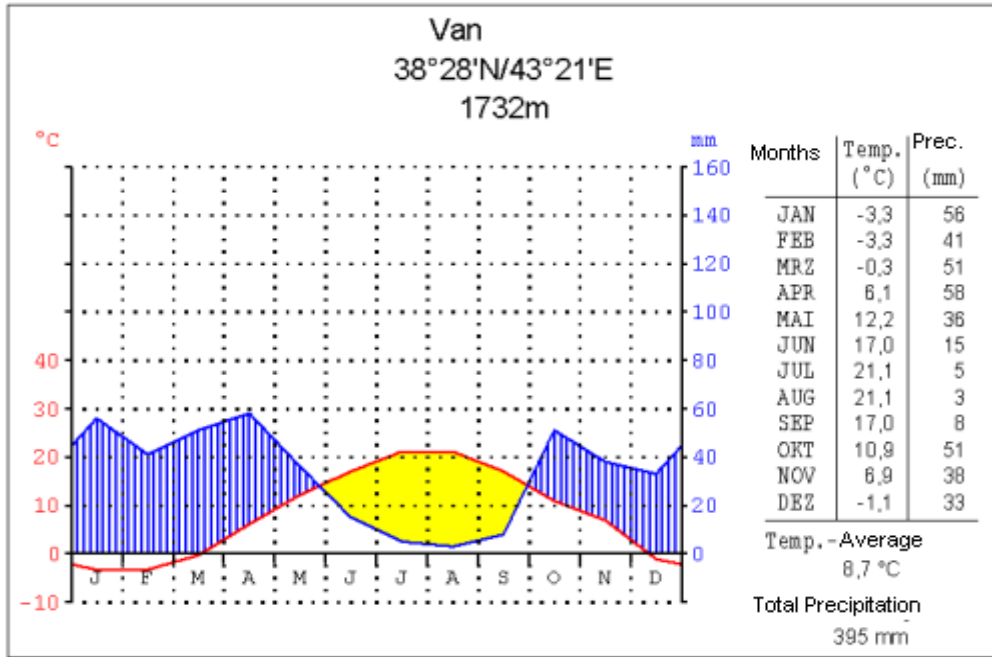
Van ilimiz dünya üzerinde 42 derece 40 dakika ve 44 derece 30 dakika doğu boylamları ile 37 derece 43 dakika ve 39 derece 26 dakika kuzey enlemleri arasındadır. Türkiye üzerinde ise Doğu Anadolu Bölgesi' nin Yukarı Murat-Van Bölümü' ndeki Van Gölü kapalı havzasındadır. Doğusunda İran Devleti sınırı yer alır. İl toprakları 19.069 km kare olan yüzölçümü ile Türkiye topraklarının %0,24' ünü oluşturur. Van yüzölçümü bakımından Türkiye'nin 6. büyük ilidir. Van Doğu Anadolu Bölgesi'nin volkanik dağlarla kaplı çukur kesiminde bulunan Van Gölü' nün doğu kıyısına 5 km uzaklıkta çok az meyilli bir arazi üzerine kurulmuştur. Rakım yüksekliği yaklaşık 1.725 m'dir. Türkiye' nin en büyük gölü olan Van Gölü yüksek dağların ortasında bir çöküntü durumundadır. Çevredeki yüksek dağlar Van ilinin sınırını oluşturur.



Şekil 18. Van il haritası

5.1.2 İklim

Van ilinde Doğu Anadolu'nun kışları sert ve sürekli karasal iklimi hüküm sürer. Ancak Van gölü gibi geniş yüzeyli bir su kütesinin varlığı bunun kıyılarında iklimin şiddetini biraz azaltır. Buralarda yazlar biraz serin, kışlar çok soğuk geçer. Van meteoroloji istasyonunun rasatlarına göre en soğuk ayın ortalama sıcaklığı -3°C , en sıcak ayın ki 22°C , şimdiye kadar kaydedilen en düşük en yüksek sıcaklık -28°C ve 36°C dır. Yazın sıcaklığın 30°C üstüne çıktığı günlerin ortalama sayısı 22, kışın 0°C altında kaldığı günlerin ki 25; 0 altına inen günlerin sayısı ise 133'tür. Van Meteoroloji istasyonunda kaydedilen yağış miktarı çok değildir: ortalama 378 mm. En fazla yağışlı aylar ilkbahar-kışa rastlar (özellikle nisan); en az yağış yaz aylarına düşer.



Şekil 19. Van sıcaklık ve yağış grafiği

5.1.3 Bitki örtüsü

Van Gölü çevresi insanlık tarihinin en eski zamanlarından beri yerleşilmiş bir sahadır. Bu nedenle yörede bitki örtüsü insanlar tarafından büyük ölçüde tahrip edilmiştir. Yüzyıllarca süren tahrip sonucunda Anadolu'nun çoğu yerinde olduğu gibi Van Gölü çevresinde de asli bitki örtüsü bozulmuş bir yerde özellikle ormanlar ortadan kaldırılmıştır.

Ekolojik şartlar göz önüne alındığında Van'ın güney kesimleri dışında kalan yörelerde geçmişteki doğal bitki örtüsünün ağaçlı step olduğu söylenebilir. Step içindeki başlıca türler çeşitli meşe türleri ve bodur ardıçlardır. Çam türleri Van Gölü çevresinde kendilerine uygun ekolojik ortamı bulamamışlardır. Van'da yetişebilecek çam türü sarıçamdır. Bugün orman kalıntılarına ilin güney kesimlerinde rastlanır. Bu kesimlerde bitki örtüsü genellikle meşelerden oluşur. Meşeler bozulmuş birçok yerde çalılık halini almıştır. Ağaçlık sahalara Gevaş'ın güneyinde de rastlanır. Meşeler yanında seyrek de olsa sakız menengiç bodur ardıç kızcılık doğu çınarı ceviz titrek kavak ve yabani meyve ağaçları da görülmektedir.

Van'ın güneyinde stepler de görülür ve en önemli elemanı geven otudur. İlin güneyi dışında ormanlara rastlanmaz. Sadece Erciş'in kuzeyinde Ilıca Suyu Vadisi'nde seyrek meşe toplulukları bulunur. Van'ın doğu ve kuzeyi bugün antropojen step görünümündedir. Seyrek olarak vadi boylarında ağaçlara rastlanır. Bu kesimde hâkim olan step formasyonu otsu bitkilerden oluşur.

5.1.4 Plato ve Yaylalar

Plato ve yaylalar, Van yüz ölçümünün toplam %33' ünü teşkil eder. Genellikle platolar dağların arasına sokulmuştur. 3. zamanda oluştuklarına ilişkin yükselmelerden belirtiler ve özellikler taşımaktadır.

İlin doğusunda yer alan Norduz Yaylaları hayvancılık bakımından çok önemli yerlerdir. Abağa Düzü'nün güneyindeki ortalama 2.450 m. yükseltisindeki geniş yaylalar kuzeye doğru eğim kazanır. Manda Dağı' nın eteklerinde de sulak, bol otlu olan yaylalar vardır. Ahda Dağı'ndan Erçek Gölü' nün kuzeyine kadar Karasu ile Mememdik Çayı arasında otu ve suyu bol geniş yaylalar vardır. Ayrıca, Nacarabat Dağı'nın batı yamaçlarında yer alan yaylalar havancılık açısından oldukça önem taşır.

5.1.5 Ovalar ve Vadiler

Van Ovası ildeki en önemli ovalardan birisi olup Van Gölü'nün doğusunda 150 km² bir alanı kaplamaktadır. Ovanın yaklaşık yükseltisi 200 m kadardır. Van Ovası, kuzeydoğuda Sıhke Düzü, kuzeyinde Akköprü Düzü ve güneyinde de Şamranaltı Düzü adını alan birkaç bölümden oluşur. İldeki önemli ovalardan birisi de Erciş Ovası'dır. Yüzölçümü 150 km² olan bu ova, Van Gölü' nün kuzeyinde yer almaktadır. Nispi yükseltisi çok azdır. Erciş Ovası' nda çok çeşitli sebze ve meyve yetiştirilmektedir.

İldeki önemli vadilerden bir tanesi Hoşap Vadisi olup Norduz Yaylası' nın yüksek kesimlerinden doğan Hoşap suyu, Hoşap Ovası' na dek derin ama sarp olmayan bir vadiye akar. Bir diğer önemli vadi ise Memedik Vadisi'dir. Bu vadi Özalp yöresinde doğan Memedik Çayı boyunca birçok düzlük uzanır. Vadi boyunca uzanan düzlüklerden Saray ve Mollahasan (Karakallı) düzleri, akarsuyun yukarı tarafında yer alır. Memedik Vadisi oldukça dardır. Bu vadi batıda Erçek Düzü' ne açılır.

5.1.6 Göller

4.zamanda, Nemrut Dağı Volkanı'ndan çıkan lavlar, bir set oluşturarak Van Gölü çanağının Muş Ovası ile bağlantısını kesmiş ve Van Gölü'nün oluşumunu sağlamıştır. Çanakta toplanan suların dışa akışı kesildiği için zamanla Van Gölü bugünkü şeklini almıştır. Ülkemizin en büyük gölü konumunda olan Van Gölü'nde önemli ölçüde balıkçılık faaliyetleri yürütülmektedir.



Şekil 20. Van Gölü

Van Gölü' nün 30 km doğusunda, lavların yığılması ile oluşmuş, bölgenin ikinci büyük gölü ise biyogaz enerji ve organik gübre tesisi yatırımının yapılacağı alana çok yakın bir konumda olan Erçek Gölü'dür. Van Gölü'nden bir eşikle ayrılan Erçek Gölü, bir çöküntü havzası içindedir. Bir diğer adı da Turna Gölü olan Keşiş Gölü de İlde bulunan diğer bir göl olup Van ve Erçek göllerine göre oldukça küçük yüz ölçüme sahip bir göldür.

5.2. Ekonomik ve Fiziksel Altyapı

Van ilinde ekonominin temel taşlarından bir tanesi tarım ve hayvancılık faaliyetleridir. Van ilinde ilgili proje ihtiyacının öne çıkmasına zemin hazırlayan tarımsal üretim ve hayvancılık verileri aşağıda listelenmiştir. Bölgede yürütülen hayvancılık faaliyetleri sonucu ortaya çıkan hayvansal atıklardan kaynaklanan çevre problemlerinin ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. Mevcut hayvansal atıklar katma değerli yan ürünlere (elektrik, ısı, organik gübre) çevrilerek, bölgesel ve ulusal ekonomiye katkı sağlanacak, tarımsal üretim kalitesi arttırılacak ve nitelikli istihdam alanı yaratılacaktır. Aşağıdaki verilerden de anlaşılabacağı üzere, bölgede mevcut hayvansal ve bitkisel atık kapasiteleri bir biyogaz tesisinin kurgusu için yeterli ve gereklidir. Projenin işletme süreci için gerekli personel istihdamının sağlanacağı anlamlı nüfus mevcuttur.

Proje için seçilen arazinin yakınında halihazırda kurulmuş Van Katı Atık Bertaraf Tesisi ve buna entegre edilmiş 8,0 MWh kurulu güce sahip bir elektrik enerjisi üretim birimi mevcuttur. Gerçekleşen bu yatırım sayesinde bölgede elektrik iletim ve dağıtım hatları halihazırda revize

edilmiştir. Bu durum, projemiz için gerekli enerji nakil hattı işleri için de altyapı sağlamaktadır.

15/6/2012 tarihli ve 2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar gereği Van İli bölgesel teşvik uygulamaları kapsamında 6. Bölgede yer almakta ve önemli yatırım avantajlarına sahiptir. Bölgesel teşvik uygulamaları kapsamında desteklenen sektörlerden bir tanesi de yenilenebilir enerji üretim yatırımları olup Van ilinde bu konuda gerçekleştirilecek yatırımlara KDV istisnası, gümrük vergisi muafiyeti, %50 vergi indirimi, 7 yıl boyunca sigorta primi işveren hissesi desteği, yatırım yeri tahsis, 5 puan faiz desteği, 10 yıl boyunca sigorta primi işçi hissesi desteği ve 10 yıl boyunca gelir vergisi stopajı desteği verilmektedir. Bu olanak biyogaz enerji ve organik gübre üretim tesisinin kuruluş maliyetleri açısından önemli bir yatırım avantajı sağlayacaktır.

Tablo 30'dan görüleceği üzere Van ilinde önemli miktarda kişi tarımsal faaliyetlerden ekonomik gelir elde etmektedir. Aşağıdaki tablolarda Van ilinin tarım ve hayvancılık potansiyelini ortaya koyan bilgiler verilmiştir.

