



TÜRK-ALMAN  
BİYOGAZ PROJESİ

### 3. Biogas-Training

## *Örnek Vaka: Biyogaz Tesisi*

Birgit Pfeifer, 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.

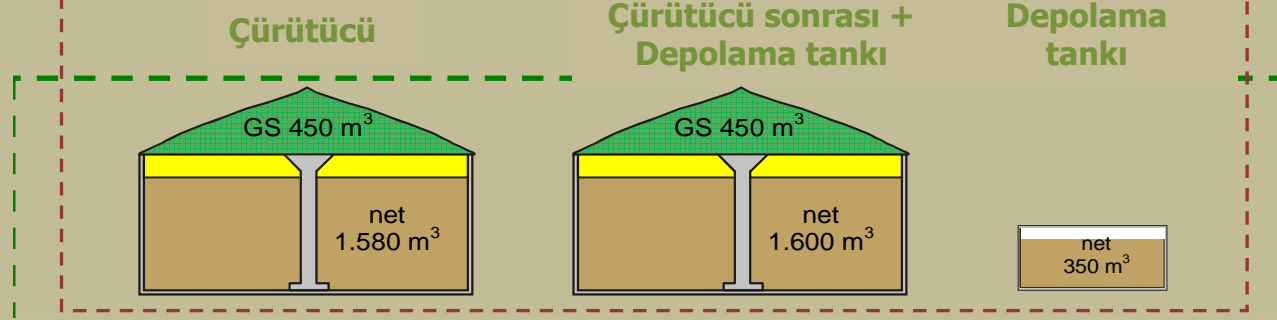


## Örnek vaka

- Konfigürasyon
- Geçmiş
- Substratlat
- Teknoloji
- Kükürtsüzleştirme
- Motor
- Önizleme

Aşama 1; 190 kW el.

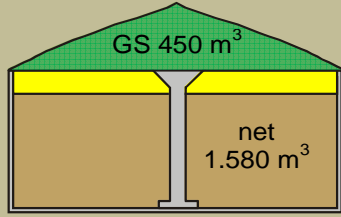
## Konfigürasyon Planlaması



Aşama 1; 190 kW el.

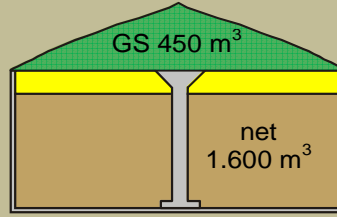
## Konfigürasyon Planlaması

Çürütücü



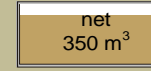
Çürütücü

Çürütücü sonrası + Depolama tankı

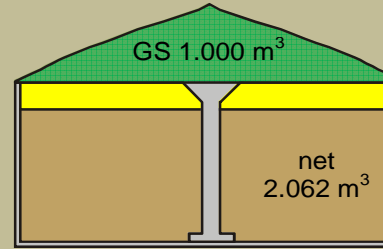


Çürütücü 2

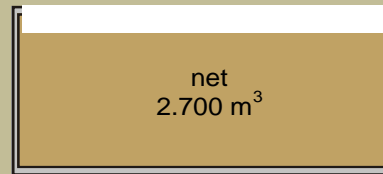
Depolama tankı



Depolama tankı



Çürütücü sonrası + Depolama tankı



Açık depolama tankı

Almanya'da minimum 6 aylık çamur depolama kapasitesine sahip olmalısınız!

Farklı Seviye 1-3'de depolama seviyesi gerektirmektedir:

190 kW<sub>el.</sub>: 1.825 m<sup>3</sup>

440 kW<sub>el.</sub>: 3.300 m<sup>3</sup>

500 kW<sub>el.</sub>: 4.300 m<sup>3</sup>

(Depolama kapasitesi, toplam girdi miktarına, girdi substrat (katı, sıvı) türüne ve özel kütle kaybına bağlıdır.)

Aşama 2: 440 kW<sub>el.</sub>

Aşama 3: 500 kW<sub>el.</sub>

## Yapı Geçmişi: Biyogaz tesisi

|               |  |
|---------------|--|
| Aralık 2006:  | Yapı izni  |
| Nisan 2007:   | İlk hareket ve ilk 190 kW <sub>el.</sub> Kapasiteli KS (Kojenerasyon Sistemi) çalıştırılması   |
| Kasım 2007:   | Federal Kirlilik Kontrol Kanunu'nun yöntemsel sınıflandırmalarına uygun izin   |
| Aralık 2007:  | 250 kW <sub>el.</sub> Kapasiteli ikinci KS'nin çalıştırılması  |
| 2011'e kadar: | Ortalama 420 kW <sub>el.</sub> kapasite güce sahip konfigürasyon seviye 1 ile işletim – ikinci çürütücü sonrası hizmete sokulamamıştır |
| Aralık 2011:  | Toplam 500 kW <sub>el.</sub> kapasiteye sahip üçüncü KS'nin çalıştırılması   |

# Substratlar

- ✓ Mısır
- ✓ Kümes hayvanları dışkısı
- ✓ Piliç dışkısı
- ✓ Sığır dışkısı
- ✓ Tahıl silajı (tüm tesisten)
- ✓ Ot silajı
- ✓ Mısır silajı
- ✓ Sığır gübresi



