

Suluova Biyogaz Tesisinin Teknik-Ekonomik Esaslarına İlişkin Rapor



TÜRK-ALMAN BİYOGAZ PROJESİ

Yayımlayan:

Türk-Alman Biyogaz Projesi
T.C. evre ve Şehircilik Bakanlığı 16.Kat B Blok
Söğütözü Cad. 14E, 06560 Yenimahalle, Ankara, Türkiye
T +90 312 207 56 03
E thomas.breuer@giz.de
I www.biyogaz.web.tr

Tarih:

Ekim 2011

Yazar:

Yüksek Mühendis Helmut Berg
Ingenieurbro H. Berg & Partner GmbH
Malmedyer Str. 30, 52066 Aachen, Almanya

İçindekiler

Başlangıç Durumu ve Proje Hedefleri	4
1 Sosyo - Ekonomik durum	4
2 Su ve Çevre Kirliliği	7
3 Görev Tanımlaması ve Münferit Hedefler	9
4 Biyokütlenin Enerji ve Hammadde Olarak Kullanımına İlişkin Entegre Tasarım	9
4.1 Belediye atık sularının ve hayvansal atıkların ayrı ayrı işlenmesi	9
4.2 Biyokütleden enerji üretilmesi	11
4.3 Biyokütleden gübre üretilmesi	16
5 Suluova Biyogaz Tesisine İlişkin Fizibilite Araştırması	16
5.1 Türkiye’de elektrik üreticilerine ödenen elektrik satış bedeli	16
5.2 Olası hammaddelerin tespiti ve değerlendirilmesi	17
5.2.1 Besi hayvanlarının hayvansal atıkları	17
5.2.2 Tavuk çiftliklerinin hayvansal atıkları	18
5.2.3 Mezbahaların hayvansal atıkları	19
5.2.4 Tarımsal atıklar	19
5.2.5 Maya üretiminde oluşan atıklar	19
5.3 Hammadde temininin planlanması	19
5.4 Tesisin şekli ve büyüklüğü	22
5.5 Kombine Isı ve Enerji Santralinin (BHKW, Kojenerasyon) artık ısısının kullanılması	24
5.6 Fermantasyon artıklarının değerlendirilmesi	24
5.7 Ahırların şekillendirilmesi ve sıvı gübrenin sevkiyatı	29
5.7.1 Gübre temizleme sistemine ilişkin öneriler	29
5.7.2 Mevcut ahırlar ve değişik imkanları	31
5.7.3 Suluova’da besi çiftliği inşasına ilişkin öneriler	34
5.7.4 Suluova Hayvancılık Organize Sanayi Bölgesi (SOID)	35
6 Fermantasyon Artıklarından Gübre Üretilmesine İlişkin Fizibilite Araştırması	38
6.1 Üretim sürecinin tanımlanması	38
6.2 Gübre üretiminden elde edilebilecek gelirlere ilişkin ön tanımlama ve tahmin	41
7 Biyogaz Tesisi ve Gübre Üretimine İlişkin Ekonomik Fizibilite Araştırması	44
7.1 Biyogaz tesisi	44
7.2 Gübre üretimi	46
7.3 BHKW artık ısısının seralarda kullanılması	47
8 Finansman ve İşletme	47
8.1 Proje yüklenicisi şirket	47
8.2 Yapı ve operatör modelleri	47
8.2.1 Projenin, proje yüklenicisi şirket tarafından finanse edilmesi ve işletilmesi	48
8.2.2 Projenin, proje yüklenicisi şirket tarafından finanse edilmesi ve başlangıç için harici bir biyogaz tesisi operatörü tarafından işletilmesi	48
8.2.3 Yap-İşlet-Devret Modeli’yle finanse edilmesi ve işletilmesi	48
9 Özet ve Sonuç	48
Kaynakça	50
Şekil ve Tablo dizini	53

Başlangıç Durumu ve Proje Hedefleri

GIZ'in proje başvurusunda, başlangıç durumu ve proje hedefleri şu şekilde tanımlanmaktadır: Tarım ve atıklar, Türkiye'de sera gazı emisyonuna sebep olan dört ana sektörden ikisini teşkil etmektedir. Ülke topraklarının %35'i (27 milyon ha) tarım için kullanılmaktadır. Türkiye'deki toplam hayvan mevcudu yaklaşık olarak 10 milyon sığır, 30 milyondan fazla koyun ve keçi ve 300 milyondan fazla kümes hayvanı civarındadır. Yılda 11 milyar ton katı hayvansal dışkı oluşmaktadır. Buna ilaveten sıvı atıklar veya hayvan çiftliklerinden ve mezbahalardan kaynaklanan atık sular (sıvı gübre, idrar) oluşmaktadır. Bu katı ve sıvı atık maddelerin uygunsuz bir şekilde çevreye salınması veya depolanması, Türkiye'nin birçok bölgesinde yeraltı ve yerüstü sularının yüksek derecede kirlenmesine, rahatsız edici kokuların oluşmasına ve hijyen sorunlarına yol açmaktadır. Ayrıca bu yolla iklime zarar veren nitrik oksit ve metan emisyonları oluşmaktadır.

Potansiyel pilot bölge konumunda olan Amasya'da yetiştirilen yaklaşık 150 bin baş sığırın 40 bin başı Suluova'da yetiştirilmektedir. Suluovada mevcut sığır işletme sayısı ise 1.118'dir. Sığır yetiştiriciliğinin, artık maddelerin ve atık suyun değerlendirilmesine yönelik uygun altyapı oluşturulmadan 60'lı ve 70'li yıllardan beri geliştirilmesi, bölgedeki akarsuların önemli ölçüde kirlenmesine yol açmaktadır. Hâlihazırda bu akarsulara, yaklaşık 1.000 adet hayvancılık işletmesinde (ortalama olarak 3–4 süt ineği ve 50–60 sığır) beslenen takriben 20.000 hayvanın artık maddeleri doğrudan akıtılmaktadır. Çevredeki büyük işletmelerin atıklarının büyük bölümü de akarsulara akıtılmaktadır.

Ayrıca, şehirde yerleşik bulunan ve 50 baştan fazla hayvan yetiştiren işletmelerin 1/3'ünün, kurulmuş bulunan bir sanayi bölgesine taşınması öngörülmektedir. Bu sayede artık maddeler daha etkili ve çevreye daha az zarar verecek şekilde değerlendirilecektir.

Sanayi bölgesi, küçük ölçekli işletmelerin yol açtığı kirlenme sorununu sadece azaltabilir ama çözemez. Çözüm için, küçük çiftçilerin menfaatlerini de gözeterek ve çevre kirliliği sorununa çözüm getiren entegre bir konsept gereklidir. Alanda faaliyet gösteren işletmelerin yaklaşık olarak 500 tanesi bir kooperatif bünyesinde örgütlenmiş olup, söz konusu kooperatif sorunun çözümüne yönelik büyük bir ilgi duymaktadır (giz'in proje başvurusu).

Yerel makamlar ve yönetimden sorumlu makamlar sorunun farkında olup, çevre ve iklimin korunması, yenilenebilir enerji potansiyellerinin kullanılması ve tarımın geliştirilmesi fırsatını tek bir konseptte birleştiren bir çözüm arayışı içerisinde.

İşbu BMU-GIZ projesinin hedefi, Türkiye'de tarımsal atıklardan iklime zarar vermeden faydalanılmasıdır. Tarımsal atıklardan biyogaz yoluyla enerji üretilmesine ilişkin bütüncül bir konsept, Suluova bölgesindeki sera gazı emisyonlarının ve çevre kirliliğinin azalmasına yol açacaktır. Bu hedefler doğrultusunda, Suluova'da teknik bakımdan optimize olan bir biyogaz tesisinin kurulması ve işletilmesi planlanmaktadır.

1 Sosyo-Ekonomik Durum

Geçen yüzyılın 50'li yıllarına kadar Suluova ilçesindeki tarımsal alanların büyük çoğunluğu bataklık arazilerden oluşmaktaydı. Tuz oranı içeriğinden dolayı sorunlu olan bu arazilerdeki yeraltı suyu seviyesi yüksekti. Bilhassa resmi kurumlarca gerçekleştirilmiş olan drenaj çalışmaları sayesinde bu bataklık araziler verimli tarım arazilerine dönüştürülebilmektedir.

Modern tarım alet ve makinelerinin kullanılması, kimyasal gübreler, çiftçilerin yeni ve modern ziraat teknikleri kullanması ve sulu tarıma geçilmesi bölgedeki tarımsal üretimin önemli ölçüde artmasına sebep olmuştur.



Suluova ilçesinde hâlihazırda yaklaşık olarak 26.100 ha alan tarım için kullanılmakta olup, sulu tarım oranı yaklaşık %60 civarındadır.

Melas ile yakındaki şeker fabrikasının başka yan ürünlerinin yemlik tahıla ilaveten kullanılmasından bu yana Suluova'daki et üretimi önemli oranda artmıştır.

Ayrıca bölgedeki tahıl bitkisi silajı üretimi artmıştır. Son dönemde, sığır beslemede kullanmak amacıyla ekilen silajlık mısır üretiminde de önemli bir artış meydana gelmiştir. Bütün bu etmenler sonucunda sığır besiciliğinde ciddi oranda artış gerçekleşmiştir.

Türkiye'de sığır etine olan talep arttığından ve üretimin talebi tam olarak karşılayamadığından dolayı hâlihazırda AB'den et bile ithal edilmektedir.



Şekil 1: Suluova'nın uydudan çekilen görüntüsü (Wikimapia.org)

Türk Hükümeti sığır eti üreticilerini teşvik ettiğinden, başta kasaplık sığırlar olmak üzere sığır mevcudunun artmaya devam etmesi beklenmektedir.

Suluova ilçesindeki tarım arazilerine ayrıca buğday, soğan, şeker pancarı ve arpa ekilmekte (tablo 1'e bakınız), sebze ve meyve yetiştirilmektedir.

Tarla ürün çeşidi	Ekiliş alanı	
	ha	%
Buğday	17.929	68,4
Soğan	2.500	9,5
Şeker pancarı	1.667	6,4
Arpa	1.400	5,3
Diğer	2.616	10,4
Toplam	26.112	100,0

Tablo 1: Tarım arazilerinin kullanımı / Tarım İl Müdürlüğü 2010 /

Tarım bölgesi Suluova, aşağıdaki olgulardan dolayı gelecekte daha da önem kazanacaktır:

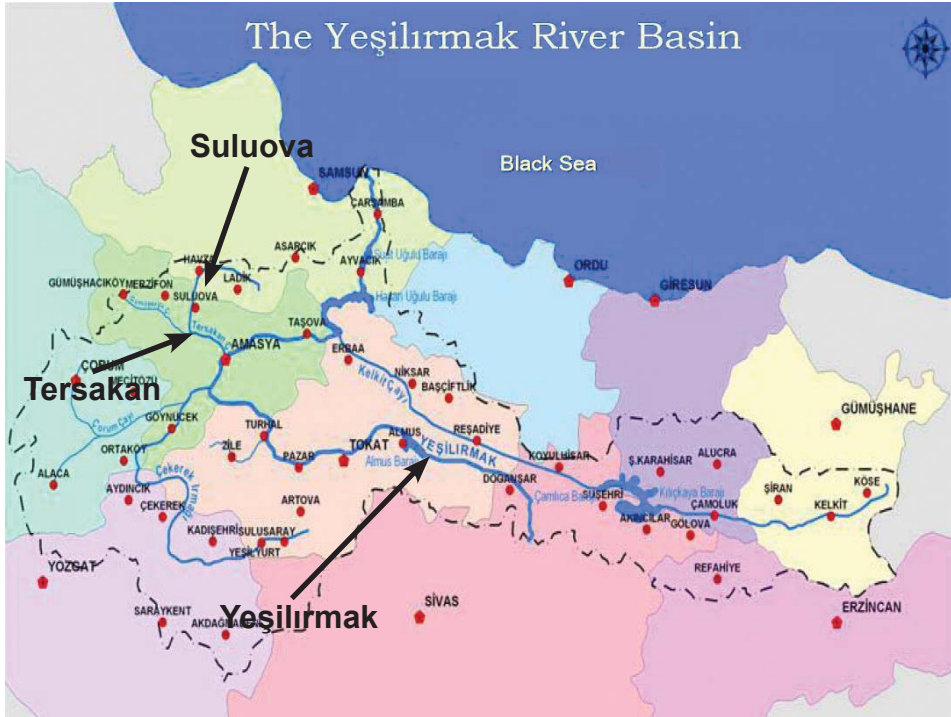
- > **Bitkisel üretim ve hayvancılık için çok uygun ortam**
 - Verimli ve humus zengini tarım arazileri
 - İyi bir şekilde işleyen sulama sistemi (tarım arazilerin %60'ı)
 - Altyapı, ticaret yolları
 - Güçlü sığır ve kümes hayvanı üretimi
- > **Ön ve art depolama alanı: Güçlü tarım endüstrisi / tarım ve gıda sanayi**
 - Üretim öncesi tedarik: Yem üretimi, gübre, tohum
 - İşleme sanayi: Şeker fabrikası, mezbahalar, tahıl ambarı
- > **Entegre sığır ve kanatlı üretimi**
 - Bölgeye hizmet veren yem fabrikası (Kozlu şirketi),
 - Sığır ve kümes hayvanları için besi yemi
 - Suluova'daki hayvancılığın artan ulusal talep ve devlet teşviki sebebiyle gelişmeye devam etmesi
 - Kozlu şirketinin modern entegre tavukçuluk (yumurta üretimi) faaliyetleri (1 milyon hayvan, gün de 900.000 yumurta)
 - Oluşan tavuk dışkısının biyogaz ve organik gübre üretiminde hammadde olarak kullanılması



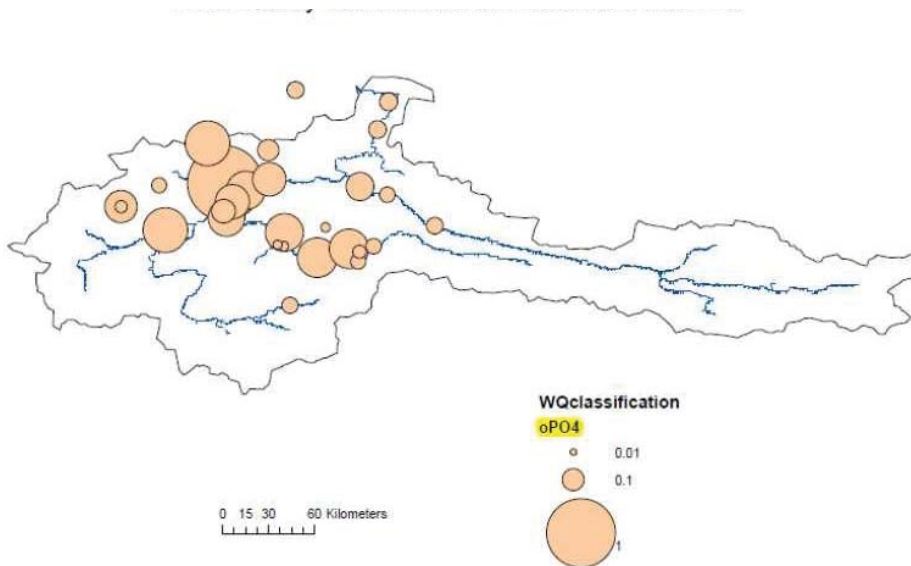
2 Su ve Çevre Kirliliği

Suluova, Amasya'nın kuzeyinden Yeşilırmak'a dökülen Tersakan Çayı'nın su havzasında bulunmaktadır (Şekil 2).

Yeşilırmak ve Tersakan'ın su kalitesi çok kötüdür. Bilhassa Tersakan'nın, Suluova'nın akış aşağısındaki fosfat kirliliği aşırı derecede yüksektir (şekil. 3)



Şekil 2: Tersakan çayının su havzası / Yeşilırmak 2011 /

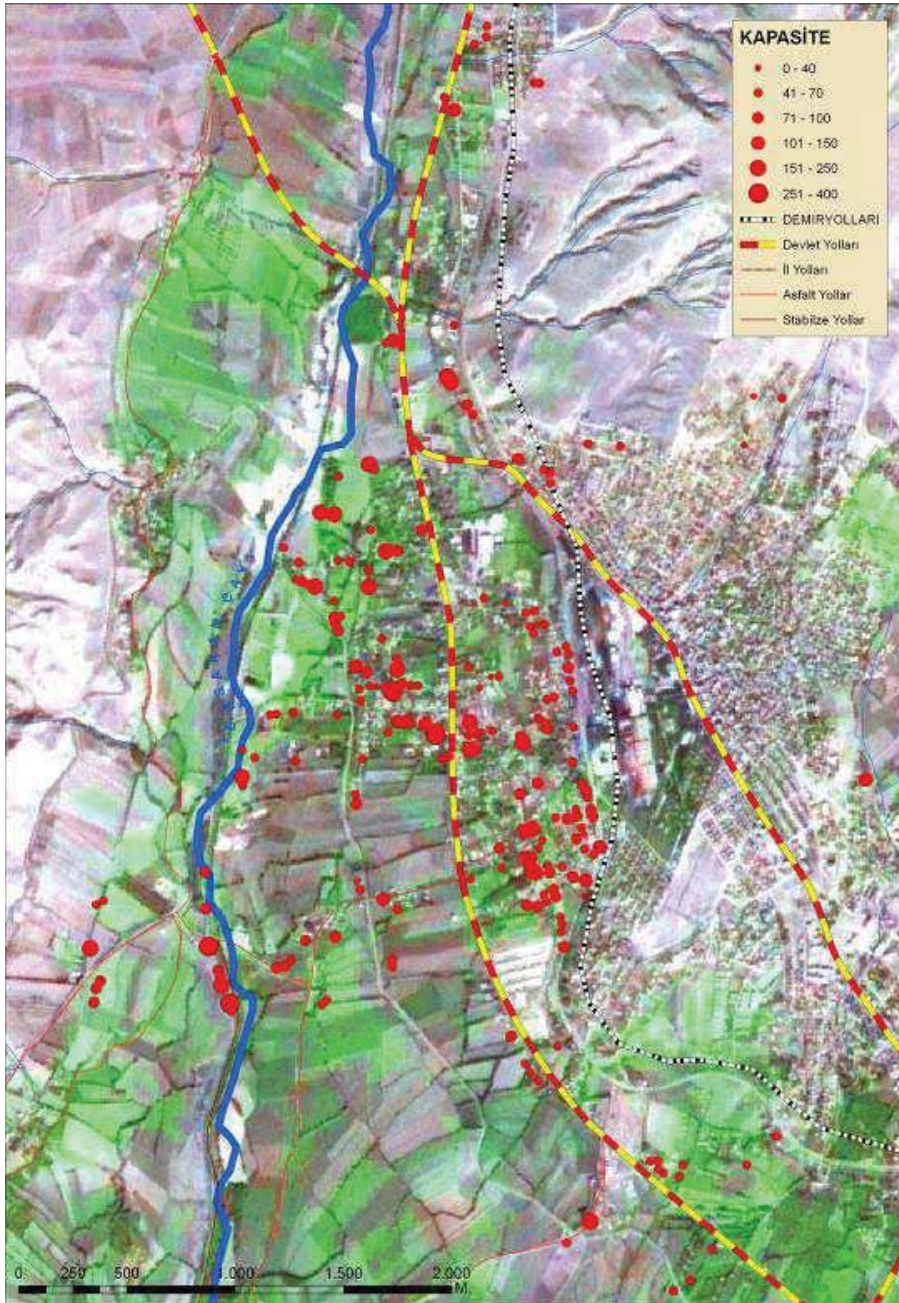


Şekil. 3: PO_4 bakımından, Yeşilırmak'ın su havzasındaki su kalitesi /DABLAS 2009/

Tuna-Karadeniz Görev Gücü (DABLAS - Danube Black Sea Task Force) çerçevesinde yapılan araştırmalar, yoğun bir şekilde sürdürülen hayvancılık faaliyetlerinin kötü su kalitesinin başlıca sebebi olduğunu ortaya koymuştur.

Bu bağlamda, başta Suluova kaynaklı hayvansal atıklar olmak üzere sınıı kirliliğe karşı tedbirlere öncelik verilmiştir (DABLAS, John Maguire, 17.11.2009: „Preparation of an IWRM Plan for the YESILIRMAK BASINS“).