Tablo 30. Van ili genel bilgiler (TÜİK Verileri)

Nüfus	1.137.000 Kişi (Büyükşehir)
Toplam Çiftçi Sayısı	29.000 Kişi
ÇKS Kayıtlı Çiftçi Sayısı	28.000 Kişi
Yüzölçümü	20.921.000 dekar
Toplam Tarım Alanı	2.892.000 dekar (Yüzölçümünün %14)
Mera Alanı (TUIK)	5.328.620 dekar
Nadas Alanı	861.000 dekar (Yüzölçümünün %4)
Orman Alanı	451.410 dekar
Sulanan Alan	1.300.000 dekar (Ekonomik Olarak Sulanabilir Alanın %52'si)

Tablo 31. Van ili tarım alanlarının dağılımı ve üretim miktarları (TÜİK Verileri)

	2002		2019		2020	
	Üretim Alanı (ha)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (ha)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (ha)	Üretim Miktarı (ton)
Meyve	34.990	11.755	58.326	22.090	59.060	27.892

Sebze	18.060	44.732	23.570	71.592	24.379	88.220
Tarla	1.513.000	269.570	892.559	146.268	909.290	239.800

Tablo 32. Van ili 2020 tarla ürünleri verileri (TÜİK Verileri)

Ürün Adı	Türkiye Üretimi (ton)	Van İli Üretimi (ton)	Türkiye Üretimi İçindeki Payı
Buğday	20.500.000	84.144	0,41%
Şekerpancarı	23.025.738	81.342	0,35%
Arpa	8.300.000	64.073	0,77%
Patates	5.200.248	8.609	0,17%
Fasulye (Kuru)	279.518	1.239	0,44%
Genel Toplam	71.362.848	239.800	0,34%

Tablo 33. Van ili 2020 meyvecilik verileri (TÜİK Verileri)

Ürün Adı	Türkiye Üretimi (ton)	Van İli Üretimi (ton)	Türkiye Üretimi İçindeki Payı
Elma	4.300.486	13.152	0,31%
Ceviz	286.706	5.857	2,04%
Armut	545.569	2.505	0,46%
Kayısı	833.398	2.338	0,28%
Erik	329.056	1.328	0,40%
Genel Toplam	23.585.768	27.892	0,12%

Tablo 34. Van ili 2020 sebze üretim verileri (TÜİK Verileri)

Ürün Adı	Türkiye Üretimi (ton)	Van İli Üretimi (ton)	Türkiye Üretimi İçindeki Payı
Domates	13.204.015	45.973	0,35%
Fasulye (Taze)	547.349	8.842	1,62%
Hıyar	1.886.239	7.555	0,40%
Lahana	851.648	7.072	0,83%

Kavun	1.724.856	6.636	38,00%
Genel Toplam	31.177.124	88.220	0,28%

Tablo 35. Van ili hayvan varlığı (TÜİK Verileri)

Cins	Tür	Hayvan Ad	2002	2019	2020
Arı Kovanı	Arı Kovanı	Arı Kovanı	18.990	143.204	145.825
Büyükbaş	Manda	Manda	490	980	1.001
	Sığır	Kültür	31.984	43.147	52.930
		Melez	55.206	102.044	110.023
		Yerli (Sığır)	58.558	34.522	33.529
	Sığır Toplam		145.748	179.713	196.482
Büyükbaş Toplam			146.238	180.693	197.483
Kanatlı	Hindi	Hindi	73.000	30.989	28.547
	Kaz	Kaz	22.500	7.517	12.299
	Ördek	Ördek	26.000	6.218	6.770
	Tavuk	Et	0	0	0
		Yumurta	252.000	405.779	423.904
	Tavuk Toplam		252.000	405.779	423.904
Kanatlı Toplam			373.500	450.503	471.520
Küçükbaş	Keçi	Kıl	162.100	202.595	254.421
		Tiftik	0	0	0
	Keçi Toplam		162.100	202.595	254.421
	Koyun	Merinos	0	0	0
		Yerli (Koyun)	2.171.600	2.505.417	2.911.815
	Koyun Toplam		2.171.600	2.505.417	2.911.815
Küçükbaş Toplam			2.333.700	2.708.012	3.166.236

5.3. Sosyal altyapı ve sosyal etkiler

Van nüfusu 2021 yılına göre 1.141.015' dir. Bu nüfus, 581.945 erkek ve 559.070 kadından oluşmaktadır. Yüzde olarak ise: %51 erkek, %49 kadındır. Van ilinde km²'ye 53 insan düşmektedir. Van nüfus yoğunluğu 53/km²'dir. İlde 28.000 civarında Çiftçi Kayıt Sistemine kayıtlı olmak üzere toplamda 29.000 civarında tarım ve hayvancılık faaliyetleri ile uğraşan

kişinin bulunmaktadır. Hayvancılık sektörü, Van ilinin en önemli iktisadi sektörü olma potansiyeline sahip olup ilde 11.537 adet büyükbaş ve 20.958 küçükbaş işletmesi olmak üzere toplam 32.595 hayvancılık işletmesi bulunmaktadır.

Tablo 36. Yıllara göre Van nüfusu (TÜİK Verileri)

Yıl	Van Nüfusu	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu
2021	1.141.015	581.945	559.070
2020	1.149.342	585.854	563.488
2019	1.136.757	578.044	558.713
2018	1.123.784	574.461	549.323
2017	1.106.891	563.824	543.067
2016	1.100.190	561.592	538.598
2015	1.096.397	560.480	535.917
2014	1.085.542	554.791	530.751
2013	1.070.113	545.479	524.634
2012	1.051.975	538.121	513.854
2011	1.022.532	525.144	497.388
2010	1.035.418	525.788	509.630
2009	1.022.310	523.864	498.446
2008	1.004.369	516.525	487.844
2007	979.671	500.068	479.603

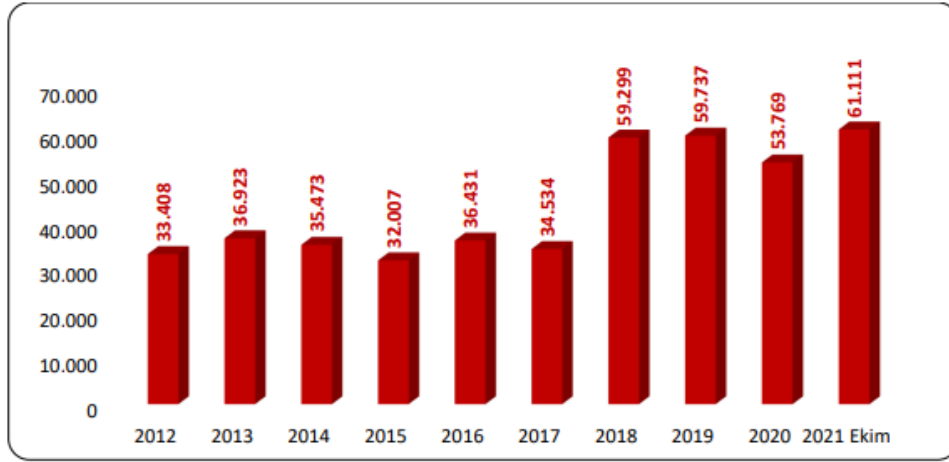
Van ilinin dahil olduğu 2. Düzey Türkiye İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması TRB2 (Van, Muş, Bitlis, Hakkâri) olarak tanımlanmıştır. Tablo 30’da yer alan verilere göre Bölgemizde yaklaşık nüfus 1.417.000 kişi iken işgücü katılma oranı yüzde 47,6 seviyesindedir. İşsizlik oranı ise 2020 yılında bölgemizde yüzde 23,6 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 37. 2020 yılı TÜİK bölgesel işgücü göstergeleri

TRB2 (Van, Muş, Bitlis, Hakkâri)	Toplam	Kadın	Erkek
15 ve daha yukarı yaştaki nüfus	1.417.000	702.000	715.000
İşgücü	675.000	183.000	492.000
İstihdam edilenler	516000	141.000	375.000
İşsiz	160000	42.000	117.000

İşgücüne dahil olmayan nüfus	742.000	519.000	223.000
İşgücüne katılma oranı (%)	47,6	26,1	68,8
İstihdam oranı (%)	36,4	20,1	52,4
İşsizlik oranı (%)	23,6	23,1	23,8

2021 yılı Ekim sonu itibariyle Van ilindeki kayıtlı işsizlerin sayısı 61.111 iken bu kişilerin içinde kadınların oranı yüzde 32,7; 18-24 yaş arası gençlerin oranı ise yüzde 36,5 seviyesindedir.



Şekil 21. Yıllar itibariyle Van İŞKUR kayıtlı işsiz sayıları

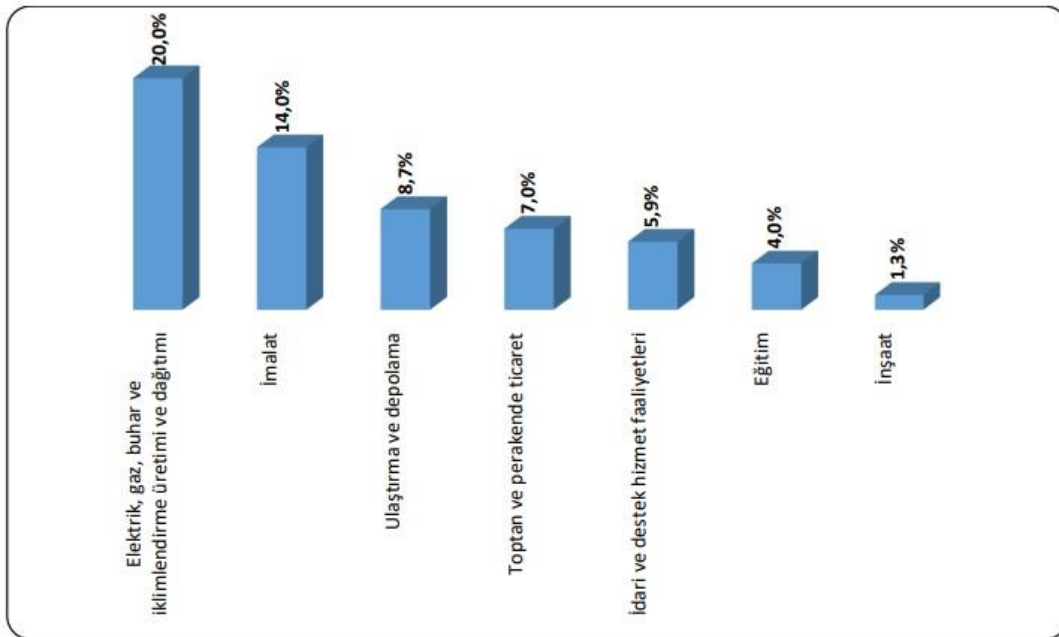
VAN Çalışma ve İş Kurumu İl Müdürlüğü kapsamında yayınlanan 2021 Yılı İşgücü Piyasası Araştırmaları raporu kapsamında, il genelinde 412 işletme incelenmiş ve bu işletmelerde 29.938 çalışan tespit edilmiştir.

Tablo 38. İŞKUR 2021 işgücü piyasası araştırması kapsamında veri derlenen işletme sayısı

Sektörler	İşletme Sayısı
Toptan ve perakende ticaret	100
İnşaat	78
İmalat	57
Ulaştırma ve depolama	46
İdari ve destek hizmet faaliyetleri	34
Eğitim	25
Konaklama ve yiyecek hizmeti faaliyetleri	25
İnsan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri	21
Mesleki, bilimsel ve teknik faaliyetler	9
Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı	5
Bilgi ve iletişim	3
Kültür, sanat eğlence, dinlence ve spor	2

Diğer hizmet faaliyetleri	2
Gayrimenkul faaliyetleri	2
Madencilik ve taş ocaklığı	1
Su temini; kanalizasyon, atık yönetimi ve iyileştirme faaliyetleri	1
Genel Toplam	412

Van ilindeki işletmelerin içerisinde ihracat yapanların oranı yüzde 5,8 düzeyindedir. Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı sektöründe ihracat yapan işletmelerin oranı yüzde 20 seviyesindedir. İhracat yapan işletme oranı bakımından ikinci sırada ise İmalat sektörü bulunmaktadır. Bu sektörlerde ihracat yapan işletme oranı ilin ortalamasına göre daha yüksek seviyededir. Türkiye genelinde 20+ istihdamlı işletmelerin yüzde 28,3'ü ihracat yapmakta ve ilk iki sektör olarak yüzde 56,0 ile İmalat ve yüzde 35,3 ile Madencilik ve taş ocaklığı sektörleri ön plana çıkmaktadır. İhracat yapan işletme oranının yüksek olması ilgili sektörlerin nispeten ihracata dayalı ekonomik faaliyet gösterdiklerine işaret etmektedir. İhracat yapan işletmelerde istihdam kapasitesinin ve işgücü verimliliğinin yüksek olması beklenebilir.



Şekil 22. Van ili genelinde sektörlere göre ihracat yapan işletmelerin oranı

Van ilindeki işletmelerin içerisinde ihracat yapanların oranı yüzde 5,8 düzeyindedir. Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı sektöründe ihracat yapan işletmelerin oranı yüzde 20 seviyesindedir. İhracat yapan işletme oranı bakımından ikinci sırada ise İmalat sektörü bulunmaktadır. Bu sektörlerde ihracat yapan işletme oranı ilin ortalamasına göre daha yüksek seviyededir. Türkiye genelinde 20+ istihdamlı işletmelerin yüzde 28,3'ü ihracat

yapmakta ve ilk iki sektör olarak yüzde 56,0 ile İmalat ve yüzde 35,3 ile Madencilik ve taş ocakçılığı sektörleri ön plana çıkmaktadır. İhracat yapan işletme oranının yüksek olması ilgili sektörlerin nispeten ihracata dayalı ekonomik faaliyet gösterdiklerine işaret etmektedir. İhracat yapan işletmelerde istihdam kapasitesinin ve işgücü verimliliğinin yüksek olması beklenebilir. Bu durumda, proje kapsamında gerçekleştirilecek gübre üretimi sonuna eklenecek yeni ambalajlı gübre üretim sistemleri ile gübre ihracatına yönelik yatırım genişletme seçenekleri mevcuttur.

Tüm bölgesel verilerin analizi sonrasında projemiz ile beraber ortaya çıkması beklenen etkiler şu şekilde listelenebilir;

- Van tarım ve hayvancılık şehri olarak bölge, ülke ve dünya ölçeğinde yerini alacaktır.
- Van tarım ve hayvancılık ürünlerinin marka değeri artacaktır.
- Van genelinde iş arayan işgücü için istihdam alanı oluşturulacaktır.
- Sektörde işletme sayısı, istihdam, çiftçi sayısı, tarım ve hayvancılık ürünleri üretim miktarı ve birim başı verim artacaktır.
- Tarımda birim üretim maliyeti azalacaktır.
- Doğal sağlıklı ve organik tarım ürünleri üretimi artacaktır
- Gençlerde ve çocuklarda tarım ve hayvancılık kültürü gelişecektir.
- İl dışına olan göç azalacaktır.
- Kırsal kesimin gelir düzeyinin ve yaşam memnuniyeti artacaktır.

5.4. Çevresel Etkiler

Projemiz genelinde yapılan ön saha çalışmalarının sonuçları kapsamında, hammaddeye yakınlık, işletme maliyetlerinin optimizasyonu ve tarım alanlarına yakınlık gibi kriterler göz önünde bulundurularak yer seçimi titizlikte ve bilinçli şekilde yapılmıştır.

Projemiz ile ilgili herhangi katı/sıvı/gaz vb. atık bulunmamaktadır, herhangi bir çevresel kirlilik ile ilgili bir durum söz konusu değildir.

Projemiz için Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yayınlanan ve 10.10.2015 tarih ve 29498 sayılı Resmî Gazete ile yürürlüğe giren (Değişiklik; 28.07.2017 tarih ve 30137 sayılı R.G. ve 23.09.2020 tarih ve 31253 sayılı R.G.) “Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Tebliği kapsamında gerekli Fizibilite Raporu hazırlanmıştır. Planlanan faaliyet kapsamında Fizibilite Raporu’nun onaylanmasını takiben 25.11.2014 tarih ve 29186 sayılı ÇED Yönetmeliği’ne göre ÇED

süreci yürütülecektir. Yatırımın işletmeye geçmesi ile birlikte de Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği” kapsamında Lisans Belgesi alınacaktır.

