



TÜRK-ALMAN  
BİYOGAZ PROJESİ

### 3. Biogas-Training

# *Fermente Atıktan Elde Edilen Gübre Yönetimi*

Michael Kttner, International Biogas and Bioenergy Centre of Competence (IBBK)

**Nesta Boutique Hotel Ankara, 12.-13.09.2011**



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Bu proje Uluslararası İklim Girişimi'nin bir parçasıdır. Federal Alman Çevre, Doğa Koruma ve Nükleer Güvenlik Bakanlığı bu girişimi Alman Parlamentosu kararı ile desteklemektedir.

# Biyogaz Eğitim Semineri

## Fermente atıktan elde edilen gübre yönetimi

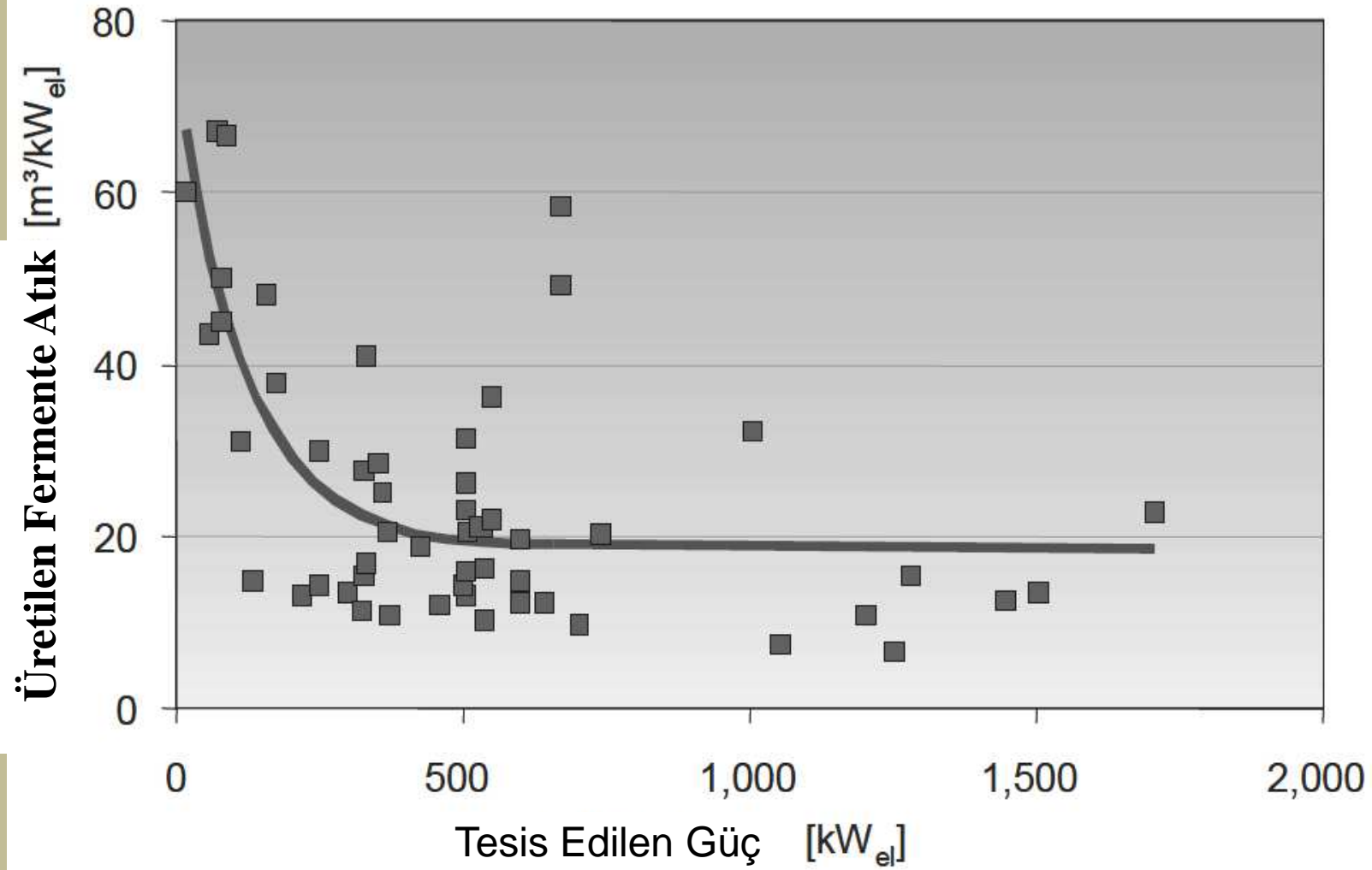
1. evre Koşulları
2. Fermente Atık Uygulaması
3. Fermente Atığın İşlenmesi
4. Arıtım Maliyetleri - Karlılık
5. Yasal Koşullar

# Biyogaz Eğitim Semineri

## Fermente atıktan elde edilen gübre yönetimi

### 1. Biyogaz Fermente Atığı evresel Koşulları

## Tesis boyutuna dayanan fermente atık üretimi



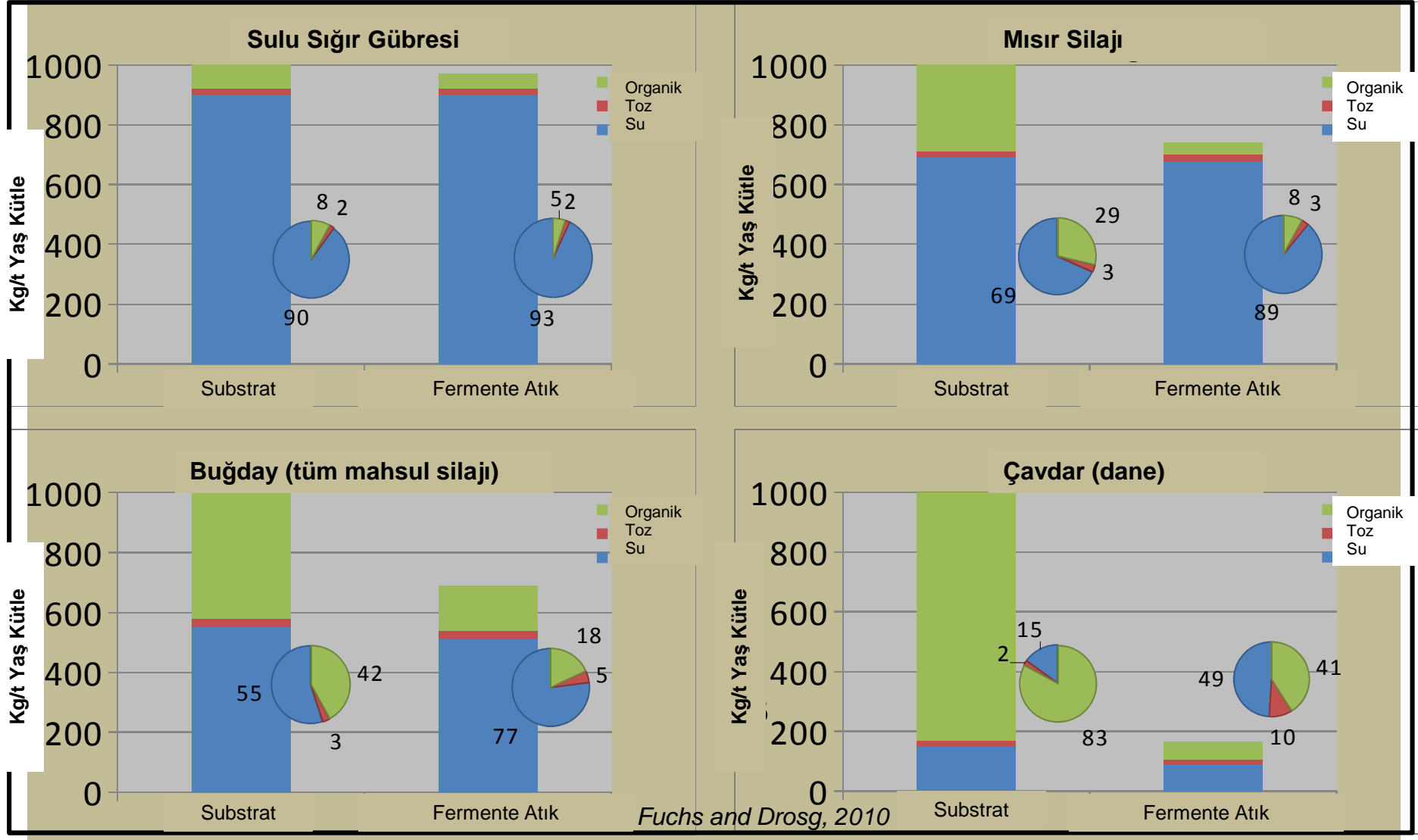
Miehe et al. 2008

# Direk fermente atık uygulaması

## Biyoloji – farklı gübrelerin özellikleri

Sıvı gübre tipi	pH Değeri	C/N	Özellikler
Sığır sıvı gübresi	6.8 – 7	10 – 17	<ul style="list-style-type: none"><li>İyi tamponluk kapasitesi</li><li>Metan bakterisi yönünden zengin</li></ul>
Domuz sıvı gübresi	yaklaşık 7	5 - 10	<ul style="list-style-type: none"><li>İyi tamponluk kapasitesi</li><li>Yüksek ağır metal oranı (Zn 700-2000, Cu 250-760 [mg/kg DM])</li></ul>
Kümes hayvanları sıvı gübresi	7 – 7.3	yaklaşık 7	<ul style="list-style-type: none"><li>İyi tamponluk kapasitesi</li><li>Güçlü çökelti birikimi</li></ul>

## Bir biyogaz tesisinden geçişinden sonra farklı substratlara yönelik oluşum değişimi (*Peretzky 2008*)



## Çevre dostu (ekolojik) sıvı gübre yönetimi

Çok büyük miktarlarda sıvı gübre şunlara sebep olmaktadır:

- Arıtım ve üretim süresince istenmeyen koku etkisi
- Patojenik bakterilerin yayılması
- Botanik oluşumun zarar görmesi ve mevcut çayırlardaki tipik “Sıvı Gübre Florasının” oluşması
- Toprak özelliklerinin kötüleşmesi
- Yer altı ve yerüstü sularının kirlenmesi

Biyogaz teknolojisi esas olarak sıvı gübre miktarlarını azaltamamaktadır. ANCAK, **biyogaz üretiminden** gelen pozitif enerji dengesi sayesinde bu problem için farklı çözümler SUNMAKTADIR.

