



**KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENERJİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**BİYOĞAZ ENERJİSİ YAKIT PROSESİ ve
OPTİMAL TESİS BÜYÜKLÜĞÜ UYGULAMALARI**

Adil TURAN

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
KASIM 2022**

BİYOĞAZ ENERJİSİ YAKIT PROSESİ ve
OPTİMAL TESİS BÜYÜKLÜĞÜ UYGULAMALARI

Adil TURAN

KTO Karatay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Enerji Yönetimi Anabilim Dalı
Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Sırrı UYANIK

Konya
Kasım 2022

BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını basılı veya dijital biçimde arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullar dâhilinde erişime açma iznini KTO Karatay Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle, Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak ve gelecekteki çalışmalar (makale, kitap, lisans, patent vb.) için tezimin tamamının veya bir bölümünün kullanım hakları yalnızca bana ait olacaktır.

Tezimin bütünüyle kendi çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izinle kullanılması zorunlu olan kaynakları, yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde izinlerin suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında, tezim, aşağıda belirtilen koşullar haricince, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve KTO Karatay Üniversitesi Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.¹

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ay ertelenmiştir.²

Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.³⁴

24 Kasım 2022

Adil TURAN

¹ MADDE 6(1) Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

² MADDE 6(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

³ MADDE 7(1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

⁴ MADDE 7(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

ETİK BEYAN

KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez/Proje Hazırlama ve Yazım Kurallarına uygun olarak Dr. Öğr. Üyesi Sırrı UYANIK danışmanlığında tarafımdan üretilen bu tez/proje çalışmasında; sunduğum tüm veri, enformasyon, bilgi ve belgeleri bilimsel etik kuralları çerçevesinde elde ettiğimi, tüm değerlendirme, analiz, bulgu ve sonuçları bilimsel usullere uygun olarak sunduğumu, tez/proje çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin/projemin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

24 Kasım 2022

Adil TURAN

TEŐEKKÖR

Tez çalışmasının bÖtÖn aŐamalarında değerli bilgi ve deneyimleriyle bana yardımcı olan, Dr. Sırrı UYANIK hocama teŐekkÖrlerimi sunarım.

24 Kasım 2022

Adil TURAN

ÖZET

Adil TURAN

Optimal Biyogaz Kurulum ve İşletme Maliyetleri

Yüksek Lisans

Konya, 2022

Biyogaz teknolojisi günümüzde atıklardan enerji üretimi konularında kullanılan en yaygın yöntemlerinden biri olmuştur. Atıkların işlenmesi sonucu hem enerji ve hem de dolayısıyla gelir elde edilmektedir. Üretilen enerjinin bir bölümü tesiste doğrudan veya işlenerek kullanılabilir. Biyogaz tesisleri kısa vadede atık yönetimi konusunda önem arz ederken uzun vadede enerji gelir kaynağını oluşturabilecek öneme sahiptir. Buna katkı yapan bir etkende optimal büyüklüğü hesaplanan işletmelerde bakım giderlerinin asgari (en az) olması ve tesisin kurulduktan sonra verim kaybının uzun vadede düşük olmasıdır. Yatırım ve işletme maliyetleri iyi hesaplanmış bir tesiste verim daha fazladır.

Bu çalışmada biyogaz tesislerinin daha kontrollü ve ekonomik işletilebilmesine olanak sağlamaktadır. Öncelikle biyogaz süreçlerini ayrıntılı olarak anlatıldıktan sonra, optimal bir biyogaz tesisin kurulum maliyetleri işletme maliyetleri, verimi ve enerji üretim miktarı ile optimal tesis büyüklüğü araştırılmıştır. Mevcut bazı iyi örneklerden yola çıkarak, Türkiye koşullarında optimal ekonomik işletme büyüklükleri bulunmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler

Biyogaz enerjisi, Yatırım ve İşletme Maliyetleri, Optimal Büyüklük

ABSTRACT

Adil TURAN

Optimal Biogas Installation and Operating Costs

Konya, 2022

Biogas technology has become one of the most common methods used in energy production from waste today. As a result of the processing of wastes, both energy and therefore income are obtained. A part of the energy produced can be used directly or by processing in the facility. While biogas plants are important for waste management in the short term, they have an importance that can create an energy income source in the long term. Another factor contributing to this is that the maintenance costs are minimal (at least) in the enterprises whose optimal size is calculated and that the efficiency loss is low in the long term after the establishment of the facility. Efficiency is higher in a facility whose investment and operating costs are well calculated.

In this study, it allows more controlled and economical operation of biogas plants. First of all, after the biogas processes are explained in detail, the installation costs, operating costs, efficiency and energy production amount of an optimal biogas plant and the optimal plant size are investigated. Based on some good examples available, it has been tried to find optimal economic firm sizes in Turkey conditions.

Keywords

Biogas energy, Investment and Operating Costs, Optimal Size

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
BİLDİRİM	ii
ETİK BEYAN.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER DİZİNİ.....	xii
KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. BİYOGAZIN OLUŞUM SÜRECİ ve TEKNOLOJİSİ	3
2.1. Biyogaz Üretiminde Kullanılan Malzemeler	3
2.1.1. Tarımsal Materyaller	4
2.1.2. Tarım Endüstrisi Yan Ürünleri.....	8
2.2. Anaerobik Fermantasyon Süreci	14
2.2.1. Çevre Koşulları	17
2.2.2. Fermentasyon Proses Kontrolü	23
2.2.3. Nakliyat ve Yükleme.....	26
2.2.4. Fermentörün Konstrüksiyonu.....	27
2.2.5. Isıtma ve Isı Yalıtımı.....	28
2.2.6. Fermente Olmuş Materyalin Depolanması.....	29
2.2.7. Üretilen Biyogazın Depolanması	30
2.3. Biyogaz Tesislerinin İşletilmesi	31
2.3.1. Biyolojik Süreçlerin Kontrolü.....	32
2.3.2. İşletme Otomasyonu.....	40
2.3.3. Proses kontrolü	41
2.3.4. İşletme Güvenliği	49
2.3.5. Çevre Kalitesi	49
2.3.6. Tesis İşletilmesinde Sürekliliğin Sağlanması.....	51
2.3.7. Fermantasyon Artığının Kalitesi ve Değerlendirilmesi	53

3. TESİSİN HUKUKİ-İDARİ-MALİ ÇERÇEVESİ ve ORGANİZASYON.....	55
3.1. Hukuki ve İdari Çerçeve Koşulları.....	56
3.1.1. Biyokütleden Elektrik Üretiminde Teşvik	56
3.1.2. Biyogaz tesislerinin ruhsatlandırılması	56
3.2. Tesis Ekonomisi	57
3.2.1. Gelirler- Giderler.....	58
3.2.2. Model Tesislerin Ekonomikliği.....	59
3.3. İŞLETME ORGANİZASYONU	60
3.3.1. Uygun Bir Tesis Bölgesinin Seçilmesi.....	61
3.3.2. Biyogaz Tesislerinin Yapımına Dair Vergi ve Hukuksal Açıklamalar.....	62
3.3.3. İrat Vergisi Bakımından Etkileri	63
4. ÖRNEK BİR PROJENİN UYGULAMAYA KONULMASI	63
4.1. Fikir ve Proje Taslağı	63
4.2. Fizibilite Analizi.....	64
4.3. Halkla İlişkiler Çalışmaları Vasıtasıyla Yatırım Hazırlığı	64
4.4. Planlama Adımları.....	65
4.5. İnşaat Planlaması ve Tesis İnşası	65
4.6. İnşaat Hizmetlerinin Teslim Alınması	66
4.7. Tesisin Çalıştırılması.....	67
4.8. Gerekli Sözleşmeler	68
4.9. Biyokütle Tedarik Sözleşmesi.....	69
5. BAZI ÜLKELERDEN BAŞARILI ÖRNEKLER	70
5.1. Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Almanya’da Biyogazın Konumu ve Önemi	70
5.1.1. Biyokütleden Enerji Kazanımı Seçeneği Olarak Biyogaz Üretimi	74
5.1.2. Potansiyeller	75
5.1.3. Geleceğe Bakış	75
5.2. Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Çin’de Biyogazın Konumu ve Önemi.....	76
5.2.1. Biyokütleden enerji kazanımı seçeneği olarak biyogaz üretimi.....	76
5.2.2. Potansiyeller	77
5.2.3. Geleceğe Bakış	80
5.3. Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Hindistan’da Biyogazın Konumu ve Önemi	81
5.3.1. Biyokütleden enerji kazanımı seçeneği olarak biyogaz üretimi.....	82

5.3.2. Potansiyeller	83
5.3.3. Geleceğe Bakış	84
6. OPTİMİZASYON ve BAŞARI KOŞULLARI	86
6.1. İşletmelerde Başarısızlık Durumları ve Optimal Olmayan Tesis Örneği	87
6.2. Optimizasyon Hesaplaması Yapılan İşletmelerin Başarı Faktör Analizi	90
7. SONUÇ	100
KAYNAKLAR	101
ÖZGEÇMİŞ	106

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2-1: Farklı atıkların besin maddesi değerleri	4
Tablo 2-2: Çiftlik gübresinin gaz verimi ve metan randımanı	5
Tablo 2-3: Seçilmiş yenilenebilir hammaddelerin madde verileri	8
Tablo 2-4: Seçilmiş yenilenebilir hammaddelerin biyogaz verimleri	9
Tablo 2-5: Anaerobik bozulma işlemlerinde zararlı maddeler ve zararlı konsantrasyonları	23
Tablo 2-6: Maddelere özgü metan ve biyogaz üretimi	25
Tablo 2-7: Mikro elementlerle ilgili referans değerler	38
Tablo 2-8: Biyogaz tesisleri için biyolojik sürecin izlenmesine ilişkin ölçüm	44
Tablo 4-1: Biyokütle tedarik sözleşmesinin hususları	69
Tablo 6-1: Büyükbaş hayvanlar ve atık üretimlerine ait genel bilgiler	92
Tablo 6-2: Verilere göre oluşan hayvan başına katı atık miktarı ve özellikleri	93
Tablo 6-3: Büyükbaş hayvan tipine göre üretilen katı atık miktarı	93
Tablo 6-4: Biyogaz Potansiyeli ve Yıllık Gelirler	95
Tablo 6-5: Optimal hesaplama göre yıllık biyogaz ve elektrik enerjisi ve gelir miktarı	95
Tablo 6-6: Optimal hesaplama göre yıllık biyogübre gelir miktarı	97
Tablo 6-7 Biyogaz ve Biyogübre üretim tesislerinin tahmini ilk yatırım maliyetleri	98

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2-1 Anaerobik bozulmanın şekil ile gösterimi.....	15
Şekil 2-2: Çeşitli oranlardaki yükleme oranı ve bekleme süresi arasındaki ilişki	24
Şekil 2-3: Başlatma sırasında besleme rejimi	43
Şekil 2-4: Optimizasyon olanakları.....	52
Şekil 4-1: Tesis kurulum işlem basamakları	61
Şekil 4-2: Biyogaz tesisi projesine ilişkin toplam sistem	62
Şekil 4-3: Biyogaz tesislerine dair fizibilite analiz ölçütleri.....	63
Şekil 5-1: Biyokütle enerji projesi ilerleme safları	72
Şekil 6-1: Üretim Miktarı Hesaplama Formülü	91
Şekil 6-2: Biyogaz Potansiyel Hesaplama	92

SİMGELER DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
BHKW	Kombine isi ve güç santrali
BImSchG	Federal emisyon koruma yasası
BioAbfV	Biyolojik atık yönetmeliği
BR	Yükleme oranı
C	Karbon
CH ₄	Metan
C/N	Karbon-azot oranı
Co	Kobalt
CO ₂	Karbon dioksit
CSB	Kimyasal oksijen ihtiyacı
EEG	Yenilenebilir enerjiler yasası
EU	Avrupa birliği
EVU	Enerji tedarik şirketi
GPS	Tam bitki silajı
MK	Süt inekleri
Mn	Mangan
Mo	Molibden
Fe	Demir
NADP	Nikotinamid adenin dinükleotit fosfat
NawaRo	Yenilenebilir hammaddeler
NfE	N içermeyen ekstrakt maddeleri
NH ₃	Amonyak
NH ₄	Amonyum
Ni	Nikel
KWK	Güç-isi kuplajı
TBL	Tarımda teknik ve yapı işleri derneği
MDÄ	Mineral gübre eşdeğeri
Mg	Magnezyum

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
Amonyak (NH ₃)	Azot içeren gaz, protein, üre ve ürik asit gibi azot içeren bileşiklerin bozulmasından oluşur
Anaerobik bozunabilirlik	Materyallerin veya komateryallerin mikrobiyel dönüştürülme derecesi,
Anaerobik işleme	Biyogaz kazanımı ismi altında organik yapının bozulması amacıyla havasız (oksijensiz) koşullar altında biyoteknolojik proses
Anaerobik mikroorganizmalar	Oksijen bulunmayan ortamlarda yaşayabilen mikroorganizmalar; bazıları için oksijenin varlığı öldürücü olabilir
Atık	Sahibinin elden çıkarttığı, çıkartmak istediği veya çıkartmak zorunda olduğu, üretim ve tüketimden elde edilen artıklar.
Atıkların bertarafı	Geri dönüşüm ve atık yasasına göre atıkların yok edilmesi, atıkların değerlendirilmesi ve bertarafını kapsamaktadır.
Azot oksit	Azot monoksit (NO) ve azotdioksit (NO ₂) gazları NO (azot oksitler) kavramı altında bir araya getirilmiştir. Bütün yanma proseslerinde havadaki azot ile oksijen arasındaki bağlantıların, ayrıca yakıtın içinde bulunan azot içeren bağlantıların oksidasyonu sonucu ortaya çıkarlar.
Bekleme süresi	Materyallerin fermentörde ortalama bulunma süreleri
Birincil enerji kaynağı	Henüz teknik bir dönüşüme tabi tutulmamış olan, doğrudan veya bir veya birden fazla dönüşümden sonra ikincil enerji veya ikincil enerji kaynağı olarak kullanılabilir olan maddeler veya enerji kaynakları (örneğin taşkömürü, linyit, petrol, biyokütle, rüzgâr gücü, güneş ışınları, jeotermal enerji).
Biyogaz	Temelde metandan ve karbondioksitten oluşan ve materyale bağlı olarak ayrıca amonyak, hidrojen hidrojen sülfür, su buharı ve diğer gaz halindeki veya buharlaştırılabilir bileşenleri içerebilen, gaz halindeki fermantasyon ürünü
Biyogaz Tesisi	İşletmeye hizmet eden tüm düzeneklerin ve yapıların da dahil edilmesi ile, biyogazın üretilmesi, depolanması ve değerlendirilmesi ile ilgili tesis; üretim, organik maddelerin fermantasyonu sonucu gerçekleşir.
Biyolojik bozulma	Organik maddelerin, örneğin bitkisel ve hayvansal artıkların mikroorganizmalar tarafından daha basit bileşiklere ayrıştırılması.
C/N oranı	Biyolojik bozulma için belirleyici olan, organik malzeme içindeki toplam karbonun toplam azota oranı.
Desülfürizasyon	Biyogazda hidrojen sülfür oranının düşürülmesi için kimyasal-fiziksel, biyolojik veya bunların kombinasyonu ile gerçekleştirilen işlem
Fermantasyon artığı	Biyogaz kazanımı sonrası, organik ve inorganik bileşenler içeren sıvı veya katı artık

Kısaltma	Açıklama
Hidrojen sülfür (H ₂ S)	Çok zehirli, renksiz, çürük yumurta kokulu, çok düşük yoğunluklarda bile ölümcül ola- bilecek bir gaz. Belirli bir yoğunluktan sonra koku alma duyusu felç olur ve gaz artık algılanamaz.
Hijyenleştirme	Gerektiği takdirde hastalık etmenlerinin ve/veya fitopatojenlerin miktarının düşürülmesi ve/veya ortadan kaldırılması için ilave işlem (Dezenfeksiyon) (a.b. BioAbfV veya (EG) 1774/2002 yönetmeliği)
İkincil enerji kaynağı	Teknik tesislerde birincil veya ikincil enerji kaynaklarının ya da enerjilerinin dönüştürülmesiyle hazırlanan enerji kaynağı; örneğin benzin, fuel oil, elektrik enerjisi. Bu esnada dönüştürme ve dağıtım kayıpları oluşur.
Karbondioksit (CO ₂)	Renksiz, yanmayan, hafif ekşi kokulu, aslen zehirsiz, yanma işlemlerinde suyun yanında oluşan, havada % 4-5 oranında bulunması bayıltıcı, % 8'den itibaren de boğulmak sure- tiyle öldürücü etki yapan gaz
Kombine ısı ve güç santrali	Bir motor ve buna bağlı bir jeneratör yardımıyla, kimyasal olarak bağlanmış enerjinin elektrik ve ısı enerjisine dönüştürülmesi için ünite
Kuru madde oranı (KM)	Bir madde karışımının 105 °C'de kurutulmasından sonra su içermeyen oranı.
Kükürtdioksit (SO ₂)	Renksiz, keskin kokulu gaz. Kükürtdioksit atmosferde bir dizi dönüşüm prosesine tabidir, bunların sonucu olarak örneğin sülfür asidi, sülfürik asit, sülfidler ve diğer maddeler ortaya çıkabilir.
Materyal	Fermantasyon veya mayalanma için hammadde
Metan (CH ₄)	Renksiz, kokusuz ve zehirsiz gaz; yandığı zaman karbondioksit ve su oluşur, metan en önemli sera gazları arasında bulunur ve biyogazın, arıtma gazının, çöp gazının ve doğalgazın en önemli bileşenidir. Havada % 4.4 hacminden sonra patlama yeteneğine sahip bir gaz karışımı oluşturur.
Silaj	Laktik asit fermantasyonu ile konserve edilen bitkisel materyal
Son enerji taşıyıcısı	Son enerji taşıyıcısı tanımı altında enerji taşıyıcıları ve son enerji tanımı altında, son tüketicinin aldığı son enerji taşıyıcılarının enerji içeriği veya ilgili enerji akımları anlaşılmaktadır (örneğin son tüketicinin yakıt tankındaki fuel oil veya ateşleme tertibatının önündeki ahşap talaşı peleti, evdeki elektrik enerjisi, ev aktarma istasyon- undaki merkezi ısıtma). Bunlar ikincil veya gerekirse birincil enerji taşıyıcılarından veya enerjilerinden üretilir ve son enerjiye kadar enerjetik olmayan tüketim, dönüştürme ve dağıtım kayıpları ve enerji dönüştürme sırasında kullanılan sistemlerin kendi tüketimleri kadar azalır. Bunlardan faydalı enerjiye dönüşümde yararlanılabilir.
Tam yük saatleri	Bir tesisin bir yılda tam yükte çalıştığı süre (toplam kullanım saatleri ile ortalama kullanım oranları kullanılarak bir yıllık bir süre zarfında % 100'lük bir kullanım derecesi ile çalışmış gibi hesaplanması ile bulunur).

Kısaltma**Açıklama**

Yağ ayırıcı

Otellerin, büyük mutfakların, et ve balık endüstrisi, kombina ve işleme tesislerinin, mar- garin fabrikalarının ve yağ değirmenlerinin atık sularında bulunan emülsifiye olmamış sıvı veya katı yağların fiziksel olarak ayrılması için tesis (bakınız DIN 4040)

Yenilenebilir
hammadeler

Materyal olarak ve enerji üretimi amaçlı kullanılan biyokütle için kullanılan genel bir kavram (yem ve besin maddesi değil). Burada genel olarak mısır, pancar, ot, sorgum veya yeşil çavdar gibi, silajlandıktan sonra enerji üretimi amaçlı bir kullanıma aktarılabilecek tarımsal hammadeler söz konusudur.

1. GİRİŞ

Her geçen gün artan insan nüfusunun dünyadaki enerji ihtiyacını arttırması buna karşılık dünyamızın başta enerji kaynağı olan fosil yakıtların ortaya çıkardığı sorunlar ve özellikle de küresel ısınmaya yol açıyor olması alternatif enerji arayışlarını da gündeme getirmiştir. Bu kapsamda, su, rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir kaynakların yanısıra hayvansal atık kaynaklı biyogaz enerjisinin de bu konuda katkı yapabileceği öteden beri bilinmektedir. Biyogazın temel kaynağı olan modern hayvancılık işletmeleri, hızla yenilenen ve gelişmeye devam eden modern tesis sistemleri atıklar konusunda da yeni çözümler üretmeye başlamışlardır. Böylece, önemli bir ekonomik potansiyel değere sahip atıkların çevreye zamanla daha büyük sorunlar oluşturmadan ekonomiye kazandırılmasına imkan vermiştir. Gerçekten de, bu konuda gerekli önlemler alınmadığı takdirde, hayvancılık işletmelerinde ortaya çıkan organik atıklar potansiyel bir kirletici olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla hem çevreyle uyumlu atık yönetimi, hem de enerji kazanımı açısından hayvansal işletmelerde ortaya çıkan atıkların kullanımı önem arz eder (Varol, 2017).

Bu konuda geliştirilecek en önemli ve ekonomik çözümlerden biri, hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan hayvan atıkları, gübreler veya diğer organik atıkların kurulacak biyogaz tesislerinde işlenmesi sonucu söz konusu atıkların toprağa ve yüzeysel sulara ya da diğer çevre koşullarına olan olumsuz etkilerinin giderilmesidir. Elde edilen biyogazın yakılması sonucu üretilecek elektiriğin, biyogaz tesislerinden enerji şebekesine verilmesi ya da ısı enerjisi üretilmesi, böylece fosil yakıtların daha az kullanılması sebebiyle de iklim değişikliği ile mücadeleye katkı yapılması sağlanır. Biyogaz tesisinden çıkan bazı ürünlerin de tarım uygulamalarında kullanılabilmesi genel olarak bütüncül bir atık yönetim yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir. Biyogaz tesislerinin kurulumunda çok değişik modeller ve yöntemler kullanılabilir. Ancak burada en önemli konulardan birisi tesisin optimal bir büyüklükte kurularak sürekli ve verimli bir şekilde çalıştırılmasıdır.

Bu çalışmada, konu, ilk olarak bir literatür taramasına tabi tutularak daha önce yapılmış olan çalışmalardan büyük ölçüde yararlanılmış ve bulgu ve katkılar ilgili bölümlerde özetlenmiş bulunmaktadır. Konunu sunum sırası olarak, öncelikle biyogazın elde edilmesinde kullanılan başlıca tarımsal ürünler incelendikten sonra, biyogaz oluşum

süreçleri ayrıntılı olarak ele alınmaktadır. Bu süreçlerin belirli çevresel şartlar altında gerçekleşmesi elde edilecek ürünün özellikleri açısından oldukça önemli görüldüğünden örnek bir biyogaz tesisinin kurulum sürecinin irdelenmesi de çalışmanın belli başlı hedeflerinden biridir. Ayrıca optimal bir tesisin kurulabilmesi için gerekli olan ekonomik, sosyal ve hukuki çerçeve ile idari ve kurumsal bağlamlara ayrı bir bölüm olarak yer verilmiştir. Diğer enerji üretim tesislerinde olduğu gibi, izinler, teşvikler ve diğer idari düzenlemelerin de biyogazdan enerji üretimi konusunda kritik rolü bulunduğundan bu konu da özellikle çalışmamızda vurgulanmıştır.

Çalışmamızda ayrıca özellikle biyogaz kullanımının yaygın olduğu ve teknolojik olarak ilerlemiş ülkelerdeki durum incelenmiş ve bu konudaki en iyi uygulamalardan örnekler sunulmuştur. Bu çerçevede, ülkemizde ve dünyada hem doğru atık yönetimi ve aynı zamanda etkin kaynak kullanımı, atıl yatırımların önlenmesi için bir biyogaz tesisi kurulmadan önce detaylı bir araştırma yapılmalı ve optimal büyüklük en doğru şekilde hesaplanmalıdır. Yürütülecek fizibilite çalışması ile yatırımın ekonomik olup olmadığına karar verilmelidir. Bu amaçla biz de çalışmanın ana hedeflerinden biri olarak optimal büyüklük konusunda tesbitlerde bulunmaya çalıştık. Biyogaz üretiminin ve kullanımının yaygınlaşması, bu konuda optimal büyüklüklerin sağlanması hem enerji güvenliğine katkı yapacak, hem de iklim ve çevre politikalarının uygulanmasına ve emisyonların azaltılmasına destek verilmiş olacaktır.

2. BİYOGAZIN OLUŞUM SÜRECİ ve TEKNOLOJİSİ

Bu bölümde, anaerobik fermantasyon prosesinin temel kavramları, ne şekilde işlediği, etki eden faktörler ve kontrol yöntemleri hakkında bilgiler verilmektedir.

2.1. Biyogaz Üretiminde Kullanılan Malzemeler

Bu bölümde seçilen malzemeler dikkatle incelenecektir. Çünkü malzemenin kökeni ve yaş materyal dışında kalan diğer doğal yaş olman veya tortulaşmış maddeler ile diğer gıda maddelerinin optimal ölçüde olmasının önemi büyüktür. Bununla birlikte istenilen biyogaz üretimi ile biyogaz kalitesi ve malzeme kullanımı hakkında bilgiler verilecektir. Potansiyel olarak mevcut malzemelerin çok sayıda olması nedeniyle, potansiyel olarak mevcut malzemelerin tamamını açıklamak mümkün değildir, bu nedenle bu başlık altında yeterli bilgi bulunmayabilir. Burada anlatılan malzemeler de sürekli olarak seneler içinde farklı değerler verebilir. Amaçla bu parametrelerin aralıkları ve ortalama değerleri verilmiştir. Biyogaz ve metan üretimi ile ilgili bilgiler tek seferde standart metreküp (Nm^3) olarak sunulmaktadır. Bir gazın hacmi sıcaklığa ve basınca bağlı olduğundan (ideal gaz kanunu), hacmin normalleştirilmesi, farklı çalışma koşullarının karşılaştırılabilirliğini sağlar. Normalize edilmiş gaz miktarları, 0 °C sıcaklık ve 1.013 mbar hava basıncına dayanmaktadır. Bu şekilde biyogazdaki metan içeriğinin tam kalorifik değeri, yani biyogaz için 8,89 kWh/m³ belirlenebilir. Kalorifik göstergesi nedeniyle, farklı dahili karşılaştırma hesaplamaları ile üretimine de bağlanabilir.

Ülkemizde 2004 yılında Yenilenebilir Enerji Yasası'nda (EEG) yapılan ilk değişikliğin ardından, yenilenebilir hammaddeler biyogaz enerji üretiminde özellikle önemli hale geldi. O zamandan beri, çoğu yeni biyogaz tesisi yenilenebilir hammaddeler kullanıyor. Aşağıdaki başlıklarda en yaygın olarak kullanılan bazı hammaddeler ayrıntılı olarak açıklanmakta ve malzeme özellikleri ve biyogaz verimleri hakkında bilgi verilmektedir. Yetiştirme kararları verilirken bitki kültürleri tek başına ön planda tutulmamalı ve özellikle mümkün olan yerlerde tam ürün rotasyonları elden geçirilmelidir. Örneğin, yenilenebilir hammaddelerin yetiştirilmesinin genel optimizasyonu, alternatif bitki yetiştirme yöntemlerinin çalışma ekonomisi kriterleri ile sürdürülebilirlik kriterlerinin birleştirilmesiyle sağlanabilir.

2.1.1. Tarımsal Materyaller

2.1.1.1. Çiftlik Gübresi

Hayvancılık istatistiklerine göre biyogaz tesisleri, özellikle sığır ve domuz üretiminde enerji kullanımını için büyük bir potansiyele sahiptir. Özellikle hayvancılık endüstrisindeki işletme kapasitesindeki büyüme ve ardından gübre kullanımı için artan çevresel gereksinimler nedeniyle, ortaya çıkan emisyonlarını önemli ölçüde azaltmak için enerji bağlamında çiftlik gübresi kullanmak hayati derecede önemlidir.

Gübrenin birçok türü bulunmaktadır. Kıyaslama 1’de verilmektedir.

Tablo 2-1: Farklı atıkların besin maddesi değerleri

Materyal	OKM (% KM’de)	N	NH ₄ P ₂ O ₅ (% KM)		K ₂ O
Sıvı sığır gübresi	75-82	2,6-6,7	1-4	0,5-3,3	5,5-10
Sıvı domuz gübresi	75-86	6-18	3-17	2-10	3-7,5
Sığır gübresi	68-76	1,1-3,4	0,22-2	1-1,5	2-5
Kanatlıların gübresi	75	18,4	0,09	14,3	13,5

(Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2010)

Saksı büyüklükleri, toprakları ve sulama miktarları aynı olan bir projenin son aşamasında bitkilerin boyu şu şekildedir: Kaz gübresiyle yetişen: 41cm, Kuş gübresiyle yetişen: 38cm, Kimyasal gübresiyle yetişen: 36cm, Küçükbaş gübresiyle yetişen: 36cm, Büyükbaş gübresiyle yetişen:35cm, Tavuk gübresiyle yetişen:30 cm boya sahiptir.

Gözlemler sonucunda ilk çıkan kaz gübresi ekili saksı, bir gün sonra kuş gübresi ekili saksı ve en son ise tavuk gübre ekili olan saksı olmuştur. Daha sonra yapılan boy ölçümlerinde en fazla artış kaz gübresi katkılı saksıda gözlemlenmiştir. Hemen onun arkasından kuş gübresi gelmiştir. Kaz gübresinin olduğu buğday diğerlerine göre hem uzun hem daha yetişkindir. En az yetişen buğday ise tavuk gübresi ekili olandır. Aynı şartlara tabi tutulmasına rağmen boyu ve yetişmesi diğerlerine göre büyük oranda geri kalmıştır. Buradan şu sonucu çıkarırız: Organik gübrede en verimli kaz gübresi iken en verimsizi tavuk gübresidir. (Çaylan, 2015)

Sıvı inek gübresinin biyogaz üretimi, sıvı domuz gübresinden biraz daha düşüktür ve ton malzeme başına 20-30 Nm³ üretir. Bununla beraber yaş inek atıklarından elde edilen gaz ile domuz atıklarından elde edilen gaza göre daha az metan içeriğine ve dolayısıyla daha düşük metan üretimine sahiptir.

Bu, atıkların farklı bileşiminden kaynaklanmaktadır. Yem kalitesi ve besleme sıklığı kaliteyi artırmak, hayvanların yıllık optimal besin giderleri hesaplandıktan sonra değerlerde büyük değişiklikler olmamaktadır. Bu, çiftlik gübresinin farklı bileşiminden kaynaklanmaktadır. Sıvı inek gübresi esas olarak karbonhidrat içerir ve sıvı domuz gübresi esas olarak domuz gübresindeki metan içeriğini artıran protein içerir. Birincisi, biyogaz üretimi organik kuru madde oranına bağlıdır. Sıvı gübre, uygulamada olduğu gibi seyreltilirse değerlerinden sapabilir. Biyogaz tesisleri nispeten düşük kuru madde içeriği nedeniyle diğer malzemelerle (yardımcı malzemeler) de iyi bir şekilde birleşirler. Bununla birlikte, katı gübrelerin eklenmesi nispeten yüksek teknik girdiler gerektirir. Katı gübreler, katı kıvamı nedeniyle piyasada bulunan hiçbir katı katkı teknolojisi kullanılarak işlenemez.

Tablo 2-2: Çiftlik gübresinin gaz verimi ve metan randımanı

Materyal			Biyogaz üretimi Nm ³ /t	Metanverimi Nm ³ /t	Özgül Metan Nm ³ /t
Sıvı sığır gübresi		Δ	20-30	11-19	110-275
		Ø	25	14	210
Sıvı domuz gübresi		Δ	20-35	12-21	180-360
		Ø	28	17	300
Sığır gübresi		Δ	50-90	29-40	200-250
		Ø	80	44	250
Kanatlıların gübresi		Δ	130-270	70-140	200-360
		Ø	140	90	280
Δ Ölçme değerleri aralığı; Ø: Ortalama değer (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2010)					

2.1.1.2. Mısır

Biyogaz tesislerinde yan ürün olarak en çok kullanılan madde mısırdır. Mısırın dekar başına gösterdiği kalori seviyeleri ve fermantasyon uyumluluğu nedeniyle tesisler için çok uygundur. Toprak besin kalorisi, daha az olan topraklarda ise 29 ila 33 tondur.

Buda mısırın önemli bir kaynak olduğunun göstergelerindedir. Bu kaynağın daha verimli olabilmesi için yetiştiricilerin ekilecek alan için önceden gıda mühendisleri ile toprak tahlileri yaptırması ve uygun aşıllı tohumlar kullanılarak Kasım işleminin yapılması önem arz etmektedir. Burada ekilecek olan arazinin ve alınacak olan ürünün öncelikle; kar maliyeti marjinal faydası ve sürdürülebilirliği gibi önemli hesapların (optimal hesaplar) yapılması önemlidir. Hasat aşamasından sonra da saklanması ve tesis için kullanılabilirlik seviyesinin önemliden atlanmamalıdır. Çünkü mısır yapısından dolayı yumuşak bir gıdadır. Bu sebeple hemen her noktada kullanılabilir. Toplamada, tüm olarak alınır ve doğranır ve saklanır. Aynı zamanda kaybı göz önünde bulundurulmalıdır. DM içeriği %36 Km'den fazla ise silajın lignin içeriği daha yüksek ve dolayısıyla parçalanabilirlik daha düşüktür.

Buna ek olarak, silajın uygun şekilde sıkıştırılmaması, silajın kalitesini ve dolayısıyla depolama stabilitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Siloda depolandıktan sonra doğranmış bitki bileşenleri sıkıştırılır ve folyo ile sarılır. Daha sonra ortalama 11 hafta silaj tesislerde değerlendirilebilir. Malzeme en iyi şekilde yararlanmanın yanı sıra, sadece koçanın kullanılması pratikte bir anlam ifade ediyor. Öğütülmüş mısır ve tane mısır, farklı hasat yöntemleri ve dönemleri nedeniyle yaygın olan çeşitlerdir. Genellikle hasattan sonra silajların, tahıl, mısır, ıslak silaj, parçalanmış veya kuru olabilir. Yukarıdaki malzemelerin enerji yoğunluğu mısır silajından önemli ölçüde daha yüksektir, ancak bitki artıkları tarlada kaldığı için alansal enerji verimliliği nispeten azdır.

2.1.1.3. Tam Tahıl ve Bitki Silajı (GPS)

Tahıllı silaj üretimi eş zamanlı olgunlaşma ile meydana gelirse hemen hemen tüm tahıl türleri ve bu tahılların karışımları uygundur. Bölgesel özelliklere göre tecrübeye dayalı olarak en yüksek kuru kaliteye ulaşabilecek hububat Kasımına öncelik verilmelidir. Çoğu bölgede çavdar ve tritikaleden elde edilir. Hasat mısırla aynı şekilde yapılır, tahıl doğranır ve GPS'de saklanır. Hasat, kullanım sistemine bağlı olarak maksimum kuru kütle verimliliğinde gerçekleştirilmelidir. Bu, çoğu tahıl türünde süt oluşumunun sonu/hamur oluşumunun başlangıcıdır.

Elde edilen ürünün kuru madde içeriği çok düşükse silaj sırasında zorluklar ortaya çıkabilir (örneğin, silolarda sürebileceğimiz sızıntı suyu çıkışı). Tahıl GPS ve gaz verim değerleri bu konunun sonunda gösterilmektedir.