5.5. Alternatifler, yer seçimi ve arazi maliyeti (Kamulaştırma bedeli de dâhil)

Bölgede yapılan ön saha ve hammadde araştırmalarında farklı proje alanları değerlendirilmiştir. Bu alternatiflerin değerlendirilmesi yapıldığında coğrafi ve arazi şartları, hayvan çiftliklerine yakınlık, merkezi konum gibi avantajları nedeniyle İpekyolu ilçesindeki hazineye ait parsel öncelikli seçim olarak İpekyolu İlçesi Yalınağaç Mahallesi 109 Ada 136 Parsel proje için uygun bulunmuştur. İlgili arazinin vasfı hazine alanı olup arazinin 54.000 m²'lik kısmı için gerekli başvurular ve işlemler Van Büyükşehir Belediyesi tarafından yürütülmekte ve tahsis işleminde son aşamaya gelinmiştir. Arazinin yatırım açısından uygunluğunun tespiti için tahsis işlemleri öncesi ön zemin etüdü raporu hazırlanmış ve uygunluğuna karar verilmiştir. Tahsis başvurusu tamamlanmak üzere olan ilgili alan için tapu işlemleri ve ilgili arazide projenin hayata geçmesi için gerekli nihai zemin etüdü çalışması Van Büyükşehir Belediyesi tarafından başlatılmıştır. Yatırım arazisi Devlet hazinesine kayıtlı arazi statüsünde olduğundan Van Büyükşehir Belediyesi tarafından talep edilmiş ve arazi üzerinde kamu yararı sağlayacak bir yatırım yapılacağı için de tahsis karşılında herhangi bir kamulaştırma bedeli ödenmemiştir.

İpekyolu ilçesine yapılması planlanan 3,12 MWe kapasiteli şebeke bağlantılı lisanslı biyogaz tesisinin yer seçiminde öncelikle hammaddeye yakınlığı göz önünde bulundurulmuştur. İlgili sahanın etrafındaki 5 km çapındaki alanda bulunan büyükbaş hayvan çiftliklerinde ortaya çıkan hayvansal atıklar için ön tedarik sözleşmeleri yapılmıştır. Bu durum işletme safhasında hammadde lojistik maliyetlerinin azalması için önemli bir parametre olacak ve yatırım geri dönüş süresini anlamlı şekilde kısaltacaktır.

6. TALEP TAHMİNİ VE KAPASİTE SEÇİMİ

Van ilinde tarım ve hayvancılık sektöründe doğrudan veya dolaylı olarak faaliyet gösteren çiftçiler, birlikler, kamu kurum ve kuruluşları, tarım ve hayvancılık üzerine çalışan sivil toplum kuruluşları ve dernekler, üreticilerle (Van ili Süt Üretici Birlikleri, Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği, Koyun-Keçi Üreticileri Birliği, Manda Yetiştiricileri Birliği, Tarla Bitkileri Üreticileri Birliği) çeşitli zaman ve mekânlarda yapılan değerlendirme toplantılarında hayvansal atıkların değerlendirilerek biyogazdan enerji ve işlenen atıktan da katı ve sıvı elde edilmesi en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Talep tahmini ve kapasite seçimi konularındaki yaklaşım aşağıdaki bölümlerde verilmiştir

6.1. Varsayımlar

- Tüm yatırım maliyetinin öz sermaye yolu ile karşılanacağı varsayılmıştır.
- Üretilen elektrik enerjisinin EPIAŞ kapsamında serbest piyasaya arz edileceği varsayılmıştır. Bu doğrultuda elde edilecek gelir için 2021 yılı son çeyreğinde gerçekleşen EPIAŞ ortalama piyasa satış rakamları kullanılmıştır.
- Lojistik giderleri kapsamında kullanılan birim maliyetler için Aralık 2021 yılı piyasa ortalama değerleri kullanılmıştır.
- Personel giderleri kapsamında hesaplanan birim ücretler için 2022 yılı resmi asgari ücret miktarı baz alınmıştır.
- Gübre üretimi gelirleri için kullanılan birim satış rakamları için minimum piyasa satış fiyatları kullanılmıştır. Mevcutta BES İşletmelerinin bulunduğu diğer yerel bölgelerdeki pazar durumları analiz edildiğinde, reel durumda satış rakamlarının %50 daha fazla olacağı öngörülmektedir.
- Projenin hayata geçirilmesi durumunda TC. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 6. Bölge Yatırım Teşvik Programından yararlanılacağı öngörülmüştür. Bu kapsamda gümrük vergisi muafiyeti, KDV istisnası, vergi indirimi, sigorta primi işveren hissesi desteği, gelir vergisi stopajı desteği, sigorta primi desteği ve faiz desteği konularında teşvikten yararlanılması durumuna göre yatırım ve işletme maliyeti hesaplamaları yapılmıştır.
- İşletme maliyetleri ve işletme gelirleri hesaplamalarında kullanılan tüm birim değerler döviz kuruna endeksli olarak kullanılmıştır. Bu nedenle işletme yılları için yapılan nakit akış hesaplamalarına enflasyon değişimi yansıtılmamıştır.

6.2. Talep Tahmin Yöntemi

Yapılan ön saha araştırması kapsamında, yatırım alanına yakın bölgede mevcut hayvancılık işletmelerinin tamamı ziyaret edilmiş, işletme şartları ve tesis teknolojileri incelenmiş, atık

yönetimi konularında yürüttükleri uygulamalar ve sorunlar saptanmıştır. İşletme sahiplerinin projenin hayata geçmesi durumunda işletmelerinde oluşan atıkları projeye hammadde sağlaması konularında görüşleri alınmış ve bu kapsamda ilk etapta 15 üretici (yaklaşık yıllık 70 bin ton büyükbaş hayvan dışkısı üretim kapasitesine sahip) ile bildirdikleri olumlu tavrı belgeleyici ön tedarik protokolleri imzalanmıştır. Projenin uygulama sürecinin başlamasıyla birlikte bölgedeki daha fazla üretici ile irtibata geçilerek hammadde tedarik potansiyeli artırılacaktır.

2020 yılı TÜİK verilerine göre Van ilindeki hayvancılık potansiyeli incelendiğinde, İlde 197.483 büyükbaş hayvan, 3.166.236 küçükbaş hayvan ve 423.904 yumurta tavuğu hayvan varlığının mevcut olduğu ve bu rakamlardan yola çıkılarak yapılan tahmine göre yıllık yaklaşık 4,1 milyon ton büyükbaş gübresi, 1,4 milyon ton küçükbaş gübresi ve 16.950 ton yumurta tavuğu gübresi üretiminin olduğu görülmektedir. Bu Yaklaşık 5,5 milyon ton civarında hayvansal atığın elde edildiği Van ilinde atığın biyogaz üretimi veya organik gübre üretiminde kullanılması alanında faal bir işletme mevcut değildir. Bu durum yatırımın yapılabilirliği açısından teşvik edici bir unsur olmaktadır. Mevcut durumda söz konusu atığın önemli kısmının çiftçiler tarafından gelişigüzel ve bilinçsiz şekilde tarım arazilerine bırakıldığı ve önemli çevre kirliliği problemlerine neden olduğu bilinmektedir. Bu veriler ışığında hammaddeye ulaşma imkânı ve maliyetlerinin uygun olması, kamulaştırma bedeli olmaksızın yatırım için uygun araziye sahip olunması ve yatırım maliyetlerinin karşılanabilirliği hususları talep tahmininde dikkate alınan hususlardır.

Biyogaz enerji ve organik gübre üretim projesi önceki bölümlerde belirtilen amaç ve hedeflere aynı anda hizmet eden çok yönlü bir projedir. Hayvansal atıkların değerlendirilmesinde diğer bir alternatif olan sadece biyogaz üretme tesisi kurulumu düşünüldüğünde biyogaz enerji ve organik gübre üretme tesisinin maliyetine karşılık elde edilecek faydanın diğer alternatiften üstün olacağı görülmektedir. Şöyle ki; her ne kadar yatırım maliyetleri daha fazlada birinci alternatif olan biyogaz enerji ve organik gübre tesisinde üretilen enerji yanı sıra katı ve sıvı gübre de satılarak gelir elde edilmektedir. Sadece biyogaz üretimini içeren tesiste ise sadece elektrik enerjisi üretilmekte, üretimden arta kalan posa hala bir sorun olarak ortada kalmaktadır.

6.3. Talep Analizi

Ulaşılan potansiyel toplam hayvansal atıklar doğrultusunda proje kapasitesi, kurulu enerji üretim gücü, gübre üretim miktarları ve finansal analizler yapılmıştır.

Yapılan tüm analiz ve değerlendirmelerin neticesinde;

- Bölgenin hayvancılık ve tarımsal kapasitesi (mekânsal, teknolojik ve çeşitlilik yönlerinden) değerlendirilmiştir.
- Ekonomik değeri olan üretim çalışmaları ile bölgenin tarım ve hayvancılık teknolojilerinde öncü uygulama bölgesi olma kapasitesine sahip olduğu görülmüştür.
- Ön saha araştırmaları çerçevesinde üretici birlikleri, hayvancılık işletmeleri, çiftçiler ile görüşülmüş, hayvansal atık kapasitesi ve tedarik koşulları netleştirilmiş, bu doğrultuda yatırım kapasitesi ve teknolojisi seçimleri yapılmıştır.
- Projenin gerçekleştirilmesi durumunda çevresel etkileri ortadan kaldırılarak oluşturulacak hayvancılık modeli ile bölgede hayvancılık yatırımları cazip hale gelecektir. Hayvansal atıkların organik gübreye dönüştürülerek milli ekonomiye katma değer sağlanması ve atığın zararlı çevresel etkilerinin ortadan kaldırılması sağlanacaktır. Kullanılan organik gübrelerle sürdürülebilir tarım alternatifleri gelişecek, ithal kimyevi gübrenin oluşturduğu cari açık ve topraktaki zararların ortadan kaldırılmasıyla bölge çiftçisi daha modern ve verimli üretim şansına sahip olacaktır. Tüm bu katkılar bölgede "Yeşil Ekonomi" prensibini ışığında, ekolojik açıdan sürdürülebilir, ekonomik açıdan karlı ve sosyal açıdan uyumlu bir ekonomik kalkınmanın temelini oluşturacaktır.
- Yapılan görüşmeler neticesinde; hayvancılık işletmeleri, çiftçiler ile tarımsal kapasiteyi geliştirip marka değeri olan ürünler ile Van'ın Ülkemizde tarım ve hayvancılık şehri olarak yerini alabileceği üzerine önemli kanaatler oluşmuştur.

Elde edilen tüm veriler sonucunda biyogaz enerji santrali projesine olan ihtiyaç ortaya çıkarılmış olup bu doğrultuda BES faaliyet alanları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Biyogaz enerji santrali işletmesi kapsamında elektrik ve ısı enerjisi üretimi
- Fermantasyon prosesi çıkışı elde edilen fermente ürün için hijyenizasyon ve susuzlaştırma sistemleri
- Sıvı ve katı organik gübre üretimi satış ve pazarlama faaliyetleri

Talep analizi yapılırken Van ili hayvancılık potansiyeli dikkate alınmıştır. TÜİK verilerine göre (2020) Van ilinde 197.483 büyükbaş hayvan, 3.166.236 küçükbaş hayvan ve 423.904 yumurta tavuğu bulunmakta olduğu görülmektedir. Hayvan sayıları ile ortalama günlük dışkı verileri dikkate alınarak büyükbaş hayvancılıkta 4,1 milyon ton/yıl, küçükbaş hayvancılıkta 1,4 milyon ton/yıl ve yumurta tavukçuluğunda 16.950 ton/yıl hayvansal atık elde edildiği tahmin edilmektedir. Bu sonuçlardan Van ili önemli bir biyogaz üretim potansiyeline sahip olmakla birlikte ilde bu alanda gerçekleştirilmiş kayda değer bir yatırım olmadığı bilinmektedir. Van ilinde alt bölgelerde yaptığımız yatırım arazisi taramasında yatırım ve

işletme maliyetlerini ve hammadde teminini kolaylaştıracak bir bölge olması açısından İpekyolu ilçesi yatırım için tercih edilmiştir. İlçede yatırım alanı çevresinde yapılan ön saha ziyaretlerinde yaklaşık 70 bin ton/yıl kapasitesinde gübre üretimine sahip 15 hayvancılık işletmesi ile hammadde tedariki konusunda ön protokol imzalanmıştır. Bölgenin sahip olduğu potansiyel dikkate alınarak günde 300 ton büyükbaş hayvan ve 30 ton yumurta tavuğu gübresi tedarik edileceği sonucuna varılmıştır. Bu verilerden hareketle yıllık işleme kapasitesi belirlenmiştir.

6.4. Talep Tahmin Sonuçları

Tüm bu bulgu ve veriler analiz edilerek talep tahmin sonuçları çerçevesinde bölgenin özelliklerine göre BES alt başlıkları ortaya çıkmıştır.

- Fermantasyon sistemi – Atık kabul ve ön işleme birimleri, çürütücüler, kalite kontrol laboratuvarı
- Kojenerasyon sistemi – Elektrik ve ısı enerjisi üretim ve iletim birimleri
- Fermente posa işleme ve gübre üretim sistemleri – Hijyenizasyon ve susuzlaştırma sistemleri

İşletmenin hayvancılık potansiyeli yüksek ve ulaşım yolları kolay olan bir bölgede kurulmasına karar verilmiştir. Saha araştırmaları neticesinde belirlenen hayvansal atık potansiyeli yanı sıra yatırım maliyetleri de dikkate alınarak günlük 300 ton büyükbaş gübresi ve 30 ton yumurta tavuğu gübresi işleyebilecek kapasitede bir tesis kurulacaktır.

6.5. Kapasite Seçimi

Kapasite tercihi yapılan ön saha analizlerine dayandırılarak gerçekleştirilmiş olup yatırım bölgesindeki hayvancılık potansiyeline göre günlük 300 ton büyükbaş gübresi ve 30 ton yumurta tavuğu gübresi işleyecek şekilde hesaplanmıştır. BES için tahmin edilen talep düzeyine uygun olarak seçilen proje kapasitesi Tablo 39’da sunulmuştur.

Tablo 39. Aylık ve yıllık bazda kapasite seçimi

Erçek Biyogaz Enerji Santrali		Aylık	Yıllık
Enerji Üretim Birimleri	Net Elektrik Enerjisi Ürtimi [kWh]	1.716.000,0	20.592.000,0
	Net Isı Enerjisi Ürtimi [kWh]	1.928.250,0	23.139.000,0
Gübre Üretim Birimleri	Katı Organik Gübre [ton]	2.621,9	31.463,0
	Sıvı Organik Gübre [m ³]	6.259,8	75.117,0

7. YATIRIM TUTARI

7.1. Sabit Sermaye Yatırım Tutarı

Biyogaz enerji santrali kuruluşu sabit yatırım giderleri Tablo 40’da verilmiştir.