Toplam miktar: 40 tona kadar

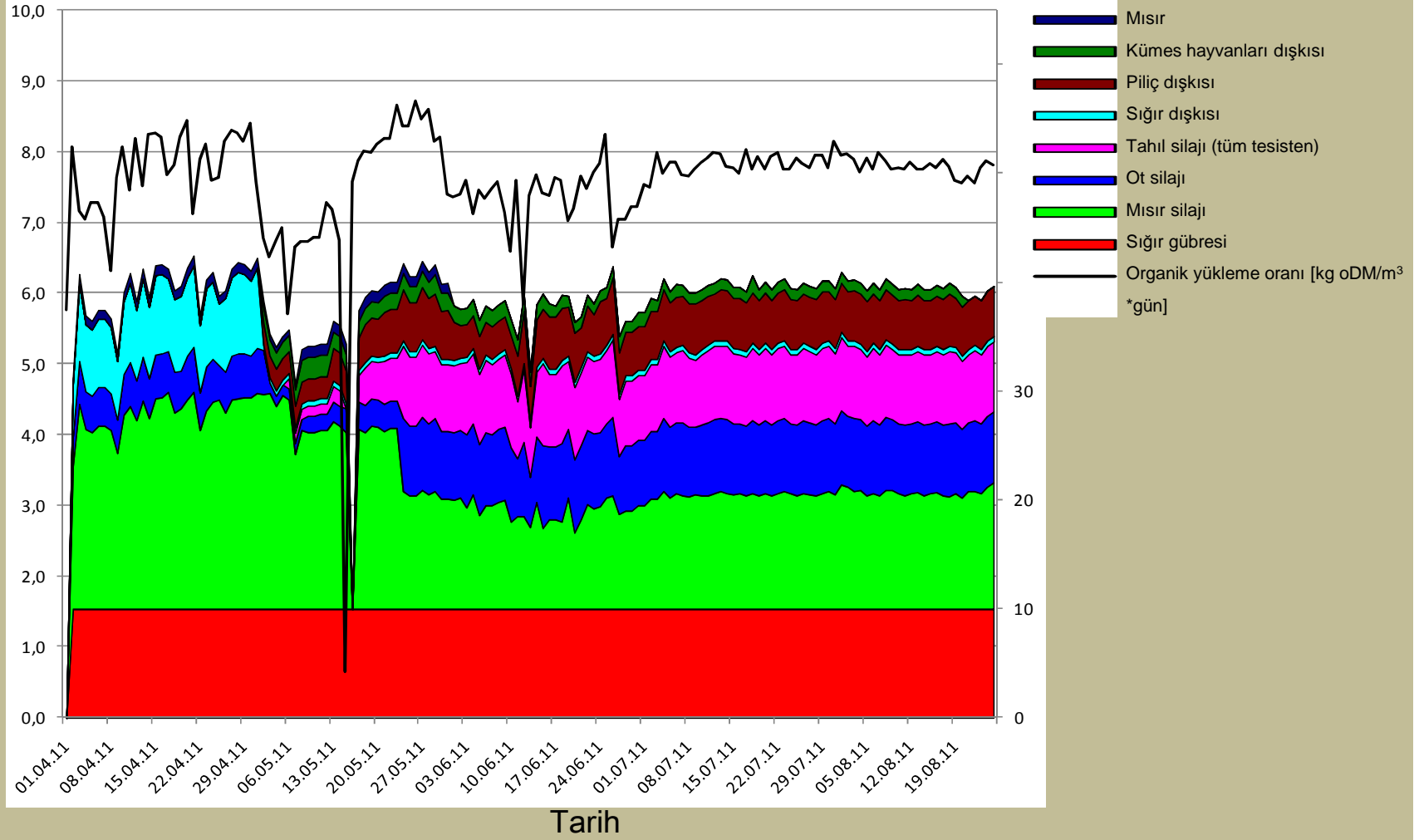
Şunlardan oluşmaktadır:

15 ton: gübre ve dışkı  
( > % 30 Alman teşvik sistemi için)  
25 ton: yenilenebilir ham maddeler



# Girdi malzemelerinin dağıtımı

Organik yükleme oranı [kg oDM/m<sup>3</sup>\*g]



# Besleme cihazı



Katı girdi



## Çürütücüler: teknik özellikler

1. Depolama öncesi tankı: 350 m<sup>3</sup>
2. Ana çürütücü: Ø 19 m / yükseklik 6 m / brüt 1.700 m<sup>3</sup> (net 1.600 m<sup>3</sup>)  
450 m<sup>3</sup> gaz depolamalı hava destekli çatı
3. Çürütücü sonrası: Ø 19 m / yükseklik 6 m / brüt 1.700 m<sup>3</sup> (net 1.600 m<sup>3</sup>)  
450 m<sup>3</sup> gaz depolamalı hava destekli çatı
4. Depolama tankı (eski): 350 m<sup>3</sup>, açık
5. Çürütücü sonrası 2/: Depolama tankı Ø 25 m / yükseklik 6 m / brüt 2.900 m<sup>3</sup> (net 2.100 m<sup>3</sup>, etkili yükseklik 4,20 m), 1.000 m<sup>3</sup> gaz depolamalı hava destekli çatı
6. Depolama tankı: Ø 25 m / yükseklik 6 m / brüt 2.900 m<sup>3</sup> (net 2.700 m<sup>3</sup>, etkili yükseklik 5,50 m), açık – *planlama aşamasında* -



# Çürütücüler: teknik tasarım

1. Depolama öncesi tank: pompa
2. Ana çürütücü: 1 pervaneli mikser ve 1 uzun mikser, paslanmaz çelik ısıtma boruları
3. Çürütücü sonrası: 1 pervaneli mikser, paslanmaz çelik ısıtma boruları
4. Depolama tankı (eski): pompa
5. Çürütücü sonrası 2: 2 pervaneli mikser, paslanmaz çelik ısıtma boruları
6. Depolama tankı: Isıtma sistemi yok, mikserler ?

