



TÜRK-ALMAN
BİYOGAZ PROJESİ

2. Biogas-Training

Teknolojik Tanıtım ve Ekonomik Hesaplamalar

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

Ankara, 11.07.2011



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.

IBBK ...

... Alman Kurumu, kuruluş 2001

... Sürdürülebilir oluşum ve biyokütleden oluşan enerji kullanımını teşvik etmektedir.

... Çalışma alanları



BİYOGAZ



Tesis Yakıtı



Odun Gazı



Sıvı & Katı Gübre ve Fermente Atık Arıtımı



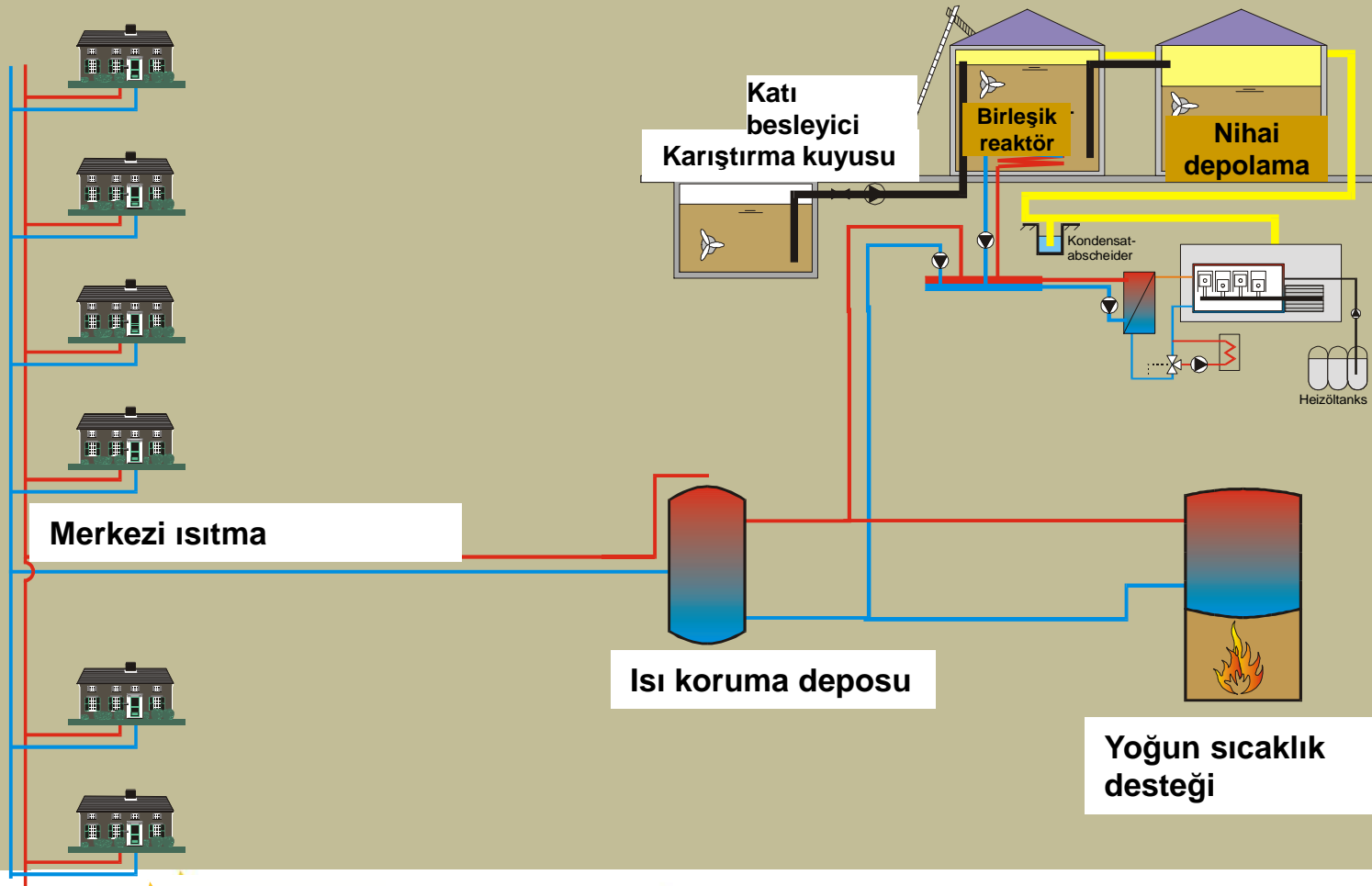
Merkezi Olmayan Atık Su Yönetimi

Biyogas Teknolojisi ile ilgili IBBK Faaliyetleri

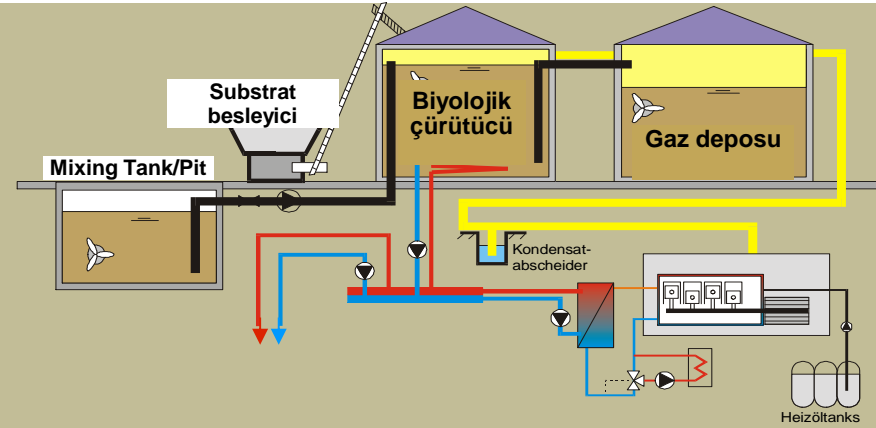
- o Teknik bilgi transferi (uluslar arası atölyeler, çalışma gezileri, eğitim)
- o Küçük ölçekli tesislere destek
- o Planlama, tasarım ve yapılandırmada uzmanlarla iletişim
- o Uzmanlaşmış şirketlerle iletişim
- o Ulusal ve uluslar arası farklı bölgelerde bulunan üyeler ile çalışma ağı oluşturma



Kojenerasyon sistemine sahip bir biyogaz tesisinin bileşenleri



Açıklamalar



Biyogaz Tesisi: Biyogazın işletildiği, depolandığı ve kullanıldığı yerde bulunur, işletim için gerekli olan tüm tesisleri ve binaları kapsamaktadır. Biyogaz oluşumu, organik maddenin fermantasyonu sonucunda elde edilmektedir.

