

# ATIKTAN ELEKTRİK ENERJİSİ ELDE EDİLMESİ

## Nuri Azbar

ÇMO İzmir Şubesi

&

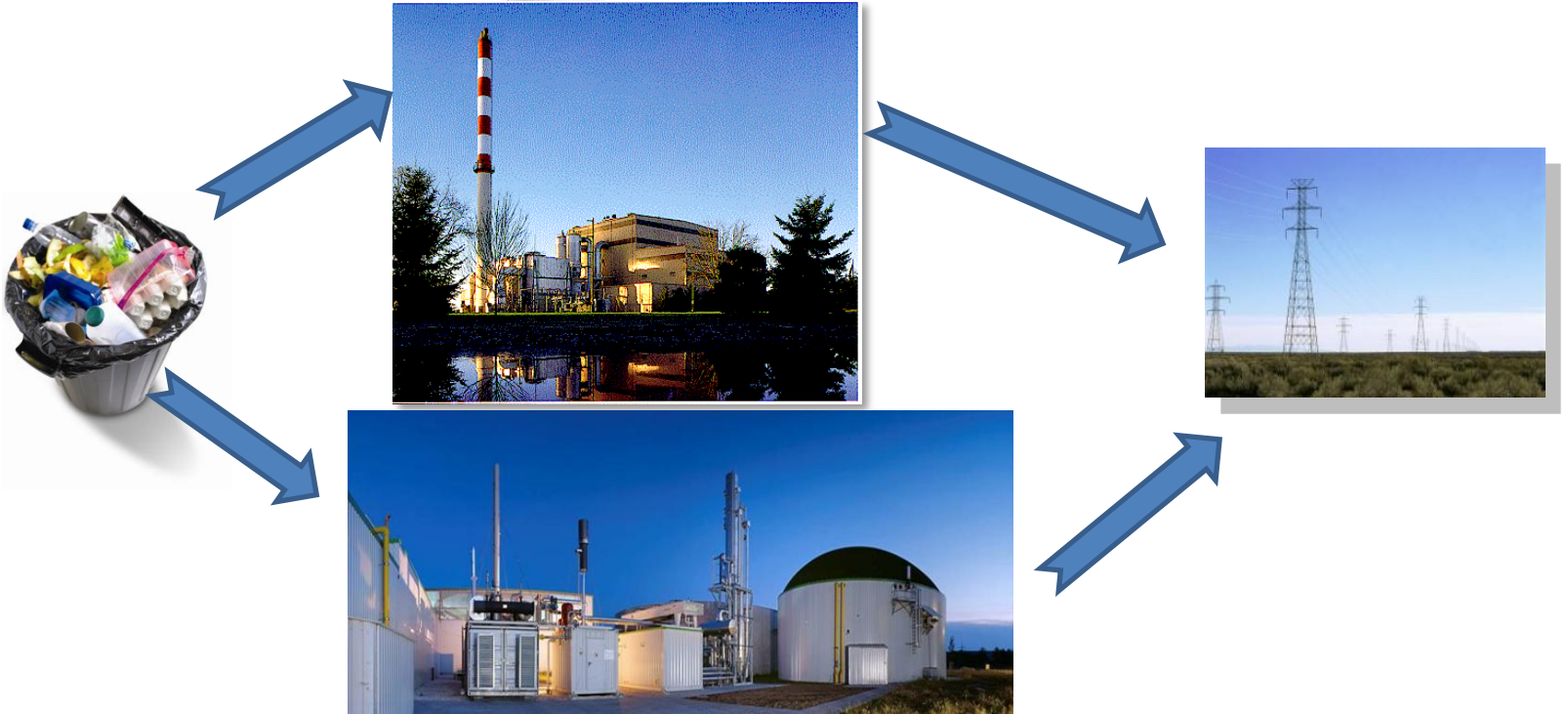
Ege Üniversitesi, Çevre Sor. Uyg ve Ar. Merkezi, İzmir

[nuri.azbar@ege.edu.tr](mailto:nuri.azbar@ege.edu.tr)



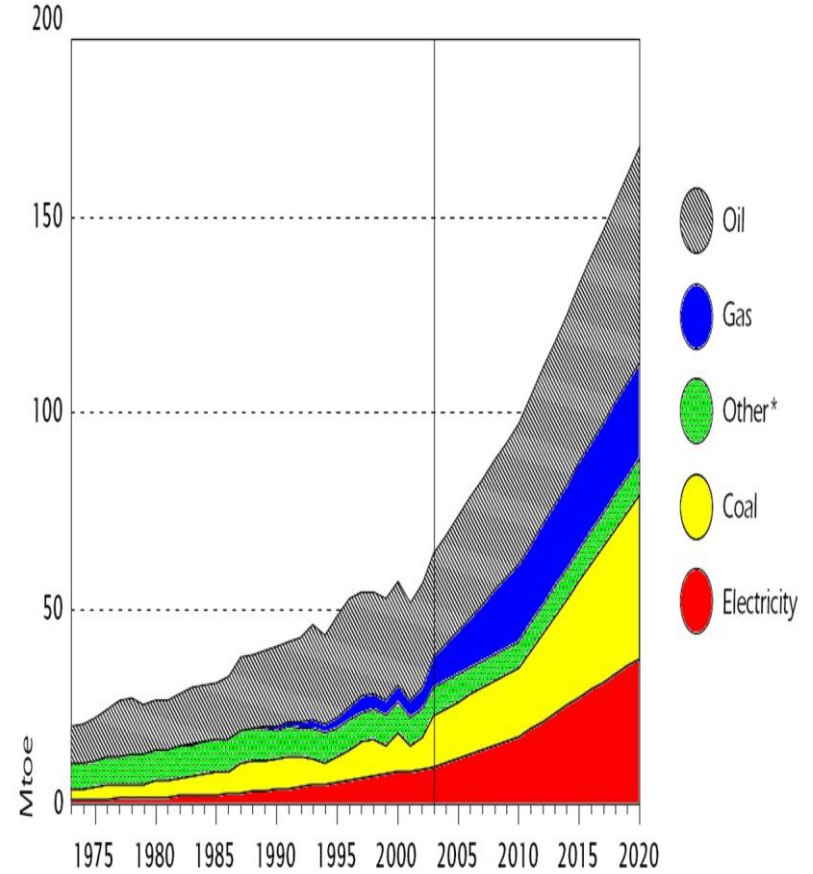
# Atıktan Enerjiye

«**Atıktan Enerjiye**» atıkların termal (yakma, gazlaştırma, piroliz, plazma ark) ya da **biyolojik yollarla (biyogaz)** elektrik üretimine döndürülmesi seçeneğidir



# GİRİŞ

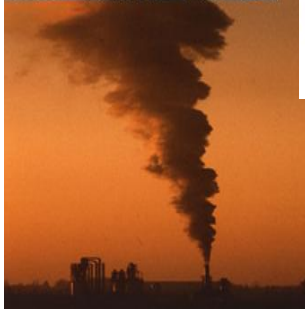
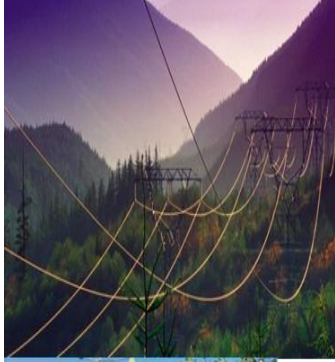
- Ürettiğinin üç mislini tüketiyoruz ve enerji temini bakımından % 70'in üzerinde yurt dışı kaynaklara bağlıyız
- Başta kenstel katı atıklar olmak üzere organik atıkların (kentsel katı atıklar, tarımsal atıklar, tavuk çiftlikleri atıkları, büyük baş hayvan çiftlikleri atıkları, sera atıkları, peynir altı suyu, karasu v.b.) doğru ve stratejik bir yaklaşımla idare edilmesi şart
- Ülkemiz aynı zamanda organik gübre açısından da çok fakir



\* includes geothermal, solar, wind, combustible renewables and waste.

Sources: *Energy Balances of OECD Countries*, IEA/OECD Paris, 2004; and country submission.