## Seçilen substratın fermente atık oluşumu üzerindeki etkisi

Parametre	Fermente atık üzerindeki etki
<i>Substrat etkisi</i>	
Enerji Ürünleri	Yüksek DM Yüksek organik tortu fraksiyonu [oDM/DM]
Biyolojik atıklar	Daha düşük DM Daha düşük organik tortu fraksiyonu [oDM/DM]
Yüksek çamur fraksiyonu	Yüksek azotik konsantrasyon Yüksek NH <sub>4</sub> -N/TN
<i>Fuchs and Drosig, 2010</i> Yüksek kesimhane atık fraksiyonu	Yüksek azotik konsantrasyon Yüksek NH <sub>4</sub> -N/TN



## Farklı Substratlar için Gıda İçeriği ve Kütle Kaybı

Substrat	DM	oDM	N	P	Biyogaz üretimi	Kütle kaybı
	[%]	[DM%]	[kg/t]	[kg/t]	[m <sup>3</sup> /t taze kütle]	[%]
<i>Tarımsal gübre</i>						
Sıvı Sığır Gübresi	8-11	75-82	2,6-6,7	0,5-3,3	20-30	2-4
Sıvı Domuz Gübresi	yaklaşık 7	75-86	6-18	2-10	20-35	2-4
Sığır Gübresi	yaklaşık 25	68-76	1,1-3,4	1-1,5	40-50	5-6
Domuz Gübresi	20-25	75-80	2,6-5,2	2,3-2,8	55-65	7-8
Kümes Hayvanı Gübresi	yaklaşık 32	63-80	5,4	-	70-90	9-11
<i>Yenilenebilir kaynaklar</i>						
Mısır silajı	20-35	85-95	1,1-2	0,2-0,3	170-200	22-27
Çavdar	30-35	92-98	4,0	0,71	170-220	22-28
Şeker pancarı	23	90-95	2,6	0,4	170-180	22-23
Hayvan yemi şeker pancarı	12	75-85	1,9	0,4	75-100	10-13
Pancar yaprakları	16	75-80	0,2-0,4	0,7-0,9	yaklaşık 70	9
Ot silajı	25-50	70-95	3,5-6,9	0,4-0,8	170-200	22-26

Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung (2006)

## Seçilen işlemin fermente oluşum üzerindeki etkisi

Parametre	Fermente atık üzerindeki etki
<i>İşleme etkisi</i>	
Yüksek taze su fraksiyonu	Daha yüksek miktarda üretilen fermente atık Tuz konsantrasyonunun azaltması Genel olarak daha az DM
Yüksek geri dönüştürülmüş fraksiyon	Daha düşük miktarda üretilen fermente atık Tuz konsantrasyonunda artış DM artışı
Yüksek inert malzeme fraksiyonu	Organik kalıntı fraksiyon düşüşünde artış [oDM/DM]
Kısa tutma zamanı	Yüksek yağlı asit değeri Yüksek organik kalıntı fraksiyonu [oDM/DM] Daha düşük NH4-N/TN fraksiyonu
Bir veya iki aşamalı işleme	Fermente oluşum üzerinde önemli bir etki yok <i>Fuchs and Drosig, 2010</i>

# Fermantasyon yoluyla sıvı gübre özelliklerinin pozitif değişimleri

## Organik maddelerin ayrıştırılması

- ❖ Ayrıştırma oranları oDM: %40'a kadar
- ❖ Ham sıvı gübre ile kıyaslandığında fermente edilmiş sıvı gübre, pompalanabilir ve püskürtülebilir
- ❖ Alan üzerindeki uygulama işleminden önce karıştırma azaltılmaktadır

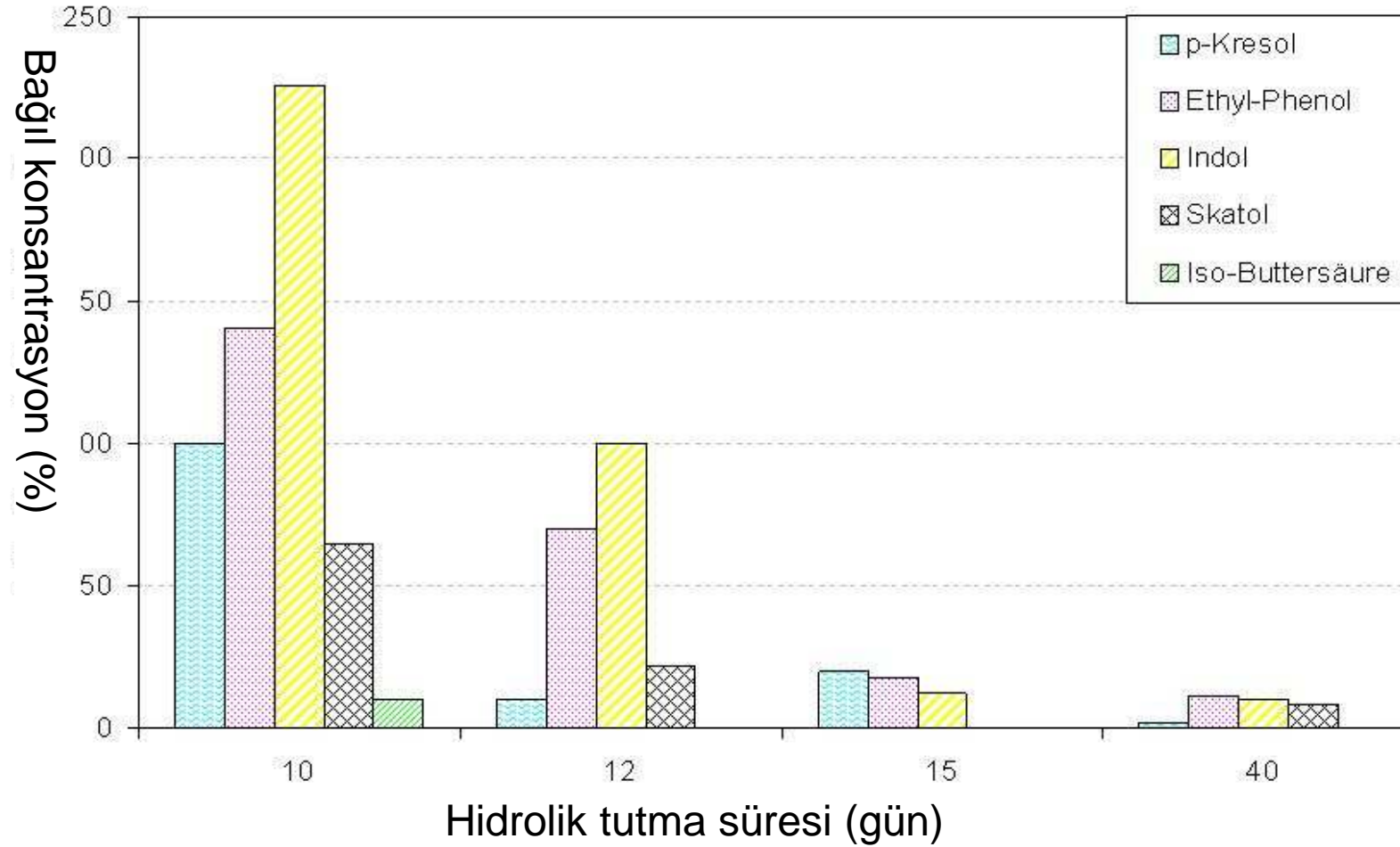
## Koku azaltma

Maddelere (hümkik asitler, fenoller, fenol türevleri)

## Temizleme

Temizleme derecesi, tutma süresine, sıcaklığa ve uygulanan prosedüre bağlıdır

## Tutma süresine bağlı olan koku azaltma



# Fermantasyon yoluyla sıvı gübre özelliklerinin pozitif değişimleri

## Yabancı ot tohumlarının ortadan kaldırılması

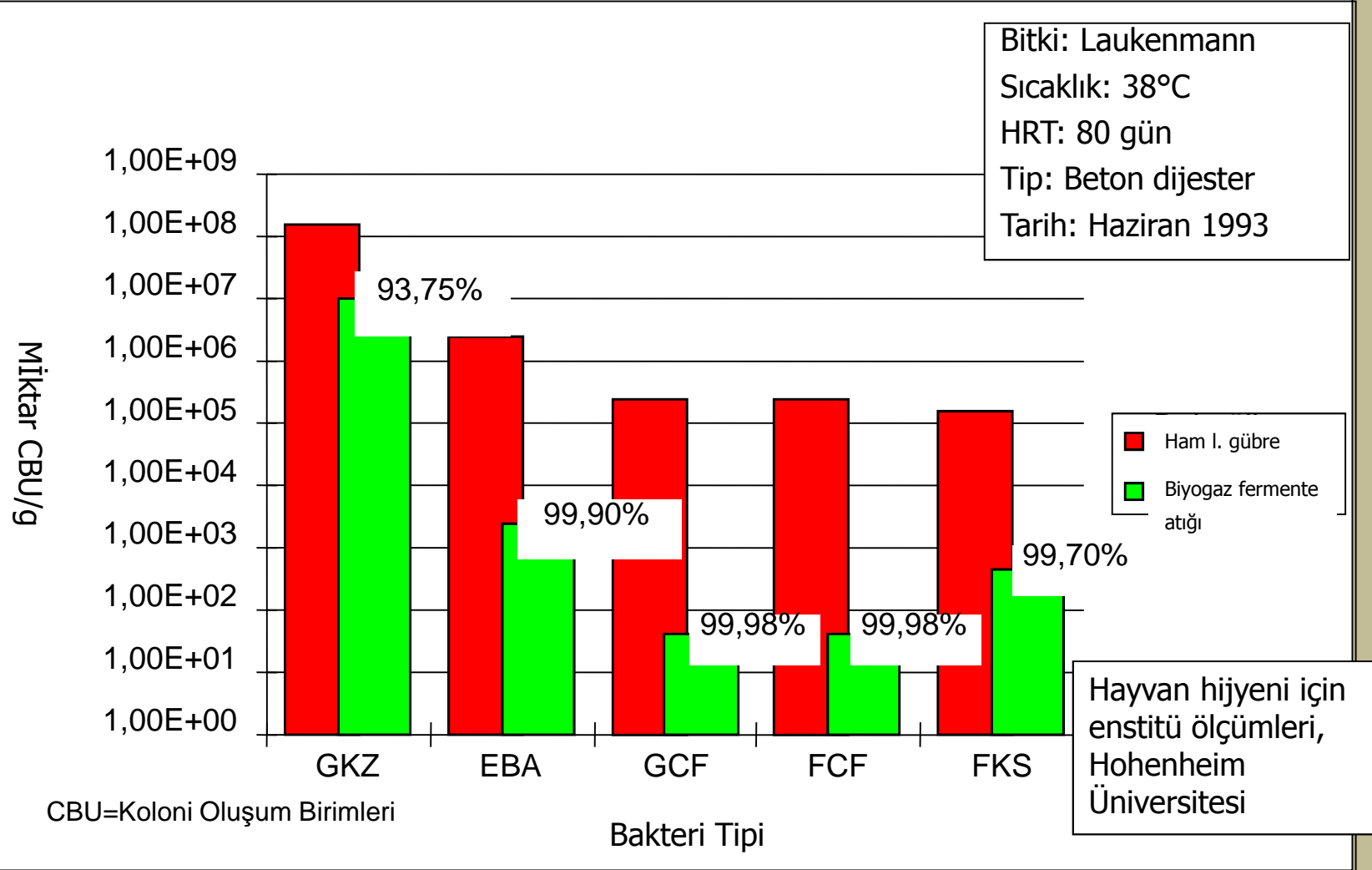
Sıvı gübre içindeki tohumlar ne kadar işleme tabi tutulursa ve sıcaklık ne kadar yüksek olursa çimlenme kapasitesi de o kadar azalmaktadır