Substratlar: Biyolojik olarak ayrıştırılabilen malzemeler

Anaerobik çürütücü (Reaktör, Fermentör): Substratların mikrobiyolojik olarak ayrıştırıldığı tanktır.

Gaz Depolama Tankı: Ara depolama için gaz sıkıştırma konteynırı.

Fermente atık depolama tankı: Sıvı gübre ve fermente edilmiş substrat (fermente atık) depolama için konteynır ve/veya kuyu.

Motor odası: Gaz temizleme, gaz pompalama ve gaz kullanımının yer aldığı tesis. Gözlem ve geri besleme kontrol sistemlerini içermektedir.

Açıklamalar

Kojenerasyon Tesisi: Kombine ısı ve güç tesisi, elektrik ve ısı kullanımı için hizmet vermektedir.

Patlama Alanları: Tehlikeli patlama ortamının geliştirildiği alanlar. Bu alanlar, yerel ve işletimsel koşullara sebep olmaktadır.

Bölgeler: Patlama alanları, tehlikeli patlama ortamlarının oluşumu sebebiyle bölgelere ayrılmaktadır.

Koruma mesafeleri: Tankın ve buna ait ekipmanın korunması için gaz tankları etrafındaki alanlardır.

Gaz arıtımı: Biyogazın temizlenmesi ve drenajına yönelik kurulumdur.

Gaz kubbesi / Boşluğu: Biyogazın toplandığı ve çıkartıldığı fermantasyon tankının en üst kısmıdır.

Biyogaz Oluşumu

Biyogaz genel olarak metan (% 50 – 80 hacim), karbondioksit (% 20 – 50 hacim), hidrojen sülfid (% 0,01 – 0,4 hacim) oluşmaktadır ve amonyum, hidrojen, nitrojen ve karbon monoksit bulundurmaktadır. Beklemiş katıların bulunması da olasıdır.

Örnek: Metan % 60 hacim, karbondioksit %38 hacim, diğer gazlar %2 hacim

		Biyogaz	Metan	CO2	Doğ.gaz	Propan	Hidrojen
Isıtma değeri	kWh/m ³	6	10		10	26	3
yoğunluk	kg/m ³	1.2	0.72	1.977	0.7	2.01	0.09
Havaya yönelik yoğunluk oranı		0.9	0.55	1.53	0.54	1.51	0.07
Ateşleme sıcaklığı	°C	700	650		650	470	585
Havadaki alevlerin maks. hızı	m/s	0.25	0.47		0.39	0.42	0.43
Patlama hacmi	Vol.-%	6 - 12	4,4 - 16,5		4,4 - 15	1,7 - 10,9	4 - 77
Teorik hava ihtiyacı	m ³ /m ³	5.7	9.5		9.5	23.9	2.4