# EU Politika ve Hedefleri: Enerji



## **RES White paper 1997:**

Toplam enerji kullanım  
içinde

- yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranının **itibariyle 6% 'dan 12%**



- **Sera gazlarının azaltılması**  
(1997 Kyoto Protokolüne uyulması)

# EU Yasal Düzenlemeler

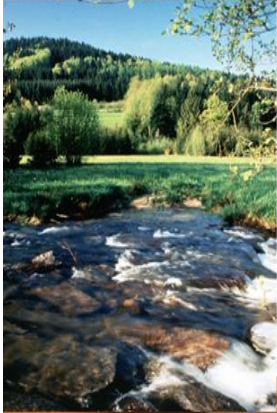
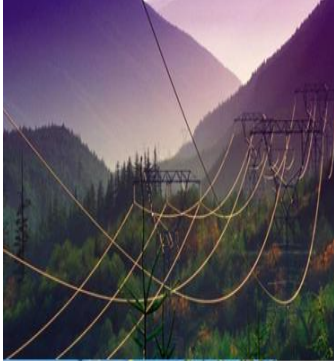
## Yenilenebilir Enerji

**2001/77/EC (27.09.01) : Toplam elektrik kullanım içinde yeşil elektrik kullanım oranını %14'den % 21'e çıkarmak. (2010'da tahmin edilen %18-19)**

**• Yenilenebilir Isıtma ve Soğutma Yönetmeliği:**

**• 08.05.2003 Tarihli Yönetmelik 2003/30/EC : taşımacılıkta sıvı ve gaz yakıtların teşviki : hedefler:**  
2005' de 2% ; 2010' da %5.75

**BIYOYAKITLAR**



# ORGANİK ATIKLARIN BERTARAF SEÇENEKLERİ



DEPONİ



YAKMA TESİSLERİ



EVSEL KOMPOST



SANAYİ KOMPOST



ANAEROBİK  
ÇÜRÜTME

- Atık azaltımı ve ayırma şart Directive 2006/12/EC
- Deponi gazı enerji üretim amacı ile kullanılabilir ancak düşük verim
- Nutrientlerin geri kullanımı mümkün değil

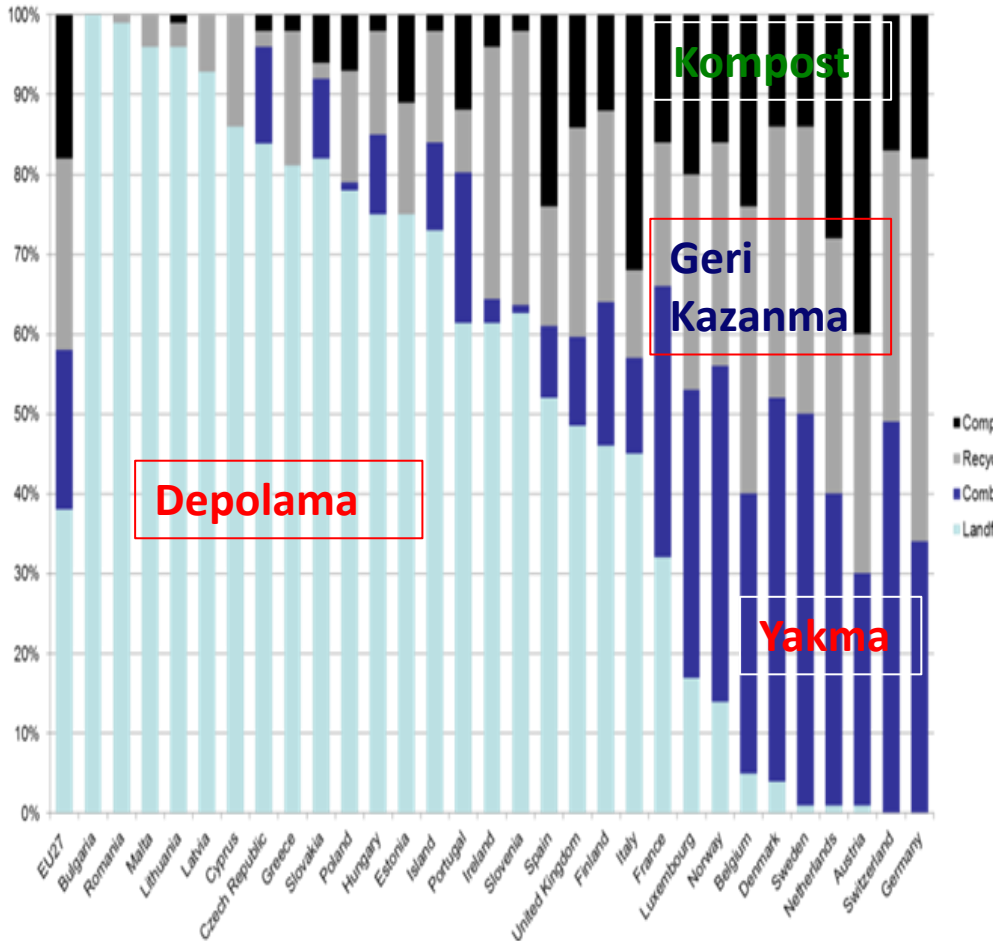
- + Enerji kullanımı
- "atık ısı" kullanımı düşük
- Nutrientlerin geri kullanımı mümkün değil
- Yüksek yatırım maliyeti ve diğer sorunlar
- Merkezi tesislere uzun mesafe taşıma ve maliyet

- + Yaygın kullanım
- + Yüksek değerli son ürün: nutrient geri kullanımı ve yararlanım
- + İleri teknik gerektirmiyor
- Enerji üretimi yok
- Her atık türü için uygun değil
- Kentsel alanlarda mümkün değil

- + Yaygın kullanım
- + Yüksek değerli son ürün: nutrient geri kullanımı ve yararlanım
- Enerji üretimi yok

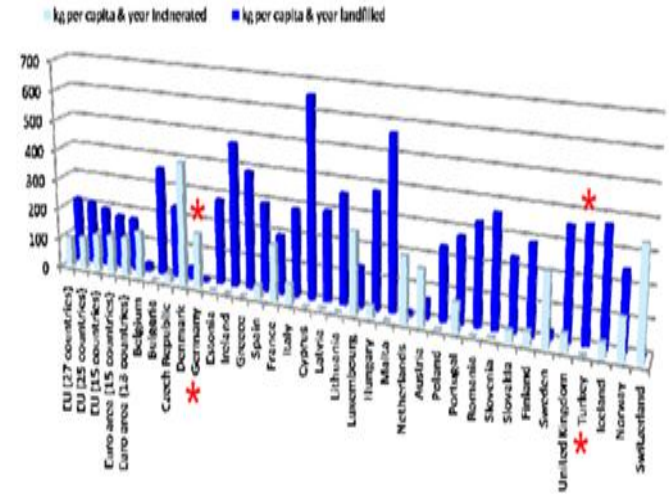
- + Yüksek enerji üretimi
- + Yüksek değerli son ürün: nutrient geri kullanımı ve yararlanım
- Teşviklere ihtiyaç var

# Katı Atık Üretimi & Bertarafı



## Fate of municipal solid waste in the EU

EU landfill directive 99/31/EC influences dramatically domestic waste treatment technologies since 2005



	Germany	Turkey
Municipal waste (household and similar wastes) t	22.182.000	25.373.000
Kg per capita and year incinerated	179	0
Kg per capita and year landfilled	4	354

# «Ecocycle» Raporu

- Anaerobik teknoloji atıktan enerji üretimi için belediyelerin seçebileceği en ekonomik ve çevreci teknolojidir. Belediyeler arıtma çamurları da dahil olmak üzere gıda atıkları ve diğer biyolojik atıklar için anaerobik tesisler kurmalıdır.