# Teknik tasarım: Mikser

Pervaneli mikser:



Uzun mikser:



# Teknik tasarım: Isıtma sistemi

Paslanmaz elik ısıtma boruları:



# Teknik tasarım: atı (gaz depolama)

İlk çatı sistemi: Çürütücü 1 ve 2



Vida ile bağlama

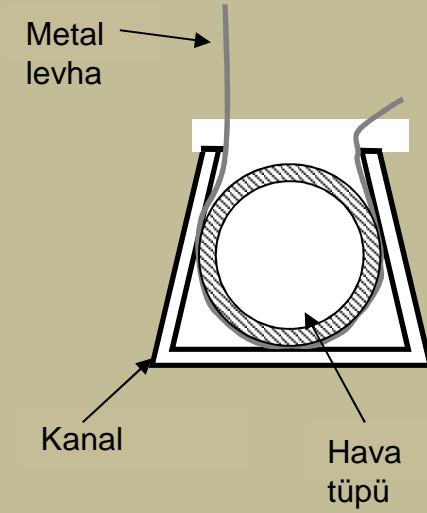


Hava borusu (üfleyiciye)

→ Yoğun işgücü:  
Örn: mikser değiştirilirken/onarılırken

# Teknik tasarım: Çatı (gaz depolama)

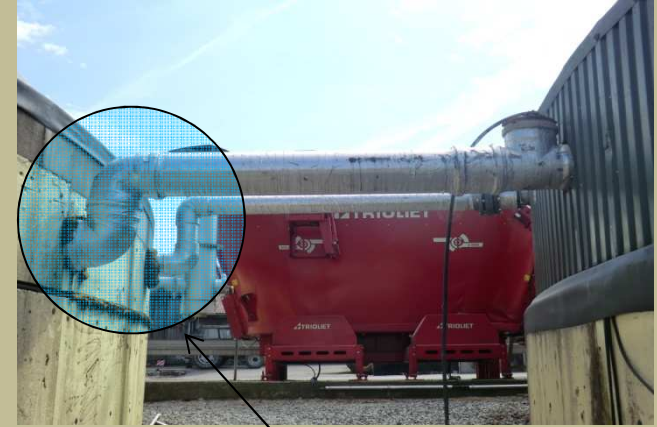
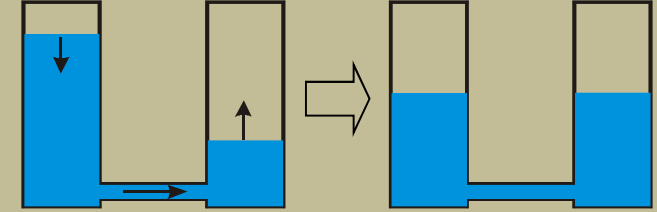
Güncel (geliştirilmiş) çatı sistemi: Çürütücü 3 (Depolama tankı)



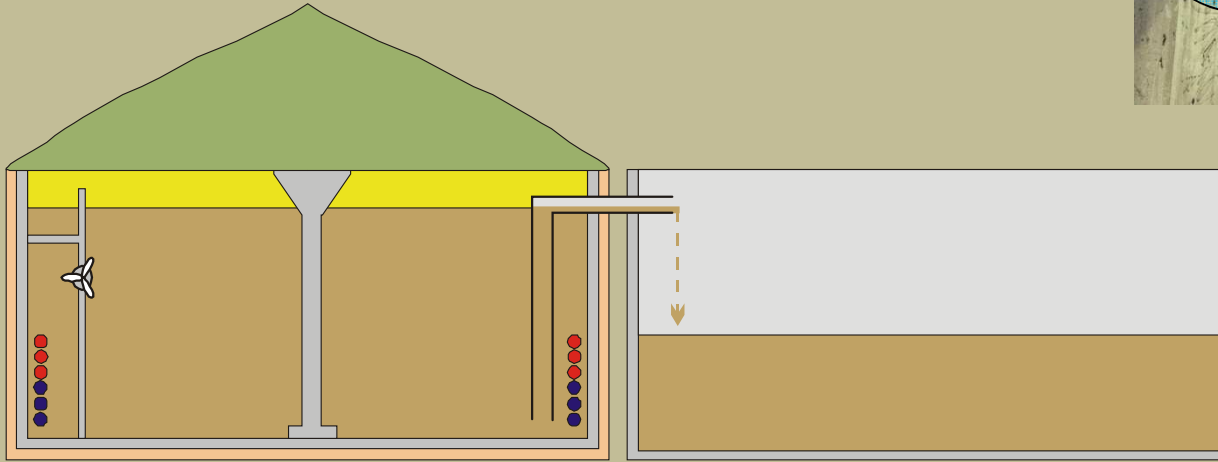
# Aşırı akış sistemi

Birleşik kaplar prensibine göre

- Hidrolik basınç içinden sıvı seviyesi, bağlantı borusu içinde aynı yüksekliktedir
- Sıvı seviyeleri kendi kendilerini dengeler
- Aşırı akış işler



Tıkanma tehlikesi!



## Diğer teknik cihazlar



Aşırı basınç ve alçak basınç valfi



Numune alma



Pencereler

# Kükürtsüzleştirme cihazı



Pompalama kapasitesini belirleyen hava pompası

Bunun yanı sıra...

... Yüksek proteinli substratlar  
kükürtsüzleştirmede sapmaya sebep  
olmaktadır  
Örnek: hindi veya kümes hayvanlarının  
gübresini!