Tablo 40. Ana yatırım kalemleri maliyet tablosu

ANA YATIRIM KALEMLERİ	MALİYET [\$]
A.Arsa Bedeli	0
B.Sabit Tesis Yatırımı	7.792.500
1.Etüd ve Proje	350.000
2.Teknik Yardım ve Lisans	100.000
3.İnşaat ve Elektrik İşleri	3.150.000
4.Makine ve Donanım	3.500.000
5.Taşıma ve Sigorta	20.000
6.İthalat ve Gümrükleme	0
7.Montaj Giderleri	150.000
8.Genel Giderler	42.500
9.Taşıt, Demirbaş ve Laboratuvar İşleri	410.000
10.İşletmeye Alma Giderleri	20.000
11.Beklenmeyen Giderler	50.000
Sabit Yatırım Tutarı (A+B)	7.792.500

Sabit tesis yatırım maliyetlerinin detayları aşağıdaki gibidir.

- Etüd ve proje maliyetlerini yatırımın nihai jeolojik etüdü, mimari, statik, elektrik tesisat, mekanik tesisat vb. proje hazırlıkları için gerekli maliyetler oluşturmaktadır.
- Teknik Yardım ve Lisans maliyetlerini tesisin kurulumu için alınacak teknik danışmanlık ve yasal izinler için gerçekleştirilecek maliyetleri kapsamaktadır.
- İnşaat işleri maliyetlerini BES tesisi için harcanacak 3.150.000 \$ tutarındaki yapım işleri ve elektrik işleri maliyetleri oluşturmaktadır.
- Makine ve Donanım maliyetlerini BES tesisi için 3.500.000 \$ maliyetler oluşturmaktadır.
- Taşıma ve sigorta işlerini makine donanımın nakliye ve sigorta maliyetleri oluşturmaktadır.
- Montaj Giderleri BES tesisi montajı için harcanacak olan 150.000 \$ maliyetler oluşturmaktadır.
- Genel Giderler maliyetlerini sabit yatırım sürecindeki genel yönetim giderleri oluşturmaktadır.

- Taşıt ve demirbaşlar maliyetlerini tesis için satın alınacak iş makineleri (350.000 \$), tesis laboratuvar malzemeleri (60.000 \$) maliyetleri oluşturmaktadır.
- Beklenmeyen giderler için belirlenen maliyetler ise diğer yatırım kalemlerinde olmayıp yatırım sürecinde ihtiyaç duyulabilecek satın almalar oluşturmaktadır.

7.2. Arazi Kamulaştırma Bedeli

Arazi maliyeti olarak kamulaştırma bedelleri ve kamulaştırma sonrası arazide yapılacak iyileştirmelerin maliyeti bulunmamaktadır.

7.3. İşletme Sermayesi

Tablo 41’de yıllık işletme sermayesi ihtiyacı sunulmuştur.

Tablo 41. Yıllık işletme giderleri

İŞLETME GİDERLERİ			
Personel Giderleri (USD/yıl)	A	B	C = 12 x A x B
	AYLIK MİKTAR	BİRİM FİYAT (USD)	YILLIK TUTAR (USD)
İdari Personel	2	714,3	17.143
Operatör	4	428,6	20.571
Kepçe Operatörü	2	535,7	12.857
Hammadde Hazırlama Personeli	3	357,1	12.857
Elektrik Bakım Personeli	1	464,3	5.571
Mekanik Bakım Personeli	1	464,3	5.571
Güvenlik	4	357,1	17.143
TOPLAM			91.714,3
Bakım-Onarım Giderleri (USD/yıl)	A	B	C = 12 x A x B
	AYLIK MİKTAR	BİRİM FİYAT (USD)	YILLIK TUTAR (USD)
Motor Bakım	1	9.642,86	115.714
Yağ Değişimi (Yılda 8 kez) - Analizli	0,67	2.714,3	21.823
BES Ekipman Genel Bakım	1	5.357,1	64.286
TOPLAM			201.822,9
İdari Giderler (USD/yıl)	A	B	C = 12 x A x B
	AYLIK MİKTAR	BİRİM FİYAT (USD)	YILLIK TUTAR (USD)
Dağıtım Sistemi Kullanım Bedeli	1.716.000	0,0019	40.037
İSG	1	107,1	1.286
Çevre Danışmanlığı	1	107,1	1.286
Yemek Giderleri	1	1.071,4	12.857
Diğer Giderler (İçme Suyu, Çay/Kahve, Temizlik Malz. Vs)	1	714,3	8.571

TOPLAM			64.036,7
Hammadde, Lojistik ve Enerji Giderleri (USD/yıl)	A	B	C = 12 x A x B
	AYLIK MİKTAR	BİRİM FİYAT (USD)	YILLIK TUTAR (USD)
BES - Besi Büyükbaş Gübresi (ton)	9.000	1,4	154.286
BES -Tavuk Gübresi (ton)	900	0,0	0
BES - Enerji Giderleri (kW)	230.795	0,0	0
Sıvı Gübre Nakliye Giderleri	6.174	1,4	105.840
Personel Taşıma	1	2.142,9	25.714
TOPLAM			285.840,0
GENEL TOPLAM			643.413,9

Tesisin tam kapasitede çalışabilmesi için yapılan ihtiyaç analizine göre 17 personele ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda 2 idari işler sorumlusu, 4 operatör, 2 kepçe operatörü, 3 hammadde hazırlama personeli, 1 elektrik bakım personeli, 1 mekanik bakım personeli ve 4 güvenlik personeli istihdam edilecektir. Tüm personel için yıllık 91.714,3 \$ gider planlanmıştır.

Motor bakım, yağ değişimi (yılda 8 kez) – analizli, bes ekipman genel bakım, katı gübre ekipman genel bakım, sıvı gübre ekipman genel bakım gibi bakım onarım faaliyetleri için yılda 201.822,9 \$ gider planlanmıştır.

Dağıtım sistemi kullanım bedeli, iş sağlığı ve güvenliği, çevre danışmanlığı, yemek giderleri ve diğer giderlerden (içme suyu, çay/kahve, temizlik malz. vs) oluşan idari giderler için yıllık 64.036,7 \$ gider planlanmıştır.

İşletme hammadde ve lojistik giderleri tesisin en önemli gider kalemlerini oluşturmakta olup bu kapsamda besi büyükbaş gübresi, tavuk gübresi, sıvı gübre kimyasal giderleri, personel taşıma gibi giderler için toplamda 285.840,0 \$ gider planlanmıştır. Tüm bu gider kalemleri için belirlenen yıllık gider tutarı 643.413,9 \$'dır. İşletmenin elektrik enerjisi, karbon geri kazanımı, katı gübre ve sıvı gübreden elde edeceği gelir toplamı ise 2.749.181 \$'dır. Bu açıdan bakıldığında işletmenin vergilendirme öncesi karı 2.105.767,1 \$ olup bu tutar işletmenin sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından yeterlidir.

Kurulacak tesiste amortisman giderleri hesabında makine ekipmanlar için 30 yıl, inşaat yatırımı için ise 50 yıl baz alınarak amortisman giderleri hesaplanmıştır. Yıllık amortisman giderleri Tablo 42'de verilmiştir.

Tablo 42. Yıllık amortisman giderleri

Amortisman Tabi Sabit Kıymet	Sabit Kıymet Gider T. (\$)	Amortisman Oranı %	Amortisman Süresi (Yıl)	Yıllık Amortisman Miktarı (\$)
İnşaat	3.150.000	2	50	63.000
Makine ekipman	3.500.000	3,33	30	116.667
Toplam Yıllık Amortisman Gideri (TL)				179.667

7.4. Toplam Yatırım Tutarı ve Yıllara Dağılımı

Yatırımın gerçekleşme süresi bir yıl olarak öngörüldüğünden Tablo 43’de tek yıl için dağılım verilmiştir.

Tablo 43. Toplam yatırım tutarı ve yıllara göre dağılımı

ANA YATIRIM KALEMLERİ	MALİYET [\$]
A.Arsa Bedeli	0
B.Sabit Tesis Yatırımı	7.792.500
1.Etüd ve Proje	350.000
2.Teknik Yardım ve Lisans	100.000
3.İnşaat İşleri	3.150.000
4.Makine ve Donanım	3.500.000
5.Taşıma ve Sigorta	20.000
6.İthalat ve Gümrükleme	0
7.Montaj Giderleri	150.000
8.Genel Giderler	42.500
9.Taşıt ve Demirbaşlar	410.000
10.İşletmeye Alma Giderleri	20.000
11.Beklenmeyen Giderler	50.000
Sabit Yatırım Tutarı (A+B)	7.792.500
C. İşletme Sermayesi İhtiyacı	643.413,9
Toplam Yatırım Tutarı (A+B+C)	8.435.913,9

8. PROJENİN FİNANSMANI VE FİNANSAL ANALİZ

8.1. Finansman Öngörüsü

Projenin finansmanı için öngörülen finansman kaynağı öz sermayedir.

Tablo 44. Öngörülen finansman modeli

Banka Kredisi Oranı (%)	0,00%
Öz Sermaye Oranı (%)	100,00%
Banka Kredisi Tutarı (\$)	0
Öz Sermaye Tutarı Yatırım (\$)	8.435.913,9
TOPLAM FİNANSMAN MALİYETİ (\$)	8.435.913,9

8.2. Finansman İhtiyacı ve Kaynakları

Finansman ihtiyacı ve bunu finanse edecek olan kaynakların ve değerlendirme sonuçları

Tablo 45’de sunulmuştur.

Tablo 45. Finansman modeli

FİNANSMAN İHTİYACI	TOPLAM (\$)
Sabit Tesis Yatırımı	7.792.500
Finansman Giderleri	0
İşletme Sermayesi Yatırımı	643.413,9
TOPLAM FİNANSMAN İHTİYACI	8.435.913,9
FİNANSMAN KAYNAKLARI	
Öz Sermaye	8.435.913,9
Yabancı Kaynaklar	0
TOPLAM FİNANSMAN KAYNAKLARI	8.435.913,9

8.3. Finansman Koşulları ve Sermaye Maliyeti

Proje yatırımının öz sermaye ile yapılması öngörüldüğü için herhangi bir finansman maliyeti hesaplanmamıştır.

8.4. Finansman Tablosu ve Finansal Oranlar Analizi

Proje yürütücüsü Van Büyükşehir Belediyesinin münhasıran gelir kaynağı ve kendi mali tabloları (bilanço/gelir tablosu) olmadığından bu bölüm boş bırakılmıştır.

9. TİCARİ ANALİZ

9.1. Ticari Analiz ile İlgili Temel Varsayımlar

İskonto Oranı

Hesaplanan indirgenme oranının yüksek olması, yatırımın gerçekleştirilmesini güçleştirmekte, düşük olması ise kaynak kullanımında israfa yol açmaktadır. İndirgenme oranı, projeden beklenen en yüksek kazanç oranını ifade ettiğinden, yapılacak olan yatırım kararlarında hem işletme açısından tutarlı sonuçlara varılmasına katkı sağlamaktadır.

Tablo 47’de sunulan nakit akışlarının net bugünkü değer (NBD) ve iç verimlilik oranı (İVO) hesaplamaları Tablo 48 ve 49’de yer almaktadır. Bu tablolarda gelecek yıllarda elde edilecek nakit akışlarının net bugünkü değerini (NBD) hesaplamak için, tüm çalışma dövizine endeksli olarak yapıldığı için, “İndirgenme (iskonto) oranı” olarak ağırlıklı ortalama %10 uygulanmıştır.

Ekonomik Ömür

Yatırımın faydalı ömrü 30 yıl olarak belirlenmiştir.

Hurda Değer

30 yıllık faydalı ömür sonunda kojenerasyon sistemi ve diğer makine ekipmanların hurda demir değeri 755.000 \$ olarak belirlenmiştir.

Yenileme Yatırımları

Yatırımın işletme süresince bir yenileme yatırımına ihtiyaç duymayacağı varsayılmıştır. Malzeme ve ekipmanlar için temel bakım giderleri işletme giderleri çalışmalarına dahil edilmiştir.

Enflasyon Oranı

Tüm finansal çalışmalar döviz bazlı olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle işletme süresinde gerçekleşecek enflasyon artışları ihmal edilmiştir.

9.2. Ticari Faydalar ve Maliyetler

İşletme Gelir Gider Tablosu

Tablo 46. İşletme Gelir ve Giderleri Tablosu (\$)

İşletme Gelir Gider Tablosu (\$)					
	1 Yıl	2 Yıl	3 Yıl	4 Yıl	5 Yıl
KKO	80	80	80	80	80
1. İşletme Gelirleri	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0
2. Üretim Giderleri	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9
3. Amortisman	179.667,0	179.667,0	179.667,0	179.667,0	179.667,0
4. Finanman Giderleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Satış Giderleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6.Brüt Kar (1-2-3-4-5)	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1
7.Matrahtan İndirilecekler	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8.Vergi Matrahı (6-7)	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1
9.Vergi ve Stopajlar	192.610,0	192.610,0	192.610,0	192.610,0	192.610,0
10.Net Kar (6-9)	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1
11.Temettüler (Dağıtılacak Karlar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12.Kullanılabilir Kar (10-11)	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1
	6.Yıl	7.Yıl	8.Yıl	9.Yıl	10.Yıl
KKO	80	80	80	80	80
1. İşletme Gelirleri	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0
2. Üretim Giderleri	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9
3. Amortisman	179.667,0	179.667,0	179.667,0	179.667,0	179.667,0
4. Finanman Giderleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Satış Giderleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6.Brüt Kar (1-2-3-4-5)	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1
7.Matrahtan İndirilecekler	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8.Vergi Matrahı (6-7)	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1
9.Vergi ve Stopajlar	192.610,0	192.610,0	192.610,0	192.610,0	192.610,0
10.Net Kar (6-9)	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1
11.Temettüler (Dağıtılacak Karlar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12.Kullanılabilir Kar (10-11)	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1
	11.Yıl	12.Yıl	13.Yıl	14.Yıl	15.Yıl
KKO	80	80	80	80	80
1. İşletme Gelirleri	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0
2. Üretim Giderleri	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9
3. Amortisman	179.667,0	179.667,0	179.667,0	179.667,0	179.667,0