2.1.1.4. Ot Silajı

Yem hasadı veya silaj kullanımı mısır gibi mekanize edilebilir, silaj aralıklı olarak hasat edilirken, saman toplama kamyon veya kıyıcılar ile yapılabilir. Silaj için biyogaz, daha iyi doğrama performansı nedeniyle tercih edilen makine seçeneği olmalıdır. Silaj, tarlalarda tek veya çok yıllık bitkiler olarak veya kalıcı yeşil alanlardan yetiştirilebilir. Verimlilik, bölgeye ve çevresel koşullara ve yeşil alan kullanımının yoğunluğuna göre değişir. Olası nem ve diğer hava olayları nedenleri ile verimlilik sürecinde sorunlara yol açabilecektir. Bu durumda yüksek azot yükü dikkate alınmalıdır.

Silajın üretim olanaklarının çok olması nedeniyle literatür aralığı, malzeme verileri ve biyogaz üretimi çok daha fazladır, bu bağlamda silajın sindirilebilirliği veya bozunma oranı belirtilmelidir. Bu nedenle mümkünse kuru madde oranının %35 den yüksek olmamasına dikkat edilmelidir. Çok yüksek DM oranlarında ligninin elyafa oranı artar, dolayısıyla ayrışma derecesi ve dolayısıyla organik kuru maddeden metan üretimi önemli ölçüde azalır. Silaj, yüksek kuru kütle oranı ve bazı uzun lif özellikleri (örneğin tabakalar halinde yüzer oluşumların belirli bir hacime ulaşması sonucu karıştırma sisteminin kanatları arasına dolanması).

2.1.1.5. Tahıl Taneleri

Tahıllar, malzeme yelpazesini tamamlayıcı olarak biyogaz tesislerinde kullanım için idealdir. Çok yüksek biyogaz üretimi ile hızlı bozunabilirlikleri sebebiyle, kimyasal dozlamaya gerek kalmadan sisteme eklenebilir ancak önce taneleri (örneğin öğütme, ezme) azaltmak önemlidir.

2.1.1.6. Pancar

Şeker pancarı (pancar veya yem pancarı) büyük artışı nedeniyle yenilenebilir bir olarak önemli olmuştur. Piyasa düzenleme önlemleri nedeniyle pancar şekeri üretimi kademeli azaltılmalıdır. Şeker pancarı Kasımının bilinen bir üretim yöntemi olması ve çeşitli bitki

yapısal avantajları olması nedeniyle giderek çoğalmaktadır. Fakat humus bakımından zengin toprak gerektirir. Yağmurlama sulama imkânı, uygun alanlarda verimin sağlanmasına önemli ölçüde yardımcı olabilir. Verim değerleri bölgesel ve çevresel koşullara bağlı olup, şeker pancarı verimleri ortalama 50-60 ton YM/ha'dır.

Yem pancarının veriminde de çeşit farklılıkları vardır, bu nedenle dökme yaprak kütesinin veriminde türe özgü farklılıklar meydana geldi. Bu nedenle, şeker pancarı ve yem pancarında pancar kütesinin yaprak kütesine oranı Yem pancarı, artan kütle nedeniyle şeker pancarı Tablo 2-3 Seçilmiş yenilenebilir hammaddelerin oranları biyogaz üretimlerine göre modifiye edilmiştir. Şeker pancarının biyogaz üretiminde kullanılmasının iki temel zorluğu vardır. Bir yandan, pancar çubukları fermentere transfer sırasında yere düşerek, fermenterin küçülmesine ve depolanmasını zorlaştırmasına neden oldu. Bu durumda pratikte mısır veya alüminyum folyo hortumlarla karıştırılmış silaj veya lagünlerde ayrı silaj kullanılır. Şeker pancarının kışlama ve kullanımı deneme aşamasındadır.

Tablo 2-3: Seçilmiş yenilenebilir hammaddelerin madde verileri

Materyal		KM (%)	OKM (% KM'de)	N	P ₂ O ₅ K ₂ O (% KM'de)
Mısır silajı	Δ	28-35	85-98	2,3-3,3	1,5-1,9 4,2-7,8
	Ø	33	95	2,8	1,8 4,3
Tahıl-GPS	Δ	30-35	92-98	4,0	3,25 Veri yok
	Ø	33	95	4,4	2,8 6,9
Ot silajı	Δ	25-50	70-95	3,5-6,9	1,8-3,7 6,9-19,8
	Ø	35	90	4,0	2,2 8,9
Tahıl taneleri	Ø	87	97	12,5	7,2 5,7
Şeker pancar	Ø	23	90	1,8	0,8 2,2
Yemlik pancar	Ø	16	90	Veri yok	Veri yok Veri yok

Δ Ölçme değerleri aralığı; Ø: Ortalama değer
(Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2010)

Tablo 2-4: Seçilmiş yenilenebilir hammaddelerin biyogaz verimleri

Materyal		Biyogaz verimi (Nm³/t Materyal)	Metanverimi (Nm³/t Materyal)	Özgül Metan verimi (Nm³/t OKM)
Mısır silajı	Δ	170-230	89-120	234-364
	Ø	200	106	340
Tahıl-GPS	Δ	170-220	90-120	290-350
	Ø	190	105	329
Tahıl taneleri	Ø	620	320	380
Ot silajı	Δ	170-200	93-109	300-338
	Ø	180	98	310
Şeker pancarı	Δ	120-140	65-76	340-372
	Ø	130	72	350
Yemlik pancar	Δ	75-100	40-54	332-364
	Ø	90	50	350

Δ Ölçme değerleri aralığı; Ø: Ortalama değer
(Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2010)

2.1.2. Tarım Endüstrisi Yan Ürünleri

Bu başlık, tarımsal sanayide işlenen seçilmiş malzemeler hakkında bilgi içerecektir. Yalnızca tesislerin veya tesis bileşenlerinin işlenmesi sırasında oluşan malzemeleri veya kompozit ürünleri ifade eder. Malzeme özellikleri ve uygun yerel koşullar nedeniyle biyogaz kullanımı için özellikle uygundur. Aynı zamanda, bu malzemelerin altlıkları, ön arıtma ve fermantasyon atığı değerlendirilmesi için BioAbfV gerekliliklerini karşılaması ve topraktan çıkarılması gerekir. Bu amaçla, bir makine kullanarak ıslak temizleme yöntemi geliştirilmektedir. Öte yandan bu, pancarın kuru kütle oranının düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablodaki değerler kontrol edilirken temel olarak malzemelerin beyan edilen özelliklerinin pratikte büyük farklılıklar gösterdiği ve burada belirtilen aralıkları aşabileceği dikkate alınmalıdır. Bu, esas olarak ana ürünün üretim yöntemine (örneğin farklı yöntemler, ekipman ayarları, istenen ürün kalitesi, ön arıtma vb.) ve hammaddelerin değişken kalitesine bağlıdır. Ağır metal oranları da büyük ölçüde değişebilir.

2.1.2.1. Bira Üretimi

Bira üretim sürecinde, bira kalıntısının ana kısmın %75'ini oluşturduğu çeşitli yan ürünler oluşur. Bol olduğu için sadece küspesi incelenecektir. Ancak diyot çamuru dışındaki parçalar da biyogaz tesisleri için uygundur. Bununla birlikte, oluşan yan ürünler başka şekillerde, örneğin gıda endüstrisinde (bira mayası) veya hayvan yemi (küspe, malt unu) olarak kullanıldığından, üretilen miktarın sadece küçük bir kısmı fiilen kullanılabilir. Malzeme verileri ve gaz verimleri daha hızlı açık depolama durumunda önemli miktarda enerji kaybı ve küf oluşumu meydana gelir, bu durumda silaj kullanılmalıdır.

2.1.2.2. Alkol Üretimi

Pancar, tahıl, patates yada meyvelerden alkol üretiminin bir yan ürünüdür. Alkölün kurutulduktan sonra geri kalan sorunlarından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, alkol üretimi ile ilişkili biyogaz üretimi olasılığı ortaya çıkmaktadır. Biyogaz, Şilempe'nin fermantasyonu yoluyla elde edilmektedir. Bu aynı zamanda kojenerasyon tesislerinde olan enerjisini şeklinde üretmek, kademeli kullanımını sağlayarak onu sürdürülebilir ve kaynak açısından verimli bir alternatif haline getirir, şilempe değerlendirme metoduna göre.

2.1.2.3. Biyodizel Üretimi

Biyodizel üretiminin diğer ürünleri, ezilmiş kolza tohumu unu ve ham gliserin. Her iki madde de yüksek gaz verimleri nedeniyle tarımsal biyogaz tesislerinde bayıltıcı olarak kullanıma uygundur. Artık yağ oranı kolza küspesi kırmanın yüksek gaz verimini belirlerken, pres ayarlarına ve besleme stokunun yağ oranına da bağlıdır. Bu nedenle uygulamada, çeşitli ezilmiş kolza tohumu unu üretiminde farklılıklar olmalıdır. 1000 Kg biyodizel üretimi yaklaşık olarak 2,200 Kg ezilmiş kolza tozu ve 190 kilo gliserol vermektedir. Bununla birlikte, bu yan ürünlerin biyodizel üretiminde kullanımı problemsiz değildir. ve öncelikle sıkı bir şekilde kontrol edilmelidir. Bunun nedeni, preslenmiş kolza tohumu küspesinin fermantasyonu sırasında, kolza yağının yüksek protein ve kükürt içeriğine dayanan biyogazda çok yüksek oranda hidrojen sülfür (H₂S) oluşmasıdır.

Ham gliserolde %20'den fazla metanol bulunması (metanojenlerin kısmi inhibisyonu) bir problem olarak kabul edilir. Bu nedenle, sürece yalnızca küçük bir miktar gliserol aktarılabilir. Bu, karışım sayesinde her bir malzeme için beklenenden çok daha yüksek oranda metan üretildiği anlamına gelir. Aynı çalışma, %8'den fazla gliserol ilavelerinin artık pozitif bir birlikte fermentasyon etkisine sahip olmadığını ve hatta metan oluşumunun inhibisyonunun dikkate alınması gerektiğini göstermiştir. Sonuç olarak, biyodizel üretiminin yan ürünleri sersemletici olarak kullanıma elverişli olduğu tespit edilmiş fakat az miktarda kullanılması tavsiye edilmelidir.

2.1.2.4. Nişasta İmalatı

Patatesten nişasta üretimi sırasında, organik madde içeren diğer sıvıların kullanımının yanı sıra, patatesin posası da bir yan ürün olarak meydana gelmektedir. Esasnişasta üretiminden sonra kalan kabuk, hücre duvarı ve çözünmemiş nişasta hücrelerinden oluşur. Yaklaşık 240 kg küspeye ek olarak, işlenmiş her bir ton patates 755 litre patates cipsi ve 390-590 litre proses suyu üretir. (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2004)

Bugün, küспенin bir kısmı çiftçilere hayvan yemi olarak sağlanmaktadır ve kimchi'nin çoğu tarlalarda gübre olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, orta vadede alternatiflerin başka değerlendirmelerine ihtiyaç vardır, çünkü yem kullanımı verimin yalnızca küçük bir kısmını oluşturur ve turşu alanlarının aşırı gübrelenmesine ve yeraltı suyunun tuzlanmasına yol açabilir. Yan ürünler iyi fermente olabilen maddeler olduğundan biyogaz tesisinde değerlendirmek mümkündür. Sanitasyon önlemleri veya depolama için özel bir gereklilik yoktur; fermantasyon işleminin depolama tanklarında turşu veya işlem suyu depolanırsa, bunların yeniden ısıtılması ve bunun için ek enerjinin gerekli olduğu unutulmamalıdır.

2.1.2.5. Şeker Üretimi

Şeker pancarından akide şekeri üretmek için farklı süreçler meydana gelir ve bu süreçler içerisinde çiftlik hayvanlarının gıdası olabilecek diğer ürünler meydana gelir. Bunlar bir yanda pancarların doğranması ile ardından şeker ekstraksiyonundan sonra oluşan yaş pancar küspesi, diğer yanda koyulaştırılmış şuruptan şeker kristallerinin ayrılmasından

sonra kalan şuruptur. Taze pancar küspesinin bir kısmı melas karıştırılarak ve melas içeriğindeki su preslenerek kurutulmuş hamur elde edilir ve hayvan yemi ile aynı şekilde kullanılır. Burada mevcut çok sınırlı olmasına rağmen, taze pancar küspesi ile melas, artık şeker içeriği nedeniyle biyogaz üretimi için uygun malları. Bu durumda iken muhafaza ve hijyen gereksinimleri talepleri yoktur. Preslenmiş küspe, ya tek bir malzeme olarak folyo tüplerde ya da örneğin karışık bir malzeme olarak mısır silajı ile kombinasyon halinde, daha uzun dayanıklılık için silajlanır. Melas uygun depolama tanklarında depolanır. Bu, preslenmiş hamur ve şurupların tüm yıl boyunca (Eylül-Aralık arası hariç) mevcut olması durumunda ihtiyacıdır. (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2010)

2.1.2.6. Meyve İşlemeciliğinin Yan Ürünleri

Meyvelerin alköl ve posa suyuna dönüştürülmesi aşamasında ortaya kalıntılar oluşur. Meyvelerin şeker oranı yüksek olduğu için alkol yapımında tercih edilirler. Önceki üretim süreci nedeniyle herhangi bir yabancı madde veya yabancı cisim beklenmez ve sterilizasyon gerekmez. Uzun süreli depolama durumunda malzemenin silajı gereklidir.

2.1.2.7. Bitkisel Yan Ürünler ve Meyve İşlemeciliğinin Yan Ürünleri

Saf bitki yan ürünlerinin tam listesi (saf bitki yan ürünlerinin pozitif listesi) ve yasal biyogaz üretim standartları bulunmaktadır. Kanunla belirlenen standart biyogaz üretimi (kwhel/t YM cinsinden), bu başlık altında açıklanan malzemelerle karşılaştırılmak üzere metan üretimine dönüştürülür. Aynı zamanda, kojenerasyon tesisi %37 elektrik verimliliğine ve 9,97 kWh/Nm³ metan düşük kalorifik değerine sahiptir. Temel olarak, yan ürünlerin malzeme özellikleri hakkında yasal olarak çok kaba bilgiler vermek sorun olarak kabul edilmektedir. Yan ürün gaz üretimini etkileyen malzeme gerçek ulaşılabilir üretiminden ciddi sapmalar meydana gelebilir. Bundan dolayı izin verilmiş olan tek edilmiş olan oluşabilmektedir.

2.1.2.8. Saf Bitkisel Yan Ürünlerin Malzeme Verileri ve Gaz Verimliliği

Çeşitli parametrelerin minimum, maksimum ve ortalama değerleri verilmiştir. Kısmen malzeme verileri ve gaz verimlerindeki önemli dalgalanmalar nedeniyle, "malzeme kalitesi" normalden daha çok etkilenmektedir. Bu bölümde anlatılanlar optimal biyogaz

tesisin ham madde materyalinin verimliliğini vurgulamaktadır. Veriler kısmen farklı ölçülerde sapma gösterebilir.

2.1.2.9. Budama ve Çim Biçme Artıkları

Belediyenin park alanlarının ve yeşil yol kenarlarının bakımı, büyük miktarlarda budama ve biçme artığı üretebilir. (Çevre Şehircilik Bakanlığı, 2011) Ancak bu materyal sadece mevsime göre şekillendiğinden, yıl boyunca kullanım için biyogaz hammaddesi olarak silajlanmalıdır. Ancak yüksek nakliye maliyetleri ve yaygın dağıtımları göz önüne alındığında, kullanımları yalnızca şartlı olarak haklıdır. Oluşan miktar çok düşük ve zaman içinde gecikmeli ise taze halde kullanmak da mümkündür ancak bakterilerin yeni malzeme kalitesine uyum sağlaması gerektiğinden ve büyük proses kesintilerine neden olabileceğinden bu kullanım çok dikkatli yapılmalıdır. Bazı önemli malzeme verilerine ek olarak biyogaz üretimi bölümünde gösterilmektedir.

Genelde bahçe ile peyzaj düzenlemesi veya bostan sürülmesi durumunda elde edilen bu malzeme metan üretimi için kullanılmasından daha çok kompostlaştırma için uygundur. Silaj işleminde bahsedilen lojistik zorluklar dışında operasyon sorunsuz geçti. Gerektiğinde malzemeler biyogaz tesisine getirilmeden evvel taşlar yahut dallar gibi gerek duyulmayan gereksiz malzemelerden arındırılmalıdır.

2.1.2.10. Çevre Düzenleme Malzemeleri

Peyzaj materyalleri öncelikle peyzajda kullanılıyorsa, tarımsal üretim ve bahçecilik faaliyetlerinden kaynaklanan malzemeler de dahil olmak üzere hepsi çevre düzenleme malzemesi gurubuyla ilgilidir. Peyzaj malzemelerinin oluştuğu alanlar, doğa rezervleri ve bitki örtüsü için teknik bakım önlemlerinin alındığı alanları içerir. Bu nedenle, korunan biyomlardan, sözleşmeli doğa rezervlerinden ve tarımsal, çevresel olarak kabul edilmektedir. Bunlarla birlikte kaldırım kenarı yeşillikleri, belediye tarafından budanmış yeşillikler, özel ve kamuya ait bahçe ve parkların bakımı, spor sahaları ve golf sahalarının bakımı, dere ve göl kenarlarından elde edilen budama artıkları peyzaj malzemesi olarak kabul edilmektedir. Çünkü doğa rezervlerinde, işlemler genellikle yılda bir kez gerçekleşir. Bu, düşük gaz verimliliği ve zayıf silaj uygunluğu anlamına gelir.

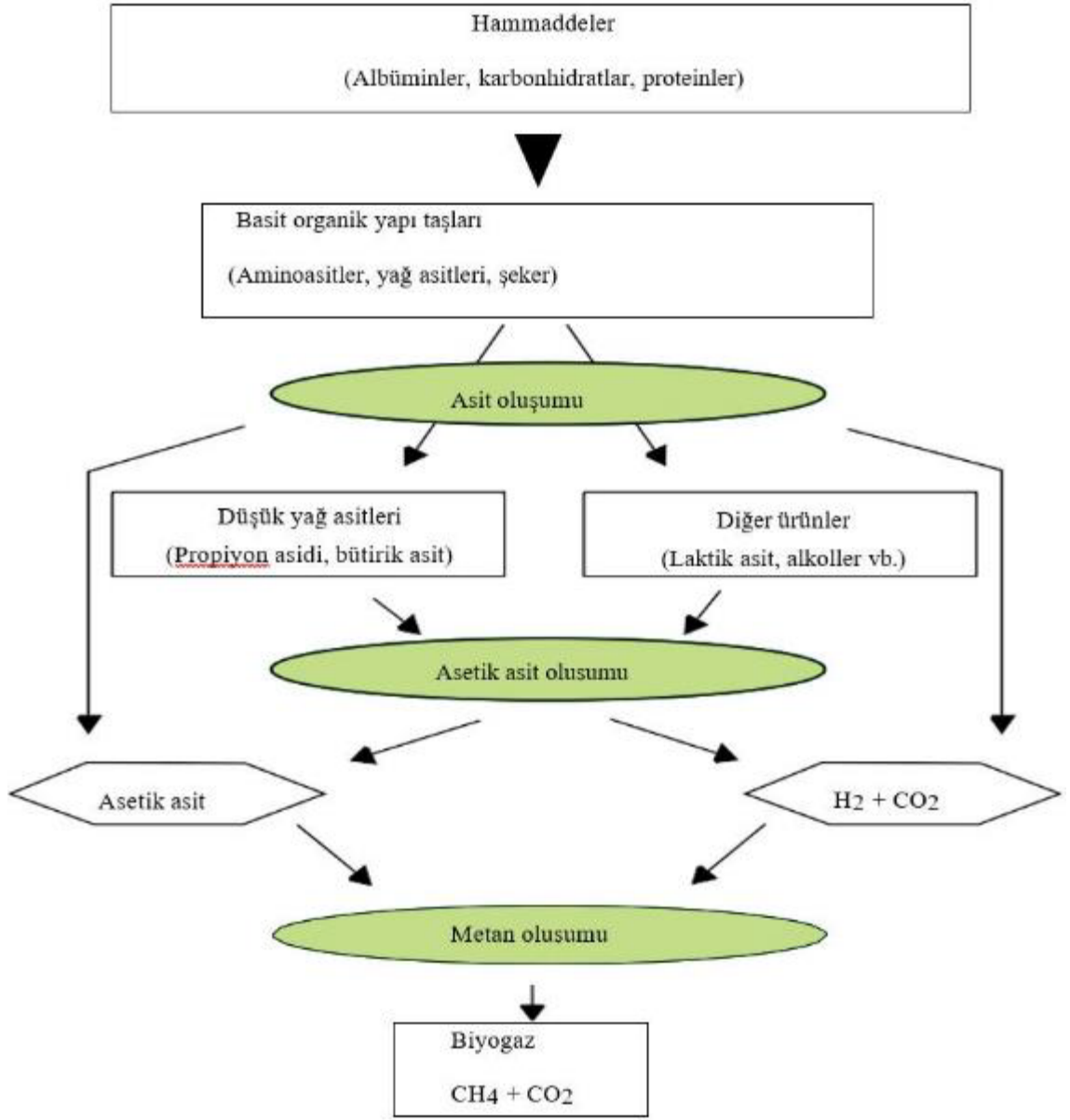
2.2. Anaerobik Fermantasyon Süreci

Adından da belli olduğu gibi, "biyo" gazlar biyolojik işlemlerle oluşur. Oksijenden mahrum bırakılarak (anaerobik olarak adlandırılır), maddenin başka bir hali olan gaz haline geçişinde ortaya çıkan bir karışımdır. Bu süreç bataklıklarda, deniz yataklarında, gübre çukurlarında ve işkembede olduğu gibi doğada yaygındır. Aynı zamanda, organik madde birçok mikroorganizma tarafından neredeyse tamamen biyogaza dönüştürülür. Ayrıca belirli bir miktarda enerji (ısı) açığa çıkar ve yeni bir biyokütle oluşur. (Braun, 1982)

Biyogaz, metan (%51-76 Hacim) ile karbondioksit karışımından (%26-51 Hacim) oluşur. Ayrıca biyogaz az miktarda hidrojen, hidrojen sülfür, amonyak ve az miktarda başka gaz türevleride içerir. Karışım öncelikli olarak malzemelere farklı , fermantasyon sürecine farklı teknik uygulamalara bağlıdır. (Kaltschmitt & Hartmann, 2001). Biyogazın meydana gelmesi birçok katmanda oluşur Biyogaz oluşum süreci birkaç aşamada gerçekleşir. Aynı zamanda tüm sürecin olumsuz etki yaratmayacak şekilde gelişmesi için çeşitli bozulma aşamalarının birbirine çok yakın olmaları önemlidir.

Öncelikli olarak, "hidroliz", hammaddelerin karmaşık farklı yapılarını (örneğin karbonhidratlar, albümin, yağlar) daha kolay çözümlenecek katmanlara (örneğin amino asitler, şekerler, yağ asitleri) dönüştür. Enzimlerin bu salınımına dahil olan hidrobakteriler, materyali biyokimyasal olarak parçalar. (Kloss, 1986)

Oluşan ara ürünler, asetik asit üretim aşamasında fermentatif (asidojenik) bakteriler sayesinde az miktarda yağ asitleri (asetik, propiyonik ile bütirik asitler), karbondioksit ile hidrojene ayrıştırılır. Bununla beraber az miktarda laktik asit ve alkol de oluşur. Bu aşamada oluşan ürünün türü, oluşan hidrojen gazının yoğunluğuna bağlıdır ve ayrıştırılır. (Rohstoffe, 2000) Aynı zamanda az sayıda laktik asit ve alkolde meydana gelir. Artık bu durumda meydana gelen ürünlerin cinsi, meydana gelen hidrojenin maddesinin kararlılığı ile belli olur.



Şekil 2-1 Anaerobik bozulmanın şekil ile gösterimi

Asetojenez, yani “asit oluşumu” sırasında meydana gelen maddelerin asetojen bakteriler tarafından gazın ilk oluşum maddeleri (asetik asit, hidrojen ve karbondioksit) meydana gelir. Geline seviyede az miktardaki hidrojen basıncı artık daha çok önem göstermektedir. Aşırı miktarda hidrojen gazı enerjik sebeplerle asetojenezin alt ürünlerini ve maddelerin bozulmasını engelleyebilmektedir.

Sonuç olarak propiyonik asit, izobütirik asit, izovalerik asit ve kaproik asit gibi organik asitler zenginleşir ve metan oluşumu engellenir. Bu nedenle, asetojenik bakteriler

(hidrojen üretimi), metan gazı oluşturmak için (türler arası hidrojen transferi) hidrojen gazı ile birlikte karbon dioksit kullanan metanojenik arke ile yakın bir yaşam ortaklığı oluşturmalıdır, böylece kabul edilebilir asetojenik bakteriler yaratmalıdır. Ortam koşulları, hidrojen tüketimi zorundadırlar. (Christian Wandrey, 1983)

Gazın meydana gelmesindeki son katman ise "metanojenez" yani ilk asetik asit, hidrojen ve karbon dioksit, kesinlikle anaerobik metanojenik arkeler sayesinde metana çevrilirler. Hidrojen kullanan metanojenler, hidrojen ile karbon dioksitten metan gazı meydana getirirken, asetik asit parçalanma metan oluşturucuları asetik asidi parçalayarak metan oluşturur. (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2010) Kırsal biyogaz tesislerinde yaygın olan durumlar genelde, metan üretimi öncelikle yüksek ortam basınçlarında ise hidrojen sentezi reaksiyonları ve nispeten daha az ortam basınçlarında ise asetik asit ayrışma reaksiyonları yoluyla gerçekleşir.

Atıksu çamuru fermantasyonundan elde edilen bilgiler, metanın %70'inin asetik asit ayrışmasının sonucu olduğunu, hidrojen sentezinin %30'unun ise her durumda tarımsal biyogaz tesislerinde çok kısa kalma süreleri olan yüksek basınçlı fermenterler için uygun olduğunu göstermektedir. (Bauer vd., 2008) Ayrıca bu durum metanın yoğunluğunu da ortaya koymaktadır. (Lebuhn vd., 2008)

Anaerobik parçalanmanın dört katmanı var gibi görünse de gerçekte bir aşamalı tek bir süreçte eşzamanlı ve karşılıklı bir şekilde meydana gelir. Bununla birlikte, bakterilerin her bozunma aşamasında farklı habitat gereksinimleri (örneğin pH, sıcaklık) olduğundan, proses teknolojisi açısından tavizler verilmelidir. Metanojenik mikroorganizmalar, az miktarda gelişme hızları sebebiyle biyogenezdeki en küçük halka olduğu için bozulma etkilerine karşı çok duyarlı olduklarından, çevre bileşenlerinin metanojenik bakterilerin isteklerine uyarlanması gerekir.

Ortamda iki ayrı işlem adımıyla (iki aşamalı bir işlem uygulayarak) metan oluşumundan hidroliz ve asit oluşumunu ayırma girişimleri, uygulamada sınırlı olmuştur, ancak hidroliz adımında az miktarda pH'a (pH <5.9) olduğu için bir miktar kalır. Ortaya çıkan hidrolize gaz, metan ile birlikte karbondioksit ve hidrojen içerir, böylece çevre üzerindeki olumsuz etkileri ve güvenlik risklerini önlemesini gerekir. (Oechsner ve Lemmer, 2009)

Biyogaz tesisinin nasıl kurulduğuna ve işletildiğine ve ayrıca kullanılan hammaddelerin doğasına ile konsantrasyonuna bağlı olup, farklı katmanlara sahip prosesin tekrarlanan

fermenter adımlarında çeşitli çevresel koşullar meydana gelebilir. Çevresel koşullar, etkiyi ve dolayısıyla oluşan metabolitleri doğrudan etkiler.

2.2.1. Çevre Koşulları

2.2.1.1. Oksijen

Metanojenik mikroorganizmalar oksijensiz ortamlara ihtiyaç duymaktadır. Farklı türler, nispeten daha az seviyelerdeki ortamlarda bile ölebilirler. Bununla birlikte, oksijenin fermentöre girmesini tamamen önlemek genellikle mümkün değildir. Metanojenik arkelerin aktiviteyi hemen durdurulmamasının veya tamamen ölmemesinin nedeni, bozunma fazı sırasında oksijen tüketen bakterilerle bir arada bulunmalarıdır. Bunlardan bazılarını fakültatif anaeroblar denir. Burada bakteriler hem oksijenin etkisi ile hem de tamamen oksijensiz bir mekânda hayatlarını sürdürebilirler.

Oksijen seviyesi az ise, oksijensiz ortam gerektiren metanojenik arkelere zarar görmeden ilk olarak oksijeni tüketeceklerdir. Biyolojik kükürt giderme prosesi ile hava, fermenterini gaz odalarına yönlendirir oksijen, bu sebepten dolayı metan oluşumu üzerinde olumlu sonuç vermez.

2.2.1.2. Sıcaklık

Temel olarak, ortam sıcaklığı çok fazla olsa bile, kimyasal reaksiyonun aşırı hızlı bir şekilde meydana geldiği genel olarak kabul görülür. Ancak durum hepsi için değil sadece bir kısım biyolojik bozunma ve bozunma süreçleri için geçerlidir. Burada metabolik süreçlerde yer alan mikroorganizmaların farklı sıcaklık koşullarında varlıklarını sürdürdükleri dikkate alınmalıdır. Bu optimum sıcaklık aralıklarının altına düşülmesi veya aşılması, proses kesintilerine ve aşırı durumlarda ilgili mikroorganizmalarda geri dönüşü olmayan hasarlara neden olabilir. Yaş ve katı fermantasyon arasındaki bariz ayrım karıştırıcı olabilir sebebi ise fermantasyon esnasında, dahil olan mikroorganizmalar hız bir şekilde gelişmek ve oluşumunu tamamlayabilmek için her zaman katı olmayan maddelere ihtiyaç duyar. Burada bazı yanlış anlaşılmalardan yeniden ortaya çıkıyor çünkü fermente edilecek ham maddenin kuru kütle oranı tanımlanırken sıklıkla farklı kuru kütle oranlarına sahip birçok malzeme kullanılıyor.

Operatör, proses dağılımı esnasında önemli olanın genellikle malzemenin sıvı olmayanından değil, fermentere dökülen malzeme bileşiminin kuru kütle oranı olduğunun farkında olmalıdır. Bu nedenle, ıslak ve katı fermentasyonlar, fermenter içeriğinin kuru kütle oranına göre ayırt edilecektir. Bu noktada tekrar belirtmek gerekir ki bu durum farklı iki olayda da mikroorganizmalar yakın çevrelerinde yeterli suya ihtiyaç duyarlar. Aslında, ıslak ve katı fermentasyon arasındaki sınırlar iyi tanımlanmamıştır, ancak pratikte, enerji bitkileri kullanıldığında, fermenter içindeki kuru kütle oranının yaklaşık %12'si ıslak fermentasyona karşılık gelir, çünkü fermenter cihazının içeriği hala bu su oranında pompalanan fermenterdeki kuru kütle oranı %15-16'dır. Bu sıcaklığın üzerinde malzeme artık pompalanamaz, bu nedenle işleme katı fermantasyonu denir. Sıcaklık gereksinimlerine göre 3 farklı bölüme ayrılırlar.

Bu mikroorganizmalar Sarcophagus, mezofilik ve termofilik bakteriler olarak adlandırılır. Halofilik mikroorganizmalar için sıcaklık gereksinimi 25 °C'nin altındadır. Bu sıcaklıklarda, materyalin veya mayalayıcının ısıtılması gerekmez, ancak bozulma işlemi veya elde edilen gazın miktarı az olacaktır. Bilinen metan jeneratörlerinin çoğunun sıcaklık gereksinimleri, 37 ile 42°C arasındaki sıcaklık aralığındadır. Belirtilen nedenlerle bir biyogaz tesisini karlılık amacı ile veya gelir beklentisi ile yönetmek çok zordur. Fakat bu durumlar karşısında optimal büyüklüğü hesaplanan bir tesisin işletilmesi ise daha farklı bir sonuç verebilmektedir.

Orta sıcaklık bölgesinde çalışan tesisler, bu ısı aralığında genellikle daha fazla gaz verimleri ile verimli proses stabilitesi elde edilebildiğinden pratikte en yaygın olanlarıdır. Malzeme yan ürün olarak kullanılıyorsa, malzeme sterilize edilerek sağlıksız bakteriler öldürülecekse, termofilik kültürler fermantasyon veya atık için mükemmeldir. Ancak fermantasyon işleminin ısıtılmasının daha fazla enerji gerektirebileceği dikkate alınması önem sağlanabilmektedir. (Weiland, 2001)

Bu sıcaklık aralığındaki fermantasyon süreçleri, uygun koşullar altında daha az metanojenik mikroorganizma türü bulunduğundan, bozulmalara, hammadde beslemesindeki düzensizliklere ve fermenterin çalışma şekline karşı hassastır. Bu durumda sıcaklık alanları arasındaki geçiş işlemlerinin akışkan olduğu, seri ısı değişimlerinin mikropları yok ettiği, fakat metanojenik mikropların ağıt ısı değişimleri sırasında değişik ısı değerlerine uyum sağlayabildiği ortaya konmuştur.

Prosesin stabil çalışması için mutlak sıcaklık değil, üst ve alt sıcaklık seviyelerindeki değişmezlik belirleyicidir. Bu bağlamda pratikte sıklıkla gözlemlenen kendi kendine ısınma etkisinden bahsetmek gerekir.

Bu etki, öncelikle karbonhidrat içeren malzemeler kullanıldığında, sıvı ham madde içermeyen ve iyi yalıtılmış tanklarda ortaya çıkar. Kendi kendine ısınan, belirli mikrobiyota için karbonhidratlar bozulması sırasında meydana getirdikleri sıcaklığın sebep olduğu varsayılmaktadır. Fakat işleme gerekli eklemelerin (mesela girecek olan miktarlarının azaltılması) atlanıldığı durumlarda, mikroorganizmalar ısı farklılıkları uyum sağlayamazlar bu durum olması beklenen en son durumu yani gaz üretimi tamamıyla bitirir. (Lindorfer vd., 2006)

2.2.1.3. pH Değeri

pH seviyesi için de ısı ile ilgili belirtilen durumlara benzeyen durumlar söz konusudur. Bozulmanın farklı seviyelerine giren mikroorganizmalar, gerekli gelişmeye ihtiyaç duyacakları asit değerlerine ihtiyaç duyarlar. Mesela hidrolize eden ile pH üreten bakteriler için asit optimum seviyesi 4.9 ila 5,9 seviyelerinde bulunmaktadır. Fakat bakteriler belirtilen seviyelere uymak zorunda değildir. Bazen az miktarda asit seviyelerindeki materyalleri dönüştürebilirler. Fakat işlemleri bu sebepten dolayı biraz daha azalmaktadır. (Lebuhn vd., 2008)

Öte yandan asetik asit oluşturan bakteriler ve metanojenik arkeler, 5.9 ve 7,9 nötr aralığında asit değerleri gerektirir. Fermantasyon işlemi sadece bir fermentörde gerçekleştirilirse, pH aralığına uygun şekilde uyulmalıdır. Bir proses ister tek kademeli ister çok kademeli olsun, sistemdeki asit, anaerobik bozulma sırasında meydana gelen alkali ile asidik metabolitler sayesinde kendiliğinden düzenlenir. Aşağıdaki zincirleme reaksiyon bu dengenin hassasiyetini göstermektedir. Mesela, prosese az zamanda aşırı şekilde organik madde eklenirse veya başka bir nedenle metan oluşumu engellenirse, fermantasyonun asidik metabolitleri zenginleşir. Normalde pH, nötr bölgede karbonatlar ve amonyak ile sağlanır. İşlemler belirli bir seviyeye kadar geldiğinde veya aşırı miktarda organik pH meydana geldiğinde sistemin asit seviyesi düşecektir.