Kaynak: Novatech

Biyogaz - Isı

Klasik : **Merkezi Isıtma**



**Merkezi
Isıtma-
Boru**



Biyogaz - Isıtma

Alternatif : **Mikrogaz Şebekesi**



**Gaz Borusu
(Daha az basınç)**



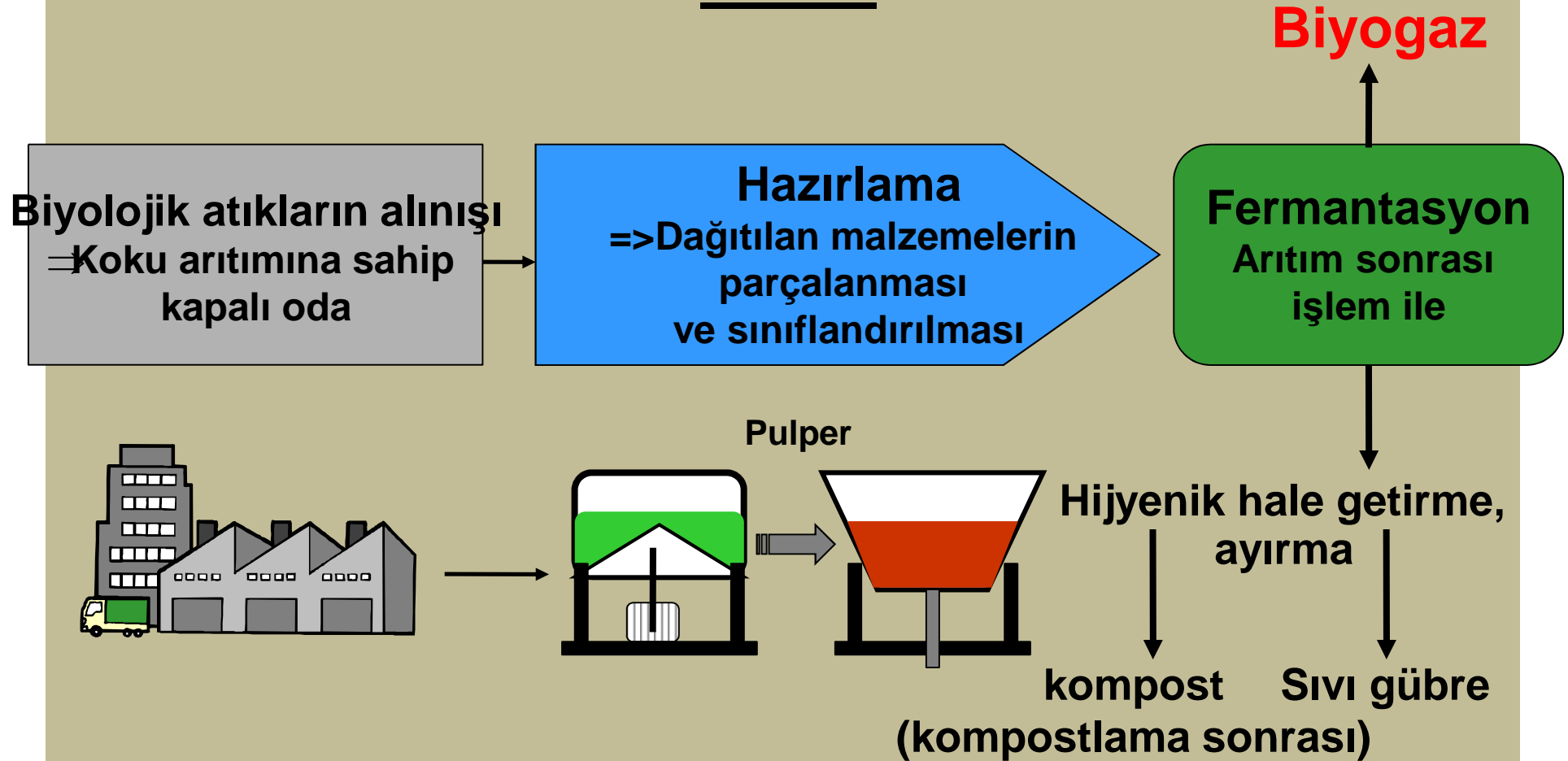
**Uydu-
Kojenerasyon
sistemi**



Teknolojik Gelişimler

- Yüksek basınç, ultrason ve ayırıcı hidroliz ile substratın ön arıtımı
- Biyogaz tesislerinde kendi enerji ihtiyacının azaltılması
- Küçük hacimlerde bekleme süresini azaltmak için yüksek verimliliğe sahip çürütücü teknolojisi
- Enerji üretiminde daha yüksek verim için yakıt hücreleri, mikro gaz türbinleri, ORC üniteleri
- Verimliliği % 45 el. çıkışından daha fazla oranda artırmak için merkezi Kojenerasyon Sistemi ünitelerinde turbo birleştirici

Biyolojik atık çürütmeye yönelik örnek işleme zinciri

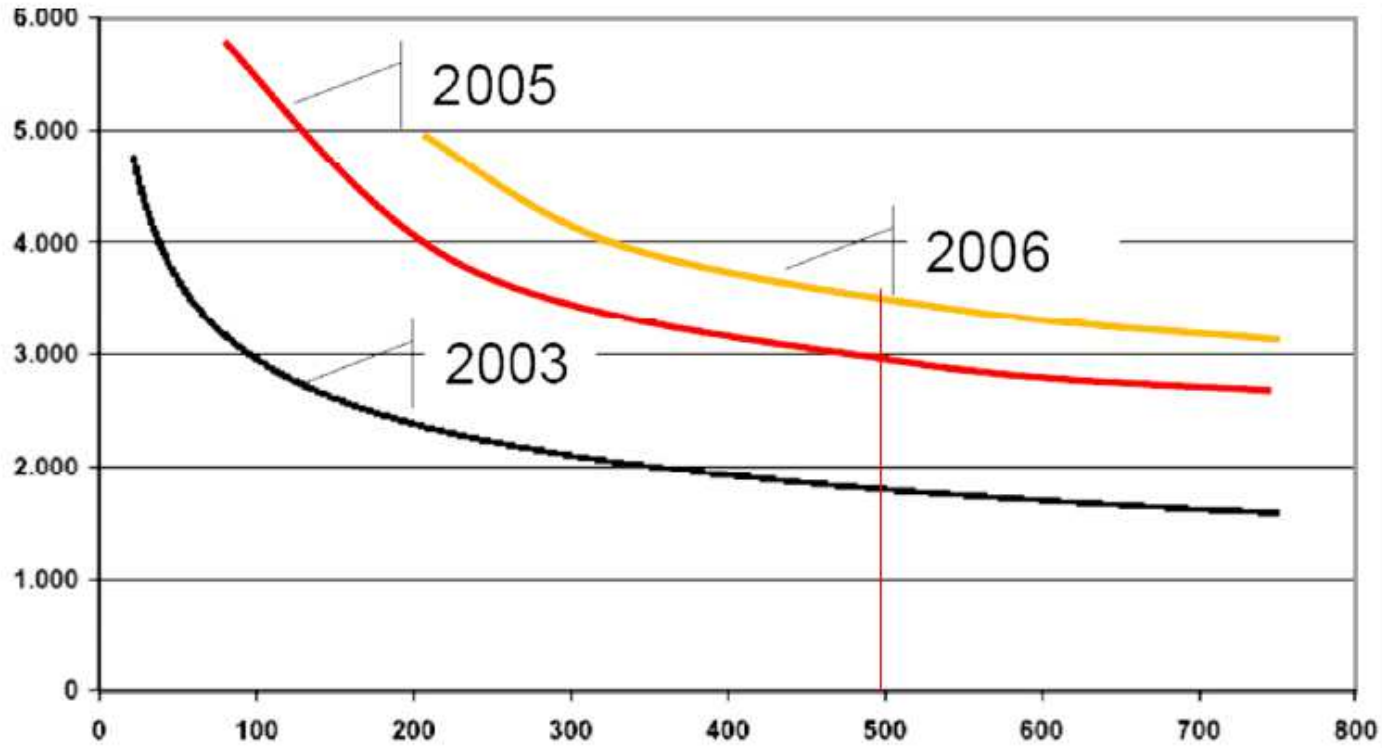


Biyolojik atık arıtma tesislerinin ekonomisi

- o **Kapı ücretlerinden** ve enerji satışlarından kaynaklanan gelir
- o Daha yüksek teknik standart => yüksek yatırım maliyetleri
- o Daha yüksek onay koşulları => daha yüksek maliyetler
- o Tetkik ve test maliyetleri
- o Tarımsal sübvansiyonların olmaması
- o Kısıtlı yayılma olanakları