## Ot çürümesinden kaçınma

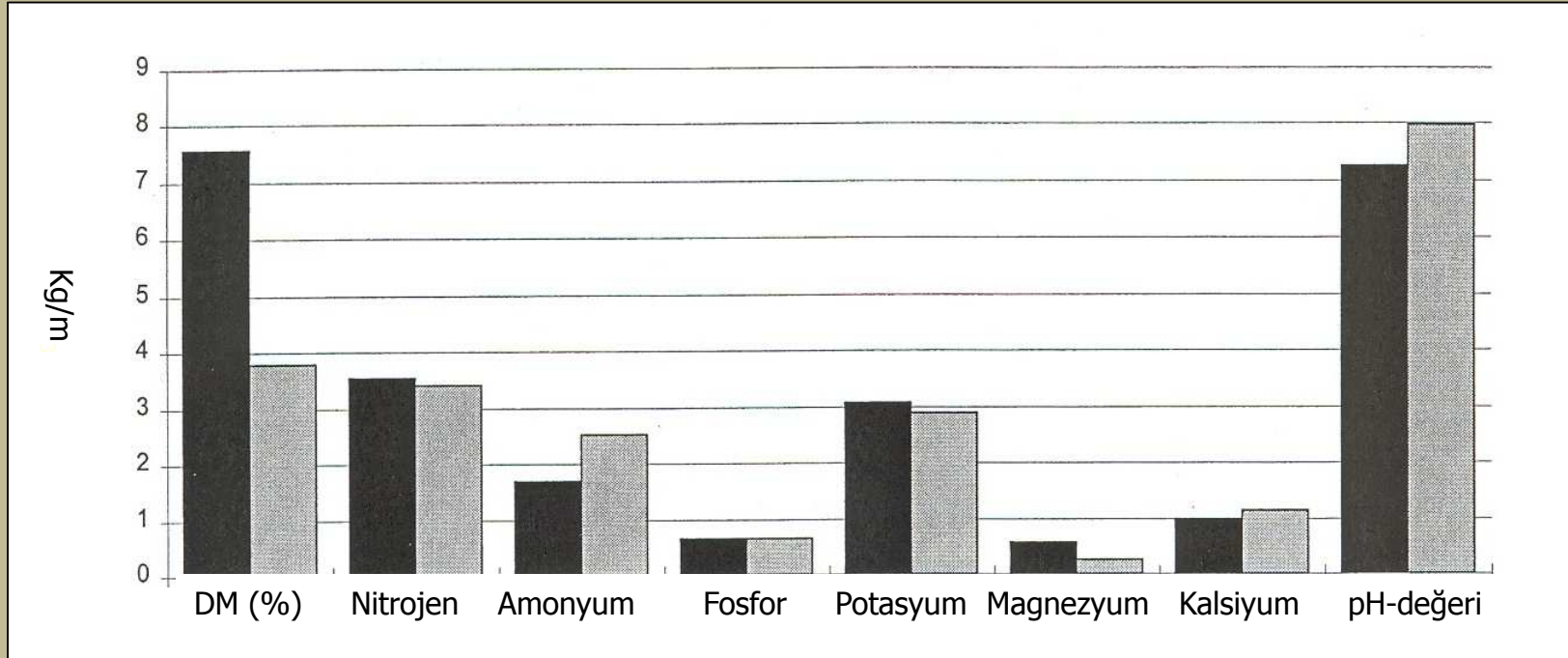
## Gübre değerinin gelişimi

Fermente edilmiş sıvı gübre daha iyi kısa zamanlı N-Fertilizer etkisine sahiptir

## Patojenik bakterilerin azaltılması



## Sıvı sığır gübresi ve biyogaz fermente atığından bazı numunelerin ortalama değerleri – Oberlungwitz biyogaz bitki örnek olay incelemesi



Kaynak: Saxony Tarım Bölge Ofisi FB LB, Jäkel

- Sıvı sığır gübresi
- Biyogaz fermente atığı

## Ağır Metal yükü

Ağır Metaller, biyogaz işlemi ile azaltılamazlar

- Kadmiyum (Cd)
- Krom (Cr)
- Cıva (Hg)
- Kurşun (Pb)
- Bakır (Cu)
- Nikel (Ni)
- Çinko (Zn)

Kuru madde içeriğinin, biyogaz işleme süresince düşürülmesi sebebiyle, ağır metal konsantrasyonu artmaktadır

Ayırma işleminden sonra ağır metal içeriğinin çoğu katı evrede kalmaktadır.



# Biyogaz fermente atığının kullanımı

## Fermente atık, alanlara yayılabilir

- hayvan sıvı gübresinde ve bitki malzemesinde herhangi bir hijyen kısıtlaması yoktur

## Gelişmiş Gübre

- besin kayıplarını önler
- bitkiler üzerindeki şiddetli etkiyi azaltır
- akış özelliklerini artırır
- bitki yeterliliğini artırır
- bitki sağlığını artırır
- yabani ot tohumlarının çimlenmesini azaltır

## Çevresel sağlık

- koku yoğunluğunu azaltır
- metan ve amonyum sebebiyle oluşan hava kirliliğini azaltır
- nitrat çöküntüsünü azaltır
- sıvı gübreyi temizler
- organik kalıntıları geri kazandırır (ortak-fermantasyon)
- merkezi bir kanalizasyona bağlantı maliyetlerini engelleyebilir



# Biyogaz Eğitim Semineri

## Fermente atıktan elde edilen gübre yönetimi

### 2. Fermente Atık Toprak Uygulaması

# Sıvı fermente atık işleme ve fermantasyon

## Fermente atık depolama

Sıvı gübrenin anaerobik arıtımından sonra ve depolama süresince amonyum şeklinde nitrojen kayıpları ortaya çıkmaktadır

## Fermente atık toprak uygulaması

Uygulama süresince nitrojen kayıpları, gaz (amonyum) ve mineral şeklinde (nitrat) gösterilebilir.



Dört fermente atığı özelliklerini ve ham sıvı gübre uygulama yöntemlerini özetleyen Danimarka örneği (*Birkmose, 2009 uyarlanmış*)

	Sevk Hortumu	Sevk Yuvası	Enjeksiyon	Yağmurlama Plakası
Sulu çamur dağıtımı	Tam	Tam	Tam	Çok düzensiz
Amonyak buharlaşma riski	Orta	Düşük	Düşük veya yok	Yüksek
Ekin kontaminasyon riski	Düşük	Düşük	Çok düşük	Yüksek
Rüzgar sürüklenme riski	Uygulamadan sonra minimal	Uygulamadan sonra minimal	Risk yok	Yüksek
Koku riski	Orta	Düşük	Çok düşük	Yüksek
Yayılma kapasitesi	Yüksek	Düşük	Düşük	Yüksek
Çalışma genişliği	12-28 metre	6-12 metre	6-12 metre	6-10 metre
Ekin mekanik hasar	Yok	Yok	Yüksek	Yok
Uygulama maliyeti	Orta	Orta	Yüksek	Düşük
Görülebilir çamur miktarı	Biraz	Biraz	Çok az	Fazla

# Toprak Uygulama Teknikleri



Tırmıklı hortumlu traktör: kesin gübreleme, yaklaşık %41 daha düşük  $\text{NH}_3$  emisyonu



Gübre dağıtım traktörü: güçlü koku ve amonyak emisyonları, rüzgar hassasiyeti



# Sıvı fermente atık uygulaması süresince alınan tedbirler

- ❖ Uygulamadan önce aşırı karıştırma yoktur
- ❖ Nihai depolamadan soğutulmuş substrat uygulaması
- ❖ Emisyon azaltma tekniklerini kullanarak yayma (tırmıklı hortumlu traktör v.s.) ve
- ❖ Fermente atığı işleme

Sıvı fermente atık gübreleme ile filtreleme ile nitrati engellemek için arıtma tipinden başka diğer tedbirler de hesaba katılmalıdır:

- ❖ Yeterli depolama kapasitesi (en az 6 ay)
- ❖ Uygulama periyotları
- ❖ Uygulanan sıvı fermente atığı miktarı (ve bu şekilde N-miktarı)
- ❖ Dağıtma teknolojisi

# Biyogaz Eğitim Semineri

## Fermente atıktan elde edilen gübre yönetimi

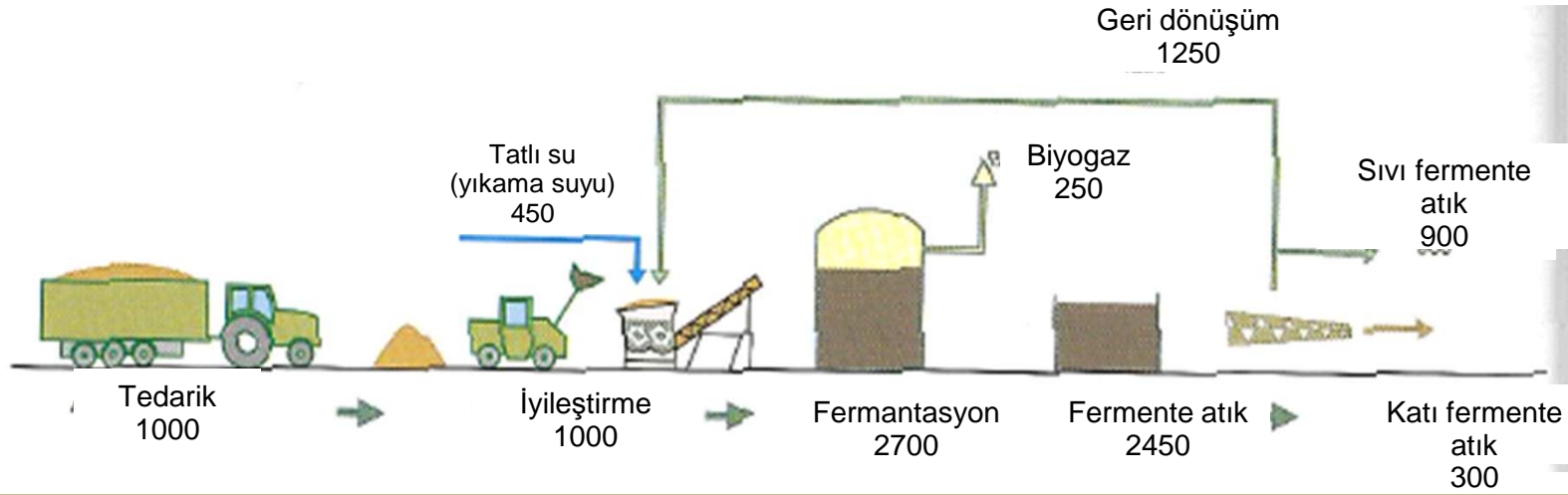
### 3. Fermente Atık İşleme

## Fermente edilmiş gübre işleme sebepleri

- Depolama hacmi kazandırır (sıvı evre)
- Besin Fazlası veya gübre dağıtımı için alanın eksilmesi  
⇒ Gerekli besinlerin ihracatı
- Fermente atık, %70-90 sudan oluşmaktadır  
⇒ Suyun kaldırılması nakliye maliyetlerinde tasarruf kazandırır
- Gübre dağıtımı için düşürülen maliyetler
- Azaltılan çevresel etkiler
- Sıvı evrede besinlerin piyasaya sürülmesi
  - Uçucu hava kirleticilerinin azaltılması
  - Kokunun azaltılması







1t substrat => yaklaşık 850Kg fermente atık

# Fermente atık işleme temel prensipleri

- Fiziksel

Sıvı-katı ayırma

Membran teknolojisi

Vakumda buharlaştırma

- Kimyasal

- Flokülasyon

- Çökeltme (MAP, Fosfat)