**eco·cycle**  
Working to Build Zero Waste Communities

SEPTEMBER 2011

[www.ecocycle.org/zerowaste](http://www.ecocycle.org/zerowaste)





# BIYOKÜTLE

Yenilenebilir enerji kaynağı

&

Net Karbon Emisyonu Yok

Biyokütleden enerji üretimi sırasında açığa çıkan CO<sub>2</sub>  
biyokütlenin yetiştirilmesi sırasında tutuklanan CO<sub>2</sub>  
ile dengelenir

# ATIĞI YAKARAK ELEKTRİK ÜRETİMİ

- **Yatırım riskleri** taşıyor..
- Büyük ölçekte ispatlanmış, tatminkar sonuçlar yok..
- **GERİ KAZANIM ve KOMPOSTLAMANIN** önünde bir **engeldir..**
- Çevre ve insan sağlığı açısından **büyük riskler** taşımaktadır, herkesin onay vereceği bir yer bulmak hemen hemen imkansızdır..
- Aslında **enerji savurganlığıdır**. Geri kazanım ile atıktan enerjiden 3-4 misli daha fazla enerji tasarruf etmek mümkündür. Zira yeni ürün imalatı geri kazanılmış maddeden üretime göre çok daha fazla enerji tüketimine neden olmaktadır.
- Unutmadan... **Çöplerimizdeki karpuz, kavun, domates ve külleri unutmayalım** 😊

# BIYOKÜTLE NEDİR?

FOTOSENTEZ İLE  
GÜNEŞ ENERJİSİNİN  
KİMYASAL ENERJİYE  
DÖNÜŞTÜĞÜ

VE

GÜNEŞ ENERJİSİNDEN

- ELEKTRİK ENERJİSİ
- YAKIT
- ISI
- GÜBRE

ELDE EDİLEBİLEN  
ÇEVRE DOSTU BİR  
ENERJİ ALTERNATİFİ



## BİYOKÜTLE KAYNAKLARI

- BİYOKÜTLE DÜNYADA HEMEN HER YERDE MEVCUTTUR
- İYİ BİYOKÜTLE KAYNAKLARI YÜKSEK KURU MADDELİ VE DÜŞÜK ARAZİ İHTİYACI GEREKTİRİR
- ENERJİ BİTKİLERİ ÜRETİMİ İÇİN GEREKENDEN DAHA FAZLA ENERJİ TEMİN ETMELİDİR
- BİYOLOJİK KÖKENLİ ENERJİ KAYNAKLARI
  - YENİLENEBİLİR
  - KOLAY DEPOLANABİLİR
  - CO<sub>2</sub> NÖTRAL OLMALIDIR.

## BİYOKÜTLE



ODUN



KATI ATIK



ALKOL YAKITI



ENERJİ BİTKİLERİ



DEPONİ GAZI

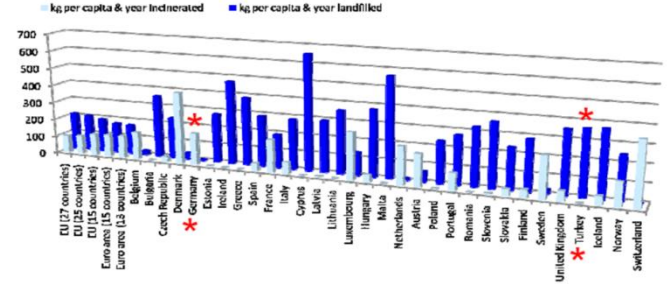
# Türkiye’de Organik Atıkların Genel Durumuna Bakış :

## Kentsel Katı Atıklar

- Ülkemizde katı atıkların bertaraf yöntemi maalesef halen vahşi depolama ya da deponi sahalarında depolama şeklindedir. Türkiye’de yılda ortalama **25 milyon ton** kentsel katı atık üretimi tahmin edilmektedir. Bu atığın ortalama % 50’sinin organik maddeden oluştuğu söylenebilir. Ortalama ıslak tonundan **75 m<sup>3</sup>lük** biyogaz üretim potansiyeli ile kentsel katı atıkların organik kısmından modern biyogaz tesislerinde **6.11x10<sup>8</sup> m<sup>3</sup> biyogaz** üretimi mümkün gözükmemektedir. Ayrıca anaerobik fermentasyon sonrası geriye kalan kısmın da **organik gübre** olarak kullanılabilirliği önemli bir ekonomik ve tarımsal avantaj sunmaktadır

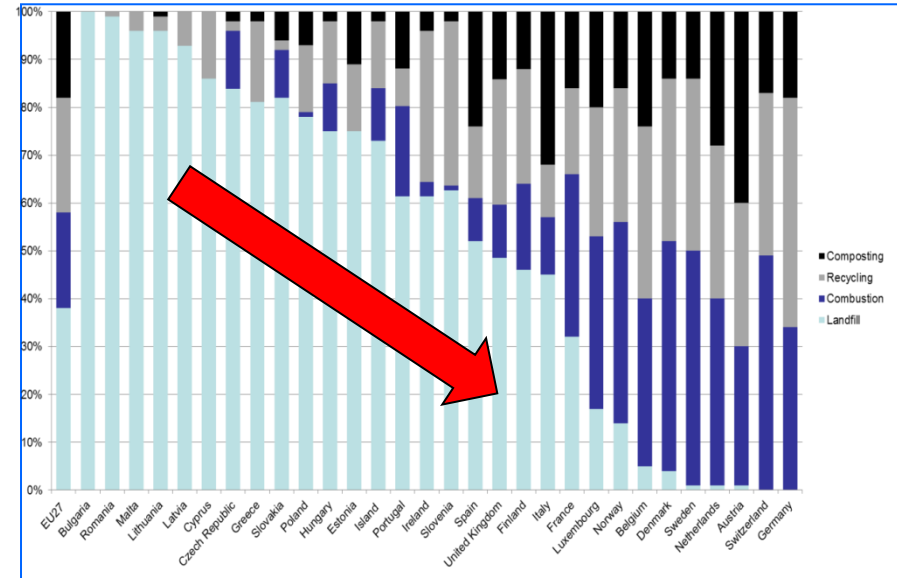
### Fate of municipal solid waste in the EU

EU landfill directive 99/31/EC influences dramatically domestic waste treatment technologies since 2005



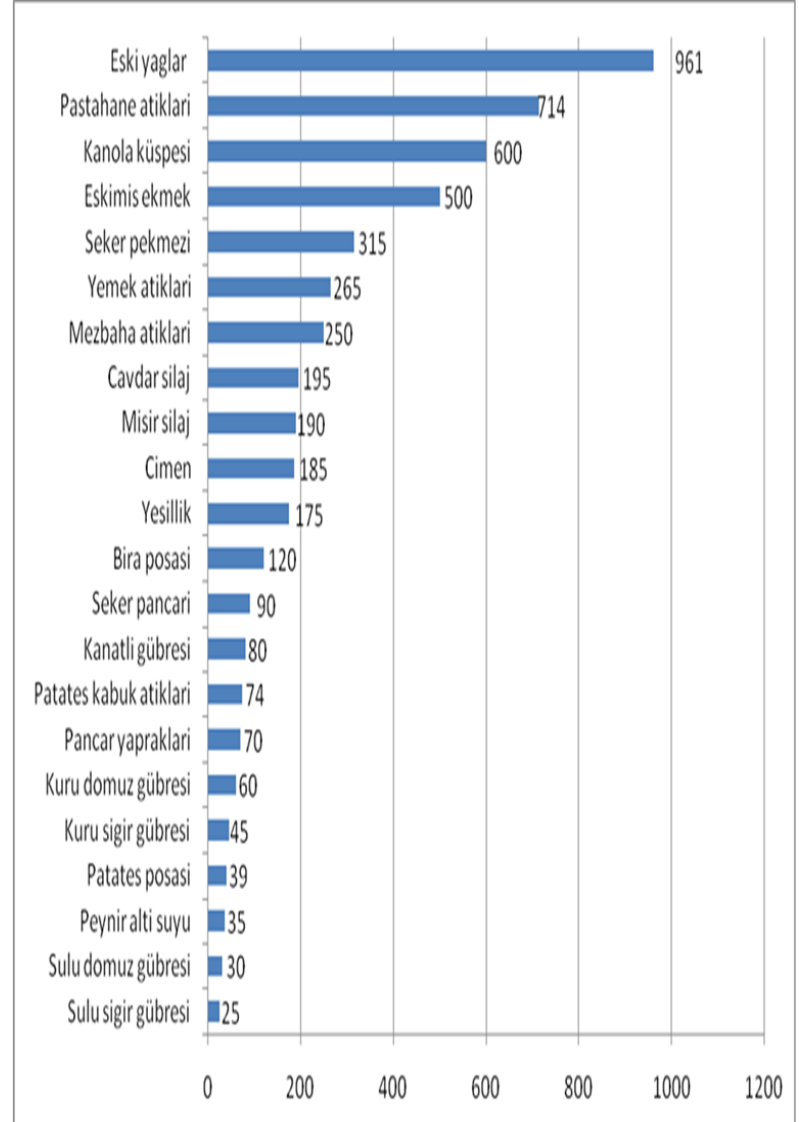
	Germany	Turkey
Municipal waste (household and similar wastes) t	22.182.000	25.373.000
Kg per capita and year incinerated	179	0
Kg per capita and year landfilled	4	354