Biyogaz tesisi yatırım maliyetleri

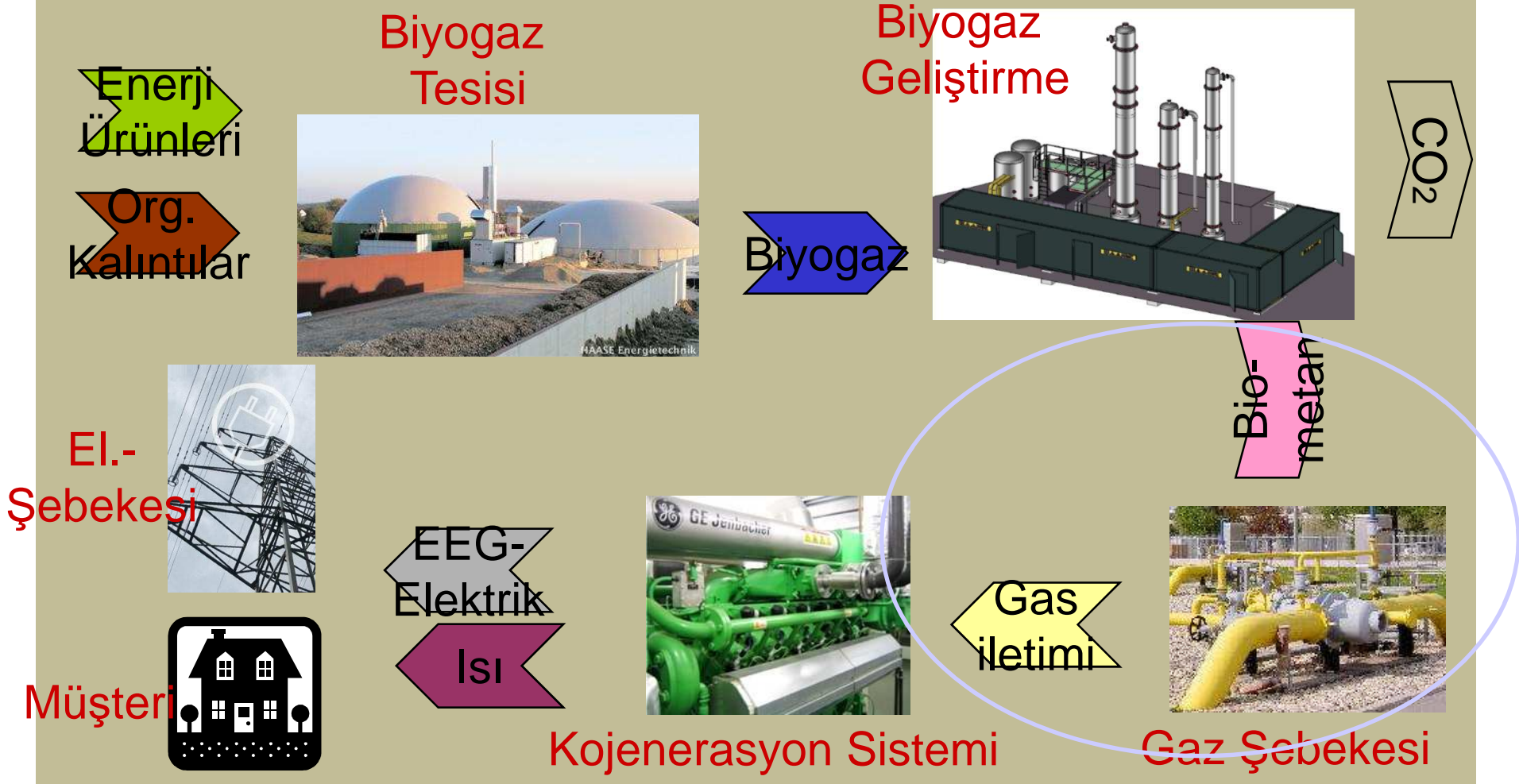
Özel yatırım maliyetleri €/kW_{el}



Kurulu elektrik kapasitesi [kW_{el}]