- Anaerobik arıtma

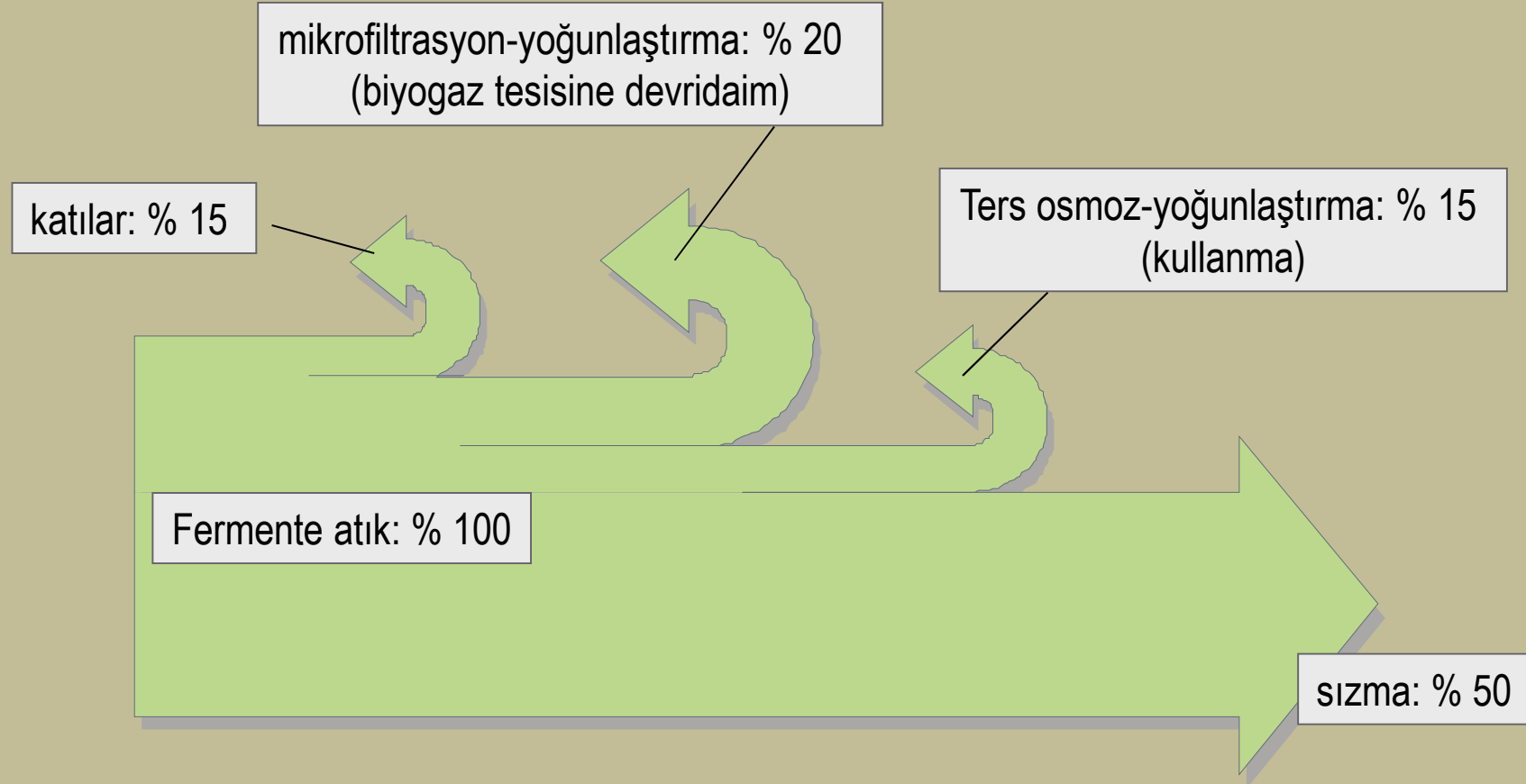
- Biyolojik

- Gübreye dönüştürme (aerob)

- Etkinleştirilmiş çamur işleme (aerob)

- Azotlama, Azot Giderme

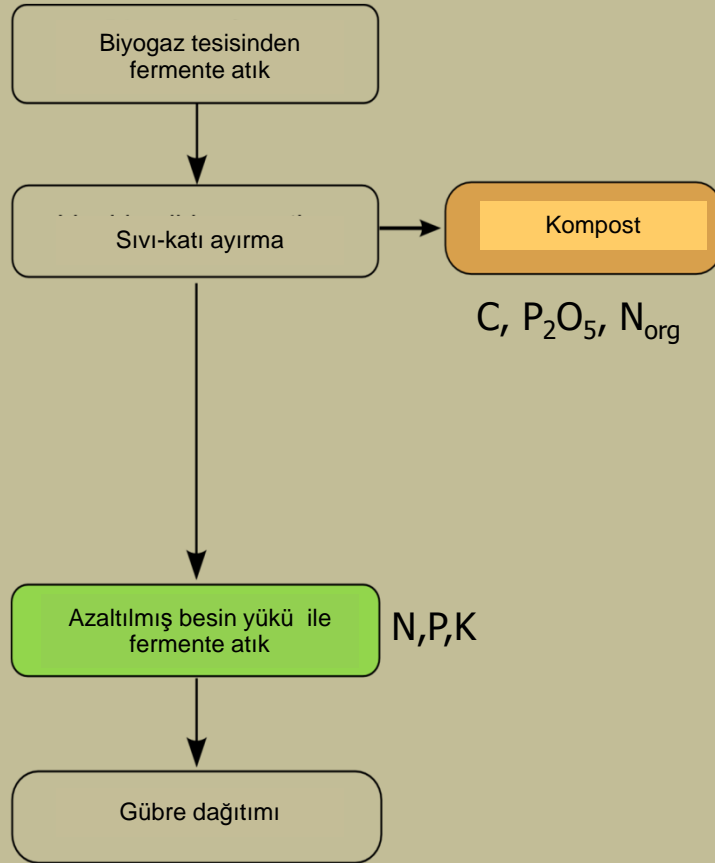
## Diğer kalıntıların / yan akım biriktirilmesi



# İşleme stratejileri

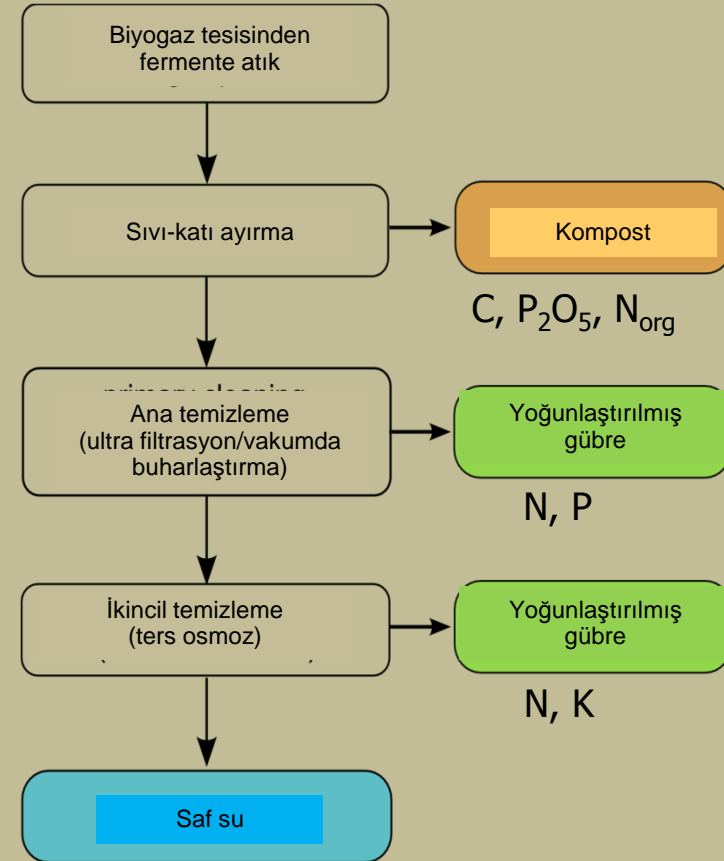
## 1. Kısmi ayırma

↳ P2O5 Eliminasyonu



## 2. Tam ayırma

↳ P2O5 + N Eliminasyonu



## Uygulanan Teknolojiler

- Sıvı-Katı ayırma
  - Vidalı Pres
  - Dekanter santrifüj
  - Güneşle kurutma
- Membran teknolojisi
- Vakumda buharlaştırma



## Sıvı katı ayırma – **kısmi işleme**

### Katı içeriklerin ayrılması

⇒ **daima 1<sup>nci</sup> işleme adımıdır!!!**

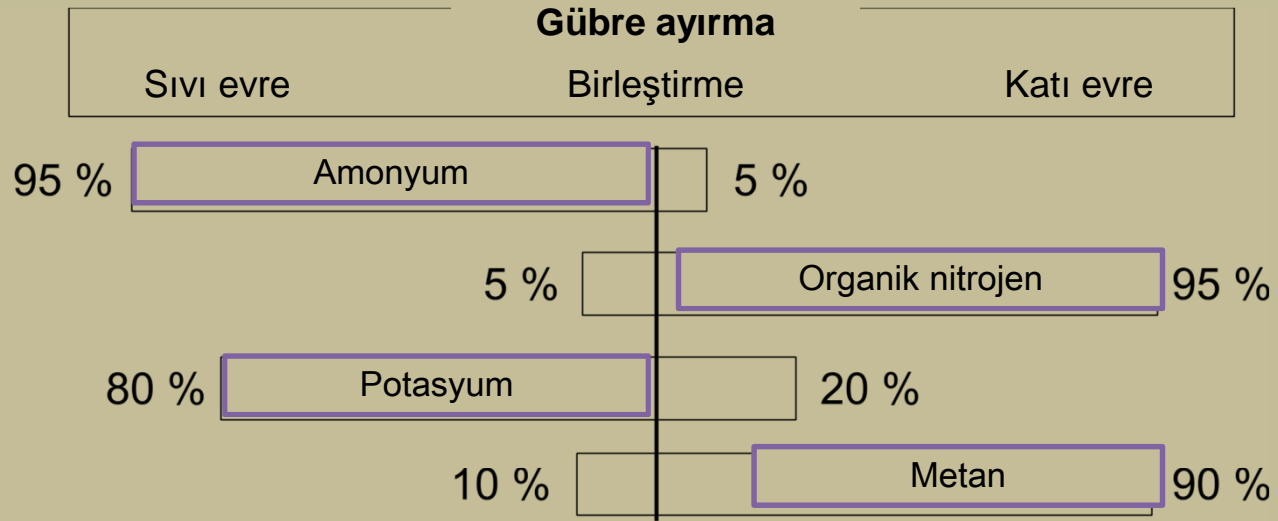
Aşağıdakilere  
ait kaldırma:

- % 20-80  $P_{\text{tot}}$
- % 10-20  $N_{\text{tot}}$
- Organik gübre üretimi

⇒ humus dengesi



# Besin maddesi dağıtımı



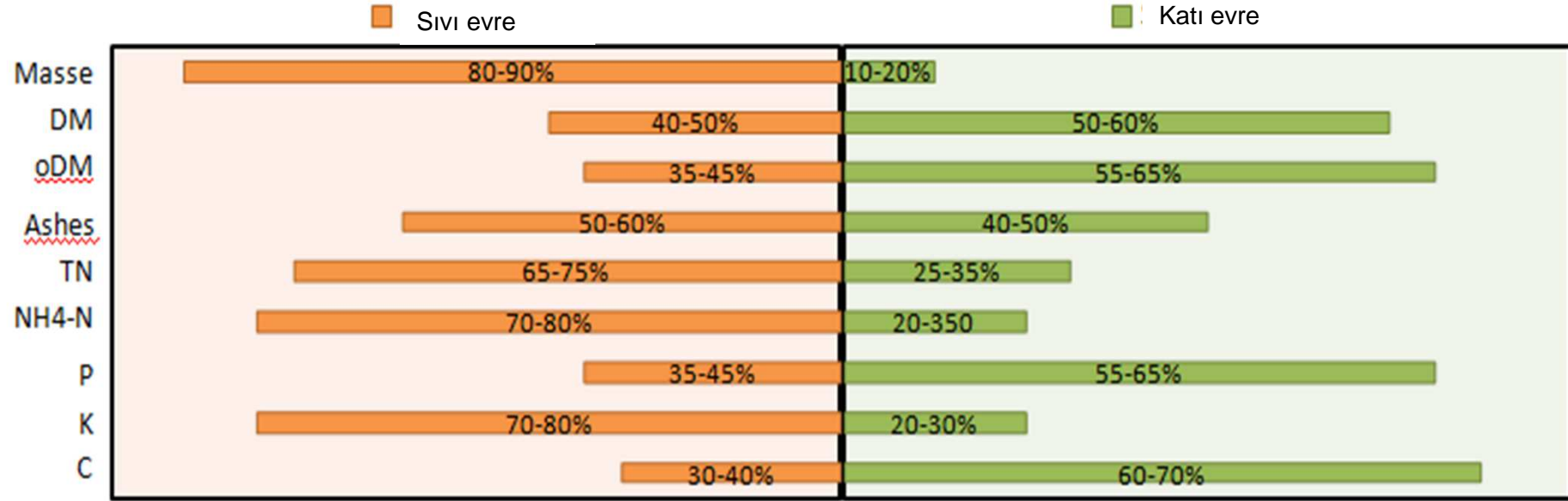
## Değişken içerik

50-1 %	Fosfor *	50-99 %
80-90 %	Hacim **	10-20 %

\* çökticilerin uygulamasına bağlıdır

\*\* seçilen makine grubuna bağlıdır

## Katı evre ayırma ile önemli parametrelerin dağıtımı (Bauer ve diğerleri, 2009)





**Fermente atıktan katı evre ayırması işleminden**  
**sonra sıvı evre oluşum spektrumu**  
**Atık arıtma ekipmanı örneği**

Parametreler	Birim	Katı evre ayırma işleminden sonra sıvı evre
COD	[mg/l]	15 000 – 80 000
BOD5	[mg/l]	1 000 – 15 000
TN (toplam nitrojen)	[mg/l]	3 000 – 8 500
NH4-N	[mg/l]	2 500 – 7 500
TP (toplam fosfor)	[mg/l]	100 – 1 000
PO4-P	[mg/l]	50 - 800
DM	[%]	1,5 -7
SS ( ? )	[%]	0,5 -6

*Fuchs and Drosch, 2010*

# Örnek besin maddesi dağıtımı

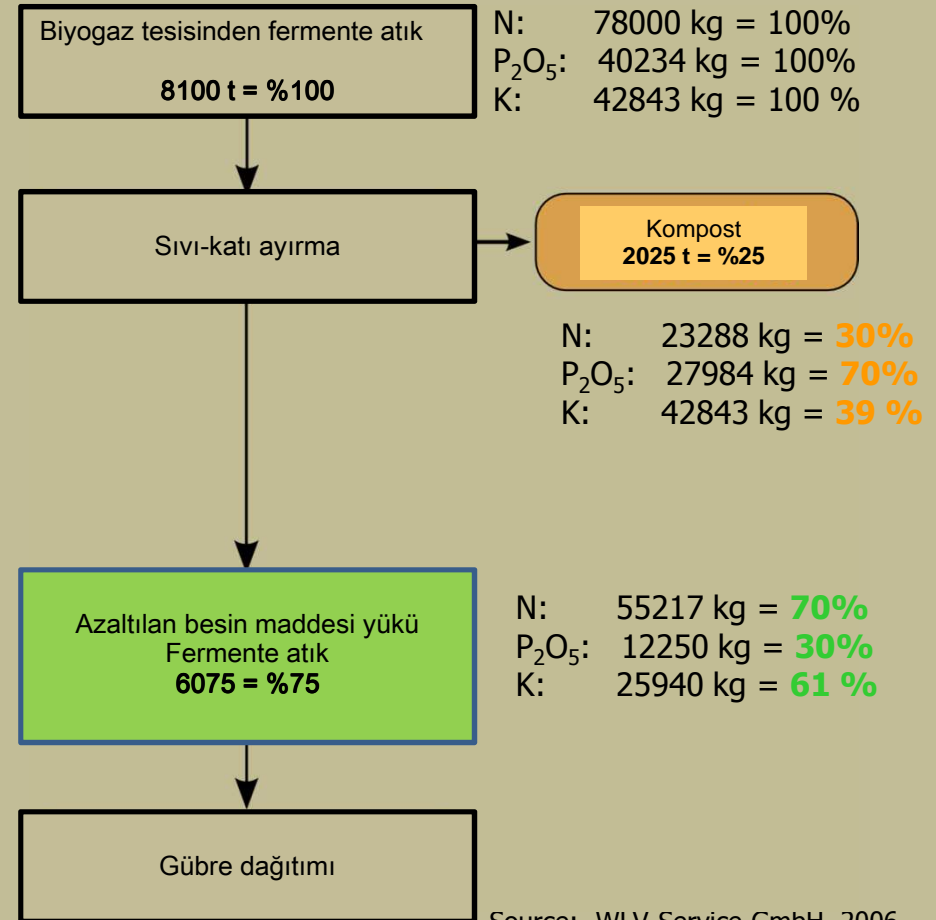
- Kısmi işleme
- Santrifüj – WLV
- Amaç:  $P_2O_5$  eliminasyonu



Eliminasyona yönelik besin maddeleri tipi, teknoloji/strateji seçimine sebep olmaktadır:

$P_2O_5$ : kısmi işleme

N: tam işleme



Source: WLV-Service GmbH, 2006

## Sıvı-katı ayırma – vidalı pres

- Basit cihaz – sıkça uygulanmaktadır
- Etkili operasyon için gerekli iri malzeme
- Aşınma bölümü: elek (giren malzemeye bağlı olarak)

Aşağıdakiler  
kaldırılmaktadır:

- % 15-20 DM
- Sıvı evrede yaklaşık % 5 DM

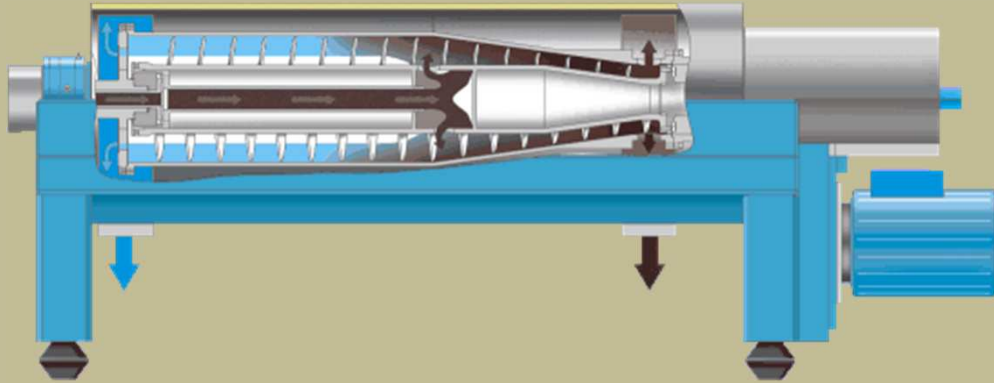
Yatırım maliyetleri:

20.000 - 50.000 €

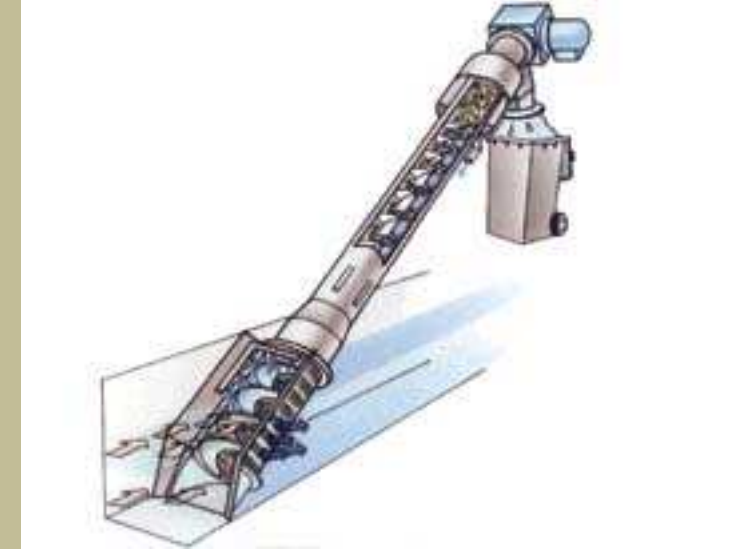


# Sıvı-katı ayırma – Dekanter santrifüj

- Daha yüksek kaldırma oranı
- Besin maddesinin eliminasyonu için uygun
- Fermente atık özellikleri = cihaz seçimi için ölçüt



Kaynak: [www.huber.de](http://www.huber.de)



Aşağıdakiler kaldırılmaktadır:

- % 30-40 DS
- Sıvı evrede yaklaşık % 1-3 DM

Yatırım maliyetleri:

150.000 - 250.000 €

# Sıvı-katı ayırma – Dekanter santrifüj

## Fermente atık / yağ karışımının dekanter ile ayrılması

	Ham sıvı gübre	Yağ atığı	Fermente atık (fermente edilmiş sıvı gübre)	Katı fraksiyon	Sıvı fraksiyon
Ağırlık bölümü (%)	97	3	100	7	93
DM içeriği (%)	5,2	41,4	4,2	33	2,3
P (kg/t)	1,2	0,3	1,3	13,4	0,3
N-toplam(kg/t)	4,8	1,3	4,6	11,7	4,0
NH <sub>4</sub> -n (kg/t)	3,6	0,4	3,6	3,0	3,6
Org. N (kg/t)	1,2	0,9	2,3	2,6	2,3
NH <sub>4</sub> -n portion (%)	75	28	79	26	89

## Value and efficiency of nutrients and liquid manure

Gübre	Etkililik nitrojen (%)	t sıvı gübre başına değer artışı €
Sıvı domuz gübresi	60 - 70	-
Fermente atık (fermente edilmiş sıvı gübre)	65 – 85	0,30 – 0,60
Ayrılmış biyogaz fermente atığı	80 - 90	0,60 - 1,20

Kaynak: Hengdal fermentasyon gaz Danimarka tarımsal araştırması

## Sıvı-katı ayırma – güneşle kurutma

- Basit teknoloji – Kanalizasyon çamuru için genel olarak uygulanmaktadır
- Güneş ısısı ve atık ısısı kombine kullanımı
- Kompleks kontrol sistemi gerektirmektedir