Başta Suluova Şeker Fabrikası ile Tersakan Çayı arasındaki 20.000 besi sığırının atıkları olmak üzere, hayvancılık alanında oluşan sıvı ve katı atıklar arıtılmadan doğrudan veya nakil hendekleri vasıtasıyla Tersakan çayına akıtılmıştır (bakınız şekil 4). Bunun sonucunda çevreye ciddi boyutlarda zarar verilmektedir:



Şekil 4: Suluova'daki sığır çiftliklerinin alansal dağılımı / Biosfer 2009 /



Genelde sığır çiftliklerinde oluşan atıkların ve arıtılmamış belediye atık sularının Tersakan çayına akıtılması sonucunda aşağıdaki çevre kirlilikleri ve sera gazı emisyonları ortaya çıkmaktadır:

- Şehirde ve akarsularda rahatsız edici kokular
- İklim'e zarar veren azot ve metan emisyonları
- Yerüstü ve yeraltı sularında aşırı azot ve fosfor konsantrasyonları
- Su organizmalarının (bilhassa balıklar) zarar görmesi
- Sulama amaçlı su kullanımının olumsuz yönde etkilenmesi
- Hayvansal atıkların akarsulara akıtılması sonucunda çiftlik gübresi kaybı yaşanması
- Belediye atık sularının arıtılmaması



3 Görev Tanımlaması ve Münferit Hedefler

Çevre kirliliğinin ortadan kaldırılması ve Suluova'daki tarım potansiyelinin uzun vadede güvence altına alınması amacıyla aşağıdaki münferit hedefler belirlenmiştir:

- Tersakan çayının AB - Su Çerçeve Direktifi uyarınca iyi bir ekolojik duruma kavuşturulması
- Hayvansal üretim kaynaklı hayvansal atıklardan elektrik enerjisi üretilmesi
- Sıvı sığır gübresindeki besin maddelerinden faydalanılması ve tarımdaki kimyasal gübre kullanımının azaltılması.
- CO₂ – emisyonlarının azaltılarak iklimin korunması
- Hayvancılığın ve tüketimde kullanılan mal üreten alanların, sıvı gübrenin çevre dostu bir şekilde imha edilmesi ve değerlendirilmesi yoluyla teşvik edilmesi
- Tarımsal kullanıma yönelik yüksek kaliteli organik gübre sağlanması

4 Biyokütlenin Enerji ve Hammadde Olarak Kullanımına İlişkin Entegre Tasarım

4.1 Belediye atık sularının ve hayvansal atıkların ayrı işlenmesi

Suluova'da atık su karma bir sisteme akıtılmaktadır. Yani yağışsız havada atık su kanallarından atık su ile sınaî atık su tahliye edilirken, yağmurlu havalarda ayrıca yağmur suyu da aynı kanaldan tahliye edilmektedir. İnsan dışkılarının binalardan ve binalara bağlı olan kanallardan nakledilmesi içme suyu dökülerek gerçekleştirilmektedir.

Bunun sonucunda kentsel atık sularda sadece nispeten düşük oranda, anaerob elektrik enerjisi üretiminde kullanılabilecek olan karbon bileşikler konsantrasyonuna rastlanmaktadır.

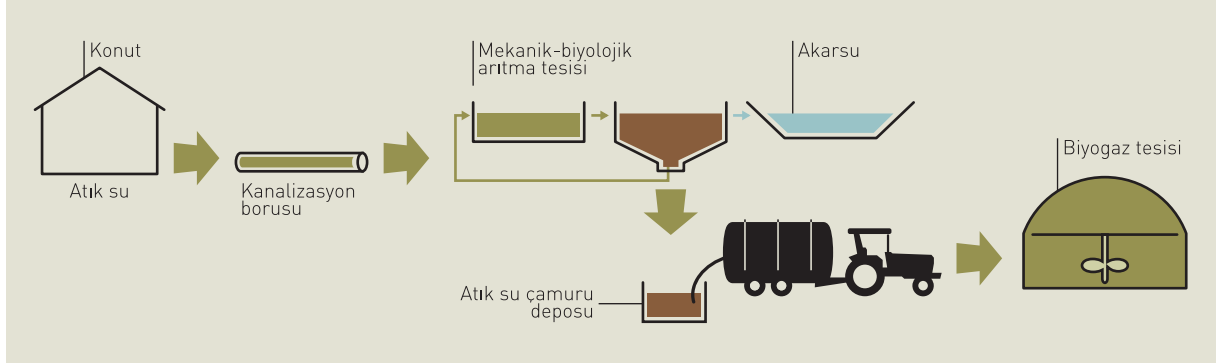
Bundan dolayı “normal” kentsel atık sular anaerob değil aerob olarak arıtılmaktadır (Şekil 5).

Ancak hayvansal atıklar (idrar ve dışkı) içme suyu ilave edilmeden, nispeten yüksek oranda karbon bileşikleri bulunan sıvı gübre olarak toplanabilir, anaerob işleme tabi tutulabilir (biyogaz tesisi) ve biyogaz üretimi için kullanılabilir (şekil 6).

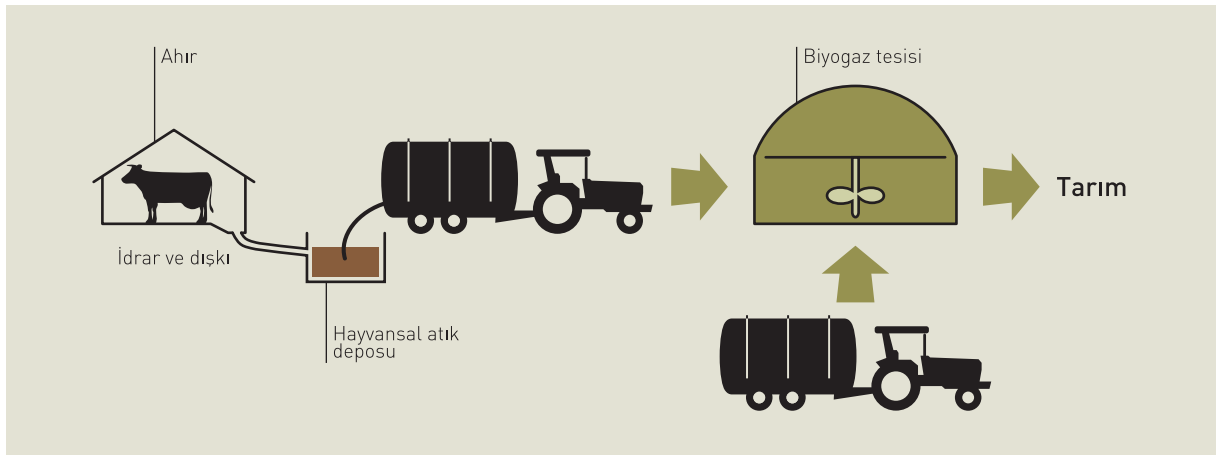
Aşağıda, kentsel atık suların ve hayvansal atıkların ayrı ayrı toplanması, tahliye edilmesi ve işlenmesini gerektiren sebepler özet halinde verilmiştir:

- Sıvı siğir gübresi, beton borulara zarar verir
- Evsel atık sudaki organik madde yoğunluğu düşüktür. Bundan dolayı evsel atık su anaerob değil, aerob olarak arıtılır
- Atık suların aerob yöntemle temizlenmesi esnasında, gerekli oksijen beslemesi için tüketilen elektrik enerjisi miktarı yüksektir. Atık suların aerob yöntemle arıtılması esnasında enerji içeren biyogaz oluşmamaktadır. .
- Aerob atık su arıtılmasında oluşan atık çamur biyogaz tesisinde fermente edilerek biyogaz üretimi için kullanılabilir.

Ancak fermentasyon artıklarının, atık su çamuru ilave edilerek kullanılmasına yönelik kontrol masraflarının Türk mevzuatına göre de daha yüksek olup olmadığı araştırılmalıdır. (Alman Arıtma Çamuru Yönetmeliği'ne analog olarak). Fermentasyon artıklarından gübre üretilmesi sürecinde biyogaz tesisine atık su çamuru eklenmesine izin verilip verilmediği de kontrol edilmelidir.



Şekil 5: Atık suyun deşarjı / H. Berg /



Şekil 6: Hayvansal atıkların deşarjı / H. Berg /



Suluova'da, belediyenin verdiği bilgiye göre nüfusun %98'inin bağlı olduğu bir kanalizasyon şebekesi bulunmaktadır. Ancak Suluova'da henüz belediyenin merkezi bir evsel atık su arıtma tesisi bulunmamakta olup, toplanılan atık su arıtılmadan Tersakan Çayı'na deşarj edilmektedir. (yandaki fotoğrafa bakınız).

Tersakan Çayı'nın kenarında bir atık su arıtma tesisinin inşa edilmesi planlanmaktadır (inşaat yeri şekil 7'de görülebilir). AB fonu vasıtasıyla finansman sağlanması için başvuruda bulunulmuş olup, başvuru henüz onaylanmamıştır.



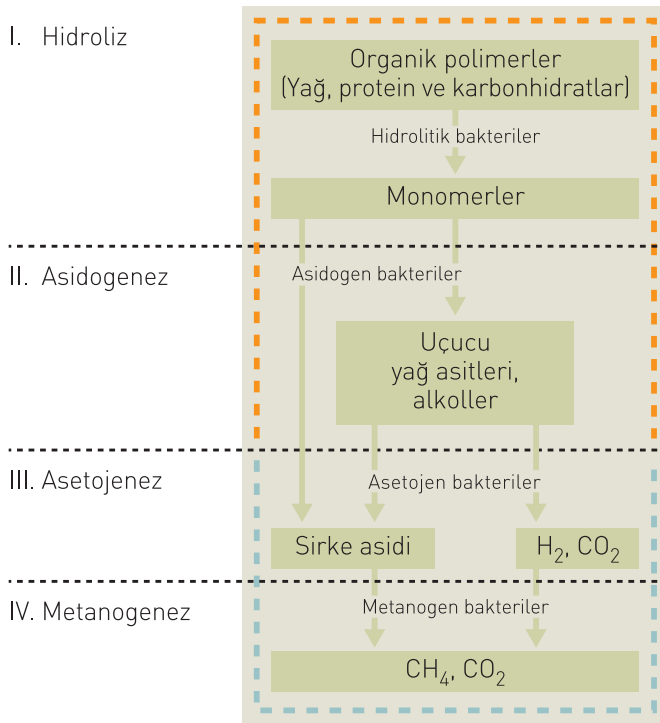
Şekil 7: Tersakan'ın doğusunda yapılması planlanan kentsel atık su arıtma tesisinin yeri / Wikimapia /

4.2 Biyokütleden enerji üretimi

Lignin içermeyen biyokütleden enerji üretilmesi, biyokütlenin fermente edilmesiyle (biyogaz üretimi) veya biyoyakıt üretilmesiyle mümkündür. Hayvansal atık şeklindeki biyokütle sadece biyogaz tesislerinde kullanılmaktadır.

Biyogaz üretimi, organik maddenin fermentasyon yoluyla dönüştürülmesiyle gerçekleşmektedir. Bu çerçevede anaerob bakteriler protein, karbonhidrat ve yağ gibi yüksek moleküllü bileşikler birden fazla yıkım aşamasından geçirerek metan ve karbondioksit dönüştürür. Yüksek moleküllü bileşikler ilk olarak hidroliz bakterileri tarafından sudan ayrılarak monosakaritlere, amino asitlere, peptitlere, yağ asitlerine ve gliserine dönüştürülür (hidroliz).

İkinci aşamada bu monomerlerden alkol, uçucu yağ asitleri ve metan oluşumunun temel bileşenleri (Asetat, hidrojen ve karbondioksit (asidogenez) oluşur. Mikroorganizmalar yağ asitleri ve alkolden sirke asidi, hidrojen ve karbondioksit üretir (asetojenez). Bunun ardından metan bakterileri sirke asidini, suyu ve karbondioksiti metana dönüştürür (metanogenez). Şekil 8'de metabolik süreçlerin çeşitli aşamaları görülebilir.



Şekil 8: Biyogaz üretiminin aşamaları / StMUGV 2004 /

Suluova ilçesinde aşağıdaki maddeler biyogaz fermentasyonu için hammadde olarak kullanılabilirler:

- Sıvı sığır gübresi/Tavuk gübresi
- Kantin, restoran, hastane gibi tesislerin mutfak atıkları
- Mezbaha (Kesimhane) atıkları
- Ayrı olarak toplanan biyoatıklar
- Gıda maddelerinin işlenmesinde oluşan atıklar

Teorik gaz verimleri ve diğer hammadde özellikleri tablo 2'de görülebilir.



Substrat	TS [%]	oTS [%TS]	N ^a	P ₂ O ₅ [%TS]	K ₂ O	Biyogaz verimi [Nm ³ /t FM]	CH ₄ -Verim [Nm ³ /t FM]	CH ₄ -Ausbeute [Nm ³ /t oTS]
Organik gübre								
Sıvı sığır gübresi	10	80	3.5	1.7	6.3	25	14	210
Sıvı domuz gübresi	6	80	3.6	2.5	2.4	28	17	250
Rindermist	25	80	5.6	3.2	8.8	80	44	250
Kümes hayvanı gübresi	40	75	18.4	14.3	13.5	140	90	280
Samansız at gübresi	28	75	n. a.	n. a.	n. a.	63	35	165
Yenilenebilir hammaddeler								
Mısır silajı	33	95	2.8	1.8	4.3	200	106	340
Tahıl bitkisi silajı	33	95	4.4	2.8	6.9	190	105	329
Yeşil çavdar silajı	25	90				150	79	324
Tahıl taneleri	87	97	12.5	7.2	5.7	620	329	389
Çimen silajı	35	90	4.0	2.2	8.9	180	98	310
Şeker pancarı	23	90	1.8	0.8	2.2	130	72	350
Futtermüllü	16	90	n. a.	n. a.	n. a.	90	50	350
Ayçiçeği silajı	25	90	n. a.	n. a.	n. a.	120	68	298
Sudan otu	27	91	n. a.	n. a.	n. a.	128	70	286
Şeker darısı	22	91	n. a.	n. a.	n. a.	108	58	291
Yeşil çavdar ^b	25	88	n. a.	n. a.	n. a.	130	70	319
İşleme sanayi								
Bira posası	23	75	4.5	1.5	0.3	118	70	313
Tahıl posası	6	94	8.0	4.8	0.6	39	22	385
Patates posası	6	85	9.0	0.7	4.0	34	18	362
Meyve posası	2.5	95	n. a.	0.7	n. a.	15	9	285
Ham gliserin ^c	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	250	147	185
Kolza posası	92	87	52.4	24.8	16.4	660	317	396
Patates küspesi	13	90	0.8	0.2	6.6	80	47	336
Patates suyu	3.7	73	4.5	2.8	5.5	53	30	963
Preslenmiş şeker pancarı posası	24	95	n. a.	n. a.	n. a.	68	49	218
Melas	85	88	1.5	0.3	n. a.	315	229	308
Elma posası	35	88	1.1	1.4	1.9	148	100	453
Üzüm posası	45	85	2.3	5.8	n. a.	260	176	448
Taze ot ve çim artıkları								
Taze ot artıkları	12	87.5	2.5	4.0	n. a.	175	105	369

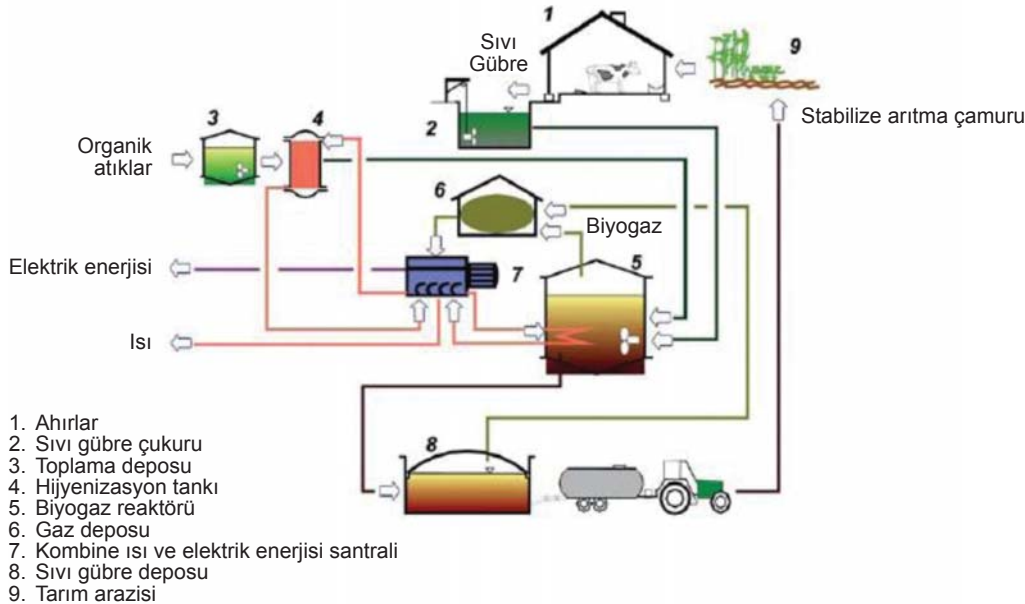
a. Depolama kayıplarından bağımsız olarak Fermantasyon artığındaki azot içeriği

b. Soldurulmuş

c. Biyodizel üretiminde uygulanan yöntemle bağlı olarak uygulamada sonuçlar ciddi farklılıklar gösterebilir.

Tablo 2: Substrat özellikleri/ FNR 2010 /

Komateriyallerin fermente edildiği bir tarımsal biyogaz tesisinin genel şeması şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9: Kosubstratların kullanıldığı bir tarımsal biyogaz tesisinin şeması/FNR 2010a/

Biyogazın kullanımı

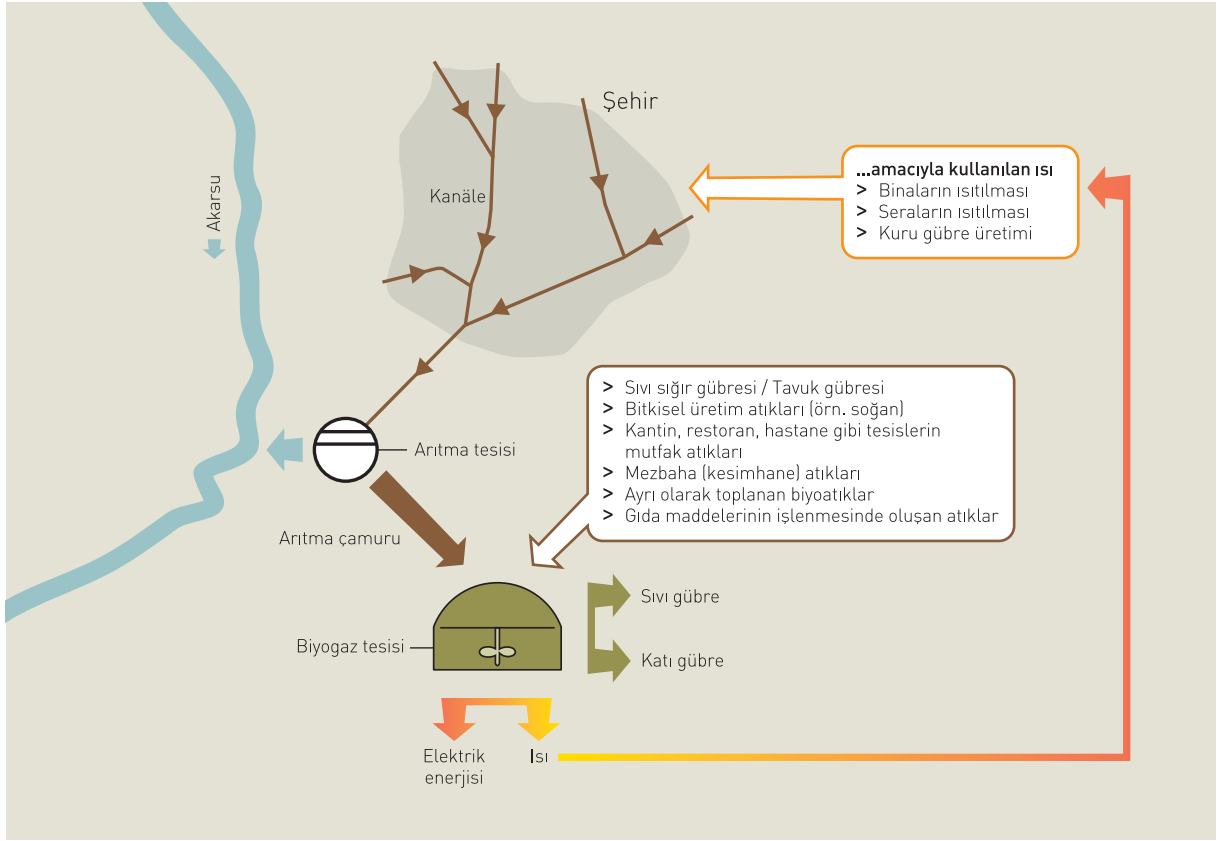
Biyogaz veya biyometan esas itibariyle çok sayıda alanda kullanılabilir:

- Biyogaz tesisinin olduğu yerde kurulan kombine ısı ve elektrik enerjisi santrali (BHKW), elektriğin elektrik şirketine ve ısının ısı müşterilerine satılması (yakın çevre ısıtma şebekesi)
- Isı kullanılan çeşitli mekânlarda, biyogaz tesisine biyogaz hattıyla bağlantılı uydu BHKW'ler, elektriğin elektrik şirketine ve ısının ısı müşterilerine satılması
- Biyogazın biyometan olarak doğalgaz kalitesine yükseltilmesi, doğalgaz şebekesine dâhil edilmesi, ısı kullanılan çeşitli mekânlarda BHKW, elektriğin elektrik şirketine ve ısının ısı müşterilerine satılması
- Biyogazın biyometan olarak doğalgaz kalitesine yükseltilmesi, doğalgaz şebekesine dâhil edilmesi ve biyometan tüccarlarına veya kullanıcılarına satılması
- Biyogazın biyometan olarak doğalgaz kalitesine yükseltilmesi ve biyoyakıt olarak satılması
- Biyogaz veya biyometanın ısı pazarında satılması

Yukarıda belirtilen biyogaz kullanım imkânlarından hâlihazırda Almanya'da faydalanılmaktadır.