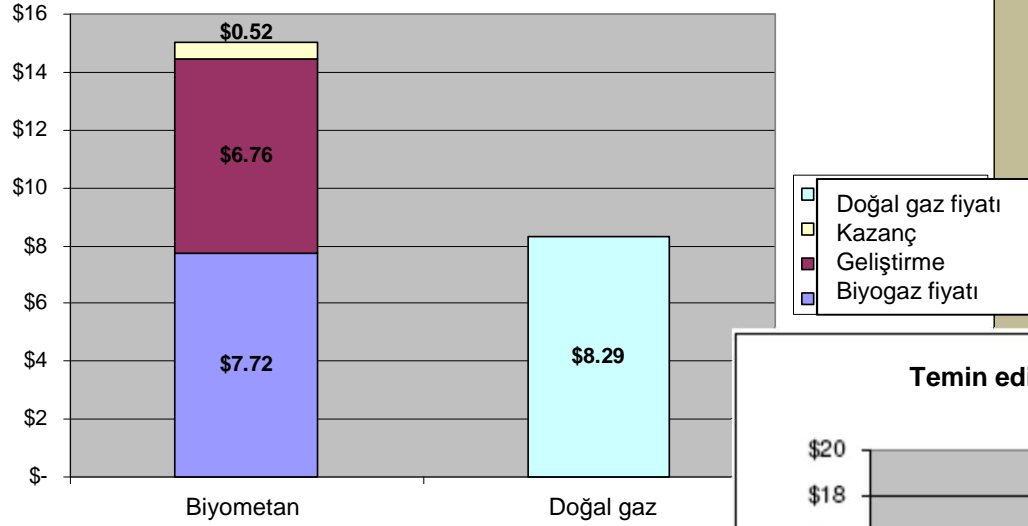
Kaynak: DZ-Bank

Biyogaz Geliştirme ve Kojenerasyon Sistemi

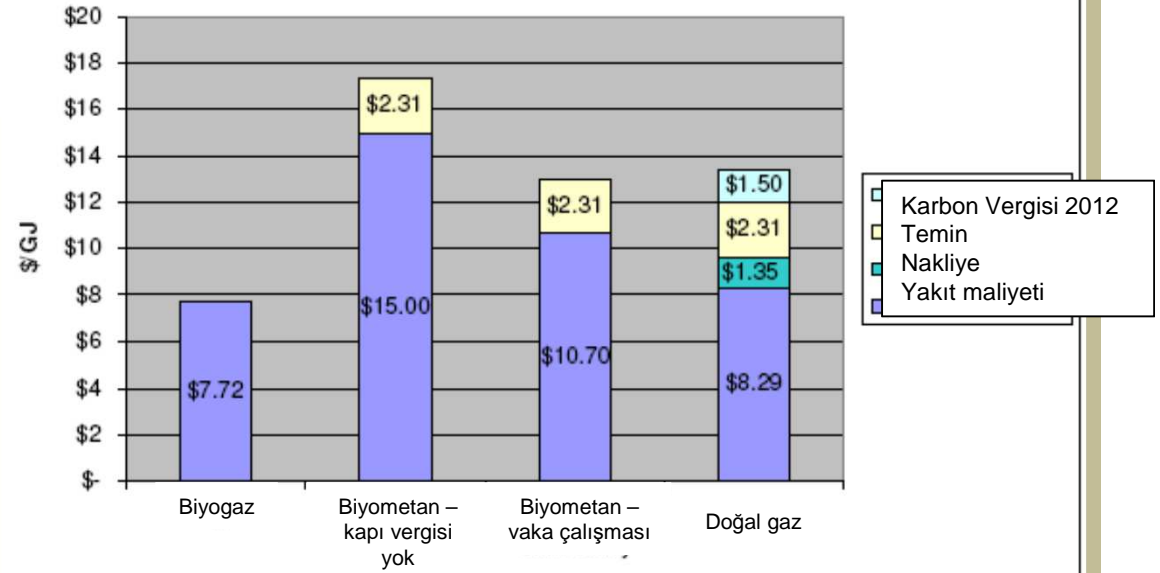


Biyometan ekonomisi Örnek Kanada

En kötü durum biyometan fiyatlandırma



Temin edilen biyometan ve doğal gaz karşılaştırılması



Ham Biyogaz Değeri

			250 kW-tesis	500 kW-tesis
Enerji ürünleri tesisinden	Gübre ile-kar payı	Sadece elektrik	7,5 sent/kWs	7,4 sent/kWs
	Gübre ile-kar payı	Elektrik artı % 50 Isı	8,3 sent/kWs	8,4 sent/kWs
	Gübresiz-kar payı	Sadece elektrik	6,4 sent/kWs	6,7 sent/kWs
	Gübresiz-kar payı	Elektrik artı %50 Isı	7,2 sent/kWs	7,6 sent/kWs
Atık tesisinden		Sadece elektrik	3,9 sent/kWs	4,0 sent/kWs
		Elektrik artı %50 Isı	4,8 sent/kWs	5,0 sent/kWs
Kaynak: top-agrar 1/2010				

Biyogaz hesaplamaları/gas işletimine ait örneklerin tanıtılması

- Substratlar
 - Giren substratların özellikleri
 - Gaz- ve enerji kazançları
- Tesis tasarımı
 - Çürütücü ve besleme stok depolama tasarımı & ölçülendirilmesi
 - Kurulu elektrik gücü
- Ekonomik değerlendirme
 - Farklı performans sınıflarının yatırım maliyeti
 - Cari maliyetler
 - Gelir, kazançlar



Tasarım senaryoları

Tasarım/Hesaplama Temeli:

Kojenerasyon Sistemi yatırımı	1.000	€/kW
Biyogaz tesisi yatırımı	3.600	€/kW
KS Bakımı	1,5	sent/kWs
KS İş yükü	7.500	s/y
Biyogaz tesisi bakımı	2	Yatırım %
Amortisman periyodu	12	Yıl
Faiz oranı	4	%
Tarife garantisi	16,5	sent/kWs

➔ **Kötümser, normal ve iyimser** bir senaryo hesabı yapın

Giren substratlar için maliyet senaryoları

Substrat: Sığır gübresi (sıvı)

	Senaryo	Kötümser	Normal	İyimser
Gaz kazancı:	[m ³ /t _{Sub}]	20	30	40
Metan içeriği		55%		
Elektrik verimi KS		32%	36%	40%
Belirli elektrik kazancı	[kWs/m ³ BG]	1,76	1,98	2,20
Elektrik kazancı	[kWs/t _{Sub}]	35	59	88
İşleme enerjisi (gerekli)	%10	4	6	9
Satışa yönelik elektrik	[kWs/t _{Sub}]	32	53	79
Elektrik satışlarından gelir	[€/t_{Sub}]	5,23	8,82	13,07
KS ünitesi maliyetleri				
Sermaye maliyetleri	[€/t _{Sub}]	0,4	0,7	1,0
Bakım maliyetleri	[€/t _{Sub}]	0,5	0,9	1,3
Biyogaz tesisi maliyetler				
Sermaye maliyetleri	[€/t _{Sub}]	1,2	2,1	3,1
Bakım maliyetleri	[€/t _{Sub}]	0,2	0,4	0,5
Maliyetler toplamı	[€/t_{Sub}]	2,37	4,01	5,93
Maksimum substrat maliyetleri	[€/t_{Sub}]	2,85	4,82	7,13

Giren substratlar için maliyet senaryoları

Substrat: **Tahıl taneleri**

	Senaryo	kötümser	normal	iyimser
Gaz kazancı:	[m ³ /t _{Sub}]	560	600	640
Metan içeriği:		53%		
Elektrik verimliliği KS		32%	36%	40%
Belirli elektrik kazancı	[kWs/m ³ BG]	1,70	1,91	2,12
Elektrik kazancı	[kWs/t _{Sub}]	950	1145	1357
İşleme enerjisi (gerekli)	10%	95	114	136
Satışa yönelik elektrik	[kWs/t _{Sub}]	855	1030	1221
Elektrik satışlarından gelir	[€/t_{Sub}]	141,04	170,00	201,48
KS ünitesi maliyetleri				
Sermaye maliyetleri	[€/t _{Sub}]	10,8	13,0	15,4
Bakım maliyetleri	[€/t _{Sub}]	14,2	17,2	20,4
Biyogaz tesisi maliyetleri				
Sermaye maliyetleri	[€/t _{Sub}]	33,2	40,0	47,4
Bakım maliyetleri	[€/t _{Sub}]	5,9	7,1	8,4
Maliyetler toplamı	[€/t_{Sub}]	64,04	77,19	91,49
Maksimum substrat maliyetleri	[€/t_{Sub}]	77,00	92,81	110,00