4. Finanman Giderleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Satış Giderleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6.Brüt Kar (1-2-3-4-5)	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1
7.Matrahtan İndirilecekler	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8.Vergi Matrahı (6-7)	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1
9.Vergi ve Stopajlar	192.610,0	192.610,0	192.610,0	192.610,0	192.610,0
10.Net Kar (6-9)	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1
11.Temettüler (Dağıtılacak Karlar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12.Kullanılabilir Kar (10-11)	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1
	16.Yıl	17.Yıl	18.Yıl	19.Yıl	20.Yıl
KKO	80	80	80	80	80
1. İşletme Gelirleri	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0
2. Üretim Giderleri	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9
3. Amortisman	179.667,0	179.667,0	179.667,0	179.667,0	179.667,0
4. Finanman Giderleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Satış Giderleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6.Brüt Kar (1-2-3-4-5)	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1
7.Matrahtan İndirilecekler	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8.Vergi Matrahı (6-7)	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1
9.Vergi ve Stopajlar	192.610,0	192.610,0	192.610,0	192.610,0	192.610,0
10.Net Kar (6-9)	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1
11.Temettüler (Dağıtılacak Karlar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12.Kullanılabilir Kar (10-11)	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1
	21.Yıl	22.Yıl	23.Yıl	24.Yıl	25.Yıl
KKO	80	80	80	80	80
1. İşletme Gelirleri	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0
2. Üretim Giderleri	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9
3. Amortisman	179.667,0	179.667,0	179.667,0	179.667,0	179.667,0
4. Finanman Giderleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Satış Giderleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6.Brüt Kar (1-2-3-4-5)	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1
7.Matrahtan İndirilecekler	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8.Vergi Matrahı (6-7)	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1
9.Vergi ve Stopajlar	192.610,0	192.610,0	192.610,0	192.610,0	192.610,0
10.Net Kar (6-9)	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1
11.Temettüler (Dağıtılacak Karlar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12.Kullanılabilir Kar (10-11)	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1
	26.Yıl	27.Yıl	28.Yıl	29.Yıl	30.Yıl
KKO	80	80	80	80	80
1. İşletme Gelirleri	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	3.504.181,0
2. Üretim Giderleri	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9
3. Amortisman	179.667,0	179.667,0	179.667,0	179.667,0	179.667,0

4. Finanman Giderleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Satış Giderleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6.Brüt Kar (1-2-3-4-5)	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	2.681.100,1
7.Matrahtan İndirilecekler	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8.Vergi Matrahı (6-7)	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	1.926.100,1	2.681.100,1
9.Vergi ve Stopajlar	192.610,0	192.610,0	192.610,0	192.610,0	268.110,0
10.Net Kar (6-9)	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	2.412.990,1
11.Temettüler (Dağıtılacak Karlar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12.Kullanılabilir Kar (10-11)	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	1.733.490,1	2.412.990,1

Ticari nakit akış tablosu

Ticari nakit akış tablosu, tesisin işletmeye geçmesinden itibaren yıllar itibariyle nakit giriş ve çıkışlarının karşılaştırıldığı tablodur. Nakit girişleri olarak yurtiçi ve yurtdışı satış gelirleri, nakit çıkışları olarak da işletme giderleri belirtilmiştir. Nakit farkı (nakit akımı) olarak da nakit girişleri ile nakit çıkışları arasındaki fark hesaplanmıştır.

Tablo 47. Ticari nakit akış tablosu

Yıllar	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	5.Yıl
A.Nakit Girişleri (\$)	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0
İşletme Gelirleri	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0
Diğer Nakit Girişleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B.Nakit Çıkışları (\$)	836.023,9	836.023,9	836.023,9	836.023,9	836.023,9
İşletme Dönemi Yatırım Harcamaları	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
İşletme Giderleri	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9
Borç Anapara Geri Ödemeleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vergi ve Stopaj	192.610	192.610	192.610	192.610	192.610
Dağıtılan Kar Payları	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nakit Farkı-Nakit Akımı (A-B) (\$)	1.913.157	1.913.157	1.913.157	1.913.157	1.913.157
Yıllar	6.Yıl	7.Yıl	8.Yıl	9.Yıl	10.Yıl
A.Nakit Girişleri (\$)	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0
İşletme Gelirleri	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0
Diğer Nakit Girişleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B.Nakit Çıkışları (\$)	836.023,9	836.023,9	836.023,9	836.023,9	836.023,9
İşletme Dönemi Yatırım Harcamaları	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
İşletme Giderleri	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9
Borç Anapara Geri Ödemeleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vergi ve Stopaj	192.610	192.610	192.610	192.610	192.610

Dağıtılan Kar Payları	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nakit Farkı-Nakit Akımı (A-B) (\$)	1.913.157	1.913.157	1.913.157	1.913.157	1.913.157
Yıllar	11.Yıl	12.Yıl	13.Yıl	14.Yıl	15.Yıl
A.Nakit Girişleri (\$)	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0
İşletme Gelirleri	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0
Diğer Nakit Girişleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B.Nakit Çıkışları (\$)	836.023,9	836.023,9	836.023,9	836.023,9	836.023,9
İşletme Dönemi Yatırım Harcamaları	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
İşletme Giderleri	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9
Borç Anapara Geri Ödemeleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vergi ve Stopaj	192.610	192.610	192.610	192.610	192.610
Dağıtılan Kar Payları	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nakit Farkı-Nakit Akımı (A-B) (\$)	1.913.157	1.913.157	1.913.157	1.913.157	1.913.157
Yıllar	16.Yıl	17.Yıl	18.Yıl	19.Yıl	20.Yıl
A.Nakit Girişleri (\$)	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0
İşletme Gelirleri	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0
Diğer Nakit Girişleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B.Nakit Çıkışları (\$)	836.023,9	836.023,9	836.023,9	836.023,9	836.023,9
İşletme Dönemi Yatırım Harcamaları	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
İşletme Giderleri	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9
Borç Anapara Geri Ödemeleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vergi ve Stopaj	192.610	192.610	192.610	192.610	192.610
Dağıtılan Kar Payları	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nakit Farkı-Nakit Akımı (A-B) (\$)	1.913.157	1.913.157	1.913.157	1.913.157	1.913.157
Yıllar	21.Yıl	22.Yıl	23.Yıl	24.Yıl	25.Yıl
A.Nakit Girişleri (\$)	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0
İşletme Gelirleri	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0
Diğer Nakit Girişleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B.Nakit Çıkışları (\$)	836.023,9	836.023,9	836.023,9	836.023,9	836.023,9
İşletme Dönemi Yatırım Harcamaları	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
İşletme Giderleri	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9
Borç Anapara Geri Ödemeleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vergi ve Stopaj	192.610	192.610	192.610	192.610	192.610
Dağıtılan Kar Payları	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nakit Farkı-Nakit Akımı (A-B) (\$)	1.913.157	1.913.157	1.913.157	1.913.157	1.913.157
Yıllar	26.Yıl	27.Yıl	28.Yıl	29.Yıl	30.Yıl
A.Nakit Girişleri (\$)	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	3.504.181,0
İşletme Gelirleri	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0	2.749.181,0
Diğer Nakit Girişleri (hurda değer)	0,0	0,0	0,0	0,0	755.000,0
B.Nakit Çıkışları (\$)	836.023,9	836.023,9	836.023,9	836.023,9	643.413,9

İşletme Dönemi Yatırım Harcamaları	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
İşletme Giderleri	643.413,9	643.413,9	643.413,9	643.413,9	911.523,9
Borç Anapara Geri Ödemeleri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vergi ve Stopaj	192.610	192.610	192.610	192.610	268.110
Dağıtılan Kar Payları	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nakit Farkı-Nakit Akımı (A-B) (\$)	1.913.157	1.913.157	1.913.157	1.913.157	2.592.657

9.3. Ticari Faydalar ve Maliyetler

Yapılması planlanan projenin sektörel ve teknik değerlendirme sonuçlarına dayalı olarak yapılan mali analizleri içeren bölümdür. Bu bölümde yapılması gereken temel analiz teknikleri aşağıda verilmiştir:

Net Bugünkü Değer

Belirlenen iskonto oranı üzerinden, yatırım harcamalarını ve yatırımın sağlayacağı net nakit girişlerini aynı zaman noktasına indirgeyerek aralarındaki farkın hesaplanması yöntemidir. Bu yöntemle göre hesaplanan 30 yıllık süre için NBD: 8.587.903,97 \$'dır.

Tablo 48. Net bugünkü değer tablosu

Yıllar	Sabit Yatırım Tutarı (A)	İşletme Sermayesi Yatırımı (B)	Vergi Öncesi Kar (C)	Amort.(D)	Vergi ve Fon Kesintileri (E)	Faiz (F)	Net Nakit Akımı (-A-B+C+D-E+F)	İskonto Oranı (%)	İskonto Edilmiş Net Nakit Akımı [\$]
0	7.792.500,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-7.792.500,0	10,0	-7.792.500,0
1	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	1.575.900,1
2	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	1.432.636,4
3	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	1.302.396,8
4	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	1.183.997,1
5	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	1.076.361,0
6	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	978.510,0
7	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	889.554,5
8	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	808.685,9
9	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	735.169,0
10	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	668.335,5
11	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	607.577,7
12	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	552.343,4
13	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	502.130,3

14	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	456.482,1
15	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	414.983,7
16	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	377.258,0
17	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	342.961,8
18	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	311.783,4
19	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	283.439,5
20	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	257.672,3
21	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	234.247,5
22	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	212.952,3
23	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	193.593,0
24	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	175.993,6
25	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	159.994,2
26	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	145.449,3
27	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	132.226,6
28	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	120.206,0
29	0,0	643.413,9	1.926.100,1	179.667,0	192.610,0	0,0	1.733.490,1	10,0	109.278,2
30	0,0	643.413,9	2.681.100,1	179.667,0	268.110,0	0,0	2.412.990,1	10,0	138.285,0
								NBD	8.587.903,97

İç Karlılık Oranı

Projenin ekonomik ömrü boyunca sağlayacağı net nakit girişlerinin bugünkü değerini yatırım harcamalarının bugünkü değerine eşitleyen iskonto oranıdır. Bu hesaplama yöntemine göre bulunan İKO: %30,02'dir.

Tablo 49. İç karlılık oranı tablosu

Yıllar	Gelirler	
	İşletme Gelirleri	İskonto Edilmiş Toplam Gelirler
0	0	0
1	2.749.181	2.499.255
2	2.749.181	2.272.050
3	2.749.181	2.065.500
4	2.749.181	1.877.728
5	2.749.181	1.707.025
6	2.749.181	1.551.841
7	2.749.181	1.410.765
8	2.749.181	1.282.513
9	2.749.181	1.165.921
10	2.749.181	1.059.928
11	2.749.181	963.571
12	2.749.181	875.974

13	2.749.181	796.340
14	2.749.181	723.945
15	2.749.181	658.132
16	2.749.181	598.302
17	2.749.181	543.911
18	2.749.181	494.464
19	2.749.181	449.513
20	2.749.181	408.648
21	2.749.181	371.498
22	2.749.181	337.726
23	2.749.181	307.023
24	2.749.181	279.112
25	2.749.181	253.738
26	2.749.181	230.671
27	2.749.181	209.701
28	2.749.181	190.637
29	2.749.181	173.307
30	3.504.181	200.820
	83.230.430	25.959.562
İKO	0,300178	%30,02

Geri Ödeme Süresi

Tablo 50. Geri ödeme süresi tablosu

Yıllar	Sabit Yatırım Tutarı (A)	İşletme Sermayesi Yatırımı (B)	Vergi Öncesi Kar (C)	Amort. (D)	Vergi ve Fon Kesintileri (E)	Faiz (F)	Net Nakit Akımı (-A-B+C+D-E+F))	Kümülatif Net Nakit Akışı
0	7.792.500	0	0	0	0	0	-7.792.500	-7.792.500
1	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	-6.059.010
2	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	-4.325.520
3	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	-2.592.030
4	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	-858.540
5	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	874.950
6	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	2.608.441
7	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	4.341.931
8	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	6.075.421
9	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	7.808.911
10	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	9.542.401
11	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	11.275.891
12	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	13.009.381
13	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	14.742.871

14	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	16.476.361
15	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	18.209.851
16	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	19.943.341
17	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	21.676.832
18	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	23.410.322
19	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	25.143.812
20	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	26.877.302
21	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	28.610.792
22	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	30.344.282
23	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	32.077.772
24	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	33.811.262
25	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	35.544.752
26	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	37.278.242
27	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	39.011.732
28	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	40.745.223
29	0	643.413,9	1.926.100	179.667	192.610	0	1.733.490	42.478.713
30	0	643.413,9	2.681.100	179.667	268.110	0	2.412.990	44.891.703

GÖS = 4 yıl + (858.540/1.733.490) * 12= 4 yıl 6 ay olarak hesaplanmıştır.

Fayda/Maliyet Oranı

Projenin ekonomik ömrü boyunca sağlayacağı faydaların (nakit girişleri) bugünkü değerlerinin toplamının, maliyetlerin (yatırım harcamaları ve diğer nakit çıkışları) bugünkü değerlerinin toplamına oranıdır. Bu değer 1,49 olarak bulunmuş olup yatırımın faydalı olduğu anlamına gelmektedir.

Tablo 51. Fayda/maliyet oranı verileri

Yıllar	Giderler						Gelirler	
	Sabit Yatırım Tutarı	İşletme Sermayesi Yatırımı (B)	Amortisman	Vergi ve Fon Kesintileri	Toplam Giderler	İskonto Edilmiş Toplam Giderler	İşletme Gelirleri	İskonto Edilmiş Toplam Gelirler
0	7.792.500,0	0,0	0,0	0,0	7.792.500,0	7.792.500,0	0,0	0,0
1	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	923.355,4	2.749.181,0	2.499.255,5
2	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	839.414,0	2.749.181,0	2.272.050,4
3	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	763.103,6	2.749.181,0	2.065.500,4
4	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	693.730,6	2.749.181,0	1.877.727,6
5	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	630.664,1	2.749.181,0	1.707.025,1
6	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	573.331,0	2.749.181,0	1.551.841,0
7	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	521.210,0	2.749.181,0	1.410.764,5

8	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	473.827,3	2.749.181,0	1.282.513,2
9	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	430.752,1	2.749.181,0	1.165.921,1
10	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	391.592,8	2.749.181,0	1.059.928,3
11	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	355.993,5	2.749.181,0	963.571,2
12	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	323.630,4	2.749.181,0	875.973,8
13	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	294.209,5	2.749.181,0	796.339,8
14	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	267.463,2	2.749.181,0	723.945,3
15	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	243.148,3	2.749.181,0	658.132,1
16	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	221.043,9	2.749.181,0	598.301,9
17	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	200.949,0	2.749.181,0	543.910,8
18	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	182.680,9	2.749.181,0	494.464,4
19	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	166.073,6	2.749.181,0	449.513,1
20	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	150.976,0	2.749.181,0	408.648,2
21	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	137.250,9	2.749.181,0	371.498,4
22	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	124.773,5	2.749.181,0	337.725,8
23	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	113.430,5	2.749.181,0	307.023,5
24	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	103.118,6	2.749.181,0	279.112,2
25	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	93.744,2	2.749.181,0	253.738,4
26	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	85.222,0	2.749.181,0	230.671,3
27	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	77.474,6	2.749.181,0	209.701,2
28	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	70.431,4	2.749.181,0	190.637,4
29	0,0	643.413,9	179.667,0	192.610,0	1.015.690,9	64.028,6	2.749.181,0	173.306,7
30	0,0	643.413,9	179.667,0	268.110,0	1.091.190,9	62.534,6	3.504.181,0	200.819,5
Toplam	7.792.500,0	19.302.417,0	5.390.010,0	5.853.800,3	38.338.727,3	17.371.658,1	83.230.430,0	25.959.562,1
Fayda/Maliyet Oranı:			1,49					

10. EKONOMİK ANALİZ

Bir projenin ekonomik ömrü boyunca sağlayacağı faydaların (net nakit girişlerinin) bugünkü değerleri toplamı, maliyetlerin bugünkü değerleri toplamına oranlanmasına “fayda maliyet oranı” denilmektedir. Fayda maliyet analizleri genelde uzun vadeli bir bakış açısıyla yapılır. Projede fayda maliyet analizi gerçekleştirirken analiz edilen rakamların net bugünkü değerini dikkate alınmıştır. Döviz kuru tabanlı değerler kullanıldığı için iskonto değeri hesaplara katılmamıştır.