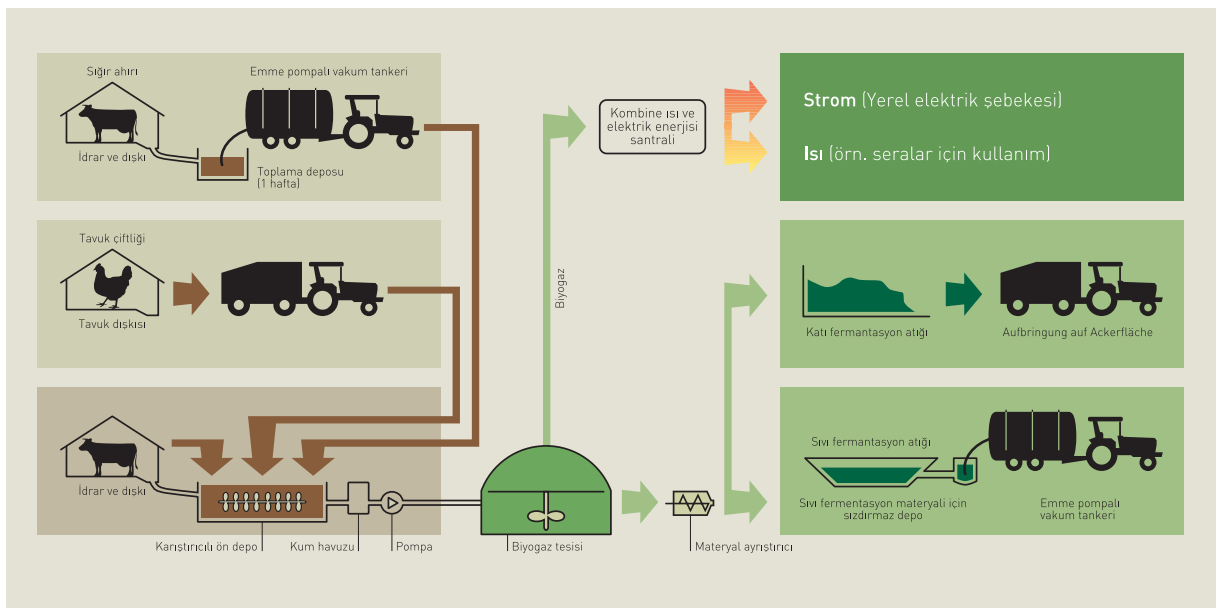
Suluova’da doğalgaz şebekesi bulunduğundan, Aralık 2010’da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun değişikliğinden ve elektrik ile gaz şebekeleri liberalleşmekte olduğundan dolayı Türkiye’de uzun vadede biyogazın işlenmesi ve doğalgaz şebekesine dâhil edilmesi beklenebilir.

Biyogazın doğalgaz şebekesine dâhil edilerek kullanılması imkânı, biyogazın işlenmesi sürecindeki yüksek enerji ihtiyacı ve Türkiye’de biyogaz işlenmesi ve ticareti konularında yeterli tecrübeye sahip olunmamasından dolayı, kısa vadede gerçekleştirilecek olan Suluova Projesi bakımından araştırılmaya devam edilmeyecektir. Bunun yerine biyogazın kombine ısı ve elektrik enerjisi santrallerinde (BHKW) kullanılması, elektrik enerjisinin yerel elektrik şirketine satılması ve BHKW-artık ısısının mahallinde kullanılması tavsiye edilmektedir (bakınız şekil 10).



Şekil 10: Suluova'da biyokütleden enerji üretilmesine ilişkin konsept / H. Berg /

Biyokütleden enerji ve gübre üretilmesine ilişkin olası bir entegre tasarım şekil 11'de özet halinde sunulmuştur.



Şekil 11: Biyokütleden enerji ve gübre üretilmesine ilişkin olası bir entegre konsept / H. Berg /

4.3 Biyokütleden gübre üretimi

Gerek ham gerekse fermente edilmiş biyokütle, enerji üretimi için kullanılabilen karbonun yanında, başta azot, fosfor ve potasyum olmak üzere tarımda gübre olarak kullanılabilecek olan başka maddeler de içermektedir.

Besin maddesi bakımından zengin olan fermentasyon artığı ya doğrudan tanker araçları ve uygun bir uygulama tekniğiyle tarlalara veya meralara organik gübre olarak serpilebilir ya da sıvı ve katı faza ayrılabilir (bakınız bölüm 7).

Sıvı faz da tarlalarda veya meralarda kullanılır.

Katı faz ise, daha yüksek besin maddesi içerdiğinden dolayı daha uzun mesafe nakledilerek tarlalara serpilebilir. Katı fazı kurutarak, yüksek kaliteli organik gübre olarak meyvecilik ve bahçecilik alanlarında kullanılabilen pelet haline getirmek de mümkündür.

5 Suluova Biyogaz Tesisine İlişkin Fizibilite Araştırması

5.1 Türkiye’de elektrik üreticilerine ödenen elektrik satış bedeli

Türk parlamentosu 2010 yılının son günlerinde yenilenebilir enerjilerin teşvikine ilişkin yeni bir yasa çıkarmıştır. Şimdiye kadar Türkiye’de her türlü yenilenebilir enerji kaynağından üretilen elektrik için kilovat saat başına 5,5 US-cent tutarında tek bir elektrik satış bedeli geçerliydi. Yeni tarifeler, 2005 tarihli bu eski ücretlendirmenin yerini almış bulunmaktadır. Yeni tarifeler, 18 Mayıs 2005 ile 31 Aralık 2015 tarihleri arasında kurulan veya kurulacak olan tesisler için geçerlidir. Teşvikler on seneye sınırlandırılmıştır. Türk hükümeti, yerli üretimi teşvik etmek amacıyla bir tür bonus-sistemi (yerli katkı ilavesi) kurmuştur. Belirli bileşenlerin veya hizmetlerin yurtiçinden tedarik edilmiş olması halinde, uygulanacak olan elektrik satış fiyatlarında belirgin artışlar meydana gelebilir (bakınız tablo 3). Hangi bileşen veya hizmetlerin bu kapsamda ele alındığı konuya ilişkin bir listede belirtilmiştir. Söz konusu yasa ilk etapta beş seneye sınırlandırılmıştır. Kanunun önceki tasarılarına kıyasla belirlenen elektrik satış bedellerinde belirgin düşüşler meydana gelmiştir.

Böylece biyokütleye dayalı üretim tesisinde üretilen elektriğe uygulanacak satış bedeli 13,3 US- Cent/kWh, yerli katkı ilaveli satış bedeli ise 18,9 US-Cent/kWh tutarında olup, bu fiyatlardan 10 yıl süreyle faydalanılabilir. Aşağıdaki karlılık hesabında ortalama değer kullanılmıştır:

$$(13,3 + 18,9) / 2 = 16,1 \text{ US-Cent/kWh} \approx 11,26 \text{ €-Cent/kWh}$$

Kanuna ilişkin uygulama yönetmelikleri çıktığında, tesiste kullanılan yerli unsurlar çerçevesinde nispi bir ücret hesaplamasına gidilip gidilemeyeceği veya yerli katkı ilavesinden faydalanabilmek için tesis parçalarının %100’ünün yerli olmasına gerek olup olmadığı kontrol edilmelidir.



Enerji kaynağı	Satış fiyatı (US-Cent/kWh)	Yerli katkı ilavesiyle birlikte
Su enerjisi	7,3	9,6
Rüzgar enerjisi	7,3	11,0
Jeotermal enerji	10,5	13,2
Biyokütle	13,3	18,9
Güneş enerjisi	13,3	Fotovoltaik 20,0 Isı enerjisi üretim amaçlı (22,5*)

Tablo 3: Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğe uygulanan satış fiyatı

5.2 Olası hammaddelerin tespiti ve değerlendirilmesi

5.2.1 Besi hayvanlarının hayvansal atıkları

Suluova Tarım İlçe Müdürlüğü Aralık 2010’da Suluova’da hayvan mevcuduna ilişkin istatistikî veriler yayınlamıştır. (bakınız tablo 4).

Buna göre toplamda 40.880 hayvan kapasiteli 883 işletmede, 24.556 sığır yetiştirilmektedir (tablo 4).

Aşağıdaki mahallelerde hayvan yoğunluğu özellikle yüksektir:

Yenidoğan	7.611 adet/reel
Magosa	3.121 adet/reel
Bireylül	2.921 adet/reel
Borsa	2.834 adet/reel

Ancak, hayvan mevcudunun piyasadaki şartlara (buzağı, yem, besi hayvanı fiyatları) göre belirgin değişiklikler gösterebileceği dikkate alınmalıdır. Sığır besicileri buzağı yetiştirmeyip, bunları kısmen Güney Amerika’dan ithal ettikleri ve yem satın almak zorunda oldukları için, hayvan mevcuduna ilişkin sağlıklı tahminlerde bulunmak mümkün değildir. Belirgin artış veya düşüşler yaşanabilir.

Tablo 4’de verilen bilgilere göre yakın çevrede yaklaşık olarak 24.556 besi sığırı bulunmaktadır.

	Mahalle	İşletme Sayısı	Hayvan kapasitesi	Hayvan mevcudu
1	Ata Mahallesi	18	375	251
2	Beyazıt Mahallesi	41	862	527
3	Bireylül Mahallesi	125	5.305	2.921
4	Borsa Mahallesi	89	4.435	2.834
5	Cevizdibi Mahallesi	63	1.001	603
6	Eskiçeltek Mahallesi	25	672	386
7	Eymir Mahallesi	29	2.770	1.217
8	Girne Mahallesi	25	557	350
9	Hacıbayram Mahallesi	22	1.650	792
10	Hacıhayta Mahallesi	57	3.105	1.837
11	Hürriyet Mahallesi	43	1.405	861
12	Maarif Mahallesi	19	364	176
13	Magosa Mahallesi	81	5.307	3.121
14	Orta Mahalle	11	119	60
15	Pazar Mahallesi	10	417	253
16	Eker Mahallesi	25	487	280
17	Yenidoğan Mahallesi	153	11.245	7.611
18	Yenimahalle	47	804	476
	Toplam	883	40.880	24.556

Tablo 4: Suluova merkezdeki besi sığırlarının dağılımı/Tarım İl Müdürlüğü 2010 /

Bunun dışında Suluova'nın güneyinde yaklaşık olarak 1.000 baş kapasiteli bir süt sığırcılığı çiftliği bulunmakta olup, bu çiftlik kendi biyogaz tesisini kurmayı amaçlamaktadır.

5.2.2 Tavuk çiftliklerinin hayvansal atıkları

Suluova'nın güneyinde KOZLU şirketinin tavuk çiftliği bulunmaktadır. Çiftliğin kapasitesi bir milyon tavuk olup, günlük yumurta üretimi 900.000 adettir. KOZLU şirketinin verdiği bilgilere göre, KM oranı %30 civarında olan yaklaşık olarak 70–80 ton/gün tavuk dışkısı oluşmaktadır. Tavuk dışkısı hâlihazırda çiftçilere 1 €/t birim fiyatından satılmaktadır.

KOZLU şirketi, İstanbullu SIGMA şirketi ile tavuk dışkısı alımına ilişkin 49 yıllık bir sözleşme imzalamış bulunmaktadır. SIGMA şirketi ilk üç yıl boyunca tavuk dışkısını ücretsiz alacaktır. Üç yılın sonunda yeniden pazarlık yapılacak olup, KOZLU şirketine tavuk dışkısı karşılığında hangi fiyatın verileceği elektrik enerjisi ve gübre satışından elde edilen karlara bağlı olacaktır.

Sözleşme, 6 aylık bir ihbar süresi dikkate alınarak feshedilebilir.

Amasya Valiliğinin çevre işlerinden sorumlu Daire Başkanının verdiği bilgilere göre aşağıdaki şirketler bölgede iki tavuk çiftliği açmak için ruhsat başvurusunda bulunmuştur:

- Yılmazcan Tavukçuluk (yaklaşık olarak 1,0 milyon tavuk)
Yılmazcan Hayvancılık, Gıda, Yem, , Mobilya, Otomotiv San. Ticaret Limited Şirketi,, Bahçecik Köyü - MERZİFON / Türkiye
- Naturel Gıda (yaklaşık olarak 0,8 milyon tavuk):
Naturel Gıda ve İhtiyaç Maddeleri Sanayi ve Pazarlama, Sallar Köyü – Gümühacıköy / AMASYA / Türkiye



5.2.3 Mezbahaların hayvansal atıkları

Suluova'da bulunan üç adet mezbahanın günlük ortalama kasaplık sığır kesim kapasiteleri şu şekildedir:

- 300 baş/gün PANET
- 200 baş/gün özel mezbaha
- 100 baş /gün belediye mezbahası
- Toplam 600 baş

Günlük kesim adeti piyasa şartlarına göre belirgin değişiklikler gösterebilmektedir.

Kan, kemik ve iç organlardan oluşan atıklar ortaya çıkmakla birlikte, bu atıklar satılabildiğinden biyogaz tesisinde hammadde olarak kullanılamayacaktır.

Kesilen hayvanların bağırsak içeriği değerlendirilmediği için, bu içerik ve işletmenin arıtma tesisinde oluşan atık çamur biyogaz tesisinde kullanılabilir.

PANET'in verdiği bilgilere göre, bu mezbahada yaklaşık olarak 1500 – 1800 ton/yıl bağırsak içeriği oluşmaktadır. Mezbahaların günlük 600 adetlik toplam kapasitesi esas alındığında yılda 3.300 ton toplam bağırsak içeriği söz konusu olmaktadır..

PANET ve belediyenin mezbahalarında mekanik-biyolojik arıtma tesisleri mevcuttur. Yıllık atık su çamuru miktarının, kurutulmuş halde (KM oranı yaklaşık olarak %70) yaklaşık olarak 220 ton/yıl olduğu tahmin edilmektedir.

5.2.4 Tarımsal atıklar



Bölgede muhtelif tarımsal ürünler üretilmekte olup, bunlar kısmen de olsa organik atık olarak çevreye dökülmektedir: Buğday, mısır, yulaf, arpa, soya, şeker pancarı, ayçiçeği, karnabakar, soğan, ceviz, badem vs.

Özellikle de soğan tarımında bol miktarda atık oluşmakta olup, bu atıklar yol kenarlarına ve akarsulara dökülmektedir (Foto).

Yıllık tarımsal atık miktarına ilişkin olarak henüz tahminde bulunulamamaktadır.

5.2.5 Maya üretiminde oluşan atıklar

Amasya'da kuru ve yaş maya, ekmek katkı maddeleri ve türevleri üretilen büyük bir fabrika bulunmaktadır (ÖZMAYA SANAYİ A.Ş.).

Üretimde organik atıklar oluşmaktadır.

Şirket, fabrikanın arıtma tesisinde oluşan atık çamurun bir biyogaz tesisine aktarılmasına ilgi duymaktadır.

5.3 Hammadde Tedarikinin Planlanması

Hammadde tedarikine ilişkin olarak henüz sağlıklı hesaplamalar yapılamadığı için biyogaz tesisinin iki aşamalı geliştirilmesi tavsiye edilmektedir. Buna göre biyogaz tesisi birinci geliştirme/yayma aşamasında, mevcut toplam tavuk dışkısı ve sıvı sığır gübresinin büyük bölümüne göre yapılandırılacaktır.

Şekil 4'den de görülebileceği üzere, besi sığırı çiftlikleri şeker fabrikası ile Tersakan Çayı arasında kalan nispeten büyük bir alan üzerine dağılmış bulunmaktalar.

Birçok küçük işletme şeker fabrikasının batısına birikmiş durumdadır. Büyük ve yeni çiftlikler ise Tersakan Çayı'nın yakınında inşa edilmiş bulunmaktadır.

Güneyde, SOID (Suluova Hayvancılık Organize Sanayi Bölgesi'nin) altyapısı hazırlanmış bulunmaktadır. Burada çeşitli işletmelerde yaklaşık olarak 10.000 besi sığırının beslenmesi öngörülmektedir.

SOID'deki çiftlik yapımına yönelik olarak sağlanacak teşvikler hususunda henüz cevaplanamayan sorular bulunduğu ve doğrudan komşu olan işletmelerin birbirine hayvan hastalığı bulaştırmasına ilişkin ciddi bir risk mevcut olduğu için, uzmanlar SOID'e hızla yerleşilmesine kesin gözle bakmamaktadır.

Tersakan Çayı kıyısındaki büyük işletmeler SOID'e taşınmaya ilgi duymadığı tahmin edilmektedir. Zira orada, Tersakan Çayı kıyısındaki mevcut büyük arazilerdeki kadar genişleme imkânına sahip olamayacaklardır.

1. geliştirme/yayma aşamasındaki bir biyogaz tesisi, sadece SOID'de oluşacak olan sıvı sığır gübresine bağlı kalamayacak olup, mevcut besi çiftliklerinde oluşan sıvı sığır gübresinin büyük bölümünü de kullanmalıdır.

Bunu gerçekleştirebilmek için mevcut besi çiftliklerinde kısmi yapısal değişikliklere gidilmeli ve dışkı ile idrarın içme suyuyla temizlenmesinden vazgeçilmelidir.

Bunun için her besiciye yönelik ciddi boyutlarda araştırmalar ve ayrıntılı bir ikna çalışması yapılması gerektiğinden, uzun süreli de bir tadilat sürecine ihtiyaç duyulacağından toplam sıvı sığır gübresi ancak birkaç sene içerisinde kullanıma hazır olacaktır. Bundan dolayı ilk etapta toplamda SOID'de ve diğer mevcut çiftliklerde bulunan 20.000 sığırın sıvı gübresi hesap edilmektedir. Tavuk dışkısı ile sıvı sığır gübresinin birlikte fermente edilmesinin avantajı, tavuk dışkısının (KM oranı %30) sıvı sığır gübresi (KM oranı %11) ile inceltmesi sonucunda, pahalı kuru fermentasyon yerine daha ucuz yaş fermentasyonun mümkün olmasıdır.

Tavuk dışkısı, sıvı sığır gübresine kıyasla çok yüksek bir gaz verimine sahip olup, biyogaz tesisinin çok ekonomik olmasına yol açmaktadır.

Hammaddelerin referans verileri

Sığır ve tavuk gübresi miktarı ve besin maddesine ilişkin veriler, Almanya kaynaklı deneysel değerler esas alınarak tablo 5'te verilmiştir.