Giren substratlar için maliyet senaryoları

Substrat: **Hindi gübresi**

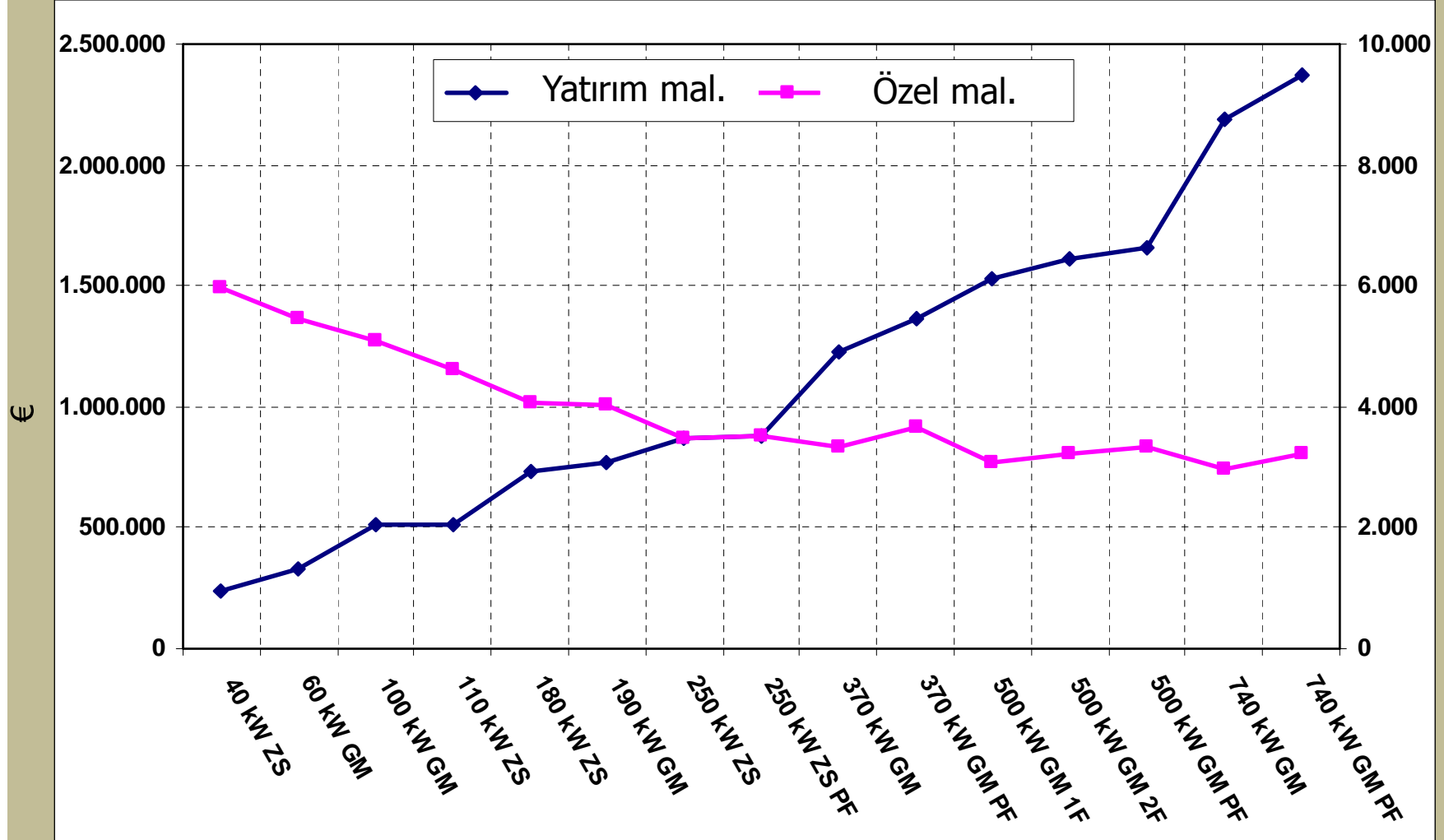
	Senaryo	kötümser	normal	iyimser
Gaz kazancı:	[m ³ /t _{Sub}]	160	200	240
Metan içeriği:		54%		
Elektrik verimliliği KS		32%	36%	40%
Belirli elektrik kazancı	[kWs/m ³ BG]	1,73	1,94	2,16
Elektrik kazancı	[kWs/t _{Sub}]	276	389	518
İşleme enerjisi (gerekli)	10%	28	39	52
Satışa yönelik elektrik	[kWs/t _{Sub}]	249	350	467
Elektrik satışlarından gelir	[€/t_{Sub}]	41,06	57,74	76,98
KS ünitesi maliyetleri				
Sermaye maliyetleri	[€/t _{Sub}]	3,1	4,4	5,9
Bakım maliyetleri	[€/t _{Sub}]	4,1	5,8	7,8
Biyogaz tesisi maliyetleri				
Sermaye maliyetleri	[€/t _{Sub}]	9,7	13,6	18,1
Bakım maliyetleri	[€/t _{Sub}]	1,7	2,4	3,2
Maliyetler toplamı	[€/t_{Sub}]	18,64	26,22	34,96
Maksimum substrat maliyetleri	[€/t_{Sub}]	22,41	31,52	42,03