Data according to Eurostat database: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>



## Türkiye’de Organik Atıkların Genel Durumuna Bakış : Tarımsal Atıklar ve Enerji Bitkileri

- Ülkemizde 28 milyon hektar ekilebilir arazide yılda yaklaşık 55 milyon ton biyokütle üretimi (buğday samanı, arpa samanı, mısır koçanı, pamuk kozası kabuğu, ayçiçeği posası, şeker pancarı posası, fındık kabuğu, yulaf samanı, çavdar samanı, meyve posaları, zeytin posası, pirinç çeltiği v.b.) bulunmaktadır. Bunların içinde özellikle zeytinyağ üretimine bağlı olarak ortaya çıkan prina ve karasu önem arz etmektedir (KOİ: 200 bin mg/L). Var-yok yılı neden ile iki yılda bir 100 günlük kampanya döneminde çok yüksek miktarlarda konsantre bir atıksu alıcı ortamlara maalesef çoğunlukla hiçbir işlem görmeden atılmaktadır.



## Türkiye’de Organik Atıkların Genel Durumuna Bakış : Aritma Çamurları

- Avrupa Birliği erişim sürecinde özellikle çevre paketine uyumluluk çalışmaları kapsamında başta büyükşehirler olmak üzere atıksu arıtma tesislerinin sayısı önemli oranda artmıştır. Sadece İzmir’de yaklaşık 26 ileri arıtma tesis kurulmuştur. Arıtmanın doğal sürecinde önemli oranda bakteriyel kütle fazla çamur olarak çıkmaktadır. Almanya’da eşdeğer nüfusu 100.000 ve üzeri yerleşim yerlerinde anaerobik çamur çürütme tesisleri zorunludur. Bu açıdan arıtma çamurları da ülkemizde önemli bir biyogaz potansiyeli sunmaktadır.

- Kişi başına günde 28 L biyogaz üretimi ve 76 milyon nüfus dikkate alındığında yılda **767 milyon m<sup>3</sup> biyogaz üretimi** (teorik) ile **210 MW’lık** kurulu güce sahip biyogaz tesisi inşa etmek mümkündür

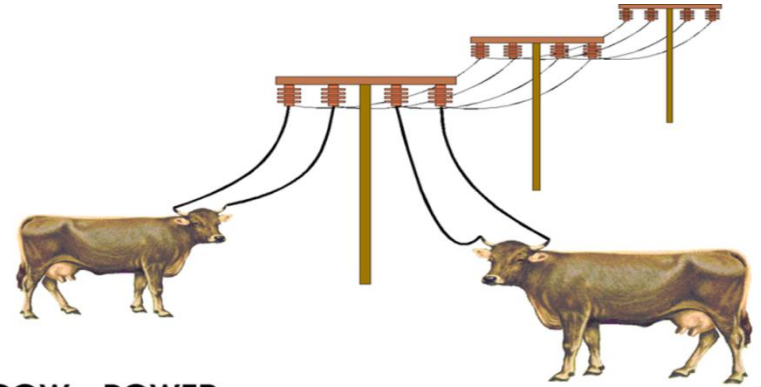


# Türkiye'de Organik Atıkların Genel Durumuna Bakış : Hayvansal Atıklar

- TÜİK-2012 verilerine göre Türkiye'de **13 milyon 915 bin** baş sığır, **27 milyon 425 bin** baş koyun, **8 milyon 357 bin** baş keçi bulunmaktadır. Kanatlı sektöre bakıldığında ise **169 milyon adet** et tavuğu, **85 milyon adet** yumurta tavuğu, **2.8 milyon adet** hindi görülmektedir. Hayvancılık sektörünün atık potansiyeline bakıldığında ise yılda ortalama **121 milyon ton organik atığın** çevre dostu yaklaşımlarla idaresinin yapılması gerekliliği görülmektedir.

Hayvan türleri	Hayvan sayıları	Toplama oranla hayvan sayısı dağılım yüzdeleri (%)
Büyükbaş	11.518.827	27,88
Kültür sığır	4.224.267	10,22
Melez sığır	4.730.922	11,45
Yerli sığır	2.477.939	6,00
Manda	85.699	0,21
Küçükbaş	29.382.924	71,11
Koyun	23.089.691	55,88
Keçi	6.293.233	15,23
Diğer	417.119	1,01
Deve	1.254	0,00
Domuz	1.558	0,00
At	154.702	0,37
Eşek	211.529	0,51
Katır	48.076	0,12
<b>TOPLAM</b>	<b>41.3180.870</b>	<b>100,00</b>

- Hayvansal atıkların biyogaz dönüştürülmesi halinde **1170-2350 ktoe** (49 – 98 PJ) eşdeğer teorik olarak yılda **2.18-3.3 milyar m<sup>3</sup> biyogaz** üretmek mümkün görülmektedir