Hayvan türü	Yerler	Yetiştirme türü	N1 [kg/Yıl]	P ₂ O ₅ [kg/Yıl]	K ₂ O [kg/Yıl]	Öngörülen KM oranı [%]	Öngörülen sıvı gübre miktarı [t, m ³]	KM üretimi [%]
Boğa besisi 45-700 kg canlı ağırlık	1 20.000	Sıvı gübre	40,0 800.000	15,4 308.000	36,5 730.000	11	7,3 146.000	0,8 16.060
Yumurta tavuğu yetiştiriciliği 17,6 kg Yumurta ölçüleri; Standart yem	1 1.000.000	Tavuk gübresi	0,786 786.000	0,477 477.000	0,360 360.000	30	0,025 25.000	0,0075 7.500
Toplam			1,586,000	785,000	1,090,000		171,000	23,560
Suluova ilçesi			gübreleme normu (kg/ha) N: 30% uygulamada (gübre) kayıpları.					
Tarım arazisi [ha]	26,212		42	30	42			
min. tarım arazisi [ha]	11,214		99	70	97			

1) Uygulama kayıpları hariç, ahır ve depolama kayıpları dahil net besin maddesi üretimi

Tablo 5: Sıvı sığır gübresi ve taze tavuk gübresi miktarı ve besin maddesine ilişkin veriler, Almanya kaynaklı deneysel değerler temel alınmıştır / LK NRW 2010



Planlanan biyogaz tesisi 1. geliştirme/yayma aşamasında, 20.000 besi sığırından yaklaşık olarak 146.000 ton/yıl sıvı gübre girdisi gerektirmektedir. (Bu rakamın kontrol edilmesi gerekir)

Yumurta tavuklarının 25.000 ton/yıllık kuru dışkısı, biyogaz tesisinin toplam kuru maddesinin neredeyse yarısını karşılamaktadır. Fermantasyon artığı materyal ve fermantasyon artığındaki orantısız azot ve fosfor miktarları buradan kaynaklanmaktadır.

Kullanılan hammaddeler	Yıllık miktar [t; m³]	Günlük miktar [t; m³]	Özel hammadde masrafları [€/t; m³]	Toplam hammadde masrafları [€]	Kuru madde (KM) oranı [%]	Kuru madde [t]	Organik KM oranı [%]	Brüt organik KM kütlesi [t]
Boğa sıvı gübresi	146,000	400.0	2.00	292,000	11.00	16,060	80.0	12,848
Tavuk dışkısı, taze	25,000	68.5	3.00	75,000	30.00	7,500	75.0	5,625
Toplam	171,000	468		367,000	13.78	23,560		18,473
	[m³/Gün]			[€/m³]	TS [%] n. Fermantasyon	[m³/Gün]		[m³/Gün]
Birim başına	468			2.15	8.64	64.5		50.6

Tablo 6: Biyogaz tesisinde kullanılacak sıvı gübreyle ilişkin referans veriler ve girdinin hesaplanması (Kuzey Ren Vestfalya Tarım Odasının biyogaz hesaplamasına ilişkin programı)

Kullanılan hammaddeler	Yıllık miktar [t; m³]	Özgül gaz üretimi [NI/kg oTs]	Gaz hacmi [m³]	Metan oranı [%]	Biyogaz-dan elde edilen enerji [kWh]	Fermantasyon sonrası hacim [m³]	Fermantasyon sonrası materyalin değerlendirme masrafları	
							[€/m³]	[€]
Boğa sıvı gübresi	146,000	380	4,882,240	55.0	29,785,130	139,897	2.00	279,794
Tavuk dışkısı, taze	25,000	500	2,812,500	58.0	18,094,151	21,484	2.00	42,969
Toplam	171,000		7,694,740		47,879,282	161,382		322,763
	[m³/Gün]		[m³/h]		[kW/h]	[m³/Gün]		
Birim başına	468		878		5,466	442		

Tablo 7: Biyogaz tesisinde kullanılacak sıvı gübreyle ilişkin referans veriler ile gaz hacminin ve fermantasyon artıklarının hesaplanması (Kuzey Ren Vestfalya Tarım Odasının biyogaz hesaplamasına ilişkin programı)

> Sıvı sığır gübresi

Kuzey Ren Vestfalya Tarım Odasının hesaplama programına göre, besi sığırı sıvı gübresinden elde edilebilecek biyogaz miktarı olan 4.882.240 m³, toplam enerji değerimi elektrik+ısı, kontrol edilme-li))29.785.130 kWh/a değerinde bir enerjiye denk gelmektedir. Fermantasyon artığı nakli ve dağıtılması masrafları içerisindeki en büyük pay, nispeten düşük bir KM oranına sahip olan sıvı sığır gübresine düşmektedir.

> Taze tavuk dışkısı

KOZLU tavuk çiftliğinin verdiği bilgilere göre, KM oranı %30 olan günlük yaklaşık olarak 70 ton ve yıllık yaklaşık 25.000 to tavuk dışkısı oluşmaktadır. Bu veriler Alman standart değerlerle de hemen hemen aynıdır.

Bütün hammaddelerin toplam miktarı 171.000 m³/yıl, ortalama KM oranı %13,8'dir. Fermantasyon sonrasında geriye 16.382 m³ kalmakta olup, ortalama KM oranı %8,6'dır.

Her iki sıvı gübreden elde edilebilecek enerji miktarı 47.879.282 kWh/yıl olup, bu değer 5465 kW/saat'e denk gelmektedir. %41'lik bir elektriksel verim esas alındığında, bununla 2.241 kW elektrik gücünde bir kombine ısı ve elektrik santrali işletilebilir.

Bundan dolayı iki aşamalı bir geliştirme/yayma önerilmektedir:

I. Geliştirme/yayma aşamasındaki Suluova biyogaz tesisine yönelik hammaddeler

- Sığır besiciliğinden elde edilen sıvı sığır gübresi (20.000 sığırdan yaklaşık olarak 146.000 ton/yıl)
- Suluova'daki tavuk çiftliğinden elde edilen tavuk dışkısı (1 milyon tavuktan yaklaşık olarak 25.000 ton/yıl)

II. Geliştirme/yayma aşamasına yönelik başka hammaddeler

- Diğer besi sığırı çiftliklerden elde edilen sıvı sığır gübresi: 20.000 sığırdan yaklaşık olarak 146.000 ton/yıl
- Suluova'daki tavuk çiftliği ile Amasya ve Merzifon'da yapımı planlanan tavuk çiftliklerinden elde edilen ilave dışkı: 1,8 milyon tavuktan yaklaşık olarak 66.000 ton/yıl)
- Belediyenin, henüz inşa edilecek olan biyolojik arıtma tesisinden elde edilecek olan atık su çamuru
- Mezbaha atıkları (Bağırsak içeriği ve atık su çamuru)
- Tarım ve meyvecilik atıkları (Soğan vs.)
- Kantin atıkları
- Gıda işleme sanayi atıkları

5.4 Tesisin şekli ve büyüklüğü

Planlanan tesisin şekli ve işleyişi şekil 11'de verilmiştir.

Biyogaz tesisinin bileşenleri

- Karıştırıcı ön depo (500 m³)
- Kum ayırma
- 2 pompa (besleme)
- Ortam pompası
- 5 üreteç (5 x 2.100 m³, iki hatlı)
- Fermente materyal katı sıvı faz ayrımı (basıncılı helezonlu ayırıcı)
- 4 BHKW (4 x 500 KW_{elektrik} ; 512 KW_{termik})
- Hammaddelerin ön ısıtılması için, fermantasyon artıklarından ısı geri kazanımı (fermantasyon artıklarının kurutulmasında opsiyon)
- Fermantasyon sıvısı için sıvı sızdırmaz depolar (8 ay depolama süresi için 108.000 m³ depolama hacmi)
- Nakillerin sürekli yapılabilmesi ve sıvı gübre uygulama döneminde yüksek verim alınabilmesi için tarım bölgesinde kişiye özel depoların oluşturulması öngörülmektedir.
- Katı fermantasyon artığı için taşıma plakası (fermantasyon artıklarının kurutulmasında opsiyon)

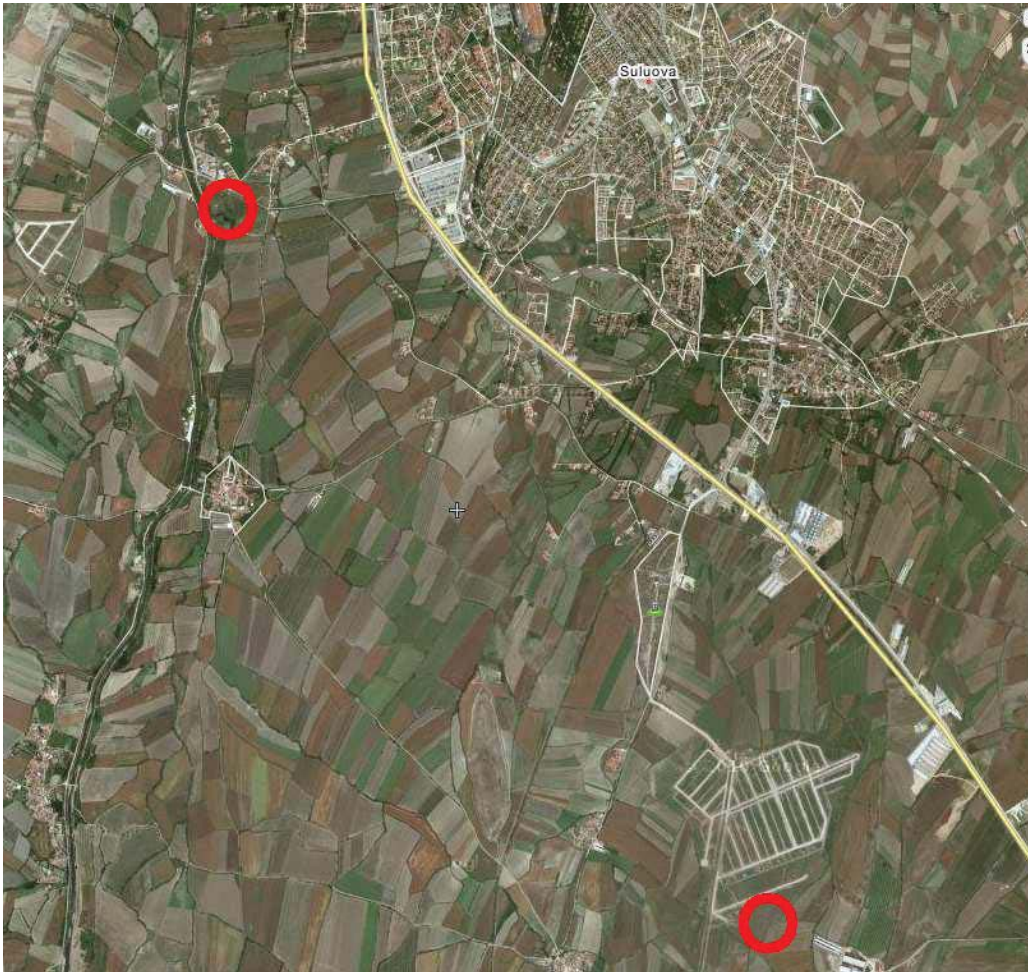


Planlanan biyogaz tesisine ilişkin değerler

1.000.000 tavuğun dışkısı (ton/yıl)	25.000
20.000 besi sığırının sıvı gübresi (m ³ /yıl)	146000
Yıllık biyogaz miktarı (milyon m ³ /yıl)	7,69
BHKW büyüklüğü (KW _{elektrik})	2.000
Elektriksel verim (%)	41
Isısal verim (%)	42
Elektrik üretimi/satışı (% 89 net) (milyon KWh/yıl)	15,6
Tesisin ihtiyacı için satın alınan elektrik (milyon KWh/yıl)	0,76
Isı üretimi (milyon KWh/yıl)	16,1

Biyogaz tesisinin olası inşa yerleri

Yapımı planlanan biyogaz tesisinin olası inşa yerleri, belediyenin yapımı planlanan arıtma tesisinin yakınındaki bir arazi ile SOİD'in güneyindeki bir arsadır.



Şekil 12: Suluova biyogaz tesisinin olası inşa yerleri / Wikimapia /

5.5 Kombine ısı ve enerji santralinin (BHKW, Kojenerasyon) artık ısının kullanılması

Yapımı planlanan biyogaz tesisinin olası inşa yerleri, Suluova'daki bitişik nizam yapılanmanın sınırından 1–3 km uzakta olması nedeniyle, tesisin 1. geliştirme/yayma aşamasında konut ve okul gibi binaların ısıtılmasının henüz ekonomik boyutlarda olmayacağı düşünülmektedir.

Yüksek ısı ihtiyacı olan ticaret ve sanayi bölgeleri de tesisin olası inşa yerlerinin yakınında bulunmamaktadır.

Bölgede yapılan incelemeler esnasında çiftçiler, sera işletme isteklerini dile getirdiklerinden dolayı, kombine ısı ve enerji santralinin artık ısısı sonbahar, kış ve ilkbahar aylarında seraların ısıtılması için kullanılabilir. Bu mevsimlerde Suluova'da nispeten düşük sıcaklıklar yaşanmakta olup, kışın sert don periyotları yaşanabilmektedir.

Kombine ısı ve enerji santralinde oluşan yanma gazı, Türk mevzuatının izin verdiği ölçüde seraların CO₂ ihtiyacının giderilmesinde de kullanılarak, bitkilerin büyümesini hızlandırabilir.

Kombine ısı ve enerji santralinin artık ısının kullanılmasına yönelik başka bir imkan ise, katı fermantasyon artığının (ayırma sonrası) bantlı kurutucuda kurutulması ve ardından, meyvecilik ve bahçecilik alanında büyük talep gören yüksek kaliteli organik gübre peletlerin üretilmesidir.

Biyogaz tesisinin 2. geliştirme/yayma aşamasında ilave olarak çok yüksek ısı miktarları olduğundan dolayı, yakın çevre uzaktan ısıtma şebekesinin döşenmesi ve Suluova merkezindeki konut ve ticari işletmelerin ısıtılması ekonomik boyutlara gelebilir.

Tarım sektörünün büyümeye devam etmesi, gelecekte gıda işletmelerinin de bölgeye yerleşmesine yol açacaktır. Bu işletmelerde de bütün yıl boyunca gıda işleme süreçleri (kaynatma, konserve etme, vs.) için büyük miktarda ısı kullanılabilir.

5.6 Fermantasyon artıklarının değerlendirilmesi

Tablo 8'de bölgede bulunan yetiştirilen ürünlerin besin maddesi ihtiyaçları verilmiştir. Hayvancılık alanlardan bağımsız olarak şehir kenarında yapıldığı için, çoğu tarım arazisine şimdiye kadar sıvı gübre uygulanmamıştır.

	ha	Verim [dt/ha]	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Kış buğdayı	17,929	80.00	2,596,119	755,456	860,592
Kış arpa	1,400	70.00	177,380	51,617	58,800
Şeker pancarı	1,667	600.00	180,036	91,618	252,050
Soğan	2,500	600.00	270,000	120,225	360,000
Toplam	23,496		3,223,535	1,018,916	1,531,442

Tablo 8: Tarım arazileri ve besin maddesi ihtiyacı / KTBL 2009/

Fermantasyon artıklarının işlenmesi

Fermantasyon işleminde organik kuru madde belirli bir dereceye kadar parçalanmaktadır. Su, anorganik kuru madde ve besin maddeleri tesisten geçirilerek, mikroorganizmalarla birlikte fermantasyon sonrasındaki fermantasyon artığını oluşturmaktadır.

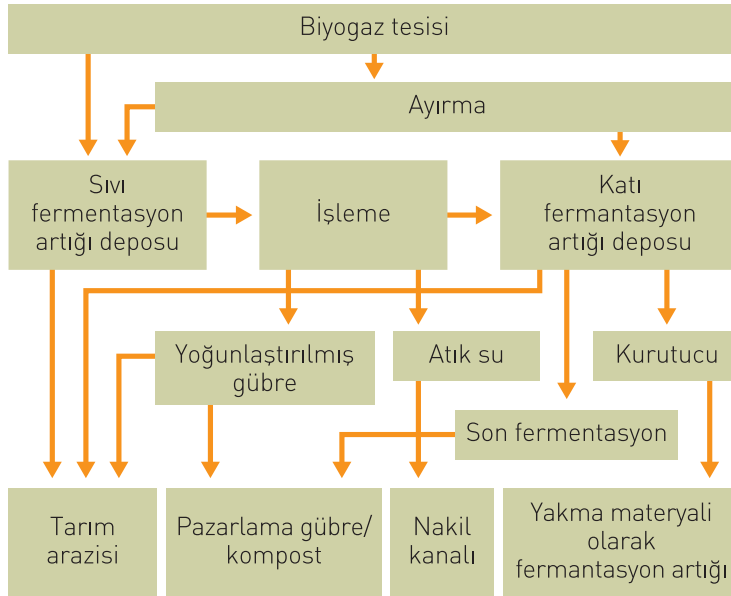


Almanya'daki tarımsal biyogaz tesislerinde elde edilen tecrübeler, bitkilerin ihtiyaçları doğrultusunda zamanında uygulama yapmanın çoğu zaman mümkün olmadığını göstermektedir:

- Hava şartları (erken uygulama azot kaybına yol açar, yüksek sıcaklık yanmaya yol açar, vs.) ve
- Tarlaların sürülebilirliği (hava şartları, bitki yüksekliği, vs.).

Bitkilerin ihtiyaçlarına göre gübreleme yapabilmek için, fermentasyon artıklarının hareketli hortumlu sıvı gübre dağıtıcısı gibi modern uygulama teknikleri kullanılarak yapılması önerilir. Bunun sonucunda azot kaybı azaltılır, bitkilere zarar verilmez ve istenilen yerler gübrelenir.

Fermentasyon artıklarının işlenmesi esnasında genel olarak, sıvı gübredeki katı maddeler ayrıştırılmaktadır. Bu süreçte gübreye yoğunluk kazandırılmaktadır. Ayırma dereceleri ve maliyet uygulanan yöntemle bağlıdır. Şekil 13'te, çeşitli işleme imkânları gösterilmektedir.



Şekil 13: Fermentasyon artıklarının işlenmesi yöntemleri / C.A.R.M.E.N. 2008 /

Fermentasyon artıklarının komple işlenmesi, yani doğrudan tarım arazilerine dağıtılmasının önlenmesiyle, hijyenik çekincelere ilişkin riskler asgari seviyeye indirilebilir. Atık su, arıtılma derecesine göre kentsel arıtma tesisine veya doğrudan akarsuya aktarılabilir. Artan konsantre madde işletme suyu olarak tekrar tesise dahil edilebilir.

Fermentasyon artıklarının işlenmesi sürecinde aşağıdaki yöntemler birlikte veya ayrı ayrı uygulanabilir:

- **Ayırma**
- **Yüzdürme**
- **Süzme/membranlı süzme**
- **Ters osmoz**
- **Buharlaştırma**
- **Sıyırma ve**
- **Çökeltme**

Fermentasyon artıklarının işlenmesi genelde yüksek masraflı bir işlem olup, artıkların doğrudan tarım arazilerine dağıtılmasının mümkün olmadığı veya sadece yüksek nakliye masraflarıyla mümkün olduğu zamanlarda uygulanabilecektir.

Benzer projelerden elde edilen tecrübelerden hareketle, Suluova biyogaz tesisi için sadece ayırma işlemi ve fermentasyon materyalinin depolanmasını takiben tarım arazilerine doğrudan dağıtılması süreçleri incelenmektedir. Zira fermentasyon artıklarının işlenmesi ile sıvı fazın süzme ve ters osmoz gibi işlemlerle temizlenmesi ilave bir enerji tüketimine, daha yüksek yatırım masrafına ve cari maliyete yol açmaktadır.