Bu, hidrojen sülfür ile propiyonik asidin önleyici etkisini arttırır, bu nedenle fermentör kısa bir süre içinde "çökebilir". Öte yandan, organik azot bağları koptuğu için, amonyak su ile amonyum oluşturduğundan pH artabilir.

Bu nedenle amonyağın inhibitör etkisi fazladır. İşlemlerin yönetimi açısından asit 'in ataleti sebebiyle işletme yönetimi için kullanılmayacağını, fakat gerekliliği sebebiyle her zaman kontrol edilmesinin gerektiğini belirtmek önemlidir.

2.2.1.4. Besin Desteği

Anaerobik bozulmada mikroorganizmalar, cinslerine has makro ile mikro gıdalara, bunların yanında da vitaminlere ihtiyaç duyarlar. Burada maddelerin konsantrasyonu sayesinde bulunabilirliği, farklı türlerin gelişme oranlarını ile faaliyetlerini etkiler. Belirli türlerin minimum ile maksimum konsantrasyonları vardır, fakat kısmen de değişik türlerin farklılığı ve kendilerine has adaptasyonları sebebiyle onların belirlenmesi aşırı karmaşıktır. Harcanan malzemelerden aşırı miktarda metan üretebilmek için mikroorganizmalar için optimal beslenme desteği sağlanmalıdır. Aksi durumda süreç yavaşlayacak veya sonlanacaktır. Kullanılan malzemelerden nihai olarak istenilen metan miktarı bu malzemelerdeki protein, yağ ve karbonhidrat oranına bağlıdır. Bu faktörler ayrıca gıda türevlerinden elde ettikleri özel ihtiyaçları da etkiler. (Seyfried, 1990)

Kararlı işlem çalışması, makro ile mikro besinler içerisinde daha eşit olan bir ilişki gerektirir. Azot, karbondan hemen ardından gereken en önemli besindir. Bu, metabolizmayı yürüten enzimleri üretmek için kullanılır. Bu nedenle kullanılan malzemenin C/N seviyesi kritiktir. Bu seviye çok fazla (çok yüksek C ve çok düşük N), metabolizma nedeniyle tam olarak dönüştürülemez ve bu nedenle maksimum metan verimliliği elde edilemez. Aksi takdirde, aşırı nitrojen çok fazla amonyak (NH₃) meydana getirebilir, bunun sonucunda ise konsantrasyonlarda dahi bakteri üremesini durdurur hatta tüm mikrobiyal popülasyonların bitmesine sebep verebilir. Bu sebeple güzel proseslenen bir işlem için C/N oranı 9,9 ile 2,9 arasında olmalıdır. Karbon ile azota ek olarak, fosfor ile kükürt de mikro besinlerdir. Kükürt, amino asitlerin bir yapı taşıdır ve enerji taşıyıcıları ATP (adenosin trifosfat) ve NADP için fosfor bağları gereklidir. (Rohstoffe, 2000)

Kükürtlü gıdılara ek olarak, gerekli mikro bireysel elementlerin oluşumu da mikroorganizmalar için kritik öneme sahiptir. Çoğu tarımsal biyogaz tesisinde, mikro besinlere olan ihtiyaç genellikle hayvan gübresi kullanılarak karşılanmaktadır. Bununla birlikte, mikroelement eksikliği, özellikle enerji bitkilerinin monofermantasyonunda sıklıkla görülür. Bu nedenle, reaktördeki mikro elementlerin konsantrasyonu çok önemli bir değerdir.

Bu konudaki kaynakları birbirleriyle karşılaştırırken, temel olarak kabul edilen eser element konsantrasyonlarındaki çok büyük dalgalanmalar (bazıları 100 kat neredeyse) görülmektedir. Tarımsal biyogaz işletmeleri için Tablo 2-7’de gösterilen konsantrasyon bölgeleri yalnızca belirli koşullar altında kullanılabilir, çünkü kaynaklarda belirtilen çalışmalar kısmen farklı ihracat koşullarına ve farklı araştırma yöntemlerine sahip atık sularından kaynaklanmaktadır. Buna ek olarak, aralık çok yüksektir ve tanıtılan işlem koşulları (yükleme hızı kalma süresi gibi) için veriler ihmal edilebilir düzeydedir. Eser elementler, reaktörde serbest fosfat sülfürler ve karbonatlarla çözünmeyen bağlar oluşturabilir ve bu nedenle artık mikroorganizmalar için mevcut değildir. Bu nedenle, fermente edilecek malzemedeki eser elementlerin konsantrasyonunu analiz ederek eser elementlerin mevcudiyeti hakkında kesin bir yargıya varmak mümkün değildir.

Bu nedenle, sadece eksik konsantrasyonu telafi etmek için değil, sürece daha fazla eser element eklemek gerekir. Bir ihtiyaç değerlendirmesi yapılırken tüm materyallerin eser element konsantrasyonları her zaman göz önünde bulundurulmalıdır. Çeşitli yemlerdeki eser element içeriğinin analizinden önemli dalgalanmalar yaşayabileceğini bilinmektedir. Bu, eksiklik durumunda eser elementlerin optimal dozlarının ayarlanmasını zorlaştırır. Fakat eser elementler eklenmeden önce fermenterdeki eser element miktarı belirlenmelidir, aksi takdirde eser element fazlalığı oluşabilir. Aşırı olduğunda, fermantasyon kalıntılarındaki ağır metallerin konsantrasyonu, tarımsal uygulamada rıza gösterilen sınırları zorlayabilir ve bu da fermantasyon kalıntılarını organik gübre olarak kullanılamaz hale getirebilir.

2.2.1.5. Zararlı Maddeler (İnhibisyon)

Proses akışı ile gaz üretimi engellenirse, farklı birkaç sebebi bulunabilir. Bir taraftan, bunlar ameliyat tekniğine bağlı nedenler olabilir. Tehlikeli maddeler ise süreci yavaşlatır.

Bu maddeler, belirli koşullar altında çok düşük miktarlarda bile bozunma performansını azaltabilir veya toksik konsantrasyonlarda bozunma sürecini durdurabilir. Burada, fermentöre malzeme ilavesiyle giren ve bozunma aşamasında ara ürün olarak oluşan zararlı maddeleri ayırt etmek gerekir. Fermentörün "beslenmesi" sırasında fazla malzeme eklenmesinin de fermantasyon sürecini durdurabileceğine dikkat edilmelidir, çünkü her bir malzemedeki farklı bileşikler bakterileri olumsuz etkileyebilir. Antibiyotiklerin tanıtımı daha çok çiftlik gübresidir ve hayvani yağlar yoluyla oluşur, ancak her antibiyotiğin engelleyici süresi veya tetikleme değişik sonuçlar doğurabilir.

Fermantasyon sırasında, süreci engelleyebilecek birçok madde meydana gelir. Fakat burada bakterilerin aşırı yüksek uygunlukta olduklarını bir kez daha vurgulamak gerekir ve genel etkinliğin mutlak sınırlarından bahsetmenin mümkün olmadığı unutulmamalıdır. Bu, artan alkali pH'da, yani OH iyonlarının konsantrasyonu arttıkça dengenin değiştiği ve amonyak konsantrasyonunun arttığı anlamına gelir. Örneğin, pH'ta 6,5'ten 7,9'a bir artış, serbest amonyak konsantrasyonunda 25 kat artışla sonuçlanır. Fermentördeki sıcaklıktaki bir artış aynı zamanda inhibitör amonyak eğilimine doğru eşitleyici bir dengelemeye neden olur. Aşırı nitrojen konsantrasyonlarına adapte edilmemiş fermantasyon sistemlerine NH₃ inhibisyon seviyesi 75-300 mg/l'dir.

Ampirik olarak, toplam amonyum nitrojen konsantrasyonu, engelleyici bir etki göstermiştir. Fermantasyon sürecinin farklı bir ürünü olarak meydana gelen hidrojen sülfür (H₂S), 50 mg/l civarındaki konsantrasyonlarda bile hem ayrışmamış hem de çözülmüş formlarda sitotoksik bir ajan olarak bozunma sürecini bozabilir. pH düştükçe, serbest H₂S seviyesi artar, bu da inhibisyon riskini artırır. H₂S miktarını azaltmanın bir yolu, demir iyonlarını sülfür olarak çökeltmektir. H₂S ayrıca bağ oluşturduğu ve çökeldiği diğer ağır metallere de reaksiyona girer. Daha önce bahsedildiği gibi, kükürt, enzimleri oluşturmak için yeterli konsantrasyonlarda bulunması gereken önemli bir mikro besindir ve sülfür olarak daha fazla çökeltmesi de benzer şekilde metanojenezin inhibisyonuna yol açacaktır. Bu nedenle, çeşitli maddelerin engelleyici etkisi birçok faktöre bağlıdır ve sabit bir sınır değeri belirlemek zordur. Tehlikeli maddelerin kısmi bir listesi Tablo 2-5'te gösterilmektedir. (Fırat Kalkınma Ajansı, 2012)

Tablo 2-5: Anaerobik bozulma işlemlerinde zararlı maddeler ve zararlı konsantrasyonları

Zararlı madde	Engelleme konsantrasyonu	Açıklama
Oksijen	> 0,1 mg/l	Bağlayıcı anaerobik metanojen arkelerin engellemesi
Hidrojen sülfür	> 50 mg/l H ₂ S	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. Bakterilerin yüksek adaptasyon yeteneği
Amonyum azot	> 3.500 mg/l NH ⁺ (pH = 7,0)	pH değeri düştüğü ve sıcaklık yükseldiği zaman engelleme etkisi artar. Bakterilerin yüksek adaptasyon yeteneği.
Ağır metaller	Cu > 50 mg/l Zn > 150 mg/l Cr > 100 mg/l	Sadece çözünebilir metaller engelleyici etkiye sahiptir. Sülfidin çökertilmesi ile zehirden arındırma.
Dezenfeksiyon aracı Antibiyotikler	Veri yok	Ürüne özgü engelleme etkisi

(Weiland, Stand und Perspektiven der Biogasnut, 2000)

2.2.2. Fermentasyon Proses Kontrolü

Bir biyogaz rektörü, verimli ve amacına uygun bir şekilde işletilmesi hassas kontrol ve izleme gerektiren bir süreçtir. Bu sürecin sağlıklı şekilde ilerletilmesi için uygulanması gereken kontrol ve operasyonel parametreleri aşağıda özetlenmektedir. İlerleyen bölümlerde tesisin tasarım ve işletmesiyle alakalı kritik noktalar verilmektedir.

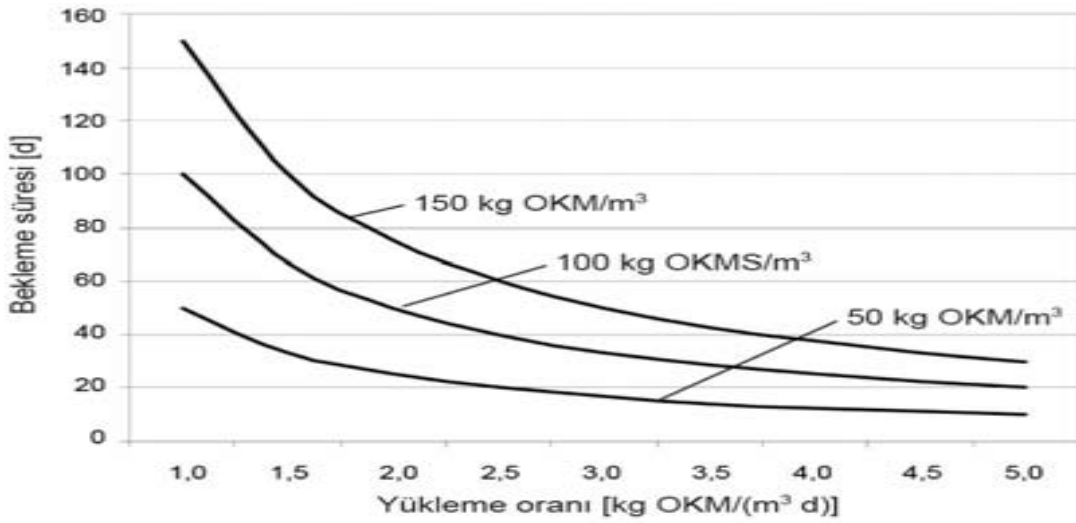
2.2.2.1. Fermentörün Yükleme Oranı ve Bekleme Süresi

Biyogaz tesislerinin yapımında genellikle ekonomik faktörler en önemlisidir. Bu nedenle, fermentör boyutunu seçerken, hammaddedeki organik maddenin tamamen bozulması veya maksimum gaz verimliliği elde etmek her zaman amaç değildir. Organik bileşenlerin tamamen ayrışması sağlanmak isteniyorsa, bazı maddeler uzun bir süre sonra ayrışacağından, malzemenin fermenterde uzun süre kaldığından ve bunun için uygun boyutta bir tank hacmi sağlanmalıdır.

Bu süre boyunca metreküp çalışma hacmi başına kaç kilogram organik kuru madde sağlanması gerektiğini belirler. Her bir adım (hava geçirmez bidon ve ısıtılmalı bidon), tüm sistem ve malzeme geri bildirim olsun veya olmasın ücret oranları verilebilir. Farklı

biyogaz tesisleri arasında mümkün olduğunca anlamlı bir karşılaştırma yapabilmek için, malzeme geri beslemesinden bağımsız olarak, yani sadece taze malzeme için bu parametrelerin tüm sistem için belirlenmesi tavsiye edilir. Tank boyutunu belirleyen bir diğer parametre de hidrolik bekleme süresidir.

Gerçek kalma süresi farklıdır çünkü malzeme bileşenleri, karıştırmaya veya örneğin kısa devre akımına bağlı olarak fermentörü farklı oranlarda terk eder. Aynı malzeme bileşimi kullanılırsa, artan yükleme hızına yanıt olarak fermentere aşırı miktarda girdi eklenecek ve bu sebeple bekleme süresi kısılacaktır. (Şekil 2-2).



Şekil 2-2: Çeşitli oranlardaki yükleme oranı ve bekleme süresi arasındaki ilişki

Genellikle yükleme hızı, dikkat edilmesi gereken ilk şeydir. Giriş tarafında sıvı içeriği yüksek ve bozulabilir organik içeriği düşük olan tesisler için bekleme süreleri çok önemlidir. Gaz üretimi girdi malzemeleriyle ilgili olduğunda, verimlilik (2-8) burada söz konusudur.

Verim ayrıca biyogaz veya metan üretimi ile de ilgilidir. Verim, eklenen organik materyal tarafından üretilen gaz miktarının Nm³/t OKM'ye bölümü olarak tanımlanır.

2.2.2.2. Karıştırma

Genellikle daha fazla metan gazı elde etmek için, fermenterlerin karıştırılmasıyla elde edilen malzemeler ve bakteriler arasında yakın temas gereklidir. Aynı zamanda, yüksek

yoğunluk nedeniyle, çoğu bakteri kümesi alt kısımda toplanır ve bozulmuş malzemeler genellikle üst katmana yükselir. Bununla birlikte, katılar gazın kaçmasını önleyen yüzer bir kapak oluşturabilir, bu nedenle fermentörü karıştırarak malzeme temasının sağlanması önemlidir.

2.2.2.3. Gaz Oluşum Potansiyeli ve Metanojenik Aktivite

Bir biyogaz tesisinin ne kadar biyogaz üretebileceği aslında belirlenen malzemelerin bileşimine bağlıdır ve bu amaçla mümkün olduğunca kullanılan malzeme karışımları üzerinde fermentasyon testleri yapılmalıdır. Ayrıca gaz verimi toplamdan girişte malzemenin gaz çıkışını tahmin edebilir ancak bunun için malzemenin gaz çıkış değerinin tabloda bulunması gerekir.

Fermentasyon testi veri tabanı olmayan egzotik malzemeler için, bir biyogaz tesisindeki bozunma süreci geniş getiren hayvanlardaki sindirim sürecine benzer olduğundan gaz çıktısı tahminleri yapılabilir.

Tablo 2-6: Maddelere özgü metan ve biyogaz üretimi

	Biyogaz üretimi KG	Metan miktarı %
Tüketilen protein	700	71
Tüketilen yağ	1.250	68
Tüketilen karbonhidrat	790	50
(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2004)		

Mevcut bilgi düzeyimizde, gaz üretimini doğru bir şekilde hesaplamak için istatistiksel olarak kanıtlanmış bir yöntem yoktur. Burada açıklanan yöntem, yalnızca malzemelerin birbirleriyle karşılaştırılmasına izin verir. Ancak malzemenin fermenterde bekleme süresi bu süreçler belirli bir ölçüde karşılaştırılabilir çünkü iki sistem biyogaz üretimini etkileyen farklı sinerjik etkilere sahiptir. Bununla birlikte, tarif edilen bu yöntem biyogaz üretimini tahmin etmek ve farklı malzemeleri karşılaştırmak için kullanılır. Sıcaklığın artırılması ayrışma sürecinin hızını artırır. Ancak bu bir dereceye kadar mümkündür, çünkü maksimum sıcaklık aşırsa bakteriler yok edilebilir ve olumsuz etkileri olabilir. Fermentördeki kuru madde kütlesi (DM kütlesi) gaz verimliliği için önemlidir.

Bir yandan, yüksek DM içeriği ile malzeme transferi zorlaşır, bu nedenle mikroorganizmalar malzemeyi yalnızca doğrudan temas alanında parçalayabilir. Kuru madde içeriği çok yüksek olsa bile, %40'ın üzerinde olsa bile, fermantasyon tamamen durabilir çünkü mikroorganizmaların büyümesi için yeterli su yoktur. Öte yandan, yüksek kuru madde içeriği, düşük nem içeriği nedeniyle konsantre halde buldukları için zararlı maddelerle ilgili sorunlara da yol açabilir. Kullanılan hammaddelerin mekanik veya termal ön işleme, malzeme bakteriler tarafından daha iyi kullanılabilirdiğinden verimi artırabilir.

Biyogaz, esas olarak metan (CH₄) ve (CO₂) ile su buharı ve az miktarda diğer gazlardan oluşan bir gaz karışımıdır. Burada metan oranı her şeyden önce önemlidir, sebebi ise metanın biyogazın yanıcı kısmını oluşturmasıdır dolayısıyla kalorifik direkt olarak etkiler. (Acar, 2019). Hedeflenen proses kontrolü, biyogazın bileşimini yalnızca sınırlı bir ölçüde etkileyebilir. Biyogaz bileşimi esas olarak girdi malzemesinin bileşimine bağlıdır.

Eser miktarda gaz hidrojen sülfürün (H₂S) konsantrasyonu, gaz karışımının kalitesinde önemli bir rol oynar. Çok yüksek olmamalıdır, aşırı seviyede az konsantrasyonlarda da hidrojen sülfür bozulma süreci üzerinden engelleyici bir etkiye sahip olabilir. Öte yandan, biyogazdaki yüksek H₂S konsantrasyonu, kullanım sırasında kojenerasyon tesislerinde ve ısıtma kazanlarında korozyon hasarına neden olabilir.

2.2.3. Nakliyat ve Yükleme

Genel kural, materyali fermentöre toplu besleme olarak yüklemektir. Malzeme, fermentöre günde birkaç kez yüklenerek tanıtıldı. Bu nedenle malzeme taşınması için gerekli mekanizmalar sürekli olarak çalışmaz. Pompalanabilir ve istiflenebilir malzemeler arasında bir ayırım yapılmalı ve malzeme yüklerken sıcaklığa dikkat edilmelidir. Yem ve fermenter arasında büyük bir sıcaklık farkı varsa örneğin bir adım veya işlem etkilenirse, verim düşer.

Alternatif nedenle ezme cihazları ve yabancı cisim tuzakları vasıtasıyla korunmaları gerekir. Eksantrik vidalı pompalar, elastik bir malzemeye sarılmış sarmal bir rotora sahiptir. Rotor dönerken, malzemenin oluşturulur. Döner pistonlu pompalar, oval bir mahfazada zıt yönlerde bıçaklı oluşur. Küçük boşluklarla zıt yönde hareket eder, gövdeye veya birbirine dokunmaz ve basınç bölgesindeki emme odasını herhangi bir konumda

bloke edecek şekilde tasarlanmıştır. Sıyırıcılar ile üst yükleyiciler, hemen hemen her istiflenebilir malzemeyi dikey veya hafif eğimli olarak işleyebilir.

Genellikle tarımsal işletmelerde bulunan gübre çukurları ön depolama olarak kullanılmaktadır. Biyogaz tesisinin ürünlerin tesisi yoksa, malzeme tankta, ezilir, homojenize edilir ve gerekirse pompalanabilir bir karışım elde etmek için seyreltilir.

Doğrudan katı yükleme ile katılar, ön tankta sıvıları karıştırmadan veya eklemekten doğrudan fermentere yüklenebilir. Bu nedenle, koferment katı gübrelerden bağımsız olabilir ve düzenli olarak eklenebilir. Buna ek olarak, eğer fermentördeki kuru madde içeriğini arttırmak ve ön depodan dolayı yüklemeyi arttırmak için emtia, istiflenebilir malzeme pompalanabilir bir karışım elde etmek için gerekirse bir ön tankta karıştırın, toz haline getirin, homojenleştirin ve seyreltin. Bu nedenle ön tank, gerekirse malzemeyi kırmak için bir kırıcı ve bir kesici alet ile birlikte bir karıştırıcı ile donatılmıştır.

2.2.4. Fermentörün Konstrüksiyonu

Tank Yapısı Fermentörleri çelik, paslanmaz çelik ve demirli betondan yapılabilir. Betonarme suya doyurulduğundan ve dolayısıyla yeterli gaz yalıtımına sahip olduğundan, hammadde ve biyogazda gerekli nem mevcuttur. Fermentörler, kurulacak betondan dökülebilir veya kullanıma hazır parçalardan monte edilebilir. Toprak koşulları izin verirse beton tanklar tamamen veya kısmen zemine yerleştirilebilir. Tankın çatısı betondan yapılabilir ve yeraltında bulunan tankın üst kısmı araçların geçişine izin verebilir ancak buradaki biyogazın harici bir gaz depolama tankında toplanması gerekir.

Fermentör aynı zamanda bir gaz tankı olarak kullanılıyorsa, hava geçirmez bir folyo üst kullanın. Belli bir tank büyüklüğünden sonra beton tavanlarda ara destekler kullanmak gerekir. Yanlış kullanıldığında tavanda çatılma tehlikesi vardır. Geçmiş deneyimlerde çatlak oluşumu, su ve hava sızıntıları, beton korozyonu ve hatta bazı ekstrem durumlarda fermenterlerin çökmesi bile sıklıkla problem olarak gözlemlenmiştir. Bu kılavuzda, fermenterlerde kullanılan beton malzemelerin özellikleri hakkında önerilerde bulunmaktadır. Biyogaz tesislerini inşa etmek için kullanılan betonla ilgili en önemli verileri toplamaktadır. Ek olarak, bu konu hakkında daha fazla bilgi, yapım aşamasında olan bir demir içeren beton fermenter örneğini şekillerinde göstermektedir.

Çelik ve paslanmaz çelikten yapılmış tanklar beton temele yerleştirilerek sabitlenir. Bunun için sarmal metal çıtalar ve kaynaklı veya dişli çelik saclar kullanılır. Ardından, iplik yalıtılmalıdır. Çelik fermenterler her zaman yere kurulur. Tipik olarak, üst kısım bir gaz deposu görevi görür ve hava geçirmez bir folyo ile kapatılır.

Bileşenlerin eşit olarak karıştırılması birkaç nedenden dolayı sağlanmalıdır: Biyolojik olarak aktif fermenter sıvısı ile temas yoluyla besleme stoğunun aşılması Fermentör içinde ısı ve besinlerin homojen dağılımı Tortuların ve yüzen tabakaların inhibisyonu Fermente materyal oluşumunun tamamen ortadan kaldırılması biyogaz çok düşük fermentasyon seviyeleri malzeme besleme stoğu, konveksiyon ve hava kabarcıkları ile sağlanır. Fermentör içindeki bir karıştırıcı ile mekanik olarak, fermentör dışına yerleştirilen bir pompa ile hidrolik olarak veya biyogazın fermentöre beslenmesi ikincildir.

Avrupa'da fabrikaların çoğunluğu %75-80'i mikser olarak mekanik ekipman kullanıyor. Fermente edilmiş malzemenin mekanik olarak karıştırılması, bir karıştırıcı kullanılarak gerçekleştirilir. İtme ve yoğurma bazlı karıştırıcılar vardır. Kullanımları öncelikle karıştırılacak maddelerin viskozitesine ve katı oranına bağlıdır. İki sistemin birleşmesi nadir karıştırma gibi spesifik koşullara göre ampirik optimizasyon yapılması gerektiği ortaya çıktı. Bu deneyim, aralıkların süresini ve sıklığını optimize etmek ve mikseri ayarlamak için kullanılır. Burada farklı mikser tipleri de kullanılabilir.

Dalgıç elektrikli karıştırıcılar karıştırma için dikey fermenterlerde yaygın olarak tamamen daldırıldığı için mahfazaları kılıflıdır, basınçlı su sızdırmaz ve korozyonu önler, bu sayede ortamdaki maddelerle soğutulur. Alternatif olarak, basmalı uzun şaftlı karıştırıcılarda motor, fermentere açılı olarak monte edilen karıştırıcı milinin ucunda bulunur. Motor, fermentasyon cihazının dışındadır, ancak fermentere giren şaft, fermente cihazının tepesinden veya folyo çatılı bir fermenter olması durumunda, duvarın tepesinden girer ve hava geçirmezdir. Dalgıç elektrikli karıştırıcılar karıştırma için dikey fermenterlerde yaygın olarak kullanılır. İki veya üç kanatlı serisi ile iki büyük kanatlı arasında fark vardır.

Bu itme tabanlı karıştırıcılar, dişli kutusuz ve dişli motorlar tarafından tahrik edilir. Bu karıştırıcılar malzemeye tamamen daldırıldığı için mahfazaları kılıflıdır, basınçlı su sızdırmaz ve korozyonu önler, bu sayede ortamdaki maddelerle soğutulur.

2.2.5. Isıtma ve Isı Yalıtımı

Fermentör izolasyonu; ısı kaybını azaltmak için fermentör de izolasyon ile kaplanmalıdır. Isı yalıtımı için, kullanım alanına göre farklı özelliklere sahip olması gereken ticari olarak temin edilebilen malzemeler kullanılabilir. Uygulama tipi: kırılma ve kesme dayanımı gereksinimleri vardır; basınç gereksinimi yoktur. Basınç gereksinimi olan özel amaçlı dolgu macunu; basınç altındaki zeminin gücünü artırır, özel alanların gücünü artırır. Fermentör ısıtıcıları; optimal bir fermantasyon sürecini sağlamak için fermenterde sabit bir sıcaklık sağlanmalıdır. Burada ana belirleyici faktör, önceden tanımlanmış sıcaklığın farkın onda birini karşılamaını sağlamak değil, sıcaklık dalgalanmalarını mümkün olduğunca düşük tutmaktır.

Bu, zamana bağlı sıcaklık dalgalanmalarını ve fermentörün farklı alanlarındaki ısı dağılımını içerir. Hammadde yüklemesi, yetersiz yalıtım, etkisiz veya yanlış ısıtma, yetersiz karışım nedeniyle termal katmanlar veya ısıtma bölgeleri, ısıtıcıların konumu, yaz ve kış aylarında aşırı dış sıcaklıklar, arızalı mekanizmalar. Gerekli proses ısısının sağlanması ve ısıtılması gereken malzemelerden ısı kayıplarının karşılanması, harici ısı eşanjörleri veya fermentöre entegre ısıtıcılar ile yapılabilmektedir. Fermentöre entegre edilmiş bir ısıtıcı, fermenterdeki fermente edilmiş malzemeyi ısıtır. Harici ısı eşanjörü; mayalanan malzemeyi mayalama cihazına yüklenmeden önce ısıtır, böylece malzeme önceden ısıtılmış bir şekilde mayalayıcıya girer. Bu sayede malzemenin fermentöre yüklenmesi sırasında sıcaklık dalgalanmaları önlenir.

2.2.6. Fermente Olmuş Materyalin Depolanması

Beton ve paslanmaz çelik yuvarlak tanklarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Temel yapıları, çalkalanmış fermenterlere benzer. Fermantasyon kalıntılarını çıkarmadan önce homojenleştirmek için bir karıştırıcı ile donatılabilirler. Sabit bağlantılı karıştırıcılar (örneğin, dalgıç motorlu karıştırıcılar) veya PTO tahrikli karıştırıcılar kullanılabilir. Ek olarak, kavanoz bir kapakla kapatılabilir (nefes alabilen veya almayan). Her iki tip de koku emisyonlarını azaltır ve depolama sırasında besin kaybını en aza indirir. Folyo tavanlar gibi gaz yalıtımlı kapaklar, fermantasyon atıklarının kalan gaz potansiyelinden de yararlanabilir ve ayrıca ek gaz depolama tankları olarak da kullanılabilir.

Kullanılan malzemelere, kalma süresine ve süreç yönetimine bağı olarak gaz yalıtımlı kapaklamanın gerekli olup olmadığı konusunda devam eden bir tartışma olmasına rağmen, birçok yeni yayın yalnızca bu kullanımı öngörmektedir. EEG'nin 1 Ocak 2009 tarihli güncel versiyonunda, Federal Emisyon Koruma Yasası kapsamında yetkilendirilen tesisler de yalnızca hava geçirmez şekilde kapatılmış fermenterler kullanmaları halinde NaWaRo ödülleri almaya hak kazanırlar. (Bkz. Bölüm 7) Yer altı havuzları, genellikle zemine yerleştirilmiş ve plastik folyo ile kaplanmış dikdörtgen havuzlardır.

Bu havuzların çoğu açıktır ve sadece birkaçı emisyonları azaltmak için folyo ile kaplanmıştır. Fermantasyon kalıntı deposunun boyutu, fermantasyon kalıntısının kullanım süresi ile belirlenir. Bu konuda Gübre Yönetmeliğine ve Bölüm 10'a (Fermantasyon Kalıntılarının İhracatı) bakınız. Genel olarak, fermantasyon kalıntı deposunun depolama kapasitesi en az 180 gündür.

Katı gübre depolamaya benzer şekilde beton veya asfalt ile kaplanmış geçirimsiz bir yüzey üzerinde gerçekleştirilir. Boş seyyar silolar bazen depolama alanı olarak da kullanılmaktadır. Damlayan sıvılar, basınçlı su veya sızan, yağmur suyu sızmasını en aza indirir ve tamamen dolduğunda değiştirilirler.

Burada da tankın üzeri tente ile kapatılarak yağmur suyunun konteynere girmesi engellenebilir. Alternatif olarak katı-sıvı ayrımı ve katıların depolanması aynı hangarda gerçekleştirilebilir. Bu düzenlemede, kirli hava toplanabilir ve gerekirse kirli bir hava temizleme ünitesine yönlendirilebilir (örn. gaz yıkayıcı ve/veya biyofiltre).

2.2.7. Üretilen Biyogazın Depolanması

Biyogazın mevcudiyeti değişkendir. İşte bu sebebler ile bir ara depoda da barındırılması önemlidir. Gaz depoları gaz yalıtımlı, basınca dayanıklı, çeşitli cisimlere, ısıya ve hava koşullarına dayanıklı olmalıdır. Devreye almadan önce gaz tankının izolasyonu kontrol edilmelidir. (Kayfeci, 2011) Güvenlik açısından, gaz depolama tankları, tankta kabul edilemez yüksekliklerde basınç değişikliklerini önlemek için yüksek ve alçak basınç valfleri ile donatılmalıdır. Gaz depolama tankları için ek güvenlik gereksinimleri ve kuralları için, bkz. "Tarımsal Biyogaz Tesisleri için Güvenlik Kuralları".

Alçak basınç tankı, güvenlik gereksinimlerini karşılamak için folyodan oluşur. Folyo tankları, gaz kapakları (entegre tanklar) veya harici gaz tankları olarak fermenterlerin üzerine olur.

Folyo kapaklar tankın üstüne hava geçirmez bir şekilde monte edilir. Kutunun içine, kutu boşken folyoyu taşıyabilecek bir yapı yerleştirilmiştir. Alüminyum folyo benzin deposunun doluluğuna göre gerilir. Genelde hava destekli tavanlarda, korumak sebebiyle ana tank kapağına ikinci bir folyo yerleştirilir.

Bir fan vasıtasıyla iki folyo arasındaki boşluğa hava üflenir. Üst folyo her zaman gergindir, alt folyo ise depolanacak biyogaz miktarına uyarlanmıştır. Bu sistemdeki hava basıncı kabaca sabit kalacaktır.

Bunların dışında, tankları düşük basınç için folyo kapaklarla formda tutabilir. Folyo kapaklar ile kaplanabilir. Harici bir gaz tankının temsili bir resmi de şekillerde gösterilmiştir.

Gaz deposu, örneğin bakım çalışmaları veya düşük kalite nedeniyle artık başka gaz depolayamıyorsa ve/veya gaz kullanılamıyorsa, kullanılmayan kısım çevre dostu bir şekilde bertaraf edilmelidir. İlgili işletme ruhsatı koşulları eyaletten eyalete değişmekte olup, gaz debisi 20 m³/h ve daha büyük olan kojenerasyon santralleri için alternatif kurulumlar gerekmektedir. Bu kurulum, ikinci bir kojenerasyon tesisi şeklini alabilir (örneğin, bir büyük tesis yerine iki küçük tesis).

Gaz işleme söz konusu olduğunda, bir yakma fırınının kurulması doğru olan şeydir. Bacaların montajı genellikle kamu yetkilileri tarafından da istenmektedir.

2.3. Biyogaz Tesislerinin İşletilmesi

Optimal biyogaz tesis kurulumu ve hammadde tedarik sürecinin tamamlanmasının ardından en önemli konu olan tesisin işletmesi bölümü bu bölümde anlatılmaya çalışılacaktır. Dünyada ve ülkemizde faaliyete alınan ve yapımı devam eden binlerce tesis bulunmaktadır. Fakat önemli olan tesis gelirinin ve sürdürülebilir enerjinin devamlılığını sağlamaktır. Normal olarak planlanmış bir biyogaz tesisi ekonomisi, hammaddenin mevcudiyetine ve kapasitesine bağlıdır. Kullanılan teknolojinin işlevselliği ve operasyonel güvenliği ile biyolojik sürecin kararlılığı ve yüksek ayırma meydana gelebileceğinden, arızaları tespit etmek, teşhis etmek ve ortadan kaldırmak için uygun

araçların elinizin altında olması gerekir. Proses kontrolü her zaman insanlarla etkileşim yoluyla yapılır ve otomasyon seviyesi büyük ölçüde değişebilir.

Denetim ve kural algoritmalarını otomatikleştirmenin dereceye kadar bağımsızlık edilmesidir. Ek olarak, verilerin uzaktan iletimi, personelin sahada proses kontrolü yapması ihtiyacını ortadan kaldırır. Kapsamlı otomasyonun dezavantajı, katlanılan ek maliyettir. Bu avantaj ve standartlaştırılmış ölçüm teknolojisine sahip cihazlardan bahsetmek mümkün değildir. Kullanılan araçların özel duruma uyarlanması gerekecektir. Aşağıda biyolojik süreçleri izlemek için kullanılacak ölçümler incelenecektir. Uygulamalar ıslak fermantasyon ekipmanını içerir. Bir kutu fermenterde (kap) her seferinde farklı özellikler görüntülenir.