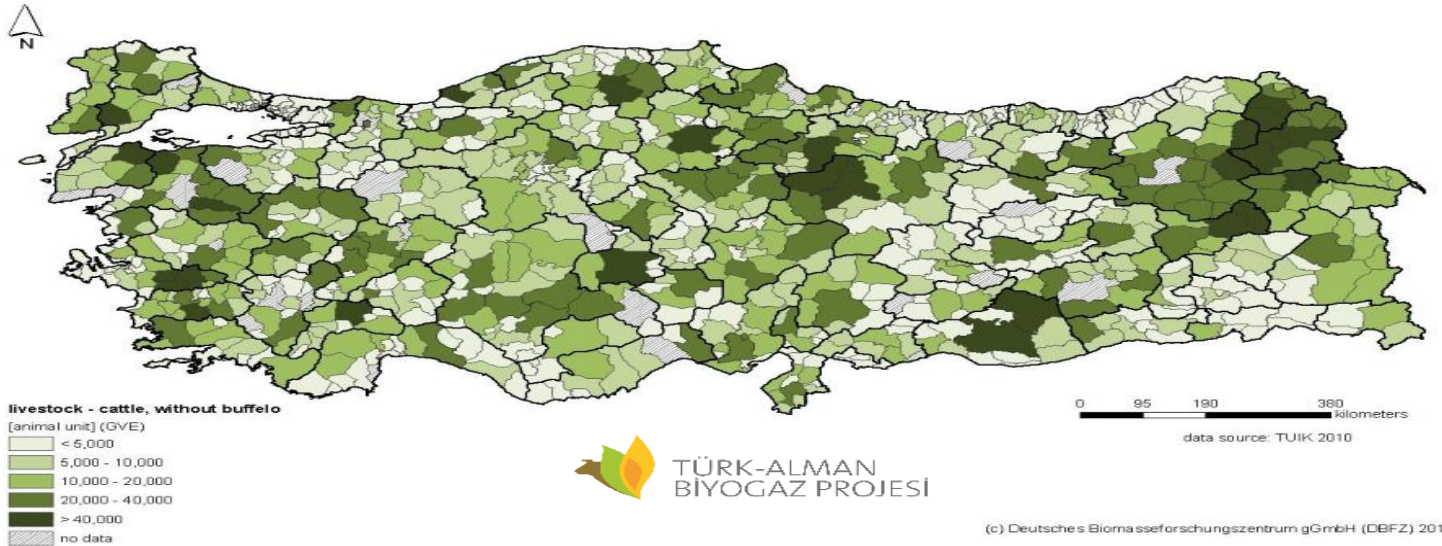


**COW - POWER**

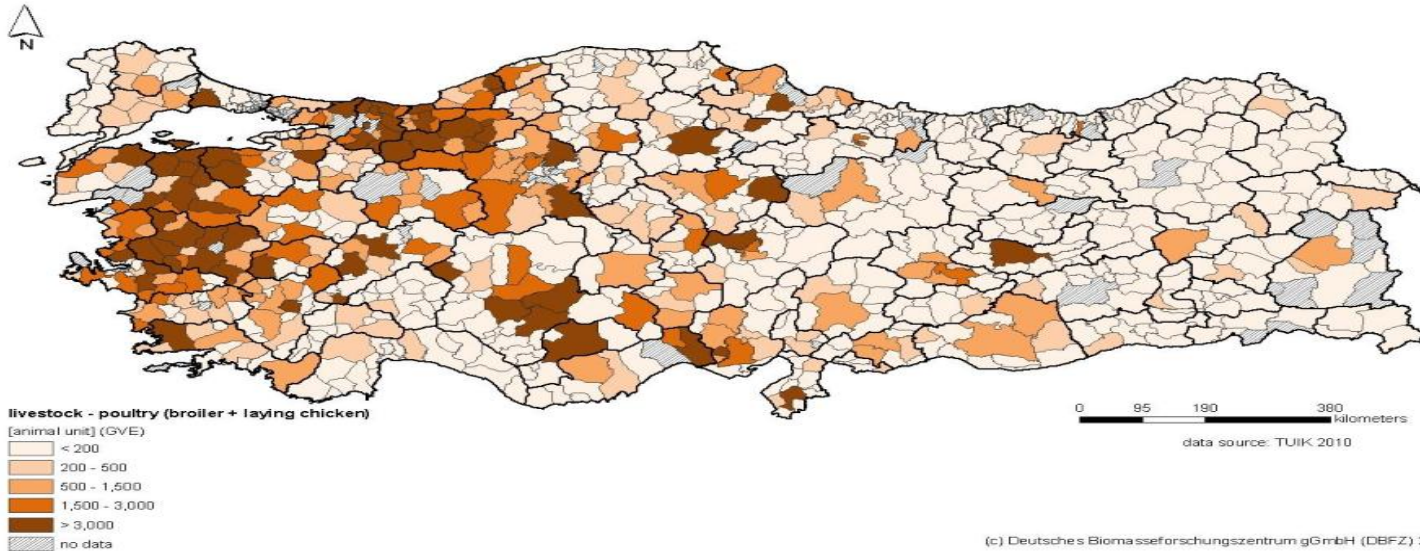
So einfach ist Stromerzeugung aus Biomasse leider nicht



# Türkiye’de Organik Atıkların Genel Durumuna Bakış : Hayvansal Atıklar



Şekil 10: İlçe bazında hayvan birimi dikkate alınarak hesaplanmış siğir potansiyeli dağılımı. Kaynak:

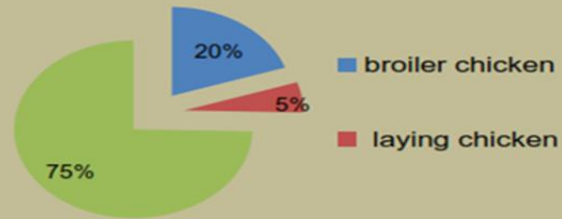
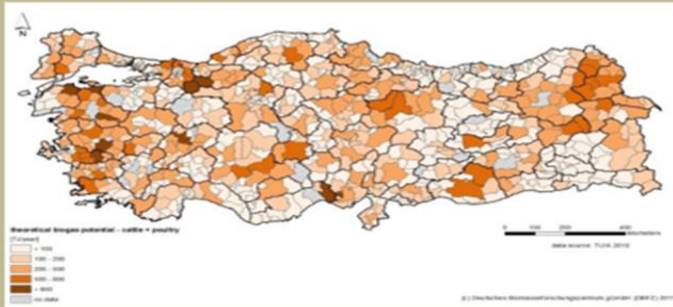


Şekil 11: İlçe bazında hayvan birimi dikkate alınarak hesaplanmış kanatlı (et ve yumurta tavuğu) potansiyeli dağılımı. Kaynak: [36].

# Türkiye’de Organik Atıkların Genel Durumuna Bakış : Hayvansal Atıklar

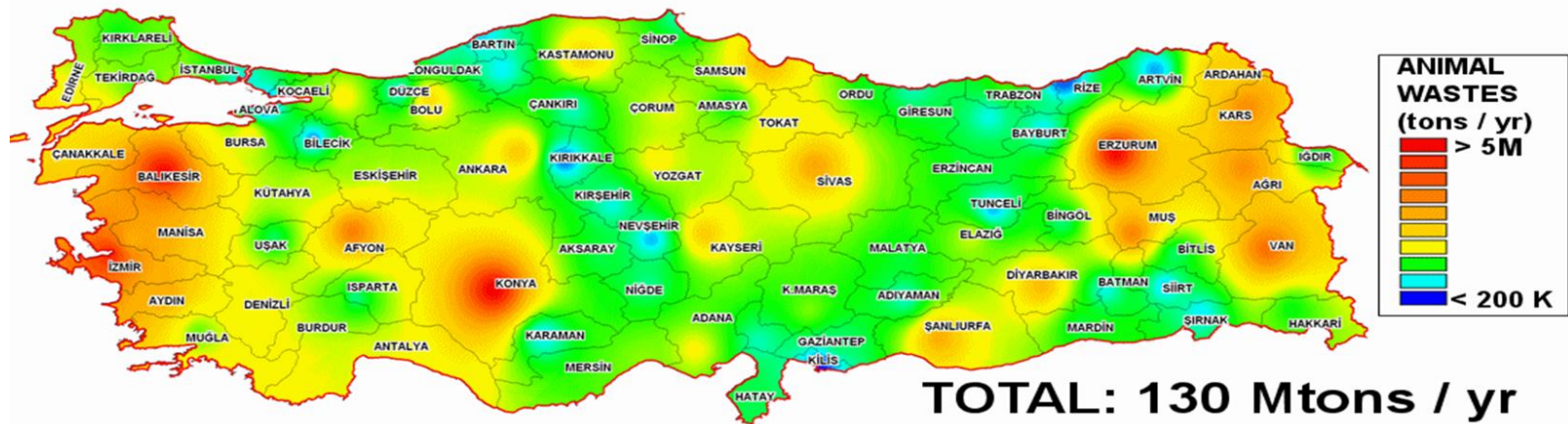
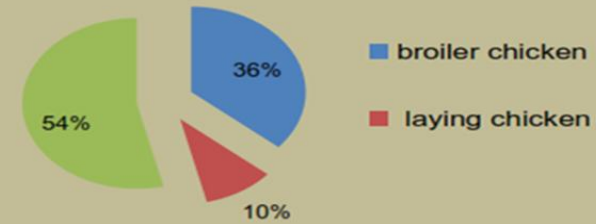
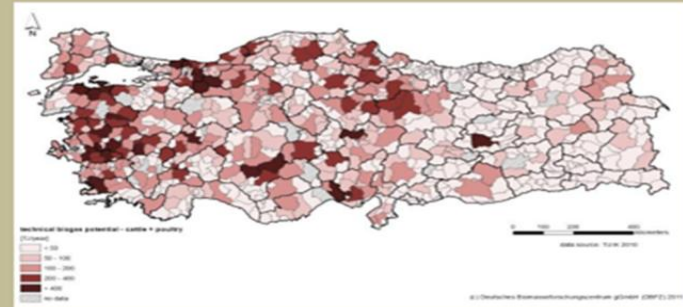
## Theoretical biogas potential