# İnhibitörler

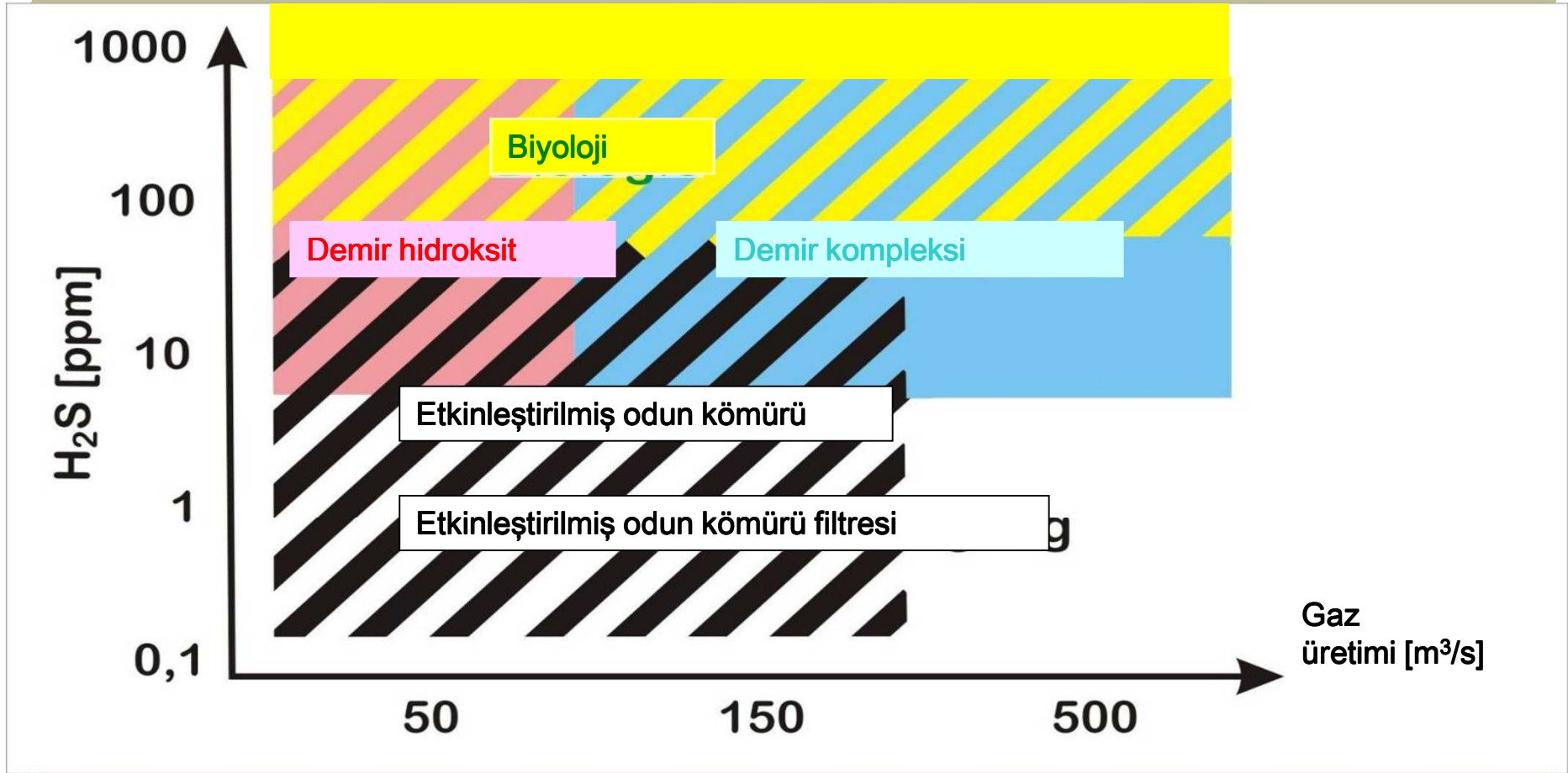
| İnhibitör                        | İnhibitör konsantrasyonu                                | Notlar   |
|----------------------------------|---|--|
| Oksijen                          | >0.1 mg/l O <sub>2</sub>                                | Zor gelişen anaerobik metan bakterisinin engellenmesi  |
| Hidrojen sülfür                  | >50 mg/l H <sub>2</sub> S                               | pH değerinin azalması ile engelleyici etki artar   |
| Uçucu yağlı asitler              | >2,000 mg/l HAC<br>(pH = 7.0)                           | pH değerinin azalması ile engelleyici etki artar. Bakterinin yüksek oranda uyumluluğu.                             |
| Amonyum Nitrat                   | >3,5000 mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup><br>(pH = 7.0) | pH değerinin, sıcaklığın artması ile engelleyici etki artar. Bakterinin yüksek oranda uyumluluğu.                  |
| (Ağır) Metaller                  | Cu > 50 mg/l<br>Zn > 150 mg/l<br>Cr > 100 mg/l          | Yalnızca çözülmüş metaller engelleyici etkiye sahiptir. Sülfür sedimantasyonu ile zehir giderme (detoksifikasyon). |
| Dezenfektanlar<br>Antibiyotikler | Uygulanabilir değil                                     | Engelleyici etki özel üründür.   |

Kaynak: Peter Weiland FAL Braunschweig

# Hidrojen Sülfür

- Biyogaz içinde  $H_2S$  olarak normal ölçülen
- Çürütücü içindeki biyolojik kükürtsüzleştirme sonucu değiştirir
- Kesin değerler eğilimlerden daha az önemlidir.
- Ne yapılabilir:
  - Hava ile biyolojik kükürtsüzleştirme
  - Demir tuzları ile kimyasal kükürtsüzleştirme
  - Sülfürik asitle temizleme maddesi kullanmayın

## Kükürtsüzleştirme → Arıtma opsiyonları



Kaynak: /Schmack, D., Nusko, R., Biogas in Brennstoffzellen – in fünf Jahren serienreif?, 2004/

# Arıtma – biyolojik kükürtsüzleştirme

- Biyolojik kükürtsüzleştirme – en önemli arıtma
- Bakteri metabolik işlemleri ile temel sülfüre okside olmuş  $\text{H}_2\text{S}$   
$$2 \text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{S}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$$
- Sülfür bakterisi, metabolik işlemler için az miktarda oksijene ihtiyaç duyar
- Sulfur bacteria live in gas-filled compartment, not in the substrate  
→ they need areas for colonization (balks, nets, etc.)
- Biological desulfurization takes place in the digester (simultaneous during gas formation) or external (special columns)
- Elementary sulfur accumulate (and will be brought out by fertilization)
- Upper limit between 50 and 200 ppm