2.3.1. Biyolojik Süreçlerin Kontrolü

Biyolojik bir süreci kontrol etmek ve düzenlemek, o sürece müdahale olarak kabul edilir. Tarımda anaerobik bozunma için proses hedefi genellikle sabit miktarda metan üretimidir. En yaygın olarak kullanılan işlem modeli, devamlı olarak hammadde sirkülasyonu olan ve sürekli karıştırılan tank reaktörüdür. Kararlı çalışma koşulları karşılandığında sabit metan üretimi sağlanabilir. Kararlı pozisyonda, işlem boyutları sabittir bu nedenle, ekipman boyutu ve kullanılan malzemeler yardımıyla yükleme hızı, kalış süresi, ulaşılabilir çözünme hızı ve gaz üretim hızı gibi boyutlar belirlenmiştir. Tesis operatörleri, bu boyutların mümkün olduğunca sabit kalmasını sağlamalıdır.

Ancak, kaçınılmaz arızalar (örneğin malzeme özelliklerinde değişiklikler, pompa arızaları, dezenfektan transferi) meydana geleceği için pratikte kararlı bir duruma ulaşamaz. Bu hatalar, hedef koşullardan farklı sonuçların nedeni bunları belirlemek ve düzeltmek önemlidir.

Kararlı durumdan sapmalar doğrudan malzeme akışı hesaplanarak tespit edilebilir. Bununla birlikte, pratik uygulamalarda, giriş ve çıkışın kesin ölçümü ve çoğu durumda giriş malzemesi miktarının ve üretilen gaz miktarının fiili ölçümü sorunludur, bu nedenle mutlak, örtük kütle hesaplamaları gereklidir, ancak zordur. Bu nedenle birçok fabrika ayarlanmış kısmi çözümler kullanır, ancak bu her zaman istikrarlı bir süreç sağlamak için yeterli değildir. Aşağıda, bu bağlamda biyolojik süreçleri değerlendirmek için en kullanışlı ölçüm değişkenleri sunulmaktadır.

Her aşamada meydana gelen metan gazı seviyesi önemli bir göstergedir. Gazın durumu oluşum süreci, bilinen yem miktarı ve malzeme bileşimindeki spesifik biyogaz üretiminin (malzeme ve hacim açısından), birim zaman başına üretilen gaz miktarının hesaplanmasında temel oluşturur.

2.3.1.1. Gaz bileşimi

Metan gazının oluşumu farklı konuları değerlendirmek için kullanılabilir. Aşağıda, her bir bileşenin kısa bir açıklaması ve süreç için ne anlama geldiği yer almaktadır.

Metan

Biyogazdaki metan oranı, metanojenlerin biyogenezi değerlendirmek için kullanılır. Gaz üretimine göre metan üretimi sürekli tedarik altında hesaplanabiliyorsa, bu önemli ölçüde düşerse, metanojenik arke engellenmiş olarak kabul edilmelidir. Metan üretimini değerlendirmek için her fermenter için ölçüm noktaları sağlanmalıdır. Biyogaz ölçümlerinde kojenerasyon tesisleri için motor biyogazı daha düşük metan oranlarında kullanamayacağından gazdaki metan içeriğinin %40-45'ten az olmaması önemlidir.

Karbondioksit

Hidroliz safhası asidin meydana gelme aşamasında ve biyogazın meydana gelmesi karbondioksit meydana gelir. Suda ayrışabilir bu da farklı bir bikarbonat meydana getirir. Biyogazdaki metan / karbondioksit oranı, malzeme bileşimi değişirse bile azalıyor, bu durum metan oluşumuna tepki olarak asit oluşumunun artmasına bağlı olabilir. Bu, yük dalgalanmalarından veya bir nedenden dolayı metanojen sayısının geri tutulmasından kaynaklanabilir. Karbondioksit metan veya termal iletkenlik sensörleri gibi kızılötesi sensörlerle ölçülür.

Oksijen

Oksijen, yalnızca biyolojik kükürt gidermeye aktarıldığında biyogazda tespit edilebilir. Bu durumda, kükürt giderme için gerekli oksijeni ayarlamak için oksijen ölçümü kullanılabilir. H₂O elektrokimyasal sensörler ve paramanyetik sensörler ile kontrol edilebilir.

Hidrojen Sülfür

Kombine sıcaklık ile enerji jeneratörleri, hidrojen sülfürün oksidasyon ürünleri oldukça aşındırıcı olduğundan, hidrojen sülfür konsantrasyonuna sınırlar koymuştur. Bu nedenle, bu ölçüm esas olarak kojenerasyon ekipmanını korumak için kullanılır. Metanojenik arke, yalnızca tarımsal biyogaz tesislerinde nadiren görülen yüzde aralığında (yaklaşık 20.000 ppm) çok yüksek hidrojen sülfür seviyelerinden etkilenmiştir. Hidrojen sülfür elektrokimyasal bir sensörle ölçülür.

Hidrojen

Oluşan hidrojen salınır ve daha sonra metan'a dönüştürülür. Proses hatalarını tespit etmek için biyogazdaki hidrojen konsantrasyonu kullanılarak kapsamlı deneyler yapılmıştır.

Şu anda, önemlidir. Biyogazdaki hidrojen konsantrasyonunun belirlenmesi ve ayrışması her zaman açıkça aynı anda gerçekleşmediğinden, bu parametrenin uygunluğu tartışmalıdır. Biyogazdaki hidrojen konsantrasyonu elektrokimyasal sensörler yardımıyla kolaylıkla ölçülebilir. Bugüne kadar, fermentasyon malzemelerinde bir ayar parametresi olarak hidrojen kısmi basıncının uygulanabilirliği çok fazla çalışılmamıştır.

Biyogaz sektöründeki çoğu gaz analizörü üreticisi modüler cihazlar sunarken, kullanıcı sensör tipinin yanı sıra ölçüm yeri ve miktarını da seçebilir. Elektrokimyasal sensörlerde zamanla kendilerini "tükettiklerini" (ölçülemez hale geldiklerini) ve kızılötesi sensörlerden çok daha güçlü bir ölçüm verimliliğine sahip olduklarını belirtmek önemlidir. Sensörün periyodik olarak kalibre edilmesi gerekir.

2.3.1.2. Sıcaklık

Genel olarak, reaksiyon hızı artan sıcaklıkla artar. Bununla birlikte, proteinler gibi organik yapılar artan sıcaklıkla kararsız hale gelebileceği ve fonksiyonlarını kaybedebileceği için biyolojik süreçler sıcaklığa duyarlıdır.

İşlemlerin teknik uygulaması için temel olarak iki sıcaklık aralığı ayırt edilir ve ısı üretilmediğinden (bitkileri hariç), malzemenin ısıtılması gerekir. Bu sırada sıcaklığı sabit tutmak termofilik süreçler sıcaklık dalgalanmalarına oldukça duyarlıdır, silaj için bitkiler, soğutma gerektirecek kadar ısıya maruz bırakıldı. Sıcaklığı ölçmek için kullanılan sensörler, delaminasyon ve eksik karıştırma tespit edilebilmesi için farklı yüksekliklere

yerleştirilmelidir. Aslında, sensörleri ölü bölgeye veya sıcaklık kontrol elemanlarına çok yakın yerleştirmemeye özen gösterilmelidir.

2.3.1.3. Giriş Miktarı ve Doluluk Seviyeleri

Çözünme sürecini hesaplamak için sağlanan malzeme miktarının kesin ölçümü esastır. Sıvı malzemelerin yüklenmesine ek olarak, katı malzemeleri fermentörlere yüklerken çeşitli ölçüm sistemleri kullanılabilir. Katılar, tekerlekli teraziler veya bir konveyör sistemindeki tartım ekipmanı ile yapılan tartılır. Aynı zamanda, tartım ekipmanı daha hassastır ve otomatik proses kontrolüne daha kolay entegre edilebilir. Düzeneği tartmak için "taşınabilir" bir hazneyi belirten bir basınç sensörü kullanılır. Bu nedenle besleme sırasında ön oluşun doldurulmasında olduğu gibi bu sensörlerin bulunduğu alanın kirlenmesi önlenmelidir.

Akış ölçüm cihazları, sıvı malzemelerin boruları için kullanılabilir veya ön tanklar olması Doldurma seviyesi (fermentörler için de), bir basınç sensörü (fermentör içindeki hidrostatik basınç) veya ultrasonik veya radar ile yüzeye olan mesafeyi ölçerek belirlenebilir. Bir sensör seçerken, bir fermenterde bakım zahmetli olabileceğinden, korozyon direncine ve leke direncine dikkat edin. Sensörleri seçerken ve düzenlerken, fermentör tabanında birikintiler (örn. kum), köpük oluşumu, gaz odasında kükürt çökmesi gibi özel durumlardan dolayı ölçümün olumsuz etkilenmemesine özen gösterilmelidir. Ayrıca patlama koruması sağlanmalıdır.

Akış ölçüm cihazları için hareketli parçalar olmaksızın ölçülecek madde içerisinde yer alabilen cihazlar uygundur. Genelde endüktif ve kapasitif sensörler kullanılırken ultrasonik veya termal iletkenlik sensörleri nadiren kullanılır. Yönteme bağlı olarak, ölçüm noktasından yeterince uzun laminar akış oluşmalıdır. Akış (akış) ölçümünün avantajı, uygun kaydırıcı düzenlemesi ile birden fazla besleme hattının borudan geçirilebilmesi ve ölçüm cihazları kullanılarak çoklu tedarik yollarının kontrol edilebilmesidir.

2.3.1.4. Materyal Özellikleri

Kimyasal oksijen talebi (CSB), sıvı malzemeler ve bazen toplam organik karbon (TOC) için de kullanılabilir. Aslında, sadece ilk iki parametre önemlidir. Bir malzemedeki çözünen

madde miktarını belirlemek için öncelikle su oranı veya kuru madde oranı belirlenmelidir. Bunun için numuneler ağırlıkları sabit kalana kadar laboratuarda 105 ° C'de kurutulur. Aynı zamanda, çevrimiçi algılayabilen mikrodalga ve yakın kızılötesine dayalı yeni sensörler de bu süreçte geliştirildi.

Kuru maddedeki organik bileşenlerin oranını belirleyerek, bozunabilirliğin değerlendirilmesi için bir referans noktası elde edilir. Literatürdeki malzeme ve OCM oranları bilinerek beklenen gaz üretimi tahmin edilebilir. Numune kurutma sırasında, sonraki analizlerde tespit edilmeyen uçucu maddeler (su buharındaki uçucu asitler gibi) dışarı atılır. Özellikle silaj gibi asitleştirici maddeler söz konusu olduğunda, gaz potansiyelini bu şekilde tahmin etmek korkunç derecede yanlış gidebilir maddeleri dikkate alan bir düzeltme yapmıştır önemli ölçüde zahmetlidir yanması sırasında, malzemedeki inert bileşenlerin çok için, yanma kalıntısı ile kum oranı, eleme kombinasyonu ile kumun tane büyüklüğü dağılımı da tahmin edilebilir.

Aşındırıcı özellikleri ve fermentördeki çökmesi nedeniyle bazı malzemelerde (örneğin kümes hayvanı gübresi) kum içeriği önemlidir. Malzeme özelliklerini belirlemenin bir başka yolu, malzeme bileşenlerinin Weender'a göre sınıflandırılması (sindirilebilirlik, ham lif, ham protein, ham petrol ve organik maddenin yem olarak uygunluğunu tanımlayan azotsuz ekstraktlar ayrıca. Numunenin yanması sırasında, malzemedeki inert bileşenlerin oranını temsil eden yanma kalıntıları kalır. Çok fazla kum içeren malzemeler için, kumun partikül büyüklüğü dağılımı, eleme ile birlikte yanma kalıntılarının oranı ile de tahmin edilebilir.

Kanatlı gübresi gibi bazı malzemelerde, aşındırıcı özellikleri ve fermenterlerde çökmesi nedeniyle kum içeriği önemlidir. Malzeme özelliklerini belirlemenin bir başka yöntemi de Weender (sindirilebilirliği, ham lifi, ham proteini, ham yağı ve yem olarak organik madde uygunluğunu tanımlayan azotsuz ekstraktlar, ayrıca bakınız malzeme bileşimi için dayanmaktadır. Fraksiyonasyonla, edilebilir. Numunenin yanması sırasında, malzemedeki inert bileşenlerin oranını temsil eden yanma kalıntıları kalır.

Çok fazla kum içeren malzemeler için, kumun partikül büyüklüğü dağılımı, eleme ile birlikte yanma kalıntılarının oranı ile de tahmin edilebilir. Kanatlı gübresi gibi bazı malzemelerde, aşındırıcı özellikleri ve fermenterlerde çökmesi nedeniyle kum içeriği önemlidir. Malzeme özelliklerini belirlemenin bir başka yöntemi de Weender

(sindirilebilirliği, ham lifi, ham proteini, ham yağı ve yem olarak organik madde uygunluğunu tanımlayan azotsuz ekstraktlar, malzeme bileşimi için van Soest'e dayanmaktadır edilebilir.

Yem analizi yardımıyla organik kuru madde oranına göre beklenen gaz üretimi daha kesin olarak belirlenebilir. Bu nedenle, bu analiz malzemelerin kalitesini değerlendirmek için daha uygundur. Güvenilir kütle hesaplamaları için malzeme konsantrasyonunun belirlenmesi esastır ve malzeme kalitesini değerlendirmek için malzeme bileşiminin ek analizi de kullanılabilir.

2.3.1.5. pH Değerı

Dar bir pencereden bakıldığında metan oluşumu için optimum pH aralığı 7 ile 7,5 arasındadır, ancak bu aralığın üstünde ve altında da olabilir. Tek aşamalı yöntemde, flora kendi kendini düzenleyen bir sistem oluşturduğundan pH değerı genellikle optimal aralıktaki kendini düzenler. İki aşamalı bir işlemde, hidroliz aşamasının pH'ı nispeten düşüktür, tipik olarak 5 ile en iyi durumdadır. Maddenin tamponlama kapasitesi ve parçalayıcı aktivitesi nedeniyle, metanojenez fazı sırasında pH değerı metabolitlerin znrlk dengesini kontrol eder. Maddelerin (genellikle bikarbonat ve amonyum tuzları) tamponlama kapasitesi genellikle sabit bir pH'ı korur. Gene de bariz değeriklikler ortaya çıkarsa ve pH değerı uygundur.

2.3.1.6. Mikro Elementlerin Konsantrasyonu

Mineraller eser elementler olarak tanımlanır. Kimchi dahil sadece yenilenebilir hammaddelerle çalışan tesislerde, eser elementler eklenerek giderilebilecek proses sorunları ortaya çıkar. Bu sorunlar, gaz üretiminin azalması ve asit sayısının artması olarak kendini gösterir. Bu fenomen, sıvı gübrelere dayalı bitkilerde gözlenmedi. Şimdiye kadar, gerçek sınırın mutlak mekanizması ve özü belirlenmemiştir, ancak yenilenebilir hammaddelerde bulunan eser elementlerin konsantrasyonları, çiftlik gübresinde bulunanlardan çok daha düşüktür.

Bazı tedarikçiler, süreç optimizasyonu için uygun eser element karışımlarını piyasaya sürüyor. Kükürt giderme için yaygın olarak kullanılan demir klorür veya demir hidroksit formundaki demir iyonlarının eklenmesinin zaten dengeleyici bir etkiye sahip

olabileceğine dair bilgiler vardır. Bunun nedeni, sülfidlerin çözünmeyen metal sülfidler oluşturması ve böylece eser elementlerin mevcudiyetini sınırlamasıdır. Sülfür öncelikle demire bağlıysa, diğer metallerin mevcudiyeti artar. Aşağıdaki tablo, her bir element için referans değerlerini göstermektedir.

Referans değerleri sağlamak ve kullanımlarını açıklamak için bir yöntem patentlenmiştir. İz elementlerin eklenmesi sürecinde, ağır metallerin yüksek konsantrasyonlarda engelleyici bir etkiye sahip olacağı ve zararlı maddeler olarak kabul edildiğine dikkat edilmelidir. Her durumda, mümkün olduğu kadar çok ve az kritere göre eklenmelidir.

Tablo 2-7: Mikro elementlerle ilgili referans değerler

Element	Referans değerler (5-28) mg/kgTS	Referans değerler (5-27) Konsantrasyon mg/l
Kobalt	0,4-10 (optimum 1,8)	0,06
Molibden	0,05-16 (optimum 4)	0,05
Nikel	4-30 (optimum 16)	0,006
Selenyum	0,05-4 (optimum 0,5)	0,008
Volfram	0,1-30 (optimum 0,6)	
Çinko	30-400 (optimum 200)	
Mangan	100-1500 (optimum 300)	0,005-50
Bakır	10-80 (optimum 40)	
Demir	750-5000 (optimum 2400)	1-10 (5-29)
(Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2010)		

Değerleri sağlamak ve kullanımlarını açıklamak için bir yöntem patentlenmiştir. İz elementlerin eklenmesi sürecinde, ağır metallerin yüksek konsantrasyonlarda engelleyici bir etkiye sahip olacağı ve zararlı maddeler olarak kabul edildiğine dikkat edilmelidir. Her durumda, çok ve kritere eklenmelidir.

2.3.1.7. Azot, Amonyum, Amonyak

Azotlu besinler önemlidir bu nedenle önemli bir besindir. İnhibisyona yol açan kesin mekanizma üzerinde bir fikir birliği yoktur ve bakterilerin artan konsantrasyonlara uyum sağlayacak bir konumda olduğu görülmektedir. Bu nedenle, amonyak/amonyum

konsantrasyonunu artırma reaksiyonu prosese özel olduğundan, sınır değeri belirlemek zordur.Çok sayıda sonuç, inhibisyonun ayrışmamış kısımdan, yani amonyaktan ve inhibisyonun mevcut konsantrasyon, sıcaklık ve pH'a bağımlılığından geldiğini göstermektedir. Bu nedenle termofilik tesisler amonyak konsantrasyonlarıyla mezofilik tesisler baz alındığında daha hassas bir şekilde reaksiyonun sonuçları. Bağlam aşağıdaki denklemle gösterilir.

4.2 Tesis Gözetimi ve Otomasyon

Prosesleri tesisleri etmek birçok olasılık vardır. Uygulamada, uygulamalar operasyonel günlüklerden tam otomatik veri toplama ve ayarlama sistemlerine kadar uzanır. Yapılacak otomasyonun derecesine karar verme sürecinde proses kontrolünün hangi noktada sağlanacağı, tesisin uzman personelden bağımsız olarak ne ölçüde çalışabileceği ve hangi prosesin özelliklerinin otomasyon gerektirdiğini göz önünde bulundurması gerekir. Otomasyon arttıkça, proses kontrolünün kullanılabilirliği de artacak ve fabrikalar da artacaktır. Bu nedenle, yüksek otomasyonlu bir sistemde, veri toplama ve hafta sonları ve tatil günlerinde normal çalışma sağlanabilir ve otomasyon arttıkça tesis operasyonları operatörlerden daha bağımsız hale gelir.

Belli bir ölçekten sonra sürecin otomasyonu kaçınılmazdır. Yüksek yükleme oranlarına ve eksikliklere (örn. eser elementler) sahip veya maddeleri engelleme eğilimi olan cihazlarda ciddi bozulma riski artar. Burada, otomatik veri toplama ve süreç ayarlama, süreç bozukluklarının zamanında tespit edilmesini ve ortadan kaldırılmasını sağlar. İşlem günlüklerinde veri kaydı ve işlemin parçalarının manuel veya zaman kontrollü ayarlamaları hala genellikle küçük hamur fabrikalarında yapılmaktadır. Ancak, veriler daha sonra elektronik ortamda kaydedilmezse, verilerin değerlendirilmesi ve sürekli olarak kaydedilmesi genellikle mümkün değildir.

Bu nedenle, sürecin optimizasyonu zorlaşır. Otomasyon için ön koşul, proses izleme, yani mevcut olarak çoğu durumda, mantık kontrolörleri kullanılır sürece yakın birçok otomasyon görevini üstlenir. Bir biyogaz tesisi için bir yandan pompanın çalışma süresi, besleme süresi, karıştırma süresi vb. Yapılması gereken tüm kontrol görevlerini üstlenirler, tüm teknik süreçleri denetlerler, örneğin gerekli tüm ölçülen değerleri (örn. motor koşulları, güç girişi, devir sayısı ve ayrıca pH gibi süreç parametreleri) topladıklarından emin olurlar, sıcaklık, gaz üretimi, gaz bileşimi) vb.) ve ayrıca valfler,

kariştırma mekanizması motorları ve pompa motorları. Ölçülen miktarları toplamak için sensörden alınan miktarlar dönüştürücüler dönüştürülür. Aktörlerin değiştirilmesi röleler aracılığıyla gerçekleşirken, kontroller basitçe zaman kontrollü olabilir veya girdi ölçülen değişkenlere bir yanıt olarak tanımlanabilir. Bu kontrol olanaklarının bir kombinasyonu da aynı şekilde gerçekleştirilebilir.

Ayar tekniği açısından, standart PID (Oransal İntegral Diferansiyel) tuner ve kısmen basit Fuzzy-Logic-Regler (bulanık mantık regölasyonu) tüm PLC tiplerine entegre edilmiştir. Ancak programlama sayesinde manuel olarak diğer ayar algoritmalarına geçiş yapılabilmektedir. Bir PLC, merkezinde bir mikroişlemci olan bir merkezi tertibattan (Merkezi İşlem Birimi) oluşur. Bu işlemcilerin performansı PLC kategorisine göre farklılık göstermektedir. Gerçek zamanlı engeller bir PLC seçiminde önemli bir rol oynar. Bu arada, gerçek zamanlı, otomatik sistemin, süreç tarafından öngörülen süre içinde tepki vermesi gerektiği anlamına gelir. Bu durumda, otomatik sistem gerçek zamanlı yeteneklere sahiptir. Biyogaz prosesi yüksek gerçek zamanlı performans gerektirmediğinden, biyogaz tesisleri genellikle düşük ve orta fiyatlı PLC'leri seçer. CPU'lara ek olarak, büyük üreticiler CPU'lara geçmek için çok sayıda modül sağlar.

2.3.2. İşletme Otomasyonu

2.3.2.1. Veri Yolu Sistemi

Haberleşme teknolojisinin sağladığı yerelleşme gelişmiştir. Bugün, veri yolu sistemleri, merkezi olmayan tesis kontrolü için çok önemlidir, çeşitli katılımcılar arasında iletişim görevi görürler. Bus sistemi aracılığıyla tüm tesis bileşenleri birbirine bağlanabilir.

Akıllı üretim tesislerinde olduğu gibi çeşitli yapılara sahip bus çeşitleri de zamanlı gereksinimlerine ve ayrıca çevresel özelliklere (örn. patlama bölgesi) bağlıdır. Birçok fabrika tarafından gelişimi giderek yaygınlaşmaktadır.

2.3.2.2. Projelendirme

Akıllı üretim tesisinin diğer bir bileşeni, sürekli proses kontrolünün temelini oluşturan programlardır. Program, proje aşamasında özel bir geliştirme ortamı olan proje planlama yazılımı kullanılarak geliştirilmekte ve akıllı üretim tesislerine entegre edilmektedir.

Kontrol ünitesi programı tarafından öngörülemeyen durumlarda cihaz manuel olarak çalıştırılmalıdır. Bunlar aşırı proses durumları veya pompa kesintileri vb. Bu tür hatalar oluşabilir. Bu noktada, bazı sensörlerin veya acil durdurma düğmelerinin etkinleştirilmesi nedeniyle tesisin tamamı veya bir kısmı güvenli bir çalışma durumuna girer.

Kontrol sisteminin kendi besleme geriliminin kesilmesi durumunda da güvenlik önlemleri alınmalıdır. Bu durumda kontrol ünitesi üreticisi, kontrol ünitesinin enerji almaya devam edebilmesi engellenir.

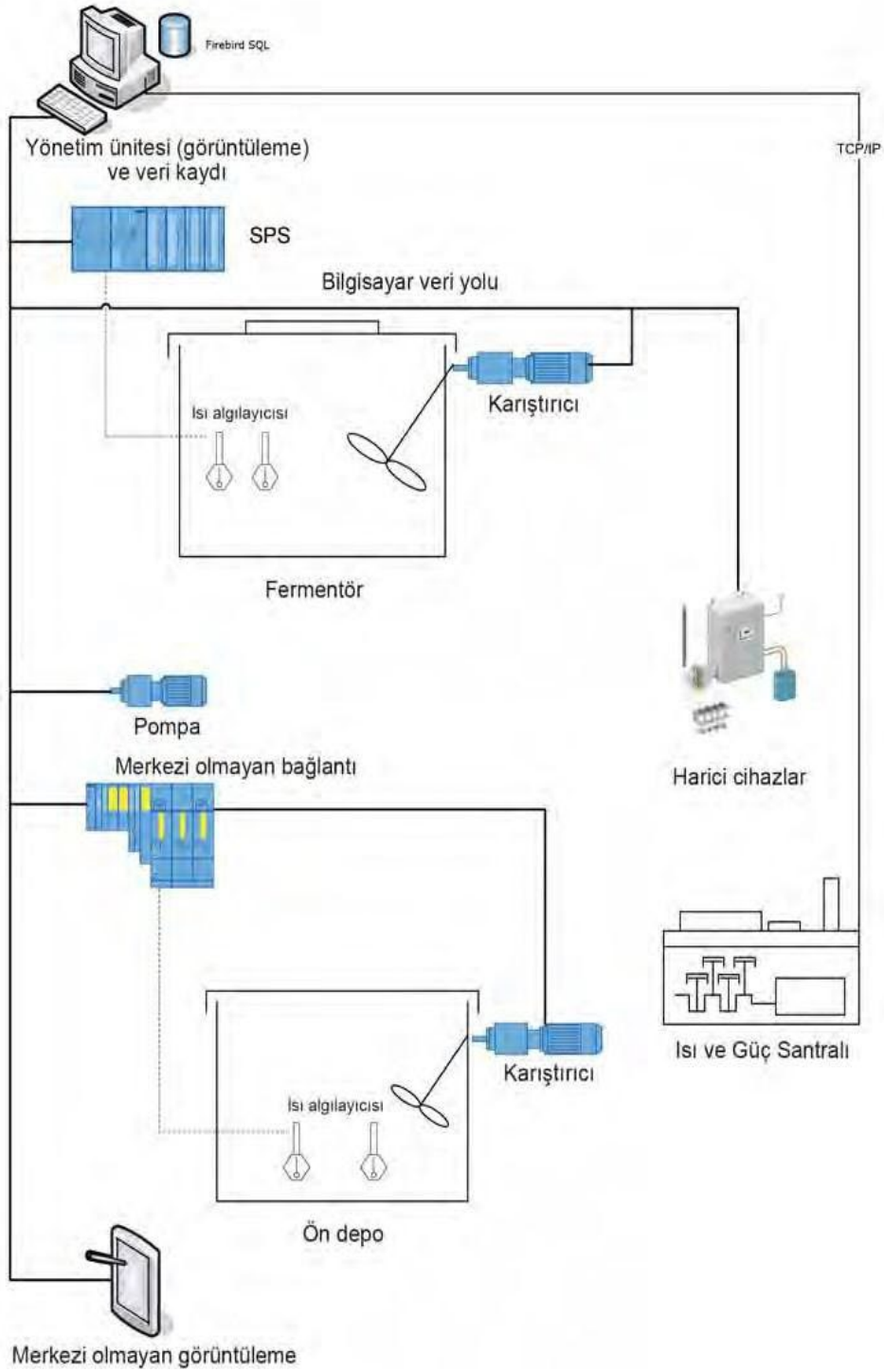
2.3.2.3. Veri Toplama

Veritabanları, büyük teknik alanlarda güvenlik verilerini toplamak için kullanılır. PLC üreticileri kendi veri toplama sistemlerini sunsalar da erişim olanakları açısından daha esnek bir yapıya sahip oldukları için üreticiden bağımsız bir çözüm seçmek daha iyidir. Kaydedilecek veriler, geniş bir veri koleksiyonundan seçilebilir. Böylece, tesis çalışması uzun bir süre boyunca değerlendirilebilir. Örneğin, arıza bildirimleri gibi olaylar da günlüğe kaydedilebilir. Dolum seviyesi, pompa çalışma süresi vb. Bu süreçlerin teknik duruma göre uyumluluğu ve kontrolü gibi tamamen teknik olayların denetimi ve kontrolünün ayrıntılı bir açıklaması, genellikle herhangi bir sorun oluşturmaz.

2.3.3. Proses kontrolü

Süreç kontrolü, süreç hedeflerine ulaşmak için kullanılır. Ölçülen verilerin değerlendirilmesi nedeniyle, kontrolör hedef duruma göre sapmaları belirler ve gerekli geri dönüş önlemlerini başlatır. Kontrol sırasında bir komutun aksine, süreç yanıtı kontrol sürecine dahil edilir. Kontrol işlemleri tek başına anaerobik bozunma işlemleri için uygun değildir çünkü öngörülemeyen arızalar durumunda kontrol mekanizmaları işlemdeki değişiklikleri kaydetmez ve bu nedenle yeterli yanıt veremez. Herhangi bir proses kontrolü, operatör tarafından yapılsa bile, prosesin durumunu yeterli doğrulukta tanımlayan önlemler gerektirir, aksi takdirde proses kesintileri zamanında tespit edilemez ve bir arıza durumunda önemli güç üretimi kaybı olabilir. Meydana gelmek. Biyogaz tesislerinde çoğu durumda proses kontrolü, biyolojik proses için tesis operatörü tarafından gerçekleştirilir.

Operatör, sürecin durumunu tahmin etmek için mevcut ölçümleri ampirik değerleri ve güç parametreleriyle karşılaştırır. Bu yaklaşımın etkinliği büyük ölçüde kullanılabilirliğe ve çalışan bilgisine bağlıdır. Otomatik süreç izleme ve ayarlama kurulacaksa, tesis operatörü karar verici olmadığından ve bu nedenle yalnızca elektronik süreç bilgi kontrolünü kullanabildiğinden, ölçülen değerlerin toplanması ve değerlendirilmesi daha da zordur. Biyolojinin otomatik kontrolü büyük teknik alanlar için uygun değildir. Ancak, fabrika operasyonları giderek daha fazla sanayileştikçe ve arttıkça işte giriş gerektirmeyen bazı olasılıklar. Bunun için lütfen ilgili mesleki literatüre bakın.



Şekil 2-3: Başlatma sırasında besleme rejimi

2.3.3.1. Başlangıç Aşamasında ve Düzenli İşletimde Proses Kontrolü

Aşağıdaki tabloda proses adımları ve parametreleri hakkında elde edilecek bilgiler kısaca belirtilmekte, gerekli çalışmalar tesis tipine ve çalışma moduna bağlı olmakla birlikte iki

tesis senaryosu ayırt edilmektedir. Bilgi edinimi sırasında ister çevrimiçi ister manuel olarak yapılınsın, sistemde önemli verileri uygun bir değerlendirme için hazırlamaktır.

Tablo 2-8: Biyogaz tesisleri için biyolojik sürecin izlenmesine ilişkin ölçüm

Proses değerlendirmesi ile ilgili büyüklükler	Birim	Tesis senaryosu 1	Tesis senaryosu 2
Yükleme miktarı	m ³	Günlük	Günlük
Yüklenen bileşim	kg KM/m ³ ; kg OKM/m ³	Aylık	Haftalık
Sıcaklık	°C	Günlük	Günlük
Ara ürünler (Organik asitler)	g/l	Aylık	Haftalık
Çıkış miktarı	m ³	Günlük	Günlük
Fermantasyon artığı bileşimi	kg KM/m ³ ; kg OKM/m ³	Aylık	Haftalık
Oluşan gaz miktarı	m ³	Günlük	Günlük
pH değeri	-lg H ₃₀ ⁺	Aylık	Haftalık
(Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2010)			

Gerekli çalışma ve çalışma moduna arasında ayırım yapılırken proses biyolojisi değerlendirmesi için hangi proses parametrelerinin kullanılması gerektiğine dair kısa bir açıklama yer almaktadır. Verilerin ilk etapta çevrimiçi mi yoksa manuel olarak mı toplandığı önemli değildir. Verileri uygun değerlendirme için hazırlamak önemlidir. Senaryo 1: Normal fabrika, esas olarak hızı, dolgu macunu yok, asit konsantrasyonu normal çalışmada 2 g/l daha düşük oranlarına, malzeme bileşimine ve kalitesine, gerekirse engelleyici maddelere (örn. amonyum), normal çalışırken besleme düzenini değiştirirken 2 g/l'ye kadar asit konsantrasyonlarına sahip tesislerdir. Arızalı tesisler, yani değişken proses parametreleri, Senaryo 2'de gösterildiği gibi en az bir ölçüm yoğunluğu ile test edilmelidir. Dinamik süreçler söz konusu olduğunda, sürecin kendi kendini dengelemesinin mümkün olduğu aralıktan ayrılma riski her zaman vardır.

Bunun için çalışma şeklini değiştirmek, malzemeyi değiştirmek, giriş yükünü arttırmak vb. Bu durumda, her zaman nispeten büyük bir ölçüm yoğunluğu gerçekleştirilmelidir. İşlemin, manipülasyon sonucunda inhibitör maddelere (örneğin, amonyak) maruz kaldığı biliniyorsa, bu maddeler ayrı ayrı gözlemlenmelidir. Bu nedenle, sorunun nedeni daha hızlı belirlenebilir. Proses kontrol ve değerlendirme sonucunda bozulma miktarının azaldığı anlaşılırsa, bir sonraki adım nedeni analiz etmektir.

Uzun vadeli gelişmeleri ve ilişkileri daha iyi takip etmek için veriler elektronik olarak toplanmalı ve hazırlanmalıdır. Proses değerlendirmeleri, çoğu tesisteki tesis operatörlerinin deneyimlerine dayanmaktadır.

Bu değerlendirme, süreç gözlemcileri tarafından daha doğru ve objektif olarak yapılabilir. Süreç gözlemcileri, sürecin matematiksel bir modelini kullanarak verileri değerlendirir. Proses akışı, özellikle malzeme değişiklikleri veya besleme hızı değişiklikleri gibi dinamik proses değişiklikleri sırasında bir model olmadan değerlendirilemez.

Aynısı, ileri besleme miktarlarının üretilmesiyle ilgili olarak süreç davranışının tahmini için de geçerlidir. Süreç değerlendirmesine dayalı olarak sadece model bazlı düzenlemeler süreç geliştirme ile ilgili öngörülerde bulunabilir. Ölçümler modele entegre edilmemişse, yine de statik tork girişine uyarlar ve bu nedenle dinamik ayar için kullanılamazlar.

Tesis operasyonları için, etkinin (varsa) izlenebilir olması için besleme düzenini değiştirmek genellikle parametreler aynı kalmalıdır. Bu takdirde etkinin nedeni belirlenemez ve süreç optimizasyonu yapılamaz. Normal çalışma için, tek bir fermentasyondan kaçınılmalı ve genel, ancak zaman içinde mümkün olduğunca aynı malzeme bileşimi olarak muhafaza edilen bir tercih edilmelidir. Optimizasyon için, karıştırma oranı, yükleme hızı ile kalma son derece hassas malzeme bileşimlerinin ayarlanması, proses optimizasyonunda önemli adımlardır.

2.3.3.2. Arıza Yönetimi

Proses bozuklukları, tesis boyutlarına bakılmaksızın biyogaz tesisinin ekonomisi üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Bu nedenle süreç bozuklukları mümkün olduğunca çabuk tespit edilmeli ve ortadan kaldırılmalıdır.

- Başta asetik asit ve propiyonik asit olmak üzere yağ asidi konsantrasyonlarında artış ve sürekli izovalerian asit
- Biyogaz oranında azalma.
- Ph değerinde azalma, işlemin asitlenmesi
- Gaz üretim- tam bir çöküş.