□ In total Cattle + Poultry: 144.366 TJ/year



## Technical biogas potential

□ In total Cattle + Poultry: 78.372 TJ/year



# Türkiye’de Organik Atıkların Genel Durumuna Bakış : Hayvansal Atıklar



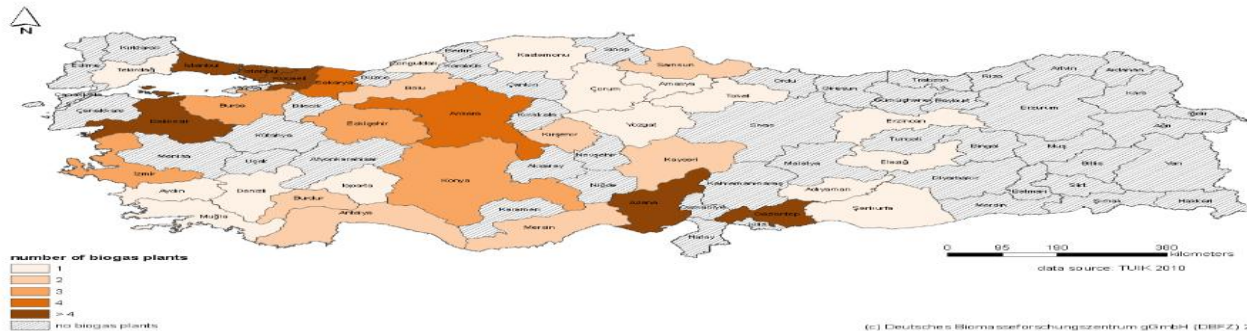
Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Atık Miktarı (t/yıl)	Kuru Bazda Atık Miktarı (t/yıl)	Kullanılabilirlik (%)	Kullanılabilir Kuru Madde (t/yıla)	Biyogaz (m <sup>3</sup> /yıl)	Kalorifik Değer (MJ/m <sup>3</sup> )	Toplam Kalorifik Değer (GJ/a)
Büyük Baş	12.934.485	128.602.413	16.211.033	65	10.616.129	2.123.225.839	22,7	48.197.227
Küçük Baş	30.035.590	24.666.733	6.139.581	13	801.669	160.333.765	22,7	3.639.576
Kanatlı	265.606.950	7.755.723	1.932.924	99	1.919.541	383.908.289	22,7	8.714.718

Hayvan Türü	Sayı	Atık Miktarı (ton/yıl)	Biyogaz Üretimi (m <sup>3</sup> /ton)	Toplam Kapasite (kW)	Tesis Adedi (500 kW kapasite)
Büyük Baş	10.946.239	108.805.615	42	1.169.027	2.338
Küçük Baş	29.568.152	2.424.588	68	179.907	359
Kanatlı	244.285.376	7.084.275	82	45.785	91
TOPLAM	-----	118.314.480	-	1.394.719	<b>2.788</b>

# Türkiye’de Biyogaz Teknolojisinin Mevcut Durumu

	İşletmedeki Biyogaz Tesis Sayısı	İşletme Kapasitesi (MW)	Planlamadaki Biyogaz Tesis Sayısı	Planlanan Kapasite (MW)	Toplamda Biyogaz Tesisleri Sayısı	Toplam Kapasite (MW)
<b>Toplam</b>	85	340,44	72	224,93	157	565,37
Tarımsal (hayvan atığı, bitkiler)	10	15,21	11	38,90	21	54,11
Gıda Sanayi (atıksu, organik atık)	17	13,68	2	3,88	19	17,56
Kentsel Atık (deponi gazı, atıksu)	29	155,77	18	60,50	47	216,27
Kentsel (Deponi)	25	151,73	14	55,36	39	207,09
Kentsel (Atıksu)	4	4,05	4	5,14	8	9,19
Diğer	0	0	23	61,15	23	61,15

Türk-Alman Biyogaz Projesi



## 4.Yasal Mevzuat ve Teşvikler

- YEK kanunu ile 2011 yılında yenilenebilir enerjiden elde edilen elektriğin birim fiyatına teşvikler biyogaz yatırımları için de mevcuttur. Bu kanuna göre 18 Mayıs 2005 yılından sonra ya da 31 Aralık 2015 yılından önce işletmeye alınacak bu tür tesisler (rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, **biyogaz**, gel-git, dalga enerjisi, akıntı bazlı santraller, hidrolik santraller) bu teşviklerden yararlanabilecektir. Tabloda yukarıdaki alternatifler için verilen teşvik miktarları görülmektedir.

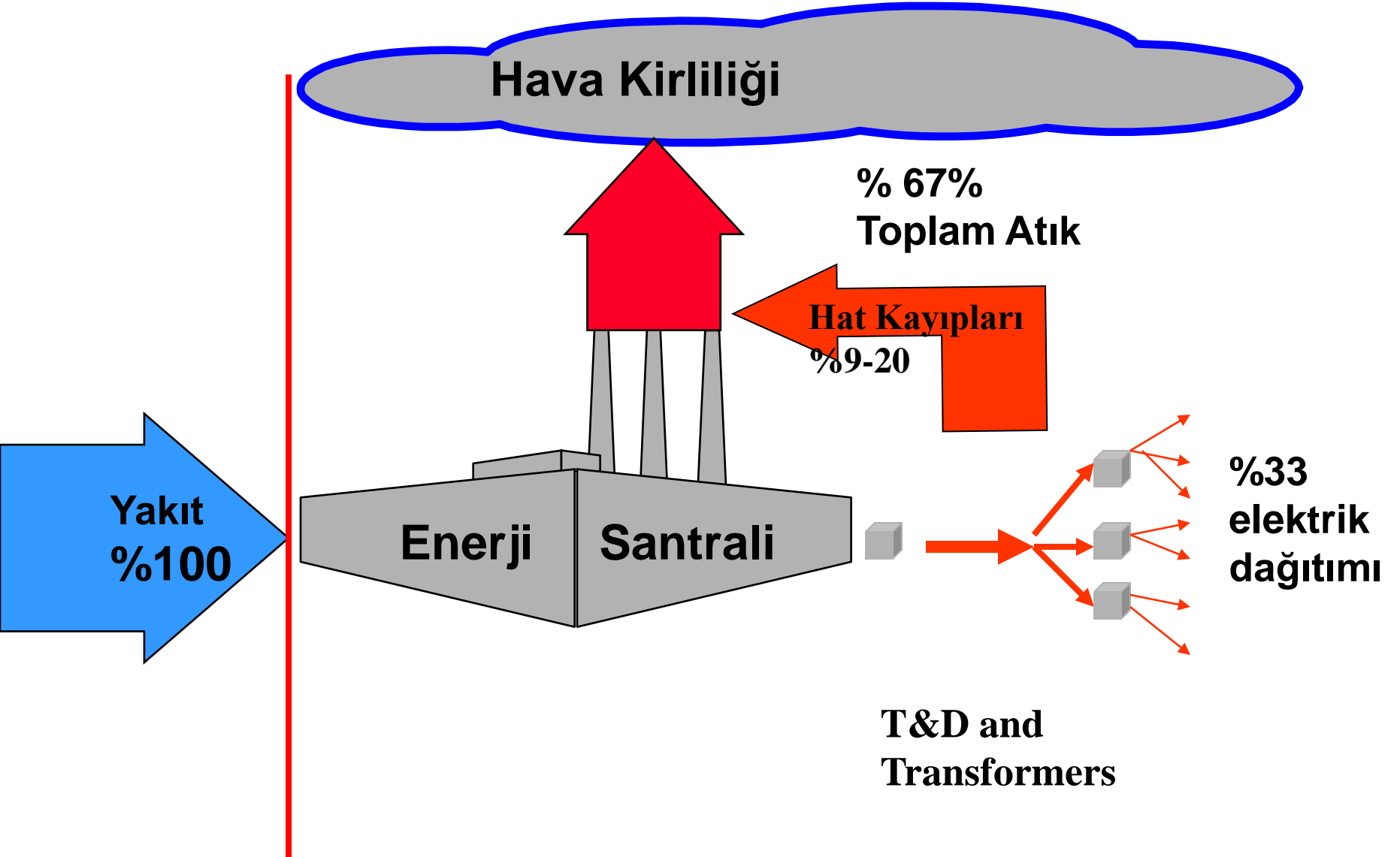
Enerji Tesisi Türü	Teşvik Miktarı (\$cent/kWh)	Maksimum Yerel Üretim Piri (\$cent/kWh)	Maksimum mümkün teşvik miktarı (\$cent/kWh)
Hidroelektrik	7.3	2.3	9.6
Rüzgar	7.3	3.7	11
Jeotermal	10.5	2.7	13.2
Biyokütle (deponi dahil)	13.3	5.6	18.9
Solar fotovoltaik	13.3	6.7	20
Konsantre Solar	13.3	9.2	22.5