Fermentasyon artığının ayrıştırılması

Fermentasyon artığının sıvı faza ve katı gübreye ayrıştırılması aşağıdaki avantajları sunmaktadır:

- **Ayırma işlemi uygulanmaması halinde fermentasyon materyali, depolarının karıştırılması gerektiği için daha yüksek işletme masraflarına yol açar.**
- **Fermentasyon materyali depo alanından tasarruf edilmektedir.**
- **Sıvı faz, Azot-Fosfor-Potasyum gübresi olarak, tesisin yakınındaki ürünlerin büyüme gübrelenmesi için çok uygundur.**
- **Katı fazda ton başına ham mahsulde çok daha yüksek besin maddesi içeriği bulunmaktadır. Bundan dolayı katı fazın nakliyesi daha uygun şartlarda mümkün olup, katı gübredeki fosfor yoğunluğunu hazmedebilecek nitelikte olmaları şartıyla daha uzak tarım arazilerinde (örneğin meyvecilik ve bahçecilik alanlarında) kullanılabilir.**

	Miktar [m ³]	TS [%]	TM [%]	N [kg]	P ₂ O ₅ [kg]	K ₂ O [kg]
Biyogaz sıvı gübre girdisi	161,382	8.64	13,942	1586000	785000	1090000
Ayırma oranı [%]			60%	30%	45%	40%
Sıvı faz	135,241	4.12	5,577	1,110,200	431,750	654,000
Katı faz	26,140	32.00	8,365	475,800	353,250	436,000
Besin maddesi yoğunluğu				kg/m³	kg/m³	kg/m³
Sıvı faz				8.21	3.19	4.84
Katı faz				18.20	13.51	16.68
İhtiyaç duyulan asgari tarım alanı				[kg/ha]	[kg/ha]	[kg/ha]
Tarım alanı [ha]	26,212			42	16	25
Asgari tarım alanı [ha]	11,102			100	39	59

Tablo 9: Basınçlı helezonlu ayırıcıdaki ayırma işleminin katı ve sıvı fazın besin maddesi içerikleri üzerindeki etkisi (şahsi hesaplamalar)

Katı gübrenin kurutulduktan veya kompostlandıktan sonra, kompost yerine ve besin maddesi içeriği bakımından zengin humus gübresi olarak doğrudan pazarlanması da mümkündür.

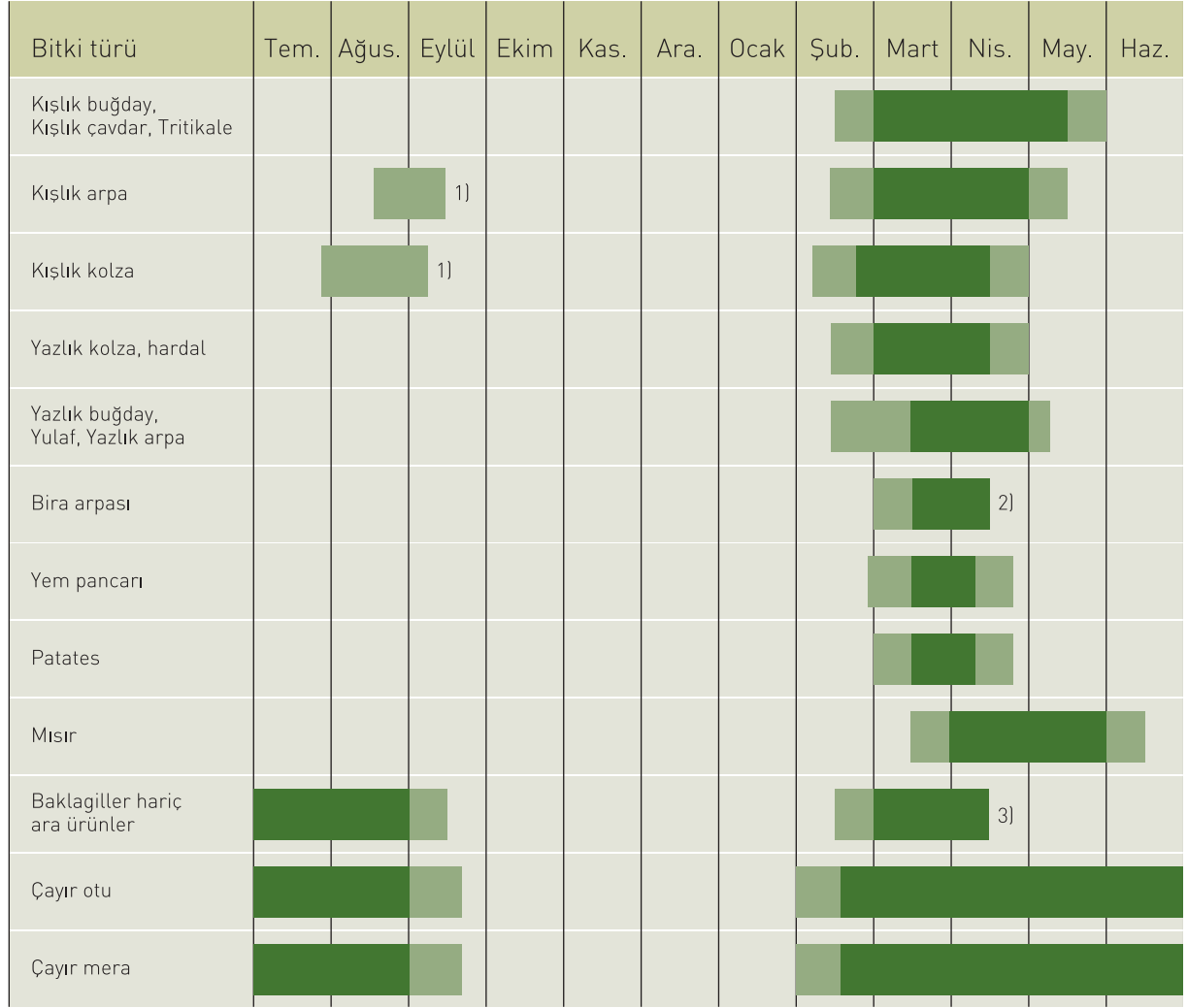
Ancak, bu durumda artık sınırlayıcı besin maddesinin azot olduğu ve 100 kg N/ha'lık bir uygulama normunda, fermentasyon artığının doğrudan serpilmesine kıyasla gübrelenmesi gereken alanın sadece biraz daha küçük olduğu dikkate alınmalıdır.

Depolama kapasitesi

Almanya'daki yeni inşa edilen tesislerde, gübre şerbeti ve sıvı gübrenin depolanması için, en az 6 aylık bir depolama kapasitesinin öngörülmesi gerekmektedir. Konuya ilişkin olarak Türkiye'de hâlihazırda düzenlemeler hazırlanmaktadır.



Gübrein ekonomik bakımdan iyi bir şekilde değerlendirilmesi ile toprak ve suyun korunması amacıyla, uygulama bitkilerin besin maddesi ihtiyacına göre gerçekleştirilmelidir. Bu şekilde gübre en verimli şekilde değerlendirilmiş olur.



Notlar

İyi yararlanma mümkün

İyi yararlanma şartlara bağlı

1) İvedi işlem

2) Hesaplanabilir azami azot 40 kg

3) Yemlik ara ürünler

Tablo 10: Su kaynaklarının korunmasına özen gösterilen tarımda, organik gübreyle ilişkin uygulama tarihleri / DWA-M 907 2010 sayılı kitapçık /

Tarımsal bitkilerin azot ihtiyacının en yüksek olduğu dönem ilkbahar aylarında olduğundan dolayı, önerilen uygulama tarihleri ve miktarları da o aylarda yoğunlaşmalıdır / DWA-M 907 2010 sayılı kitapçık /. Tablo 10'da, Almanya'daki çeşitli meyve ürünleri için tavsiye edilen uygulama tarihleri gösterilmektedir.

Fermantasyon artıklarına yönelik depolama kapasitesinin hesaplanmasında gerekli sıvı gübre depolama süresi, "Kuzey Ren Vestfalya'daki tarımsal yapı projelerine ilişkin besin maddesi değerlendirme kılavuzuna" uygun olarak Tablo 11'e göre belirlenmektedir.

Depolama kapasitesi	Tarımsal alan kullanımı
6 Ay	Sürekli mera oranı > 66 %
7 Ay	Sürekli mera oranı > 33 % bis < 66 % ve Pay Mısır, Havuç, Patates, Gemüse an der LN < 50 %
8 Ay	Pay Mısır, Havuç, Patates, Sebze an der LN < 75 %
9 Ay	Pay Mısır, Havuç, Patates, Sebze an der LN > 75 %

Tablo 11: Sıvı haldeki çiftlik gübresine yönelik gerekli depolama kapasitesi (Kuzey Ren Vestfalya Çevre, Doğayı Koruma, Tarım ve Tüketiciyi Koruma Bakanlığı) / 2006 tarih ve DWA-M 907 2010 sayılı kitapçık/



/ stallprofi.at /



yönelik yaklaşık olarak (fermantasyon artığı ayırması ile) 90.000 m³'lük (8 ay) ve (fermantasyon artığı ayırma olmadan) 108.000 m³'lük yüksek bir depolama kapasitesine ihtiyaç duyulmaktadır.



/ GEA Westfalia und Dr. Block /

10 ve 11 numaralı tablolarda belirtilen ölçütlere göre Suluova için yaklaşık olarak 8 aylık bir depolama kapasitesi tavsiye edilebilir. İklim farklılıklarından dolayı Türkiye'ye yönelik bütün tablo ve tahminler bölge uzmanları tarafından uyarlanmalıdır.

Besin maddelerini en uygun uygulama zamanında (vejetatif gelişmeye bağlı olarak) kullanabilmek için sıvı faza

Sıvı haldeki fermentasyon artıklarının silindirik metal veya beton fermentasyon artığı depolarında depolanması halinde çok yüksek yatırım masrafları oluşur. Bundan dolayı fermentasyon artıklarının tesisin 1. geliştirme/yayma aşamasında, üzeri folyo ile kaplanan ve homojenleştirmeye yönelik karıştırıcı tertibatı bulunan uygun fiyatlı sıvı gübre lagünlerinde (fotoğrafa bakınız) depolanması tavsiye edilmektedir.

Ayırma işleminin avantajı, azot zengini faz ile fosfor zengini katı gübrenin (fotoğrafa bakınız) farklı uygulama amaçlarına yönelik olarak ve farklı uygulama tarihlerinde en uygun biçimde pazarlanabilecek olmasıdır.

Fermentasyon artıklarının büyük ölçüde işlenmesi ve kullanılmasına yönelik opsiyonel bir yaklaşımın özeti aşağıda sunulmuştur:

- **Fermentasyon artıklarının basınçlı helezonlu ayırıcı ile katı ve sıvı gübre olarak ayrılması**
- **Azot zengini sıvı gübrenin sıvı geçirmez lagünlerde depolanması (depolama kapasitesi takriben 8 ay, 90.000 m³)**
- **Sıvı haldeki azot zengini gübrenin depodan alınarak, hassas uygulama yeteneğine sahip sıvı gübre tankerleri vasıtasıyla, şeker pancarı, mısır, tahıl ve soğan bitkilerinin azota ihtiyaç duyduğu dönemde, hareketli hortumlu sıvı gübre dağıtıcısıyla (pülverizatör) dağıtılması (fotoğrafa bakınız)**



- **Fermantasyon artıklarının ayrıştırılması halinde, fosfor zengini katı gübrenin beton zemin üzerinde depolanması, kompostlanması, gübre serpme makinesi yardımıyla hasat sonrasında veya ilkbahar aylarında karla kaplı olmayan donmuş toprağa serpilmesi.**

Sıvı haldeki fermantasyon artığının son derece yüksek gübre değerine sahip olmasının sebepleri şunlardır:

- **Sıvı gübre, sıvı halde bulunan Azot-Fosfor-Potasyum Gübresi olup, kimyasal gübre fiyatlarında yaşanan yoğun artış sebebiyle değer kazanmıştır.**
- **Azot içerikli kimyasal gübreler, yüksek miktarda enerji harcanarak havadan azot sentezi yapılması dolayısıyla pahalıdır. Biyogaz sıvı gübresinin kimyasal gübreyle kıyasla olan ikame değeri yaklaşık olarak 11 – 14 €/m³'dür. Tarımsal hizmet sunan şirketlerin sıvı gübre uygulama hizmeti için aldıkları fiyat, yaklaşık olarak 2 – 4 €/m³'dür (Almanya).**
- **Ekinlerin ilkbahar aylarında hassas uygulama yeteneğine sahip tesisat ile gübrenilmesi veya mısır ekilmeden önce toprağa işlenerek ardından baş uygulama yapılması iyi birer uygulama örneğidir.**

Fermantasyon artıklarının dağıtılabilmesi için gerekli olan tarım arazisi

Alman Gübreleme Yönetmeliğine (§ 4 (3)) istinaden izin verilen azot beslemesinin 170 kg/ha N olduğu varsayılmaktadır. Projenin gerçekleştirilme aşamasında bu varsayım Türkiye'de ki şartlara uyarlanmalıdır.

Fermantasyon artığının besin maddesi içeriğinden en verimli şekilde faydalanabilmek için, tahılda 80 – 100 kg/ha N oranında organik azot uygulaması tavsiye edilmektedir.

Tablo 9'daki hesaplamalara göre, sıvı fazda 8,2 kg N/m³FM bulunması halinde toplamda 1.110.200 kg/a azot oluşmaktadır. Bu durumda, gübreleme normunun 100 kg N/ha olması halinde, sıvı fazın dağıtılması için en az 11.102 ha alan gerekir.

Suluova ilçesinde 26.212 ha tarım arazisi (Tablo 1) bulunduğundan dolayı, aşırı azot beslemesi söz konusu olamaz.

Tablo 9'a göre, sıvı gübre ayrıştırıldığında sıvı fazda 3,2 kg/m³ P₂O₅ hesaplanabilir. 167.660 m³/a'lık bir miktarda, yıllık fosfat miktarı 431.750 kg P₂O₅ olur.

Kuzey Ren Vestfalya'da orta dereceli bir arazi sınıfı için (13.06.2006 tarihli genelge, ek 2) buğdaydaki geçerli fosfat beslemesi 70 kg/ha P₂O₅ olarak hesaplanmaktadır.

Buna göre sıvı fazın dağıtılması için gerekli olan asgari alan şudur:

$$431.750 \text{ kg P}_2\text{O}_5 / 70 \text{ kg/ha} = 6.168 \text{ ha.}$$

Mevcut alan bunun için fazlasıyla yeterlidir. Ayırmada sınırlayıcı olan fosfor oranı değil, azot oranıdır.

Toplam azot miktarını kullanabilmek için, yukarıda da belirtildiği gibi 11.102 ha alan gereklidir. Bu alanda mevcuttur.

5.7 Ahırların şekillendirilmesi ve sıvı gübrenin sevkiyatı

5.7.1 Gübre temizleme sistemine ilişkin öneriler

Organik maddelerin fermente olabilmesi için, üreteçlerde geçirilmesi gereken asgari bir süre bulunmaktadır. Ahırlardaki gübrenin temizlenmesinde içme suyu kullanıldığında sıvı gübre hacmi arttığından dolayı, çok daha fazla üreteç hacmi gereklidir.

Fermentasyon işlemi esnasında üreteç sıcaklığı yaklaşık olarak 39 °C'dir. Bundan dolayı, ilave edilen 10-15 °C sıcaklığındaki su da ayrıca 39 °C'ye ısıtılmalı ve bütün fermentasyon işlemi süresince bu sıcaklık aralığında tutulmalıdır.

Bu sebeple, ahırların temizlenmesinde içme suyu, kaynak suyu veya kaba su kullanılmaması ve sadece sıgır dışkıları ile idrarının sıvı gübre olarak birlikte toplanması tavsiye edilir.



Şekil 14: Kanatlı ahır gübresi sıyırma sistemi
/ Hau 2011 /



Şekil 15: Kanatlı serbest ahır gübresi sıyırma sistemi
/ Hau 2011 /

Onlarca yıldır Almanya’da kullanılan ahır gübresi sıyırma sistemi, kapalı ahır (şekil 14) ve serbest ahırlara (şekil 15) yönelik uygun fiyatlı bir sistem olduğunu kanıtlamış olup, sıyırma sistemi, çekme kolu - hidrolik silindir tertibatı (şekil 16) vasıtasıyla hareket etmektedir.

Bu sistemde dışkı ve idrar, yeni yapılması gereken bir yeraltı sıvı gübre toplama deposuna nakledilmektedir (Şekil 18 ve şekil 19). Sıvı gübre toplama deposunun kapasitesi yaklaşık olarak 1 haftadır. Toplanan sıvı gübre vakumlu tanker araçlarıyla çekilerek, traktörler vasıtasıyla biyogaz tesisine götürülmektedir (Şekil 17).



Şekil 16: Sıcak daldırma galvaniz kaplamalı gövdede Çekme kolu – hidrolik silindir tertibatı / Hau 2011 /



Şekil 17: Sıvı gübrenin vakumlu tankerle çekilmesi / KTBL 2006 /

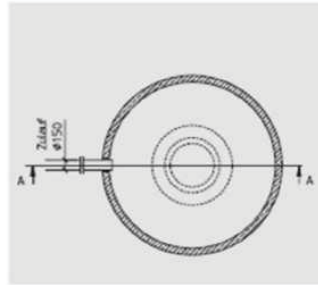
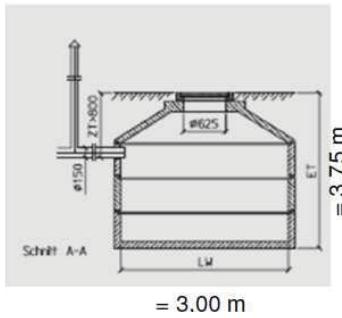


Şekil 18: Hazır betondan imal edilmiş monolitik toplama deposu / Mall 2011 /



Şekil 19: Plastikten imal edilmiş monolitik toplama deposu / Mall 2011 /

Depolama hacmi: 20 m³



Atık su toplama tesisi
Dairesel sıvı gübre toplama deposu

Kullanım kapasitesi ca m ³	İç çapı mm	İnşa derinliği ca. mm
10,50	2000	4400
15,20	2500	4150
20,00	3000	3750

Şekil 20: Dairesel sıvı gübre toplama deposu / Rhebau 2011 /

5.7.2 Mevcut ahırlar ve değişiklik imkânları

Aralık 2010 ve Ocak 2011'de iki besi çiftliği ve bir kombine sığır çiftliği (süt, buzağı ve besi) ziyaret edilerek fotoğraflar çekilmiştir.

40 sığırlı besi çiftliği

Çiftlikteki işler, ücret karşılığında yine çiftlikte yaşayan bir çift tarafından yürütülmektedir. Besi sığırlarına genelde mısır silajı yedirilmektedir.



Çiftlikteki 40 adet besi sığırı, ortasında çifte sidik gideri bulunan kapalı bağlı bir ahırda bulunmaktadır. Sığır dışkısı basınçlı su ile temizlenerek ahırın sonuna iletilmektedir.

Sığır dışkısı ve idrarı buradan, Tersakan çayına kadar uzanan bir beton kanal içerisinde akmaktadır.

Gübre temizleme sisteminde değişikliğe gidilmesi amacıyla, ahırın dışına yaklaşık olarak 10 m³ hacimli bir yeraltı sıvı gübre deposu inşa edilebilir. Vakumlu tanker aracı vasıtasıyla depodaki sıvı gübre boşaltılarak biyogaz tesisine nakledilebilir. Dışkı, basınçlı su püskürterek ahırın temizlenmesinden vazgeçilerek, manüel dışkı sıyrıcı (bakınız şekil 21) vasıtasıyla çifte oluk içerisinde ve buradan da ahırın sonuna kadar iletilir. Alternatif olarak dışkı ahır gübresi küreği vasıtasıyla el arabasına yüklenerek sıvı gübre deposuna nakledilebilir. İdrar, eğimli çifte oluk içerisinde doğrudan sıvı gübre deposuna akar.



Şekil 21: Manüel dışkı sıyrıcı
/ Mäder 2011 /



/ Heemskerk 2011 /



/ Schippers 2011/

Yaklaşık 400 sığır kapasiteli besi çiftliği (İDRİS YAVUZ)

Bu çiftlik Tersakan Çayı'nın batı yakasında bulunmaktadır. Çiftlik arazisinde silajlık mısır ve şeker pancarı posası için birkaç silo, besi ahırları ve konutlar bulunmaktadır. Çiftlik sahibi İDRİS YAVUZ yem de üretmektedir.

Büyük açık bir ahırın biraz yüksekte kalan kısmında bir yemlik ve hemen bitişiğinde üstü kapalı alanlar bulunmaktadır.



Hayvanlar gübrelere üzerinde dolaşmakta ve gübreyi katı hale getirmektedir. Bu katı gübre belirli zamanlarda kepçeyle toplanarak meyve bahçelerinin gübrelenmesinde kullanılmaktadır.