Kombine ısı ve elektrik santralının arızalanması ve bundan dolayı fermentör ısıtıcı için kullanılacak atık ısı belli bir süre sonra bile hayatta kalabilirler. Bununla birlikte, bu durumda, özellikle malzeme beslemesi azaltılmadığında veya zamanında yapılmadığında asitlerde bir artış inhibisyonuna tam fermentör içeriğinin asitlenmesiyle pH değerinde bir azalma eklenir. Bununla birlikte, büyük miktarda ısıtılmamış malzemenin eklenmesi, fermentörün yetersiz ısıtılması ve sıcaklık sensörlerinin devre dışı bırakılması nedeniyle fermentörün sıcaklığındaki bir düşüşün bir sonucu olarak ortaya çıkabilir. Kararlı bir işlem için, önemli olan koşullarının yanı sıra malzemelerin nitelikleri ve dozajı için de geçerlidir. Malzeme eklerken hatalar oluşur:

- Uzun süre çok fazla malzeme yükleniyor
- Çok düzensiz malzeme ilavesi
- Farklı bileşimlere sahip malzemelerin hızlı yüklenmesi
- “Besleme molası”ndan sonra çok fazla malzeme eklenmesi (örn. Teknik arızalar nedeniyle)

Çoğu hata, özellikle başlatma ve düzenli çalışma sırasında malzemenin değiştirilmesi durumunda, malzeme eklerken yapılır. Bu nedenle, özellikle bu durumlarda süreç yoğun bir şekilde gözlemlenmelidir. Bunun dışında, beraberindeki süreç analitiğini yoğunlaştırmanız önerilir. Bazı malzemelerde, bileşim açısından ciddi dalgalanmalar meydana gelir ve bu da yükleme hızında olur.

Proses Bozukluklarının İşlenmesi

Daha önce de belirtildiği gibi, bir süreç arızası ancak nedeni bilinip ortadan kaldırırsa sürdürülebilir bir şekilde giderilebilir. Bununla birlikte, durumun hafifletilmesine izin veren bazı teknik önlemler vardır (kısa vadeli). Proses stabilizasyonunun temel önlemleri aşağıda tartışılmakta ve etkileri açıklanmaktadır. Bu önlemlerin başarısı esas olarak süreç bozukluğunun derecesine, yani mikroorganizmaların zaten ne ölçüde olumsuz etkilendiğine bağlıdır. Bunun dışında, önlemlerin uygulanması sırasında ve sonraki iyileşme aşamasında süreç dikkatle izlenmelidir. Böylece başarı/başarısızlık tanınabilir ve gerekirse başka önlemler alınabilir. Daha sonra, süreç bozukluklarını ortadan kaldırma olanakları, önceki bölümde açıklanan nedenlere uygun olarak gösterilmiştir.

Proses Stabilizasyonu Tedbirleri

Malzeme ekleme miktarındaki azalmaya bağlı olarak, sonradan üretilen biyogaz miktarı önemli ölçüde artar. Zenginleştirilmiş yağ asitlerinin bozulmasının bir işaretidir, asetik asit ise çok hızlı bir şekilde bozunur ve propiyonik asit çok yavaştır. Çok yüksek konsantrasyonlarda propiyonik asitlerde artık ayrışmamaları azaltılmasına ilişkin önlemlerin. Malzemenin bir depolama sonrası depodan (fermantasyon sonrası depo, fermentasyon kalıntısı deposu) fermentöre geri aktarılmasıdır. Pompalama sayesinde, yöntem teknik olarak mümkün ise temel olarak iki olumlu etki elde edilir.

Bir yandan seyreltme gerçekleşir, yani fermentördeki” Zararlı madde konsantrasyonu” devridaim süresine bağlı olarak düşürülür. Bunun dışında fermentöre "aç" bakteriler eklenir ve bu bakteriler tekrar bozulmada aktif olacak şekilde fermentöre eklenebilir.

Mikro Element Noksanlığı

Genel olarak, mikroelement eksikliği çiftlik ilavesiyle telafi edilebilir. Bu malzemeler yeterince mevcut değilse veya çeşitli nedenlerle kullanılamazsa, katkı maddeleri satıcıları bulunmaktadır. Bununla birlikte, mikro elementler, bir yandan, aşırı ilavede işlem üzerinde engelleyici bir etkiye sahip olabilecek ağır metaller içerir ve diğer yandan, tarımsal alanlarda gübre olarak kullanıldığında ağır metal miktarı zenginleştirilir, miktarları mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır. Olasılıklara göre, sadece gerçekten eksik olan mikro elementler eklenmelidir. Bunun için fermentör malzemesinin girdi malzemelerindeki mikro element analizi yararlı olabilir. Ancak, bu hantal ve maliyetli bir süreçtir. Mikroelementlerin eklenmesinin verimliliğini arttırmak için prosese eklenmeden önce kimyasal kükürt giderme için demir tuzları eklenebilir. Bu şekilde, ayrılan hidrojen sülfidin çoğu çöktülebilir ve mikro elementlerin biyoyararlanımı iyileştirilir. Temel olarak, üreticinin tavsiyelerine uyulmalı ve takip edilmelidir.

Proses Stabilizasyonu Tedbirleri

İşlemin kendiliğinden ısınmasına dayanan bir sıcaklık problemi varsa, iki olasılık vardır. İşlem soğutulur veya işlem sıcaklığı değiştirilir. Soğuk su eklenerek, çok dikkatli bir şekilde yapılması gereken bir soğutma etkisi elde edilebilir. Proses sıcaklığının mezofilik aralıktan termofilik aralığa kayması amaçlanıyorsa, geçiş gerçekleştiğinde hedeflenen biyolojik destek gereklidir. Mikroorganizmalar önce daha yüksek sıcaklık seviyesine

adapte olmalı veya yenilenmelidir. Bu süre zarfında süreç son derece kararsızdır ve hiçbir şekilde fazladan malzeme getirilerek "çöküş" durumuna getirilmemelidir.

Amonyak İnhibisyonuna Karşı Önlemler

Amonyakın olumsuz etkilerine karşı alınacak önlemler tesisin işletilmesinde temel müdahaleleri gerektirmektedir. Genel olarak, amonyak inhibisyonları, protein bakımından zengin öncüllerin kullanılmasının bir sonucu olarak ortaya çıkar. Bilindiği gibi, bir amonyak inhibisyonu varsa, sıcaklık düşürülmeli veya giriş bileşimi değiştirilmelidir. Giriş bileşiminin değiştirilmesi yükte daha düşük bir azot içeriğine neden olacaktır. Böylece, fermentörde, inhibitör ve amonyak konsantrasyonu uzun vadede azaltılabilir. Asitlenme zaten çok ileri ise, kısa vadede asit konsantrasyonunu azaltmak için fermantasyon kalıntısının devridaim edilmiş fermentörden değiştirilmesi önerilir ve yavaş, yoğun süreç kontrol altında olmalı. Bağlanmamış amonyak miktarını azaltmak için pH'ı düşürmek uzun vadede çok zor olabilir ve bu nedenle önerilmez.

Hidrojen Sülfür İnhibisyonuna Karşı Önlemler

Tarımsal biyogaz tesislerinde hidrojen sülfürün olumsuz etkileri çok nadirdir. Hidrojen sülfür inhibisyonu her zaman malzemeye bağlıdır, yani öncüllerin yüksek kükürt içeriğinden kaynaklanır. Bir yandan, nispeten düşük kükürt içeriğine sahip girdi malzemeleri ağırlıklı olarak tarımsal biyogaz tesislerinde kullanılmaktadır. Öte yandan, gaz değerlendirmesi üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle gazdaki H₂S oranları azaltılması ve su ile seyreltme gibi tamponlama maddeleri sayesinde pH değeri artar. Seyreltilmesi, h₂s'nin toksisitesini kısa vadede vermektedir.

Teknik Arızaların ve Problemlerin Giderilmesi

Giderilmesine ilişkin genel bir eylem önerisi verilememektedir. Bununla birlikte, biyogaz tesisi üreticilerinin ve cihaz kullanım kılavuzlarının, genel olarak bireysel tesis bileşenlerine ilişkin eylem önerileri ve önlemleri içeren konularda incelenmesi uygun olacaktır. Teknik arıza ve sorunlarına anında tanıma ve eleme belirleyici öneme sahiptir ve durumunda, sistemde telefon görüşmesi veya SMS yoluyla tesis operatörüne / işletme personeline de iletilebilen bir alarm mesajı oluşturulur verilebilir.

Operasyonun uzun bir etkilenmemesi için tesis operatörünün seçilen yedek parçaları/aşınma parçalarını her zaman stokta tutması önemlidir. Buna göre onarım ve kesinti süreleri kısaltılabilir. Ayrıca acil durumlarda güvenilir bir servis ekibi daima tesis işletmecisi ile birlikte olmalıdır. genellikle doğrudan tesis üreticisi veya harici uzman hizmetleri sağlanır. en aza indirmek tesis işletmecisi tarafından bakım sürelerine uygunluk ve düzenli kontroller.

2.3.4. İşletme Güvenliği

Tehlikelerin belirlenmesi ve değerlendirilmesinden ve gerekirse uygun önlemlerin alınmasından işletme sorumludur .Bu bölüm genel bir bakış sunmayı ve bir biyogaz tesisinin işletilmesi sırasındaki potansiyel tehlikelere dikkat çekmeyi amaçlamaktadır. Risklerin değerlendirilmesinin temeli ve tesis işletiminin ilgili güvenlik yönleri her zaman mevzuat hükümlerine mutlak uyumu ve hatta ötesini hedeflemelidir. Bunu hedeflerken göz önünde tutulması gereken temel hususlar aşağıda listelenmektedir.

- Patlama ve Yangın Tehlikesi
- Zehirlenme ve Boğulma Tehlikesi
- Bakım ve Muhafaza
- Kimyasallarla Çalışma
- Diğer Potansiyel Kaza Tehlikeleri

2.3.5. Çevre Kalitesi

2.3.5.1. Hijyen/Biyolojik Kontaminasyon

Hijyenin amacı, materyaldeki olası mikropları ve patojenik mikroorganizmaları nötralize etmek ve böylece problemsiz salgın ve hijyenik bir ortam yaratmaktır. Bu, diğer ticari sektörlerden gelen biyojenik atıkların yanı sıra tarımsal hammadde ve atık malzemelerin kullanılması durumunda gereklidir.

Bu durumda, AB yönetmeliği no. 1774/2003 tarihli biyolojik atık direktifine ek olarak (5-13) belirtilmelidir. AB yönetmeliği, insan tüketimine yönelik (3 bar basınçta en az 20 dakika indirgeme <55 mm, 133 ° C (5-12)), sıvı gübre, arıtılmamış mide ve bağırsak içerikleri ile kategori 3 malzemeler (örneğin mezbaha atıkları) sterilizasyondan sonra

kullanılabilir (yakl. için en az 70 ° C. 1 saat). Ancak söz konusu düzenlemenin tarımsal biyogaz tesislerinde neredeyse hiçbir uygulaması bulunmamaktadır. Hayvansal yan ürün olarak sadece mutfak ve gıda artıkları kullanılıyorsa, söz konusu yönetmelik geçerli değildir. Biyolojik atık yönetmeliğine tabi düzenlemeler kullanılırsa, bir sterilizasyon gereklidir. Minimum 55 ° C sıcaklığa ek olarak, reaktör tutma muhafaza edilmelidir.

2.3.5.2. Emisyon Kontrolü

Tesisin verilmeli bir şekilde işletilebilmesi için bu için geçerlidir. Ayrıca düzenlenmiş yasal dayanaklar ve yasanın amacı, çevreyi zararlı çevresel etkilere karşı korumak ve bunların oluşmasını önlemektir. İzin süreci çerçevesinde, bu yasal yönerge yalnızca toplam

2.3.5.3. Suların Korunması

Suları bozacak etkilerden kaçınılmalıdır. Suyun açısından bu, olarak yeraltı sularının yanı sıra yüzey sularının hiçbir şekilde kirlenmeyecek şekilde tasarlandığı anlamına gelir. Özel su koruma talepleri aynı zamanda denetime tabi olduğundan, yasal düzenlemeler ülkeye özgü bir şekilde birinden diğerine farklılık gösterebilir.

Ağırlıklı olarak su tehdidi olarak sınıflandırılmakta, yenilenebilir hammaddeler aynı değerlendirmeye sahiptir (5-14). Sonuç olarak, söz konusu maddeler tarafından yüzey ve yeraltı sularının kirlenmesi tüm üretim zinciri boyunca önlenmelidir. Uygulamada bu, tüm depolama alanlarının, depolama ve uygun olmayan nedeniyle önemli miktarda sızıntısı olabileceğinden silaj alanlarına özellikle dikkat edilmelidir.

Fermentasyon ve süzme sularının ayrı ayrı toplanması ve değerlendirilmesi zorunluluğu vardır. Genellikle önemli miktarda organik bileşen içerdiklerinden, bunları fermentör tanklarına aktarmanız önerilir. Özellikle şiddetli yağışlardan sonra, kirli ve boşaltılan suyu ayırmak mantıklıdır, böylece büyük miktarda boşaltılan su gereksiz yere işleme aktarılmaz. Bu, yüksüz suyun manuel anahtarlama yoluyla su alıcısına aktarılmasını sağlayan iki hatlı sistem ve bağımsız drenaj sistemlerinin yanı sıra kirlenmiş su ve sızıntı suyunun biyogaz tesisine aktarılması sayesinde sağlanabilir.

2.3.5.4. Gürültü Kontrolü

Malzemelerin toplanması veya depolanması ve fermantasyon artıklarının taşınması alanlara monte edilir. Gürültü korumasına ilişkin teknik talimat (TA noise) gürültü emisyonlarının yasal dayanağı olarak.

2.3.6. Tesis İşletilmesinde Sürekliliğin Sağlanması

Bir optimizasyon problemini çözerken tek bir çözüm olasılığı göz önünde bulundurulmamalı, birçok farklı çözüm olasılığı değerlendirilmelidir. Daha sonra değerlendirme kriterleri temelinde çeşitli olası çözümler birbiriyle karşılaştırılabilir. Örneğin, maliyetler, gaz verimliliği veya çevresel etkilerin en aza indirilmesi değerlendirme için kullanılabilir. Değerlendirme kriterleri, nihai bir değerlendirme ve eylem kararı alınabilmesi için tanımlanmış bir hedefin belirlenmesine uygun olarak birincil önemlerine göre sınıflandırılmalıdır.

Uygulamada, sorumlu her biyogaz tesisi işletmecisi, beyan edilen çerçeve koşulları altında genel optimum koşullara (sahaya özgü olanlar dahil) ulaşmayı hedeflemelidir. Çerçeve koşulları değişirse, hedef boyutların şimdiye kadar açıklamalarından (örneğin forumlar, uzman vb.) Tanımlanabilir.) veya uzmanlık.

Fiili hedef durumun belirlenmesini somut hedef değerlerin belirlenmesi, bu hedef değerlere ulaşılmasına yönelik önlemlerin uygulanması ve ardından hedef değerlere ulaşılması ve diğer bölümler üzerindeki olası etkiler açısından önlemlerin doğrulanması izlemektedir. Tesis üzerinde kavramsal bir değişiklik meydana gelirse, süreç hedefleri buna göre uyarlanmalıdır.

Verilerin değerleri oluşturmak yalnızca sınırlı bir yardımcı olduğunu izler. Süreçle ilgili verilerin kapsamlı bir şekilde derlenmesi federal jeodezik programlar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir ve KTBL ayrıca biyogaz tesislerinin işletilmesine ilişkin referans verileri yayınlamaktadır.

"Biyogaz tesisleri için kalite kriterleri" VDI yönetmeliğinde, sürecin değerlendirilmesi için temel referans miktarları verilmiştir. Veri toplama için yararlı kapsamlı kontrol listeleri de burada mevcuttur. Çalışma koşullarının çalışma için olduğunca tutulması

gerektiğine dikkat edilmelidir. Ancak bu şekilde mantıksal bir gerçek durum tanımlanabilir.



Şekil 2-4: Optimizasyon olanakları

Operasyonda kesinti süresini en aza indirmeyi ve sorunsuz proses yönetimi hedeflenmektedir.

Tabii ki, bu hedefin tesislerin ekonomisi üzerinde dolaylı etkileri vardır, çünkü tesis planlanan gücü ancak yüksek yükte üretebilir. Öte yandan yüksek teknolojik bir kurulum da yüksek maliyetlere yol açmakta, ekonomik optimizasyon çerçevesinde maliyet-fayda analizi uygulanmalıdır.

Tam yükleme saatlerinin yanı sıra çalışma saatlerinin toplanması ve belgelenmesi, genellikle tüm montajın kullanılabilirliğini tahmin etmek için kullanışlıdır. Ayrıca, arıza

Çok genel anlamda, cihazların kullanılabilirliği aşağıdaki önlemlerle artırılabilir:

- Bakım sürelerine uygunluk
- İleri bakım
- Arızaları tespit etmek için ölçüm tekniğinin oluşturulması

Sistemler arızalanırsa, biyolojik işlem doğrudan etkilenir.

2.3.7. Fermantasyon Artığının Kalitesi ve Değerlendirilmesi

2.3.7.1. Fermantasyon artığının depolanması

Maddelerinin kullanılmasının ön şartı uygun depolarda depolanmasıdır. Fermantasyon kalıntılarının depolanması sırasında, amonyak (NH₃) emisyonları ve kokuların yanı sıra, gübresinde olduğu iklimle ilgili emisyonu meydana gelir.

2.3.7.2. Amonyak Emisyonları

Fermantasyon kalıntısındaki yüksek pH değerleri ve fermantasyon işlemi ile artan amonyum oranı, depolardaki malzemenin derhal samanla kaplanması tavsiye edilir. Bu aynı zamanda amonyak emisyonu ile ilişkili kokuların emisyonunu da önleyecektir.

2.3.7.3. İklim ile İlgili Emisyonlar

Fermente edilmiş bulamaçtan elde edilen biyogaz, anaerobik işlem ile bulamaca kıyasla azalır, malzemesinin bir kısmı fermentör içinde edilmiştir, bu nedenle depolama haznesinde nispeten az parçalanabilir karbon vardır. Bu nedenle, metan emisyonlarının azaltma oranı, organik maddenin ayrışma derecesine ve buna bağlı olarak başlangıç malzemesinin fermentörde kalma süresine kesin olarak bağlıdır. Bu nedenle, çeşitli çalışmalarda, fermantasyon fazı kısa olan fermantasyon kalıntılarının, yani fermentörde kısa kalma süresinin, fermentörde uzun bekleme süresi olan fermantasyon kalıntılarında daha fazla CH₄ yaydığı gösterilmiştir.

Çok kısa bir kalış süresi söz konusu olduğunda, yakın zamanda metan oluşturucularla aşılana malzeme kısa bir süre sonra fermentörden çıkarılıp fermantasyon kalıntısı deposuna ulaşırsa, işlenmemiş bulamaca kıyasla metan emisyonlarında artış olabilir. Bu nedenle, kısa devre akışlarından kaçınılmalıdır. Fermantasyon kalıntılarında kaynaklanan metan emisyonlarını tahmin etmek için, fermantasyon deneylerinin sonuçları, 20-22 ° C'de fermantasyon kalıntıları ile bir parti fermantasyon işlemine tabi tutulabilir, çünkü bu koşullar kabaca fermantasyon çamuru tankındaki sıcaklık koşullarına eşdeğerdir. Bununla birlikte, mezofilik koşullar altında artık potansiyel değerleri, gerçek emisyonlar açısından anlamlı. Bununla birlikte, fermantasyon işleminin etkinliği hakkında bir fikir verebilirler çünkü fermantasyon kalıntısında hala mevcut olan

fermentördeki dönüştürülmemiş biyokütle potansiyelini yansıtırlar. Bununla birlikte de bireysel malzemelerdir.

Çok kademeli tesislerde artık gaz potansiyeli, esas olarak, artık gaz potansiyeli üzerinde indirgeyici bir etkiye sahip olan çok kademeli tesis işletimi ile ilişkili yüksek bekleme süresinden kaynaklanmaktadır. önlenmesi amaçlanmalıdır sızdırmaz uç tankı bulunmayan tesisler, çok kademeli bir çalışmaya (sıralı fermentör) ek olarak aşağıdaki gerekliliklerden en az odasındaki tüm girişler, malzeme hacmini hesaplarken dikkate alınmalıdır (örneğin, su ve / veya sirkülasyon).

2009 Yenilenebilir Enerjiler Yasası ve federal emisyon yasaı kapsamında lisansa sahip bir tesis söz konusu olduğunda, fermantasyon kalıntı tankının eşdeğer) olan 2.500 m³'ü aşan sıvı gübre depolama kapasitesine sahip tesisatlardır. Bu, tüm yeni bitkiler için geçerli olmakla birlikte, yasanın eski bitkiler için uygulanabilirliği hala tartışılmaktadır, çünkü çoğu durumda bir dizi fermantasyon kalıntısı tankı ya hiç ya da sınırlı ölçüde mümkündür.

Yeni tesislerin bina yönetmeliklerine göre ruhsatlandırılması için, gaz sızdırmazlığının kapatılması. Sonuç olarak, kullanılmayan Artıklarının hacminin düşük olması ve dolayısıyla yatırımın düşük olması artık gaz verimi ile bile uygun ekonomik avantajlar yaratılabilir ve dikkate alınabilir. Sadece gübre kullanan veya ağırlıklı olarak gübre fermantasyonu olan tesislerde, kaplanacak fermantasyon kalıntılarının hacmi, tesisin büyüklüğü ile artar, böylece belirli koşullar altında elektrik geri ekstra bir kaplamayı kaplamak olsa yerine uygun yüksek ekstra bir dönüş bu kadar kaybı sınırı düşük likör oranı da ulaşılır bitkiler kıyasla nispeten düşük yüklü güç durumunda bitkiler için ham kütle girişinde %30'dan fazla bulamaç kaldırıldı sıvı gübre bonusu ile oluşturulur. Bununla birlikte, NawaRo tesislerine kıyasla, Diğer çeyreklik grubun ise sadece statik sorunlar ve/veya yapım şekli nedeniyle ciddi bir yüke maruz kaldığı kabul edildi. Silindirik tankların yarısının yanı sıra toprak havuzlarının ve sınırlı ekipman uygunluğu durumunda, yukarıda belirtilenlerden önemli ölçüde daha yüksek maliyetler dikkate alınmalıdır ve içerdiğinden gerçekleşemediğinden, üretimi süpernatantla sınırlı kalır ve tiplerine ve havalandırmalarına bağlıdır. Bu aynı zamanda, açısından biraz sonuçlar veren bulamaç ve fermantasyon kalıntılarında kaynaklanan azot oksit gazı emisyonlarında da görülür. Tanklarından kaynaklanan emisyonlarına kıyasla önemsizdir ve sera gazı

emisyonlarının hesaplanmasında önemsizdir. Bununla birlikte, bunlar aynı zamanda gaz sızdırmaz bir kapatma ile tamamen önlenir.

2.3.7.4. Fermantasyon artığının tarımsal alanlarda değerlendirilmesi

Tarımsal yararlanabilmek koşullar beslenmesini sağlamak, ayrıca ihtiyaçlarına tipine besinlerin toprağa, fiyat artışları nedeniyle maliyetine, fermantasyon artıklarının ve çiftlik gübresinin taşınması ve ihraç edilmesine ilişkin maliyete rağmen, bunların kullanımı ekonomik eşiğe ulaşmış, böylece fermantasyon kalıntıları genellikle besin değerleri nedeniyle taşınmaya değer bir üründür. Gübresi ile gübrelemenin dengeleri açısından gübrelemeye dayalı uygulamalara göre daha uygun maliyetli olduğu düşünülmektedir.

Malzemelerin DM oranı genellikle fermantasyon nedeniyle azalır. Ek olarak, ayrışma derecesine bağlı olarak, metan fermantasyonunun bir sonucu olarak fermantasyon arttığında azalır. Bitkiler için mevcut olan amonyum miktarı artar kalıntısında bulunan azotu hesaplamak 2 eşdeğeri ile hesaplama yılı esas olarak mevcudiyeti ile belirlenir. İlerleyen yıllarda fermantasyon kalıntısından sadece düşük N miktarları sağlanmaktadır.

Bununla birlikte toplamda fermantasyon artıklarında azotun etkinliğinin, temel olarak uygulama türünün ve amonyak kayıplarının arttığı görülmektedir. Fermantasyon kalıntılarının yüksek sıcaklık koşullarında bitkilerin bitki kalıntılarına aktarılması durumunda özellikle beklenir içerikli özellikle beklenir. Başvuru tarihini seçerek kayıpları önemli ölçüde azaltmak mümkündür.

3. TESİSİN HUKUKİ-İDARİ-MALİ ÇERÇEVESİ ve ORGANİZASYON

Tesis işletmecisi için hem biyogaz tesislerinin birçok yasal soru ortaya çıkmaktadır. Sözleşmenin formülasyonu ve izin kanunu ile ilgili talepler hakkında operatör kararını vermek zorundadır ve tasarımı, kullanılan malzemelerin seçimi, kullanılan teknoloji ve enerji kullanımı ile ilgili çeşitli fırsatlar olarak, tesis işletmecisi işletmenin işleyişi sırasında ilgili tüm kamu hukuku taleplerine uymak, kriterlerine uygun olarak işletmek ve yasal olarak gerekli tüm yükümlülükleri yerine getirmek zorundadır.

3.1. Hukuki ve İdari Çerçeve Koşulları

3.1.1. Biyokütleden Elektrik Üretiminde Teşvik

Esas olarak Avrupa'daki EEG ile desteklenmektedir. Ülkemizde ise bu destekler artmakta ve teşvikler hem yurtdışı destekleli hemde devlet destekli olarak verilmekte, birçok Avrupa ülkesine göre daha fazla destek ve teşvik sunulmaktadır. Avrupa dünyada yaşanan olaylardan dolayı kendi enerji ihtiyaçlarını korumak amacıyla 2020 yılına kadar elektrik arzındaki yenilenebilir enerji oranını iki katına çıkarmaktır. Merkezi olmayan biyokütleden elde edilen biyogaz da dahil olmak üzere Biyokütle Yönetmeliğine (BiomasseV) göre, bu bağlamda etkili bir katkı sağlayabilir.20 yıllık bir süre için verilen elektrik için ödeme verilmektedir.

3.1.2. Biyogaz tesislerinin ruhsatlandırılması

Yönetmeliklerin alınmasını gerektirir. Yasal bina ve yapı düzenleme mevzuatı, emisyon koruma mevzuatı, su mevzuatı, doğayı kontrol direktiflerini kapsamaktadır. Hhayvan hastalıklarına ilişkin salgın mevzuata ilişkin hükümler de rol oynayabilir. Lisanslama prosedürü için dikkat edilmesi gereken birçok yasa olması, lisans lisanslama için yerel yetkililerle zamanında iletişime geçmelidir.

3.2. Tesis Ekonomisi

Biyogaz tesisi inşaatına ilişkin alınacak kararın en önemli unsurları, kullanılan sermayenin ve işletme girdilerinin yeterli düzeyde tazmin edilip edilmeyeceğidir. Başka

ekonomisinin tahmini, aşağıdaki model tesisler bağlamında kolaylaştırılmaya çalışılmıştır.

3.2.1. Gelirler- Giderler

Biyogaz tesislerinde gelir kalemleri aşağıdaki rnektekiler gibi oluşturulabilir

- Fermantasyon malzemelerinin bertaraf gelirleri
- Isı satışları
- Elektrik satışları
- Gaz satışı
- Fermantasyon kalıntılarının satışı, gibi gelir kalemleri bulunmaktadır.

Model tesisler için burada ngrlen EEG fiyatlandırma koşulları, tesislerin 2011 yılında işletmeye alındığı varsayılarak belirlenmiştir ve yeterli üretim fiyatlandırılması bulunmadığından, üretici ile alıcı arasında pazarlık yapılarak gaz bedelinin belirlenmesi gerekmektedir.

Bununla birlikte, EEG, tedarik edilen biyogazın (biyometan) başka bir noktada doğal gaz şebekesinden alınıp EEG koşullarında elektriğe dönüştürülme olasılığını da öngörmektedir. Nadir durumlarda, kullanılmış malzemenin elden çıkarılmasından da gelir elde edilebilir. Ancak, bu malzemenin kullanıma hazır hale getirilmesini mümkün kılar. Giderler, gelir gibi birden fazla olabilir. Çok fazla değişken gider olabilir. Malzeme giderleri, bakım ve onarım malzeme giderleri, Ar-Ge giderleri, laboratuvar analiz giderleri ve bunların yanında sabit giderler de bulunmaktadır. Sigorta, prim, faiz gibi çalışan giderleri

3.2.2. Model Tesislerin Ekonomikliği

KWK prosesi sırasında üretilen ısının elektrik satışı ile birlikte kullanılması giderek bir biyogaz tesisinin ekonomik başarısı için belirleyici bir faktör haline gelmektedir. Isı kullanımının buna katkıda bulunup bulunamayacağı ve eğer yleyse, nasıl, her şeyden önce, satın alınan ısı miktarına bağlıdır.

Evler, mikrogaz şebekelerinden gelen ısı alıcıları, merkezi ısıtma veya bahçe bitkileri açısından ekonomisi incelenerek sunulmuştur. rnek tesislerde olduğu gibi, EEG 2009'a

göre KWK gelirlerinin hesaplanmasının temeli devreye alma yılı olan 2011'dir. Eeg'deki ikramiye yıllık %1 amortismanına tabi olmakla birlikte, pozitif-negatif listede belirtilen rezervasyonlar dikkate alınarak KWK primi 0,0294 Euro'dur.

3.3. İŞLETME ORGANİZASYONU

3.3.1. Uygun Bir Tesis Bölgesinin Seçilmesi

Birçok tesisin ileride sorunlar yaşamasına sebep olan ve bu nedenler ile işletmenin hammedeye ulaşımında veya enerjinin hatlara aktarımı sorunlara sebep olan en önemli konu tesisin yer seçimidir çünkü bu sebepler tesisin kapanmasına dahi yol açabilmektedir. Bu nedenle, bir atık fermantasyonu düşünülürse, biyolojik atıkların mevcudiyeti, gerekirse depolanması için gerekli ve yasal yönleri açısından ve hijyenin çiftlik tamamen malzemelerinin üretimi katılım değildir. Ek olarak, ürün rotasyonu Biyokütle malzeme üretememesi durumunda artış koşulu içeren uzun vadeli sözleşmeler sonuçlandırılmaya çalışılıyor, ancak tarım ürünlerinin fiyatlarındaki değişiklikler, bölgesel piyasayı önemli ölçüde etkileyebilecek malzeme büyüklüğü hakkında verilecek kararda teknik, hukuki, idari ve fiyatlandırma konularının yanı sıra malzeme hazırlama, fermantasyon kalıntılarının anlamlı değerlendirilmesi ve anlamlı değerlendirilebilecek ısı miktarına dikkat edilmesi gerekmektedir. Biyogaz tesisinin istenilen büyüklüğü olarak tanımlanan ve bölgeden bağımsız olarak tasarlanan güç (ısı gereksinimi, biyogaz sıvı gübre değerlendirme, tesis boyutları ve yapıları vb.), maddi mevcudiyet ve işgücü ekonomisi sorunları, ciddi malzeme miktarında ve çalışma döngüsündeki besin maddelerinde olası artışlar.

- Sabit değerlerin kullanımı: mevcut silolar, bulamaç tankları vb. kullanımı
- İşgücü ve depolama sürelerin kısaltılması

Öncelikle süreçlerin önceden rapor halinde hazırlanması ve optimal seviyelerde işleyişinin incelenmesi gerekmektedir. Bunlar başta;

- Lisans süreci (başvuru hazırlama)
- Uzmanlık (tesis konumu değerlendirme, hesaplamaları,

- Gerekirse koma malzemelerinin neden olduğu ilave fermantasyon artıkları nedeniyle depoların istenilen boyuta getirilmesi, çalıştırma sorun giderme operasyonunun yarısında eşlik eden hizmetler.

3.3.2. Biyogaz Tesislerinin Yapımına Dair Vergi ve Hukuksal Açıklamalar

Bu bölümde işletmelerin en önemli vergi düzenlemelerine ve bunların açısından etkilerine kısa bir genel bakış yer alacaktır çünkü Biyogaz tesisleri Tarım ve sanayi arasındaki sınırdır. Biyogaz tesisinin vergi bakımından bir tarım kuruluşu mu, yoksa sanayi kuruluşu mu olarak kabul edileceği sorusunun cevaplandırılması için, öncelikle biogaz tesisinin ne ürettiğinin tam olarak ortaya konulması gerekir. Tesiste biyogaz üretildiği takdirde, bu iş için gereken biyokütlenin ağırlıklı olarak işletmenin kendisi tarafından üretiliyorsa, maliye idaresi bunun hâlâ tarım ve ormancılık ana ürünü olduğu görüşünü savunmaktadır.

3.3.3. İrat Vergisi Bakımından Etkileri

Vergilendirme açısından veya sanayi olarak değerlendirilip değerlendirilmeyeceği sorusuna cevap verebilmek ürettiği konulmalıdır. Eğer üretiliyorsa, biyokütle ormancılığın olduğunu iddia edebilir. Öte yandan değerlendirilememektedir. Bu nedenle eklenerek dahil edilmelidir.

Üniter bir üretim süreci söz konusu olduğunda, yani elektrik doğrudan biyokütleden üretilir, tüm biyogaz tesisi ve tüm gelirleri bir sanayi kuruluşunu temsil eder. Üretimin esas olarak işletmenin kendisinde gerçekleştirildiğini ne zaman kabul edeceğimiz konusunda, işletmenin kendisi tarafından üretilen biyokütle ile kofermentörler arasındaki metreküp oranı değil, "besin içeriği" ile elde edilen biyogaz verimi arasındaki oran dikkate alınacaktır.

Destekler; biyogaz tesisleri genellikle kamu kaynaklarından destek alınarak satın alınır veya inşa edilir. Böyle bir durumda, mali idare vergi mükellefine bir seçenek sunmuştur. Bu destekler işletme geliri olarak değerlendirilebilir ve böylece anında kar etkisi ile vergilendirilebilir. Bu durumda, bir biyogaz tesisinin satın alma ve üretim maliyetlerinin ölçüm esası, destek miktarı azaltılmalıdır. Biyogaz tesisinin müteakip amortismanında satın alma veya üretim maliyetleri belirleyicidir.

Bu nedenle, bu destekler kâr amaçlıdır şirket geliri olarak kayıt imkânı tercih edilirse, vergi mükellefinin daha yüksek satın alma veya üretim giderleri nedeniyle yıllık amortismanı daha yüksektir. Desteklerin gelir üzerinde bir etkisinin olmadığı varsayılırsa, amortisman için ölçüm esası azaltılır ve buna göre yıllık amortisman azaltılır. Bulduğundan, satın alma ve üretim maliyetlerinde yıllık %6'lık normal doğrusal AfA oranı söz konusudur. Bununla birlikte, biyogaz tesisinin tamamı için geçerli olan bu statik amortisman oranı uygulamada başarılı olmasına bağlı olarak, maksimum 4 ila 6 yıllık bir servis ömrü vardır.

Doğrusal Afa'ya ek olarak, vergi mükellefleri, isterlerse 2009 ve 2010 yıllarında yeni satın almalar için gerileyen kayıplar meydana gelmektedir, gelirin (dikey zarar bakiyesi) karına karşı sorunsuz bir şekilde dengelenebilir. Biyogaz sanayi işletmesinin zararları, tarımsal işletmenin karı ile toplanabilir ve mahsup edilebilir.