## Sondeğerlendirme: Türkiye Biyogaz Potansiyeli

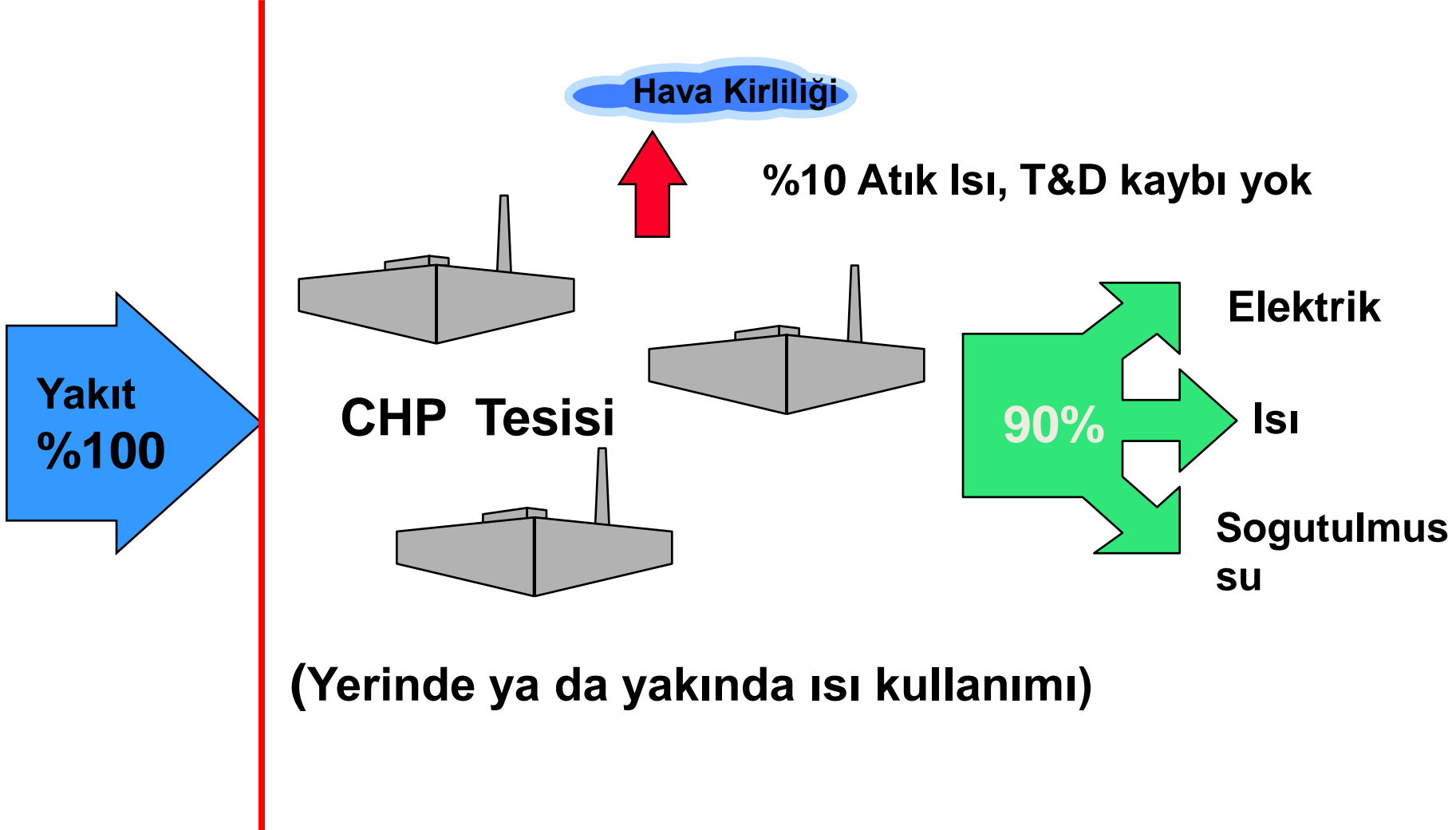


Sadece tarımsal atıklar, enerji bitkileri ve büyük baş hayvandan elde edilen biyogaz doğal gaz kullanımımızın % 88'ine eşdeğer.

# GELENEKSEL ENERJİ SANTRALİ



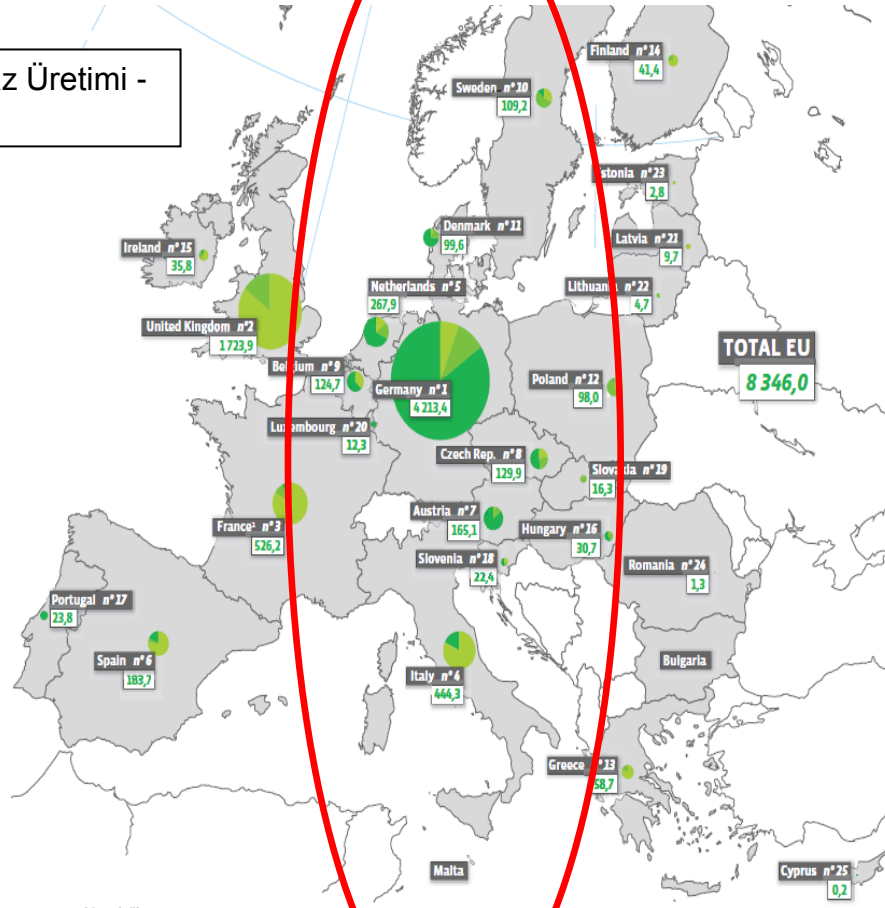
# Combined Heat and Power (CHP)





# Son deęerlendirme: Biyogaz Piyasası - Avrupa

Biyogaz Üretimi - 2009



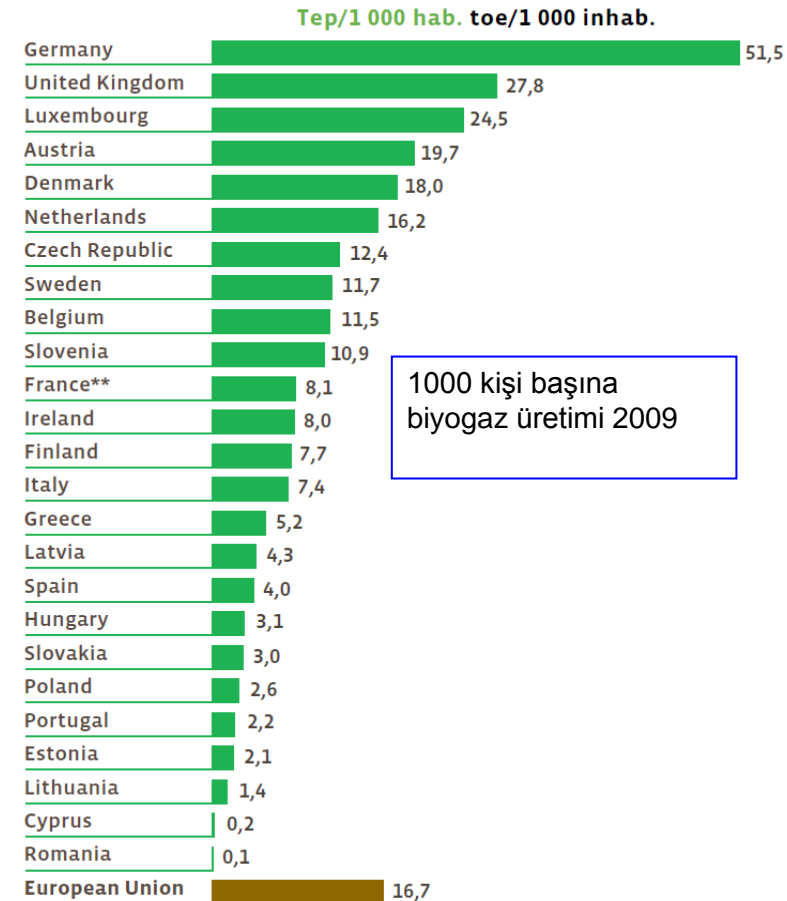
Légende/Key

4 231,4 Les chiffres en vert indiquent la production totale. Green figures show total production in ktep.