### Aşağıdakiler kaldırmaktadır:

- Su
- Kısmi N-kayıpları

### Yatırım maliyetleri:

Yaklaşık 300.000 €  
(450 kWel. tesisten fermente atık)

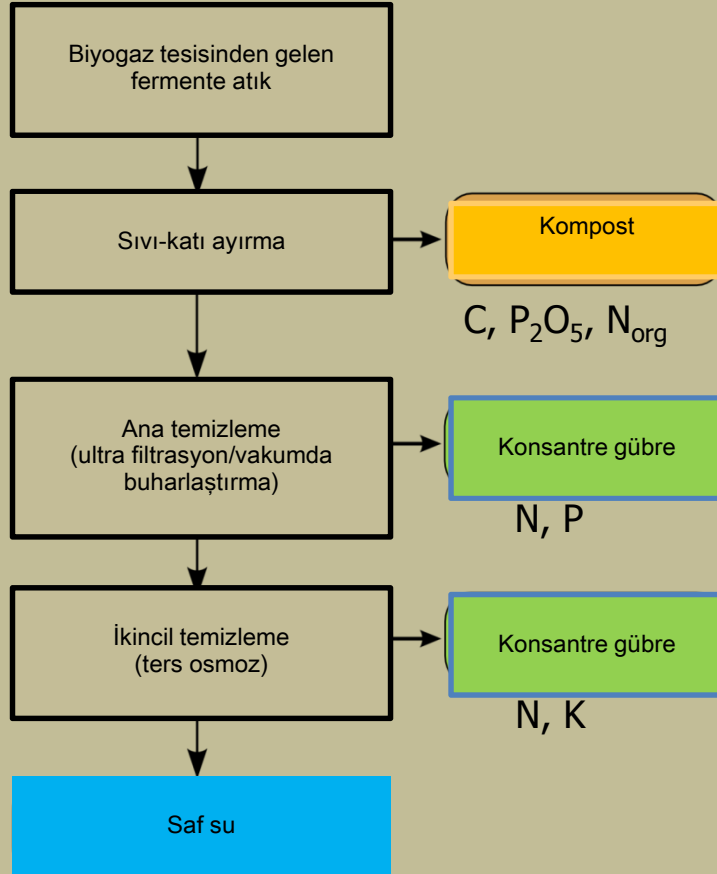


## Karle, Fuessbach, Almanya'da bulunan çiftlikte güneş destekli fermente atık kurutma işlemi ile kombine olan ısı kuplajlı mikrogaz türbini



# Komple besin maddesi ayırma

## ⇒ P2O5 + N Eliminasyonu



- Kompleks işlemleri, gelişmiş teknoloji gerektirmektedir
- Yüksek enerji ihtiyacı
- Yalnızca 700 kW<sub>el</sub> kapasiteden büyük biyogaz tesislerine ekonomik olarak uygulanabilir



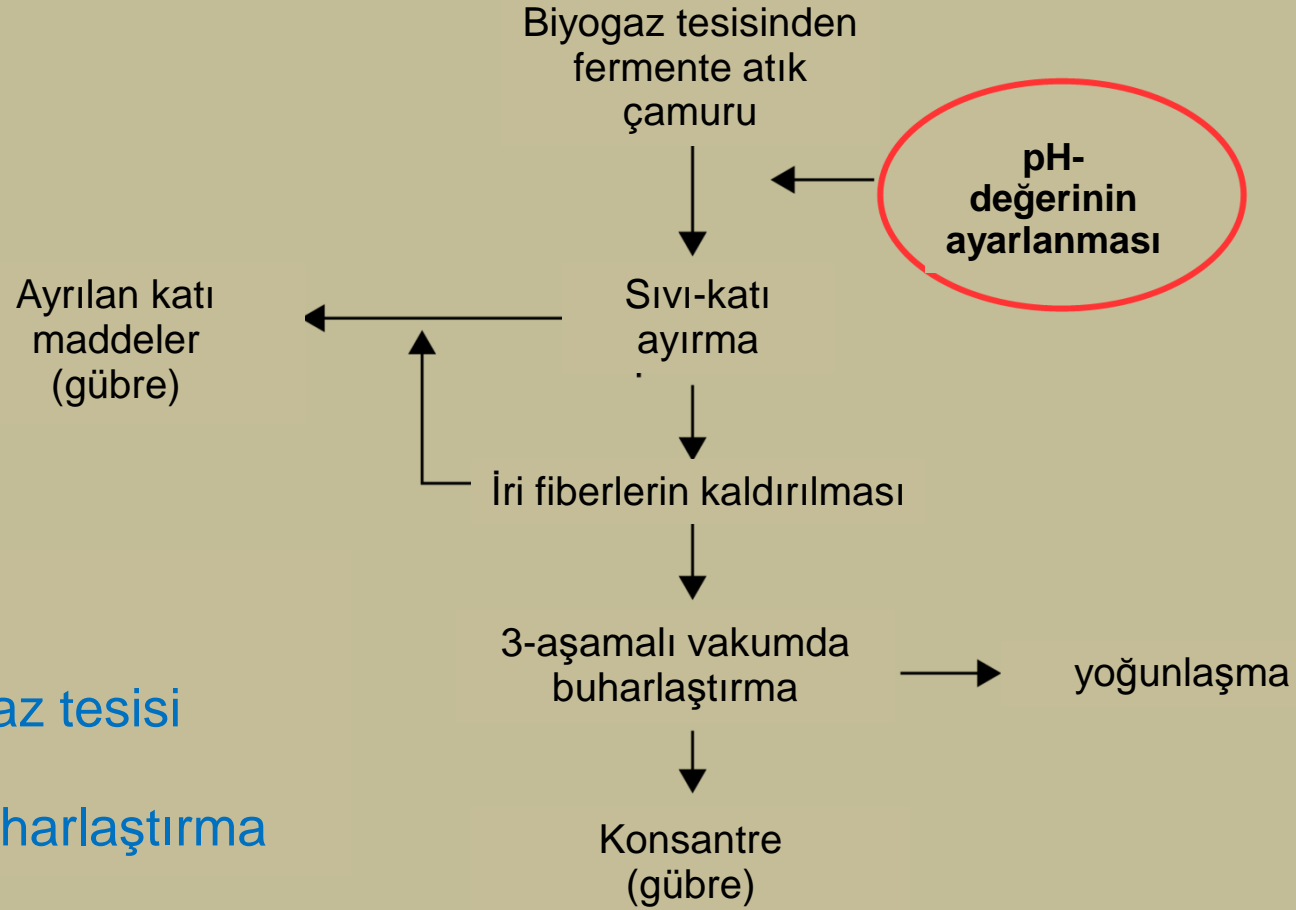
## Komple ayırma - **Membran teknolojisi**



Quelle: [www.haase-energietechnik.de](http://www.haase-energietechnik.de) 2007

- Anaerobik fermente atık = en iyi hazırlama
- İri ve lifli malzemenin iyi şekilde kaldırılmasını gerektirmektedir (DM içeriği  $\approx$  % 1)
- Daha iyi AD ve katı ayırma gerçekleştirildiğinde, daha iyi membranlar oluşturulur!

# Komple ayırma - (Vakum-) Buharlaştırma



Örnek:

3-MW biyogaz tesisi

Vakumda buharlaştırma

source: www.aquasystems-tech.de

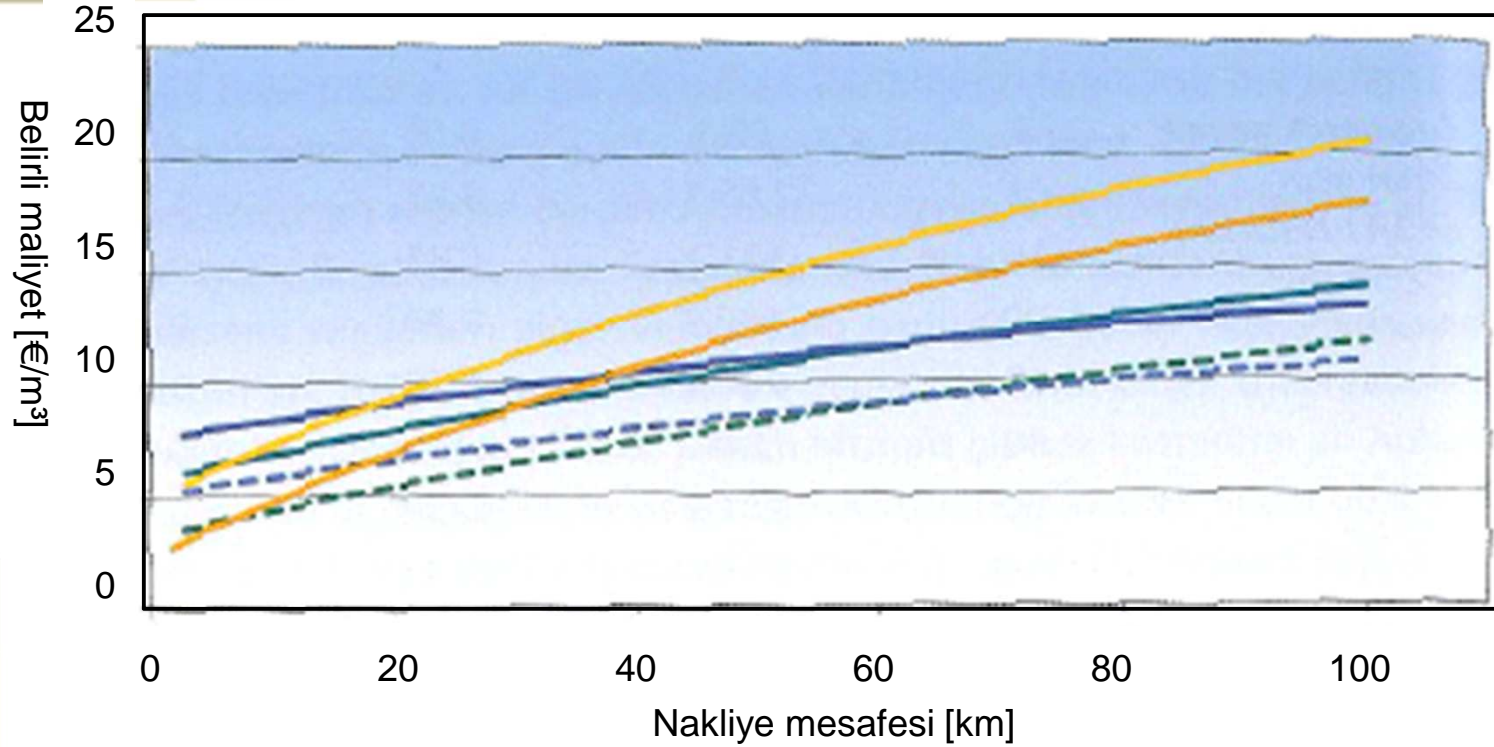
## Komple ayırma Gerekli olan nedir?