4. ÖRNEK BİR PROJENİN UYGULAMAYA KONULMASI

Bir biyogaz projesinin uygulanması ve gerçekleştirilmesi, proje fikri, fizibilite analizi, tesis planlaması ve tesiste faaliyetin başlatılması dahil olmak üzere tüm çalışmalarını kapsar. Biyogaz projelerinin uygulanması sürecinde, proje sahibi (örneğin çiftçi), kişisel katılımına, personeline ve mali kaynaklarına bağlı olarak çeşitli proje aşamalarını kendisi üstlenebilir. Fikir geliştirme sürecinin çeşitli aşamaları ve fizibilite analizi, müteakip yatırım hazırlığı, ruhsatın alınması için planlama aşamaları ve tesisin inşası ve işletmeye alınması Şekil 4-1’de gösterilmiştir.



Şekil 4-1: Tesis kurulum işlem basamakları

4.1. Fikir ve Proje Taslağı

Biyogaz projesi fikri oluşturulduktan sonra, proje sahibinin fikri uygulamaya koymak için temel olarak bir sahasının teknik fizibilitesinin değerlendirilmesi hem de projenin temel finanse edilebilirliğinin ve teşviklerinin değerlendirilmesi ve potansiyel planlama büröleriyle önemli ilk temasların kurulması için temel teşkil etmektedir. Projeye başlamadan önce, özellikle homojen malzemelerin kullanılması planlanıyorsa, biyogaz operatörlerinden tesisin planlama süreci ve işletimi hakkında bilgi edinilmesi tavsiye edilir. Biyogaz projelerinde, biyogaz üretim tesisinden müşteriye enerji transferine kadar geçen aşamaları ve malzeme mevcudiyetini göz önünde bulundurarak toplam sistemin değerlendirilmesi önemlidir.

Proje fikrinin sağlam bir başlangıç değerlendirmesine tabi tutulması için baştan itibaren aynı derecede ayrıntıyla incelenmesi önemlidir. Daha ileri bölümle karşılaştırılarak kullanılarak değerlendirilmelidir. Mevcut malzeme miktarının belirlenmesi ve kontrolü biyokütle kapasitesi önemlidir.



Şekil 4-2: Biyogaz tesisi projesine ilişkin toplam sistem

Her şeyden önce, projenin başarılı bir şekilde uygulanması için en az bir veya birden fazla çözümin mevcut olması sağlanmalıdır.

4.2. Fizibilite Analizi

Proje sahibi, proje taslağına dayanarak potansiyel biyogaz projesine devam etmeye karar verdikten sonra fizibilite analizi gereklidir. Fizibilite analizi genel olarak tüm teknik, ekonomik ve diğer ilk veri ve çerçeve koşullarının belirlendiğı ve ayrıntılı bir incelemeye tabi tutulduğı büyük ölçüde proje taslağına dayanmaktadır.

Projenin niteliğı ile ilgili ilk beyanları içeren proje taslağından farklı olarak fizibilite analizi, planlanan projenin miktarı ve olası uygulama yolları ile ilgili beyanları içermektedir.

Bir biyogaz tesisi projesinin fizibilite analizi kriterleri ve detaylandırma derecesi Şekil 4-2'ye uygun olarak fizibilitesinin, proje sahasına özgü tüm çerçeve şart ve koşullarının belirlenmesine dayalı olarak

- Kriterlerinin belirlenmesi
- Başvurularının temel oluşturmak
- Fizibilitenin değerlendirilmesi için



Şekil 4-3: Biyogaz tesislerine dair fizibilite analiz ölçütleri

4.3. Halkla İlişkiler Çalışmaları Vasıtasıyla Yatırım Hazırlığı

Kamuya kabulü zor bir süreçtir. Ses ve gürültü kirliliğine ek olarak, çevresel görüntüde değişikliklerin meydana gelebileceğine dair endişeler vardır. Bu nedenle tesis çevresinde sakinlerin komşuların tereddütleri dikkate alındığında rezervasyon ile kabul sorunlarından kaçınılabilir. Böylece planlanan yatırım yerine getirilir. Ağırlıklı olarak öz kaynak ve kredilerle finanse edilmektedir. Bununla birlikte, projenin karlılığı açısından ek finansman kaynakları elde edilmesi önerilebilir.

4.4. Planlama Adımları

Bir biyogaz tesisinin planlanması, lisanslanması ve uygulanması aşağıda açıklanan farklı aşamalardan oluşmaktadır. İnşaat ruhsatı başvurusunda bulunmadan önce, aşağıdaki kontrol listesinde yer alan adımlar çerçevesinde hazırlıklar yapılmalıdır.

Bunlar;

- Ruhsatlandırma Planlaması

Lisans planlaması esas olarak inşaat ruhsatı başvurusunun hazırlanmasını ve gerekirse Federal Çevre Koruma Yasası (BImSchG) kapsamında gerekli izin başvurusunu kapsar ve fizibilite analizine dayalı kararlarla beslenir. İlk olarak, lisanslama süreçleri tesis büyüklüğüne ve yasal gruplandırmaya göre sınıflandırılır. Federal İmar Kanunu tüm lisans işlemleri için geçerlidir. Ancak, her eyalette yapı ruhsatı başvurularının nasıl yapıldığını düzenleyen Devlet İmar Düzenlemeleri uygulama açısından çok daha önemlidir. İnşaat ruhsatına başvurabilmek için yasal mevzuatın belirlediği bazı şartların da yerine getirilmesi gerekmektedir. Bu koşullar aşağıda gösterilmiştir.

Uyulması gereken en önemli yasal düzenlemelere dikkat çekilen bu listede eksiklikler olabilir.

- Biyokütle Yönetmeliği (Biyokütle)
- Dış kirliliğin önlenmesine ilişkin mevzuat* Hava Kirliliği Yönetmeliği
- Çevresel Etki Değerlendirme Kanunu (UVPG)
- Atık yönetimi ile ilgili mevzuat
- Devlet Atık Hukuku
- Organik Atık Yönetmeliği (Bioabfall)

- 1774 sayılı AB direktifi
- Gübre hukuku mevzuatı
- Gübre Kanunu
- Gübre Yönetmeliği
- Gübre Uygulamaları Yönetmeliği
- Su yönetimi hakkında mevzuat
- Biyolojik Su Dengesi Kanunu
- Devlet Su Yasaları
- Doğa koruma mevzuatı
- Biyogaz tesisleri için güvenlik kurallarındaki hükümler
- İş güvenliği ile ilgili hükümler.

(Mevzuat Bilgi Sistemi, 2022)

Uygulama planlama aşamasında, tasarım ve ruhsatlandırma aşamalarından alınan tesis bileşenleri, ihale dokümanlarının hazırlanmasına zemin oluşturacak kadar somutlaştırılmıştır. Bu aşamada proje sahibi, toplam tesisin kurulması için genel bir yüklenicinin atanıp atanmayacağına veya tesis bileşenlerinin tek tek ihale edilip edilmeyeceğine karar vermiş olmalıdır. Tek tek tesis bileşenleri ihaleye çıkarılırsa, teslimat ve hizmet kapsamı ayrıntılı olarak belirtilmelidir. Tesis teknolojisindeki (örn. konut inşaatı, gaz depolama, enerji santrali) ve iletim teknolojisindeki (örn. boru hatları, elektroteknik ve ölçüm-kontrol-organizasyon tekniği) arayüz geçişlerine özellikle dikkat edilmelidir. Uygulama planlama aşaması, lisanslama için gerekli belgelerin hazırlanmasına paralel olarak başlayabilir. Lisansın verilmesiyle ilgili bazı resmi yükümlülüklerin yerine getirilmesi gerekiyorsa, ihale belgelerinin tamamlanması sırasında bunlar dikkate alınmalıdır. Tesisle ilgili talep edilen bilgilerin lisans belgelerinde işlenmesini sağlamak için tesis üreticisi veya tedarikçisi ile gerekirse üzerinde anlaşmaya varılması gereken bir mühendislik sözleşmesi imzalanmalıdır. Özetle, uygulama planlamasında uygulama direktiflerini, kalite standartlarını, öngörülen ilke ve normları belirten ihale dokümanları ile tercih edilen ürünler bir araya getirilmelidir. Aşağıdaki kontrol listesi, uygulama planlamasının işlem adımlarını listeler. Tüm tesis bileşenleri ihalesi açılıp kesinleştikten sonra uygulama planlaması tamamlanır.

4.5. İnşaat Planlaması ve Tesis İnşası

İnşaat akış planı ve hazırlık Planları gibi yüklenici firmalar tarafından hazırlanan planlar, hangi bitki bileşenlerinin engellenmediğini belirlemek için kullanılır. Ayrıca bileşenin ne zaman yüklenmesi gerektiğini gösterir. Bireysel faaliyet aşamaları birbirleriyle olan bağları ve birbirlerine geçişleri görünür hale gelir (örneğin, hazırlık, uygulama ve kuruma süreleri) ve darboğazlar tespit edilebilir. Akış planında, kesinti süreleri (mümkün tatiller) ve özellikle kişisel katkı dönemleri dikkate alınmalıdır.

Şantiyenin organizasyonu ve güvenliği Şantiyenin ölçülenmesinin ve güvenlik tedbirlerinin (inşaat çiti ve levhası) alınması. İnşaat malzemeleri için kilitlenebilir depo ve şantiye tuvaleti hazırlanması. Her iki hususa ilişkin sorumluluk, uygulayıcı şirkete devredilebilir. İnşaat sahibinin mali mesuliyet sigortası ve inşaat sigortası yaptırması uygun olur. İnşaat sigortasının masrafları uygulayıcı şirkete devredilebilir.

Kaba inşaat sigortasının yapılması Uygulayıcı şirket su ve elektriğe serbestçe erişebilmelidir. Şantiyenin belirli sınırları aşması halinde, Şantiye Yönetmeliğinde belirtilen iş sağlığı ve güvenliği koordinasyonu yetkisi ücret karşılığında şantiye şefine devredilebilir sözleşmeli hizmet kapsamında kalite standartları tanımlama ve kontrol ile standartları belirlenirse bunlar kontrol edilerek yapılmalıdır.

Sitede kişisel varlık ve bir inşaat günlüğü tutmak İşçiler yerinde olduğunda siz ve planlayıcı iş sahasını günlük olarak

Bileşenlerle ilgili istişare toplantıları yapılmalı ve tutanaklara kaydedilmelidir. Bir günlüğüne ayrıntılı olarak yazmalısınız. Tutulacak notlar arasında inşaattaki gelişmeler ve ortaya çıkan belirsizlikler yer almaktadır ve eksiklikleri vardır.

4.6. İnşaat Hizmetlerinin Teslim Alınması

Devreye alma sırasında ve sonraki süreçlerde teslimatın kısım kısım alınmasına önem vermelidir ve bu konuda asla ödün verilmemelidir.. Bir teslimat protokolünün yokluğunda, tespit edilen kusurları ortadan kaldırmak zorlaşır. Teslimat protokolü, kusurları ve bunlara neyin sebep olduğunu belgelemeye yarar. Teslimat sürecinde her zaman uzman desteği aranmalıdır (örn. planlayıcı, uzman). Önemli kusurlar tespit edilirse, inşaatın teslimi ve dolayısıyla nihai ödeme reddedilebilir. Küçük kusurlar tespit edilirse, inşaat

hala düzeltilmesi gerekli olabilecek tutarın üç katı ödenmeyebilir. Anahtar teslimi biyogaz tesisi teslim sürecinin başarıyla tamamlanmasının ardından tesis, alıcının mülkiyetine ve dolayısıyla yapılamaz. İlgili bileşenlerin yalnızca "kısmi teslimi" vardır. Bu durumda, tehlike transferinin nasıl düzenleneceği henüz açıklığa kavuşturulmamıştır. Hedefler ise tesis planlayıcısının huzurunda tesis bileşenlerinin veya biyogaz tesisinin teslim alınması konusunda hakediş firması veya alanda uzman kişilerde danışmanlık desteğinin alınmasında önemlidir.

4.7. Tesisin Çalıştırılması

Tesis başlatma, tüm işlevselliğini kontrol etmeye yarar. Mümkünse, kontrol ünitesinin tüm ve alarm sinyalleri de biyogaz tesisi, fermentörün sızıntı testi çerçevesinde “soğuk” işlem olarak adlandırılan teknik işlem için bu bağlamda, sensörler, teknik uygunlukları açısından, doldurma hızı açısından kontrol edilebilir.

Tesis çalışırken diğer ölçüm ve düzenleme cihazlarıEk olarak, bireysel bitki bileşenleri ısıtılmasıyla gerçekleştirilir ve deneme çalışmasına “hareketli geçiş” olarak düşünülmelidir. Deneme çalışması bir “performans çalışması” olarak maliyetlerinin yatırım tutarına ve dolayısıyla tesis alıcısının maliyetlerine eklenebileceği dikkate alınmalıdır. Başka bir deyişle, sürecinin ne kadar süreceğini tahmin etmek gerekir. Ancak o zaman tesisin performansı test edilebilir.

Bu süre, kullanılan malzeme karışımına büyük ölçüde bağlıdır ve aynı kalan ve fazla değişmeyen karışımlarda, değişken malzemeler kullanan bir karışımdan çok daha hızlı gerçekleşecektir. Başka bir deyişle, deneme çalışmasının gereksiz yere uzun ve masraflı olmaması için maliyet-fayda analizi her zaman yapılmalı, aynı zamanda tesisin çalışabilirliği ve performansı hakkında güvenilir bilgiler verilmelidir. Biyogaz tesisinin nihai teslimi ve tehlikelerin yükleniciden operatöre aktarılması başarılı deneme çalışmasının ardından gerçekleşir. Başka bir deyişle, bu noktadan itibaren proje sahibi, tüm riskleri ile tüm tesisin işletimini kendi sorumluluğu altında devralır. Tesisin bakım ve onarımı için ise bakım ve onarım kontratları imzalanmalıdır. Hedefler için ise Biyogaz tesisinin işletilmesi Hedefler için ise Biyogaz tesisinin uzman desteği ile deneysel çalışması (örn. planlayıcı); deneme süresi uzunluğudur.

4.8. Gerekli Sözclemeler

Bir biyogaz projesinin uygulanması sırasında çok sayıda proje katılımcısı olacaktır. Proje katılımcıları arasındaki ilişki sözleşmelerle düzenlenir.

Önemli sözleşme türleri aşağıda listelenmiştir.

- Firma sözleşmesi, Kira, kira ve arsa alım sözleşmesi, Acente sözleşmesi, Danışman sözleşmesi, Mühendislik sözleşmesi, İnşaat yüklenicisi genel yüklenici sözleşmesi, Teknik tedarik sözleşmesi, Bakım ve onarım sözleşmesi, Biyokütle veya malzeme tedarik sözleşmesi, Fermantasyon kalıntısını çiftlik gübresi olarak geri alma anlaşması, Isı tedarik sözleşmesi ve Elektrik satış sözleşmesidir. Sözleşmeler taraflar için temsilde adalet ve yönetimde istikrar ilkelerinin dengeli bir şekilde paylaşılmasını ister. Bu süreç oldukça zor ve çaba gerektiren bir süreçtir. (Turan, 2022)

4.9. Biyokütle Tedarik Sözleşmesi

Projenin uygulanması sırasında yürütölen uzmanlık çalışmalarına paralel olarak, bir sonraki tesis faaliyeti için olduğunda yazılı hale getirilmelidir. Bu amaçla biyokütle tedarik sözleşmesinin ana içeriği aşağıda gösterilmiştir. Her halükârda, bu sözleşmelerin ayrıntılarını şekillendirmek için bir avukattan yardım alınmalıdır.

Biyokütle tedarik sözleşmesi biyogaz tesisi operatörü biyokütle tedarikçisi (örneğin sıvı çiftlik gübresi, silaj, yenilenebilir kaynaklar) ile özellikle teslimat miktarı, kalitesi, sözleşme süresi, fiyatı ve akit tarafların hak ve yükümlölükleri arasındaki ilişkiyi düzenler ve yükümlölüklere ilişkin hükümleri içerir

Tablo 4-1: Biyokütle tedarik sözleşmesinin hususları

Teslimat yükümlülükleri	Biyokütlenin veya materyalin türü ve şekli ayrı ayrı belirtilmeli ve asgari kalite standartları (örneğin KM-oranı) belirlenmelidir. Asgari teslimat miktarları (örneğin yıllık miktar), zamansal dağılım (örneğin haftalık ve aylık planlar) teslimat yükümlülüklerinin yerine getirilmediği takdirde doğacak hukuki sonuçlar belirlenmelidir. Teslimat yükümlülüğü, kendisiyle ilişkilendirilen bir ürün yetiştirme yükümlülüğü ile güvence altına alınabilir.
Alım yükümlülüğü	Tesis operatörü, asgari miktarda alım yapacağını taahhüt eder. Tesis operatörüne, tedarikçinin yükümlülüklerini yerine getirmemesi halinde üçüncü şahıslardan biyokütle tedarik etme hakkı tanınmalıdır.
Fermantasyon artıklarının geri alınması	Materyal tedarikçisi genel olarak, fermantasyon artıklarını geri almakla yükümlü ve geri alma alma hakkına sahip olmalıdır. Tedarikçi, fermantasyon artıklarının usulüne uygun olarak kullanılmasını sağlamalıdır.
Ücret düzenlemesi	Ücret düzenlemesi, biyogaz tesisine teslim edilen biyokütlenin fiyatını (örneğin ton/avro) belirler. Ayrıca fatura, ödeme tarihleri ve geciken ödemelerin sonuçları belirlenmelidir.
Sözleşme süresi	En az 5 yıl olmak üzere, mümkün mertebe uzun süreli ve uzatma opsiyonlu bir sözleşmenin yapılması avantajlıdır. Böyle bir sözleşme, her iki sözleşme tarafının da hesaplanan riskleri değerlendirebilmesini mümkün kılar.
Kaynak belgesi/ Giriş kontrolleri	Projeye özgün materyal çeşitleri ve bunların ruhsatlandırılmasına ilişkin yükümlülükler uyarınca, biyokütlelerin kaynağına ilişkin belgeler hususunda tedarikçi ile anlaşmaya varılmalıdır. Teslimat miktarının ve talep edilen kalite standartlarının tespitine yönelik giriş kontrolüne ilişkin hükümler sözleşmede yer almalıdır.
Diğer ticari şartlar	- Sözleşme fesih süreleri, bildirimsiz fesih şartları - Tehlike devri ve mesuliyet - Mücbir sebeplerden kaynaklanan hasar ve arıza masrafların üstlenilmesi - Yasal etkisizlik halinde düzenleme (örneğin bölünebilirlik maddesi) - Yetkili mahkeme veya hakem kurulu anlaşması
(Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2010)	

5. BAZI ÜLKELERDEN BAŞARILI ÖRNEKLER

5.1. Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Almanya'da Biyogazın Konumu ve Önemi

Almanya'da enerji ve çevre politikası tartışmaları, otuz yılı aşkın bir süredir enerjinin çevresel etkilerine yoğun bir şekilde odaklanmıştır. Almanya'da yenilenebilir enerjileri teşvik etmeye yönelik güçlü çabalar, iklime zarar veren gazların emisyonlarında önemli bir azalmaya neden olmuştur. Özellikle biyogazın elektrik üretimi için hazırlanması ve kullanılması buna büyük katkı sağlamıştır. 2000 Yılında Eeg'nin yürürlüğe girmesiyle birlikte özellikle tarım sektöründe biyogaz üretimi ve kullanımında büyük bir artış olmuştur. Bu gelişme geçmişte hem federal hükümetin Piyasa Teşvik Programı (MAP) hem de devlet yatırım teşvik programları tarafından desteklenmiştir. 2004 Yılındaki EEG değişikliği biyogaz tesislerinin kurulmasının hızlandırılmasında özel bir rol oynamıştır. O zamandan beri, biyogaz üretimi için yenilenebilir hammaddelerin kullanımı ekonomik açıdan ilgi çekicidir ve günümüzde biyogaz üretimi ve kullanımı için önemli bir potansiyele yol açmaktadır. Bununla birlikte, biyogaz üretiminde kullanılacak maddeler artık geçmişte olduğu gibi mevcuttur. Bu nedenle bugün biyogaz üretimi ve kullanımının aynı hızla devam etmesi beklenen çerçeve koşullarına sahibiz.

5.1.1. Biyokütleden Enerji Kazanımı Seçeneği Olarak Biyogaz Üretimi

Tesislerden verim almak amacıyla kullanılmadan önce mekanik olarak hazırlanmalıdır. Enerji talebini biyokütlenin varlığı ile dengelemek için genellikle bir depolama işlemi gerçekleştirilir. Bundan sonra, elektrik ek olarak, biyokütlenin nihai veya faydalı enerji talebini karşılamaını sağlamak için arasındadır.

5.1.1.1. Biyogaz Kazanımı ve Faydalanımının Ekolojik Açıdan Sınıflandırılması ve Sürdürülebilirliği

Geri kazanım ve kullanımının sınıflandırması açısından s devam etmekte olup, bunlardan bazıları ortaya çıkmıştır. Temel olarak sürdürülebilirlik öncelikle üretilen biyogazın kullanım verimliliğine, tesisin kalitesine (verimlilik ve emisyon) ve malzeme seçimine bağlıdır.

Malzeme kullanımı açısından herhangi bir yük gerektirmeyen hammaddeler genellikle ekolojik açıdan avantajlı olarak görülmektedir. Bu nedenle, bu malzemelerin biyogaz üretimi için kullanılması desteklenmelidir. Örneğin, biyogaz prosesinde sıvı gübre kullanılmasıyla, sadece mevcut malzeme miktarı anlamlı bir şekilde değerlendirilemez; Bu şekilde, geleneksel sıvı gübre depolamasından kaynaklanan emisyonlar da önlenir. Bu nedenle yenilenebilir hammaddelere özellikle atık ve atık madde karışımları (örneğin dışkı, gıda endüstrisi atıkları)

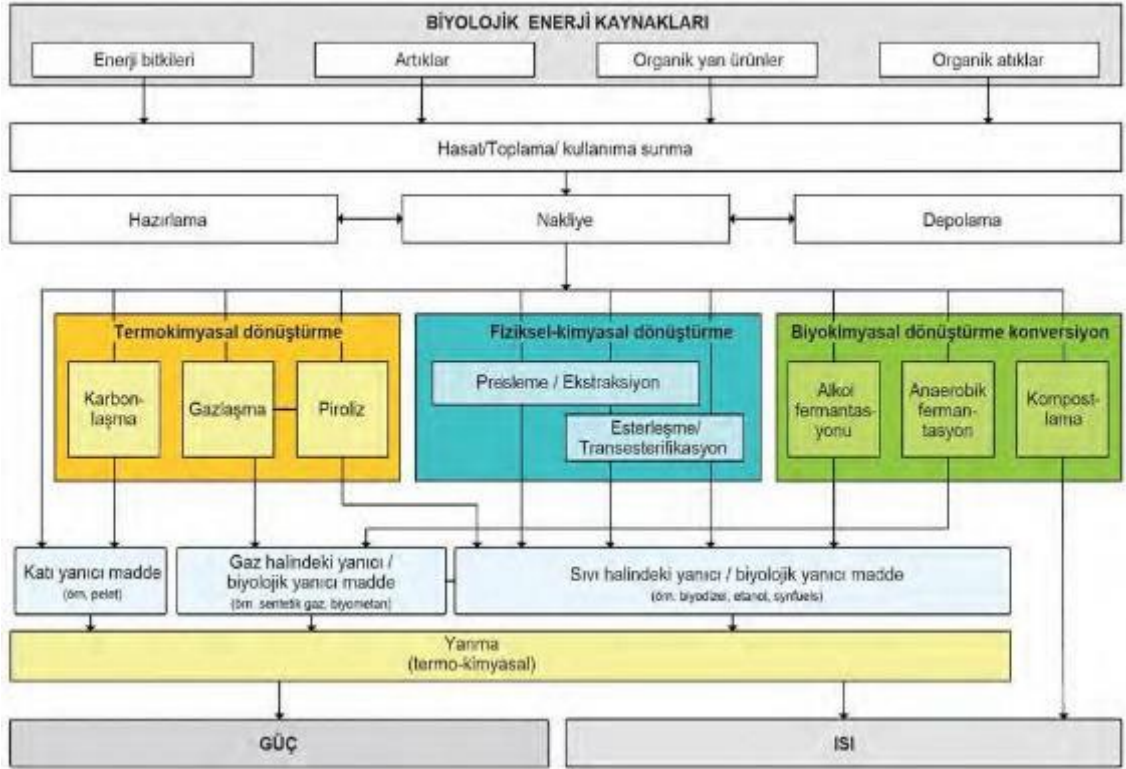
Bir yandan yatırım sırasında alınacak inşaat önlemleri ile bu mümkün olurken, diğer yandan biyogaz tesisinin işletme tarzının bu noktada belirtilmesi gerekmektedir. Özellikle "Almanya'da Biyogaz Üretimi ve Kullanımının Sürdürülebilir İnşası için Optimizasyonlar" projesinin raporlarında açıklamalar ve detaylı değerlendirmelere yer verilmiştir. Biyogaz kullanımı açısından, biyogazdaki enerjiyi mümkün olduğunca kullanan ve kömür ve petrol gibi yüksek CO₂ eşdeğeri gaz emisyonlarına neden olan enerji kaynaklarının yerini alan kavramlar son derece faydalıdır. Bu nedenle, ısıyı en büyük ölçüde tam olarak kullanan ve elektrik ve ısı enerjilerinin birlikte üretilmesini öngören kavramlar, diğer kullanım seçeneklerine kıyasla avantajlı bir konumdadır.

Bu arada, ısı kullanımı mümkün olduğunca yüksek ısı üretiminde kullanılan gösterilmektedir. Bu hesaplamada örnek bir biyogaz tesisi olmakla birlikte biyogaz üretiminde sadece NaWaRo veya NaWaRo-sıvı gübre karışımının kullanılacağı varsayılmaktadır. Sera gazı emisyonları, kilovat saatlik elektrik enerjisi başına bir kilogram karbondioksit eşdeğeri olarak verilir.

Yenilenebilir hammaddelerin (NaWaRo) yetiştirilmesi genellikle iklim açısından önemli olan diğer emisyonlara (azot monoksit, amonyak vb.) Bağlıdır.) emisyon tasarrufunda biyogaz tesislerinde enerji üretimi için sıvı gübre kullanımı dikkate alınabilir. Bu nedenle, öncelikle tarımsal hayvan dışkısı ve bitki artıklarının ekonomik olarak erişilebilir potansiyeli kullanılmalıdır. Sera gazı emisyonları, işlenmemiş sıvı gübreye kıyasla sıvı gübrenin fermantasyonu ile önlenen emisyon kredileri azalmaktadır. Geleneksel sıvı gübre depolamasına kıyasla (biyogaz tesislerinde kullanılmadan) sera gazlarındaki azalmaya ek olarak, sıvı gübre de işlem üzerinde dengeleyici bir etki sergiler.

Fermantasyon artıkları kullanılarak mineral gübrelerin kullanımını azaltılabilirken, sera gazı dengesi üzerinde olumlu etkisi olan fermantasyon artıkları için gübre kredileri de kullanılmaktadır.

Bu sonuçlar, geleneksel olan ve kullanımının çeşitli seçenekleri arasındaki farkları karşılaştırarak gösterirler. Bununla birlikte, önemli ölçüde geliştirilecektir, bu nedenle bu tür ifadeler gelecekte giderek daha fazla mevcut olacaktır.



Şekil 5-1: Biyokütle enerji projesi ilerleme safhaları

5.1.1.2. Almanya'da Biyogaz Kazanımı ve Faydalanımının Durumu

Avrupa ve Almanya'da gazın faydalanma oranı ve farklı türevlerde kullanımının yer almaktadır. Bu değerlendirme, atık su gazı tesisleri olmayan depolama gazı ve biyogaz tesisleri ile ilgilidir. (Çevre Şehircilik Bakanlığı, 2011)

Yenilenebilir hammaddelerin biyogaz tesislerinde kullanımını teşvik eden 2004 yılında Eeg'de yapılan düzenleme özellikle önem taşımaktadır. Yenilenebilir hammaddelerin zaman içinde artan önemli bir gelişme var. Böylece, 2004 yılında eeg'nin yeniden düzenlenmesinden sonra da benzer bir gelişme gözlenmiştir. Biyogazdan yaklaşık 11.7

TWhel olduğu tahmin edilmektedir. Bu, 2009 yılı için Almanya'daki tahmini 594.3 TWhel elektrik üretiminin yaklaşık% 2'sine tekabül etmekte ve tesislerine ilişkin kayıt bulunmamaktadır.

Her eyalette tarım arazileri tarafından kurulu elektrik gücünü (kWel / 1000 ha) gösterir. Ayrıca 2019 yılı sonunda toplam 5228 MWkurulu gaz hattı ile doğalgaz şebekesine elektrik sağlayan yaklaşık 9523 tesis faaliyet göstermektedir. (Biyogazder, 2020)

5.1.1.3. Biyogaz Uygulamaları ve Yönelimler

Daha ufak sayılabilecek kapasiteye sahip tesislerden ortalama olan <150 kWel geri dönüş olabilir, ancak daha büyük biyogaz tesisleri de yapım aşamasındadır. Biyogaz veya biyometandan elektrik üretimi, doğal gaz şebekesine tedarik edildikten sonra giderek daha fazla ön plana çıkacaktır. Biyogazı elektrik üretimi için kullanılacak olan biyogaz tesislerinin enerji verimliliği ve ekonomisinin giderek önem kazanan bir diğer yönü de bhkw'den elde edilen ısının mümkün olduğunca anlamlı ve eksiksiz kullanılmasıdır.

Tesisin hemen yanında olası bir termal köprü bulunmuyorsa, BHKW ısının kullanılacağı yerin yakınına kurulabilir. BHKW, saflaştırılmış doğal gaz kalitesinde (karbondioksit ovma vb. İle) gaz şebekesinden beslenebilir.) veya nemden arındırılmış ve kükürten arındırılmış biyogaz ile beslenen mikrogaz şebekeleri aracılığıyla.

Böylece şebeke temini için doğal gaz kalitesinde biyogazın hazırlanması daha da önemli hale gelebilir. Bu nedenle mevcut biyometan, ısı ve yakıt üretiminin yanı sıra elektrik biyogaz endüstrisindeki diğer gelişmelere bağlıdır. Yasal çerçeve koşulları ve öte yandan, yakıt kullanımındaki gelişmelerin temelinde Alman gaz ekonomisinin 2010 biyometan ile değiştirmeyi garantilemiş olması yatmaktadır.

5.1.1.4. Kullanılan Materyaller

Daha çok özel atık fermantasyon tesislerinde işlenmektedir. Kullanılan malzeme miktarının yaklaşık %6'sı ile endüstriyel ve tarımsal atıklar en küçük kısmı oluşturmaktadır. Düzenlemeler kullanılmasını mümkün kılarsa da tarımsal atıkların kullanımını hala beklendiği gibi artmamıştır (bkz. Ek 2. Madde V) NaWaRo bonusunu kaybetmeden biyogaz tesisinde kullanılmak. Almanya, çöp ve atık su gazı dışındaki

kaynaklardan (merkezi olmayan tarım tesisleri gibi) biyogazdan birincil enerji üretimi sağlayan Avrupa ülkeleri arasında yer almaktadır.

Piyasada daha baskın olmak ve bununla birlikte, hemen hemen tüm biyogaz tesisleri, tahıl bütün bitki silajı, çim silajı veya tahıl tanesi gibi daha yenilenebilir hammaddeler de kullanmaktadır. Bununla birlikte, gübre başka mallar, ancak yalnızca santralleri ile mikroelement kullanılması stabil bir işlem gerçekleştirilebilmektedir.

5.1.2. Potansiyeller

Günümüzdeki potansiyel veya biyogaz geri kazanımının belirlenmesi çeşitli faktörlere bağlıdır. Tarım alanındaki potansiyeller ekonomik çerçeve koşullarına, tarımın yapısına ve dünya gıda durumuna vb bağlı değişir. Buna göre tarımdan elde edilen biokütle için yine farklı rekabet dönüşüm yolları ile gıda üretimi (hayvan beslenmesi dahil), malzeme veya enerji üretimi kullanımı arasında çok çeşitli kullanım yarışmaları ortaya çıkmaktadır. Tarım, belediyeler ve sanayiden kaynaklanan atık malzemeler için çok çeşitli malzeme ve enerji üretim amaçları kullanılabilir. Bu nedenle yapılan tespitlerdeki varsayımlardır.

5.1.2.1. Teknik Birincil Enerji Potansiyeli

Enerji sistemi içinde kullanılabilir nihai enerji aşağıda gösterilmiştir.

Malzemeler belirtilen şekillerde ayrılmıştır

- Endüstriyel atık malzemeleri alanın da yenilenebilir hammadde tarımı.

Almanya'da teknik birincil enerji potansiyeli belediye atıklarından biyogaz için 47 PJ/yıl veya endüstriyel atık malzemelerden biyogaz için 13 PJ/yıl olarak hesaplanmaktadır Bugüne kadar en büyük potansiyeller tarım sektöründedir (hasat artıkları, gübre vb.) gelecekte, tüm analizlere değişimi görülebilir, çünkü enerji ürünlerinin yetiştirilmesi için öngörülen alanlar diğer (enerji üretimi için) kullanım potansiyelleriyle rekabet edebilir. Bu nedenle, Nawaro'daki biyogaz potansiyeli için hem minimum hem de maksimum değer verilecektir. 2007 Yılında sadece enerji geri kazanımı için ekilen yenilenebilir 15 milyon hektar alan varsayıldığında, bu potansiyel 2007 yılı için 102 PJ / yıl'a yükselmektedir tahmini biyogaz potansiyelidir (0,55 milyon ha).

Bu, maksimum NaWaRo kullanımında tahmini biyogaz potansiyelinin (1.15 milyon ha)% 42'sine veya yaklaşık% 30'una karşılık gelir.

5.1.2.2. Teknik Nihai Enerji Potansiyeli

Tahmini dönüştürülebilir enerji, talep tarafındaki rezervasyonları ve bu rezervasyonları dikkate alan nihai enerji potansiyellerini dikkate almadan mevcut ısıyı veya üretilebilir elektriği göstermektedir. Talep tarafı rezervasyonları dikkate nihai ve kullanıcı enerji kullanımının etmektedir.

5.1.2.3. Elektrik Üretimi

Motor elektrik verimliliği 38 yaklaşık% etki derecesi ile hesaplanmış üretim potansiyeli hesaplanmış ve buna göre, 2007 yılı için maksimum potansiyel verimliliği varsayılırsa, mevcuttur.

5.1.2.4. Isı Üretimi

Yalnızca ısı üretimi için%90 verimlilikle hesaplanır. Öte yandan, kojenerasyon (BHKW) tesislerinde kullanımın sadece güç-ısı bağlantısı için kabul edilmesi ve bundan %50 verim derecesi alınması halinde, 2007 yılında sadece ısı için 181 PJ yıllık teknik nihai enerji potansiyeli elde edilmektedir.

5.1.3. Geleceğe Bakış

Avrupa'daki büyük oranda geri dönüşüm için potansiyel enerji ekonomisi açısından hala önemli ve önemlidir. Son yıllarda biyogaz geri kazanımı ve kullanımının güçlü bir şekilde gelişmesine rağmen, kullanılabilir potansiyellerde bir düşüş olmuştur. Bunun nedeni biyogaz tesislerinin kurulacağı alanların bulunmasındaki zorluklardır. Bununla birlikte, tarım sektöründe biyogaz kullanımının bir bütün olarak iyileştirilmesi için hala potansiyeller bulunmaktadır. Biyogazın kullanımına (KWK) çekilmesi nedeniyle son yıllarda ciddi oranda artmıştır.