■ Biogaz de décharges. Landfill gas. ■ Station d'épuration d'égouts et industrielle. Urban sewage and industrial effluent sludge. ■ Autres biogaz. Other biogas. Unité décentralisée de biogaz agricole, unité de méthanisation des déchets municipaux solides, unité centralisée de codigestion. Decentralised agricultural plant, municipal solid waste methanisation plant, centralised co-digestion plant.

\* Estimation.  
1 - DOM non inclus. French overseas departments excluded.  
Source: EuroObserv'ER 2010.

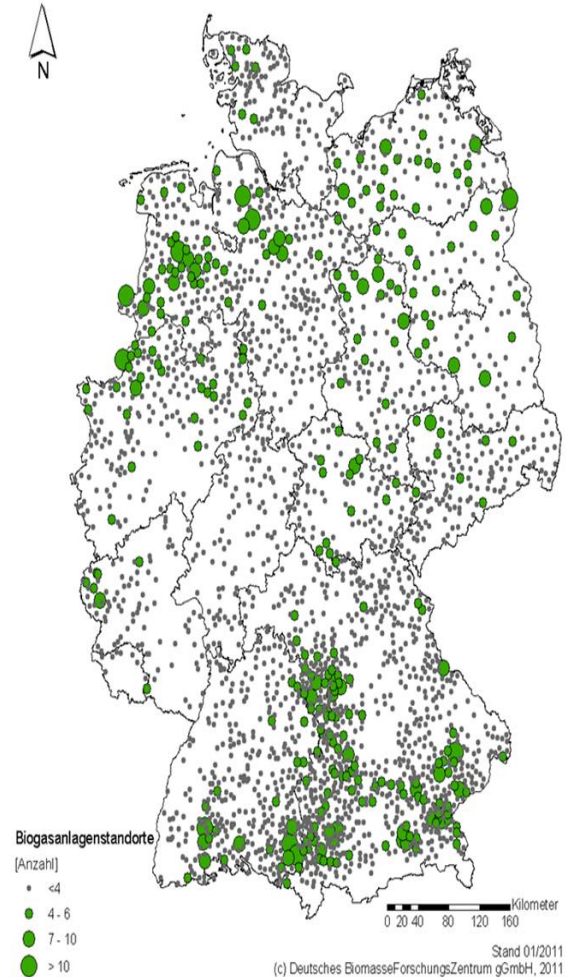
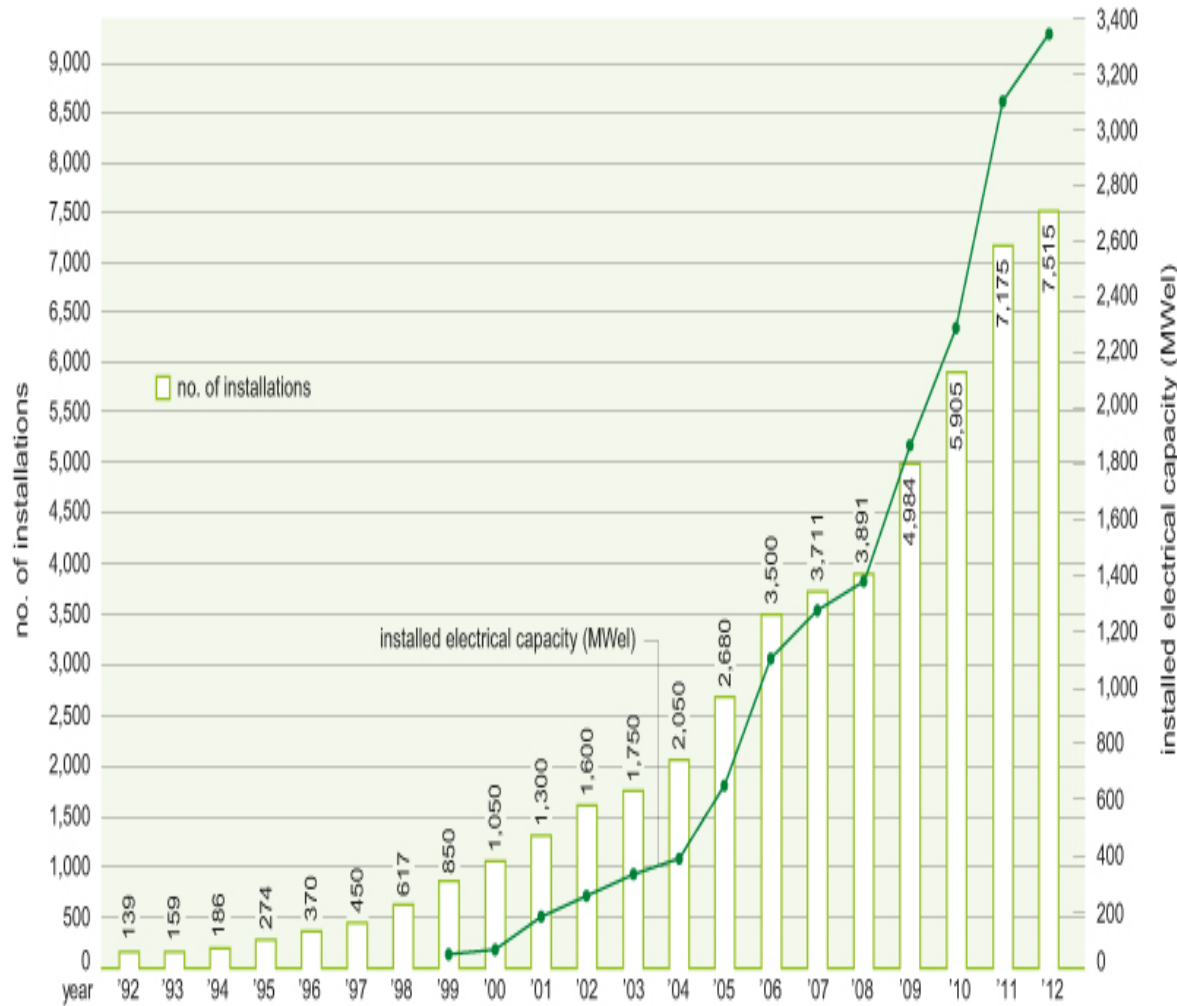
Production d'énergie primaire biogaz par habitant pour chaque pays de l'Union européenne en 2009\* (tep/1 000 hab.)  
Primary biogas energy production per inhabitant for each European Union country in 2009\* (toe/1 000 inhab.)



1000 kişi başına biyogaz üretimi 2009

\* Estimation. \*\* DOM non inclus. French overseas departments excluded.  
Les décimales sont séparées par une virgule. Decimals are written with a comma.  
Source: EuroObserv'ER 2010.

# Sondeğerlendirme: Almanya'daki Biyogaz Tesisleri



Kaynak: Fraunhofer IWES after FNR, FVB 2010 and on basis of estimation of the nREAP

## Sondeğerlendirme: Türkiye Biyogaz Piyasası



Ortalama **3000 €/kW** ilk yatırım bedeli ile 3000 tesisin kurulumu **9 Milyar Euro'luk** bir ekonomik sirkülasyona eődeęerdir. Sektörün yaratacağı istihdam ve diğer iő olanakları da artı bir ekonomi sağlayacaktır.

# Çevreyi Korumak Hepimizin Görevi !



## TEŞEKKÜRLER . .

Prof. Dr. Nuri Azbar

ÇMO İzmir Şubesi &

Ege Üniversitesi

Çevre Sorunları Uyg.ve Ar. Merkezi Müd.

Biyomühendislik Bölümü Öğretim Üyesi

nuri.azbar@ege.edu.tr

Tel no: 0232 3884955