# Arıtma – biyolojik kükürtsüzleştirme

- Dahili



*1.400 m<sup>3</sup>/g'ne kadar*



*9.000 m<sup>3</sup>/g'ne kadar*



*Gaz odasına giren  
küçük hava borusu*

# Arıtma – biyolojik kükürtsüzleştirme

- Biyolojik kükürtsüzleştirme – en önemli arıtma
- Bakteri metabolik işlemleri ile temel sülfüre okside olmuş  $H_2S$   
$$2 H_2S + O_2 \rightarrow S_2 + 2 H_2O$$
- Sülfür bakterisi, metabolik işlemler için az oranda oksijene ihtiyaç duyar
- Sülfür bakterisi, gaz doldurulmuş bölümde yaşar, substrat içinde değil → Koloni oluşturmak için alanlara ihtiyaç duyar (ışınlar, ağlar, v.s.)
- Biyolojik kükürtsüzleştirme, çürütücü içinde yer almaktadır (eş zamanlı olarak gaz oluşumu süresince) veya harici durumdadır (özel kolonlar)
- Temel sülfür birikir (ve gübre olarak kullanılacak çamur ile kaldırılır)
- 50 ve 200 ppm arasında daha üst limit

## Arıtma – biyolojik kükürtsüzleştirme



*4 seneden sonra tahtalı çatı  
altındaki temel sülfür örtüsü*

# Biyogazdaki oksijen içeriği

**Maksimum oranda: biyogaz içinde % 1 O<sub>2</sub>**

(% 0,3 – 0,7 O<sub>2</sub> arasındaki biyolojik kükürtsüzleştirme ile “olağan”)

| Ölçülen değerler:: |        |
|--------------------|--------|
| O <sub>2</sub>     | % 0,4  |
| CH <sub>4</sub>    | %52,0  |
| CO <sub>2</sub>    | % 45,5 |

↓

**Biyogaz  
içindeki  
hava  
miktarı:  
% 2,0**

| Ölçülen değerler:: |        |
|--------------------|--------|
| O <sub>2</sub>     | % 1,0  |
| CH <sub>4</sub>    | % 50,5 |
| CO <sub>2</sub>    | % 44,0 |

↓

**Biyogaz  
içindeki  
hava  
miktarı:  
% 5,0**

| Hava içeriği: |        |
|---------------|--------|
| Oksijen       | % 20,9 |
| Nitrojen      | % 78,1 |
| Diğerleri     | % 1,0  |

Unutmayın: Oksijeni  
ölmelisiniz, havayı değil!

Her iki örnekte de asıl  
içerikler (havasız) şu  
şekildedir

→CH<sub>4</sub> = % 53

→CO<sub>2</sub> = % 46

# Arıtma – kimyasal kükürtsüzleştirme

- **Demir-hidroksit ile**
  - Substrat (toz) içine Demir-(III)-hidroksit ekleme
  - Demir sülfür, 50 ppm'den az saflık olarak ayırma
  - yaklaşık 60-70 € sent/kg + nakliye
- **Demir-klorür ile**
  - Demir solüsyon (demir klorür) ekleme
  - Demir sülfür ( $\text{Fe}_2\text{S}_3$ ), 30 ppm'den az saflık olarak ayırma
  - yaklaşık 30-40 € sent/kg (solüsyon konsantrasyonuna bağlı olarak)
  - Demir-klorür: tehlikeli madde