Giren substratlar için maliyet senaryoları

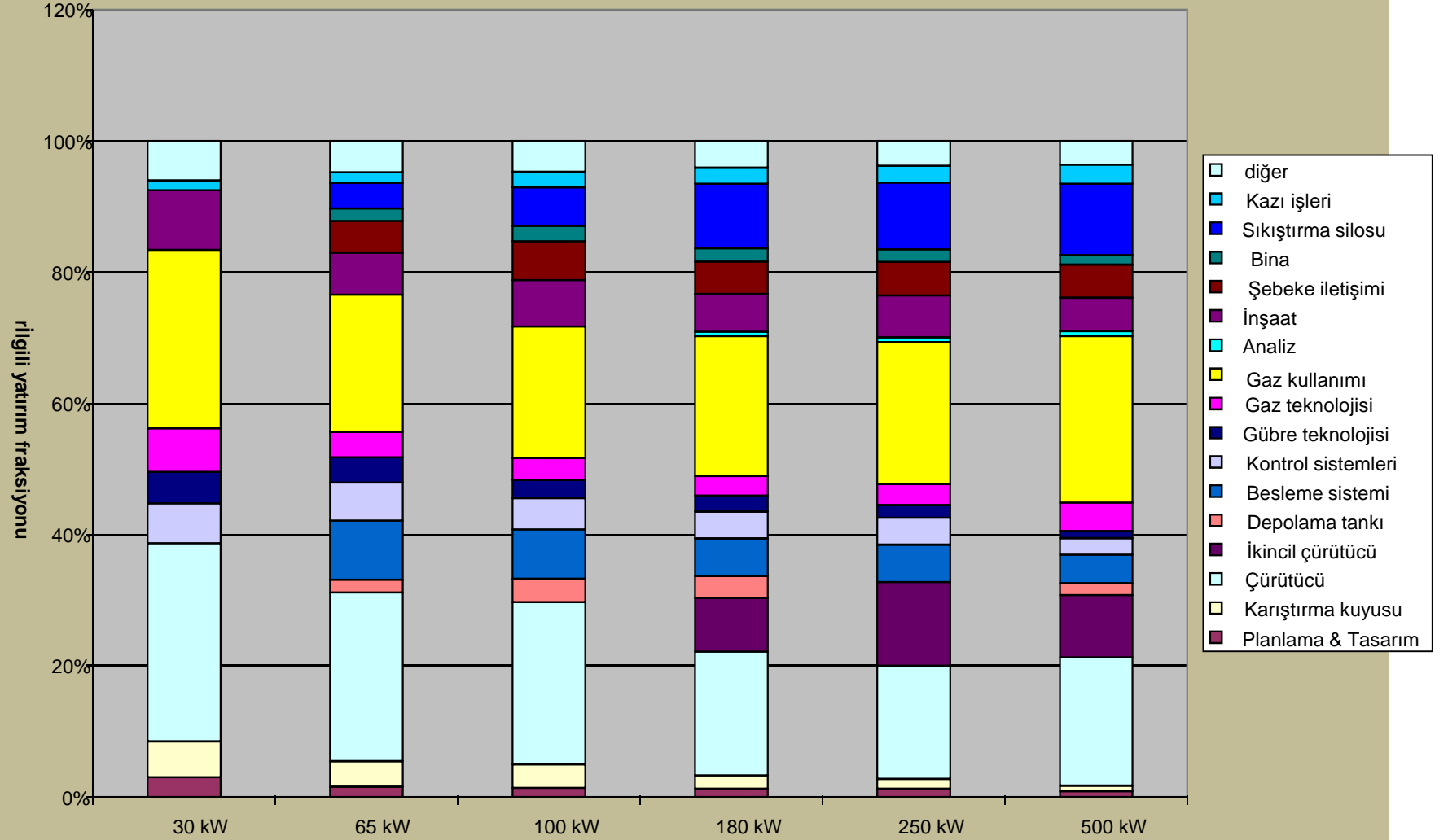
		Gıda artıkları	Yağ ayırıcı	Kızgın yağ atığı
Gaz kazancı	m ³ /t _{Sub.}	95	45	827
Metan içeriği	%	63	68	68
Elektrik verimi KS	%	36	36	36
Belirli elektrik kazancı	kWs/m ³ BG	2,16	2,45	2,45
Elektrik kazancı	kWs/t _{Sub}	205	110	2022
İşleme enerjisi (% 10)	kWs	21	11	202
Satış için elektrik	kWs/t _{Sub}	184	99	1820
Gelir (elektrik satışı)	€/t_{Sub}	30,4	16,3	300,3
Sermaye maliyetleri (KS)	€/t _{Sub}	2,3	1,3	22,9
Bakım maliyetleri (KS)	€/t _{Sub}	3,1	1,7	30,3
Sermaye maliyetleri (biyogaz tesisi)	€/t _{Sub}	8,4	4,5	82,5
Bakım maliyetleri (biyogaz tesisi)	€/t _{Sub}	2,0	1,1	19,4
Hijyen hale getirme*	€/t _{Sub}	25,0	25,0	25,0
Maliyetler toplamı	€/t_{Sub}	40,8	33,6	180,1
Minimum kapı ücreti	€/t_{Sub}	10,4	17,3	-120,2

*Alım yerini, amortisman ve faizi, enerji maliyetlerini, hükümet gereksinimlerine uyumu ve kirlilik analizlerini içermektedir.

Yatırım maliyetleri



Yatırım maliyetlerindeki pay



İşletme Maliyetleri

- o Amortisman maliyetleri
- o Faiz tutarı (Yatırım maliyetlerinin 1/2'si ile ilgili olarak)
- o Biyogaz tesisi bakımı ve tamiri
- o Kojenerasyon Sistemi Bakımı
- o Sigorta
- o İşgücü maliyetleri
- o Giren substratlara ait maliyetler
- o Araziye fermente atıktan elde edilen gübrenin serilmesi ile ilgili maliyetler
- o Ateşleme yakıtı maliyetleri

Amortisman maliyeti:

Amorti edilen grup	Dağıtım	Yıllar
İnşaat	%55	20
Teknoloji	%32	10
Kojenerasyon Sist.	%13	6
Toplam/ortalama	%100	12

Faiz tutarı:

- Statik hesaplama
- Toplam yatırımın $\frac{1}{2}$ 'si üzerindeki faiz oranı
- Genel maliyetler: % 4 - 5 faiz

Bakım ve tamir maliyetleri:

- İşgücü maliyetleri
- Yedek parça, ekipman, yağlayıcı, v.s.
- Genel maliyetler: Yatırım maliyetlerinin % 1 – 2'si

Kojenerasyon sistemi bakımı

- Üreticiler bakım kontratı sunmaktadırlar (yaklaşık 2 € sent/kWs)
- KS tipli amortisman periyodunu koordine etmek (gaz motoru ve çift yakıtlı motor)
- Genel maliyetler: 1 €sent/kWs

Sigorta:

- Genel maliyetler: Yatırım maliyetlerinin %1 – 1,2'si

İşgücü maliyetleri:

- Temel olarak, biyogaz tesisinin “beslenmesi” için ortaya çıkmaktadır
- Kontrol, veri toplama, yönetim
- Genel maliyetler: 15 €/s

Giren substratlara yönelik maliyetler:

- Mısır silajı için genel maliyetler: 45 t FM/ha'da 1.100 €/ha
- Yetiştiricilikte üretilen substratlar için, ana hedef ha başına yüksek biyokütle kazancı olamayacağı nedeniyle farklı maliyet yapıları ortaya çıkabilir (örnek: farklı tarım ürünü olarak baklagiller)