- Basıncın kullanılması veya artan ısıнын kullanılması için **yüksek enerji ihtiyacı mı ??**
- Fermente atık çamuru cihaz üzerinde **tortu** oluşturabilir  
⇒ Fermente atık çamuruna uygun cihaz seçmek
- Membran teknolojisine veya vakumda buharlaştırmaya girmeden önce **çözünmez maddelerin** ( $> 0,2 \text{ mm}$ ) **temizlenmesini** tamamlama  
⇒ Doğru olmayan katı madde kaldırılması, hata oranını artırmaktadır



⇒ **Temizleme ve Onarım, günler almakta ve artan maliyete sebep olmaktadır!**

## Nakliye mesafesine bağı olarak çıkan maliyetler



- 2 römorklu traktör (her biri 14 t yükleme kapasitesi)
- 2 römorklu çekici (her biri 14 t yükleme kapasitesi) + 2,5 €/m³ maliyet
- Motorlu kamyon (25t)
- Motorlu kamyon (25t) + 2,5 €/m³ çıktı maliyeti
- Çıkış için kendinden hareketli birim + erişim aracı
- Vakum varilli çekici

## Ayrılmış malzeme – ya şimdi???

- 1 madde ➡ 2-4 farklı malzeme akışı
- Konsantre besin maddeleri yüksek tuz yüklerinden oluşabilir
- Konsantre besin maddeleri, özel gübre karışımı verir
- Kendi çiftliğinde kullanma (kısmi besin maddesi çıkarma)
- Pazarlama?
- Pazarlama kanalları?
- Kalite güvencesi ve kontrol



İyi planlama ve strateji  
ortakları gerektirir



TÜRK-ALMAN  
BİYOGAZ PROJESİ



T.C.  
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK  
BAKANLIĞI



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

giz

Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Bu proje Uluslararası İklim Girişimi'nin bir parçasıdır. Federal Alman Çevre, Doğa Koruma ve Nükleer Güvenlik Bakanlığı bu girişimi Alman Parlamentosu kararı ile desteklemektedir.

# Biyogaz Eğitim Semineri

## Fermente atıktan elde edilen gübre yönetimi

### 4. Arıtma Maliyetleri/Karlılık

# Hayvan dışkılarının arıtma maliyetleri

Teknoloji	Enerji (kWh/t)	Maliyet (€/m <sub>3</sub> )	Uygulama
Katı gübrelerin oluşturulması	5 -50 (Havalandırma sistemi ile dönüştürme)	12,4 – 37,2	Çiftlik boyutunda sınırlama yok
Çam kabuğu ile kümes hayvanı gübresinin oluşturulması	n.s.	8,1 (€/t)	Test aşaması
Anaerobik göletler	Düşük	n.s.	Sınırlı
Sıvı domuz gübresinin biyolojik arıtımı	16 (5,6 % DM)	6,1	Geniş çiftlikler
Sıvı gübrenin havalandırılması	10 - 38	0,7 - 4	Kapsamlı deneyim
Mekanik ayırma	0,5 – 4 (kWh/m <sub>3</sub> )	1,4 – 4,2	Kapsamlı deneyim
Tavuk gübresinin yakılması	Üretim	18 (€/t)	> 130.000 besi hayvanı
Tavuk gübresinin buharlaştırılması ve kurutma işlemi	30 (kWh/m <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O)	> 2,3	Test aşaması
Sıvı domuz gübresine katkı maddeleri	Üretim	0,5 – 1 (€/hayvan)	Rutin

## Arıtma maliyetleri

Bir Danimarka biyogaz üreticisinin bilgisine göre dekanter ayırma işlemine ait toplam maliyet t başına 1,- €'dur. Danimarka'daki bu fiyat, birçok geniş sığır çiftliği için kar edilebilirdir.

Buharlaştırıcıdaki sonraki ayırma, daha maliyetlidir (t başına yaklaşık 3.40 €). Bu masraf, gelişmiş serpme ile birlikte gübrenin daha iyi kullanılmasıyla tasarruf edilen nakliye maliyetleri sayesinde amorti edilmelidir.

İşletmenin çevresinde kullanılamayan fraksiyona yönelik uzun mesafeli nakliye karlı olacaktır

Fermente atığın ekonomik değeri, yılda LU başına 10 € olarak gösterilmekte veya aşağıdaki şekilde besin maddelerine bağlı olmaktadır:

55 €/ t N,

56 €/ t P,

28 €/ t K.



## Kısmi ayırma – karlılık

Gübre değerinin gelişimi:

	Nitrojen		Fosfat		Potasyum
Cost of nutrients (€/kg)	0,60		0,45		0,35
Besin maddeleri	Miktar C1 (kg/t)	Değer C1 (€/t)	Miktar C2 (kg/t)	Değer C2 (€/t)	Δ Değeri C2 – C1 (€/t)
N	9,69	5,81	11,5	6,90	1,09
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,97	2,24	13,82	6,22	3,98
K <sub>2</sub> O	5,29	1,85	8,35	2,92	1,07
					<b>Σ = 6,14</b>



In areas where P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> is not required, the one step treatment and external transport make sense and could be profitable.

**Fermente atık arıtımı ve iyileştirme işlemine yönelik belirli maliyetlerin karşılaştırılması**  
**(KTBL 2008)**

	<b>Fermente atık çıktısı</b>	<b>Ayırma</b>	<b>Bantlı kurutucu</b>	<b>Membran teknikleri</b>	<b>Konsantra syon</b>	<b>Sıyırma</b>
	[€/m <sup>3</sup> fermente atık]					
Sabit giderler	1,62	2,15	4,01	5,19	3,03	5,07
Enerji ve sarf malzeme	0,29	0,30	3,74	2,77	7,03	3,42
Nakliye ve çıktı	4,42	4,77	4,53	3,17	2,82	2,21
<i>Brüt giderler</i>	<i>6,33</i>	<i>7,23</i>	<i>12,28</i>	<i>11,13</i>	<i>12,88</i>	<i>10,70</i>
Besin maddeleri	-4,40	-4,40	-4,26	-4,40	-4,40	-4,38
Kojenerasyon kar payı	-	-	-1,23	-	-2,15	-0,88
<i>Net giderler</i>	<i>1,94</i>	<i>2,82</i>	<i>6,80</i>	<i>6,72</i>	<i>6,32</i>	<i>5,43</i>

Örnek vaka Senaryo	Örnek 1 Dekanter Santrifüj	Örnek 2 Dekanter Santrifüj Ultra filtrasyon Ters osmoz
Dekanterden sonraki toplam fermente atık miktarı	65 190	69 385
Sıvı fermente atık miktarı	24 745	27 995
Katı fermente atık miktarı	6 860	7 775
UF filtrat miktarı	-	23 800
RO süzöntü miktarı	-	17 850
<b>Yatırımlar</b>		
Fermente atık depolama (Aylar, Depolama, 50€/m3)	618 625	-
Konsantre depolama (35€/m3)	-	104 125
Katı fermente atık depolama	160 067	181 417
4 ay için depolama kapasitesi 70€/m3)	12 000	30 000
Ekipman salonu	6%	6%
Faiz oranı	25	25
Amortisman periyodu	61 853	24 684
<b>Depolama yıllık gelir</b>		
Dekanter-santrifüj	110 000	110 000
Çevresel ekipmanlar (Ara fermente atık depolama, boru tesisatı, pompa)	35 000	35 000
Ultra filtrasyon ekipmanı	-	270 000
Ters osmoz ekipmanı	-	210 000
Membran filtrasyon çevresel ekipmanları (Ara depolama, pompalar, boru tesisatı)	-	70 000
Ekipman yatırımı	145 000	695 000
Faiz oranı	6%	6%
Amortisman periyodu	10	10
<b>Ekipman yıllık gelir</b>	19 701	94 428
<b>Toplam yıllık gelir</b>	<b>81 554</b>	<b>119 112</b>

Fuchs and Drosig, 2010

Örnek vaka Senaryo	Örnek 1 Dekanter Santrifüj	Örnek 2 Dekanter Santrifüj Ultra filtrasyon Ters osmoz
<b>Current costs</b>		
Cari maliyetler	4 350	20 850
Toplam onarımlar (%3)		
Enerji maliyetleri (güç maliyeti 10€ Sent /Kws, Isı maliyeti 0 € Sent/kWs)		
Dekanter		
Güç gereksinimi 3,5 kWs/m3	22 817	24 825
UF-Ultrafiltrasyon		
Güç gereksinimi 12 kWs/m3	-	33 594
RO-Ters Osmoz		
Güç gereksinimi 6 kWs/m3	-	14 280
<b>İşletim kaynakları</b>		
Dekanter		
Çökeltme maddesi (120 g/m3, 1,2€/kg)	-	9 991
UF-Ultra filtrasyon		
Acaline temizleme maddesi (1000 l/a, 2 €/l)	-	2 000
Asit temizleme maddesi (1000 l/a, 2 €/l)	-	2 000
Membran değişimi (Akış=12 l/m2.h, 25 €/m2, devamlılık: 2 a)	-	3 574
RO-ters osmoz		
RO-sülfürik asit (1,5 kg/m3, 0,12 € kg)	-	4 284
Antiscalant (20 ml/m3, 3,5 €/l)	-	1 666
Acaline temizleme maddesi (400 l/a, 2 €/l)	-	800
Asit temizleme maddesi (400 l/a, 2 €/l)	-	800
Membran değişimi (Akış= 12 l/m2.h, 25 €/m2, devamlılık: 2 a)	-	2 327
<b>Diğer işletim kaynakları</b>	-	3 000
<b>Personel maliyetleri (20 €/h)</b>		
Dekanter (1 h/d, 333 çalışma günü)	6 667	6 667
UF-Ultra filtrasyon (2,5 h/d, 333 çalışma günü)	-	16 667
RO-Ters osmoz (1,5 h/d, 333 çalışma günü)	-	9 990
<b>Toplam cari maliyetler</b>	<b>33 833</b>	<b>156 773</b>

Fuchs and Drosig, 2010



Örnek vaka	Örnek 1	Örnek 2
Senaryo	Dekanter-santrifüj	Dekanter-santrifüj Ultra filtrasyon Ters osmoz
Toplam maliyet (yatırım+cari)	115 387	275 885
Çıktı maliyetleri		
Harici fermente atık tasarrufu (10 €/t)	247 450	-
Katı fermente atık kullanımı (6,5 €/t)	44 590	50 538
Çıktı maliyetler miktarı	292 040	50 538
Toplam maliyetler miktarı	407 427	326 423
Toplam miktar (ihraç edilen m3 fermente atık başına)	12,89	10,33

*Fuchs and Drosig, 2010*

# Sonuç

- Besin maddeleri = problem (üretim fazlası)  $\Rightarrow$  besin maddesi ayrımı ve ihraç tek çözüm olabilir
- Ancak: dikkatlice hesaplayın (pahalı teknoloji) ve besin maddeleri piyasasına yönelik ihtiyaçlara dikkat edin
- Bunun yanı sıra: hangi besin maddesinden kurtulmanız gerekiyor – bunlar nerede? (sıvı ve katı evre arasındaki besin maddeleri)
- Komple besin maddeleri kaldırma işlemi, yalnızca büyük biyogaz tesislerinde uygulanabilir - 1 – 1,5 MW'dan küçük tesisler için değildir
- Artan ihtiyaç ve biyogaz tesislerinin artıştaki boyutları, teknoloji fiyatlarının azalmasına sebep olabilir

# Biyogaz Eğitim Semineri

## Fermente atıktan elde edilen gübre yönetimi

### 5. Yasal Koşullar

Çıktı malzemeye ve tavsiye edilen analiz ölçeğine göre  
fermente atık açıklaması