10.1. Ekonomik Analiz ile İlgili Temel Varsayımlar

- Tüm yatırım maliyetinin öz sermaye yolu ile karşılanacağı varsayılmıştır.
- Üretilen elektrik enerjisinin EPIAŞ kapsamında serbest piyasaya arz edileceği varsayılmıştır. Bu doğrultuda elde edilecek gelir için 2021 yılı son çeyreğinde gerçekleşen EPIAŞ ortalama piyasa satış rakamları kullanılmıştır.
- Lojistik giderleri kapsamında kullanılan birim maliyetler için Aralık 2021 yılı piyasa ortalama değerleri kullanılmıştır.
- Personel giderleri kapsamında hesaplanan birim ücretler için 2022 yılı resmi asgari ücret miktarı baz alınmıştır.
- Gübre üretimi gelirleri için kullanılan birim satış rakamları için minimum piyasa satış fiyatları kullanılmıştır. Mevcutta BES İşletmelerinin bulunduğu diğer yerel bölgelerdeki pazar durumları analiz edildiğinde, reel durumda satış rakamlarının %50 daha fazla olacağı öngörülmektedir.
- Projenin hayata geçirilmesi durumunda T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 6. Bölge Yatırım Teşvik Programından yararlanılacağı öngörülmüştür. Bu kapsamda Gümrük Vergisi Muafiyeti, KDV İstisnası, vergi indirimi, sigorta primi işveren hissesi desteği, gelir vergisi stopajı desteği, sigorta primi desteği ve faiz desteği konularında teşvikten yararlanılması durumuna göre Yatırım ve İşletme Maliyeti hesaplamaları yapılmıştır.
- İşletme Maliyetleri ve İşletme Gelirleri hesaplamalarında kullanılan tüm birim değerler döviz kuruna endeksli olarak kullanılmıştır. Bu nedenle işletme yılları için yapılan nakit akış hesaplamalarına enflasyon değişimi yansıtılmamıştır.

10.2. Ekonomik Faydalar ve Maliyetler

Proje kapsamında Parasallaştırılamayan Önemli Fayda ve Maliyetler aşağıda listelenmiştir.

- Bölgede tarımsal ve hayvansal ürünler uluslararası standartlarda üretilebilecektir.
- Van tarım ve hayvancılık ürünlerinin marka değeri artacaktır.

- Sektörde işletme sayısı, istihdam, çiftçi sayısı, tarım ve hayvancılık ürünleri üretim miktarı ve birim başı verim artacaktır.
- Tarım ve hayvancılıkta üretim maliyeti düşecektir.
- Ulusal enerji açığına pozitif katkı sağlanacaktır.
- Uluslararası ve ulusal pazarlara sunulacak önemli kalitede ürünler geliştirilip sunulacaktır.
- Van tarım ve hayvancılık şehri olarak bölge, ülke ve dünya ölçeğinde yerini alacaktır.
- COVID-19 salgını dolayısıyla oluşabilecek sağlıklı gıdaya erişim riskine pozitif katkı sağlanacaktır. Güvenilir tarımsal ve hayvansal ürünler ulusal ve uluslararası pazarlara sunulacaktır.

10.3. Ekonomik Fayda Maliyet Analizi

Erçek BES projesi için fayda maliyet oranı 1,49 olarak hesaplanmıştır.

10.4. Maliyet Etkinlik Analizi

Fizibilitede Fayda Maliyet Analizi yöntemi kullanılmıştır. Erçek BES projesi için fayda maliyet oranı 1,49 olarak hesaplanmıştır. Oranın 1'den büyük olması projenin kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir.

10.5. Diğer Ekonomik Analiz Ölçütleri

Erçek BES projesi ile enerji ve gübre üretimi yapılacak, üretilen gübrelerin bölgesel tarım faaliyetlerinde kullanılması sonucu uluslararası standartlarda gelişim sağlanacak, birim alanda alınacak kaliteli ürün ve sonrasında hizmet ile katma değeri yüksek ürün üretimi gerçekleştirilecektir. Çevre kirliliği konusunda önemli ölçütte katkı yaratılacak ve küresel iklim krizi konusunda önleyici pozitif adımlar atılmış olacaktır.

11. FİNANSAL ANALİZ

Projenin faydalı ömrü 30 yıldır. Faydalı ömür boyunca elde edilecek nakit gelir ve giderler Tablo 46'da verilmiştir.

12. RİSK ANALİZİ

12.1. Duyarlılık Analizi

Proje için yatırım geri dönüş süresi baz alınarak duyarlılık analizi yapılmıştır. Projenin en önemli gelir kalemleri üzerindeki değişiklikler, projenin en önemli gider kalemi üzerinde yaşanacak değişiklikler ve projenin geliştirilmesi amacıyla önem verilmesi ve üzerinde

alışılması gereken konulardaki değışiklikler değlendirilmiştir. Sonuç olarak, projenin yan gelir kalemi sıvı gübre satışına duyarlılığının çok fazla olduğu, bunun ardından elektrik üretim miktarları ve katı gübre pazarlamasına önem verilmesi gerektiği sonuçlarına ulaşılmıştır. Tablo 52’de duyarlılık analizi şartlarına istinaden proje yatırım geri dönüş sürelerinde yaşanacak değışim oranları özetlenmiştir.

Tablo 52. Proje Duyarlılık Analizi

Duyarlılık Analizi Şartları	Yatırım Geri Dönüş Süresi	Değışim
Beklenen Şartlarda	4 yıl 6 ay	
Elektrik Satış Fiyatı %10 artış	4 yıl 1 ay	-9,26%
Elektrik Satış Fiyatı %10 azalış	5 yıl 1 ay	12,96%
Katı Gübre Satış Fiyatı %10 artış	4 yıl 5 ay	-1,85%
Katı Gübre Satış Fiyatı %10 azalış	4 yıl 7 ay	1,85%
Sıvı Gübre Satış Fiyatı %10 artış	4 yıl 5 ay	-1,85%
Sıvı Gübre Satış Fiyatı %10 azalış	4 yıl 7 ay	1,85%
Hammadde Alım Fiyatı %10 artış	4 yıl 7 ay	1,85%
Hammadde Alım Fiyatı %10 azalış	4 yıl 5 ay	-1,85%

12.2. Proje ile İlgili Riskler ve Etkiler

Risklerin Tanımlanması

Proje riskleri, duyarlılık analizi sonuçları göz önünde bulundurularak ve projede oluşacak diğer önemli faktörler göz önünde bulundurularak Tablo 53’de sunulmuştur.

Olasılık ve Etki Analizi

Belirlenen riskler için olasılık ve etki analizleri olasılık için kesine yakın (5), muhtemel (4), mümkün (3), düşük (2), seyrek olarak (1); etki için ise ciddi (5), yüksek (4), orta (3), düşük (2), önemsiz (1) olarak belirlenmiştir.

Risk Analizi Sonuç Değerlendirmesi

Risk Analizi sonuç değerlendirme ile ilgili Şekil 23’de gösterilen AS 4360 Risk Analiz Matrisi kullanılmıştır. Belirlenen olasılık puanlarının etki puanlarıyla çarpımıyla bulunan puanlar aşağıdaki listeye göre değerlendirilerek Tablo 53’de belirtilen risk değerlendirilmeleri yapılmıştır.

- 1-3 puan: Düşük Seviye Risk (D)
- 4-8 puan: Orta Düşük Seviye Risk (O)
- 9-12 puan: Yüksek Düşük Seviye Risk (Y)
- 13-25 puan: Çok Yüksek Düşük Seviye Risk (ÇY)

AS 4360 RİSK ANALİZ MATRİSİ

OLASILIK	ETKİ				
	1 (Önemsiz)	2 (Düşük)	3 (Orta)	4 (Yüksek)	5 (Ciddi)
A (5) (Kesine Yakın)	O	Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y
B (4) (Muhtemel)	O	O	Y	Ç.Y	Ç.Y
C (3) (Mümkün)	D	O	Y	Y	Ç.Y
D (2) (Düşük)	D	O	O	O	Y
E (1) (Seyrek)	D	D	D	O	O

Çok Yüksek Risk (Ç.Y)	En öncelikli olarak ele alınması gereken riskler; Yüksek finansal kayıplara, kurum prestijinde ve güvenilirliğinde müşterilerin gözünde ciddi kayıplara ve bilişim sistemlerine ciddi zararlar verilebilecek çok gizli bilgi kayıplarına neden olabilecek riskler
Yüksek Risk (Y)	Mutlaka değerlendirilmesi gereken riskler; Finansal kayıplara, müşterilerin gözünde güven kaybına ve bilişim sistemleri ile ilgili özel bilgilerin kaybına neden olabilecek riskler
Orta Risk (O)	İncelenmesi ve raporlanması gereken riskler; Finansal kayıplara ve kurum prestijinde kayıplara neden olabilecek riskler
Düşük Risk (D)	Gözardı edilebilecek riskler

Şekil 23. AS 4360 risk analiz matrisi

Tablo 53. Risklerin etki olasılık analizi

No	Risk Tanımlaması	Etki	Olasılık	Etki	Analiz Olasılık	Büyüklik	Risk
1	Hammadde temin edilememesi veya temin fiyatlarının artması	Ciddi	Muhtemel	5	4	20	Çok Yüksek Seviyeli Risk
2	Hammadde kaynaklı fermantörlerin çökmesi	Ciddi	Düşük	5	2	10	Yüksek Seviyeli Risk
3	Tesisin emre amadelik oranının %86 ten düşük olması	Orta	Mümkün	3	3	9	Yüksek Seviyeli Risk
4	Sıvı gübre depolama hacminin yeterli gelmemesi	Orta	Mümkün	3	3	9	Yüksek Seviyeli Risk
5	İlerleyen yıllarda mevcut tesis kapasitelerinin atık potansiyelinin üzerine çıkması	Yüksek	Düşük	4	2	8	Orta Seviyeli Risk

12.3. Temel Risklerle İlgili Risk Azaltma Tedbirleri

Tanımlanan risklerin olasılıklarını azaltmak, iyileştirmek ve olumlu durumlara çevirmek amacıyla belirlenecek risk azaltma tedbirlerine bu bölümde yer verilir. Son olarak Tablo 53’de tanımlanan risklerin çözümü için alınabilecek tedbirleri ve yapılması gerekenleri aksiyonlar Tablo 54’de listelenerek risk analizi sonuçlandırılmıştır.

Tablo 54. Riskler için alınabilecek tedbirler

No	Risk Tanımlaması	Alınacak Tedbirler
1	Hammadde temin edilememesi veya temin fiyatlarının artması	Detayları raporda belirtilmiş biyokütle tedarik sözleşmesinin tüm tedarikçilerle yapılması
2	Hammadde kaynaklı fermantörlerin çökmesi	Hammadde tedariği yapılan firmaların eğitimi ve düzenli denetimi
3	Tesisin emre amadelik oranının %86 ten düşük olması	Teknik bakım onarım şartlarının yerine getirilmesi şartıyla yüklenici firmadan garanti alınması ve aksi durumlar için cezai şartların belirlenmesi
4	Sıvı gübre depolama hacminin yeterli gelmemesi	Sıvı gübre fazlası miktarın mera ıslahı projelerine yönlendirilmesi,

5	İlerleyen yıllarda mevcut tesis kapasitelerinin atık potansiyelinin üzerine çıkması	Büyükşehir Belediyesinden alınacak her türlü görüş yazısı, imar izni vb. süreçlerde tesislerin lokasyon ve potansiyeller göz önünde tutularak yönlendirilmesi veya uygunsuzluk verilmesi
---	---	--

13. ÇEVRESEL ANALİZ

13.1. Çevresel Etkilerin Ön Değerlendirmesi

BES projemiz çevre dostu doğayı koruyan bir projedir. Projemiz için Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yayınlanan ve 10.10.2015 tarih ve 29498 sayılı Resmî Gazete ile yürürlüğe giren (Değişiklik; 28.07.2017 tarih ve 30137 sayılı R.G. ve 23.09.2020 tarih ve 31253 sayılı R.G.) “Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Tebliği kapsamında gerekli Fizibilite Raporu hazırlanmıştır. Planlanan faaliyet kapsamında Fizibilite Raporu’nun onaylanmasını takiben 25.11.2014 tarih ve 29186 sayılı ÇED Yönetmeliği’ne göre ÇED süreci yürütülecektir. Yatırımın işletmeye geçmesi ile birlikte de Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği” kapsamında Lisans Belgesi alınacaktır.

13.2. Çevresel Riskler ve Azaltma Tedbirleri

Proje kapsamında saptanan herhangi bir çevresel risk faktörü bulunmamaktadır.

14. SOSYAL ANALİZ

14.1 Projenin Sosyal Etkileri

Parasallaştırılamayan sosyal faydalara bu bölümde yer verilmiştir.

Erçek Biyogaz Enerji Santralinin kurulması sonucu ortaya çıkacak faydalar kısa ve orta-uzun vadeli faydalar olmak üzere 2 başlık altında analiz edilmiştir.

Kısa vadede oluşması beklenen faydalar şu şekildedir;

İstihdama katkı sağlayacaktır.