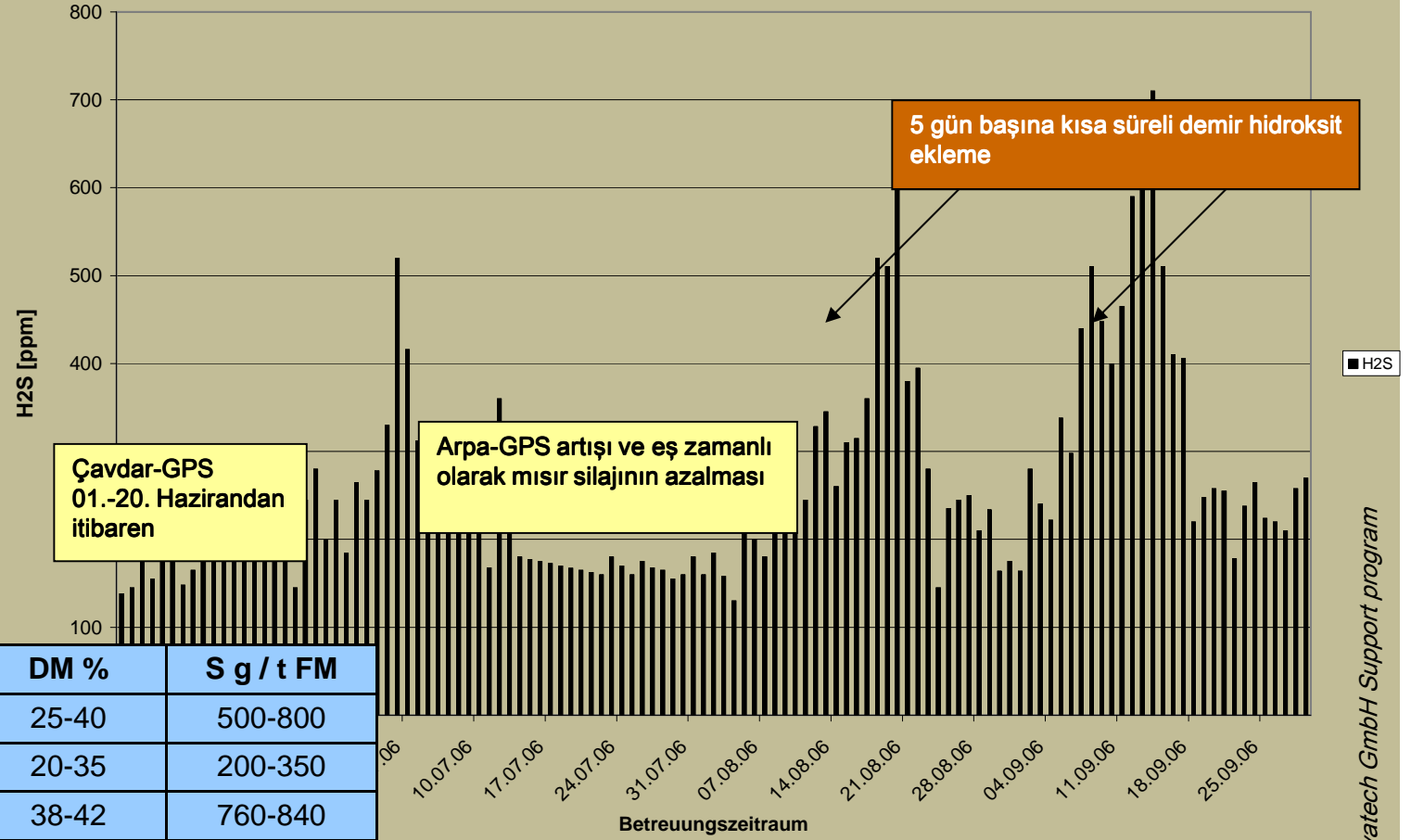
# Kükürtsüzleştirme Arıtımı

## Etkinleştirilmiş karbon filtre

- Harici odun kömürü emicisi, etkinleştirilmiş karbon üzerindeki temel sülfür birikimi
- 1 ppm'den az saflık
- İyot ile doyurulmuş → katalitik aktivite ve yükleme kapasitesi artar
- Öncelikli olarak biyolojik ve kimyasal kükürtsüzleştirme kesinlikle gereklidir, çünkü odun kömürünün geri dönüşümü pahalıdır ve zaman alır

# Biyogazdaki H<sub>2</sub>S

GPS: tüm tesisten silaj



| Substrat      | DM %  | S g / t FM |
|---------------|-------|------------|
| Ot silajı     | 25-40 | 500-800    |
| Mısır silajı  | 20-35 | 200-350    |
| Tahıl silajı  | 38-42 | 760-840    |
| Buğday-GPS    | 40    | 800        |
| Çavdar-GPS    | 25-30 | 500-600    |
| S: saf sülfür |       |            |

Kaynak: Novatech GmbH Support program



## Örnek vaka

- Konfigürasyon
- Geçmiş
- Substratlar
- Teknoloji
- Kükürtsüzleştirme
- Motor
- Önizleme

## Motor odası



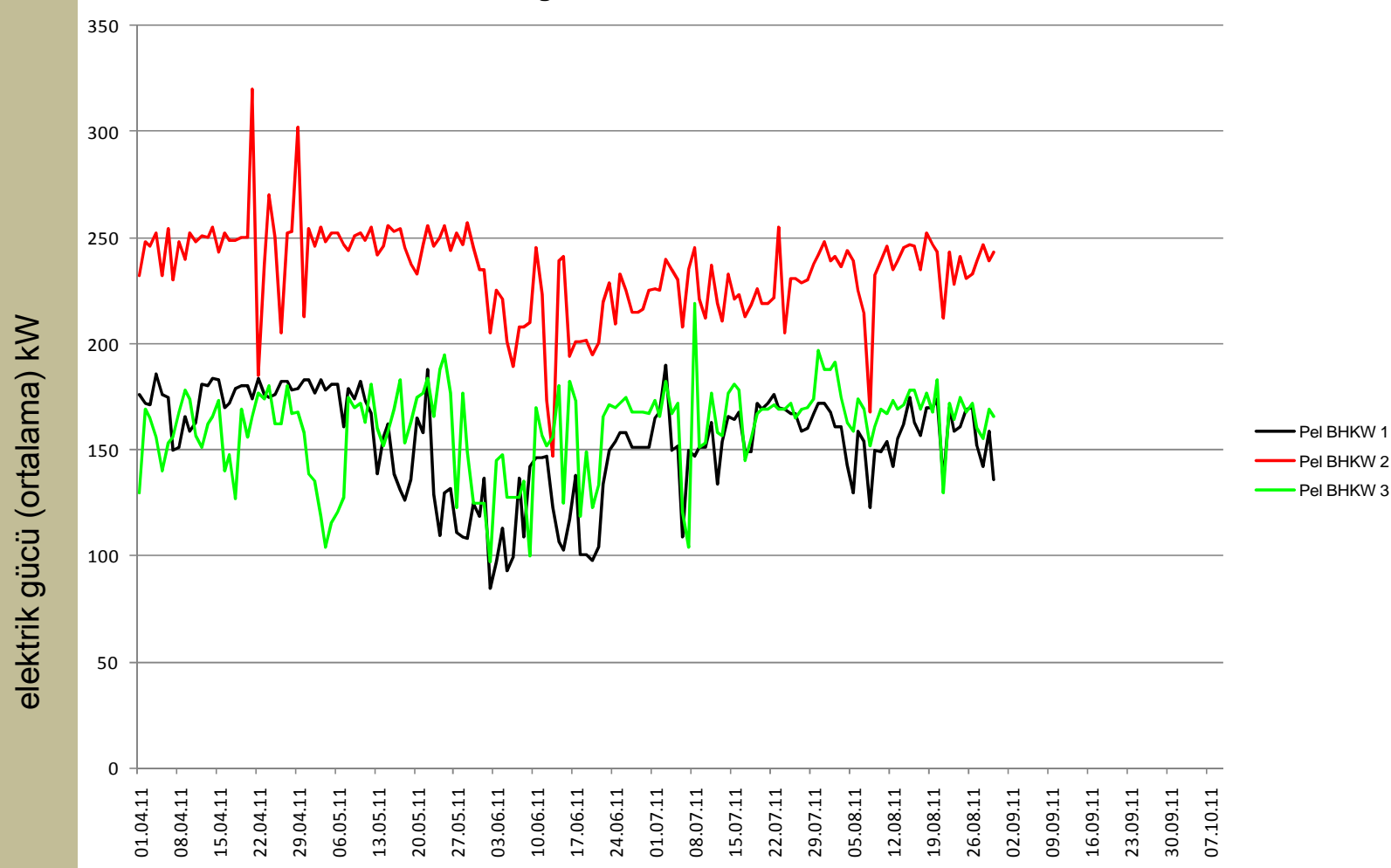
Hava kontrolü için havalandırma ve gaz detektörü,  
İç mekandaki ve konteynırdaki motorlar