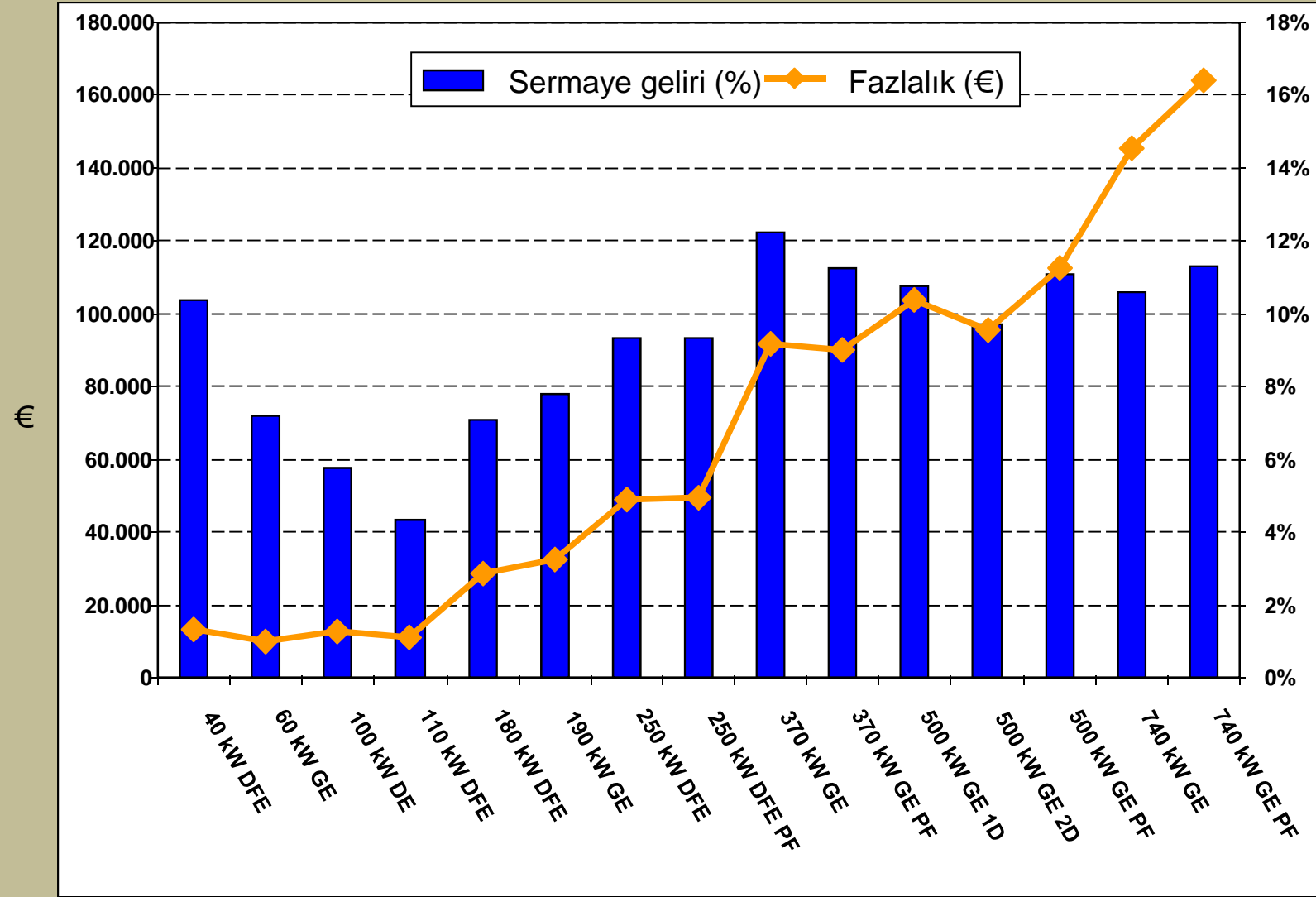
Fermente atığın yayılmasına yönelik maliyet:

- Genel maliyetler: 3 ... 5 €/m³
- Fermente atık "temizlenmek" zorundaysa, maliyetler oluşabilir
- Yetiştiricilikte, tesis/ekin üretimine yönelik olarak kredilendirilme olması sebebiyle bu maliyetler oluşmaz.

Ateşleme yakıtına yönelik maliyetler:

- Yüksek seviye ekonomik değişkenlik
- Sadece elektrik üretiliyorsa, artan şekilde ekonomik değildir
- Yakıt maliyetlerinin giderilmesi için Kojenerasyon sistemi yüksek elektrik verimine ihtiyaç duymaktadır

Örnek biyogaz tesislerinin ekonomisi



„Biyogaz Tesislerinin ekonomik hesaplamasına sahip kritik noktalar”

Substratlar – Gaz Kazançları

- o Biyokütle kuru maddesi, hasat zamanına dayanmaktadır - Arıtma
- o Depolama kaybı ile hesaplama, % 5 – 7 kaplamalı, % 10 – 30 kaplamasız
- o Gübre kuru maddesi, hayvan barınak uygulamalarına dayanmaktadır
- o Kesinlikle mevcut substratlı plan ve istenen tesis ebadı olmadan yapılan plan

Kojenerasyon ve Şebeke İletişimi

- o Kojenerasyon ünitesinin verimi normal olarak % 60 metan ile hesaplanmaktadır ve test durumu üzerinde ölçülmektedir – gerçekçi oranlar % 52 – 55
- o Şebeke iletişimi, çiftliğin normal iletişimine yönelik belirli bir uzantıya kadar entegre edilebilir
- o Belirli bir limitin üzerindeki değer çok yüksek şebeke iletim maliyetlerine sebep olabilir

İşletim, Bakım ve Tamir

- o Sistemler içindeki katı besleme, en yüksek aşınmaya sahiptir
- o Pompalar ve sıyırıcılar, ikinci yere sahiptir
- o KS ünitesi, artık birinci yere sahip değildir
- o Makine ve personel maliyetleri birincil öneme sahip olarak sık sık hesaplanmaktadır

Maliyetin azaltılmasına yönelik olasılıklar

- o Deneyimli biyogaz mühendislerinin denetimi altında kendi bina gruplarınızın oluşturulması
- o KS ünitesi ve diğer bileşenler: bir grup içinde satın alın ve genel olarak servis kontratlarına sahip olun

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

I www.giz.de

I www.biyogaz.web.tr

Yazar:

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