Fosil enerji kaynaklarının, üretilen ısı enerjisinin üçte birinden fazlasının yanı sıra elektrik enerjisiyle değiştirilmesine katkıda bulunan gelişmiştir. Özellikle bu potansiyeli

kullanmak için gerekli olan ve genellikle endüstriyel tesislerle kıyaslanabilen, özellikle düzenleyici gereklilikleri önemli ölçüde daha güvenilir ve çalıştırılabilir hale geldi. Biyogaz tesislerinde meydana gelen kazalarla ilgili medyada düzenli olarak yer alan haberlerde, Almanya'da birçok biyogaz tesisinde inşaat kalitesi açısından gereklilikleri karşılamayan bireysel vakalar bulunmaktadır.

Sistem bileşenleri açısından elbette iyileştirme potansiyelleri vardır, olduğunda bu avantaj daha da iyi anlaşılacaktır. Bu açıdan biyogazın bir enerji kaynağı olarak etkin ve eksiksiz kullanımına dikkat çekmek yerinde olacaktır.

Henüz tam olarak çözülemeyen optimizasyon sorunlarının yanı sıra biyogaz geri kazanımı ve kullanımı olgun ve köklü için umut verici bir seçenek olarak görülmelidir. Bu kılavuz aynı zamanda bu gelişmeye katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

5.2. Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Çin'de Biyogazın Konumu ve Önemi

Dünyanın en büyük enerji tüketim noktası olan Çin'inin kendine yetilebilen bir enerji politikası tam olarak sağlanamamıştır. Son yıllarda enerji ihtiyacının katlanarak artması Çin'de alternatif enerji ihtiyacı politikasını ve tartışmalarını artırmıştır. Fakat Çin uzun bir süredir enerjinin çevresel etkilerine yoğun bir şekilde odaklanmıştır (Öztürk M. (., 2005). Çin'de yenilenebilir enerjileri teşvik etmeye yönelik güçlü çabalar, iklime zarar veren gazların emisyonlarında önemli bir azalmaya neden olmuştur. Özellikle biyogazın elektrik üretimi için hazırlanması ve kullanılması buna büyük katkı sağlamıştır. Çin dünyada en fazla biyogaz tesisine sahip ülkedir.

Özellikle tarım ve kanatlı hayvancılık sektöründe biyogaz üretimi ve kullanımında büyük bir artış olmuştur. Bu gelişmeler diğer devletlerde de olduğu gibi geçmişte devlet yatırım teşvik programları tarafından desteklenmiştir (Türker ve Pakmaya, 2008). Çin tipi biyogaz tesislerinin kullanımı ekonomik açıdan ilgi çekicidir. Düşük maliyet ve kurulum sistemi sayesinde günümüzde biyogaz üretimi ve kullanımı için önemli bir potansiyele yol açmaktadır. Bununla birlikte, biyogaz üretiminde kullanılacak maddeler artık geçmişte olduğu gibi ulaşımı ve oluşması zor değildir.

5.2.1. Biyokütleden enerji kazanımı seçeneği olarak biyogaz üretimi

Çin tipi tesisler taş veya betonarme duvardan yapılmış çevresine yalıtım malzemeleri ile korunarak içerideki gazın dışarıya sızdirmasını önleyerek hücre odalar şeklinde inşa edilir. Tesislerden verimi artırmak ve daha yüksek verim almak amacıyla kullanılmadan önce mekanik olarak hazırlanması önemlidir. Enerji talebini biyokütlenin varlığı ile dengelemek için genellikle bir depolama işlemi gerçekleştirilir. Daha sonra, enerjiye ek olarak, biyokütlenin nihai veya faydalı enerji talebini karşılamasını sağlamak için reaktörlere yükleme yapılmaktadır (Dalkılıç ve Uğurlu, 2013).

5.2.1.1. Biyogaz Kazanımı ve Faydalanımının Ekolojik Açıdan Sınıflandırılması ve Sürdürülebilirliği

Avrupa ülkeleri yer altı kaynaklarının Asya ülkelerine göre daha az olması sebebiyle geri kazanım ve kullanımının sınıflandırması açısından Asya ülkelerine göre daha çok verim alabilmektedir. Fakat Çin üretimlerinde kullanmak için alternatif enerji yönetimi konusunda ulusal önlemler almakta ve bu önlemlere devam etmekte olup, bunlardan bazıları ortaya çıkmıştır. Temel olarak sürdürülebilirlik öncelikle üretilen biyogazın kullanım verimliliğine, tesisin kalitesine (verimlilik ve emisyon) ve malzeme seçimine bağlıdır. Çin tipi tesisler küçük işletmeler olduğu için malzeme kullanımı açısından herhangi bir yük gerektirmeyen hammaddeler vardır. Genellikle ekolojik açıdan avantajlı olarak görülmektedir. Bu nedenle, bu malzemelerin biyogaz üretimi için kullanılması desteklenmelidir. Örneğin, biyogaz prosesinde sıvı gübre kullanılmasıyla, sadece mevcut malzeme miktarı anlamlı bir şekilde değerlendirilemez; Bu şekilde, geleneksel sıvı gübre depolamasından kaynaklanan emisyonlar da önlenir. Bu nedenle yenilenebilir hammaddelere özellikle atık ve atık madde karışımları (örneğin dışkı, gıda endüstrisi atıkları) bu sektörün daha verimli olmasında önemlidir. Özellikle "Çin'de Biyogaz Üretimi ve Kullanımının Sürdürülebilir İnşası için Optimizasyonlar" yapılmaktadır.

5.2.1.2. Tesis Varlıkları ve Tesis Gücü

Asya ülkeleri yenilenebilir hammaddelerin biyogaz tesislerinde kullanımını teşvik eden birçok adım atmıştır. Yenilenebilir hammaddelerin zaman içinde artan önemli bir getirisi vardır. Dünyadaki biyogaz tesislerinin %80'i Çin'de '10'u Hindistan'da, Nepal ve

Tayland'da bulunmaktadır (Biyogazder, 2020). Çin tipi tesisler ufak sayılabilecek kapasiteye sahip tesislerdir ortalama 150 kWel geri dönüş verebilir, ancak daha büyük biyogaz tesisleri de Çin'de yapım aşamasındadır. Pandemi sürecinde ihtiyaç duyulan enerji ihtiyaçlarının Biyogaz veya biyometandan elektrik üretimini Çin'de hızlandırmıştır. Üretilen gazın veya elektriğin sisteme dahil edilmesi böylece şebeke temini için doğal gaz kalitesinde biyogazın hazırlanması daha da önemli hale gelebilir. Bu nedenle mevcut biyometan, ısı ve yakıt üretiminin yanı sıra sisteme dahil edilmeside önemlidir.

5.2.1.3. Kullanılan Materyaller

Bu tip tesislerde daha çok ev tipi veya köy tipi özel atık fermantasyon bulunmakta ve tesislerinde işlenmektedir. Kullanılan malzeme miktarının yaklaşık %90'u evsel ve tarımsal atıklardır. En küçük kısmını ise endüstriyel atıklar oluşturmaktadır. Düzenlemeler kullanılmasını mümkün kılsa da tarımsal atıkların kullanımı hala beklendiği gibi artmamıştır. Çin, çöp ve atık su gazı dışındaki kaynaklardan (merkezi olmayan tarım tesisleri gibi) biyogazdan birincil enerji üretimi sağlayan Asya ülkeleri arasında yer almaktadır. Piyasadan enerji olarak daha baskın olmak ve bununla birlikte, hemen hemen tüm biyogaz tesislerine, tahıl bütün bitki silajı, çim silajı veya tahıl tanesi gibi daha yenilenebilir hammaddeler ekleyerek de kullanılmaktadır. Çin optimal tesis bütünlüğünü sağlamayı hedeflemiş ve bu konuda başarıya kazanmış bir ülkedir.

5.2.2. Potansiyeller

Bu tip tesislerde potansiyel veya biyogaz geri kazanımının belirlenmesi çeşitli faktörlere bağlıdır. Tarım alanındaki potansiyeller ekonomik çerçeve koşullarına, tarımın yapısına ve dünya gıda durumuna vb. bağlıdır ve bunlar sürekli olarak değişir. Buna göre tarımdan elde edilen biokütle için yine farklı rekabet dönüşüm yolları ile gıda üretimi (hayvan beslenmesi dahil), malzeme veya enerji üretimi kullanımı arasında çok çeşitli kullanım alanları ortaya çıkmaktadır. Aile, çiftlik veya köy tipi olmayan sanayiden kaynaklanan atık malzemeler için ise çok çeşitli malzeme ve enerji üretim amaçları kullanılabilir.

5.2.2.1. Teknik Birincil Enerji Potansiyeli

Çin tesislerin enerji sistemi içinde kullanılabilir nihai enerji dönüşü endüstriyel atık malzemeleri alanın da yenilenebilir hammadde ve Çin'deki birincil enerji potansiyeline atıklarından biyogaz üretimi ihtiyacı için kişi başına yıllık 1.5 Milyon enerji veya endüstriyel malzemelerden biyogaz için üretimi için yıllık 50.00 TWh enerji olarak hesaplanmaktadır (Andrews-Speed, 2014). Bugüne kadar Çin'de en büyük potansiyel enerji ihtiyacını tarım sektöründen elde etmiştir (hasat artıkları, gübre vb.) fakat Çin'de kurulumu devam eden dünyanın en büyük barajı ile gelecekte, tüm analizlere değişimi görülebilir, çünkü enerji ürünlerinin yetiştirilmesi için öngörülen alanlar diğer (enerji üretimi için) kullanım potansiyelleriyle rekabet edebilir.

5.2.2.2. Teknik Nihai Enerji Potansiyeli

Talep tarafının ihtiyaç duyduğu enerjiyi veya üretim tarafında hesaplanan potansiyeli ve rezervasyonları dikkate alınarak nihai enerjiyi ve kullanıcıya tahsis edilecek enerji hesaplanabilmektedir.

“Elde Edilebilecek Enerji Miktarı (MJ)=Biyokütleme Besleme Miktarı (kg) x Biyokütlenin Yakıt Dönüşüm Oranı x Yakıtın Isıl Değeri (MJ/kg)”

Tahmini dönüştürülebilir enerji, talep tarafındaki rezervasyonları ve bu rezervasyonları dikkate alan nihai enerji potansiyellerini dikkate almadan mevcut ısıyı veya üretilebilir elektriği göstermektedir.

5.2.2.3. Elektrik Üretimi

Maksimum potansiyel verimliliği varsayılırsa, motorlu sistemlerde elektrik verimliliği yaklaşık %38'dir. Bu sistemler sensör ve yazılım ile desteklenen mekanik süreçler sayesinde üretilen ve harcanan Watt'ın (W)= Potansiyel Gerilim (Voltaj,V) x Akım (I) düşük olduğu görülmektedir.

5.2.2.4. Isı Üretimi

Isı üretimi yalnızca %90 verimlilikle için hesaplanır. Öte yandan, kojenerasyon (BHKW) tesislerinde kullanımın sadece güç-ısı bağlantısı için kabul edilmesi ve bundan %50 verim

derecesi alınması halinde, 2007 yılında sadece ısı için 181 PJ yıllık teknik nihai enerji potansiyeli elde edilmektedir.

5.2.3. Geleceğe Bakış

Asya'da ve özellikle Çin'de büyük oranda geri dönüşüm potansiyelli enerji ekonomisine son yıllarda uluslararası enerji krizi açısından dahada önemlidir. Özellikle son yıllarda biyogaz geri kazanımı ve kullanımının güçlü bir şekilde gelişmesine rağmen, kullanılabilir potansiyellerde bir düşüş olmuştur. Bunun nedeni biyogaz tesislerinin kurulacağı alanların bulunmasındaki zorluklardır. Çin coğrafi konumu sebebiyle dağlık ve engebeli bir alana sahiptir. Bununla birlikte, tarım sektöründe biyogaz kullanımının bir bütün olarak iyileştirilmesi için hala potansiyel alana ihtiyacı bulunmaktadır.

Bu alanın bir kısmını Sincan-Uygur bölgesinden giderek yayılcı bir şekilde temin etmektedir. Ayrıca biyogazın kullanımına teşvik vermesi nedeniyle son yıllarda ciddi oranda artmıştır. Çin'de fosil enerji kaynaklarının, ülkede aşırı hava kirliliğine sebep olması üretilen ısı enerjisinin üçte birinden fazlasının yanı sıra elektrik enerjisiyle değiştirilmesine katkıda bulunan geliştirmeler yapmıştır.

Özellikle bu potansiyeli kullanmak için gerekli olan ve genellikle endüstriyel tesislerle kıyaslanabilen, özellikle düzenleyici gereklilikleri önemli ölçüde daha güvenilir ve çalıştırılabilir hale geldi. Biyogaz tesislerinde meydana gelen kazalarla ilgili medyada düzenli olarak yer alan haberlerde, Çin'de birçok biyogaz tesisinde inşaat kalitesi açısından gereklilikleri karşılamayan bireysel vakalar bulunmaktadır. Kurulum tipleri ve sistem bileşenleri açısından elbette iyileştirme potansiyelleri vardır, bu olduğunda avantaj daha da iyi anlaşılacaktır. Bu açıdan biyogazın bir enerji kaynağı olarak etkin ve eksiksiz kullanımına dikkat çekmek yerinde olacaktır. Henüz tam olarak çözülemeyen optimizasyon sorunlarının yanı sıra biyogaz geri kazanımı ve kullanımı olgun ve köklü bir sistem olduğu için umut verici bir seçenek olarak görülmelidir.

5.3. Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Hindistan’da Biyogazın Konumu ve Önemi

1859 yılında Hindistan’da ilk biyogaz tesisi kurulmuştur. Dağınık ve kırsal yerleşimin yoğun olduğu Hindistan’da daha çok ev tipi küçük ölçekli biyogaz sistemleri çoğunlukla kırsal alanlarda bulunur ve günlük 1 ila 10 metreküp biyogaz kapasiteye sahiptir. Hayvan gübresi ve tarımsal atıklar, çoğunlukla organik gübre olarak kullanılacak biyogaz üretmek için evsel biyogaz çürütücüler için hammadde olarak kullanılmaktadır. Küçük tesisler genellikle kendi kullanımları için enerji üretmek üzere bireysel haneler tarafından yönetilir. Öte yandan, 5.000 metreküpten fazla kapasiteye sahip büyük endüstriyel ölçekli biyogaz tesisleri, günlük biyogaz, enerji üretimi, ısıtma ve ulaşım yakıtları için ayrıca kullanılacak biyogaz üretmek için çoğunlukla belediye veya endüstriyel organik atıkları kullanır. Ev tabanlı biyogaz tesisleri finansal yatırım gerektirir, ancak yalnızca parasal olmayan faydalar sağlar, yani toplanan yakacak odun yerine gıda yakıtı olarak kullanılan biyogaz, tamamen özel veya kamu-özel ortaklıkları tarafından yönetilirken bireysel haneler tarafından yönetilir (Mittal vd. , 2018). Hindistan biyogaz üretiminden elde ettiği enerjinin büyük bir bölümünü kırsal kesimlerden kazanır. Kırsal kesimlerdeki üretimin genel kullanımı alanı yemek pişirmek içindir.

Hindistan’da kullanılan Reaktörlerin genel özellikleri;

Bu tip reaktörler, özellikle 1950’ler de Hindistan’da kullanılmaya başlanan sabit kubbeli reaktörlerin geliştirilmiş tasarımlarıdır. Gazın biriktiği kubbenin hareketli oluşu basıncın kontrolünü sağladığından, bu sistemlerin verimleri sabit kubbelilere göre daha yüksektir. Bu tür reaktörler çürüme bölümü ile gaz toplama bölümünden oluşmaktadırlar. Gaz toplama bölümü su içinde hareket halindedir. Gaz oluştuğu gaz toplama bölümü yukarı doğru hareket eder. Gaz tüketildikçe bölüm aşağı doğru iner. Özellikle kırsal alanda kolay kurulumu ve biyogaz üretimi konusundaki stabilitesi ile kullanımında büyük bir artış olmuştur. Bu gelişmeler diğer devletlerde de olduğu gibi gelişmekte olan Hindistan’da devlet yatırım teşvik programları tarafından desteklenmiştir (Türker ve Pakmaya, 2008). Hindistan tipi biyogaz tesislerinin kullanımı ekonomik açıdan ilgi çekicidir. Düşük maliyet ve kurulum sistemi sayesinde günümüzde biyogaz üretimi ve kullanımı için önemli bir potansiyele yol açmaktadır.

5.3.1. Biyokütleden enerji kazanımı seçeneği olarak biyogaz üretimi

Hindistan'da bulunan tesislerin büyük bir kısmı kırsal kesimlerde dağınık haldedir. Bu tip tesislerin ana besin maddesi sığır gübresidir. Sığır gübresi ile birlikte su sümbülü de besi maddesi olarak kullanılmaktadır. Üretim teknoloji olarak anaerobik biyoteknoloji kullanılmaktadır (Özbaşer ve Erdem, 2013). Tesisler genel olarak 3-10m³'lük biyogaz tesisleridir ve günlük 3-10m³'lük biyogaz üretilmektedir. Tesislerde verimi artırmak ve amacıyla kullanılmadan önce mekanik olarak hazırlanması önemlidir. Enerji talebini biyokütlenin varlığı ile dengelemek için genellikle bir depolama işlemi gerçekleştirilir. Daha sonra, enerjiye ek olarak, biyokütlenin nihai veya faydalı enerji talebini karşılamasını sağlamak için reaktörlere yükleme yapılmaktadır.

5.3.1.1. Biyogaz Kazanımı ve Faydalanımının Ekolojik Açıdan Sınıflandırılması ve Sürdürülebilirliği

Hindistan'ın toplam nüfusunun %70'i ve Çin nüfusunun %80'i kırsal alanlarda yaşıyor. Bu nedenle kırsal biyogaz reaktörleri her iki ülkede de yaygın olarak kullanılmaktadır. Çin'deki ilk biyogaz tesisi 1936'da, Hindistan'daki ilk biyogaz tesisi ise 1946'da inşa edildi. Ancak Hindistan'da bu çalışmaların başlangıcı 1939 yılına kadar uzanabilir. Çin'de biyogaz üretiminde domuz gübresi önemli bir rol oynarken, kırsal hanelerin %59-80'inin kendi sığırlarına sahip olduğu Hindistan'da inek gübresine öncelik verilmektedir (Şinasi, 2009). Hindistan'da çiftlik tipi fabrikaların kurulması 1974'te başladı. 1981'de Ulusal Biyogaz Geliştirme Programı'nın başlatılmasından önce yaklaşık 80.000 biyogaz tesisi varken, 10 yıl içinde 1.67 milyon çivarına ulaşmıştır. Temel olarak sürdürülebilirlik öncelikle üretilen biyogazın kullanım verimliliğine, tesisin kalitesine (verimlilik ve emisyon) ve malzeme seçimine bağlıdır. Hindistan tipi tesisler küçük işletmeler olduğu için malzeme kullanımı açısından herhangi bir yük gerektirmeyen hammaddeler vardır. Genellikle ekolojik açıdan avantajlı olarak görülmektedir. Bu nedenle, bu malzemelerin biyogaz üretimi için kullanılması desteklenmelidir. Örneğin, biyogaz prosesinde sıvı gübre kullanılmasıyla, sadece mevcut malzeme miktarı anlamlı bir şekilde değerlendirilemez; Bu şekilde, geleneksel sıvı gübre depolamasından kaynaklanan emisyonlar da önlenir.

Bu nedenle yenilenebilir hammaddelere özellikle atık ve atık madde karışımları (örneğin dışkı, gıda endüstrisi atıkları) bu sektörün daha verimli olmasında önemlidir. Özellikle "Hindistan'da Biyogaz Üretimi ve Kullanımının Sürdürülebilir İnşası için Optimizasyonlar" yapılmaktadır.

5.3.1.2. Tesis Varlıkları ve Tesis Gücü

Hindistan yenilenebilir hammaddelerin biyogaz tesislerinde kullanımını teşvik eden birçok adım atmıştır. Yenilenebilir hammaddelerin zaman içinde artan önemi ve Hindistan'ın biyogaz kurulumu olarak kırsal kesimlerde olması ve yerleşim tipine göre en uygun model olarak hareketli kubbeli reaktörler kullanılmaktadır. Dünyadaki biyogaz tesislerinin büyük bölümü Çin'dedir. Daha sonra ise Hindistan'dan gelmektedir (Biyogazder, 2020). Hindistan tipi tesisler ufak sayılabilecek kapasiteye sahip tesislerdir ortalama olarak 3-10m³'lük biyogaz tesisleridir ve günlük 3-10m³'lük biyogaz üretilmektedir. Üretilen gazın veya elektriğin sisteme dahil edilmeden üçte ikisi yemek pişirmek için kullanılmaktadır. Böylece şebeke temini ile alt yapı üzerinden aktarılacak doğal gaz kalitesinde biyogazın hazırlanması daha önemli hale gelmektedir. Bu nedenle mevcut biyometan, ısı ve yakıt üretiminin yanı sıra sisteme dahil edilmesi de önemlidir. Hindistan'da tesis kurulumu sürekli olarak artmaktadır. Hindistan tipi kurulu tesis sayısı 80.000 adettir (Öztürk, 2017).

Bu tip tesislerde daha çok kırsal tipi anaerobik atık fermantasyonu bulunmaktadır. Kullanılan malzeme miktarının yaklaşık %90'u çevresel ve tarımsal atıklardır. En küçük kısmını ise endüstriyel atıklar oluşturmaktadır. Düzenlemeler kullanılmasını mümkün kılsa da tarımsal atıkların kullanımı hala beklendiği gibi artmamıştır. Hindistan, çöp ve atık su gazı dışındaki kaynaklardan (merkezi olmayan tarım tesisleri gibi) biyogazdan birincil enerji üretimi sağlayan ülkelerin arasında yer almaktadır. Dışarıdan da enerji olarak enerji ihtiyacını karşılamaktır. Biyogaz tesislerine, çamur, sığır gübresi, tahıl bütün bitki silajı, çim silajı veya tahıl tanesi gibi daha yenilenebilir hammaddeler ekleyerek de kullanılmaktadır.

5.3.2. Potansiyeller

Hindistan'da büyükbaş hayvan sayısının fazla olması, çamurlu toprak yüzeylerinin fazla olması, tarım alanındaki potansiyeller ekonomik çerçeve koşullarına, tarımın yapısına ve dünya gıda durumuna vb. bağlıdır. Bunlar sürekli olarak değişmektedir. Bu tip tesislerde potansiyel veya biyogaz geri kazanımının belirlenmesi çeşitli faktörlere bağlıdır. Aile, çiftlik veya köy tipi olmayan sanayiden kaynaklanan atık malzemeler için ise çok çeşitli malzeme ve enerji üretim amaçları kullanılabilir. Buna göre tarımdan elde edilen biokütle için yine farklı rekabet dönüşüm yolları ile gıda üretimi (hayvan beslenmesi dahil), malzeme veya enerji üretimi kullanımı arasında çok çeşitli kullanım alanları ortaya çıkmaktadır.

5.3.3. Geleceğe Bakış

Hindistan büyük oranda kırsal kesimlerde kullanılan sistemleri birleştirerek ve yenilerini sisteme entegre ederek daha sağlıklı ve stabil bir enerji hattı oluşturabilir. Geri dönüşüm potansiyeli olan yatırımlar özellikle de enerji ekonomisinde son yıllarda uluslararası enerji krizi açısından önemini dahada göstermiştir. Dışa bağımlığın olmaması ve kendi kendine yetebilen bir enerji hattına sahip olması özellikle son yıllarda biyogazın geri kazanımı ve kullanımının güçlü bir şekilde gelişmesine, kullanılabilir potansiyellerde bir artışın olmasına sebep olmuştur. Fakat sürdürülebilirlik ve merkezîyet politikasının başarılı olmaması alternatif enerji hatlarının sisteme dahil edilmemesi nedeni biyogaz tesislerinin kurulacağı alanların bulunmasındaki zorluklardır. Bu alanın bir kısmını Pakistan sınırları içerisindeki bölgelere giderek buralarda yayılcı bir şekilde temin etmektedir. Ayrıca biyogazın kullanımına teşvik vermesi nedeniyle son yıllarda ciddi oranda artmıştır. Hindistan fosil enerji kaynaklarının, ülkede aşırı hava kirliliğine sebep olmasından dolayı üretilen ısı enerjisinin üçte birinden fazlasının yanı sıra elektrik enerjisiyle değiştirilmesine katkıda bulunan geliştirmeler yapmıştır.

Özellikle bu potansiyeli kullanmak için gerekli olan ve genellikle endüstriyel tesislerle kıyaslanabilen, özellikle düzenleyici gereklilikleri önemli ölçüde daha güvenilir ve çalıştırılabilir hale geldi. Biyogaz tesislerinde meydana gelen kazalarla ilgili medyada düzenli olarak yer alan haberlerde, Hindistan'da birçok biyogaz tesisinde inşaat kalitesi açısından gereklilikleri karşılamayan bireysel vakalar bulunmaktadır. Kurulum tipleri ve

sistem bileşenleri açısından elbette iyileştirme potansiyelleri vardır, bu olduğunda avantaj daha da iyi anlaşılacaktır. Bu açıdan biyogazın bir enerji kaynağı olarak etkin ve eksiksiz kullanımına dikkat çekmek yerinde olacaktır.

6. OPTİMİZASYON ve BAŞARI KOŞULLARI

Bir işletmede karar verme durumlarında bulunan insanlar, belirsizlik ortamında kararlar alırlar ve kararlarının sonucu hakkında belirsizdirler. Bu nedenle finansal başarısızlığın ölçülmesi önemli ve karmaşık bir konu haline gelmektedir. İşletmelerde finansal başarısızlık; ekonomik değişimler, sermaye akımlarının hızlı gelişimi, işletmeler arasındaki şiddetli rekabet, yöneticilerin yanlış kararları, fon eksikliği gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır. Ancak işletmeler oluşturacakları çeşitli istatistiksel analizler ve modeller aracılığıyla finansal başarısızlıkları tahmin edebilirlerse başarısızlıkların etkisini azaltacaktır.

Örneğin BİST'te işlem gören bazı şirketler incelenmiştir. Öte yandan, söz konusu şirketlerin seçilmiş finansal oranları incelenerek bu oranların başarı/başarısızlık durumuna etkisi incelenmeye çalışılmıştır (Taşpınar vd., 2015).

6.1. İşletmelerde Başarısızlık Durumları ve Optimal Olmayan Tesis Örneği

Bir işletmenin amacı, mal ve hizmet üretmek, kar elde etmek ve topluma hizmet ve sosyal fayda sağlamaktır. İşletmeler bu amaca ulaşmak için çeşitli faaliyetler yürütmekte ancak bu faaliyetlerde çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadır. (Emin, 2005).

Bir işletmenin finansal olarak başarısız olup olmadığını belirlemek için birçok farklı gösterge vardır. Bu göstergeler; iflas, sermayenin yarısının kaybı, işletme varlıklarının yüzde 10'unun kaybı, art arda üç yıl zarar, borcun ödenmesinde zorluk, üretimin askıya alınması ve toplam varlıkları aşan yükümlülüklerdir. (Aktaş, 2003)

İşletmelerin başarısızlık durumları; ekonomik başarısızlık, teknik başarısızlık ve finansal başarısızlık olarak incelenebilir. Ekonomik başarısızlık, kurumsal karlılık ve sermaye maliyeti ile ilgili bir kavramdır. Kârlılıkları sermaye maliyetinden yüksekse, işletmeler finansal olarak başarılı kabul edilir (Dağlı, 1994). Öte yandan işletmelerin karlılığı sermaye maliyetinden düşükse bu işletmeler ekonomik olarak başarısız işletmelerdir ve bu durumda yöneticilerin işletmenin pazarlama stratejisini, nakit akışını ve işletme sermayesini yeniden değerlendirmeleri gerekir. (Altman ve Hotchkiss, 2006)

Teknik aksaklık, bir işletmenin iflas etmesi ve borçlarını zamanında ödeyememesi durumudur. Başka bir deyişle, bir işletmenin toplam varlıkları borçlarını aşsa bile, borçları vadesi geldiğinde geri ödenemezse, işletme teknik olarak başarısız sayılır. Bu tür

başarısızlıklar, kötüleşen bir iş koşuluna işaret eder ve nadiren daha resmi başarısızlık veya iflas işlemlerine yol açar. (Akkaya, 2009)

Finansal başarısızlık olgusu, işletmenin finansal kabiliyetinin gerçekleştirilememesi durumunu ifade eder. Bir başka tanıma göre finansal başarısızlık, işletmenin amaçlarına ulaşamamasıdır. Kurumsal politikalar, mali kararlar ve diğer alanlar. Bir işletmenin mali durumundaki sorunlar, bir işletmenin mali başarısızlığının bir göstergesidir. Finansal başarısızlıklar, işletmenin dağılmasına veya işletmenin yeniden yapılandırılmasına yol açar. (Okka, 2009) İşletmelerin finansal başarısızlıkları önceden tahmin etmeleri ve gerekli aksiyonları zamanında almaları önemlidir. Bunun için özellikle finansal oranların iyi analiz edilmesi ve açıklanması gerekmektedir. Çalışmanın temel amacı finansal başarısızlığı tahmin etmek olduğundan bu konuya özellikle vurgu yapılmıştır.

İşletmelerde başarısızlığın ortaya çıkmasında çeşitli faktörler etkili olmaktadır. Örneğin teknolojide meydana gelen gelişmeler, büyük veri kavramı ve bilgiye ulaşmanın kolaylığı gibi nedenler tüketiciler üzerinde çok etkili olmakta ve sonuçta işletmeler de bu durumdan büyük ölçüde etkilenmektedirler. İşletmelerin başarıya ulaşabilmeleri için, bu değişikliklere göre yeniden yapılandırılmaları gerekir. Diğer taraftan bu değişikliklere uyum gösteremeyen işletmeler finansal başarısızlığa uğrayacaklardır.

Bu konuda örnek verecek olursak ülkemizdeki Yurtiçi ve Yurtdışı destek programlarından destek alamayan tesislerin ve projelerin bazılarının incelenmesi sonucu; başvuru sahibinin danışmanlık firması tarafından hazır oluşturulmuş kalıp bir proje formatıyla optimal hesaplamaları yapılmadan aracı kurumlar veya acenteler ile hazır projeler üzerinden kurgulandığı anlaşılmıştır. Optimal olmayan projenin içerisindeki detaylarına kısaca değinecek olursak; Tesisin yer seçimi mevcut işletmesinden uzak bir noktada olması ilk sorunu daha sonra tesisin tipinin veya üretim metodunun belirlenmesinde farklıklar olduğu gözlemlendi. Tesisin kurulacağı coğrafi konumun ve hava şartlarının dikkat alınmaması tesisteki reaksiyon sürelerinin uzamasına ve hatta üretilecek gazın kalitesinin, veriminin düşmesine sebep olacaktır. Tesis için belirtilen üretim kapasitesi mevcut kaynak ve alınacak destek ile de oluşturulamayacak kadar büyük olması, çalışacak olan personellerin bu konuda eğitimsiz olması, seçilen reaktörün (gaz motorunun) fiyatı, kapasitesi, olası kurulum sonrası lisansız program kullanımından kaynaklı hatalar veya veri kayıpları ile veri tutarsızlıkları bunlardan bazılarıdır. Ayrıca

tesisin alt yapısının projede belirtilen şekilde gerçekleşmesi taahhüt edilen enerjinin hiçbir şekilde verilemeyeceğini göstermişti ve proje optimal hesaplamalarının doğru yapılamamasından dolayı onaylanmamış ve destek almamıştır. Ayrıca birçok araştırmacı farklı yöntemler ile farklı işletmelerin iflaslarının tahminlerine yönelik araştırmalar yapmıştır.

Bir işletme içindeki başarısızlık; yönetim, finans, yatırım, üretim, pazarlama gibi faaliyetlerden dolayı meydana gelen başarısızlıktır. Bir işletmenin başarısızlığını etkileyen en önemli faktör yönetimidir. Örneğin Dun ve Bradstreet tarafından yapılan bir araştırmaya göre; iş başarısızlıklarının 2/3'ünün bilgi ve deneyim eksikliğinden kaynaklandığı ve bunun da yetersiz satışa yol açtığı ortaya çıkmıştır.

Bu nedenle, bir işletmenin yönetimi, doğru zamanda doğru kararları verme becerisine ve gerekli bilgiye sahip kişilerden oluşmalıdır. Öte yandan yöneticiler, kurum personelinin yetki, sorumluluklar, maaşlar, kar dağıtımı, fonlar, hisse senetleri, yatırımlar, borçlar, alacak hesapları gibi konularda tutarlı ve koordineli olmalı ve bu konularda karşılaşılan sorunları çözebilmelidir bu önemli bir sorundur. Bir şirketin finansal durumu da finansal başarısızlığı etkileyen önemli faktörlerden biridir. (Dağlı, 1994)

Bunun için işletmenin nakit akışı, işletme sermayesi ve borçlanması sürekli kontrol altında tutulmalıdır. İşletmenin mali sıkıntı yaşamaması için borçların zamanında ödenmesi, alacakların zamanında tahsil edilmesi ve işletme için en uygun borçlanma yapısı ve yeterli işletme sermayesinin belirlenmesi gerekmektedir. Yetersiz likidite, yani yetersiz finansman nedeniyle işletmenin finansal iflasına hatta işletmenin tasfiyesine yol açacaktır. İşletme yatırımı sürecinde yer seçimi yanlış, yatırım seçiminin teknoloji maliyeti yüksek, üretim sürecinde kullanılan işçilik, hammadde gibi faktörlerin seçimi yanlıştır. Yanlış malzeme seçimi, üretim yöntemleri iç finansal başarısızlığın nedenidir. Bu başarısızlıkların nedenleri göz önünde bulundurularak yatırım aşamasında optimal yatırım kararı belirlenmelidir.

Bir işletmede, üretim sürecindeki kötü kararlar bir başka finansal başarısızlık faktörüdür. Üretimin amacı, en iyi kaliteyi en düşük maliyet ve standartta üretmektir. Bu amaçla işletme üretime geçmeden önce standart ve maliyetin belirlenmesi için gerekli araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Pazarlama sürecinden önce bir işletme, üretilecek ürünü veya üretilen ürünlerdeki varyasyonu, ürünün fiyatını, ürünü talep edecek hedef kitleyi ve hangi dağıtım kanallarının kullanılacağını belirlemek için pazarlama araştırması yapmalıdır.

İşletme dışı başarısızlık işletmenin dış çevreyle olan etkileşiminden kaynaklanmakta ve işletme yöneticilerinin kontrolü dışında gelişmektedir. Ekonomik çevre, hukuki çevre, toplumsal çevre ve doğal çevre işletme dışı finansal başarısızlığı oluşturan faktörlerdir. İşletmelerin ekonomik anlamda başarısız olma nedenleri, sermaye hareketlerinde yaşanan hızlı gelişmeler, döviz kurlarındaki değişimler, faiz kurlarındaki değişimler, ekonomik krizler, ekonomik durgunluk, enflasyon, işsizlik, işletmeler arası yoğun rekabet olarak belirlenebilir. Ekonomide meydana gelen bu değişimlere bağlı olarak işletmenin başarısı da değişim göstermektedir. Bu nedenle yöneticilerin bu değişimlerin etkisini azaltmak için yeni stratejiler belirlemeleri gerekir. İşletmeler bulunduğu çevrenin politik ve yasal düzenlemelerine göre faaliyette bulunmaktadır. İşletmeler satış ve kredi politikalarını belirlerken, kuruluş aşamasında, tüketici ve personel ile meydana gelen sorunların çözümünde ve yaptıkları tüm faaliyetlerde yasal düzenlemelere uymak zorundadırlar. İşletmeler toplumsal çevre ile bir bütündür. İşletmeler toplumun isteklerini önceden tahmin etmeli diğer bir ifade ile toplumun isteklerini belirleyerek talep tahminleri oluşturmalıdırlar. Toplumun kültürel durumu, gelir seviyesi, tüketim alışkanlıkları, örf ve adetleri, tüketicilerin talep tahminlerini belirlemede etkili olmaktadır. Doğal faktörler işletmelerin finansal başarısızlığına etki eden faktörlerden biridir. Doğal faktör olarak Depremler, sel felaketi kuraklık, don, toprak kayması gibi olayları sayabiliriz. Bu tür olayların ne zaman olacakları belli olmadığından düzensiz hareketlerdir ve önceden tahmin edilemezler. Bu düzensiz hareketlerin ne zaman ortaya çıkacakları belli olmadığı gibi, şiddetleri de farklı olacak ve etkileri şiddetlerine bağlı olarak artacak veya azalacaktır. Bu konuda işletmeler tedbir alamadıkları için finansal başarısızlık durumu ile karşı karşıya kalabilmektedir.