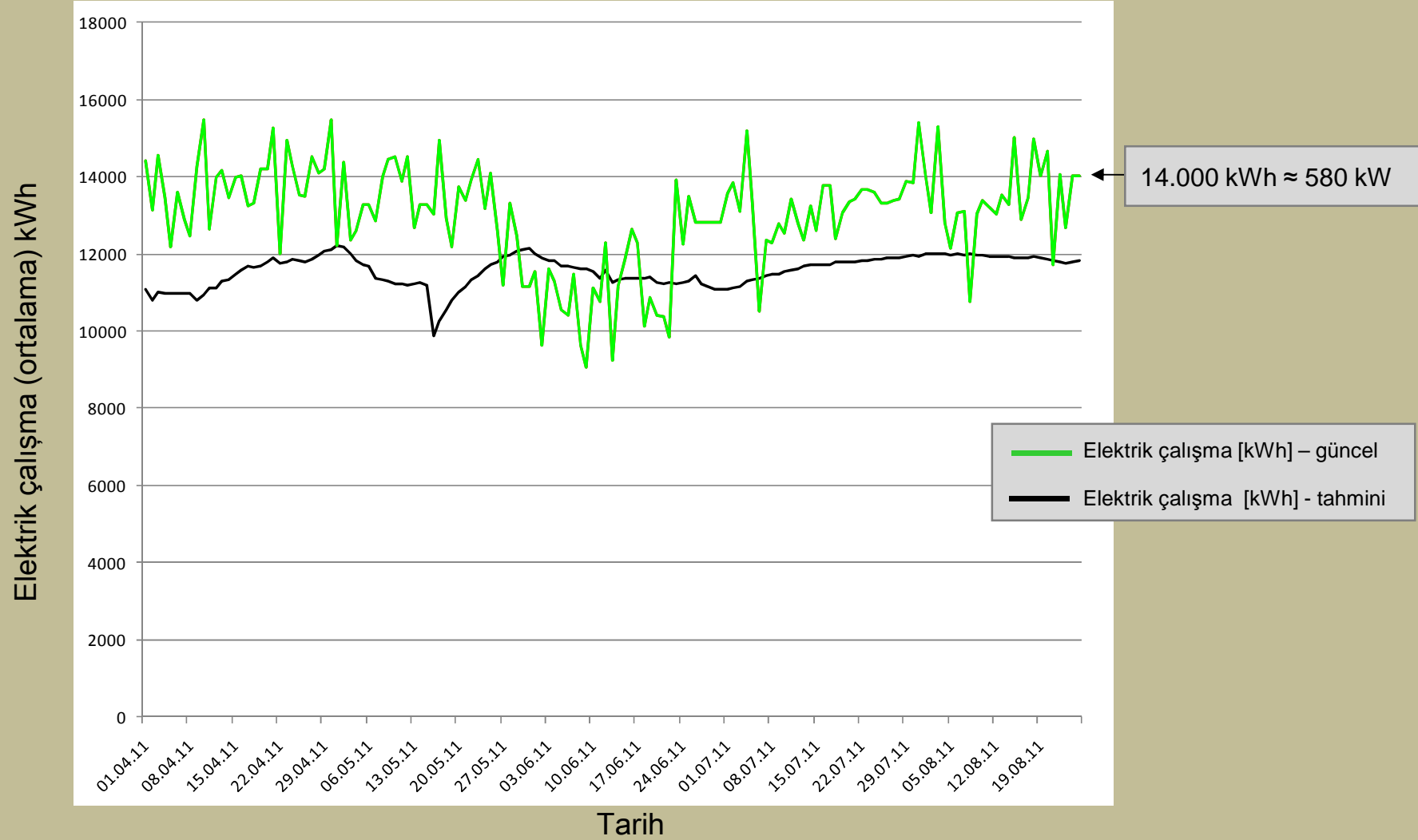
Acil durum soğutucuları

Elektrik, ana şebekeden beslenmektedir  
Isı, yakın çevredeki endüstriyel tesisten beslenmektedir