Çiftliğin gezildiği 2010 yılının Aralık ayının sonlarında, Paraguay'dan gelecek buzağılar beklendiği için birden fazla ahır boş durmaktaydı.

Kapalı ahırlarda bağlantı tertibatları bulunmakta olup, ahırların ortasında yaklaşık olarak 40 cm genişliğinde ve 20 cm derinliğinde, suyla yıkanan oluk mevcuttur. Sıvı gübre, ahırın sonunda bulunan gedikten, ahırın dışından çaprazlama geçen beton oluğa akmaktadır.



Sıvı gübre, çiftlik arazisinin bitişiğindeki yolun altından geçen borudan doğrudan Tersakan Çayı'nın kıyı kısmına ve oradan da akarsuya karışmaktadır.

Bay IDRIS YAVUZ, sulu temizleme yönteminden vazgeçmek zorunda kalmasına sebep olacak yükümlülükler getirileceğini düşünmektedir.

Ahır temizleme sistemini değiştirecek olan YAVUZ, yerini şimdiden ayırmış olduğu açık bir sıvı gübre toplama havuzunun yapımını planlamaktadır (sağ üstteki fotoğrafa bakınız).

YAVUZ, çiftlik sahiplerinin ahırlara şimdiye kadar çok yatırım yapmış olmasından ve SÖİD'e taşınması halinde bunlardan faydalanılamayacağından dolayı, SÖİD konusundaki gelişmelere eleştirel yaklaşmaktadır.

Çiftlik yakınlarında toprağı bulunan IDRIS YAVUZ, kombine ısı ve enerji santralinin artık ısını, işletmek istediğı seralarında kullanabilmesi için, biyogaz tesisinin Tersakan Çayı'nın çok uzağında kurulmamasını arzulamaktadır.

KODAMANLAR kombine sığır çiftliği (süt, buzağı ve besi)

Kombine sığır çiftliği, Suluova'nın batısında, Cürlü köyünün yakınlarında bulunmaktadır.

Yeminin büyük bölümünü kendi toprağında yetiştirmekte olan çiftlik sahibinin, süt inekleri, buzağıları, besi hayvanları, koyunları ve kümes hayvanları vardır.

Bay ESEM KODAMANLAR, bir gübre sıyırma sistemi geliştirmiş ve kendisi imal etmiştir.

Sığır ve buzağı ahırındaki gübre yaklaşık olarak 1,40 m genişliğindeki, zincirle çekilen bir sıyırma tertibatıyla temizlenmekte, açık besi ahırına ise yaklaşık olarak 2,50 m genişliğinde bir sıyırma tertibatıyla temizlenmektedir (fotoğraflara bakınız).



Sıvı gübre, sıyırma tertibatı vasıtasıyla açık bir sıvı gübre havuzuna nakledilmekte, orada depolanmakta ve pompayla yakındaki bir tarlaya nakledilmektedir.



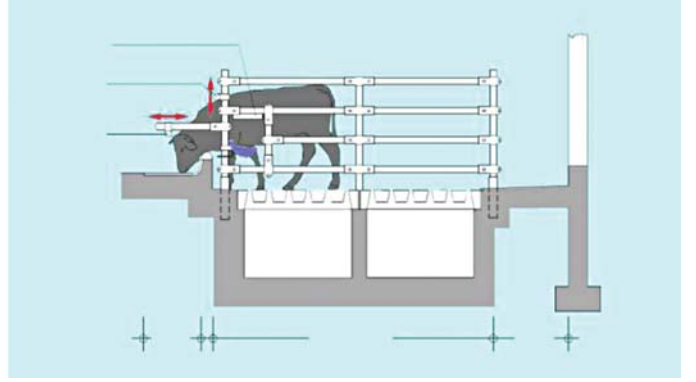
Beton çalışmaları da dâhil olmak üzere, bütün çalışmalar ESEM KODAMANLAR tarafından gerçekleştirilmiştir. ESEM KODAMANLAR'ın verdiği bilgiye göre, gübre sıyırma tertibatı çok iyi çalışmaktadır.

5.7.3 Suluova'da besi çiftliği inşasına ilişkin öneriler

Almanya'da sığır besiciliğine yönelik standart çözüm tam ızgara tabanlı ahır sistemidir. / KTBL /



Şekil 22: Tam ızgara tabanlı ahır
/ LfL Bayern 2006 /



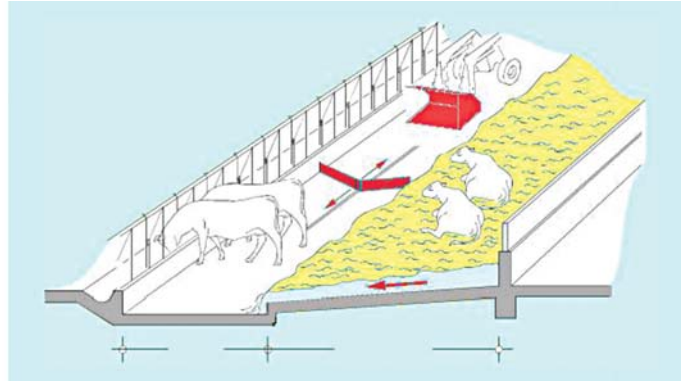
Şekil 23: Tam ızgara tabanlı ahır
/ LfL Bayern 2006 /

Bu sistemde yataklık ot kullanılmamaktadır. Besi sığırları ızgaralı bir taban üzerinde durur. Yatma ve yeme alanlarının altında gübre kanalları bulunur. Sıvı gübre burada depolanır.

Yataklık kullanılan serbest ahırlarda tırnak gübresi oluşur. Tırnak gübresi gübre sıyırma sistemleri veya traktör kepçesi ile temizlenebilir.



Şekil 24: Tırnak gübrelili serbest ahır
/ LfL Bayern 2006 /



Şekil 25: Tırnak gübrelili serbest ahır
/ LfL Bayern 2006 /



Bağlı duraklı ahırlar, daha yüksek iş maliyetinden dolayı Almanya'da fazla kullanılmamaktadır.

Tam ızgara tabanlı ahır tipinin yüksek yatırım maliyetleri ve nispeten gelişmiş yapı tekniği gerektirdiği için Suluova'da yaygınlaşması güçtür. Zira ithal buzağı ve yem pazarında değişken şartlardan dolayı, uzun vadeli yatırım güvenliği mevcut değildir.

Tabana yataklık kullanılan serbest ahırlarda oluşan otlu gübrenin imhası ve biyogaz tesisindeki fermentasyonu sıkıntılı olduğundan dolayı yaygınlaşması istenmez.

Suluova'daki düşük işçilik maliyetlerinden dolayı, ortasında gübre sıyırma tertibatı, kenarlarında ise yemlikler ve yem koridorları bulunan çift sıralı bağlı ahır tipi avantajlı bir çözüm olmaya devam edebilir.

KODAMANLAR işletmesi örneğinde görüldüğü gibi, Suluova'da geliştirilen ve bağımsız bir şekilde imal edilebilecek olan bu ahır ve gübre temizleme sistemi iyi bir şekilde çalışmaktadır

Yataklık ot kullanılmaması halinde, dışkı ve idrarın birlikte toplanarak biyogaz tesisine götürülmesi ve orada pahalı kuru fermentasyon yerine daha ucuz yaş fermentasyon yoluyla fermente edilmesi gerekir.

Sıvı gübrenin nakliye ve uygulama işlemlerinde tanker araçlarının kullanılmasının ekonomik ve esnek bir yöntem olduğu, Almanya'da bugüne kadar sürdürülen uygulamada kanıtlanmıştır. Sıvı gübre tekniğinin Türkiye'de de çok yaygınlaşacağı beklenmektedir. Arazi ve işletmelerin küçük olması ve yetersiz makine donanımı, Avrupa'da test edilmiş bulunan sıvı gübre tekniğinin yaygınlaşmasını şimdiye kadar engellemiştir. Hükümetin arazi toplulaştırma süreci başlatmış olması ve sıvı gübrenin nakliyesi ve tarım arazilerinin dağıtılması biyogaz tesisi operatörünün ve tarım hizmetleri sunan şirketlerin özel makineleri ile gerçekleştirileceği için, gelecekte bunun önüne geçilecektir.

5.7.4 Suluova Hayvancılık Organize Sanayi Bölgesi (SOLD)

Planlama

Suluova şehir bölgesinin güneyinde bulunan SOLD sanayi bölgesi Sanayi Bakanlığı tarafından, toplam 10.000 sığır kapasiteli besi çiftliklerinin, bir mezbananın, işleme işletmelerinin ve bir biyogaz tesisinin inşa edilmesi için planlanmıştır (bakınız şekil 26).



Şekil 26: SÖİD, Biyogaz tesisi ve işletmeleri kurulması planlanan alan / Wikimapia /

Biyogaz tesisinin inşa edilmesi için 2,4 ha büyüklüğünde bir alan öngörülmüştür.

Bu arazi SIGMA'ya devredilmiştir. 11.12.2010 tarihinde dönemin müdürü Nuri Aydın, SIGMA'nın Şubat 2011 tarihine kadar proje sunmaması halinde bu tahsisin geri alınacağını bildirmişti.

Sıvı gübre drenajının pompalar aracılığıyla mı gerçekleştirileceği veya sıvı sığır gübresi ya da şerbetinin yapımı planlanan biyogaz tesisine araç vasıtasıyla mı nakledileceği sorusu, Aralık 2010 tarihinde henüz cevaplanamamıştı. Bu konuda giz'den bir danışmanlık hizmeti beklenmektedir.

2010 yılı Aralık ayının sonuna kadar 21 besi işletmesine, tesiste 10 kişiyi istihdam etmeleri şartıyla inşaat yapacakları parsel bedelsiz verilmişti. 29 besi işletmesi ise parsellerini 10 €/m² fiyatı üzerinden satın almıştır.

Sanayi Bakanlığı ahırların yapımını %60 oranında destek sağlamaktadır. 2011 yılında inşaatlara başlanmış olup, 2012 yılında sığır besiciliğinin başlaması öngörülmektedir.

Projenin uygulamaya konulması

Neredeyse tamamlanan sanayi bölgesi 04.02.2011 ziyaret edilmiştir.

İnşaat parselleri, Tersakan Çayı'na bağlanan mevcut bir su tahliye hendeğinin iki yakasında bulunmaktadır.



Bu hendek, bataklık arazilerin kurutulması amacıyla geçen yüzyılın 50'li yıllarında inşa edilmiştir. Henüz faal halde olmayan drenajlar bu hendeğe bağlıdır.



Yollara döşenmiş olan yağmur suyu kanalizasyonu da mevcut su tahliye hendeğine bağlanmaktadır. Üstü kapalı bir kutu tipi beton oluk de su tahliye hendeğine akmaktadır. Söz konusu beton oluk, yolların arasında bütün parsellerde bulunmaktadır.



Üstü kapalı beton oluk, yapımının tamamlanmasının üzerinde sadece kısa bir süre geçmesine rağmen son derece vahim bir durumda bulunmaktadır (fotoğraflara bakınız). Oluğun eğimi de, araziye aynı hizada inşa edildiğinden dolayı yeterli değildir.

Besicilerin verdiği bilgilere göre, sıgır gübresi şerbetinin bu oluktan tahliye edilmesi öngörülmüş. Ancak oluk kesinlikle sıvı geçirmez özellikte olmadığından dolayı, işlem görmeyen gübre şerbetinin yeraltı sularında ve su tahliye hendeğinde ağır amonyum ($\text{NH}_4\text{-N}$) kirlenmesine yol açacağı beklenmelidir.



Genel olarak altyapı çalışmaları son derece yetersiz gerçekleştirilmiş olup, daha bölge faaliyete geçmesine rağmen yollarda da belirgin hasarlar mevcuttur.

6 Fermantasyon Artıklarından Gübre Üretilmesine İlişkin Fizibilite Araştırması



Suluova'daki ziyaretler sırasında Sığır Yetiştiricileri Birliği ile Bölgesel Kalkınma Ajansı OKA temsilcileri, Türkiye'deki meyvecilik ve bahçecilik alanında kurutulmuş organik gübreye olan yüksek talebe işaret etmiştir. Bu gübre, bahçe ve yapı malzemeleri satan marketlerde bulunabilmektedir (örn. İnter Ahaliz şirketi tarafından %100 tavuk gübresinden üretilen Terravit Pelet gübresi / fotoğrafa bakınız).

Almanya'da, biyogaz tesislerinin fermantasyon artıklarından üretilen gübre peletleri satışa sunulmaya başlanmıştır, örneğin TerraVis Pellet-Energie şirketinin BIO-POWER peletleri.

Türkiye'de organik gübreye olan yüksek talep sebebiyle, metnin devamında organik kuru gübre üretimine yönelik fizibilite araştırması yapılacaktır.

6.1 Üretim sürecinin tanımlanması

Ayırma

Fermantasyona uğrayan sıvı gübreden organik kuru gübre üretilmesinin ilk adımı, katı madde ayrıştırmasıdır. Bu şekilde, sıvı fermantasyon artıklarının depolama hacminin düşürülmesi ile depolama esnasında batan ve yüzen tabaka oluşumunun engellenmesi sağlanmaktadır.

Ancak her şeyden önce, besin maddelerinin ayrışması sağlanmaktadır. Zira organik olarak bağlı bulunan azot ve fosforun büyük bölümü katı fazla birlikte dışlanırken, çözünür haldeki madeni azot ve potasyum önemli oranda sıvı fazda kalmaktadır. / FNR 2010c /.

Katı madde ayırma yöntemleri olarak şunlar kullanılabilir:



*Basıncılı helezonlu ayırıcı
Şekil 27 / FEW 2011 /*



*Dekantör
Şekil 28 / Haus Düsse 2011 /*

Katı fazda, %25'in çok üzerinde KM oranları elde edilmektedir.

Basıncılı helezonlu ayırıcılar vasıtasıyla katı fazda %32 - %40 aralığında KM oranları elde edilebilir. Dekantörlerde, girdi malzemesinin sabit bir bileşime sahip olmasına ihtiyaç duyulmakta olup, bu makinelerdeki aşınma oranı ve enerji tüketimi nispeten daha yüksektir. Küçük parçaları daha iyi ayrıştırabilen dekantör vasıtasıyla, yaklaşık olarak %30 oranında bir KM oranı elde edilebilir.

Kurutma

Kurutma için kombine ısı ve enerji santralinin artık ısısı kullanılmaktadır. Isı transferi ile motor soğutmasındaki ısı kurutma havasına aktarılarak, mekanik bir kurutucu vasıtasıyla katı fazdaki su çekilmeye devam edilmektedir.



Kurutucu sistem olarak şunlar kullanılabilir:

Tamburlu kurutucu

Bantlı kurutucu (Şekil 29)

İtici – karıştırıcı kurutucu (Şekil 30, şekil 31)



Şekil 29: Bantlı kurutucu
/ Dorset 2011 /



Şekil 30: İtici – karıştırıcı
kurutucu / Riela 2011 /



Şekil 31: İtici – karıştırıcı
kurutucu / Riela 2011 /

Katı fazda bulunan amonyum yüksek sıcaklıkta amonyaka dönüşür. Bu amonyak da kurutma esnasında gaz olarak ortaya çıkar. Kötü kokulu gaz emisyonlarını engellemek amacıyla da, atık havanın işlenmesi gerekmektedir. Bu sayede azot, amonyum sülfat çözeltisi olarak havadan geri kazanılarak yeniden gübre amaçlı kullanılabilir.

Kurutma sistemleri vasıtasıyla, %80 - %95 aralığında KM oranları elde edilebilir.

Genelde organik olmayan azot ve potasyumdan oluşan sıvı gübre lagününde depolanan sıvı fermantasyon artığı, ana vejetasyon döneminde çabuk etki eden bir gübredir.

Ayırma esnasında katı maddelerin büyük bölümü katı faza geçer. Katı fazda özellikle azotun organik kısmı olan fosfat bulunur. Katı fazda kalan su ile birlikte, potasyumun bir kısmı da girmiş olur.

Peletleme

Kurutulan fermantasyon artığı peletleme makinasında silindirik peletler haline getirilmektedir. Bunun için, fermantasyon artığında tam olarak tanımlanan bir KM oranı sağlanmalıdır. Bu değeri ayarlamak için, su veya su buharı ilavesi gerekli olabilir.

Malzeme yüksek basınç altında, arzu edilen çapta delikleri bulunan bir çelik kalıptan (Dairesel veya yassı kalıp / Şekil 32) geçirilir. Basınçtan dolayı, bağlayıcı etkide bulunabilecek olan ısınma meydana gelir.. Bazen, nişasta veya melas gibi bağlayıcı maddelerin ilave edilmesi gerekli olabilir.



Şekil 32: Dairesel kalıp
/ Wikipedia 2011 /



Şekil 33: Peletleme makinası
/ NEST 2011 /



Şekil 34: Gübre peletleri
/ Riela 2011a /

Çuvallama

Soğuyan peletler nakliye bantları ile, tam otomatik veya manüel çuvallama bölümüne ulaştırılır. İşçilik maliyetlerinin düşük olmasından dolayı Türkiye manüel çuvallama tercih edilebilir. Türkiye’de manüel çuvallamanın örnekleri de mevcuttur



Şekil 35: Antalya Pellet Production: / ITM 2011 /

Çuvallanan ürünler bir hangarın içerisinde depolanır, nakliye bantları ile kamyonlara yüklenir (aşağıdaki fotoğrafa bakınız) ve toptancılara satılır.



Şekil 36: Antalya Depot
/ ITM 2011 /



Şekil 37: Antalya Product Shipping
/ ITM 2011 /

Kurutulan peletlerin termik olarak değerlendirilmesi

Kurutulan peletler yaklaşık olarak 3,8 kW/kg değerinde bir enerji içeriğine sahiptir / C.A.R.M.E.N. 2009 /. Bu peletler genel itibariyle ısıtılma anlamında değerlendirilmeye uygundur. Ancak hâlihazırda Almanya’da bu sadece 17. Federal Emisyon Koruma Yönetmeliği uyarınca ruhsat alan tesislerde mümkündür. Zira peletler, gübreleme haricindeki bir alanda kullanıldıklarında atık özellikleri almaktadırlar. Ancak bu uygulama bütün Avrupa ülkelerinde mevcut değildir. Dolayısıyla, Türkiye’de peletlerin küçük tesislerde veya sanayi tesislerinde kullanılmalarına müsaade edilip edilmediği kontrol edilmelidir. Yanma sonucunda ortaya çıkan kül, yine tarımda kullanılabilecek olan çok yoğun bir fosfor ve potasyum gübresidir. Türkiye’deki mevcut çerçeve koşulları ve enerji fiyatları bakımında, fermantasyon artığı peletlerin yakılmasına ilişkin kullanım alanları ve ekonomikliği kontrol edilmelidir. Bundan dolayı metnin devamında organik gübre peletlerinin üretimi ve kullanma imkânları incelenmektedir.



6.2 Gübre üretiminden elde edilebilecek gelirlere ilişkin ön tanımlama ve tahminler

Organik gübre peletleri

Birinci geliştirme/yayma aşamasında yaklaşık olarak 146.000 ton/yıl besi sığırı sıvı gübresi ve yaklaşık olarak 25.000 ton/yıl tavuk dışkısı biyogaz tesisinde fermente edilecektir.

Kuzey Ren Vestfalya Tarım Odasının biyogaz hesaplama programı ile biyogaz fermentasyon artığının besin maddesi ve referans değerleri hesaplanmıştır (tablo 7)

Hesaplama tavuk dışkısındaki KM oranı %30 olarak alınmıştır. Bu değer, Suluova'daki KOZLU işletmesinin 17.01.2011 tarihli ifadesini esas almaktadır.

Fermentasyon sonrasında fermentasyon artığı hacmi 16.382 m³/yıl ve KM oranı %8,6'dır. Tablo 9'daki hesaplamalar esas alınarak aşağıdaki tablo 12'de materyaller kütle oranlarına göre ayrılmıştır. Basıncılı helezonlu ayırıcıdaki seperasyon işleminden sonra, 26.140 ton/yıl kütle ve %32 KM oranına sahip bir katı faz oluşur. KM oranı kurutucuda % 88'e yükseltilir.