Finansal başarısızlık konusunda yapılan ilk çalışmalardan biri Beaver tarafından 1966 yılında yapılmıştır. Beaver 1966 yılındaki çalışmasında diskriminant analiz yöntemi kullanmış ve analizi otuz finansal oranı altı grupta toplayarak ve her gruptan bir oran seçerek yapmıştır. Finansal başarısızlık tahminine yönelik ilk çalışmalardan bir diğeri ise Altman'ın 1968 yılında yapmış olduğu çok değişkenli analiz yöntemi çalışmasıdır. Altman'ın kullandığı model Z Skor model olarak tanımlanmıştır (Taşpınar vd., 2015).

Meyer 1970 yılında yaptığı çalışmada banka iflaslarının önceden tahminine ilişkin bir model oluşturmaya çalışmışlardır. Model birçok banka tarafından uygulanmıştır. (Meyer, 1970)

Ohlson 1980 yılında lojistik regresyon analiz yöntemini kullanarak meydana gelebilecek iflasın tahminine yönelik çalışmalar yapmıştır. Ohlson 1970 -1976 yılları arasında seçtiği 105 iflas etmiş ve 2058 iflas etmemiş işletmelerin finansal oranlarını lojistik regresyon analizi yöntemini kullanarak iflastan bir yıl öncesi, iflastan iki yıl öncesi ve iflastan bir ve iki yıl öncesini birleştirerek üç model oluşturmuştur. (Ohlson J.A., 1980)

1994 yılında yapılan çalışmada seçtiği finansal oranları için diskriminant, logit ve yapay sinir ağları yöntemlerini kullanarak çeşitli analizler yapmıştır. Analizler sonucunda olasılık temelli modellerin yapay sinir ağlarına göre daha başarılı olduğu sonucuna varmıştır. 2015 yılında yapılan çalışmada finansal başarısızlığın önceden tahminin de diskriminant analizi, lojistik regresyon, probit ve temel bileşenler analizlerinden oluşan bir sistem önermektedirler. 2009 yılında 1997-2007 döneminde halka açık ve halka kapalı 122 işletmenin finansal başarısızlığını tahmin etmede diskriminant ve lojistik regresyon analizlerini kullanılmış ve elde ettikleri modellerin tahmin güçlerini karşılaştırmıştır. Karşılaştırma sonucunda modellerin tahmin güçleri arasında önemli bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır. (Taşpınar vd., 2015) 2010 yılında yapılan diğer bir çalışmada finansal ve makro ekonomik değişkenlerden yararlanarak finansal başarısızlığın tahmininde kullanılacak bir model oluşturulması hedeflenmiştir. Ele alınan değişkenlere çoklu diskriminant analizi uygulamışlar ve analiz sonucunda, dört değişkenin finansal başarısızlık tahmininde önemli bir etken olduğu sonucuna varmışlardır. (Taşpınar vd., 2015)

6.2. Optimizasyon Hesaplaması Yapılan İşletmelerin Başarı Faktör Analizi

Optimal işletme büyüklüğü hesaplanmış bir büyükbaş biyogaz tesisinde işletmede karın sürekliliği ön plandadır. İşletmelerde karar verme durumlarında bulunan insanlar, belirsizlik ortamında kalmadan kararlar alırlar sebebi ise tesisin optimal olarak dizayn edilmesi olası sorunlara karşı sigorta, poliçe ve danışmanlık hizmetleri ile yatırım danışmanlığı gibi konularda tesisin antlaşmaları vardır. Bu sayede kararlarının sonucu hakkında belirsizlik optimal seviyelere iner. Bu durum işletmeyle ilgili olabilecek bütün senaryolarda geçerlidir. Örneğin; biyogaz tesisine atıkların taşınabilmesi için toplama

havuzlarının yapılacağı varsayımıyla, konsept tesis kapasitesi hesabı yapılırken numune analizleri yerine teorik kuru madde oranlarından gitmek daha doğru olacaktır (Kaya vd., 2015). Literatür verilerine göre büyükbaş hayvan gübresi içerisindeki uçucu kuru maddenin ton başına 400 m³ biyogaz üretilebilmekte ve bu biyogazın metan oranı %57-60 arasında olabilmektedir. Bu veriler ışığında tespiti yapılan hayvansal atıklar değerlendirildiğinde; UKM(Uçucu Kuru Madde)

$$\begin{aligned}
 & \text{Uçucu kuru madde miktarı} \left(\frac{\text{ton.UKM}}{\text{gün}} \right) \\
 & = \text{Toplam gübre miktarı} \left(\frac{\text{ton}}{\text{gün}} \right) \times \text{Kurumadde oranı} (\%) \\
 & \quad \times \text{Uçucu kurumadde oranı} (\%) \\
 & \text{Biyogaz üretim miktarı} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{saat}} \right) \\
 & = \frac{\text{Uçucu kuru madde miktarı} \left(\frac{\text{ton.UKM}}{\text{gün}} \right) \times \text{Biyogaz potansiyeli} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{ton.UKM}} \right)}{24(\text{saat/gün})} \\
 & \text{Biyogaz tesis kapasitesi (kW)} \\
 & = \text{Biyogaz üretim miktarı} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{saat}} \right) \times \text{Metan oranı} (\%) \\
 & \quad \times \text{Metan birim enerji içeriği} (\text{kW/m}^3) \\
 & \quad \times \text{Kojenerasyon elektrik verimi} (\%) \\
 & \text{Formülleriyle hesaplanabilir.}
 \end{aligned}$$

Şekil 6-1: Üretim Miktarı Hesaplama Formülü

Büyükbaş hayvan gübresi biyogaz potansiyeli = 400 (ton. UKM)

Büyükbaş hayvan gübresi biyogaz üretim kapasitesi;

Uçucu kuru madde miktarı (ton. UKM) = 370,5 (ton/gün) × 0,09 × 0,81 = 27,01

Çıkan sonuç olarak elde edilen değeri yerine koyalım.

$$\text{Biyogaz üretim miktarı} \left(\frac{m^3}{\text{saat}} \right) = \frac{27,01 \left(\frac{\text{ton.UKM}}{\text{gün}} \right) \times 400 \left(\frac{m^3}{\text{ton.UKM}} \right)}{24(\text{saat/gün})} = 450,16$$

$$\text{Biyogaz üretim miktarı} \left(\frac{m^3}{\text{saat}} \right) = \frac{1,96 \left(\frac{\text{ton.UKM}}{\text{gün}} \right) \times 500 \left(\frac{m^3}{\text{ton.UKM}} \right)}{24(\text{saat/gün})} = 40,78$$

$$\text{Biyogaz üretim miktarı} \left(\frac{m^3}{\text{saat}} \right) = \frac{0,18 \left(\frac{\text{ton.UKM}}{\text{gün}} \right) \times 550 \left(\frac{m^3}{\text{ton.UKM}} \right)}{24(\text{saat/gün})} = 4,18$$

Toplam biyogaz üretim kapasitesi:

$$\text{Biyogaz üretim miktarı} \left(\frac{m^3}{\text{saat}} \right) = 450,16 + 40,78 + 4,18 = 495,11$$

$$\text{Biyogaz tesis kapasitesi (kW)} = 495,11 \left(\frac{m^3}{\text{saat}} \right) \times 0,60 \times 10(\text{kW/m}^3) \times 0,38$$

$$\text{Biyogaz tesis kapasitesi (kW)} = 1.128,85$$

Şekil 6-2: Biyogaz Potansiyel Hesaplama

1.128 kW kapasiteli biyogaz tesisi potansiyeli ortaya çıkmaktadır. Başka bir Optimal hesaplama örneği verecek olursak 1500 büyükbaş besi hayvanı örnek alınarak optimal biyogaz potansiyeli hesapları yapalım, hesaplamalarda literatür verileri kullanılmıştır (Gümüşçü ve Uyanık, 2010). Büyükbaş hayvanlar ve atık üretimlerine ait veriler aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 6-1: Büyükbaş hayvanlar ve atık üretimlerine ait genel bilgiler

Bu çalışma için örnek hayvan sayısı	1500 büyükbaş hayvan
Hayvanların ağırlığı	Ortalama 650 kg
Üretilen ortalama hayvansal atık miktarı	20-35 kg/gün*hayvan

Tablo 6-2: Verilere göre oluşan hayvan başına katı atık miktarı ve özellikleri

Katı atık miktarı	10 kg/gün
Katı madde miktarı	%20
(Gümüşçü ve Uyanık, 2010)	

Tablo 6-3: Büyükbaş hayvan tipine göre üretilen katı atık miktarı

	Kg/gün	Katı madde miktarı (%)
Sığır (Süt için)	45	13
Sığır (Et için)	28	9-14
(Gümüşçü ve Uyanık, 2010)		

Yukarıdaki veriler kullanılarak kurulacak bir büyükbaş çiftlikteki hayvanlar için katı atık üretimi, hayvan başına en az 20 kg/gün, en fazla 35 kg/gün ve bu atığın % 15 katı madde içerdiği kabul edilecektir. Verim, referanslardan yararlanarak aşağıdaki varsayımlara göre hesaplanmıştır. 1 ton uçucu katı madde içeren hayvan gübresinden minimum 220 m³ maksimum 400 m³ biyogaz elde edilir (Murphy ve Thamsiriroj, 2013). Bu değer inek gübresi için Deniz ve arkadaşları tarafından (Hobson, 1990) 380 m³/ton uçucu katı madde olarak verilmiştir. Hayvansal atıklardan elde edilen katı maddenin yaklaşık %70'i uçucu katı madde formundadır. Bu verilerden yola çıkarak, biyogaz üretimi için 275 m³/ton katı madde kabulü bu çalışmada kullanılacaktır. Oluşan biyogazın bileşenleri CH₄, CO₂ ve diğer gazlardır. Bunların dağılım oranı ise %65 CH₄, %32 CO₂ ve %3 diğer gazlardır. 1 m³ metan gazı 10 kWh enerjiye eşdeğerdir. 1 m³ biyogazın kalori değeri 5000 kcal olup, diğer yakıtlara etkili eşdeğerleri aşağıda verilmiştir. (UN, 1984)

1 m³ biogaz = 4.70 kWh elektrik

= 0.62 litre gazyağı

= 3.47 kg odun

= 1.46 kg kömür

= 0.43 kg bütan gazı

= 1.18 m³ doğal gaz.

Tesiste ortalama 1500 büyük baş hayvan olacağı varsayımıyla; öncelikle optimal hesaplaması yapılmayan tesisin üretimini hesaplayalım.

Çiftlikte oluşan hayvansal atık üretimi (20 kg/gün kabulü ile) $1500 * 20 = 30\ 000$ kg ham gübre/gündür. Bunun katı içeriği (gübrenin % 15 katı madde içerdiği kabulü ile) $30\ 000 * 0.15 = 4\ 500$ kg katı madde/gündür. Üretilebilecek biyogaz (275 m³ biyogaz/ ton katı madde kabulü ile)

$4\ 500 * 0.275 = 1\ 237.5$ m³ biyogaz / gündür. Elektrik enerjisi eşdeğeri (1 m³ biyogaz = 4.70 kWh elektrik kabulü ile) $1\ 237.5 * 4.70 = 5\ 816.25$ kWh elektrik enerjisi/gündür.

Aylık üretim

$5\ 816.25 * 30 = 174\ 487.5$ kWh / aydır.

Yıllık üretim

$174\ 487.5 * 12 = 2\ 093\ 850$ kWh / yıldır.

Yıllık biyogaz dan gelebilecek gelir (1 kWh elektrik 0.2 TL kabulü ile)

$2\ 093\ 850 * 0.2 = 418\ 770$ TL / yıldır.

Optimal biyogaz üretimi:

Çiftlikte oluşan hayvansal atık üretimi (35 kg/gün kabulü ile)

$1\ 500 * 35 = 52\ 500$ kg ham gübre/gündür.

Bunun katı içeriği (gübrenin % 15 katı madde içerdiği kabulü ile)

$52\ 500 * 0.15 = 7\ 875$ kg katı madde/gündür.

Üretilebilecek biyogaz (275 m³ biyogaz/ ton katı madde kabulü ile)

$7\ 875 * 0.275 = 2\ 165.625$ m³ biyogaz / gündür.

Elektrik enerjisi eşdeğeri (1 m³ biyogaz = 4.70 kWh elektrik kabulü ile)

$2\ 165.625 * 4.70 = 10\ 178.44$ kWh elektrik enerjisi/gündür.

Aylık üretim

$$10\ 178.44 * 30 = 305\ 353.2 \text{ kWh / aydır.}$$

Yıllık üretim

$$305\ 353.2 * 12 = 3\ 664\ 238.4 \text{ kWh / yıldır.}$$

Yıllık biyogaz dan gelebilecek gelir (1 kWh elektrik 0,2 TL kabulü ile)

$$3\ 664\ 238.4 * 0.2 = 732\ 847,68 \text{ TL / yıldır.}$$

Tablo 6-4: Biyogaz Potansiyeli ve Yıllık Gelirler

Büyükbaş Hayvan Sayısı	Ort. Günlük Biyogaz m ³ /gün	Yıllık Biyogaz m ³ /yıl	Elektrik Enerjisi kwh/yıl	Gelir TL/ yıl
100	103	37.595	174.276	34.855
200	206	75.190	348.552	67.710
400	412	150.380	697.104	139.420
500	515	187.975	871.380	174.276
1.000	1.030	375.950	1.742.760	348.552
1.500	1.700	620.500	2.880.000	576.000
5.000	5.150	1.879.750	8.713.800	1.742.760

(Gümüşçü ve Uyanık, 2010)

Büyükbaş hayvanların atıkları ile Optimal hesaplaması olan ve olmayan duruma göre yapılan hesaplamalar neticesinde bulunan elde edilebilecek enerji miktarları ve bunların TL'ye çevrilmesi neticesinde (1 kWh = 0.2 YTL) işletim sırasında elde edilebilecek gelirler şöyle tablolaştırılabilir.

Tablo 6-5: Optimal hesaplamaya göre yıllık biyogaz ve elektrik enerjisi ve gelir miktarı

	Üretilen Tahmini Enerji (kWh / yıl)	Gelir (TL / Yıl)
Optimal hesaplama yapılmadığı durum En kötü duruma göre	2.093.850	417.770
Optimal hesaplamanın yapıldığı duruma göre	3.664.238	732.848
Ortalama	2.880.000	576.000

Bunlara ek olarak Optimal büyüklüğü hesaplanan bir tesiste Biyogaz satışından sonra biyogübre satışı da yapılması mümkündür. Kalan atık suyunda tesis içerisinde tekrar döndürülmesi veya seraya kullanılması gibi alternatif yollarda mevcuttur. Arıtılan suyun tesisin üretim tankları etrafında döndürülmesi hazne içerisindeki biyo kütleinin daha hızlı reaksiyona girmesine sebep olacak gaz artışı olacaktır. Ayrıca kalan kompostun tarlaya ekilmesi veya biyogübre satışı (çiçek toprağı) da mümkündür. Optimal tesise eklenen sensörler yardımı ile hayvanlara verilecek yem karışımları maksimum seviyede olacaktır.

Yemlerin karışımı sırasında iş kazası olmayacak ve süreç hızlı bir şekilde otomasyon tarafından ilerleyecektir. Devamında biyogübre üretimi; devam eden üretim işlemlerinden sonra optimal hesaplaması yapılan bir tesisin 0 atık %100 geri dönüşüm ve kazanım optimal sistemi olacağı için biyogübre üretimi de olacaktır. Öncelikle optimal olmayan tesis hesaplamasını yapalım.

Tesisteki 1500 büyükbaştan çiftlikte oluşan hayvansal atık üretimi (20 kg/gün kabulü ile) $1\ 500 * 20 = 30\ 000$ kg ham gübre/gündür. Bunun katı içeriğı (gübrenin %15 katı madde içerdiği kabulü ile) $30\ 000 * 0.15 = 4\ 500$ kg katı madde/gündür.

Paketlenebilir pellet haline getirilmiş biyogübrenin ortalama %12 nem içeriğinin olması gerekir. Bunu sağlayabilmek için 5 040 kg biyogübre/gün üretim sağlanacaktır.

Aylık üretim $5\ 040 * 30 = 151\ 200$ kg biyogübre / aydır.

Yıllık üretim

$151\ 200 * 12 = 1\ 814\ 400$ kg biyogübre / yıldır.

Yıllık biyogübreden gelebilecek gelir (1 kg biyogübre 0.4 TL kabulü ile)

$1\ 814\ 400 * 0.4 = 725\ 760$ TL/ yıldır.

Optimal Hesaplaması Yapılan Biyogübre Üretimi:

Çiftlikte oluşan hayvansal atık üretimi (35 kg/gün kabulü ile) $1\ 500 * 35 = 52\ 500$ kg ham gübre/gündür. Bunun katı içeriğı (gübrenin %15 katı madde içerdiği kabulü ile) $52\ 500 * 0.15 = 7\ 875$ kg katı madde/gündür. Paketlenebilir pellet haline getirilmiş biyogübrenin ortalama %12 nem içeriğinin olması gerekir. Bunu sağlayabilmek için 8 820 kg biyogübre/gün üretim sağlanacaktır. (Gümüüşü ve Uyanık, 2010)

Aylık üretim

$8\ 820 * 30 = 264\ 600$ kg biyogübre / aydır.

Yıllık üretim

$264\ 600 * 12 = 3\ 175\ 200$ kg biyogübre / yıldır. Yıllık biyogübreden gelebilecek gelir (1 kg biyogübre 0.4 TL kabulü ile) $3\ 175\ 200 * 0.42 = 1\ 270\ 080$ TL / yıldır. Optimizasyonu yapılan ve yapılmayan işletme senaryolarına göre yapılan hesaplamalar neticesinde bulunan biyogübre miktarları ve bunların TL ye çevrilmesi neticesinde işletim sırasında elde edilebilecek gelirler şöyle tablolaştırılabilir.

Tablo 6-6: Optimal hesaplama göre yıllık biyogübre gelir miktarı

	Üretilecek Biyogübre (kg / yıl)	Gelir (TL / yıl)
Optimal Olmayan	1.814.400	725.760
Optimal Olan	3.175.200	1.270.080
Ortalama	2.494.800	997.920

Ülkemizde büyük ölçekte biyogaz ve biyogübre üreten tesisler henüz kurulmamıştır Akdeniz ve Marmara bölgelerinde özel sektör ve TÜBİTAK desteğiyle kurulma aşamasında olan tesislerimiz bulunmaktadır. Bu tür tesisler kurulmadan önce hayvan sayıları dikkate alınarak fizibilite raporları hazırlanmalı ve ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süreleri vs. her türlü işlemler dikkatli olarak hesaplanmalıdır.

Hayvansal atıklardan biyogaz ve biyogübre üretim sistemi için inşaat ve mekanik aksam ilk yatırım maliyetleri tesisin ana gideridir. Ayrıca proje danışmanlık hizmeti ve müşavirlik alımları da proje gideri olarak eklenmelidir. Bunların yanı sıra, tesisin kurulacağı arazinin bedeli proje ilk yatırım maliyetine eklenmelidir.

Biyogaz üretim tesisi için anaerobik çürütücüler, gaz toplama sistemleri ve kojenerasyon üniteleri ana gider kalemleridir. Biyogübre üretimi için, susuzlaştırma için seperatörler, kompost üniteleri ve paketleme tesisleri ana gider kalemleridir. Bütün bu kalemler dikkate alınarak yurt içi ve yurt dışı piyasalardan alınan fiyatlarla değişen hayvan sayıları için ilk yatırım maliyet tablosu çıkarılmıştır.

Tablo 6-7 Biyogaz ve Biyogübre üretim tesislerinin tahmini ilk yatırım maliyetleri

Büyükbaş besi hayvan sayısı	İlk Yatırım Maliyetleri (TL)			
	Proje	Danışmanlık	Makine Techizat	İnşaat
200	81.000	50.000	810.000	630.000
400	105.000	50.000	930.000	720.000
500	141.000	50.000	105.0000	810.000
1000	156.000	50.000	126.0000	960.000
1500	195.000	50.000	1.470.000	1.140.000
2000	216.000	50.000	1.680.000	1.500.000

Optimal tesis için öncelikle kaynak analizi yapılmalı; öncelikle 2 farklı kaynak mevcut olmalı bunları yurtdışı kaynak ve yurt içi kaynak olarak 2 şekilde inceleyebiliriz. Yurt dışı kaynak; Avrupa Birliği destekli fonlardan kabul alarak mali riskler azaltılmalıdır.

Daha sonra yurt içi kaynaklar ile tesisin fizibilitesi çıkartılmalıdır. Yurt içi kaynaklar; Duran varlıklar, Banka hesapları ve fonlar, krediler, nakit para gibi kaynaklardır. Ayrıca Bölgesel veya ulusal kalkınma ajanslarından alınacak danışmanlık ve hibe destekleri ile mali risk dahada aşağıya çekilecektir. Mevcut varlıklar ile kredi çekilmeden destekler ile kurulan işletme gelir potansiyelinin azalması gibi durumlarda fazla etkilenmez ve daha uzun ömürlüdür. Fakat banka kredisi ile kurulacak bir tesisin faiz ödemesi vb. giderleri bulunduğu için gelirin sabit veya artan bir şekilde olması gerekmektedir bu da riski yükseltir. (Gümüüşçü ve Uyanık, 2010)

Bu durumda gelirin azalması olası banka kredi işlemlerinin ve mali sıkıntılarında başlamasına neden olacaktır. Optimal bir işletme için hayvansal atıklardan biyogaz ve biyogübre eldesi konusunda yatırım yapmayı düşünen tesis sahiplerinin öncelikle tesisleri için bir fizibilite çalışması yaptırmaları gerekmektedir. Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre 500 ve üzeri hayvan kapasitesine sahip tesislerin bu alanda yatırım yapmaları önerilmektedir. 1.000 ve üzeri hayvan kapasitesine sahip tesislerde ilk yatırım geri dönüş süreleri 5 yıl civarında olmaktadır. 1.500 büyükbaş hayvan atığı biyogaz açısından büyük bir potansiyel içermektedir. Yapılan değerlendirmede, 1.500 büyükbaş hayvandan, günde ortalama 1.700 m³, yılda 612.000 m³ biyogaz ve enerji olarak yılda 288.000.0 kW enerji elde edilmektedir. Hayvan sayısı 100.000 olduğunda yılda

408.240.00 m³ biyogaz ve 191872800 kW enerji elde edilmektedir. Bunun yıllık geliri ise 38.374.560 TL olmaktadır.

Çürütücüden çıkan atıkların katı ve sıvı kısmı ayrılarak farklı alanlarda değerlendirilebilir. Sıvı kısım, direk bitki beslemesinde kullanılabilir. Katı kısımlar ise Ülkemizde gelecek yıllarda artacak olan biyogübre talebinin karşılanmasında kullanılabilir. Ülkemiz hayvansal atıklardan biyogaz ve biyogübre üretimi gerçekleşmesi halinde birçok sosyal, ekonomik ve çevresel olumlu etkileri ortaya çıkaracaktır.

7. SONUÇ

Tarımsal biyogaz tesislerinin yapı tipleri ve teknik donanımlarındaki büyük farklılıklar nedeniyle, bu noktada teknik analizleri yapmadan önce optimal büyüklüklerin hesaplanması ve arızaların giderilmesine ilişkin genel bir çalışma yapılması önemlidir. Bununla birlikte, biyogaz tesisi üreticilerinin ve cihaz kullanım kılavuzlarının, genel olarak bireysel tesis bileşenlerine ilişkin eylem önerileri ve önlemleri içeren konularda eğitim alınarak danışmanlık hizmetleri alarak projeye destek almak, paydaşlar üzerindeki maddi yüklerin azaltarak diğer yükleri dengeli ve verimli bir şekilde dağıtmakta en az diğer konular kadar önemlidir. Bununla birlikte gaz motorlarındaki soğutma sisteminin suyla olması ve dışarıya boşaltılmasında sıcak suyun tekrardan tesiste işlenmesi aşırı önemlidir.

Optimal bir tesiste sıcak atık suyun tesiste oluşturulacak bir seraya veya tesis kapasitesine göre hanelere sıcak su olarak verilmesi gerekmektedir. Bu tesisin hayvanlarına sürekli bir besin kaynağı sağlanacak ve fermantasyon süresinin kısılması ile biyogaz oluşumunu artıracaktır. Ayrıca seracılığı veya hanelere dağıtılarak elde edilecek olan sıcak su gelirin bir kaynağı olacaktır. Optimal büyüklüğü hesaplanan tesisler sürdürülebilirliği en uygun tesis olmaktadır. Optimal işletme büyüklüğü ile hammadde kaynak ve satışları ile çıkan ürünlerin tesiste kullanılan malzemelerin vs. verimliliği de en üst seviyede olacak bu sebeple karlılık sürekli olarak devam edilecektir.

İşletme giderlerinin daha düşük bir seviyede tutulması için tesis içerisine kurulacak otomasyona bağlı sensör ve bilgisayarlar ile personel sayısının minimum da kalması rutin kontroller dışında servis vs. giderlerinin olmaması ve işletme büyüklüğüne göre teçhizat kullanacak olan operatörün sayısı da düşecektir.

KAYNAKLAR

- Abdoun, E., & Weiland, P. (2009). Optimierung der Monovergärung von nachwachsenden Rohstoffen durch die Zugabe von Spurenelementen. Potsdam: Bornimer Agrartechnische Berichte Nr. 68,.
- Acar, N. A. (2019) Bir biyogaz tesisinin üretim parametrelerinin deneysel olarak incelenmesi ve optimizasyonu. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Akkaya, G. C. (2009). İşletmelerde Finansal Başarısızlık Tahminlemesi :Yapay Sinir Ağları Modeli ile İMKB Üzerine Bir Uygulama. Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,, s.187.
- Aktaş, R. D. (2003). Mali Başarısızlığın Öngörülmesi: İstatistiksel Yöntemler ve Yapay Sinir Ağı Karşılaştırması. Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, Cilt 58,Sayı 4,s.1-24.
- Altman, E. I., & Hotchkiss, E. (2010). Corporate financial distress and bankruptcy: Predict and avoid bankruptcy, analyze and invest in distressed debt (Vol. 289). John Wiley & Sons.
- Andrews-Speed, P. (2014). China's energy policymaking processes and their consequences. China's Energy Crossroads: Forging a New Energy and Environmental Balance, 204.
- Bauer, C., Korthals, M., Gronauer, A., & Leuhn. (2008). Methanogens in biogas production from renewable resources – a novel molecular population analysis approach . C. Bauer, M. Korthals, A. Gronauer, & Leuhn içinde, Methanogens in biogas production from renewable resources – a novel molecular population analysis approach (s. 1433-1439). IWA.
- Biyogazder. (2020). Biyogaz enerjisi. Biyogazder: <https://biyogazder.org/biyogaz-enerjisi/>
- Biyogazder. (2020).. İşte Rakamlarla Türkiye ve Almanya Biyogaz sektörü. <https://www.enerjiekonomisi.com/iste-rakamlarla-turkiye-ve-almanya-biyogaz-sektoru/12816/>

- Braun, R. (1982). Biogas - Methangärung organischer Abfallstoffe. New York: Springer Verlag Wien.
- Çaylan, R. (2015). Bitki Yetiştirmede Hangi Gübre Daha Verimli? <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/>: <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/proje/bitki-yetistirmede-hangi-gubre-daha-verimli#:~:text=Ayn%C4%B1%20%C5%9Fartlara%20tabi%20tutulmas%C4%B1na%20ra%C4%9Fmen,g%C3%BCbresi%20en%20verimsizi%20tavuk%20g%C3%BCbresidir.>
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2010). Biyogaz Kılavuzu Üretimden Kullanıma. Ankara: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. cygm.csb.gov.tr: <https://cygm.csb.gov.tr/kilavuz-ve-rehberler-i-429>
- Dağlı, H. (1994). İşletme Başarısızlıkları ve Alınması Gereken Önlemler. Verimlilik Dergisi, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları Sayı 1 .Ankara.
- Dalkılıç, K., & Uğurlu, A. (2013). Tavuk Gübresinden Biyogaz Üretimi. Tavukçuluk Araştırma Dergisi, (10), 14-19.
- Emin, U. (2005). İşletmelerde Finansal Başarısızlığın Teorik Olarak İrdelenmesi. Muhasebe ve Finans Dergisi, s. 158-168.
- Fırat Kalkınma Ajansı. (2012). Faaliyet Raporları. Fırat Kalkınma Ajansı: <https://fka.gov.tr/faaliyet-raporlari-detayi-1463574299318> adresinden alındı
- Gümüşçü, M., & Uyanık, S. (2010). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Hayvansal Atıklarından Biyogaz ve Biyogübre Eldesi. Tesisat Mühendisliği (MMO), 16(118), 59-65.
- Hobson P. N., 1990, The Treatment of Agricultural Wastes, in Anaerobic Digestion: A Waste Treatment Technology, Edited by Andrew Wheatley, Critical Reports on Applied Chemistry, Volume 31
- Kaltschmitt, M., & Hartmann. (2001). Energie aus Biomasse Grundlagen, Techniken und Verfahren. New York: Springer-Verlag.

- Kaya, D., Çoban, V., Çağman, S., & Eyidoğan, M. (2015). Osmaniye İlinde Hayvansal Biyogaz ve Enerji Potansiyelinin Araştırılmasına Yönelik Fizibilite Raporu. Kocaeli: Kartepe Enerji Araştırma Geliştirme San. Ve Tic. Ltd. Şti.
- Kayfeci, M. (2011). Metal hidrür reaktör tasarım parametrelerinin hidrojen depolama özelliklerine etkisinin deneysel olarak incelenmesi (Doctoral dissertation, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Kloss, R. (1986). Planung von Biogasanlagen nach technisch-wirtschaftlichen Kriterien. Viyana: Oldenbourg.
- Lebuhn, M., Bauer, C., & Gronauer. (2008). Probleme der Bio. M. Lebuhn, C. Bauer, & Gronauer içinde, Probleme der Bio- gasproduktion aus nachwachsenden Rohstoffen im Langzeitbetrieb und molekularbiologische Analytik. (s. 118-125). Springer Gabler.
- Lindorfer, H., Braun, R., & Kirchmayr, R. (2006). Self-heating of anaerobic digesters using energy crops. *Water Science and Technology*, 53(8), 159-166.
- Mevzuat Bilgi Sistemi (2022). <https://www.mevzuat.gov.tr/>
- Meyer, P. A. (1970). Prediction of Bank Failures. *The Journal of Finance*, Vol.25 No:4 853-868.
- Mittal, S., Ahlgren, E. O., & Shukla, P. R. (2018). Barriers to biogas dissemination in India: A review. *Energy Policy*, 112, 361-370.
- Murphy, J. D., & Thamsiroj, T. (2013). Fundamental science and engineering of the anaerobic digestion process for biogas production. In *The biogas handbook* (pp. 104-130). Woodhead Publishing.
- Oechsner, H., & Lemmer, A. (2009). Was kann die Hydrolyse bei der Biogasvergärung leisten. *VDI-Ber*, 2057, 37-46.
- Ohlson, J.A. (1980) Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 18, 109-131.
- Okka, O. (2009). Finansal Yönetim Örnek Olayları ve Örnek Çözümler. Nobel Yayın Dağıtım / İstanbul, 2. Baskı, .

- Özbaşer, F. T., & Erdem, E. (2013) Biyogaz Üretimi ve Kullanımı Derleme. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 53(2), 115-124.
- Öztürk, M. (2017). Hayvan gübresinden biyogaz üretimi. Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Resmi Gazete. (2017). Tarıma Dayalı İhtisas Organize Sanayi Bölgeleri Yönetmeliği. Yayımlanma Tarihi, 25.
- Resmi Gazete. (2019). Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği. Resmî Gazete, Sayı: 27075.
- Rohstoffe, F. N. (2000). Energetische Nutzung von Biogas: Stand der Technik und Optimierungspotenzial. Weimar: FNR.
- Seyfried, C. (1990). Anaerobe Verfahren zur Behandlung von Industrieabwässern. C. Seyfried içinde, Anaerobe Verfahren zur Behandlung von Industrieabwässern. Korrespondenz Abwas (s. 1247-1251).
- Şenol, H., Elibol, E. A., Açıkel, Ü., & Şenol, M. (2017). Türkiye’de biyogaz üretimi için başlıca biyokütle kaynakları. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6(2), 81-92.
- Şinasi, A. (2009). Hayvansal atıklardan biyogaz üretimi üzerine çeşitli bor bileşiklerinin etkinliğinin araştırılması,. Yüksek Lisans Tezi. Şanlıurfa, Harran, Türkiye / Güneydoğu: Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı.
- Taşpınar Cengiz, D., Bağdatlı Kalkan, S., Turanlı, M., Köse, İ. (2015). Türkiye'deki İşletmelerin Finansal Başarısızlığının Faktör Analizi ve Diskriminant Analizi İle İncelenmesi. Ekonometri ve İstatistik Sayı:23 2015 62-79.
- Taşpınar, C.D., Kalkan, S., Turanlı, M., Köse, İ. (2015). Türkiye'deki İşletmelerin Finansal Başarısızlığının Faktör Analizi ve Diskriminant Analizi İle İncelenmesi. Ekonometri ve İstatistik Sayı:23 2015 62-79.
- Christian Wandrey, D. A. (1983). Anaerobik fermentasyonun reaksiyon kinetiği üzerine; Kimya Mühendisliği Teknolojisi. Weinheim: NR.

- Turan, İ. (2022). Demokrasi, Seçim ve Seçim Sistemler. Toplum Ekonomi ve Yönetim Dergisi, 94-120. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/teyd/issue/73560/1176743> adresinden alındı
- Türker, M., & Pakmaya, İ. (2008). Anaerobik biyoteknoloji ve biyogaz üretimi dünya’da ve Türkiye’de eğilimler. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 17-19.
- UN. (1984). Updated guidebook on biogas development. New York: UN.
- United Nations. (1980). Guidebook on Biogas. New York: Energy Resources Development.
- Varol, H. (2017). Hayvancılık işletmelerinde oluşan atıkların işletimi ve olası çevre etkileri; Afyonkarahisar Örneği (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Weiland, P. (2001). Biogas als regenerative Energie–Stand und Perspektiven. Grundlagen der Methangärung–Biologie und Substrate; VDI Berichte, (162), 19-32..

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Adil TURAN

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi :2018, ANADOLU ÜNİVERSİTESİ/İKTİSAT
FAKÜLTESİ/İKTİSAT

Yüksek Lisans Öğrenimi : 2018, KTO Karatay Üniversitesi, İktisadi ve İdari
Bilimler Fakültesi,Enerji Yönetimi

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce (B1)

Bilimsel Faaliyetleri : -

İŞ DENEYİMİ

Stajlar : -

Projeler : -

Çalıştığı Kurumlar :2015 - Devam, Bilgi İşlem, KTO Karatay
Üniversitesi

Tarih : 24 Kasım 2022