- Bölgede çevre kirliliğine neden olan hayvancılık işletmelerine ait hayvansal atıkların bertarafı konusunda kalıcı çözüm oluşturulacaktır.
- Ulusal enerji tedariği konusunda yerli katkı sağlanacaktır.

Orta-uzun vadede ortaya çıkması beklenen faydalar şu şekildedir

- Ülke ileri teknoloji üreten markalaşan rekabet eden sürdürülebilir Ar-Ge ve İnovasyon faaliyetine sahip olacaktır.
- Ülkeye, bölgeye, kişiye katma değer sağlayacaktır.

- İstihdam artacaktır.
- Ulaşılabilir maliyette organik gübreye ulaşım sağlanacağı için tarımsal üretim nitelik ve nicelik değerleri iyileşecektir.
- Atık bertarafı konusunda ortaya çıkan alternatif kalıcı çözüm sayesinde bölgesel hayvancılık yatırımları artacaktır.
- Toplumsal refah ve huzur artacaktır.

14.2. Projenin Toplumsal Gruplara Etkisi

Toplumsal gruplar bazında sağlanacak faydalar ise şu şekildedir;

İlde yaşayan nüfus: Bu proje, ilde tarımsal teknoloji, Ar-Ge ve yenilikçilik kapasitesinin gelişimine ivme kazandıracak ve bu gelişimin ilin ekonomik ve sosyal gelişimine katkı sağlayacaktır. Bu gelişimden öncelikli olarak ilde yaşayan nüfus (kadın, erkek, çocuk, genç, yaşlı vb.) fayda sağlayacaktır.

Hizmet ve sanayi sektörüne başarılı, sürdürülebilir işletmelerin kazandırılması ilde teknoloji, Ar-Ge ve yenilikçilik kapasitesinin gelişimine, ilin katma değeri yüksek üretime geçişine ve rekabet gücünün artmasına ciddi katkılar sağlayacaktır. İlde bu gelişimden fayda sağlayacak gruplardan birisi de halihazırda faaliyet gösteren mevcut tarımsal ve hayvansal üretici birlikleri, çiftçiler, hizmet ve tarımda dayalı sanayi işletmeleridir.

İlimizdeki çiftçiler, bilinçli ve teknolojik imkanlarından faydalanıp tarım ve hayvancılık alanında elde edecekleri ürün kalitesiyle sosyo-ekonomik durumları önemli düzeyde iyileşecektir.

15. PROJE YÖNETİMİ VE UYGULAMA PROGRAMI

15.1. Proje Yürütücüsü Kuruluş ve Teknik Kapasitesi

Proje yürütücüsü kuruluş Van Büyükşehir Belediyesidir. Van Büyükşehir Belediyesi Vergi Usul Kanunu'na göre (229. Madde ve ardışık maddeleri) yasal statüsünden ötürü fatura kesememektedir. Bu nedenle de halihazırda planladığı enerji yatırımlarını hayata geçirdiğinde, fatura kesilemediğinden destekleme mekanizması (YEKDEM) kapsamında değerlendiremeyecek ve / veya piyasaya satamayacaktır. Bu bilgiler ışığında;

- Lisanslı yenilenebilir enerji tesislerinin YEKDEM kapsamında sabit fiyat garantisinden yararlanarak, elektrik enerjisini satabilmeleri için ilgili süreç tesisin işletmecisi olan tüzel kişinin bölgedeki görevli dağıtım şirketine fatura kesebilmesi gerektirmektedir.

- Lisanslı tesislerinde üretimlerinin ikili anlaşma ile satışı veya gün öncesi piyasasına satışı da yine üretici tarafın fatura kesmesini gerektirmektedir. Yenilenebilir enerjiye dayalı lisanslı tesislerde fatura EPIAŞ / PMUM'a kesilmektedir.
- Bu sorunu bertaraf etmek üzere Büyükşehir Belediyesi'nin hissedarı olduğu (ilave hissedarlıkların da ilgili paydaşlara verilmesi gündeme gelebilecektir) bir şirket kurulmak veya Büyükşehir Belediyesinin mevcut şirketlerinden birine enerji yatırımlarını işletme görevi verilmek suretiyle çözüm getirilebilir. 5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 70. maddesi uyarınca belediyeler şirket kurma hakkına sahiptir. Belediye veya bağlı idarelerin sermayelerinin en az %15 ve en çok %50'sine sahip olduğu anonim şirketler, "belediye iştiraki" olarak nitelendirilmektedir.

Özet olarak, yapılması planlanan 3,12 MWe kapasiteli şebeke bağlantılı lisanslı biyogaz tesisinde üretilen elektriğin YEKDEM kapsamında veya Serbest Piyasada satılacak olması dolayısıyla, bu proje yürütücüsünün fatura kesebilen bir tüzel kişilik olması zorunludur. Geline nokta eğer mümkünse yeni bir iştirak kurularak bu projenin yürütücülüğünün bu iştirak tarafından yapılmasının en uygun alternatif olduğu değerlendirilmektedir.

15.2. Proje Organizasyonu ve Yönetim

Projenin yatırım dönemi için teknik kapasitesi yeterli, yerel bazda sektör tecrübesi ve iş gerçekleştirmesi olan bir danışman firmadan hizmet alınacaktır. Bu hizmet kapsamında gerekli tüm yasal izin başvuru ve takip işlemleri, satın alma ve tedarik yönetimi, uygulama organizasyon ve koordinatörlüğü ve devreye alma işlemleri bulunacaktır. İşletmeye geçiş sonrası aynı nitelikteki bir danışmandan proses yönetim ve takip hizmeti alınacaktır.

15.3. Proje Uygulama Planı ve Projede Kritik Aşamalar

Yatırım kararından projenin hayata geçmesine kadar geçen süreyi kapsayan proje uygulama aşaması, iç içe geçmiş birtakım faaliyetlerden oluşmakla beraber, bu aşamada belirli bir proje yönetim ekibi oluşturulması ve projenin uygulanması için gerekli işlemlerin tespiti gerekir. Etüdün bu bölümünde uygulama planı ile ilgili hususlara yer verilmiştir. Proje faaliyetlerinin bir zaman çizelgesine dönüştürülmüştür. Toplam proje gerçekleştirme süresi 18 ay (72 hafta) olarak öngörülmektedir (Ek-5).

16. SONUÇ

Proje ticari açıdan incelendiğinde, %10 indirgeme oranından hesaplandığında, projenin Net Bugünkü Değeri (NBD) 8.587.903,97 \$ olarak elde edilmektedir. Projenin sağladığı İç Karlılık Oranı (İKO) ise %30,02 olarak bulunmaktadır. Her iki gösterge de projenin fazlasıyla karlı bir yatırım olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan, projenin geri ödeme süresi 4 yıl 6 ay olarak hesaplanmış olup sosyal faydaları da göz önünde bulundurulduğunda avantajlı bir süredir. Projenin fayda-maliyet oranının 1'den büyük olması, kamu faydasını öne alan yatırım projeleri için kabul edilebilir olduğunu göstermektedir. Elde edilen 1,49 oranı, söz konusu projenin olumlu kabul edildiğinin ve belirlenen indirgenme oranının da kullanılmasıyla projenin sürdürülmesinin olumlu bir karar olacağını göstermektedir.

Her ne kadar raporda dövizde endeksli fiyatlar kullanılmış ve KKO olabildiğince gerçekçi olarak belirlenmeye çalışılmış ise de 30 yıl gibi uzun bir süre içerisinde neler olabileceğini bugünden kestirmek mümkün olamamaktadır. Bu sebeple, fiyatlarda ve KKO'da aşağı veya yukarı dalgalanma olabileceği dikkate alınarak, NBD ve İKO'nın bu dalgalanmalardan nasıl etkileneceğinin belirlenmesi amacıyla duyarlılık analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda, olumsuz koşullarda bile projenin %10 iskonto oranı ile karlı bölgede kaldığı görülmüştür.

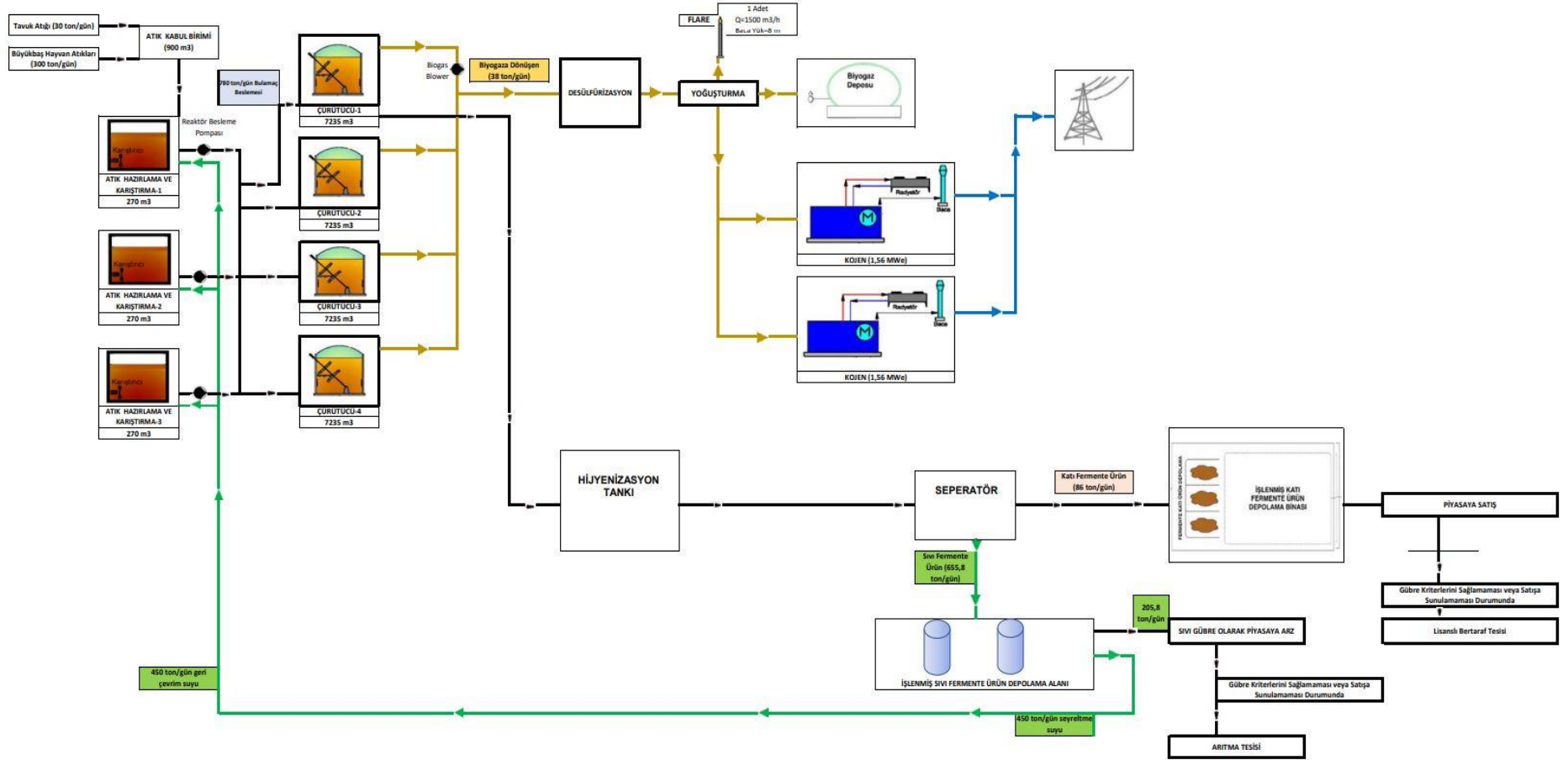
Sonuç olarak; proje için yapılan talep ve teknik etüt analizleri olumlu çıkmakta, karlılık hesaplama sonuçları ise gerek ticari gerekse ekonomik açıdan projenin yapılabilir olduğunu göstermektedir. Ancak üretim sürekliliğine karşı duyarlı olan projenin sürdürülebilirlik yönünü belirleyen işletme başarısı konusuna gereken önem verilmelidir.

KAYNAKÇA

- Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı (2022), TRB2 Bölgesi 2014-2023 Bölge Planı, Erişim Adresi: https://www.daka.org.tr/panel/files/files/yayinlar/trb2_2014_2023_bp.pdf
- Novabes Van Erçek BES Ön Fizibilite Raporu (2021)
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2020), Biyogaz Klavuzu, Erişim Adresi: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/biyogaz%20kilavuzu%20pdf.pdf>
- T.C. Strateji ve Bütçe Başkanlığı, On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), Erişim Adresi: <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf>
- Türkiye İstatistik Kurumu (2012-2022), Bölgesel İstatistikler, Erişim Adresi: <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/anaSayfa.do?dil=tr>
- Van Büyükşehir Belediyesi (2022), 2020-2024 Dönemi Stratejik Planı, Erişim Adresi: <https://van.bel.tr/Strateji.html>

EKLER

1- Biyogaz enerji ve organik gübre üretim tesisi akış şeması



2- Kaynaktan Enerji Hesabı

	BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ	YUMURTA TAVUĞU GÜBRESİ	TOPLAM	Birim
Atık Miktarı	109.500,0	10.950,0	120.450,0	ton/yıl
Gaz Verimi	550,0	650,0	560,1	(m ³ Biyogaz/ton Organik Kuru Madde)
Kuru Madde Oranı	20,0	25,0	20,5	%
Uçucu Kuru Madde Oranı	85,0	75,0	83,9	%
Biyogaz Üretimi	1.168,8	152,3	1.321,1	m ³ /saat
Biyogaz Üretimi	28.050,0	3.656,3	31.706,3	m ³ /gün
Biyogaz Üretimi	10.238.250,0	1.334.531,3	11.572.781,3	m ³ /yıl
Metan Üretimi	677,88	99,03	776,9	m ³ /saat
Metan Yoğunluğu	58,0	65,0	58,8	%
Gaz Motoru Elektrik Verimi	42,1	42,1	42,1	%
Üretilen Elektrik Miktarı	2.723,3	397,8	3.121,1	kWh
Yıllık Üretilen Elektrik Miktarı	20.424,8	2.983,6	23.408,4	MWY
Kapasite Faktörü	80,0	80,0	80,0	%
Çalışma saati*	7.500,0	7.500,0	7.500,0	h
Kurulu Güç (İç Tüketim Miktarı)	563,5		563,5	kWh
Net elektrik Üretim Miktarı (Günlük)*	2.535,5	210,0	2.745,5	kWh
Net elektrik Üretim Miktarı (Yıllık)	19.016.053,0	1.574.888,9	20.590.941,9	kWYıl
1 kW elektrik üretimi için gerekli atık karışımı miktarı	0,23			kg
1 kW elektrik üretimi için gerekli gaz miktarı	0,42			m ³