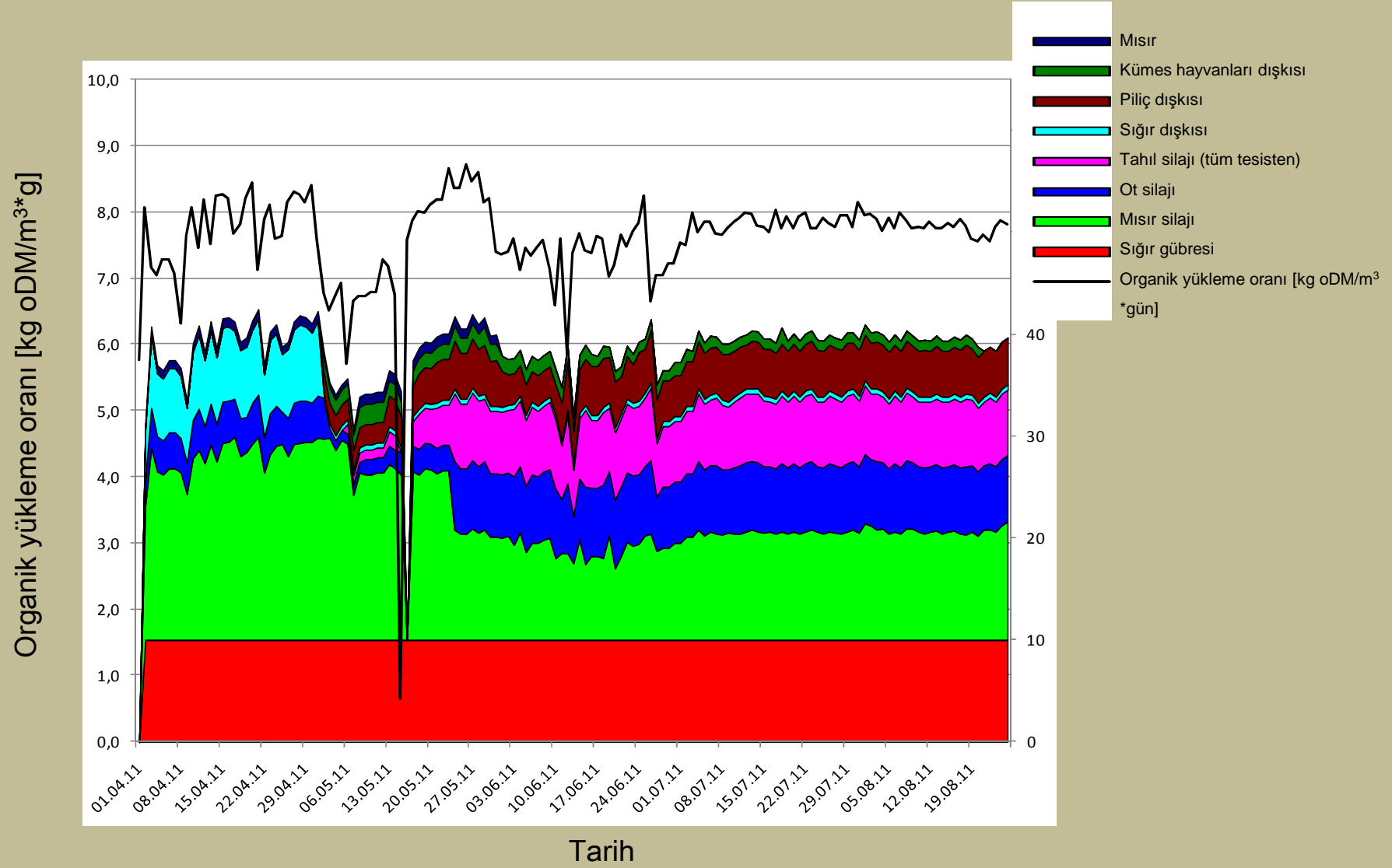
# Elektrik gücü KS (Kojenerasyon Sistemi) 1-3



# Elektrik Elektrik gücü – toplam



# Girdi materyallerinin dağıtımı



# Yapı



Elektrik odası

Motor odası



Pompalama odası

Trafo



# Fermente atık toprak uygulaması

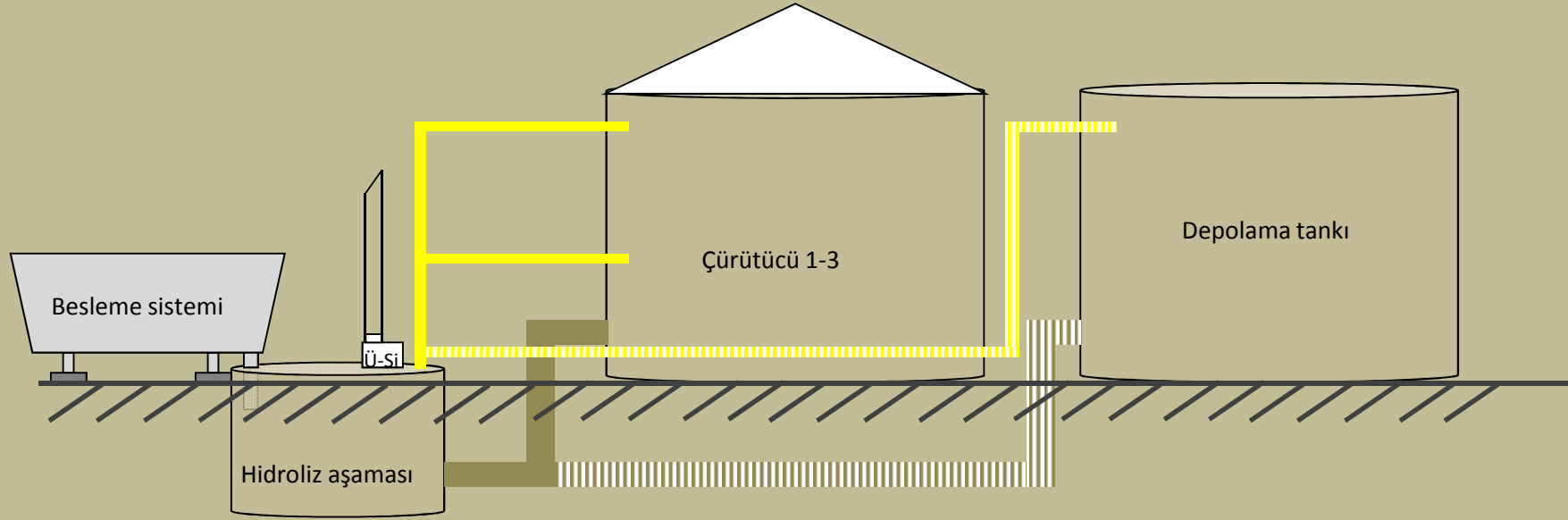


# Önizleme: Ayırma



1. Ayırma ünitesi

# Önizleme: Hidroliz aşaması



Gelecek yıl:  
Eski depolama tankı, hidroliz  
tankı olacak

# 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:

Birgit Pfeifer, International Biogas and Bioenergy Centre  
of Competence (IBBK)