<i>Fermente atık açıklaması</i>	<i>Biyogaz çamuru</i>	<i>Fermente Atık</i>	<i>Fermente Atık</i>
Çıktı malzeme faktör grubu	Faktör grubu 1	Faktör grubu 2	Faktör grubu 3
Çıktı malzeme	Tarımdan ve ormancılıktan ilk ürün	İyileştirme ve tarımsal ürünlerin arıtımından gelen kalıntılar	Diğer biyogenik kalıntılar (biyolojik atıklar, hayvan yan ürünleri)
Analiz ölçeği	Besin maddeleri	Besin Maddeleri, Ağır Metaller	Besin Maddeleri, ağır metaller, organik zararlı madde, hijyen

*Fuchs and Drosig, 2010*



Seçilen gübre kaynaklarının yaklaşık besin maddesi konsantrasyonuna ait  
Birleřik Krallığa ait örnek (kg/m<sup>3</sup> veya kg/t yaş ağırlık) (MAAF, 2000)

Besleme stoku	DM %	Total N	NH4-N	P	K	S	Mg
Süt sığırı amuru	6	3.0	2.0	0.5	2.9	0.4	0.4
Domuz amuru	4	4.0	2.5	0.9	2.1	0.4	0.2
Kümes hayvanları:							
Katman Gübre	30	16.0	3.2	5.7	7.5	1.5	1.3
Et Tavuęu/Hindi	60	30.0	12	10.9	15	3.3	2.5
Pislięi							
Çiftlik Gübresi							
Sığır	25	6.0	0.6	1.5	6.7	0.7	0.4
Domuz	25	7.0	0.7	3.1	4.2	0.7	0.4

Çiftlik alanı üzerinde nitrojen yüklemesini düzenleyen ulusal limitlere, fermente atık ve bunun yayılma zamanına yönelik gerekli depolama kapasitesine ait örnek (*Nordberg, 1992 ve Al Seadi, 2009 Tebliği ile değişik*)

	Maksimum besin maddesi yükü	Gerekli depolama kapasitesi	Yayılma için zorunlu zaman
Avusturya	170 kg N/ha/yıl	6 ay	28 Şubat – 5 Ekim
Danimarka	170 kg N/ha/yıl (sığır) 170 kg N/ha/yıl (domuz)	9 ay	1 Şubat – hasat
İtalya	170-500 kg N/ha/yıl	90-180 gün	1 Şubat -1 Aralık
İsveç	170 kg N/ha/yıl (ha başına besi hayvanından hesaplanan)	6-10 ay	1 Şubat – 1 Aralık
Kuzey İrlanda	170 kg N/ha/yıl	4 ay	1 Şubat – 14 Ekim
Almanya	170 kg N/ha/yıl	6 ay	1 Şubat -31 Ekim Tarıma elverişli arazi 1 Şubat – 14 Kasım Otlak

**Fermente atık ve ham çamurda patojen ve nematod (T90) hayatta kalma zamanlarının karşılaştırılması (<sup>1</sup>Bendixen, 1994; <sup>2</sup>ADAS tarafından gerçekleştirilen Test; <sup>3</sup>Bohm ve diğerleri 1999)**

	Biyogaz Sistemi			Ham çamur	
Patojen	70°C (saniye)	53°C (saat)	35°C (gün)	18-21°C (hafta)	6-16°C (hafta)
Salmonella T. <sup>1</sup>	6	0.7	2.4	2.0	5.9
Salmonella D. <sup>1</sup>	6	0.6	2.1		
Coliform bacteria <sup>1</sup>	20	0.6	3.1	2.1	9.3
Staphilococcus Aureus <sup>1</sup>	8	0.5	0.9	0.9	7.1
Mycobacterium Para TB <sup>1</sup>	8	0.7	6.0		
Strep faecalis (FS) <sup>1</sup>	3,92 dak.	1.0	2.0		
Group D Streptococci <sup>1</sup>	20	?	7.1	5.7	21.4
M Bovis (TB) <sup>2</sup>	90	nt	nt	22.0	nt
Nemotod Larvası <sup>3</sup>	<0.6	<0.7	<2.4	<2.0	<5.9

1774/2002 regülasyonuna ve biyogaz üretiminde besleme stoku olarak kullanıma yönelik koşullara göre insan tüketimine yönelik olmayan hayvan yan ürünlerinin kategorisi (*Kirchmayr ve diğerleri , 2003*)

Kategori	Malzeme
KATEGORİ 1 Biyogaz / AD arıtımı için uygun değil	
KATEGORİ 2 Birincil arıtma olmaksızın biyogaz tesisinde işlenebilir	Sindirim sistemi içeriği ile gübre (ciddi bulaşıcı hastalıkların yayılma riski yoksa sindirim sisteminden ayrılır), süt ve ağız sütü
KATEGORİ 2 Buhar basıncı ile sterilizasyon işleminden sonra biyogaz tesisinde işlenebilir	Kategori 2 olarak sınıflandırılan tüm malzemeler (örnek olarak telef olmuş hayvanlar veya kesilmiş hayvanlar, ancak insan tüketimine yönelik olmayanlar)
KATEGORİ 3 1774 nolu regülasyonun 15nci maddesine uygun olarak biyogaz tesisinde işlenebilir	Kategori 3 olarak sınıflandırılan tüm malzemeler (örnek olarak gıda maddesi endüstrisinden, et içerikli atıklar, insan tüketimine uygun hayvanların kesimhane atıkları)
KATEGORİ 3 Uyulacak olan koşullara ve yöntemlere veya ulusal düzenlemeye göre onaylanan biyogaz tesislerinde işlenebilir	Yemek hizmeti atıkları, nakliye yoluyla uluslar arası kaynaklı olanlar hariç (örnek olarak uluslar arası uçuş ve hızlı trenler v.s. oluşan yemek hizmeti atıkları)

## Tarımsal uygulama için bertaraf gereksinimleri

**Grup 1** Grup 2 Grup 3 Grup 4

### GRUP 1 : Tarımsal ve ormancılık temel üretimden gelen çıktılar

Örnek

AVV numarası Açıklama

020702 Alkol damıtımından gelen atıklar: meyve suyu, tahıl veya patates ezme, çamur

020107 Ormancılık atıkları: kabuk, kereste, kereste kalıntıları

030101 Kabuk ve mantar atıkları, ahşap iyileştirme atıkları arıtımı

Bölge II ve 50 günü aşkın işlerde izin verilmez

Gübrelerle yönelik talimatlara uygun olarak besin maddeleri  
(toplam -N, Amonyum-N, Fosfat)

## Tarımsal uygulama için bertaraf gereksinimleri

Grup 1 **Grup 2** Grup 3 Grup 4

### GRUP 2 : Tarımsal gübreler

	AVV numarası	Açıklama
Örnek	020106	Hayvan dışkıları : kümes hayvanları dışkıları, domuz ve siğir çamuru, gübreler
Su koruma ve su toplama havuzlarındaki çıktılar	Bölge II ve 50 günü aşkın işlerde izin verilmemektedir	
Analiz edilecek parametreler	Gübrelere yönelik talimatlara uygun olarak besin maddeleri (toplam -N, Amonyum-N, Fosfat) Tedbir (örnek: toplu hayvancılık için): Bakteri, parazit, diğer hayvan maddelerini oluşturan spor	

## Tarımsal uygulama için bertaraf gereksinimleri

Grup 1 Grup 2 **Grup 3** Grup 4

### GRUP 3 : Tarımsal ürünlerin iyileştirilmesi ve arıtımından gelen kalıntılar

AVV numarası Açıklama

040221 Arıtılmamış tekstil ipliğinden gelen atıklar: selüloz içeren fiberler, fabrika fiberleri, pamuk

200108 Organik biyolojik olarak ayrıştırılabilen yemek ve yemekhizmeti

020799 Alkollü ve alkolsüz içeceklerin üretimi: malt granül, bira granül, bira fabrikası, şarap posası, maya kalıntısı çamuru

Örnek

030105 Talaş, ahşap iyileştirme ve arıtma, mobilya üretimi

Hassas alanlar ile birlikte, su koruma ve toplamada izin verilmemektedir; uygun yönetim ve ilave analizler ve daha üst limitlerin kabul edilmesi ile koruma bölgesi III için muafiyet

Gübrelerle yönelik talimatlara uygun olarak besin maddeleri (toplam -N, Amonyum-N, Fosfat)

Muafiyet için: ağır metaller, salmonella PAH, AOX, yüzey aktif maddeler, bakteri, parazit, antibiyotik, diğer hayvan maddelerini oluşturan spor

## Tarımsal uygulama için bertaraf gereksinimleri

Grup 1 Grup 2 Grup 3 **Grup 4**

### GRUP 4 : diğer organik atıklar (biyolojik atıklar, hayvan yan ürünleri)

Örnek

AVV numarası Açıklama

020203 Yağ atıkları (balık veya et iyileştirme)

020204 Yağ süzgeci, flotasyon artıkları (balık ve et iyileştirme)

- Yol kenarları ve endüstriyel bölgelerden gelen maddeler

- Et yiyen hayvanlar ve kirlenmiş alanlardan gelen dışkılar  
(Hayvanat bahçesi hayvanlarından, hayvan barınaklarından, köpek eğitim alanlarından kesilmiş otlardan gelen dışkılar)

200302 Piyasa atıkları(yalnızca biyolojik olarak ayrıştırılabilen kısımlar)

Hassas alanlarla birlikte su koruma ve toplama havuzlarında izin verilmemektedir; muafiyet yok

**Gübrele ilgili yönelik talimatlara uygun olarak besin maddeleri (toplam -N, Amonyum-N, Fosfat)**

Kanuni talimat :

Uygulanabilir ise: ağır metaller, salmonella PAH, AOX, yüzey aktif maddeler, bakteri, parazit, antibiyotik, diğer hayvan maddelerini oluşturan spor



## Analiz sıklığı

Sürekli olarak ve 1 yıllık eşit oranda dağıtılan. En az:

- 3000 t/a'dan daha küçük akış kapasitesine sahip tesisler için altı aylık
- 3000 t/a'dan daha küçük akış kapasitesine sahip tesisler için üç aylık

Özellikle, ortak substratların değişim tipi ve oluşumu veya fermantasyon işlemindeki değişim için besin maddesi içeriğindeki belirli değişime yönelik ilave analizler

## Kalite Mührü için Gereksinim

### Riskler

Fermente atık yayılımı, aşağıdaki ortamlar üzerinde kirletici birikimine sebep olabilir

- toprak üzerinde
- sızıntı suyu bölgesinde
- yer altı suyunda

### Kalite sistem mührü gereksinimi

- İhtiyari kalite mühürleri, yeterli değildir (ilaçlar, temizleme maddeleri, virüs/bakteri...)
- Biyogaz işletmecisinin kalite güvencesi, özellikle su koruma ve toplama havuzlarına yönelik fermente atık yayılımı için olmak üzere sınır değerler için önemlidir.
- Sağlık normu ile ilgili olmama durumunda alternatif: faal (termik) geri dönüşüm

# İlginiz için teşekkür ederiz!



## **Türk-Alman Biyogaz Projesi**

Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH  
And Sokak No: 8/11  
06680 Cankaya/Ankara, TURKEY

T +90 312 466 7056  
T +49 6196 79830 007  
E [biogas-tr@giz.de](mailto:biogas-tr@giz.de)  
I [www.giz.de](http://www.giz.de)  
I [www.biyogaz.web.tr](http://www.biyogaz.web.tr)

Yazar:  
Michael Köttner, International Biogas and Bioenergy  
Centre of Competence (IBBK)