Substratların kütle bilançosu		Kütle %	KM %	Kütle ton	KM ton
Besi sığırı sıvı gübresi	Sıvı		11	146.000	16.060
Tavuk dışkısı	Katı		30	25.000	7.500
Karma-ham sıvı gübre	Sıvı		13,78	171.000	23.560
Fermenter sonrası fermentasyon artığı	Sıvı		8,64	161.382	13.942
Seperasyon fermentasyon artığı	Katı	16,2	32	26.140	8.365
Seperasyon fermentasyon artığı	Sıvı	83,8	4,12	135.241	5.577

Tablo 12: Substratların kütle bilançosu

Kurutucunun ısı ihtiyacının karşılanması

1,0 kWh/kg su oranında bir ısı ihtiyacında yaklaşık olarak aşağıdaki ısı ihtiyacı ortaya çıkar:

$$26.140 (0,88 - 0,32) \times 1,0/8.760 = 1,67 \text{ MW}_{\text{therm}}$$

Kombine ısı ve enerji santralinin 2 MW elektrik gücündeki motor soğutma sistemi ile 2 MW üzerinde ısı enerjisi kullanıma sunulabilir. Dolayısıyla Suluova'da yapımı planlanan biyogaz tesisinin ısı enerjisiyle, ayrıştırılan fermentasyon artığının tamamı kurutulabilir.

Fermenter ısıtması için ihtiyaç duyulan ısı, kombine ısı ve enerji santralinin (BHKW) artık ısısı, sıcak fermentasyon artığının (yaklaşık olarak 39°C) ısısının kullanılması (eşanjör), BHKW'nin ara soğutucuları ve kurutucuların artık havası ile karşılanabilir.

Kurutmada yaşanacak %5'lik kütle kaybı ve %88'lik KM oranı esas alındığında aşağıdaki yıllık pelet miktarı ortaya çıkar:

$$(8.365 \times 0,95) / 0,88 = 9.030 \text{ ton/yıl}$$

Suluova'da yapılan araştırmalara göre organik gübre fabrikadan toptancıya 25 kiloluk çuvalı net 1,50 €'dan satılabilir. Buna göre aşağıdaki net gelir hesaplanabilir:

$$(9.030 \times 1.000) / 25 \times 1,50 = 541.800 \text{ €/yıl}$$

Fermentasyon artığının sıvı ve katı fazının satılmasından elde edilen gelirler

Ayrıntılı bir besin maddesi bilânçosu için bilirkişi raporu gereklidir. Suluova projesi için böyle bir raporun ayrıca hazırlanması öngörülmekteydi. Projenin yarıda kesilmesi sebebiyle, GİZ söz konusu bilirkişi raporunun hazırlanmasından vazgeçmişti.

Metnin devamında, ekonomik fizibilite hesaplamalarında kullanmak amacıyla kaba bir tahminde bulunmaktadır. Aşağıdaki besin maddesi fiyatları esas alınmıştır:

Gübre	N [%]	P ₂ O ₅ [%]	K ₂ O [%]	Fiyat [€/dt]
Üre	46			36.00
Diyamonyum fosfat	18	46	-	55.00
Potasyum			40	31.00
	[€/kg]	[€/kg]	[€/kg]	
Beher kg besin maddesi fiyatı	0.78	0.89	0.78	

Tablo 13: Bölgede yapılan incelemelerde tespit edilen gübre fiyatları

Fermentasyon artıklarının satışından elde edilen gelirler

Fermentasyon artıkları, hayvansal sıvı gübrelerden daha iyi bir azot oranına sahip olan yüksek kaliteli organik gübrelerdir. Zira biyogaz tesisinde azotun büyük kısmı bitkiler tarafından kullanılabilir hale gelmektedir.

	Besin maddesi			Toplam
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Kg fiyatı [€]	0.78	0.89	0.78	[€]
Oluşan biyogaz sıvı gübresi	161.382 m ³			
Miktar [kg]	1,586,000	785,000	1,090,000	
Uygulamada yaşanan kayıp	33%			
Toplam [€]	831,616	698,190	844,750	2,374,556

Tablo 14: Biyogaz sıvı gübresindeki ana besin maddelerinin, kimyasal gübre muadili olarak değeri.

2,37 milyon € ile, 14,71 €/m³'lük önemli bir değere sahiptir. Ancak bu değerden, uygulama masrafları düşülmelidir. Uygulama masraflarının tesis operatörü tarafından üstlenilmesi halinde, besin maddesi değerinin 2/3'ünü denk gelen bir satış fiyatı uygulandığında 1.583.037 € tutarında gelir elde edilebilir.

Alternatif: Fermentasyon artığının ayrıştırılan sıvı ve katı fazının satışından elde edilen gelirler

Aşağıdaki tablo 15'de, her besin maddesinin katı ve sıvı fazlarının besin maddesi içerikleri verilmiştir. Uygulamada yaşanan NH₄ -kayıpları ve organik bağlı azotun uygulama yılında uzun vadede kullanılır duruma gelmesi durumunda, toplam azotun %68'inin kullanıma hazır olduğu var sayılmaktadır / Döhler 2011 /. Katı maddelerin değeri %50'ye düşürülmüştür. Zira bunlarda uygulama tarihleri genelde kullanıma uygun değildir ve azotun organik bağları daha güçlü olur.



	B e s i n m a d d e s i			Toplam
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Kg fiyatı [€]	0.78	0.89	0.78	[€]
Sıvı faz	135,241 m ³			
Miktar [kg]	1,110,200	431,750	654,000	
Uygulama kayıpları	30%			
Toplam [€]	608,197	384,004	506,850	1,499,051
Katı maddeler	26.140 m ³			
Miktar [kg]	475,800	353,250	436,000	
Uygulamada yaşanan kayıp	50%			
Toplam [€]	186,183	314,185	337,900	838,268
Toplam sıvı ve katı				2,337,319

Tablo 15: Organik artıklarda bulunan ana besin maddelerinin kimyasal gübre muadili olarak değeri.

Katı maddedeki parasal besin maddesi değeri 32,07 €/ton'dur. Bu faz kurutulmuş ve pelet şeklindeki yüksek kaliteli organik gübre olarak 60.- €/ton fiyatından satılabilir. Buradan elde edilecek toplam gelir 541.800 €'dur.

Sıvı fazdaki parasal besin maddesi değeri 1.499.051 €'dur. Bu 9,76 €/m³ değerine tekabül etmektedir., Besin maddesi değerinin 2/3'üne satıldığı takdirde satıştan elde edilebilecek gelir şu şekildedir:

$$1.499.051 * 2/3 = 999.367 \text{ €}$$

Buna göre toplamda 1.541.167 € gelir elde edilebilir.

Sıvı faza ilişkin uygulama masrafları, tarla sahibi tarafından değil, tesis operatörü tarafından karşılanır. Bu sayede farklı mesafeler için taşıma masrafları telafi edilebilir ve bütün alıcılara aynı fiyat sunulabilir. Uygulama işlemi ve nakliye masraflarının karşılanması biyogaz tesisi operatörü tarafından sunulan hizmetler içerisinde olması çiftçilerin avantajı olarak değerlendirilmelidir..

Ayırma suyunun kullanılmasının bir dezavantajı, işletmelerin daha yoğun bir şekilde kimyasal gübre olarak fosfat ve potasyum almak zorunda kalmalarıdır.

Masraf ve gelir dağılımı

Bölüm 6.7'de tarif edildiği üzere, besi sığırları çiftliklerinde su yollarının yenilenmesi, gübre sıyırma sisteminin kurulması ve sıvı gübre toplama deposunun yapılması gerekmektedir. Yasal yükümlülükler söz konusu olduğundan dolayı, besicilerin gerekli masrafları şahsen finanse etmeleri tavsiye edilir. Bu çerçevede devlet desteği veya düşük faizli kredi verilip verilmediği kontrol edilmelidir.

Sıvı gübrenin çeşitli işletmelerden toplanarak biyogaz tesisine nakledilmesinin masraflarının biyogaz tesisinin operatörü tarafından karşılanması öngörülmektedir. Sığır besicilerine, sağladıkları sıvı gübre için ücret ödenmemektedir. Zira biyogaz tesisi sayesinde gübre sorunlarını düşük maliyetle çözmüş olmaktadır. Sıvı gübrenin yerüstü sularına karıştırılması Türkiye'de de yasaktır.

Ancak sıvı gübrenin nakliyesinden doğan masraflar biyogaz tesisinin operatörü tarafından karşılanmak durumundadır. Bu masrafların, aynı uygulamadaki gibi 2.- €/m³ olarak hesaplanmaktadır. Böylece, sıvı sığır gübresinin nakliye masrafları şu şekildedir:

$$146.000 * 2,00 \text{ €} = 292.00 \text{ €}$$

Taze tavuk gübresi daha şimdiden 1,- €/t'dan satılmaktadır. Biyogaz tesisi bu masrafı da nakliye masraflarına eklemeli ve icabında teşvik amaçlı küçük bir bonus sunulmalıdır. Böylece aşağıdaki asgari nakliye ve tedarik masrafları oluşmaktadır:

$$25.000 \text{ m}^3 * (2,00 + 1,00 \text{ €}) = 75.000 \text{ €}$$

Biyogaz tesisinde kullanılacak sıvı gübrelerin tedarikinden doğacak masraflar, en az 367.000 € olarak hesaplanmalıdır.

Alış ve satış fiyatı arasındaki fark, her iki modelde de iyi bir fazlalık elde edileceği anlamına gelmektedir. Böylece, uzun vadede başka dağılım oranları düşünmek veya sıvı sığır gübresi üreticilerine, sıvı gübre-nin kalitesiyle ilgili bir bonus/ek ikramiye sistemi dâhilinde küçük bir bonus vererek, yüksek KM oranına sahip sıvı gübre sağlamaya teşvik etmek için yeterli imkânâ sahip olunmaktadır.

7 Fermantasyon Artıklarından Gübre Üretilmesine İlişkin Fizibilite Araştırması

7.1 Biyogaz tesisi

Biyogaz tesisinin yatırım masrafları

Yapım masrafları	€
Hafriyat, yol yapımı	300.000
Ön depo	150.000
Konteynır içerisinde pompa	100.000
Fermenter	1.393.195
Fermentasyon artıkları deposu (Sıvı gübre lagünü)	2.296.642
Elektrikli ölçüm, kontrol ve düzenleme tekniği	142.000
Elektrik tesisatı	103.000
Kombine ısı ve enerji santrali - BHKW	1.430.000
Isı tekniği	133.000
Diğer (Kantar, çit, ağaçlandırma vs.)	181.500
Beklenmeyen masraflar, yer riski vs. (%5)	250.000
Kum ayırma	250.000
Ara toplam, biyogaz tesisi yapım masrafları, net	6.729.337
Harçlar ve tesisin kabulü	18.000
Mühendislik ücreti	235.000
Harici rapor ücreti	15.000
Ara toplam, biyogaz tesisi yapım yan masrafları	268.000
Toplam yatırım masrafları, net	6.997.337

Yatırım masraflarının yaklaşık %70'i inşaat ve %10'u makine giderleridir. Geri kalan kısım ise BHKW'nin payıdır.



Biyogaz tesisinin yıllık cari masrafları

Sermaye masrafları	€/yıl
Yatırım masraflarının yarısından %8 faiz oranı	279.893
Fiziki tesis parçaları amortismanı (20a)	241.967
Teknik donanım amortismanı (15a)	143.867
<u>Diğer cari masraflar</u>	
Fiziki parçalar bakım ve onarım maliyeti 0,4 %	19.357
Bakım, onarım, biyogaz tesisi makine tekniği işletme parçaları 3,0 %	21.840
Bakım, onarım, BHKW işletme masrafları 1,1 Cent/kWh	167.316
İşletme yönetimi, sigorta, muhasebe vs. % 1, 0	69.973
Harici denetim, biyoloji konusunda uzman desteği 0,2 %	13.995
İşçilik maliyetleri 10,0 €/h, 5.000 iş saati	50.000
Makine maliyeti, yakıt 0,50 %	34.987
Mikro besin maddesi beslemesine yönelik eser elementler, psch.	5.000
Sıvı sığır gübresi nakliyesi 2 €/t, 146.000 t/a	292.000
Biyogaz tesisi elektrik tüketimi (üretilen enerjinin %4,9'u) 0,100 €/kWh, 760.526 kWh/a	76.053
Tavuk gübresi alımı ve nakliyesi, 3 €/t, 25.000 t/a	75.000
Uygulama 2,5 €/m³, sıvı faz	403.455
Yıllık diğer cari masraflar toplamı	1.228.976
Cari masraflar toplamı	1.894.703

Biyogaz tesisinden elde edilen yıllık gelir ve kâr

Biyogaz tesisinden elde edilen gelirler	€/yıl
Elektrik satışı 15.590.781 kWh, 11,26 €/Cent/kWh	1.755.521
Sıvı fermantasyon artıkları satışı	1.583.037
Yıllık gelirler	3.338.558
Yıllık kar	1.443.855

Yukarıdaki değerlerden anlaşılacağı üzere, yıllık gelirden yıllık cari giderler çıkarıldığında 1.459.245 € tutarında bir kâr kalmaktadır.

Yatırım maliyeti yıllık kâra bölündüğü zaman yatırımın geri dönüş süresi elde edilir. Aşağıda yapılan hesaplardan anlaşılacağı üzere, biyogaz tesisinde yatırımın geri dönüş süresi 5 yıldır.

$$\text{Geri dönüş süresi} = 6.997.337 / 1.443.855 = 5 \text{ yıl}$$

7.2 Gübre üretimi

Gübre üretimi yatırım masrafları

Gübre üretimi yatırım masrafları	€
Hangar	60.000
Diğer yapılar (temeller vs.)	50.000
Kurutma	750.000
Peletleme (depo, peletleme, soğutma vb dahil)	500.000
Beklenmeyen masraflar	105.000
Toplam	1.465.000

Gübre üretimi cari giderler

Cari masraf tahmini		€/yıl
<u>Sermaye masrafları</u>		
% 8 faiz oranı	1.465.000 / 2	58.600
<u>Amortisman</u>		
- Fiziki tesis parçaları (20a)	215.000	10.750
- Teknik donanım (15a)	1.250.000	83.333
<u>Diğer cari masraflar</u>		
Elektrik tüketimi (0,10 €/kWh)	600.000 kWh/a	60.000
Bakım, makine işletme parçaları	3,00%	37.500
İşletme yönetimi, sigorta, muhasebe vs. % 5		73.250
İşçilik maliyetleri (10 €/h)	4.500 h/a	45.000
Pazarlama		20.000
Yıllık diğer cari masraflar toplamı		235.750
Cari masraflar toplamı		388.433

Gelirler	€/yıl
Gübre peleti satışı	541.800
Yıllık kar	153.367

$$\text{Geri dönüş süresi (GDS)} = 1.465.000 / 153.367 = 10 \text{ yıl}$$

Yapılan ekonomik fizibilite hesaplamaları gübre üretiminin, ekonomikliğin iyileştirilmesine katkıda bulunmadığını göstermektedir. Zira 10 yıllık GDS, sadece biyogaz tesisinin çalıştırılmasında oluşan 5 yıllık GDS değerinin çok üzerindedir.



BHKW artık ısısının neredeyse tamamının gübre pelet üretimi sürecinde fermentasyon artıklarının kurutulması için kullanıldığından dolayı, gübre üretimi ekonomiklik ve iklimin korunması bakımında başka dezavantajlar da doğurmaktadır. Zira söz konusu artık ısı, kurutma sürecinde kullanıldığı için, başka amaçlar doğrultusunda satılıp kullanılamayacaktır.

7.3 BHKW artık ısısının seralarda kullanılması

Suluova'daki çiftçiler, seraları ısıtılabilirlik amacıyla BHKW artık ısısıyla ilgilendiklerini beyan ettiklerinden ve sonbahar, kış ile ilkbahar (bakınız bölüm 6.5) aylarında hava sıcaklıkları nispeten düşük seviyelerde seyrettiğinden dolayı, artık ısısının seralara orta vadede satışı ekonomik açıdan tahmini olarak incelenmektedir. Bu bağlamda, biyogaz tesisinin yakınlarında seraların kurulacağı tahmin edilmektedir.

Kıyaslama yapmak amacıyla doğalgaz fiyatı esas alınmaktadır. Eşanjörle (su – hava) ilgili ilave yatırım masrafları, gaz brülörünün oluşturacağı yatırım masraflarıyla yaklaşık olarak aynı olacağından dolayı dikkate alınmamaktadır.

Bölgede yapılan incelemelere göre Rus doğalgazının fiyatı 0,025 €/kWh civarındadır. Suluova biyogaz tesisinin yakınındaki seralara avantaj sağlamak amacıyla, ısı satış fiyatı, doğalgaz fiyatının sadece %60'ından hesaplanacaktır:

$$0,025 * 0,60 = 0,015 \text{ €/kWh}$$

16 Mio. kWh/a'lık bir toplam ısı miktarı (ilave fermenter ısıtması için % 10 kayıp ve nakil kayıpları hariç) esas alındığında aşağıdaki azami gelir sağlanır:

$$16,1 * 10^6 * 0,90 * 0,015 = 217.350 \text{ €/yıl}$$

Yıl boyunca, teorik olarak kullanılması mümkün olan ısı miktarının ortalama olarak %50'sinin kullanılabileceği tahmin edilmektedir.

Artık ısısının seralarda kullanılması sonucunda orta vadede yaklaşık olarak 100.000 €/yıl gelir elde edilebilir.

8 Finansman ve İşletme

8.1 Proje yüklenici şirket

Suluova'daki biyogaz tesisi ve gübre üretimi projesinin başarısı, hammadde tedarikinin (sıvı sığır gübresi ve tavuk gübresi) uzun vadede güvence altına alınmasına önemli oranda bağlı olduğundan dolayı, Suluova Union of Stockbreeders (SUS) ile KOZLU şirketinin bir proje yüklenicisi şirkete ortak edilmesi tavsiye edilmektedir. Teknik tesisatla ilgili deneyime sahip oluşları ve mali yeterliliklerinden dolayı PANET de şirkete iştirak etmelidir. 01.02.2011 tarihli ziyareti vesilesiyle Müdür Bay Murat ÇAKAR, yatırım ve işletmeye katılma hususunda büyük ilgi göstermişti. Suluova'da ekonomik hedeflerin yanında çevre korumasıyla ilgili hedefler de dikkate alınmalıdır. Bundan dolayı proje yüklenicisi şirkete Suluova Belediyesi'nin de ortak edilmesi tavsiye olunur.

8.2 Yapı ve operatör modelleri

Enerji üretimi ve çevre koruma konularındaki model projeyi Suluova'da gerçekleştirebilmek için, aşağıdaki modeller kullanılabilir.

8.2.1 Projenin, proje yüklenicisi şirket tarafından finanse edilmesi ve işletilmesi

Bu modelde, biyogaz tesisinin ve gübre üretiminin yatırım masraflarını giz'in desteğiyle yukarıda belirtilen proje yüklenicisi şirket üstlenir. GİZ ise, mühendislik planlamaları ve inşaat idaresi alanlarında danışman görevlendirir. Tesis, Almanya'daki bir biyogaz tesisinde gübre üretimini de kapsayacak şekilde eğitilmiş olan Türk personel tarafından işletilir. Yukarıda bahsedilen danışman ilk beş faaliyet yılı süresince denetleme ve danışmanlık görevleri icra eder.

8.2.2 Projenin, proje yüklenicisi şirket tarafından finanse edilmesi ve başlangıç için harici bir biyogaz tesisi operatörü tarafından işletilmesi

Tesislerin planlaması da dâhil olmak üzere finansman ve yapım daha önce izah edildiği şekilde gerçekleştirilir.

İşletme, biyogaz tesisleriyle ilgili uzmanlaşmış olan özel bir şirkete ihale vasıtasıyla 10 yıllığına devredilir. Transfer fiyatı, elektrik şebekesine dahil edilen elektrik ve satılan sıvı fermantasyon artığı miktarını esas alır.

Yıllık cari masrafların (borç servisi hariç) düşülmesinden sonra geriye kalan kazanç, önceden saptanmış olan şartlar altında proje yüklenicisi şirketin üyelerine dağıtılır.

8.2.3 Yap-İşlet-Devret Modeliyle finanse edilmesi ve işletilmesi

Bu modelde yukarıda belirtilen proje yüklenicisi şirket inşaat arsasını kullanıma sunar. Planlama, inşaat ve işletmeyle ilgili bütün diğer masraflar (yaklaşık 20 yıllık) özel bir şirket tarafından karşılanır.