3- Biyogaz elektrik ve gübre santrali bütçe detayı

PROJE MALİYET TABLOSU					
SIRA	İŞ KALEMİ	AÇIKLAMA	ADET	BİRİM	BEDEL (DOLAR)
1.0	İNŞAAT İŞLERİ				2.150.000
1.1	SAHA HAZIRLIĞI (HARFİYAT İŞLERİ)	-	1	SET	200.000
1.2	FERMANTÖRLER	Çap: 32 m, İç Yükseklik : 9 m, Tahmini Perde Kalınlığı: 50 cm, Yer Üstü, Prefabrik Betonarme Çatılı, İç Tavan ve Son 1 m Perde Duvar Üzeri İçten Gaz Sızdırmazlık Yalıtımlı, Sillindirik Tank Formlu, Doka Kalıplı İmalat	4	ADET	1.000.000
1.3	HAMMADDE ÖN DEPOLAMA ALANI	Boy: 15 m, En: 5 m, Yükseklik: 3 m, Tahmini Perde Kalınlığı: 25 cm, Yer Üstü, Üstü Çelik Konstruksiyon Kapama	4	ADET	100.000
1.4	HAMMADDE ÖN HAZIRLIK HAVUZLARI	Boy: 17 m, En: 5 m, Derinlik: 4 m, Tahmini Perde Kalınlığı: 25 cm, Yere Gömme, Dikdörtgen Formlu, Kenar Dönüşleri 45° Pahlı, Orta Perdeli	3	ADET	250.000
1.5	HAMMADDE TRANSFER VE GAZ ŞARTLANDIRMA ÜNİTELERİ ALANI	Yüzey Alanı: 1250 m ² , Açık Alan Zemin Beton, Tahmini Kalınlık: 20 cm, Çelik Hasırlı	1	ADET	50.000
1.6	FERMENTE ÜRÜN DEPOLAMA ALANLARI (KATI FERMENTE ÜRÜN ARA DEPOLARI)	Boy: 15 m, En: 10 m, Yükseklik: 3 m, Perde Kalınlığı 25 cm, Yer Üstü, Üstü Çelik Konstruksiyon Kapama	1	ADET	125.000
1.7	FERMENTE ÜRÜN DEPOLAMA ALANLARI (SIVI FERMENTE ÜRÜN ARA DEPOLARI)	Çap: 24 m, Yükseklik : 9 m, Perde Kalınlığı: 50 cm, Yer Üstü, Prefabrik Betonarme Çatılı, Sillindirik Tank Formlu	1	ADET	200.000
1.8	KOJENERASYON SİSTEMİ ALANI, KONTROL ODASI, YG HÜCRELERİ, TRAFOLAR	Boy: 20 m, En: 30 m, Yükseklik: 5 m, Dikdörtgen Bina, Tek Kat	1	ADET	100.000
1.9	SOSYAL TESİSLER (İDARİ BİNA, YEMEKHANE, PERSONEL ALANLARI)	Boy: 20 m, En: 15 m, Yükseklik: 3 m, Dikdörtgen Bina, Tek Katlı	1	ADET	125.000
2.0	MEKANİK EKİPMANLAR VE MONTAJ İŞLERİ				3.650.000
2.1	HAMMADDE HAZIRLIK SİSTEMİ POMPALARI	Dalgıç Tip	4	ADET	25.000
2.2	HAMMADDE HAZIRLIK SİSTEMİ KARIŞTIRICILARI	Dalgıç tip, Yüksek Devirli	7	ADET	50.000
2.3	PARÇALAYICI, veya MACERATOR	Hat Üstü, Paslanmaz Bıçaklı	1	ADET	15.000
2.4	SHREDDER	Büyük Parçalı Atıların Parçalanması ve Homojen Hale Getirilmesi İçin	1	ADET	30.000
2.5	HAMMADDE ÖN ISITMA EŞANJÖRÜ	Shell&Tube, Gövde Borulu, Paslanmaz Malzemeden Mamul	1	ADET	30.000
2.6	FERMANTÖR BESLEME	Monopump	2	ADET	20.000

	POMPALARI				
2.7	FERMANTÖRLER ARASI GÜBRE TRANSFER POMPASI	Monopump	6	ADET	60.000
2.8	FERMANTÖR ÇIKIŞI SEPERATÖR BESLEME POMPASI	Monopump	2	ADET	20.000
2.9	ÇÜRÜTÜCÜ KARIŞTIRICILARI	Harici Motorlu, Düşük Devirli, Pedallı Tip	16	ADET	250.000
2.10	ÇÜRÜTÜCÜ GÜVENLİK BACALARI	Sulu Tip, Paslanmaz Malzemeden Mamul	4	ADET	30.000
2.11	ÇÜRÜTÜCÜ GÖZETLEME CAMLARI	Gaz Sızdırmaz Özellikli, Prosese Özel Üretim	8	ADET	20.000
2.12	FERMENTE ÜRÜN SUSUZLAŞTIRMA VE HİJYENİZASYON SİSTEMİ	Vidalı Tip Seperatör Sistemi	2	ADET	180.000
2.13	FERMENTE SIVI ÜRÜN DEPOLAMA TANKLARI KARIŞTIRICILARI	Dalgıç tip, Yüksek Devirli	8	ADET	60.000
2.14	FERMENTE SIVI ÜRÜN BASMA POMPALARI	Monopump	2	ADET	20.000
2.15	GAZ BLOWERLARI	Biyogaz İle Çalışmaya Uygun	3	ADET	45.000
2.16	SICAK SU DAĞITIM SİSTEMİ	Hat Üstü, Self Controlled	8	ADET	20.000
2.17	YAĞ POMPALARI	-	2	ADET	2.000
2.18	KOJENERASYON SİSTEMİ VE YAN AKSAMLARI	1.560 kWe Gücünde Gaz Motoru, Taze Hava Fanları, Isı Enerjisi Transfer Sistemleri ve Su Soğutma Sistemleri	2	SET	1.800.000
2.19	GAZ ŞARTLANDIRMA ÜNİTELERİ	Biyolojik Desülfürizasyon Sistemi, Nem Alma Eşanjörü	1	SET	230.000
2.20	GAZ DEPOLAMA ÜNİTESİ (YERE MONTE ÇİFT MEMBRAN SİSTEMİ)	Yere Monte Çift Membran Sistemi	1	SET	100.000
2.21	VANALAR (GAZ, SU, GÜBRE)	Özel Gaz Tipi Kelebek Vanalar, Bıçaklı Tip Gübre Hattı Vanaları, Su Hattı için Küresel Vanalar, 3-Yollu Vanalar	1	SET	165.000
2.22	INDİKATÖRLER	Flush Diyaframlı ve Termovelli Hat Üstü Tipler	1	SET	25.000
2.23	KOMPRESÖR	Vidalı Tip	1	ADET	10.000
2.24	TRANSFER HATLARI (GAZ, GÜBRE, SICAK SU KULLANIM ALANLARI)	AISI 304 Gübre Hatları, Karbon Çelik Su Hatları, AISI 316 Malzemeden Mamul Gaz Hatları, Az Miktarda HDPE	1	SET	200.000
2.25	FLARE	Biyogaz Yakmaya Uygun Acil Durum Gaz Yakma Ekipmanı	1	ADET	25.000
2.26	GAZ ANALİZ CİHAZLARI	El Tipi Biyogaz Analizörü ve 10 Kanallı Sabit Tip Biyogaz Analizörü	1	SET	28.000
2.27	DAHİLİ DESÜLFÜRİZASYON SİSTEMİ	Santrifüj Tip Hava Fanları, Fermintör İçi Hava Dağıtma Sistemi	4	SET	15.000
2.28	MAKİNE EKİPMAN MONTAJ - MEKANİK UYGULAMA	Tüm Mekanik uygulama İşleri	1	SET	150.000
2.29	DEVREYE ALMA AŞAMASI İÇİN KÖMÜR KAZANI	Otomatik Beslemeli	1	ADET	25.000
3.0	ELEKTRİK İŞLERİ				1.000.000

3.1	ENERJİ NAKİL HATTI PROJE VE UYGULAMA İŞLERİ, YÜKSEK GERİLİM MALZEME VE UYGULAMALARI	1 km Öngörülen ENH hattı, YG Panoları ve Panoların Dağıtım Şirketine SCADA Adaptasyonu, Nötr Direnci, Step-Up trafoları, İç İhtiyaç Trafosu	1	SET	250.000
3.2	ALÇAK GERİLİM MALZEME VE UYGULAMALARI	MCC Panoları, Kompanzasyon Panosu, ADP-JENTRF. Panosu	1	SET	250.000
3.3	KONTROL SİSTEMLERİ	PLC Panoları, Kontrol Sistemleri, Tüm Kontrol Ekipmanları ve Enstrümanları	1	SET	350.000
3.4	ELEKTRİK TESİSATI MALZEME VE MONTAJ İŞLERİ	Kablo Taşıma Sistemleri, Tüm Kablolar, Topraklama, Paratoner ve Sarf Malzemeleri, İç-Dış Aydınlatma Sistemleri, İç-Dış Kamera Sistemleri, Tüm Pano ve Trafo Montajları, UPS ve Redresör Sistemleri, Dizel Jeneratör	1	SET	150.000
4.0	LABORATUVAR İŞLERİ				60.000
4.1	MANYETİK KARIŞTIRICI		1	ADET	100
4.2	pH METRE		1	ADET	1.750
4.3	İLETKENLİK ÖLÇER		1	ADET	2.400
4.4	NEM TAYİN CİHAZI		1	ADET	7.000
4.5	ETÜV		1	ADET	3.750
4.6	KÜL FIRINI		1	ADET	6.000
4.7	HASSAS TERAZİ		1	ADET	4.500
4.8	SANTRİFÜJ MAKİNESİ		1	ADET	8.500
4.9	FOS/TAC OTOMATİK TİTRATÖR		1	ADET	12.000
4.10	SAF SU DİSTİLYASYON SİSTEMİ		1	ADET	4.000
4.11	SPEKTROFOTOMETRE		1	ADET	8.000
4.12	OTOMATİK MİKROPİPET		2	ADET	2.000
5.0	İŞ MAKİNALARI				350.000
5.1	VİDANJÖR	18-20 m ³ Taşıma Kapasiteli, Emme ve Basma Donanımlı, 2. el	1	ADET	150.000
5.2	HAVUZ DORSELİ KAMYON	30 ton Taşıma Kapasiteli, Sızdırmaz Kasalı, 2. el	1	ADET	100.000
5.3	KEPÇELİ YÜKLEYİCİ	Kabinli, Uzun Bomlu, Kazıcı-Yükleyici, 2. el	1	ADET	100.000
6.0	ETÜT, PROJE, MÜHENDİSLİK VE DANIŞMANLIK HİZMETİ GİDERLERİ		1	ADET	350.000
			TOPLAM		\$7.560.000

27.01.2022 10:41

T.C. VAN BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

*** Tkgm Servisleri kapatıldığı için Tapu Raporu Taşınmaz ait ŞBİ, Rehin, teferruat, muhdesat, eklenti bilgileri olmadan kısıtlı bilgiler ile rapor oluşturulmuştur. Sadece bilgilendirme amaçlıdır. Resmi işlemlerde kullanılamaz ***

TAŞINMAZA AİT TAPU KAYDI	
Zemin Tipi	:Ana Taşınmaz
Zemin No	:119259827
İl/İlçe	:VAN/İPEKYOLU
Kurum Adı	:İpekyolu
Mah/Köy Adı	:YALINAĞAÇ
Mevkii	:
Cilt/Sayfa No	:11/1023
Kayıt Durum	:Aktif



MÜLKİYET BİLGİLERİ

Sistem No	Malik	Elbirliği No	Hisse Payı/Payda	Metrekare	Edinme Sebebi - Tarih - Yev.	Terkin Sebebi - Tarih - Yev.
636389918	MALİYE HAZİNESİ	-	1/1	53913.85	Mülkiyet ve Hisse Oranlarının Düzeltilmesi- 18/01/2022-1571	

İpotek

Alacaklı	Müşterekmi?	Borç	Faiz	Derece/Sıra	Süre	Tesis Tarih - Yev.	Borçlu	SDF Hakkı
----------	-------------	------	------	-------------	------	--------------------	--------	-----------

BU BELGE VAN BÜYÜKŞEHİR BELEDİYE BAŞKANLIĞI İLE TAPU KADASTRO GENEL MÜDÜRLÜĞÜ ARASINDA İMZALANAN PROTOKOL KAPSAMINDA DÜZENLENMİŞTİR

Raporlayan : Faik Alkış
Rapor Tarih ve Saat: 27.01.2022 10:40:01

5- Van Erçek BES yatırım termin programı

VAN ERÇEK BES TERMİN PROGRAMI																													
İŞİN ADI	ÖNLİSANS ALMA					LİSANS ALMA					DİĞER YASAL SÜREÇLER VE GEÇİCİ KABUL																		
	HAFTALAR																												
	1	10	15	16	18	20	22	24	26	28	30	32	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	68	70	72	
MÜHENDİSLİK İŞLERİ																													
BİYOGAZ TESİSİ DİZAYNI																													
DİZAYN ÇALIŞMALARININ SONUÇLANDIRILMASI																													
BAĞLANTI VE SİSTEM KULLANIM ANLAŞMALARININ İMZALANMASI																													
DETAYLI DİZAYN																													
BÜYÜK SİPARİŞLER																													
BİYOGAZ MOTORU GENERATÖR																													
DİĞER EKİPMANLAR																													
STEP UP TRANSFORMATÖRÜ																													
ELEKTRİK TEÇHİZATI																													
MONTAJ																													
ŞANTİYENİN HAZIRLANMASI VE İNŞAAT İŞLERİ																													
MOTOR-JENERATÖR TEMEL İŞLERİ																													
DİĞER EKİPMANLAR																													
BİYOGAZ MOTORU GENERATÖR MONTAJI																													
BORULAMA																													
ELEKTRİK TEÇHİZATININ MONTAJI																													
DEVREYE ALMA																													
BİYOGAZ MOTORU-GENERATÖR İLK STARTI																													
DİĞER EKİPMANLAR																													
ÜNİTE YÜK ALMA/SENKRONİZASYON																													
PERFORMANS TESTLERİ/ÜNİTENİN TAMAMLANMASI																													
TESİS TAMAMLANMA SÜRESİ																													
İnşaat Öncesi dönem						20	Hafta																						
İnşaat sonrası dönem						52	Hafta																						
Toplam						72	Hafta																						