Yukarıda belirtilen proje yüklenicisi şirket, yıllık asgari fermantasyon hammaddesi konusunda güvence vermektedir. Söz konusu özel şirket, kendi nam ve hesabına elektrik enerjisi, sıvı fermantasyon artığı ve organik gübre satmaktadır.

Özel şirket, arsa ve materyallerin kullanımı karşılığında proje yüklenicisi şirkete düzenli aralıklarla ödeme yapar.

Sözleşme bitimi itibarıyla biyogaz tesisinin ve gübre üretiminin mülkiyeti proje yüklenicisi şirkete geçer.

9 Özet ve Sonuç

Sunulan fizibilite araştırması, 2 MW elektrik gücündeki bir biyogaz tesisinin inşaat ve işletim süreçlerini incelemektedir. Kombine ısı ve enerji santralinde üretilen 15,6 Mio. kWh/a elektrik enerjisi bölgesel elektrik şebekesine dahil edilecektir.

Yapılan incelemeler sonucunda Suluova'da gübre üretimine gidilmesinin ekonomik olmadığı kanaatine varılmıştır. Zira biyogaz tesisinin yakınındaki büyük tarım arazileri bulunduğu için dolayı ayrıştırılmayan sıvı fermantasyon artığının kullanılması ekonomik ve ekolojik bakımdan daha avantajlıdır.

Ayrıştırılmayan fermantasyon artığının bu sıvı fazının 8 boyunca bir sıvı gübre lagününde (108.000 m³) depolanması ve civardaki tarlalarda ihtiyaca göre kullanılması önerilmektedir (1.586 ton/yıl/ N, 785 ton/yıl P2 O5, 1.090 ton/yıl K2O).

Suluova biyogaz tesisinin yapımı ve işletilmesi çerçevesinde aşağıdaki ekonomik tablo oluşmaktadır.



	€/yıl
Toplam yatırım masrafları (biyogaz tesisi)	7.000.000
Toplam cari masraflar (biyogaz tesisi)	1.895.000
Toplam gelirler	3.339.000
• Elektrik satışı	1.756.000
• Sıvı fermentasyon artığı satışı	1.583.000
Vergilendirilmemiş kar	1.444.000

Yatırımda geri dönüş oranı 5 yıl olarak hesaplanmıştır.

Ekonomiklik, BHKW artık ısınının satışı (örneğin seraların ısıtılması için) vasıtasıyla orta vadede daha da düzeltilebilir.

Yapılan araştırmalar, Suluova'daki tarımsal atıklardan enerji ve gübre üretilmesine ilişkin entegre konseptin son derece ekonomik bir şekilde gerçekleştirilebileceğini göstermektedir. Bu, yüksek oranda kullanılan tavuk gübresinin, düşük nakliye masraflarıyla çok yüksek gaz verimi olması nedeniyle.. Fermentasyon artığının yüksek besin maddesi içeriği geniş ölçüde kimyasal gübre yerine kullanılabilir. Zira 8 aylık depolama süresi sonucunda, bitkilerin ihtiyacına göre uygulama yapmak mümkün olmaktadır.

Biyo-kütleden (özellikle sıvı sığır gübresi ve tavuk gübresi) enerji ve gübre üretilmesine ilişkin entegre konseptin gerçekleştirilmesiyle, sığır besiciliğinin yol açtığı çevre kirlenmesi ortadan kaldırılmış ve Suluova'daki tarım potansiyelinin uzun vadeli ve sürdürülebilir gelişimine önemli oranda ivme kazandırılmış olacaktır.

Özet olarak, başlangıçta ifade edilen hedeflere ulaşılmış olacaktır:

- **Tersakan Çayı'nın AB-Su Çerçeve Direktifi uyarınca iyi bir ekolojik hale kavuşturulması**
- **Hayvancılık kaynaklı hayvansal atıklardan elektrik enerjisi üretilmesi**
- **Sıvı sığır gübresindeki besin maddelerinden faydalanılması ve tarımdaki kimyasal gübre kullanımının azaltılması.**
- **CO₂ – emisyonlarının azaltılarak iklimin korunması**
- **Hayvancılığın ve tüketimde kullanılan mal üreten alanların, sıvı gübrenin çevre dostu bir şekilde imha edilmesi ve değerlendirilmesi yoluyla teşvik edilmesi**
- **Tarımsal kullanım için yüksek kaliteli organik gübre üretilmesi**

Bölgede oluşan biyo-kütlenin enerji üretimi için kullanılması sonucunda, fosil enerji kaynakları ithalatına olan bağımlılık azaltılacak ve enerji bağımsızlığı mümkün kılınacaktır.

Yatırım masraflarının hesaplanmasında, SIGMA ile de anlaşıldığı şekilde inşaat arazisinin ücretsiz olarak tahsis edileceği varsayımından hareket edilmiştir.

Suluova bölgesinde yapılan incelemeler ve bulunulan tahminler güncel gelişmelerden etkilenmekte olup, sonuçlarda belirgin sapmalara yol açabilirler.

Bundan dolayı fizibilite araştırmasında esas alınan tahmin ve hesaplamalar karar verilmeden veya Türkiye'deki başka bölgelere uyarlanmadan önce tekrar kontrol edilmeli, güncellenmeli ve ayrıntılandırılmalıdır.

Kaynakça

- Biosfer 2009 Biosfer: Biosfer Danismanlik ve Mühendislik Ltd: Suluova Sığır Besicileri Birliği (SBB) Hayvancılık Organize Sanayi Bölgesi (OSB) Merkezi Biyometan Tesisi (MBT) Fizibilite Raporu, Suluova-Amasya, İstanbul 2009
- C.A.R.M.E.N. 2008 C.A.R.M.E.N: Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing und Ent-wicklungs-Netzwerk e.V ; Wagner, R.: Präsentation „Allgemei-ne Möglichkeiten der Gärresteverwertung“ (Sunum “Fermantasyon Artıklarının Değerlendirilmesine İlişkin Genel İmkanlar”), 07.11.2008
- C.A.R.M.E.N. 2009 C.A.R.M.E.N: Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing und Ent-wicklungs-Netzwerk e.V; Arndt, M; Wagner, R.: Präsentation „Allgemeine Möglichkeiten der Gärresteverwertung“(Sunum “Fermantasyon Artıklarının Değerlendirilmesine İlişkin Genel İmkanlar”), 13.10.2009 [http://www.carmen-ev.de/dt/hintergrund/vortraege/ fg_biomasse09/02_Wagner.pdf](http://www.carmen-ev.de/dt/hintergrund/vortraege/fg_biomasse09/02_Wagner.pdf)
- DABLAS 2009 DANUBE & BLACK SEA Task Force (DABLAS): Vortrag von John Maguire “Preparation of an IWRM Plan for the YE-SILIRMAK BASINS”, 17.11.2009
- Döhler 2010 FNR: Einsatz von Hilfsmitteln zur S teigerung der Effizienz und Stabilität des Biogasprozesses (Biyogaz sürecinin verimin ve istikrarının artırılmasına yönelik yardımcı araçların kullanımı), Gülzower Fachgesprä-che Band 35, H. Döhler, 232, Gülzow. 2011
- Dorset 2011 Dorset Agrar- und Umwelttechnik GmbH http://www.dorset.nu/upload/File/dorset-gm/produkte-de/10234011_DE_Folder.pdf, Mart 2011 tarihli erişim
- FEW 2011 FEW: FEW Separator GmbH <http://www.food-energy-water.com/index.php?lang=de&p=1> Mart 2011 tarihli erişim
- FNR 2010 FNR: Fachagentur Yenilenebilir hammaddeler e.V. (Hrsg.): Leitfaden Biogas, Von der Gewinnung zur Nutzung (Biyogaz kılavızı, üretimden kullanıma), Gülzow. 85. 2010
- FNR 2010a FNR: Fachagentur Yenilenebilir hammaddeler e.V. (Hrsg.): Leitfaden Biogas, Von der Gewinnung zur Nutzung (Biyogaz kılavızı, üretimden kullanıma), Gülzow. 36. 2010 nach Institut für Agrartechnik Bornim e.V.
- FNR 2010b FNR: Fachagentur Yenilenebilir hammaddeler e.V. (Hrsg.): Leitfaden Biogas, Von der Gewinnung zur Nutzung (Biyogaz kılavızı, üretimden kullanıma), Gülzow. 76. 2010 nach KTBL: Faustzahlen Biogas; 2. baskı, Darmstadt 2009
- FNR 2010c FNR: Fachagentur Yenilenebilir hammaddeler e.V. (Hrsg.): Leitfaden Biogas, Von der Gewinnung zur Nutzung (Biyogaz kılavızı, üretimden kullanıma), Gülzow. 228. 2010



Hau 2011	http://www.hau-stallsysteme.de/Zubehoer-Schieberentmistung.htm , Mart 2011 tarihli erişim
Haus Düsse 2011	Landwirtschaftszentrum Haus Düsse: Konuşma M. Krefeld, GEA Westfalia Separator Group GmbH, Oelde: „Besin maddesiströme gezielt trennen, Dekanter im landwirtschaftlichen Einsatz zur Sıvı gübre-und Gärrestseparation“ (Besin maddelerinin ayrıştırılması, Dekantörlerin tarımda sıvı gübre ve fermantasyon artıklarının ayrıştırılmasında kullanılması) , 11.11.2010 http://www.duesse.de/znr/pdfs/2010/2010-11-11-guelle-04.pdf Mart 2011 tarihli erişim
Haus Düsse 2011a	Landwirtschaftszentrum Haus Düsse: Konuşma L. Laurenz: „Übersicht und praktische Erfahrungen mit Separierverfahren, Separieren – worauf sollte man achten?“ (Ayrırma yöntemlerine genel bakış ve deneyimler, Ayırma – nelere dikkat edilmelidir) , 11.11.2010 http://www.duesse.de/znr/pdfs/2010/2010-11-11-guelle-01.pdf , Mart 2011 tarihli erişim
Heemskerk 2011	http://www.heemskerk-gmbh.de/klauenpflege-mistschieber.php , Mart 2011 tarihli erişim
ITM 2011	ITM: ITM Türhol Kimyevi Zirai ve Gıda Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti. http://www.itmturhol.com/antalya-plant , Mart 2011 tarihli erişim
KTBL 2006	KTBL: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (Hrsg.), Bohnenkemper, Steffens: „Sıvı gübre – Miktarı tam olarak belirlemek, örnekleri doğru almak“, KTBL-Heft 61. Darmstadt. 2006
KTBL 2009	KTBL: „ <i>Faustzahlen für die Landwirtschaft</i> “ (Tarımsal Referans Rakamları) 14. baskı, Darmstadt 2009
KTBL 2010	KTBL: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.: „ <i>Betriebsplanung Landwirtschaft 2010/11</i> “ (İşletme Planlaması 2010/11), 22. baskı, Darmstadt. 602. 2010
KTBL	/ KTBL-Arbeitsblatt 1042/1991 /
Landwirtschaftsdirektion 2010	Suluova Tarım İlçe Müdürlüğü, İstatistik bilgileri, Aralık 2010
LK NRW 2010	Excel-Anwendung Besin maddesivergleich Vers. 3.3 der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (Kuzey Ren Vestfalya Tarım Odası Besin Maddeleri Kıyaslama Excel-Uygulaması) http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/naehrstoffvergleich/index.htm
LfL Bayern 2006	LfL: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Bavyera Eyalet Tarım Kurumu): Konuşma Reiter, Koßmann, Plesch: „ <i>Untersuchungen zur Haltung und Verhalten von Mastbullen</i> “ (Besi Sığırlarının Beslenmesi ve Davranışlarına İlişkin Araştırma), 9.11.2006. http://www.lfa-bayreuth.de/files/1_Aktuelles/infos/datei/Haltung_Mastbullen.pdf , Mart 2011 tarihli erişim

LfL Bayern 2008	LfL: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Bavyera Eyalet Tarım Kurumu): Konuşma M. Wendland: „ <i>Düngung mit Gärrückständen, Besin maddesibilanzi- rung für Biogasbetriebe Rechtsvorschriften aus dem Düngebereich</i> “ (Fermantasyon Artıklarıyla Gübreleme, Biyogaz Tesislerine Yönelik Besin Maddesi Bilançoları, Gübre Mevzuatı), 2008 http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/organisch/13239/linkurl_0_7_0_1.pdf , Mart 2011 tarihli erişim
LfL Bayern 2011	LfL: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/39709/index.htm
LK NRW 2011	Besin maddesivergleich, Landwirtschaftskammer NRW (KRV Tarım Odası) http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ack_erbau/duengung/naehrstoffvergleich/index.htm , Mart 2011 tarihli erişim
Mäder 2011	http://www.maeder-ag.ch/occasionen/images/occ_8958.jpg , Mart 2011 tarihli erişim
Mall 2011	http://www.mall.info , Mart 2011 tarihli erişim
Merkblatt DWA-M 907 2010	DWA: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abw asser und Abfall e. V. (Hrsg.): Merkblatt DWA-M 907: <i>Erzeugung von Biomasse für die Biogasgewinnung unter Berücksichtigung des Boden- und Gewässerschutzes (Toprak ve Suların Korunması dikkate alınarak, Biyogaz üretime yönelik biyokütle üretilmesi)</i> . Hennef. 2010
NEST 2011	NEST: Neue Energie Steinfurt GmbH http://www.neue-energie.n-e-st.de/de/html/328.nest-serviceprodukte.html , Mart 2011 tarihli erişim
neue energie 2011	“neue energie” dergisi, „ <i>Neue Tarife in der Türkei</i> “ (Türkiye’de yeni tarifeler), Sayı 2/2011, S. 87
Rhebau 2011	http://www.rhebau.de , Mart 2011 tarihli erişim
Riela 2011	http://www.riela.de/bilder/Web_Prospekte/biogasabwaerme_d.pdf , Mart 2011 tarihli erişim
Schippers 2011	http://www.schippers-ms.de/img/4202365k.jpg , Mart 2011 tarihli erişim
StMUGV 2004	StMUGV: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Ge-sundheit und Verbraucherschutz (Bavyera Çevre, Sağlık ve Tüketiciyi Koruma Bakanlığı): <i>Biogashandbuch Bayern (Bavyera Biyogaz El Rehberi)</i> , München. 6. 2004, http://www.das-ib.de/mitteilungen/Biogashandbuch_Bayern.pdf
Wikipedia 2011	http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Ringmatrize_B MK.jpg&filetimestamp=20070421005252 Mart 2011 tarihli erişim
Yesilirmak 2011	http://www.yesilirmak.org



Şekil dizini

Şekil 1: Suluova'nın uydudan çekilen görüntüsü (Wikimapia.org)	5
Şekil 2: Tersakan çayının su havzası / Yeşilirmak 2011 /	7
Şekil 3: PO4 bakımından, Yeşilirmak'ın su havzasındaki su kalitesi /DABLAS 2009/	7
Şekil 4: Suluova'daki sığır çiftliklerinin alansal dağılımı / Biosfer 2009 /	8
Şekil 5: Atık suyun deşarjı / H. Berg /	10
Şekil 6: Hayvansal atıkların deşarjı / H. Berg /	10
Şekil 7: Tersakan'ın doğusunda yapılması planlanan kentsel atık su arıtma tesisinin yeri / Wikimapia /	11
Şekil 8: Biyogaz üretiminin aşamaları / StMUGV 2004 /	12
Şekil 9: Kosubstratların kullanıldığı bir tarımsal biyogaz tesisinin şeması/FNR 2010a/	14
Şekil 10: Suluova'da biyokütleden enerji üretilmesine ilişkin konsept / H. Berg /	15
Şekil 11: Biyokütleden enerji ve gübre üretilmesine ilişkin olası bir entegre konsept / H. Berg /	15
Şekil 12: Suluova biyogaz tesisinin olası inşa yerleri / Wikimapia /	23
Şekil 13: Fermantasyon artıklarının işlenmesi yöntemleri / C.A.R.M.E.N. 2008 /	25
Şekil 14: Kanatlı ahır gübresi sıyırma sistemi/ Hau 2011 /	30
Şekil 15: Kanatlı serbest ahır gübresi sıyırma sistemi / Hau 2011 /	30
Şekil 16: Sıcak daldırma galvaniz kaplamalı gövdede Çekme kolu – hidrolik silindir tertibatı / Hau 2011 /	30
Şekil 17: Sıvı gübrenin vakumlu tankerle çekilmesi / KTBL 2006 /	30
Şekil 18: Hazır betondan imal edilmiş monolitik toplama deposu / Mall 2011 /	31
Şekil 19: Plastikten imal edilmiş monolitik toplama deposu / Mall 2011 /	31
Şekil 20: Dairesel sıvı gübre toplama deposu / Rhebau 2011 /	31
Şekil 21: Manüel dışkı sıyırıcı / Mäder 2011 / Heemskerk 2011 / Schippers 2011 /	32
Şekil 22/23: Tam ızgara tabanlı ahır / LfL Bayern 2006 /	34
Şekil 24/25: Tırnak gübreli serbest ahır / LfL Bayern 2006 /	34
Şekil 26: SÖID, Biyogaz tesisi ve işletmeleri kurulması planlanan alan / Wikimapia /	36
Şekil 27: Basınçlı helezonlu ayırıcı / FEW 2011 /	38
Şekil 28:Dekantör / Haus Düsse 2011 /	38
Şekil 29: Bantlı kurutucu / Dorset 2011 /	39
Şekil 30/31: İtici – karıştırıcı kurutucu / Riela 2011 /	39
Şekil 32: Dairesel kalıp / Wikipedia 2011 /	39
Şekil 33: Peletleme makinası / NEST 2011 /	39
Şekil 34: Gübre peletleri / Riela 2011a /	39
Şekil 35: Antalya Pellet Production: / ITM 2011 /)	40
Şekil 36: Antalya Depot / ITM 2011 /	40
Şekil 37: Antalya Product Shipping / ITM 2011 /	40

Tablo dizini

Tablo 1: Tarım arazilerinin kullanımı / Tarım İl Müdürlüğü 2010 /	6
Tablo 2: Substrat özellikleri/ FNR 2010 /	13
Tablo 3: Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğe uygulanan satış fiyatı	17
Tablo 4: Suluova merkezdeki besi sığırlarının dağılımı/Tarım İl Müdürlüğü 2010 /	18
Tablo 5: Sıvı sığır gübresi ve taze tavuk gübresi miktarı ve besin maddesine ilişkin veriler, Almanya kaynaklı deneysel değerler temel alınmıştır / LK NRW 2010	20
Tablo 6: Biyogaz tesisinde kullanılacak sıvı gübreyle ilişkin referans veriler ve girdinin hesaplanması (Kuzey Ren Vestfalya Tarım Odasının biyogaz hesaplamasına ilişkin programı)	21
Tablo 7: Biyogaz tesisinde kullanılacak sıvı gübreyle ilişkin referans veriler ile gaz hacminin ve fermentasyon artıklarının hesaplanması (Kuzey Ren Vestfalya Tarım Odasının biyogaz hesaplamasına ilişkin programı)	21
Tablo 8: Tarım arazileri ve besin maddesi ihtiyacı / KTBL 2009/	24
Tablo 9: Basınçlı helezonlu ayırıcıdaki ayırma işleminin katı ve sıvı fazın besin maddesi içerikleri üzerindeki etkisi (şahsi hesaplamalar)	26
Tablo 10: Su kaynaklarının korunmasına özen gösterilen tarımda, organik gübreyle ilişkin uygulama tarihleri / DWA-M 907 2010 sayılı kitapçık /	27
Tablo 11: Sıvı haldeki çiftlik gübresine yönelik gerekli depolama kapasitesi (Kuzey Ren Vestfalya Çevre, Doğayı Koruma, Tarım ve Tüketiciyi Koruma Bakanlığı) / 2006 tarih ve DWA-M 907 2010 sayılı kitapçık/	28
Tablo 12: Substratların kütle bilançosu	41
Tablo 13: Bölgede yapılan incelemelerde tespit edilen gübre fiyatları	42
Tablo 14: Biyogaz sıvı gübresindeki ana besin maddelerinin, kimyasal gübre muadili olarak değeri	42
Tablo 15: Organik artıklarda bulunan ana besin maddelerinin kimyasal gübre muadili olarak değeri	43

Türk-Alman Biyogaz Projesi

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 16.Kat B Blok
Söğütözü Cad. 14E, 06560 Yenimahalle, Ankara, Türkiye
Yetkili kişi: Dr. Thomas Breuer

T +90 312 207 56 03

E thomas.breuer@giz.de

I www.biyogaz.web.tr